



SZAKDOLGOZAT

ÓE-KVK

Hallgató neve:

Ginál Péter

2021.

Hallgató törzskönyvi száma:

T008072/F112904/K

Kötelezően választható tantárgycsoport: Villamosenergia rendszerek



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Ginál Péter

Szakedolgozat száma: SZD21090213452542

Törzskönyvi száma: T008072/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Hibrid üzemű kapcsolókészülék kiválasztása és telepítése egy nagyfeszültségű transzformátor mezőbe

A dolgozat címe angolul: Selection and installation of a hybrid switchgear in a high voltage transformer bay

A feladat részletezése: 1. A primer készülék kiválasztása

2. A primer készülék telepítése

3. A segédüzemi kapcsolás kialakítása

4. A védelmek kiválasztása

Intézményi konzulens neve: Mitrik Zsolt

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 11. 29.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2021. 11. 29.

.....
hallgató aláírása

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ	3. oldal
1. A BEMENŐ PARAMÉTEREK	4. oldal
2. A KÉSZÜLÉKEK KIVÁLASZTÁSA.....	4. oldal
2.1. A transzformátor	4. oldal
2.2. Kapcsolóberendezés kiválasztási szempontok	5. oldal
2.3. A kapcsolóberendezések felsorolása	6. oldal
2.3.1. China Transpowers Electric co. Kapcsolóberendezés	6. oldal
2.3.2. SIEMENS 3AP1 DTC Kapcsolóberendezés	7. oldal
2.3.3. ABB PASS M0 DBB Kapcsolóberendezés	8. oldal
2.4. A Berendezés Kiválasztása	8. oldal
2.4.1. Az Összehasonlítás menete	9. oldal
2.4.2. A Kiválasztott berendezés	10. oldal
2.5. Egyéb berendezések, készülékek, kellékek kiválasztása	11. oldal
2.5.1. Gyűjtősínek	11. oldal
2.5.2. Támszigetelők	11. oldal
2.5.3. Feszültségváltó	11. oldal
3. A MEZŐ KIALAKÍTÁSA.....	12. oldal
3.1. A készülékek, berendezések elhelyezése	12. oldal
3.2. A levonható következtetések.....	13. oldal
4. A SEGÉDÁRAMKÖR KIALAKÍTÁSA	14. oldal
4.1. A készülék adatai.....	14. oldal
4.2. A bekötés alapvető menete.....	14. oldal
4.2.1. Az operatív feszültségek.....	15. oldal
4.2.2. A segédkábelek	15. oldal
4.2.3. Segédrelék	15. oldal
4.2.4. Sorkapcsok	16. oldal
4.2.5. Segédérintkezők.....	16. oldal
4.2.6. Egyéb készülékek.....	16. oldal
4.3. A Megszakító bekötése	17. oldal
4.3.1. Alapvetések	17. oldal
4.3.2. A Rugót felhúzó kör bekötése	17. oldal
4.3.3. A BE tekercs bekötése.....	17. oldal
4.3.4. A Megszakító kioldása	18. oldal
4.3.5. Jelző és egyéb funkciók	18. oldal
4.4. Szakaszozó, földelő szakaszozó bekötése	19. oldal
4.4.1. Alapvetések	19. oldal
4.4.2. A szakaszozó bekötése	19. oldal
4.4.3. A földelőszakaszozó bekötése.....	19. oldal
4.5. A mérőváltók bekötése	20. oldal
4.5.1. Az áramváltók bekötése.....	20. oldal
4.5.2. A feszültségváltók bekötése	20. oldal
4.6. A levonható következtetések.....	20. oldal

5. A VÉDELMEK KIVÁLASZTÁSA	21. oldal
5.1. A kiválasztás alapvető feltételei	21. oldal
5.2. Az Alapvédelem.....	22. oldal
5.2.1. A Védelem rövid ismertetése	22. oldal
5.2.2. A bekötés menete	22. oldal
5.3 A tartalékvédelem	23. oldal
5.3.1. A Tartalékvédelem rövid ismertetése	23. oldal
5.3.2. A tartalékvédelem bekötése	23. oldal
5.4 Egyéb védelmi kérdések	24. oldal
5.5 MAB vezérlő egység.....	25. oldal
5.6 A levonható következtetések	25. oldal
ÖSSZEFOGLALÓ	26. oldal
SUMMARY	27. oldal
IRODALOMJEGYZÉK.....	28. oldal
MELLÉKLETEK	30. oldal

ELŐSZÓ

Napjainkban a technológia fejlődése a villamosenergia felhasználás rohamos növekedésével jár. Villamosmérnökként fontos feladatunk, hogy a meglévő hálózatunkat felkészítsük ezekre a megnövekedett energia igényekre, illetve a hálózatot növeljük, fejlesszük a fogyasztók igényeinek megfelelően. A villamos energia praktikus elosztásában, energiahatékony továbbításában és a betáplálások irányának a kijelölésében nagy szerepet játszanak a transzformátor alállomások. Ezen alállomások legfőbb berendezései a különböző kapcsolókészülékek, az ezen készülékek kiválasztásával foglalkozó tudományág a kapcsolástechnika.

