

A fenntartható energetika villamos rendszerei

FELKÉSZÜLÉST SEGÍTŐ KÉRDÉSEK

2016. tavaszi félév

Feszültség alatti munkavégzés

1. Ismertesse a FAM elvét, technológiáit, munkamódszereit, a betartandó távolságokat!
2. Ismertesse a FAM műszaki és gazdasági előnyeit és hátrányait!
3. Melyek a FAM főbb dokumentumai és azok miket tartalmaznak?! Mi a különleges üzemviteli állapot, mikor és miért kell alkalmazni?
4. Ismertesse egy Ön által kiválasztott FAM eszköz vizsgálati eljárását!
5. Ismertesse a szakszemélyzetet érő erőtereket és az ellenük való védekezési módokat!

Dinamikus távvezeték terhelhetőség

6. Ismertesse a távvezetékek terhelhetőségének meghatározási elvét!
7. Milyen átviteli-kapacitásnövelési lehetőségeket lehet felsorakoztatni távvezetékek esetén?
8. Mutassa be a távvezetékek dinamikus terhelhetőségének számítását végző rendszer felépítését!

A öregedésmenedzsment alapjai, hálózati elemek állapotának ellenőrzése, minősítése

9. Hogyan kell hozzájárulnia az eszközszintnek a jövő villamosenergia hálózatával kapcsolatos elvárásokhoz?
10. Mi az asset management célja és milyen beavatkozásokról, stratégiákról dönt? Milyen eszköz fenntartási stratégiák lehetségesek? Hogyan alkalmazzuk az eszközökről rendelkezésre álló diagnosztikai információkat?
11. Hogyan lehet alkalmazni a statisztikai hibaelemzést? Milyen lépései, módszerei és nehézségei vannak?
12. Melyek az online diagnosztika előnyei és hátrányai?
13. Melyek a kábeleken alkalmazható főbb diagnosztikai módszerek? Mi a specialitása kábeleknél a diganosztika szempontjából? Milyen módszereket alkalmaznak kábeldiagnosztikára?
14. Soroljon fel transzformátor diagnosztikai eljárásokat! Ismertesse a transzformátor hibagáz analízis elvét, kivitelezését és a kimutatható hibákat! Soroljon fel néhány jellemző hibagázt!

Diagnosztikai esettanulmányok

15. Ismertesse a nagytranszformátor főbb részeit, lehetséges meghibásodásukat!
16. Ismertesse a transzformátor korrózív kén problémakört! Ismertesse milyen eljárással lehetséges a problémakör diagnosztizálása és megszüntetése!
17. Milyen transzformátor meghibásodási módokat ismer, ismertesse a karbantartási technológiákat! Sorolja fel mik az előnyei és hátrányai a helyszíni és a gyári javításnak, karbantartásnak!
18. Ismertesse az átvezető szigetelő felépítését, alkalmazható diagnosztikai eljárásokat és meghibásodási lehetőségeket!
19. Ismertesse a távvezeték hálózat felépítését, meghibásodási lehetőségeit!

1. Ismertesse a FAM elvét, technológiáit, munkamódszereit, a betartandó távolságokat!

FAM= Feszültség Alatti Munkavégzés.

Olyan munkavégzéseket tekintünk feszültség alatti munkavégzéseknek, melyek során a beavatkozást végző személy kapcsolatba kerül feszültség alatt álló részekkel, testrészével közvetlenül, vagy munkamódszerét követően megérinti, vagy egy bizonyos távolságon belül tartózkodik.

Technológiák:

- **Földpotenciálú munkaállás:**
 - a beavatkozó szerelő földön, munkagödörben, kábelcsatornában, közműalagútban, oszlopon vagy az oszlophoz csatlakozó bármely szerelvényen állva végzi a munkát
- **Potenciálon lévő munkaállás:**
 - a beavatkozó szerelő annak a vezetőnek a potenciáljára kerül, amelyen a munkát végzi
- **Határozatlan potenciálú munkaállás:**
 - a beavatkozó szerelő mind a földtől, mind a feszültség alatt álló részekről teljes értékű szigeteléssel elszigetelve végzi a munkát

Munkamódszerei:

Távolból végzett munka: a feszültség alatti munkavégzésnek az a módja, amikor a dolgozó a feszültség alatt lévő résztől meghatározott távolságból (a legkisebb szigetelési távolságon kívül) szigetelő rudak segítségével végzi a munkáját.

