

Tartalom

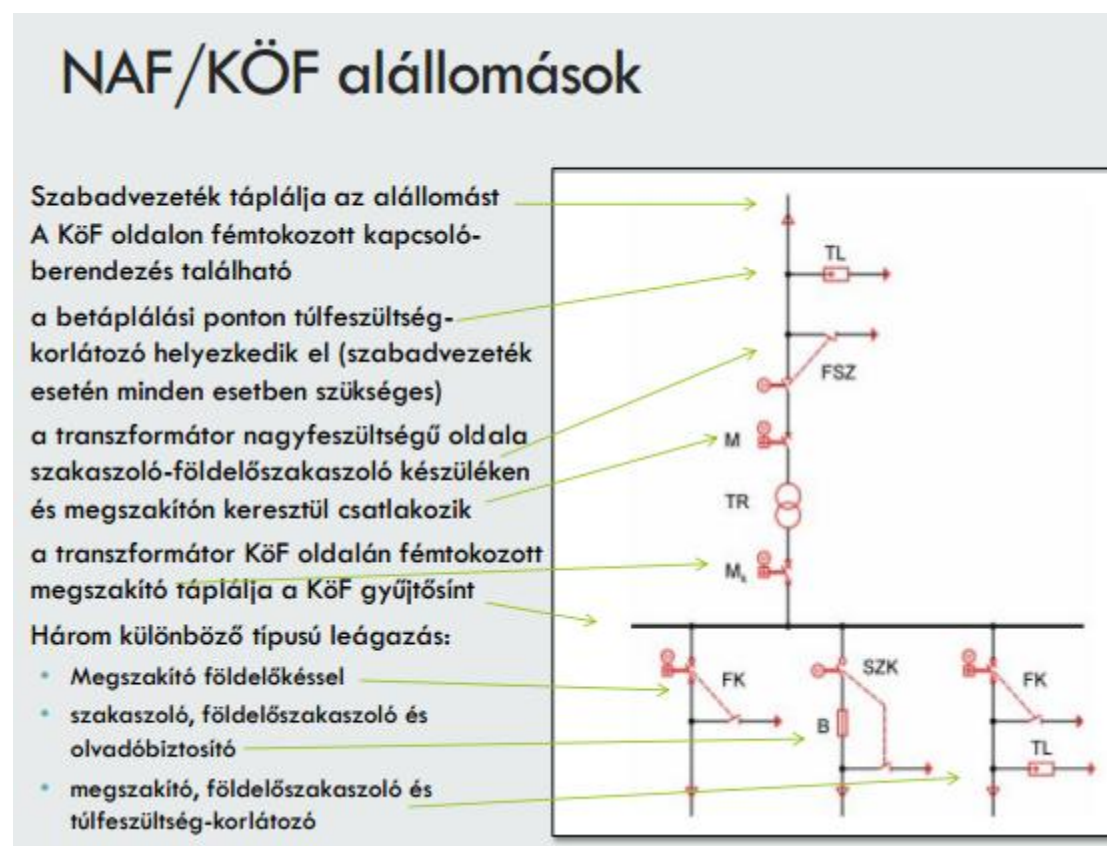
1. NaF/KöF alállomás sémája, a készülékek megnevezése és feladata.....	2
2. Megszakítók feladatai, típusai, névleges értékei. Szakaszolók feladata, névleges értékei.	4
3. Ismertesse az üresen járó transzformátor bekapcsolását és a generátor kapocsárlatának folyamatát. Mindkét esetben rajzolja fel az időfüggvényeket.	6
4. Hogyan keletkezhet villamos ív? Írja le az ív fennmaradásában szerepet játszó folyamatokat!	9
5. A villamos ív, mint áramköri elem: stacioner, dinamikus és kvázistacioner ívkarakteristikák.	10
6. Soroljon fel ívoltási módszereket. Hogyan gyulladhat újra az ív? Mi az áramlevágás jelensége?	12
7. Mi az ívvédelem feladata és mik az eszközei?	13
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?	14
9. Sorolja fel a lehetséges megszakító diagnosztikai méréseket! Ismertesse az oltóközeg diagnosztikáját (olaj és SF ₆), a szigetelőképeség vizsgálati módszereket és az azok által kimutatott hibákat és az átmeneti ellenállás mérés célját és kivitelezését!	16
10. Ismertesse a megszakító mechanikai paramétereinek diagnosztikáját (mérhető jellemzők; út-idő	17
diagram és a róla leolvasható jellemzők)!	17
11. Ismertesse, hogy milyen kapcsolókészülékeken keresztül jut el a villamos energia az erőművektől a	19
fogyasztókig (feszültségszintenként jellemezve)!	19
12. Rajzolja fel sematikusan egy nagyfeszültségű, SF ₆ gázos, fémtokozott kapcsolóberendezés szerkezetét és nevezze meg a főbb egységeket és tipikus összetevőket!	19
13. Ismertesse a kén-hexafluoridos megszakítók alkalmazásának előnyeit! Ismertesse egy ilyen megszakító felépítését! Ismertesse a megszakítás folyamatát egy egynyomókörös megszakítóban! .	21
14. Ismertesse a vákuum megszakítók tulajdonságait, a vákuum alkalmazásának okát és következményeit!	22
15. Ismertesse egy távműködtetett oszlopkapcsoló vázlatos felépítését, funkcióit és alkalmazásának	24
előnyeit!	24
16. Ismertesse a kén-hexafluorid alapvető és az ívmegszakítással kapcsolatos tulajdonságait!	25
17. Ismertesse a kén-hexafluorid negatív tulajdonságait és kezelését!	26
18. Soroljon fel a leggyakrabban alkalmazott kisfeszültségű kapcsolókészülékeket! Ismertesse a	27
kismegszakító működését és jelleggörbéit!	27

19. Sorolja fel és ábrákon keresztül rövid szöveges magyarázattal mutassa be a szelektivitási módokat!	29
20. Ismertesse az olvadóbiztosító definícióját, feladatait és elvi áram-működési idő diagramját!	31
21. Ismertesse a kontaktor és a mágneskapcsoló definícióját és jellemzőit!	33
22. Ismertesse a motorvédő kapcsoló jellemzőit! Rajzolja fel a motorok irányváltásra alkalmas kapcsolását!	35
23. Ismertesse a tervezés szakaszait, a műszaki kiviteli terv és a műszaki leírás tartalmát!	36
24. Rajzoljon fel egy csillag-delta indító főáramkörét többvonalas és egyvonalas ábrázolással!	37
25. Rajzolja fel a következő egységek szabványos rajzjelét: relétekercs, transzformátor, mechanikus összeköttetés, záróérintkező, nyitóérintkező, késleltetési művelet!	38

1. NaF/KöF alállomás sémája, a készülékek megnevezése és feladata.

NAF/KÖF alállomások

- 220/120/35/20/10 kV - Debrecen
- 220/120/35/20 kV – Szeged



Az alállomások feladatai

- Üzemeltetés

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

- Kapcsolási feladatok

- Zárlatmegszakítás – Hibás üzemállapot megszüntetése például megszakítással.

- Hálózat átrendeázés – Az energiaáramlás útjának kijelölése például szakaszolókkal.