A feladatunk jelen esetben az, hogy egy NaF/KöF alállomáson kialakítsunk egy mezőt. Az ilyen alállomások elsősorban az országos nagyfeszültségű főelosztóhálózat, és a középvezetési elosztóhálózat között létesítenek kapcsolatot. A kialakítandó mező esetünkben a transzformátor mező. Ez a mező az a mező, amely a transzformátor nagyfeszültségű oldalára és a gyűjtőszínekre csatlakozik. A mező kialakítása során ki kell választanunk azokat a kapcsolókészülékeket, hogy a mező irányítható, üzembiztos legyen. A dolgozat a kapcsolókészülékek egy speciális, ún. „hibrid” csoportjával foglalkozik, amely legfőbb tulajdonsága a nagy szerkezeti integritás, a kompakt szabadtéri elrendezés. Ívöltő közegként ezek a készülékek valamilyen gáznemű szigetelő anyagot tartalmaznak, esetünkben kén-hexafluoridot.

A dolgozat első szakaszában a készülék kiválasztásával fogok foglalkozni. A kiválasztás során figyelembe fogom venni az egyes készülékek, a hálózat tulajdonságait, mint pl. névleges áramerősség, zárlati áramerősség, legnagyobb mérhető feszültség, stb. A kiválasztás során 3 különböző gyártó erre a célra kialakított készülékét fogom összehasonlítani, majd kiválasztom a számunkra legkedvezőbb készüléket.

A dolgozat második szakaszában el fogom helyezni a készüléket a térben, el fogom készíteni a primer bekötést. A térbeli elhelyezés során figyelembe fogom venni az ide vonatkozó szabványokat, a Magyarországon alkalmazott megoldásokat, előírásokat. Az elkészített rajzot a dolgozathoz mellékelem.

A dolgozat harmadik szakaszában a kiválasztott készülék szekunder bekötésével fogok foglalkozni. A kapcsolókészülék telepítése során nem feledkezhetünk meg a készülék egyenáramú segédüzemének a bekötéséről, a jelző, mérő, működtető funkciók kialakításáról, a berendezés és a vezérlő összeköttetéséről.

A dolgozat negyedik, és egyben záró szakaszában pedig a védelmek kiválasztásával, bekötésével fogok foglalkozni. A védelmi funkciókról sem szabad megfeledkeznünk egy ilyen terv elkészítése során, mivel a nem kívánt hibaállapotok csak a védelmi működések segítségével szüntethetők meg. Ki fogom alakítani a kapcsolatot a mérő, az ítéletalkotó és a beavatkozó szervek között.

A dolgozat elkészítése során nagy segítségemre voltak az MSZ EN 62271[1.] és az MSZ EN 61936-1 [2.] szabványok és az ENEL által kiadott „Hybrid Modules Global Standards [.]”. A mellékelt kapcsolási rajzok, oldalmetszeti, felülnézeti rajzok elkészítését az Autodesk AutoCad szoftverével végeztem, a vizsgált berendezések paramétereit a gyártó által a weboldalukon megosztott katalógusok, termékismertetőik alapján végeztem. A szakdolgozat elkészítése pedig a Microsoft Office Word programmal történt.

1. A BEMENŐ PARAMÉTEREK

A méretezés, kiválasztás elvégzéséhez fontos ismernünk a hálózat és a transzformátor(ok) bemenő paramétereit.

A hálózat: A hálózatunk a magyar nagyfeszültségű főelosztóhálózatok jellegzetes képét mutatja. A névleges (U_n) feszültség szint 132 kV-os, 3 fázisú, 50 Hz-es (f) frekvenciájú szabadvezetéki rendszer. A rendszer csillagpontjai hatásosan földeltek. Az üzemi frekvencián tartósan mérhető legnagyobb megengedett feszültség (U_{max}) 138 kV.

Az alállomás: Az alállomás egy 132 / 20 kV-os (NAF/KÖF) névleges feszültség átalakítást tesz lehetővé, szabadtéri kivitelű. Az alállomás névleges árama (I_n) 3150 A, a gyűjtősíneken folyó legnagyobb független zárlati áram (I_z) 50 kA, az alállomás 2 gyűjtősínes rendszerű.

A transzformátor: Mivel a transzformátor felelős leginkább az energia továbbításában és az üzemvitel során talán a legfontosabb szerepet tölti be, emiatt a transzformátor paramétereit is feltüntettem a bemenő paraméterek között. A transzformátor névleges feszültség áttétele $126 \pm 15\%$ / 22 kV, névleges teljesítménye 50 MVA, zárlati relatív feszültségesése (dropja) 12%, kapcsolási csoportja YNdn11 (d). A transzformátor szabadtéri kivitelű, a NAF oldalon egy feszültség szabályozással rendelkezik. A maximális feszültsége NAF oldalon 145, KÖF oldalon 24 kV.

A középfeszültségű oldalról nincs információnk. Erre és a névleges feszültség szintre tekintettel nincs szükség speciális eszközök beépítésére, feltételezhetjük, hogy egy szabadvezetéki fogyasztói körzet ellátása valósul meg innen.

2. A KÉSZÜLÉKEK KIVÁLASZTÁSA

Most, hogy a bemenő paramétereket rögzítettük, a készülékek kiválasztása elvégezhető. Ez a fejezet fogja tartalmazni a szóban forgó készülékek rövid bemutatását, összehasonlítását majd kiválasztását. A kiválasztás során ki fogok térni a kiválasztás szempontjaira, méretező összefüggéseire, majd a következő fejezetben csak a számunkra legkedvezőbb készüléket fogom beépíteni.