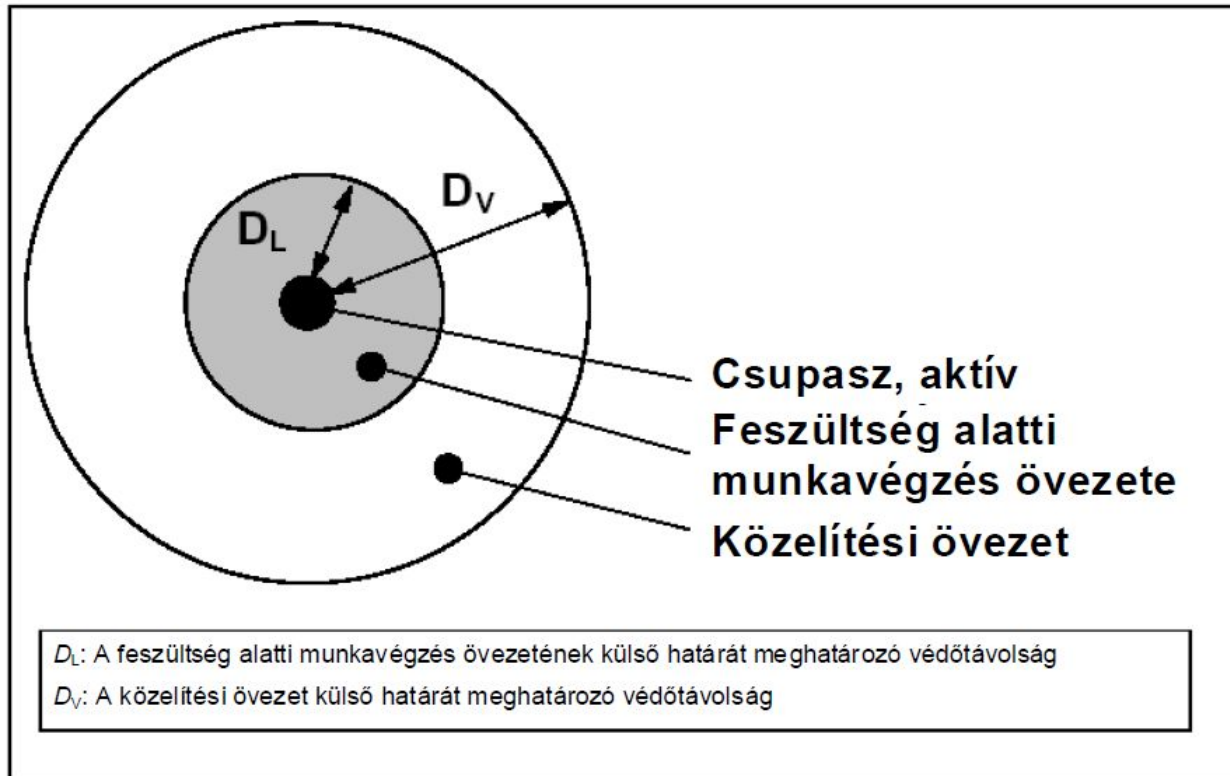
Érintéssel végzett munka: a feszültség alatti munkavégzésnek az a módja, amikor a dolgozót a környezetében lévő, tőle eltérő potenciálú részekkel szemben elektrotechnikai gumikesztyű, szükség esetén karvédő és egyéb szigetelő eszközök védik, miközben a munkája során (a legkisebb szigetelési távolságon belül) közvetlenül mechanikai érintkezésbe kerül a feszültség alatt lévő részekkel.

Potenciálon végzett munka: a feszültség alatti munkavégzésnek az a módja, amikor a dolgozó közvetlen villamos kontaktusban van azzal a feszültség alatt lévő résszel, amelyen dolgozik, és így a dolgozó teste a feszültség alatt lévő rész potenciáljára kerül, emellett a tőle eltérő potenciálú környezettől megfelelő módon el van szigetelve.

Betartandó távolságok:

Elnevezések:

- Feszültség alatti munkavégzés övezete
- Közelítési övezet
- Besorolás: „irányelvek”, nemzeti előírás



2. Ismertesse a FAM műszaki és gazdasági előnyeit és hátrányait!

Előnyei:

- Annyira szigorúan szabályozott folyamat, hogy minimális a baleseti kockázat.
- Azonnali hibajavítást tesz lehetővé, nincs fogyasztói zavarás a javítás közben.
- Lehetőség van vegyes alkalmazásra is
- Kevesebb lehet a zöldkár FAM alkalmazásával
- Jobban megfelel az egyre növekvő előírásoknak a fogyasztói zavarásra vonatkozóan
- Egységes rendszer → egységes oktatás, kevesebb adminisztráció.

Hátrányai:

- Lehet nagy a beruházási/szolgáltatási költség
- Magas fenntartási költség
- Megnövekedett adminisztratív feladatok
- Összetett gazdaságossági elemzés szükséges
- Nincs biztos vállalkozói szféra az országban, ami kiszolgáltatná
- Változó politikai környezet veszélyes rá

3. Melyek a FAM főbb dokumentumai és azok miket tartalmaznak?! Mi a különleges üzemviteli állapot, mikor és miért kell alkalmazni?

FAM Biztonsági Szabályzat (FAM BSZ)

Munkavégrehajtási Feltételek: Egy-egy feszültség szinten (KiF, KöF vagy NaF) a FAM tevékenység előkészítését, lebonyolítását, műszaki és környezeti feltételeit részletesen szabályozó dokumentáció.

Átvételi és periodikus vizsgálatok gyűjteménye: A FAM eszközök első használatbavételét megelőző, illetve a használat során időszakonként szükséges vizsgálat módszereinek leírását tartalmazza.

Műszaki Lap: A technológiákhoz használt FAM eszközök főbb műszaki adatait, vizsgálatának, ellenőrzésének, tárolásának, szállításának, karbantartásának feltételeit tartalmazó dokumentáció.

FAM Minősítő Lap: A FAM eszközök vizsgálatának eredményét tartalmazó dokumentum.

Műveleti Mód: Adott FAM eszközök használatát, kezelését meghatározó előírás-gyűjtemény.

Típus technológia: Adott berendezésen feszültség alatt végezhető munka részletes, minden mozzanatra kiterjedő leírását tartalmazó dokumentáció.

FAM feljogosítási igazolvány: FAM tevékenység szakképzésében részt vett és eredményes vizsgát tett személy részére a munkáltató által kiállított, FAM tevékenység végzésére feljogosító igazolvány.