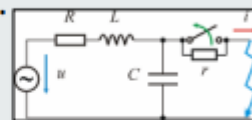
- Feszültségmentesítés – A hálózat egyes részeinek feszültségmentesítése, azok egymástól való elszigetelése, elválasztása, pl. karbantartás céljából

Az alállomások kapcsolási feladatai I.

• Zárlatmegszakítás

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

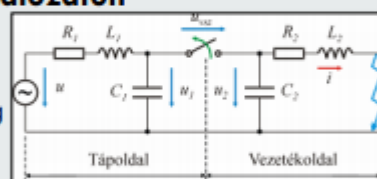
- Egyfrekvenciás visszaszökő feszültség



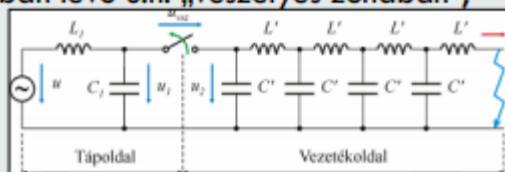
- **Zárlat a megszakító kapcsa után a hálózaton**

A zárlat a megszakító kapcsa után a hálózaton jön létre.

- Többszínvenciás 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 ún. „veszélyes zónában”, távvezetéken vagy kábelben keletkezett.



Alállomások kapcsolási feladatai:

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

2. Megszakítók feladatai, típusai, névleges értékei. Szakaszolók feladata, névleges értékei.

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.
 - Légnymósos 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

Nem olaj oltóközegű

megszakítók.:

- Légnyomásos megszakító
- 40 bar száraz levegő
- 750 kV, 6 megszakító kamra
- Kénhexafluorid-gázos megszakító:
 - kétnyomókörös független ívoldású
 - egynyomókörös független ívoldású
 - 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

A szakaszoló 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

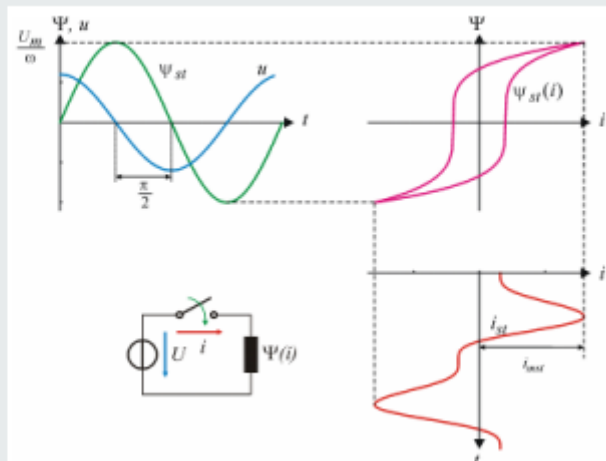
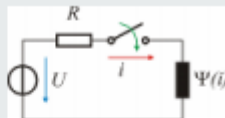
A szakaszoló névleges értékei

- 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

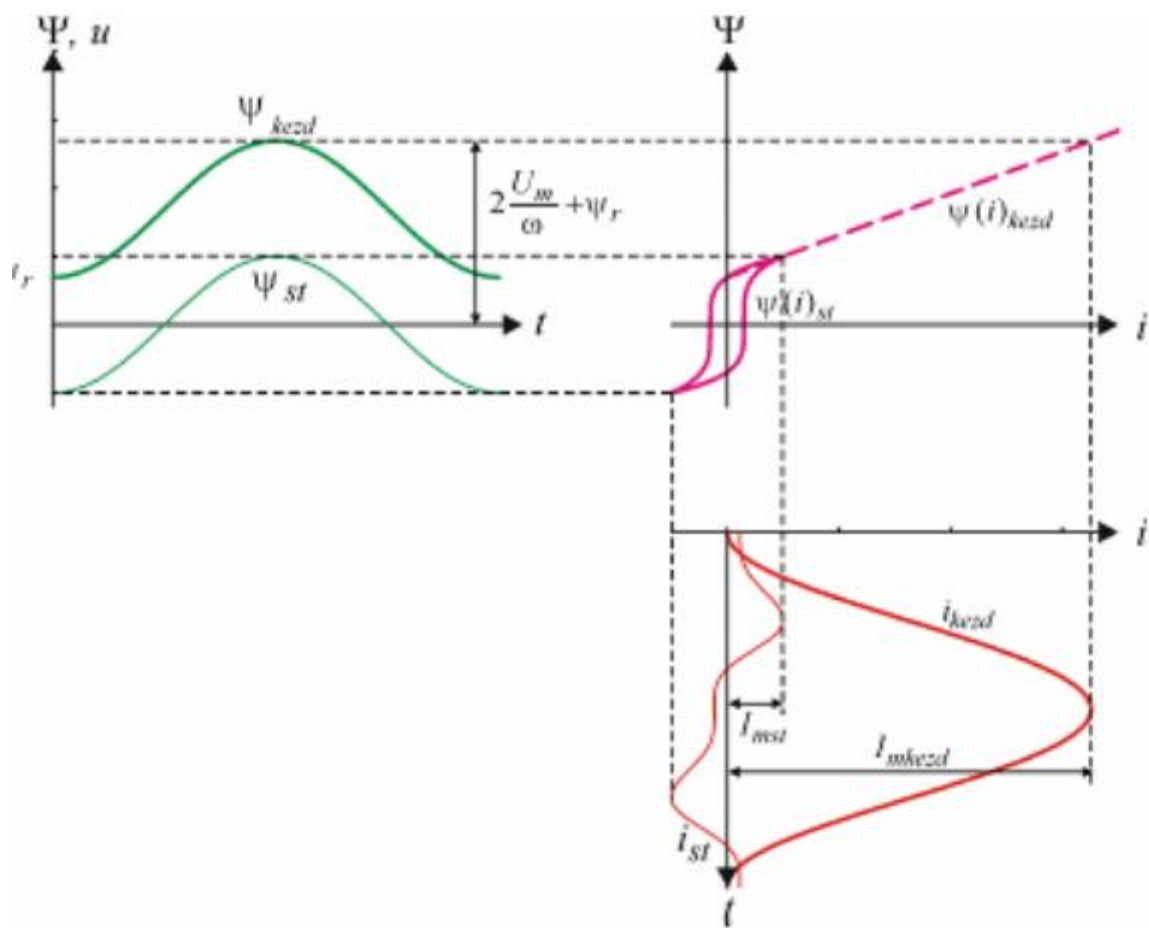
3. Ismertesse az üresen járó transzformátor bekapcsolását és a generátor kapocszárlatának folyamatát. Mindkét esetben rajzolja fel az időfüggvényeket.