2.1. A transzformátor

A transzformátor kiválasztása során az alábbi szempontokat kell figyelembe vennünk [4.]:

- A transzformátor szigetelése
- A csatlakozások fázisszáma
- Névleges feszültségáttétel és szabályozhatóság
- Kapcsolási jel
- Névleges teljesítmény
- Hűtés módja

A transzformátor kiválasztását megnehezíti az, hogy a gyártók a transzformátorokat jellemzően megrendelésre gyártják. Emiatt az összehasonlítás nem lehetséges. Választhatunk például egy SIEMENS transzformátort [5.], aminek a tekercselését megrendelői kérésre alakítanak ki.

A táblázat alapján megfigyelhető, hogy az ONAN (természetes olajáramlással hűtött) hűtésű transzformátorok nagyobb helyet foglalnak, mint az ONAF (természetes olajáramlás és ventilátoros) hűtésű transzformátorok, de a veszteségei kisebbek. Az ugyanekkora teljesítményű ONAF berendezésre $\varepsilon=15\%$ -ot garantál a gyártó, ami zárlati szempontok miatt kedvezőbb, mert ebben az esetben a transzformátor nagyobb reaktanciát - nagyobb fojtást - eredményez a zárlati áramokra nézve.

Ezen érvek alapján választottam egy **ONAN transzformátort**, elsősorban egyszerűbb kivitele, kisebb vesztesége miatt.

A választott transzformátor egy ONAN transzformátor, 50 MVA névleges teljesítménnyel. A kialakítandó tekercselések a primer oldalon csillag, és a szekunder oldalon csillag kapcsolásúak, YNdn11 (d) kapcsolási csoporttal. Az ε értékét a gyártó 10.0 %-nak határozta meg, a transzformátor wattos vesztesége 91 kW. A választott transzformátor továbbá rendelkezik egy fokozatkapcsolóval, amely segítségével $\pm 16\%$, ± 9 fokozatot állíthatunk.

A választott transzformátor 7400*3100*5800 mm nagyságú, és 97 tonna tömegű. A transzformátorolaj tömege 20,5 tonna. A transzformátor továbbá még felszerelhető egy Buchholz relével, egy hőmérővel, egy mágneses olajsztintmérővel, olajnyomásmérővel, nyaki áramváltóval és egy olaj dehidratálóval.

Mint azt korábban említettem, a transzformátor kiválasztását megnehezíti az, hogy a gyártók megrendelésre gyártanak transzformátort, ezért a kiválasztás bizonytalanabb lesz, mivel a dolgozat megírását nem előzte meg egy egyeztetés a gyártóval. Ez a bizonytalanság miatt a transzformátort nem fogom elhelyezni a mellékelt terveken, **a kiválasztás jelen esetben nem véglegesíthető.**

2.2 Kapcsolóberendezés kiválasztási szempontok

A hibrid berendezés egy olyan berendezés, amely tartalmazza az alállomás kialakításához szükséges kapcsolóberendezések nagy hányadát. A kiválasztás során a legcélravezetőbb, ha a beépített megszakító tulajdonságait vizsgáljuk.

A megszakító egy olyan kapcsolóberendezés, amely segítségével az áramkör átfolyó áramtól függetlenül, még zárlati viszonyok alatt is kapcsolható. Ezen tulajdonságai teszik a megszakítót az alállomás irányításában, illetve védelmi beavatkozásában nélkülözhetetlennek.

A kiválasztás során a következő szempontokat kell figyelembe vennünk [6.]:

- Névleges feszültség
- Névleges áram
- A zárlati viszonyokkal kapcsolatos paraméterek (megszakítóképesség, termikus határáram)
- A hajtás módja
- Az élettartam (kapcsolások száma)
- környezeti hőmérséklet tartomány

A berendezés névleges feszültsége nagyobb kell, hogy legyen, mint a legnagyobb mérhető feszültség. A 138 kV-hoz meghaladó, legközelebb eső szabványos feszültségérték **145 kV**, tehát ezen érték szerint kell a berendezést kiválasztanunk.

A névleges feszültséghez hasonlóan a névleges áramnak is legalább akkorának kell lennie, mint a leágazás legnagyobb árama. Esetünkben a szabványos névleges áramérték **3150 A**, erre az áramértékre kell berendezést keresnünk.

A névleges megszakítóképességnek védelmi funkciók miatt nagyobbak kell lennie, mint a kör legnagyobb zárlati árama [7.], esetünkben **50 kA**.

A kiválasztás során továbbá figyelembe kell vennünk a dinamikus határáramot is. A dinamikus határáram egy megszakítón jellemzően bekapcsoláskor jelentkezik, nagysága az alábbi képlet segítségével számolható [8.]:

$$I_d = I_{zmax} * \kappa * \sqrt{2}$$

Ahol κ a lökési tényező, jellemző értéke 1,8, I_{zmax} pedig a legnagyobb zárlati áram. Az így számított dinamikus áramcsúcs (I_d) értéke: $\sqrt{2} * 1,8 * 50 = \mathbf{127,3 \text{ kA}}$. A gyártók ezt az értéket nem mindig tüntetik fel a katalógusukban, de szabványos értéke a megszakítóképesség legalább 2,5-szöröse.

Bár a megszakító kiválasztásánál a termikus határáramot (I_t) nem szoktuk figyelembe venni, a berendezésbe épített szakaszolók, áramváltók ellenőrzéséhez ezt is meg kell említenünk. A termikus határáram az az áramérték, amit a berendezés egy adott termikus időhatáron (t_t , szabványos értéke, ha nincs feltüntetve **1 s**) belül meghibásodás nélkül vezetni tud. Mivel a védelmek működési ideje esetünkben nem ismert, ezért ezt az ellenőrzést nem tudjuk elvégezni, viszont rangsorolni tudunk.