FAM tevékenység engedély: Meghatározott berendezés felelős üzemeltetője által kiadott, a FAM tevékenység végzésére vonatkozó írásbeli meghatalmazás.

Kérdés 2. része:

A különleges üzemviteli állapot(KÜÁ):

A különleges üzemviteli állapot (KÜÁ): "a FAM tevékenységre kijelölt berendezésnek a normálistól eltérő olyan üzemviteli állapota, amelynek során különleges intézkedések (pl. védelmek és automatikák működési idejének és módjának megváltoztatása, be-, illetve visszakapcsolások feltételhez kötése) biztosítják a FAM tevékenység munkahelyén esetleg bekövetkező villamos jellegű hiba következményeinek a korlátozását."

Ha egy hálózatszerelési munkát feszültség alatt kívánnak elvégezni, akkor meg kell teremteni a biztonságos munkavégzés feltételeit a balesetek elkerülése érdekében. Középfeszültségű berendezésen a feszültség alatti beavatkozás időtartamára KÜÁ-t kell létrehozni és fenntartani.

Egy középfeszültségű berendezés akkor van KÜÁ-ban, ha

- a rendszer csillagpontja ohmos ellenálláson keresztül földelt (a kompenzált hálózatokat a KÜÁ időtartamára ohmos ellenálláson keresztül földeltté kell átalakítani)
- a berendezés szelektív védelmeinek késleltetése önidőre van állítva
- a berendezés mindenfajta önműködő visszakapcsolása bénítva van.

4. Ismertesse egy Ön által kiválasztott FAM eszköz vizsgálati eljárását!

Eszközök:

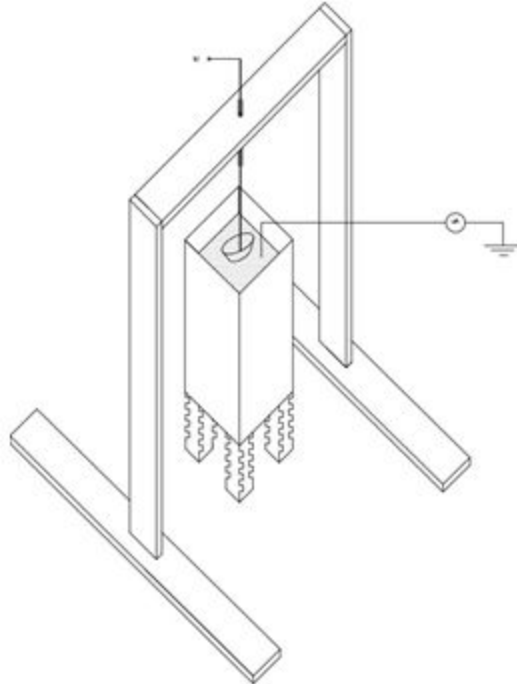
- Szigetelő kesztyű
- Szigetelő rúd
- Szigetelő lepel
- Merev szigetelőburkolat
- Szigetelő létra
- Szigetelőkarú emelőkosaras gép, szigetelő kosár betét

•Egyéb eszközök

A vastagon szedettekkel dolgoztam ki, ugye ezekből csak 1t kell leírni, a legrövidebbek a szigetelő rúd, szigetelő lepel, szigetelő létra.

Szigetelő kesztyű: A mérés menete:

- A szigetelő kesztyűt meg kell tölteni vízzel (amennyiben a víz kárt tehet benne, abban az esetben 4 mm átmérőjű nikkelacél golyókat kell használni)
- A szigetelő kesztyűt a mérési elrendezésben vázolt módon a megadott mélységig kell vízzel teli medencébe meríteni



Feszültségpróba (AC és DC): A szigetelő kesztyű típusa alapján meghatározott próbafeszültséget a kesztyűre kapcsolva mérni kell a szivárgó áramot. Típusvizsgálatoknál és mintavételes vizsgálatoknál 3 perc, darabvizsgálatoknál 1 percig kell a próbafeszültséget az adott értéken tartani.

Feszültségállósági próba (AC és DC): A szigetelő kesztyű típusa alapján meghatározott próbafeszültséget kell a kesztyűre kapcsolni. Amennyiben átütés következik be, akkor a közvetlenül az átütés előtti feszültséget kell átütési feszültségnek tekinteni.

A szivárgási áramot a földágra közvetlenül kapcsolt ampermérővel kell mérni.

- Egy szigetelő kesztyű mérése esetén a mérési elrendezésben a medence vizét földelni kell, a nagyfeszültségű elektródot pedig a kesztyűbe töltött vízhez kell csatlakoztatni
- Több szigetelő kesztyű együttes vizsgálatakor a medence vizét a nagyfeszültségű elektróddal kell összekapcsolni, a kesztyűkben lévő vizet pedig földelni kell. Ilyen esetben az egyes kesztyűk szivárgási áramait külön-külön kell mérni

Szigetelő rúd: A mérés menete:

- A szigetelő rúdra két elektródot kell elhelyezni, egymástól 30 cm távolságra
- A két elektród közti szivárgási áramot a földágra sorosan kötött árammérővel kell mérni

- A hőmérsékletet a mérés során hőkamerával folyamatosan ellenőrizni kell
- Az egyik elektródot földelni kell, a másikra 100 kV nagyságú, 50 Hz frekvenciájú feszültséget kell kapcsolni 1 perc időtartamra
- A mérést a rúd teljes hosszában el kell végezni