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: $U_m \cos(\omega t + \psi) = \frac{d\Psi(i)}{dt} + Ri(t)$



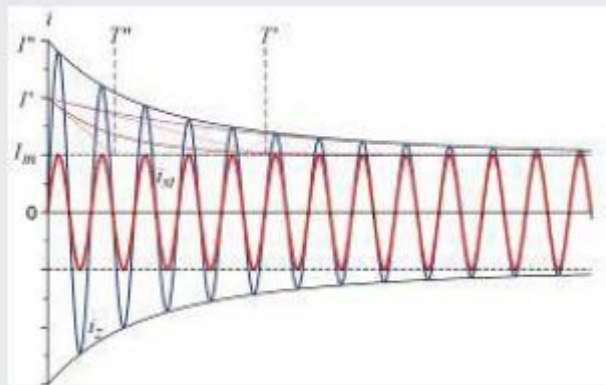
Az áramlökés mértéke erősen függ a vasmag remanens mágnesezettségétől, mert ekkor a kezdeti mágnesezési görbét kell figyelembe venni



Generátor kapocszárlata

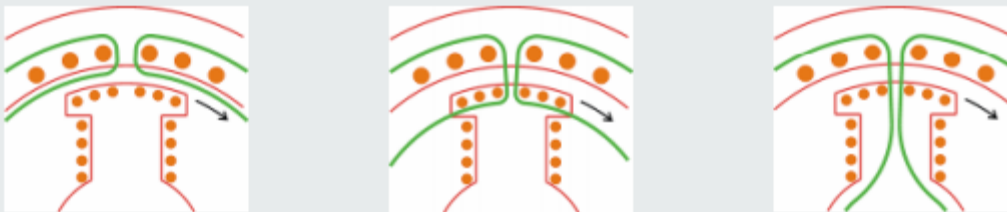
- Szubtranzien: a fluxus a légrésben záródik.
- Tranzien: a fluxus a csillapítótekercseléssel kapcsolódik.
- Állandósult: a fluxus a forgórész gerjesztőtekercsével kapcsolódik, a reaktancia a stacioner értékre növekszik.

- $$i_T(t) = \left[I_m + (I' - I_m)e^{-\frac{t}{T_d'}} + (I'' - I')e^{-\frac{t}{T_d''}} \right] \sin(\omega t)$$



Generátor kapocszárlata

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



4. Hogyan keletkezhet villamos ív? Írja le az ív fennmaradásában szerepet játszó folyamatokat!

A villamos ív gázban lejátszódó kisülés, amelyet nagy áramsűrűség és kis katód-feszültségesítés jellemez:

- katódesés: 5 - 20 V
- áramsűrűség: 10 - 105 A/cm²

A villamos ív keletkezése

- Gázok átütése után, ha a tápáramkör megfelelően nagy teljesítményű

- Pl. Townsend-elmélet (lökési ionizáció)
- Kapcsolási folyamatok során
 - Nagyfeszültségen 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)



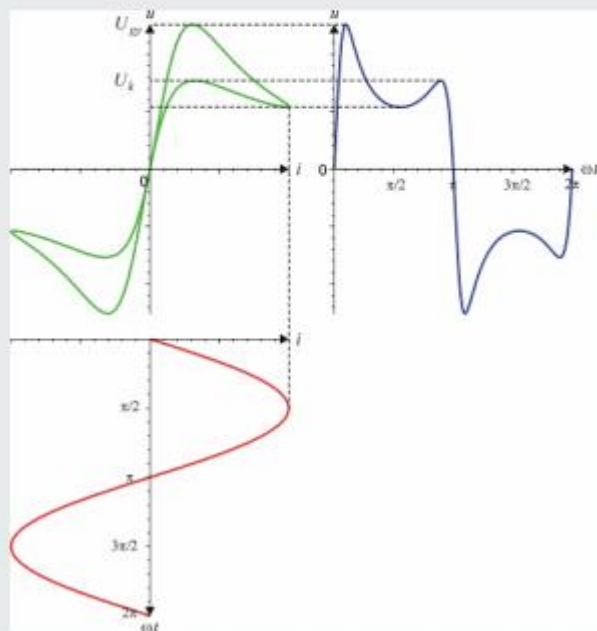
Ayrton-formula: $U_{iv} = A + Bl + \frac{C+Dl}{I}$

- A konstansokat empirikus úton határozzák meg adott gázra és adott eledtród anyagra

- Kvázistacioner ív: állandósult üzemben levő váltakozó áramú ív

Kvázistacioner ívkarakterisztika

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

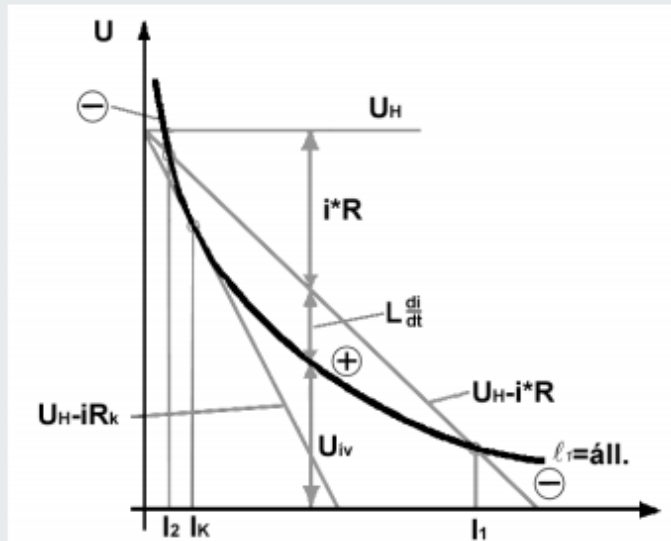
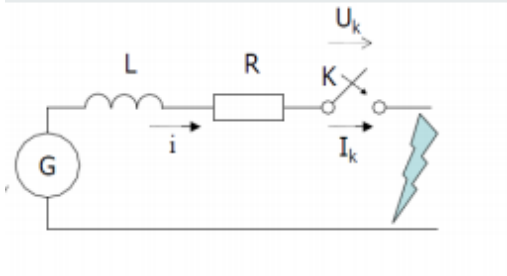


- Dinamikus ív: tranziens folyamatokban résztvevő ív

Dinamikus ívkarakterisztika

- Az áramkör hurokegyenlete az ív megjelenésével:

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



Az áram hirtelen megváltozására az ív hőmérséklete, így vezetőképessége nem tud azonnal reagálni

- Hirtelen áramnövekedésre a stacionernél nagyobb feszültség adódik
- Hirtelen áramcsökkenésre a stacionernél kisebb feszültség adódik

6. Soroljon fel ívöltési módszereket. Hogyan gyulladhat újra az ív? Mi az áramlevágás jelensége?

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)

Ív újragyulladásának 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

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

7. Mi az ívvédelem feladata és mik az eszközei?

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

Védekezés:

- Paraméterek megváltoztatása:
 - Áramkorlátozás (fojtótekerccs)
 - 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

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?

Cél: Eszközgazdálkodás (asset management) része

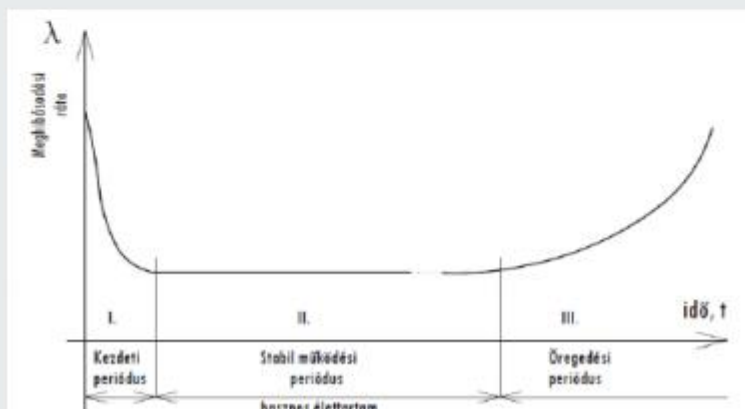
- Ez alapozza meg a karbantartási és csere döntéseket
- Az asset menedzsment célja, hogy egy teljes eszközcsoportra az elvárt megbízhatósági szint figyelembe vételével meghatározza a szükséges ráfordításokat és ezen belül meghatározza a karbantartások és beruházások hosszú távon fenntartható egyensúlyát.