2.3. A kapcsolóberendezések felsorolása

A továbbiakban általam internetes forrásokból talált három kapcsolóberendezést fogok felsorolni, majd közülük kiválasztom a legmegfelelőbbet. Mindhárom berendezésben közös, hogy azok hibrid/GIS kivitelűek.

2.3.1. China Transpowers Electric co. Kapcsolóberendezés

A China Transpowers Electric co. (a későbbiekben CTSS) 145 kV-os hibrid HGIS berendezésére jutott az egyik választásom [9.].

A gyártó az alábbi paramétereket garantálja:

- Névleges feszültség: 145 kV
- Névleges áram: 3150 kA
- Névleges frekvencia: 50 Hz
- Megszakítási képesség: 40 kA
- Bekapcsolási áram: 100 kA
- Termikus határáram: 40 kA (1s)
- SF6 gáz szivárgása: kisebb mint 0,5%/ év
- Rugóerőtárolós/motoros hajtású



A gyártó a berendezését a következő módon jellemzi:

2.3.1-es ábra: CTSS berendezés [9.]

- „Nagy megszakítóképesség
- Önellátó ívvezérlő eszközt alkalmaznak a megszakítóra. A készülék úgy van felépítve, hogy az az ív égése során keletkező energiát felhasználja az ív oltására, így a megszakítóképességet növeli, és az irányításhoz szükséges energiát csökkenti.
- Kompakt kialakítás
- Könnyű beszerelés és karbantartás
- Az IEC 62271 szabványnak megfelelés” [9.]

A 2.3.1.-es ábra a gyártó honlapján talált képet tartalmazza, ami egy beépített szabadtéri berendezést mutat.

2.3.2. SIEMENS 3AP1 DTC Kapcsolóberendezés

A második lehetőség a SIEMENS 3AP1 DTC hibrid kapcsolóberendezés [10.].

A berendezés az alábbi paraméterekkel rendelkezik:

- Névleges feszültség: 145 kV
- Névleges áram: 3150 kA
- Névleges frekvencia: 50-60 Hz
- Megszakítási képesség: 40 kA
- Üzemi frekvenciás feszültségpróba: 275 kV
- Lökőhullámú feszültségpróba: 650 kV
- Termikus határáram: 40 kA, 3s
- Megengedett környezeti hőmérséklet: -55 – +55 °C
- SF6 gáz szivárgása: kisebb mint 0,1% / év
- Rugóerőtárolós hajtás
- 25 éves karbantartási gyakoriság



2.3.2. ábra: SIEMENS berendezés [10.]

A gyártó a berendezését az alábbiak szerint jellemzi:

- „Megrendelés szerinti, alállomáshoz igazított kialakítás
 - Megszakító 1 vagy 3 sarkú kivitelben
 - Több variáció a szakaszolóra: szakaszoló, földelő szakaszoló, földelő szakaszoló ráadás földelővel, földelő szakaszoló nagy sebességű földelő szakaszolóval.
 - Áramváltók, feszültségváltók és feszültség érzékelő rendszer
 - Többféle alapanyagú átvezető szigetelők
 - Kábelcsatlakozási lehetőség
 - A gázrekeszek további leválasztása, sűrűségmonitorral.
 - Többmegszakítós megoldás ultra-kompakt alállomásokhoz
 - Stand-alone módon rendezhetők a modulok különböző felhasználásokhoz.”
- [10.]

A 2.3.2.-es ábra egy Siemens által Thaiföldön beüzemelt készüléket mutat.

2.3.3. ABB PASS M0 DBB Kapcsolóberendezés

A harmadik berendezés egy ABB által gyártott berendezés. [11.]

A gyártó a berendezésre az alábbi paramétereket garantálja [12.]:

- Névleges feszültség: 145 kV
- Névleges áram: 3150 kA
- Névleges frekvencia: 50-60 Hz
- Üzemi frekvenciás feszültségpróba: 275 kV
- Lökőhullámú feszültségpróba: 650 kV
- Termikus határáram: 63 kA, 3s
- Dinamikus határáram: 164 kA
- Rugóerőtároló/Motoros hajtás
- [13.] Környezeti hőmérséklet: -30°C-+55°C
- Gáz szivárgás kisebb mint 1%/év



2.3.3. ábra: ABB berendezés [12.]

A gyártó a berendezést az alábbi módon jellemzi [13.]:

- „Beépített szakaszoló, és földelő szakaszoló
- Gáz sűrűség monitor
- Beépített áramváltó, külön megrendelésre feszültségváltó, túlfeszültséglevezető
- Lehetséges digitális irányítás korszerű digitális alállomásokhoz
- Könnyű szállíthatóság, gyors és könnyű beüzemelés
- Akár H kapcsolású alállomásokhoz is alkalmas kialakítás” [13.]

A 2.3.3. ábra egy ABB PASS M0 SSB-t mutat.

2.4. A Berendezés Kiválasztása

Ebben a fejezetben összehasonlítom a korábban felsorolt berendezéseket, és azokat rangsorolva kiválasztom a számunkra legmegfelelőbb berendezést azok ismert paraméterei alapján. Mivel a fentebb említett gyártók a katalógusaikban a berendezések árát nem rögzítették, továbbá a szakdolgozat elkészítését nem előzte meg egy ajánlatkérés a gyártótól, ezért a készülékek gazdaságossági összehasonlítása itt nem elvégezhető.