Értékelés: A szigetelő rúd megfelelő, ha nem történt átütés, átívelés, helyi kisülés, szikrázás, vagy jelentős melegedés és a szivárgó áram értéke nem növekedett

Szigetelő lepel: A mérés menete:

- A lepel két oldalára két méretezett lemez elektródat kell helyezni
- A mérés során a hőmérsékletet hőkamerával folyamatosan ellenőrizni kell
- A szivárgó áram értékét a földágban folyamatosan mérni kell
- Az elektródokra próbafeszültséget kell kapcsolni az alábbi táblázatban előírtak alapján:

Szigetelő lepel típusa	Próbafeszültség (U_p)	Időtartam (t)
3,5 mm-es szigetelő lepel	20 kV	1 min
kombinált módszerhez használatos szigetelő lepel	40 kV	1-3 min

Értékelés: A vizsgálat sikeres, ha annak során nem történik átütés, átívelés, átszikrázás, vagy számottevő melegedés. A mérés során a szivárgó áram nem növekedhet

Szigetelő létra: A mérés menete:

- 24 órás vízbe merítés
- szárazra törlés
- legalább 50 mm széles elektród minden létrafokra

Értékelés: A vizsgálat sikeres, ha annak időtartama alatt sem átütés, sem pedig átívelés nem keletkezett, valamint a hőmérséklet nem növekedett számottevően.

5. Ismertesse a szakszemélyzetet érő erőtereket és az ellenük való védekezési módokat!

Határértékek

	Villamos térerősség, 2010-ig [kV/m]	Villamos térerősség, hatályos [kV/m]	Mágneses indukció, 2010-ig [μ T]	Mágneses indukció, hatályos [μ T]
Lakosság	5	5	100	200
Szak-személyzet	10	10	500	1000

Tehát a táblázatból az alsó sor, illetve az utolsó, és hátulról a 3. Oszlop kell.
Tehát az erőterek, amik a szakszemélyzetet érik: Villamos és mágneses

Védekezési módok:

Vezetőképes öltözékek: pl. NAF védőruházat

A nagyfeszültségű védőruházat Faraday-kalickaként szolgál.

Védekezés mágneses tér ellen:

Az elektrosztatikus védőruházat nem véd a mágneses tér ellen

6. Ismertesse a távvezetékek terhelhetőségének meghatározási elvét!

Távvezetékek terhelhetősége

Véges terhelhetőség:

- Mechanikai korlátok
 - Túlmelegedő vezeték
 - Anyagfáradás
 - Sodronyok elemi szálainak súrlódása azok hőtágulása során
 - Élettartam csökkenés
 - Túlzott belógás
- Villamos korlátok
- Jogi korlátok

Távvezetékek terhelhetősége

- Legnagyobb áramterhelés
- Sodronyok termikus viselkedése
- Erősen limitált a sodrony megengedett legnagyobb hőmérséklet által
- Normál esetben statikus terhelhetőség számítása

Két fajta modell van dinamikus, statikus:

Dinamikus Terhelhetőség - DLR: dinamikus terhelhetőség esetén a számításba bealkulált paramétereket valós időben kell monitorozni, és azokat valós időben feldolgozni. -> nagyobb terhelhetőség

- Valós idejű terhelhetőségszámítás a mindenkori körülmények alapján
- A statikus terhelhetőség leváltása

7. Milyen átviteli-kapacitásnövelési lehetőségeket lehet felsorakoztatni távvezetékek esetén?

Az egyik, egyben a legköltségesebb megoldás, az új erőművek, új távvezetékszakaszok létesítése, új eszközpark beszerzése, és ezzel a termelt, és továbbított energia mennyiségének növelése. Másik megoldás a jelenlegi, öregedő berendezések, eszközök, felújítása, esetleges cseréje, a kapacitás ilyen módú növelése.

A terhelhetőség növelésének lehetőségei :

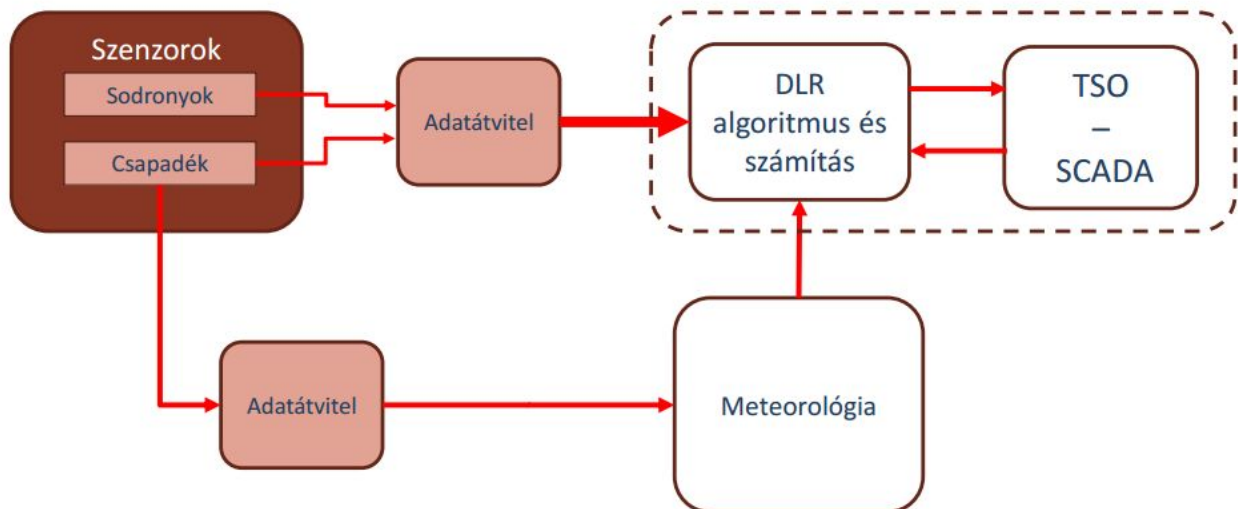
- Új távvezeték építése
- Régi sodronyok cseréje - oszlopcsere •
- Dinamikus terhelhetőség számítása
- Vezetékek túlterhelése
- Szezonális statikus terhelhetőség számítása