Karbantartási stratégiák



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



Beavatkozás:

- Kezdeti periódus: gyermekbetegségek
 - Ezek elsősorban gyártáskor vagy telepítéskor keletkezett hibák
 - Megelőzhetőek részletes átvételi vizsgálatokkal,

- Stabil működési periódus: csak véletlenszerű hibák
 - Jellegükből adódóan a véletlenszerű hibák ellen nem lehet védekezni
 - 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)

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!

Megszakító diagnosztika

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

Oltóközeg

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

Szigetelőképeség

- 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

Átmeneti ellenállás

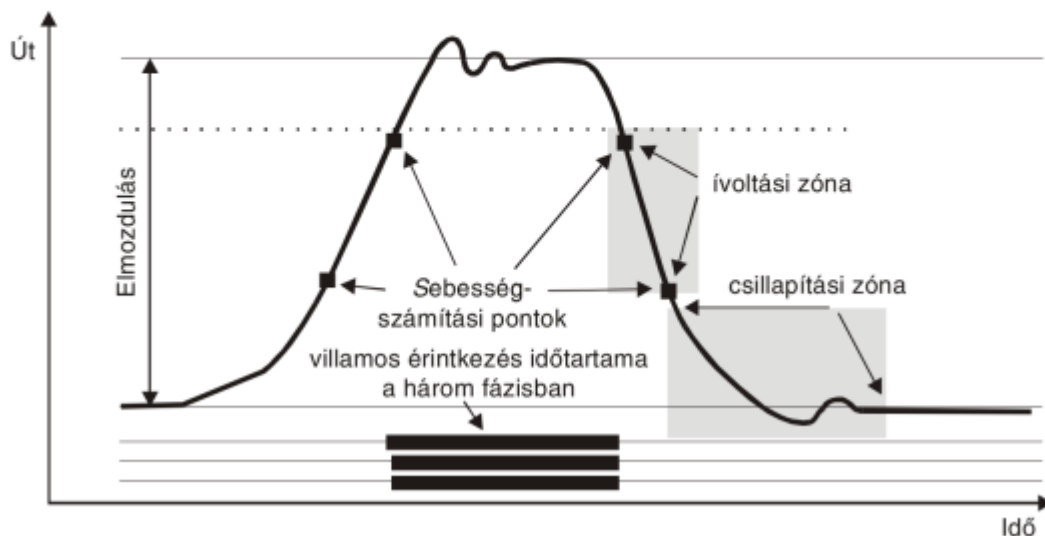
- Megnövekedésének veszélyei
 - Veszteség, hegedés
 - Korróziót vagy az érintkezők nem megfelelő beállítását jelzi
- Diagnosztika
 - Melegedésmérés előtt és utáni érték 20%-on belül legyen
 - A főérintkező ellenállása kisebb legyen, mint $50\mu\Omega$

10. Ismertesse a megszakító mechanikai paramétereinek diagnosztikáját (mérhető jellemzők; út-idő diagram és a róla leolvasható jellemzők)!

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



- Ívoltáskor megfelelő sebességgel kell mozogniuk az érintkezőknek
- Amikor belépünk a csillapítási zónába, már nem szabad visszagyűjtania 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
- 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

11. Ismertesse, hogy milyen kapcsolókészülékeken keresztül jut el a villamos energia az erőművektől a fogyasztókig (feszültség szintenként jellemezve)!

Készülékek a villamosenergia hálózaton:

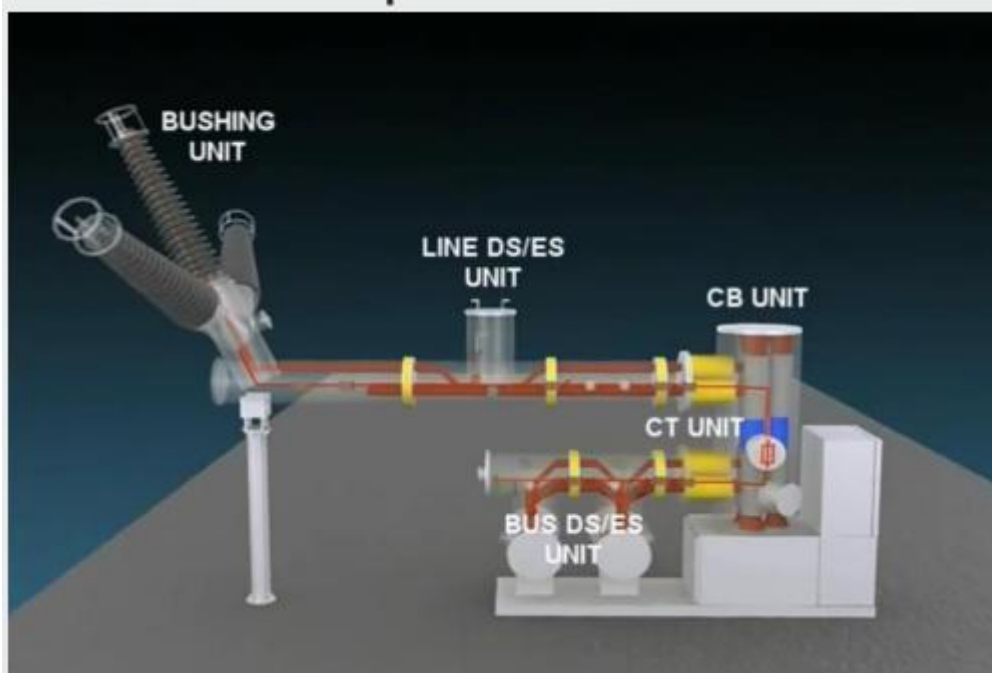
- Nagyfeszültségű berendezések
- Tokozott kapcsolóberendezések
- SF6 gázos megszakítók
- Középfeszültségű alállomási berendezések
- Vákuummegszakítók
- Kisolajterű megszakító
- Hálózati berendezések:
 - Oszlopkapcsolók
 - Távműködtetésű oszlopkapcsolók
 - Az SF6 gáz tulajdonságai és kezelése

12. Rajzolja fel sematikusán egy nagyfeszültségű, SF6 gázos, fémtokozott kapcsolóberendezés szerkezetét és nevezze meg a főbb egységeket és tipikus összetevőket!