Az összehasonlítás szemléltetéséhez és annak könnyebb elvégzéséhez létrehozok egy táblázatot, ami rendre a három felsorolt berendezés paramétereit tartalmazza.

Termék: Paraméter:	CTSS HGIS	SIEMENS 3AP1 DTC	ABB PASS M0
Névleges feszültség (U_n)	145 kV	145 kV	145 kV
Névleges frekvencia (f)	50 Hz	50-60 Hz	50-60 Hz
Névleges Üzemi Áram (I_n)	3150 A	3150 A	3150 A
Megszakítóképesség (I_z)	40 kA	40 kA	63 kA
Termikus határáram (I_t)	40 kA/1 s	40 kA / 3 s	63 kA/ 3 s
Dinamikus határáram (I_d)	100 kA	100 kA	164 kA
Üzemi frekvenciás feszültségpróba	-	275 kV	275 kV
Lökőhullámú feszültségpróba	-	650 kV	650 kV
Hajtás módja	Rugóerőtározós/ motoros	Rugóerőtározós	Rugóerőtározós/ motoros
Környezeti hőmérséklet tartomány	-	-55 – +55 °C	-30 – +55 °C
Gáz szivárgása / év	<0,5 %	<0,1 %	<1 %

A táblázatban egyes értékeket szürke színnel jelöltem, ennek oka az, hogy a gyártók ezeket az értékeket nem tüntették fel a katalógusukban. Azok az értékek, amelyek ilyen formán a táblázatban szerepelnek, az MSZ-EN 62271 szabvány [1.] által meghatározott értékek.

- Ha a gyártó nem adta meg külön a dinamikus határáramot, akkor a megszakítóképesség 2,5-szeresével számolhatunk
- Ha a gyártó nem adta meg a termikus áramot vagy megszakítóképességet, akkor a két érték között egyenlőség tehető
- Ha a termikus időhatár nem ismert, akkor ez az érték 1 s

2.4.1. Az Összehasonlítás menete

Miután a táblázatot felrajzoltuk, az összehasonlítás elvégezhető.

A névleges üzemi feszültség, névleges üzemi áram és frekvencia a három készülék mindegyikén megegyezik, különbség nem tehető, ezen paraméterek alapján mindhárom készülék alkalmas.

A megszakítóképesség és termikus határáram az ABB-s berendezésnél a legmagasabb, sőt a berendezések közül ez az egyetlen berendezés, ami megfelel a korábban felsorolt szempontoknak.

A dinamikus határáram ugyancsak az ABB-s berendezésnél a legmagasabb és ismét ez az egyetlen berendezés, ami megfelel a korábban meghatározott 127,3 kA-es értéknek.

A hajtás módja mindhárom esetben rugóerőtárolós, ezáltal különbség nem tehető.

A környezeti hőmérséklet szempontjából valószínűleg mindhárom berendezés megfelelő hazánk adottságai miatt.

Bár az egyik gyártó a feszültségpróbák értékeit nem adta meg, viszont a gyártó az elmondottak alapján megfelel az IEC 62271-es, IEC 60517-es szabványnak, ezért feltételezhetően a szigetelési szilárdsága is megfelelő. Ezek alapján különbség érdemben itt se tehető.

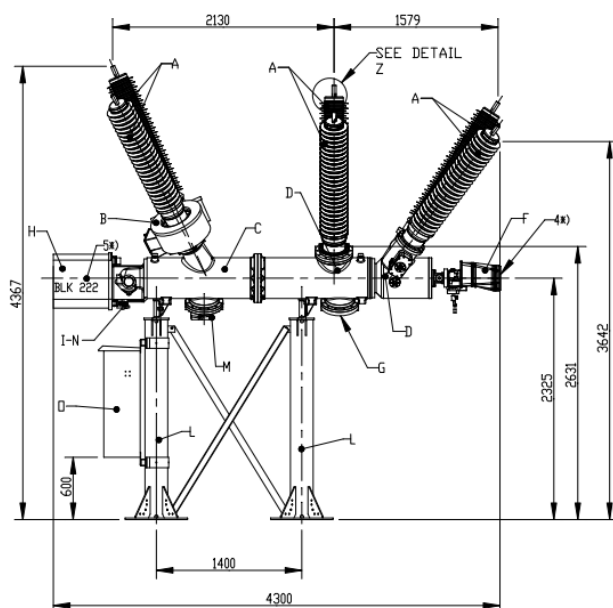
A gáz szivárgása szempontjából a SIEMENS berendezés a legkedvezőbb.

2.4.2. A Kiválasztott berendezés

Az előbb felsorolt szempontokat figyelembe véve a számunkra legkedvezőbb berendezés az **ABB PASS M0 DBB** berendezés. Bár ennek a készüléknek a legmagasabb a szivárgása, villamos szempontok alapján csak ez a berendezés megfelelő számunkra.

A készülék felszereltségét illetően tartalmaz három megszakítót, három nyaki áramváltót, szakaszolókat, melyek közül 1 földelő szakaszoló, egy gáznyomás monitort és egy gáz utántöltő szelepet.