8. Mutassa be a távvezetékek dinamikus terhelhetőségének számítását végző rendszer felépítését!

A rendszer elemei:

1. Sodronyok termikus modelljének előállítása
2. A számítást végző rendszer modelljének előállítása
3. A DLR lehetséges hatásainak elemzése, a távvezeték előkészítése
4. A valós idejű adatgyűjtést célzó és elősegítő eszközök kiválasztása
5. A rendszer kiépítése

A DLR rendszerszintű működése



9. Hogyan kell hozzájárulnia az eszközsíntnek a jövő villamosenergia hálózatával kapcsolatos elvárásokhoz?

Gazdaságos

- Csak költséghatékonyan üzemeltethető elemekből lehet elképzelni
- A rendelkezésre álló információk segíthetnek a kihasználtság vagy az élettartamra vonatkozó költségek megállapításában

Környezetkímélő

- Növényi olajok, biológiai úton lebomló szigeteléseket tartalmazó vagy SF6-mentes berendezések felvétele az eszközstratégiába

Fenntartható

- Műszaki fenntarthatóság
- Gazdasági fenntarthatóság
- Környezeti fenntarthatóság

Megbízható

- Karbantartás menedzselési módszerek, avultatás kezelése
- Különleges körülményeknek is ellenálló berendezések (pl. nanobevonat a sodronyokon, ami megakadályozza a jég lerakódását)

Öngyógyító képesség

- Olyan eszközök (pl. TMOK, recloser) kiválasztása, amelyek ezt lehetővé teszik rendszerszinten
- Olyan megoldások alkalmazása, amelyeknek köszönhetően fizikailag regenerálódnak pl. Szigetelések

Javuló energiaminőség

- Jobb állapotú, megfelelően méretezett hálózat kevésbé van kitéve pl. feszültségletöréseknek
- Az új és részletes információk alapján kizárni az igényeknek nem megfelelő megoldásokat

Megújulók integrálására alkalmas

- Néha hirtelen nagymennyiségű energia szállítása: Állapotinformációk bevonásával az üzemeltetésbe meg tudom mondani, hogy melyik hálózati elemeket lehet adott esetben túlterhelni (DLR)

10. Mi az asset management célja és milyen beavatkozásokról, stratégiákról dönt? Milyen eszköz fenntartási stratégiák lehetségesek? Hogyan alkalmazzuk az eszközökről rendelkezésre álló diagnosztikai információkat?

Az asset management célja

- Egy teljes eszközcsoportra az elvárt megbízhatósági szint figyelembe vételével meghatározni a szükséges ráfordításokat és ezen belül meghatározni a karbantartások és beruházások hosszútávon fenntartható egyensúlyát

Lehetséges stratégiák és beavatkozások:

- új beruházás
- csere
- felújítás

- karbantartás
- üzemben hagyás beavatkozás nélkül

Eszköz fenntartási stratégiák:

- Top-down megközelítés:
 - statisztikai hibaelemzés
- Down-top megközelítés
 - diagnosztika és célja
 - online és offline diagnosztika
 - példa: kábeldiagnosztika, közepfeszültségű szabadvezetéki hálózat transzformátorok

Eszköz szintű információk

Hogyan alkalmazzuk?

- Itt is a cél annak eldöntése, hogy melyik berendezésen és hogyan (ne) avatkozzak be

Akkor jó egy diagnosztikai módszer és alkalmazása, ha

- a mért paraméter vagy paraméterek egy csoportja képes előre jelezni a tipikus meghibásodási folyamatokat
- lehetővé teszi annak meghatározását, hogy melyik alegységben, pontosan hol van jelen a meghibásodás
- segítségével meg lehet határozni a lehetséges és szükséges beavatkozásokat

Diagnosztikai információk alkalmazása:

Állapot	Figyelembe véve	<p>Állapotfüggő</p> <ul style="list-style-type: none"> • folyamatos vagy alkalmi monitorozás • karbantartás igény szerint 	<p>Megbízhatóság alapú</p> <ul style="list-style-type: none"> • prioritási lista • állapot és meghibásodás közötti kapcsolat • kockázatkezelés
	Mellőzve	<p>Korrektív</p> <ul style="list-style-type: none"> • nincs diagnosztika, sem karbantartás meghibásodás bekövetkeztéig 	<p>Időalapú</p> <ul style="list-style-type: none"> • meghatározott időközönként vizsgálat és karbantartás
		Mellőzve	Figyelembe véve
		Fontosság	

11. Hogyan lehet alkalmazni a statisztikai hibaelemzést? Milyen lépései, módszerei és nehézségei vannak?

Statisztikai hibaelemzés célja:

- Felülről lefelé megközelítés, nem a konkrét esetek érdeklik, hanem egy populáció viselkedése
- Nem (alap)célja kijelölni a konkrét eszközt, amin beavatkozást kell végre hajtani
 - Állapotfelmérés (diagnosztika, szemrevételezés)
 - Korreláció bizonyos tényezőkkel

Lépések:

- Adatgyűjtés
- Megfelelő eloszlás kiválasztása
- Görbeillesztés, predikció

Alkalmazható eloszlások, modellek

- Poisson eloszlás: kortól független meghibásodások
- Weibull eloszlás: akkor alkalmazható, ha van domináns hibamód
- Crow AMSAA: több hibamódra is működik, de nagy mennyiségű bemenő adatra van szüksége
- Cox féle arányos kockázati modell: kockázati faktorok és hibamódok közötti összefüggést tudja feltárni

Milyen görbeillesztési módszert alkalmazunk?

- Maximum valószínűség becslés (maximum likelihood method)
- Rang mediánja (median rank)
- Grafikus görbeillesztés

A statisztikai hibaelemzés nehézségei

- Nem megfelelően ismert vagy túl összetett öregedési folyamatok
 - Nem biztosított a megfelelő eloszlás kiválasztása
 - Probléma: a matematikai eljárások ennek ellenére végre hajthatók, de a becslés pontossága megkérdőjelezhető lesz!
- Meghibásodott berendezések kora hiányzik
- Hiányzó, pontatlan koreloszlás
- Külső hatások („suspension”) nem különülnek el

12. Melyek az online diagnosztika előnyei és hátrányai?

Online mérés: az üzem fenntartása mellett történik

Előny:

- + nincs fogyasztói zavartatás
- + nem kell külön gerjesztőberendezés
- + valós körülmények között vizsgálható a berendezés
- + pillanatszerű mérések helyett folyamatok vizsgálata is lehetséges

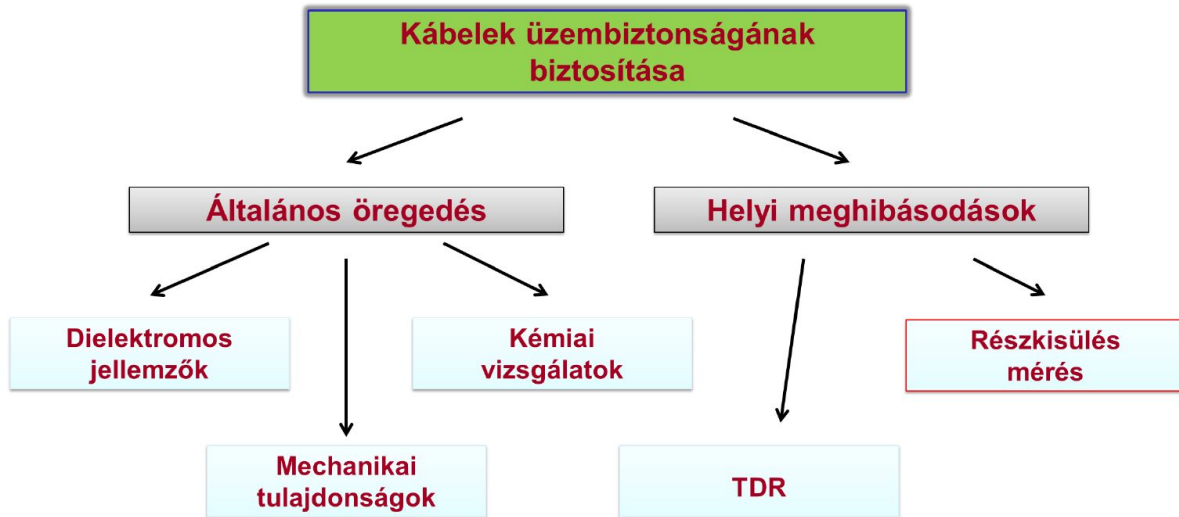
Hátrány:

- FAM tevékenységet igényelhet
- Magas zaj- és zavarsszintek
- Nem választható meg a próbafeszültség
- Bizonyos jellemzők nem mérhetők: Szigetelési ellenállás, veszteségi tényező...
- magasabb induló ár

- Költségek csökkenthetők, ha a helyszínen csak mérés és adatgyűjtés történik, a feldolgozást központi egységek végzik

13. Melyek a kábeleken alkalmazható főbb diagnosztikai módszerek? Mi a specialitása kábeleknél a diagnosztika szempontjából? Milyen módszereket alkalmaznak kábeldiagnosztikára?

- Kábeleken alkalmazható főbb módszerek



Specialitása

Kábeldiagnosztika legfőbb jellemzője, hogy egyszerre vannak jelen pontszerű és a kábel mentén megjelenő problémák

Módszerek

Általános öregedés kimutatása dielektromos módszerekkel lehetséges:

- szigetelési ellenállás
- kapacitás, veszteségi tényező
- spektrum módszerek...

Feszültségpróbák

- érszigetelés
- burkolat

Helyi hibák kimutatása: részletörés mérés

14. Soroljon fel transzformátor diagnosztikai eljárásokat! Ismertesse a transzformátor hibagáz analízis elvét, kivitelezését és a kimutatható hibákat! Soroljon fel néhány jellemző hibagázt!

Lehetséges mérési módszerek (Mindegyik konkrét romlási folyamathoz kapcsolható!)