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



Bushing unit (átvezető szigetelő): feladata kivezetni a nagyfeszültséget a földelt fém tokozatból a szabadvezetéki vagy kábeles csatlakozáshoz

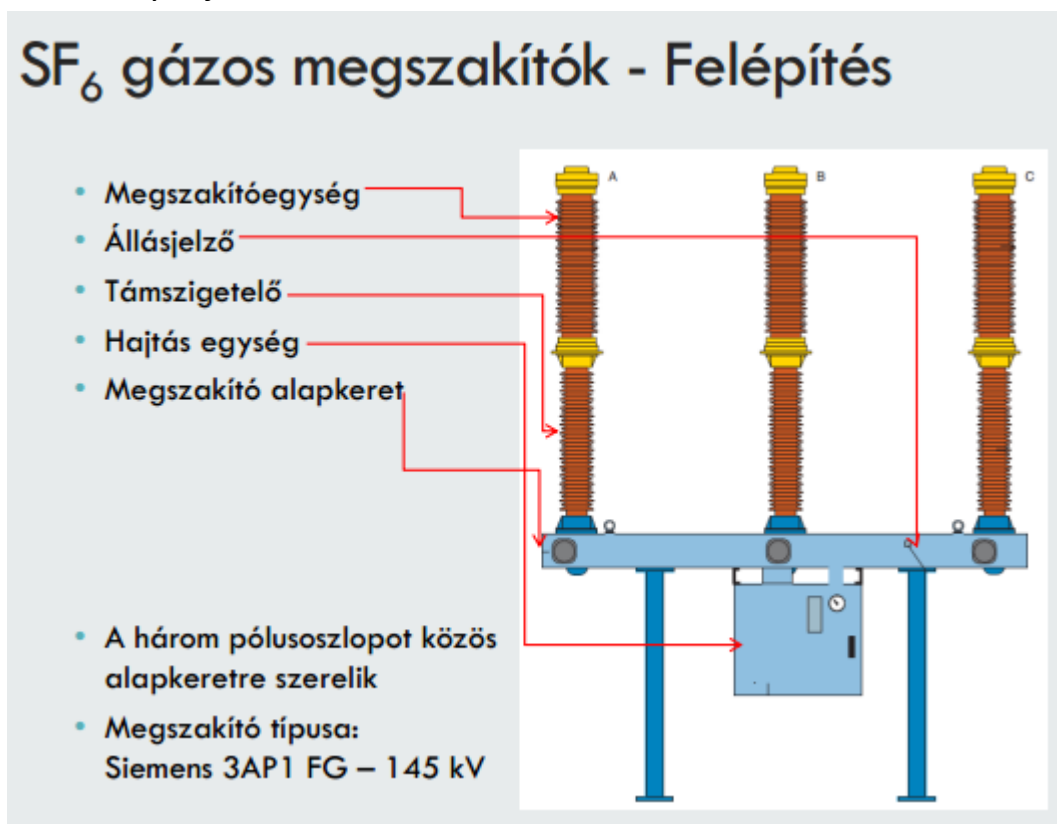
- Line DS/ES (vonali szakaszoló/földelőszakaszoló): szakaszoló, ami képes elválasztani és földelni a távvezetéki csatlakozást a gyűjtősíntől, ha a vezeték ki van kapcsolva karbantartás céljából
 - CB unit (megszakító egység): megszakító, ami képes a terhelő és zárlati áramok ki- és bekapcsolására
 - 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
- A gázáramlás módja szerint két típust különböztethető meg :

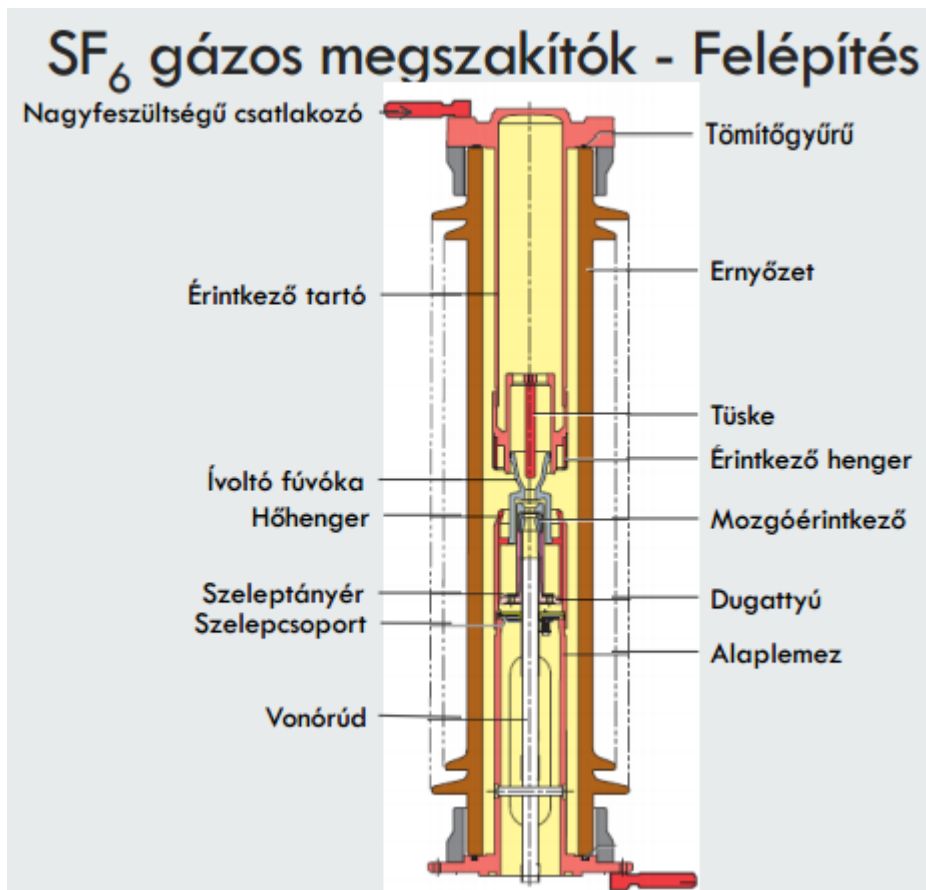
- Egynyomásos megszakítók
- Kétnyomásos megszakítók

13. Ismertesse a kén-hexafluoridos megszakítók alkalmazásának előnyeit! Ismertesse egy ilyen megszakító felépítését! Ismertesse a megszakítás folyamatát egy egynyomókörös megszakítóban!

Az SF₆ gázos megszakítók használatának előnyei:

- Az ívoltó kamra egyszerű felépítése – nem igényel másodlagos oltókamrát
- Nagy teljesítményű zárlatok megszakítása akár 63 kA-en is
- Alacsony számú ívoltó 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





14. Ismertesse a vákuum megszakítók tulajdonságait, a vákuum alkalmazásának okát és következményeit!

A nagy vákuum – 10⁻⁵

10⁻⁶

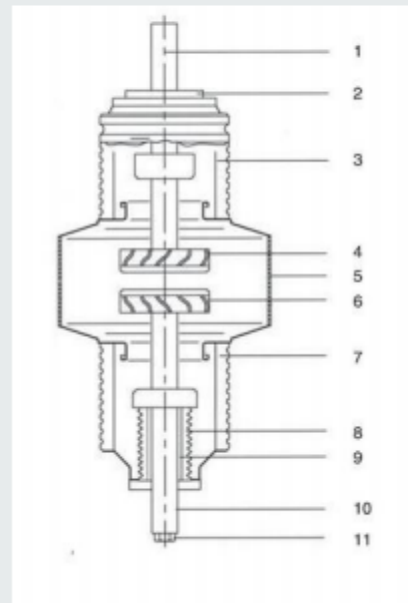
Pa, különösen kisebb elektródatávolságoknál,
más szigetelőanyagokhoz képest igen jó szigetelő

- 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-Csapágyazás-vezető persely
- 10-Mozgó érintkező szára
- 11-Működtető mechanizmus csatlakozási pontja



A szigetelők általában olyan különleges fénoxid kerámiákból készítik amelyekkel létrehozható a fémszerelvénnyel 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 kivezetve a kamra másik végén.
- A szerkezet belső részeit a kondenzálódó fémcseppektől ernyővel védik

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.