A DBB (Double Bus Bar) jelentése az, hogy a berendezés nem 2*3, hanem 3*3 kivezetéssel rendelkezik, aminek segítségével a két gyűjtősín közötti szakaszolást is képes a berendezés elvégezni. A mellékelt 2.4. ábra a berendezés méreteit, és a berendezésben található készülékek elhelyezkedését mutatja.



Ahol:

- A: Átvezető szigetelő
- B: Áramváltó
- C: Szakaszoló
- D: Dupla szakaszoló + földelő szakaszoló
- F: A szakaszoló hajtása
- G: Megfigyelő nyílás
- H: A megszakító hajtása
- I: Sűrűség monitor
- L: Alátámasztás
- M: Hasadótárcsa
- N: Gáz csatlakozó
- O: Irányító kabin

2.4.ábra: ABB PASS M0 DBB [14.]

2.5 Egyéb berendezések, készülékek, kellékek kiválasztása

Bár a mező legfőbb készülékét már kiválasztottuk, a mező így még nem teljes. A teljes kialakításhoz még ki kell választanunk azokat a villamos készülékeket, amelyek a kapcsolóberendezésnek nem a részei, viszont a mező működtetéséhez nélkülözhetetlenek. Ezek a készülékek rendre a gyűjtősín, a tám- és függőszigetelők, továbbá a feszültségváltók lesznek.

2.5.1. Gyűjtősín

A gyűjtősín kiválasztása során az üzemi áramokat célszerű figyelembe vennünk [15.]. A 3150 Ampernek megfelelő körgyűrű keresztmetszetű sín legyen egy ötvöztött alumínium **120*8-as E-ALMgSi 0,5 F22-es csupasz sín**. A sínből 6 kerül majd megrendelésre, a Rasch-Metalle német vállalatától [16.].

A sín ellenőrzése a különböző zárlati mechanikai és termikus igénybevételekre nem állapíthatók meg nagy biztonsággal, mivel több paraméter, mint például a sín hossza, a védelmi idő nem ismertek, csak feltételezni tudunk.

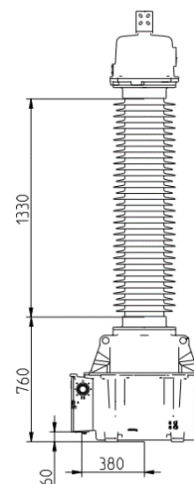
2.5.2. Támszigetelők

A támszigetelők kiválasztása során a hálózat legnagyobb feszültségét kell figyelembe vennünk. A LAPP vállalat forgalmaz 138kV-os támszigetelőket [17.], a kialakításhoz szükséges **315286-70 típusú porcelán támszigetelők** tőlük lesznek megrendelve.

A kialakításhoz továbbá szükségünk lesz függőszigetelőkre. A kiválasztásnál változatlanul a legnagyobb 138 kV-os feszültséget kell figyelembe vennünk. A K-Line [18.] Insulators vállalat **KL138ASH28** típusú szigetelője megfelelő választás.

2.5.3. Feszültségváltó

Mivel a kapcsolóberendezést az ABB szállítja, célszerűen a feszültségváltót is tőlük rendeljük meg. A választott feszültségváltó egy **ABB EMF-E145-ös légszigetelésű** feszültségváltó [19.]. Mivel a berendezés 1 fázisú, ezért 3-at rendelünk belőle. A feszültségváltó névleges feszültsége 145 kV, a szekunder feszültséget megrendelésre állítják be. Az üzemi frekvenciás szilárdsága 275 kV, a lökőhullámú szilárdsága 650 kV. A mérőváltót az 2.5.-ös ábra ábrázolja.



2.5. ábra: Abb feszültségváltó

3. A MEZŐ KIALAKÍTÁSA

Miután a kapcsolóberendezést és az egyéb készülékeket, berendezéseket kiválasztottam, azok dokumentációi alapján elkezdhetem azok elhelyezését, a mező térbeli kialakítását. Bár a levegő átütési feszültsége 21 kV/cm, ami esetünkben ~60 mm-nél okozna átívelést, a szabvány szerint ennél jóval nagyobb távolságot vagyunk kötelesek tartani. Ennek okát elsősorban az esetleges túlfeszültségek, a zárlati nagy igénybevételek, az érintésvédelmi okok között kell keresnünk. Így a rajz kialakítása során a szabványokban [1.] [2.] rögzített értékeket célszerű figyelembe venni, nagy védőtávolságokat hagyva.

3.1. A készülékek, berendezések elhelyezése

A telepített primer kapcsolóberendezések funkciójuk szerint: megszakító, szakaszoló, földelő szakaszoló, áramváltó (4 mag, 2 mérő, 2 védelmi) illetve feszültségváltó. Túlfeszültség levezetőt nem telepítettem, a mérő mező feltételezett jelenléte miatt.

Az alállomáson az egyes berendezések, készülékek földfelszín feletti magasságának beállításához **tartóoszlopok** kerülnek létesítésre. Az oszlopok közül 5 oszlop kerül majd kialakításra, 2 db 10 méteres, 1 db 6,7 méteres és 2 db 5 méteres. Az egyik 10 m-es oszlop közepén 5 m magasságban továbbá ki kell alakítanunk egy tartószerkezetet, amely a támszigetelők tartásában fog részt venni. Az oszlopokon tám, vagy függőszigetelők lesznek elhelyezve, a rajz az elhelyezett szigetelők helyeit is tartalmazza.