- Hibagáz analízis
- Olajvizsgálat
- Furántartalom
- Termovízió
- Terhelési adatok
- Szigetelési ellenállás
- RVM (Recovery Voltage Meter)

- Veszteségi tényező és kapacitás
- Rövidzárási impedancia mérés
- FRA(Frequency Response Analysis)

HGA ki tudja mutatni:

- a szigetelés általános öregedését
- helyi hibákat

Hogyan lehet végrehajtani?

- Mintavétel:
 - mintavevő csapon keresztül vagy online HGA berendezéssel
 - fokozott gondosságot igényel: gázok elpárolgása!!

Hogyan keletkeznek oldott gázok az olajban?

- Villamos, villamos-termikus, termikus igénybevételek
- Természetes bomlás (olaj, cellulóz)
- Atmoszférából való beoldás

Az olajban oldott gázok (HGA) vizsgálatával kimutatható jellemző hibatípusok

- részkisülés
- kis energiájú kisülés, ív
- nagy energiájú kisülés, ív
- melegpont $T < 300^{\circ}\text{C}$
- melegpont $300^{\circ}\text{C} < T < 700^{\circ}\text{C}$
- melegpont $700^{\circ}\text{C} < T$

Jellemző gázok

- Részkisülés: hidrogén (H_2), szénmonoxid (CO), metán (CH_4), etán (C_2H_6)
- Olaj természetes bomlás: hidrogén (H_2), metán (CH_4), etán (C_2H_6)
- Melegpont ($T < 300^{\circ}\text{C}$): hidrogén (H_2), szénmonoxid (CO), metán (CH_4), etán (C_2H_6), etilén (C_2H_4), propán és propilén ($\text{C}_3\text{H}_8 + \text{C}_3\text{H}_6$)

15. Ismertesse a nagytranszformátor főbb részeit, lehetséges meghibásodásukat!

<u>Transzformátor részei:</u>	<u>Lehetséges meghibásodása:</u>
Transzformátor ház	Mechanikai sérülés, korrozio
Fedél	Sérült szigetelés → olajszivárgás
Kivezetések <ul style="list-style-type: none"> • Átvezető szigetelő 	Törés
Konzervátor ((más néven kiegyenlítő tartály, lélegző típusú transzformátoroknál)	Olajszivárgás
Szorító és összehúzó szerkezetek	Üzem közben fellazult csavarok

Vasmag <ul style="list-style-type: none"> • Oszlop • Járom 	Prespán szigetelő törése
Tekercsek kivezetései	Deformálódott tekercs, olvadt vezető
Terhelés alatti fokozatkapcsoló (OLTC)	Szigetelés sérülése (melegedés miatt)
Hűtőcsatornák	Elzáródás, túlmelegedés
Transzformátor olaj	Szennyeződés

16. Ismertesse a transzformátor korrózió kén problémakört! Ismertesse milyen eljárással lehetséges a problémakör diagnosztizálása és megszüntetése!

Oxidációs stabilitás, néhány kén vegyületnek jelenléte segíti a stabilitást egyéb inhibitor adagolás nélkül

-Az olaj oxidációja savasodást és üledékképződést idéz elő

-A nagy oxidációs stabilitás csökkenti:

-Üledék lerakódást

-Villamos veszteséget, hibákat

-Fémkorróziót

-Növeli a szigetelés élettartamát

-A korrózió ill. reaktív szerves kén vegyületeknek nagy az affinitása a fémekhez, Cu₂S keletkezik (fekete, szürke, barna)

Alacsony kén tartalom savasodást, üledékképződést idézhet elő. Magas kén tartalom korróziót idézhet elő.

Diagnosztika / Korrozív kén detektálása:

•Olaj vizsgálatok

•Minőségi (kvalitatív) meghatározás – IEC 62535

•Mennyiségi (kvantitatív) meghatározás – összes S tartalom, DBDS tartalom meghatározás

•HGA (hibagáz analízis) – nincs összefüggés Cu₂S képződéssel

•Egyéb vizsgálatok

•RVM (Return Voltage Measurement)

•FDS (Frequency Domain Spectroscopy)

17. Milyen transzformátor meghibásodási módokat ismer, ismertesse a karbantartási technológiákat! Sorolja fel mik az előnyei és hátrányai a helyszíni és a gyári javításnak, karbantartásnak!

Előforduló hibák:

- Sérült parafatömítés olajszivárgást eredményezhet
- Üzem közben fellazult csavarok
- Átvezető szigetelő törés
- Transzformátorház meghibásodása
- Tekercsek között lévő prespán szigetelő henger törése

- Égett papírszigetelés, deformálódott tekercs, olvadt vezető
- Tekercs menetek közötti átütés
- Tekercs deformációja zárlati áramok hatásai miatt
- Papír szigetelőhenger szakadása, zárlati erőkből adódó tekercsmozgások, deformációk hatására
- Belső tekercszárlat, vizsgálathoz a külső tekercsek el vannak távolítva
- Leszorító törés – A zárlatkor jelentkező tekercsmozgásokból, deformációkból adódóan
- Tekercs deformáció
- Menetek deformációja

Transzformátor karbantartási technológiák:

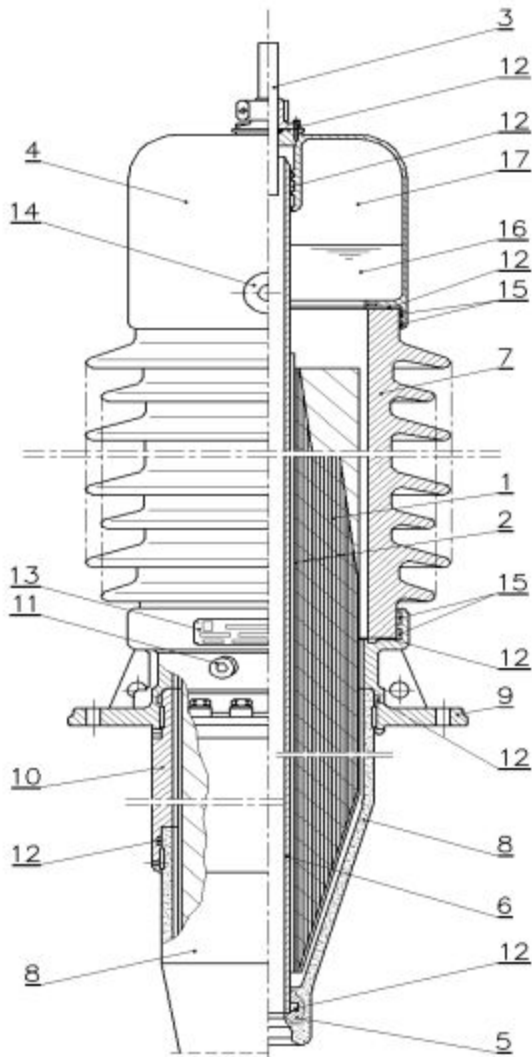
- Ganz technológia
- Hesia technológia: - leszerelt transzformátor, - felfűtés, olajleeresztés, - fedélmegemelés, bebújás (tekercsek levegőre kerülnek), szemrevételezés, stb. - vákuum alatti olajfeltöltés, - olajkezelés
- ABB technológia

Javítás/ karbantartás:	Helyszíni	Gyári
Előnyök	<ul style="list-style-type: none"> • Olcsóbb • Gyorsabb javítási idő 	<ul style="list-style-type: none"> • Teljesen hozzáférhetővé válik minden része <ul style="list-style-type: none"> ○ Tekercselés lefejtése ○ Rejtett hibák feltárása
Hátrányok	<ul style="list-style-type: none"> • nincs mód vákuumkezelésre a transzformátor összeszerelése után • 2-3 napos olajkezelés • nem minden hiba javítható ilyen módon 	<ul style="list-style-type: none"> • Költséges • Előkészítés szükséges <ul style="list-style-type: none"> ○ Átvezető szigetelők és konzervátor leszerelése • fellazult tekercsek felrázódnak, megsérülhetnek

18. Ismertesse az átvezető szigetelő felépítését, alkalmazható diagnosztikai eljárásokat és meghibásodási lehetőségeket!

Átvezető szigetelők.

- Transzformátor elengedhetetlen része
- Értékük több is lehet, mint a transzf. teljes árának 10%-a
- Előforduló hibák:
 - i. szigetelő felülete – átvezető szigetelő azon fele, mely az olajban van
 - ii. PI. Részkisülés következtében kialakult sérülést
- Az átvezetők meghibásodása viszonylag magas
- Egy transzformátor elég sok átvezetővel rendelkezik, meghibásodási rátájuk 5-50 %, átlag 25 %
- Átvezető hibák gyakran okoznak tüzet



Főbb diagnosztikák:

- PD (partial discharge, rész kisülés)
- On-line Tg δ /C mérés
- Polarizációs mérések:
 - FDS, RVM, PDC

Lehetséges hibák:

- Olaj hiány
 - túlmelegedés, átütés
 - Részkisülés következtében kialakult sérülés

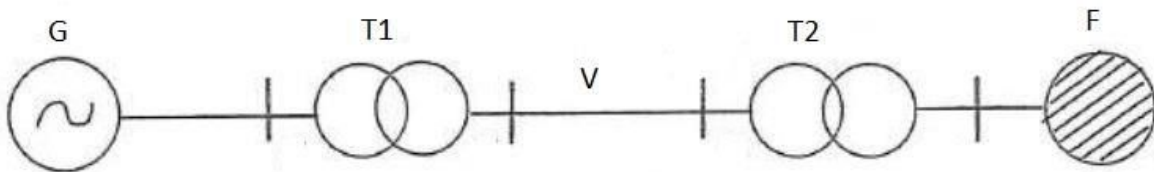
19. Ismertesse a távvezeték hálózat felépítését, meghibásodási lehetőségeit!

Távvezeték felépítése:

- Alapzat
- Oszlop
 - tartó

- feszítő
- Szigetelő
 - tartó
 - álló
 - függő
 - feszítő
 - tám
 - alállomásokon
- Sodrory
 - Burkolatlan
 - Burkolt

A távvezeték-hálózat elvi felépítése:



G – az erőműben lévő generátor, mely előállítja az energiát

T1 – transzformátor, mely segítségével magasabb feszültség szintet állítanak elő

V – távvezeték, az energia szállítása a megfelelő helyre

T2 – transzformátor, mellyel a felhasználásra alkalmas feszültség szintet állítják elő

F – fogyasztó, aki felhasználja a villamos energiát

De bele lehet még írni:

- TV (átviteli, elosztó; NAF, KÖF, KIF hálózat)
- Alállomások
- Távvezeték oszlop, részei: szigetelő
- Sodroryok

Meghibásodások:

- Oszlop kidőlés
- Sodrory
 - szakadás
 - jegesedés
- Szigetelő törés
 - extrém mechanikai igénybevétel miatti
 - ridegtörés