15. Ismertesse egy távműködtetett oszlopkapcsoló vázlatos felépítését, funkcióit és alkalmazásának előnyeit!

- 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

A távműködtetésű oszlopkapcsolók használatának lehetőségei

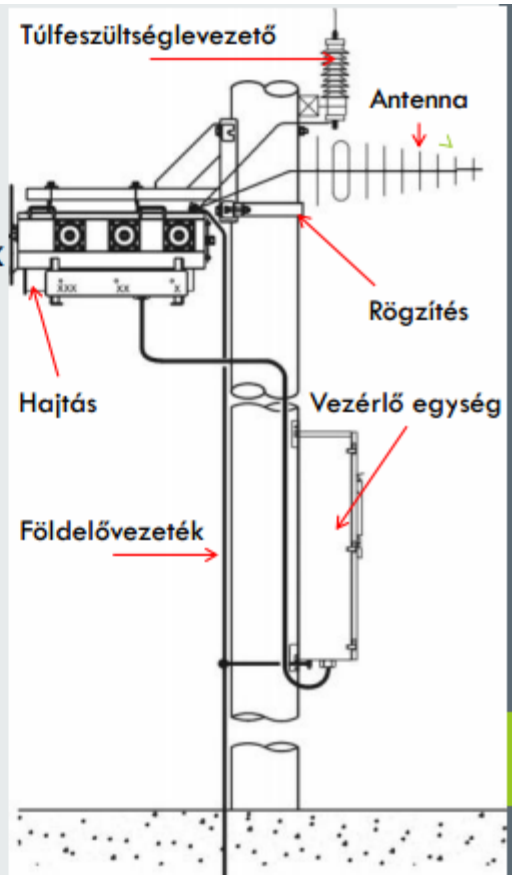
A távműködtetés lényege, hogy az üzemirányító központban vagy kirendeltségen elhelyezett működtető központ segítségével az oszlopkapcsolókat:

- 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

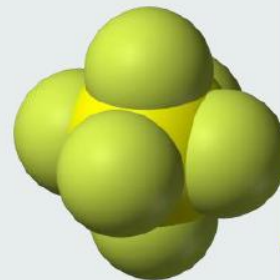
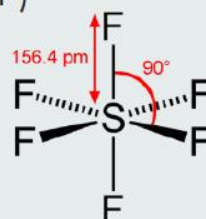
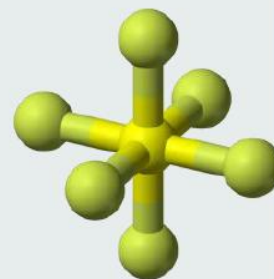
Az oszlopkapcsolók és
Távműködtetésű oszlopkapcsolók
vázlatos felépítése



16. Ismertesse a kén-hexafluorid alapvető és az ívmegszakítással kapcsolatos tulajdonságait!

Az SF_6 gáz - alapvető tulajdonságok

- SF_6 – kén-hexafluorid
- Szervetlen vegyület – természetben nem előforduló, mesterséges anyag
- Oktaéderez molekulaszervezet
- Hat fluoratom kapcsolódik egy központi kénatomhoz
- Színtelen, szagtalan nem mérgező és nem gyúlékony
- A levegőnél ötször nagyobb sűrűség jellemzi ($6,14 \text{ kg/m}^3$)



Az SF₆ 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 ívoltás)

17. Ismertesse a kén-hexafluorid negatív tulajdonságait és kezelését!

SF₆ – kén-hexafluorid

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 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 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

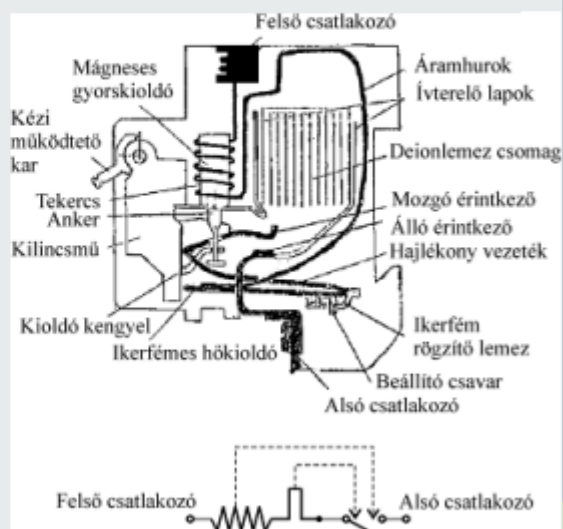
18. Soroljon fel a leggyakrabban alkalmazott kisfeszültségű kapcsolókészülékeket! Ismertesse a kismegszakító működését és jelleggörbéit!

Készülékek és kapcsolások

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

Kismegszakító

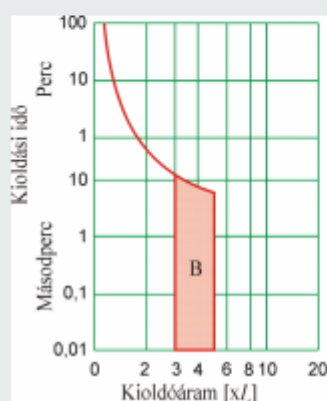
- A kismegszakítók feladata a villamos hálózatokon zárlatból vagy túlterhelésből adódó meghibásodások kiküszöbölése. Túlterhelés esetében a kioldás ikerfémes hőkioldóval, zárlat esetén elektromágneses gyorskioldóval történik.
- Egyszerű beépíthetőség
- Kis névleges áramhoz ($I_e = 4 \dots 125 \text{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



Kismegszakító

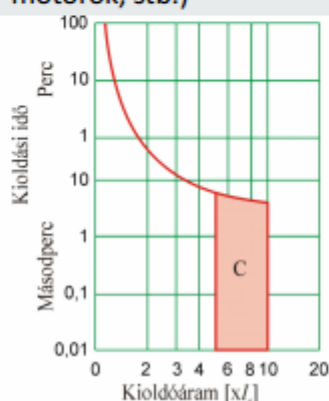
B jelleggörbe:

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



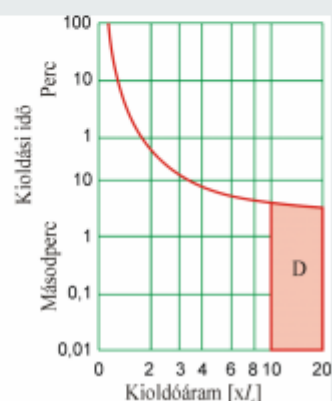
C jelleggörbe:

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.)