A **gyűjtősíneket** a földfelszíntől 4237 mm-es magasságban helyeztem el érintésvédelmi okok miatt. A sínek között a legkisebb megengedett fázistávolság 120kV-on szabadtéren 1300 mm, ezt figyelembe véve a sínek között 2000 mm helyet hagytam. A sínek majd egy tartószerkezeten fognak feküdni, a tartószerkezettől 2-2 db. támszigetelő fogja őket elszigetelni. A sínek pontos hosszait a rajz nem tartalmazza, mivel azokhoz még más mezők is csatlakozni fognak.

A **kapcsolóberendezést** a gyűjtősínek és a készülékszállító út közé helyeztem el. A készülékszállító út kedvező közelsége és a könnyű hozzáférhetőség miatt a készüléket úgy forgattam el, hogy annak az irányító kabinja (LCC) a készülékszállító út felé nézzen. A kapcsolókészülék pontos méreteit az előző fejezetben bemutatott rajz is tartalmazza, az azt befoglaló téglatest méretei: magassága 4367 mm, szélessége 4300 mm, vastagsága 3340 mm.

A **fázisvezetők** elhelyezése során a hazánkban elterjedt három vezetősíntes, közép magas kivitelű alállomások terveit vettem figyelembe. A fázisvezetők egymás közötti távolsága 2200 mm, anyaguk ACSR, 250/40.

Az alállomás üzemvitele során fontos kialakítanunk egy **készülékszállító utat**, melynek segítségével a cserélni kívánt készülékek cseréje, üzemviteli teendők elvégezhetőek. Az út szélessége 3500 mm, amelyen egy legfeljebb 4000 mm magasságú személygépjármű haladhat át. A kijelölt terület minden irányban legalább 1700 mm távolságra kell hogy legyen minden feszültség alatti ponttól, erre a kialakítás során figyelmet fordítottam. Egy ehhez hasonló készülékszállító utat célszerű lenne a transzformátor túloldalára is kialakítani, hogy a transzformátor daruzható legyen, ezt az utat viszont a transzformátor ismerete nélkül nem ábrázoltam.

Azokon az állomásokon, ahol egyszerre több transzformátor is üzemel, vagy a transzformátort tűz és/vagy robbanásveszélyes anyag, tárgy vesz körül, azokat egy **vagyonvédelmi betonfallal** kell elválasztani [20.]. Mivel esetünkben a két fenti feltétel egyike sem teljesül, így a fal felépítése nem indokolt, nem kerül felépítésre.

Mint azt a 2. fejezetben említettem, a terv a transzformátort nem tartalmazza, viszont a transzformátor alatt elhelyezésre kerülő **kármentő medencét** igen [20.]. A kármentő medence egy beton falú, kavicsokkal feltöltött kád, amely a balesetek során esetlegesen a transzformátorból kifolyó transzformátorolaj felfogására, az égő olaj hűtésére, a környezetbe jutás gátlására telepítünk. A kármentő medencének a transzformátor alaprajzi vetületén legalább fél méterrel túl kell hogy nyúljon, ezt a távolságot 1 méterre választottam. Mivel a transzformátor szélességére, vastagságára vonatkozó közelítő adatokkal rendelkezünk, amelyek 7400*3100 mm, a kármentő medence választott belső méretei 9400*5100 mm. A kavicságy mélysége esetünkben 1 méter, a betonkád falvastagsága 500 mm.

A rajz a **feszültségváltók** elrendezését is tartalmazza. A feszültségváltókból összesen 3 db. lett telepítve, fázisonként 1 db., ezek a transzformátor és a készülékszállító út között kaptak helyet. A feszültségváltók alatt egy 2250 mm magas, 800 mm széles, 5800 mm vastag betonfal is felépítésre került, érintésvédelmi okok miatt. A feszültségváltók így a földfelszín feletti 4340 mm-es magasságban csatlakoznak a vezetékekhez.

A rajz nem tartalmazza a segédüzemi épületek képét, a kábelárkok helyét, a földelőrendszer kialakítását, azoknak nagy összetettsége és a többi (vonali, mérő, sínbontó) mező jelenléte miatt, amikre ez a dolgozat nem tér ki. A rajz továbbá nem tér ki a KöF oldal kialakítására sem. A KöF oldalon viszont megfontolandó a KöF vezetők kábeles elhelyezése kábelárkokban, majd ezekhez praktikusán épített cellás kapcsolóberendezések csatlakoztatása, leágaztatása.

3.2. A levonható következtetések

Most, hogy a rajz elkészült, vizsgáljuk meg a mező kiterjedését, illetve azt, hogy így mekkora helyet takaríthattunk meg. A mező hozzávetőleges nagysága így:

$$L=3300+2010+3200+3200+2010+3200+4500+1400+3100+1800+3500+1800+1800+800+2000= 37620 \text{ mm lett.}$$

A számítás nem tartalmazta a kármentő medence méreteit. Az így számított hozzávetőleges hosszúság alapján megállapíthatjuk, hogy ezzel az elrendezéssel nem takaríthattunk meg sok helyet egy légszigetelésű mezőhöz képest, viszont az elrendezésünk így is eleget tesz a mező összes funkciójának, továbbá sokkal nagyobb védőtávolságokat tarthattunk az egyes berendezések között, így törekedve a jövőben fellépő hibaállapotok csökkentésére. A segédüzem kialakítása szempontjából viszont kedvezőbb ez az elrendezés, mivel elégséges a mezőben csupán egy kábelárkot kialakítanunk a készüléknek, és természetesen egyet a feszültségváltóknak.