19. Sorolja fel és ábrákon keresztül rövid szöveges magyarázattal mutassa be a szelektivitási módokat!

Kismegszakító

Kiválasztás

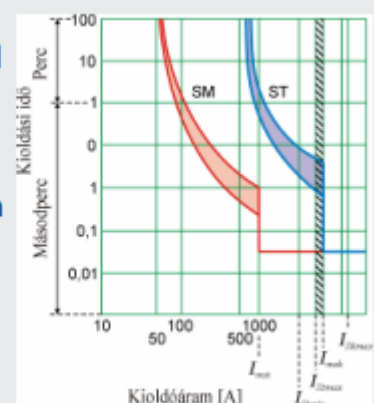
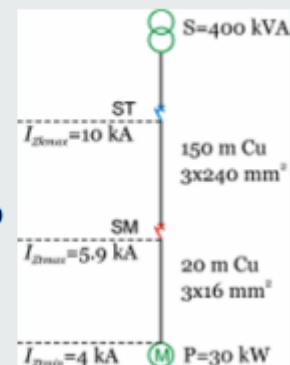
- Meg kell határozni és ellenőrizni kell a megszakító **villamos, mechanikai** jellemzőit, **beépítési és környezeti feltételeit** a **működtetésre, vezérlésre és hajtásra** vonatkozó, valamint a **védelmekkel** kapcsolatos követelményeket.
- Megszakítók kioldóinak karakterisztikáit egyeztetni kell.

Szelektivitási módok:

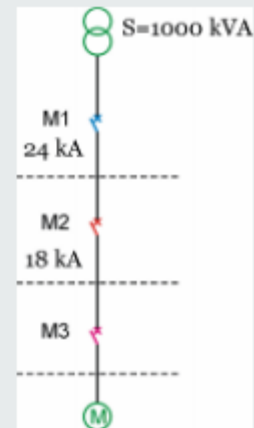
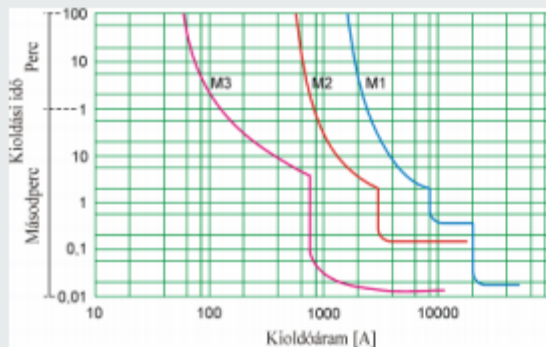
- Áramlépcsőzés
- Időlépcsőzés
- Gyorsvisszakapcsolással szelektáló rendszer
- Logikai szelektivitással működő rendszer
- Kaszkádolás

Kismegszakító

- Áramlépcsőzés
3. A tápponthoz közelebbi megszakító I_{zkmax} kapcsolárlati 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 vonalkézással jelölt) tartományban az ST megszakítót túlterhelési kioldója mintegy 0,9...8 s időkésleltetéssel kapcsolja ki.



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



- **Gyorsvisszakapcsolással szelektáló rendszer**
- Bekövetkező végponti zárlat megszakítása után pl. a tápponti megszakító kétszer, a közbűlső egyszer, a végponti egyszer sem kapcsol vissza. Végezetül csak a zárt 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.

Logikai szelektivitással működő rendszer

- Megszakítókát késleltethető elektronikus kioldó egységgel kell ellátni, amelyek be- és kimenetei egymással információátvitelt biztosító vezető köti össze.
- Alacsonyszintű bemenet esetén (ha nincs vezetékdoldali zárlat) csökkentett időkésleltetésű ($t \leq 0,1$ s) készenléti helyzetben vannak.

Kaszádolás

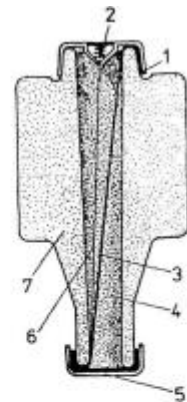
- Egy áramkorlátozó kismegszakító terhelésoldalán használható a független rövidzárlati áramértéknél kisebb megszakítóképességű kismegszakító (az ún. kaszkádolási táblázatoknak megfelelően)
- A megszakítóképesség megnő a hálózatoldalon elhelyezkedő áramkorlátozó készüléknek köszönhetően
- Lényeges megtakarítás

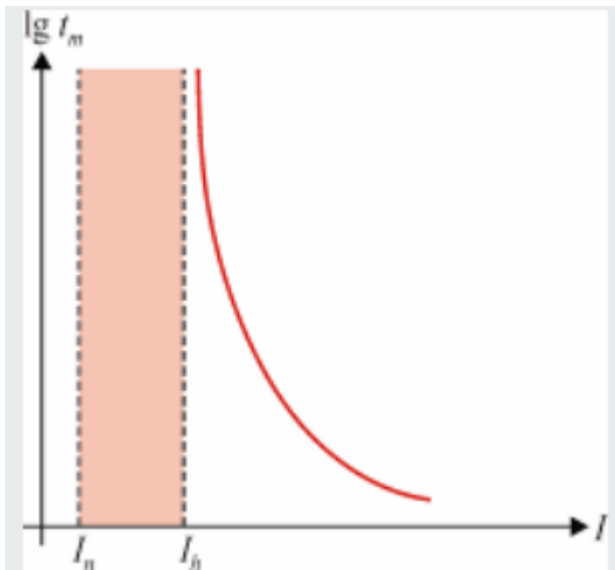
20. Ismertesse az olvadóbiztosító definícióját, feladatait és elvi áram-működési idő diagramját!

Olvadóbiztosító

A közép-és kiefeszültségű 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 jelleggörbéjük szerint:
gyors (hirtelen),
késleltetett (lomha),
igen gyors (ultragyors),
kombinált (lomha-gyors).





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!

21. Ismertesse a kontaktor és a mágneskapcsoló definícióját és jellemzőit!

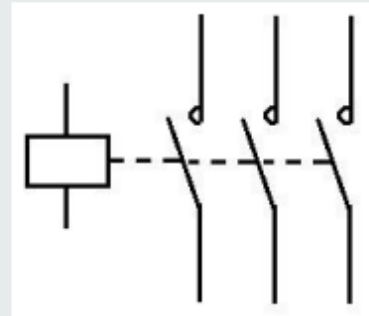
Kontaktor

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 **mágneskapcsolónak** 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.

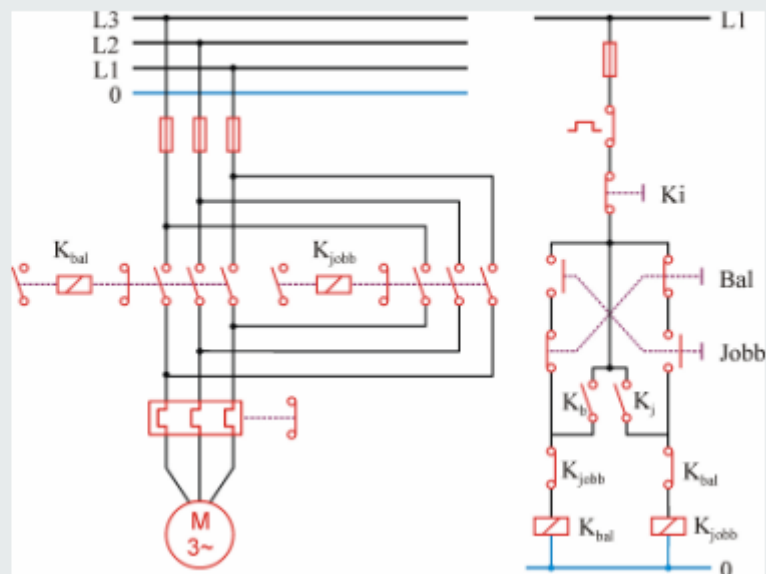
22. Ismertesse a motorvédő kapcsoló jellemzőit! Rajzolja fel a motorok irányváltásra alkalmas kapcsolását!

Motorvédő kapcsoló

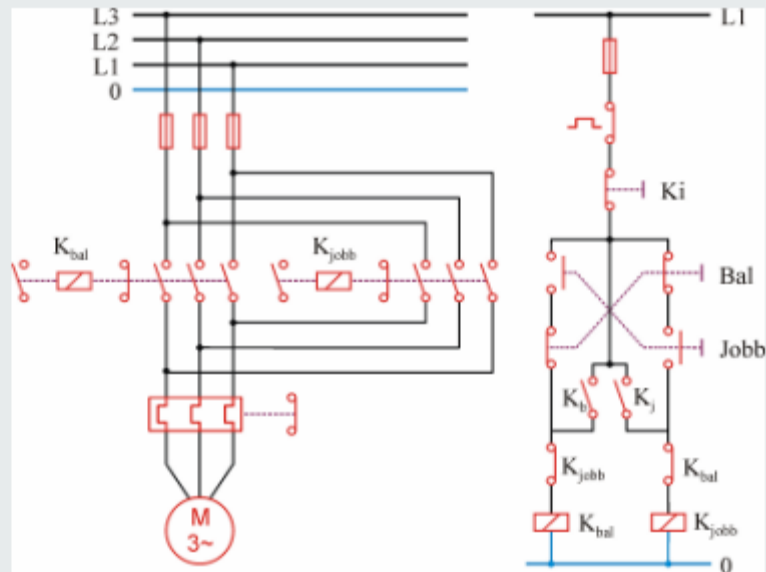
Olyan kapcsolókészülék, amely **alkalmas a motor indítási áramának bekapcsolására**, a névleges áramának üzembiztos vezetésére, a **motor káros túlterhelése (túlmelegedése) esetén a beépített hőérzékelő (pl. ikerfém) segítségével az önműködő kikapcsolásra**.

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

Kapcsolás motorok irányváltására



Kapcsolás motorok irányváltására



23. Ismertesse a tervezés szakaszait, a műszaki kiviteli terv és a műszaki leírás tartalmát!

- 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 , Zhurok , Világítástechn. számítások...

•Tűzvédelmi leírás: A helységek besorolása, Megelőző tűzvédelmi intézkedések, Tűzvédelmi szakaszokra bontás, Villámvédelem

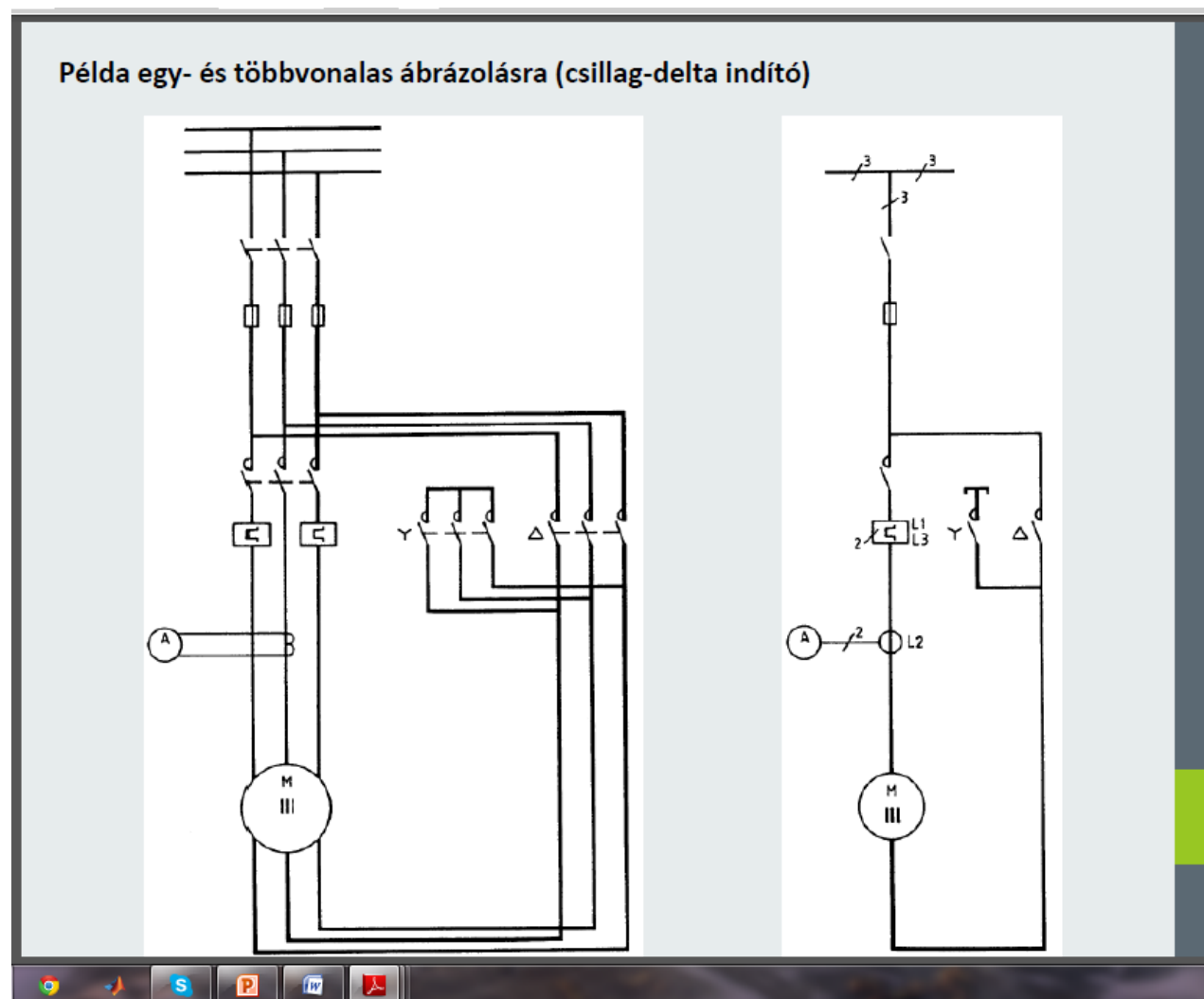
•Munkavédelmi leírás: Élet és vagyonvédelmi előírások rögzítése (ktg. is)

•Érintésvédelmi előírások: Választott ÉV mód, Zhurok , R_f , ell. mérések

•Záró rendelkezések: előírt próbaüzem stb...

•Mellékletek: megbeszélések jkv-ei, egyéb írásos dokumentációk...

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!



02-12-01

mechanikus összeköttetés (kötés)



07-02-01

záróérintkező



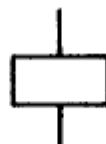
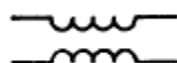
07-02-03

nyitóérintkező



02-12-06

késleltetési művelet



06-09-02 Transzformátor

07-15-01 Relétekercs