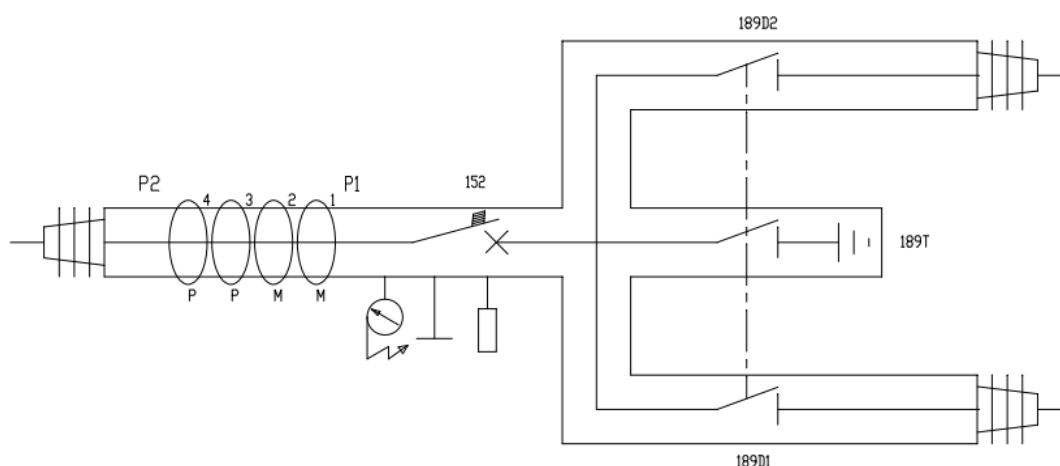
A mellékelt rajz az Autodesk AutoCad szoftver diákverziójával készült, és tartalmazza a mező oldalmetszeti, felülnézeti és egyvonalas képét. A készített rajzokat rendre a Melléklet „SZD1”, „SZD2”, SZD3”-as rajkszámú rajzként a Mellékletek között elhelyeztem.

4. A SEGÉDÁRAMKÖR KIALAKÍTÁSA

Bár a készülékeket már kiválasztottuk, és azokat a térben elhelyeztük, a mező kivitele még nem mondható teljesnek. Nem tekinthetünk el afölött, hogy a kiválasztott készüléket irányítanunk kell. A segédáramkör kialakítása során a legfőbb törekvéseink azok, hogy létrehozzuk a kapcsolatot a berendezés és a „reléház” között, a kapcsolókészüléket akár távoli eléréssel is irányítani tudjuk, továbbá felvilágosítást nyerhessünk a készülék állapotáról. A védelmi funkciók kialakításával majd csak a következő fejezetben fogok részletesen foglalkozni.

4.1. A készülék adatai

A segédáramkör elkészítéséhez talán ezek a legfontosabb adatok. A beépítendő készülék egy ABB PASS M0 DBB berendezés, amely 63 kA-es megszakítóképeségű, 3150 A névleges üzemi áramú, 164 kA-es dinamikus áramcsúcsot képes elviselni. A hajtás módja rugóerőtározós motoros hajtás. A készülék gyártó által publikált egyvonalas rajza is rendelkezésünkre áll, az 1. ábra szemlélteti [14.].



4.1.ábra: ABB PASS M0 DBB egyvonalas rajza [14.]

A rajz alapján elmondható, hogy a készülék rendelkezik egy megszakítóval (152), két szakaszolóval (189D2 és 189D1), 3 áramváltóval (P1 és P2), egy gyorsföldelővel (189T) illetve egy két állapotot érzékelő gáznomásérzékelővel. A készülék átvezető szigetelők segítségével kapcsolódik az alállomás vezetőihez. A gáz utántöltésére továbbá rendelkezésünkre áll egy utántöltő szelep.

4.2. A bekötés alapvető menete

Az egyenáramú segédüzem kialakításához szükségünk lesz még egyéb szerelvényekre, pl. sorkapcsokra, kábelekre, operatív feszültségekre. A kapcsolás kialakítása előtt fontosnak tartom, hogy tisztában legyünk ezen készülékek funkcióival, működésükkel, kiválasztási alapvetéseivel. Jelen fejezetben a kapcsolás kialakításának az alapvető szempontjait és a működtetéshez szükséges készülékeket sorolom fel.

4.2.1. Az operatív feszültségek

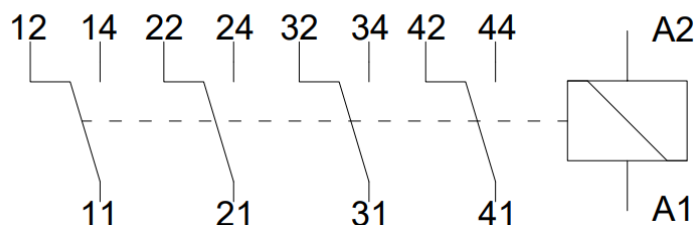
A segédüzem működtetéséhez szükségünk van egy feszültségszintre. Ezt a feszültségszintet operatív feszültségnek nevezzük. Az operatív feszültség Magyarországon elterjedt értéke 230 V-os egyenfeszültség, én is tartom magam ehhez az értékhez. A feszültségek elosztásához külön sorkapocsléceket kell kialakítanunk. Nem alakíthatunk ki csupán egy pozitív és egy negatív szintet, célszerűen többet kell alkalmaznunk. Ennek az az oka, hogy a különböző funkciók különböző terhelésekkel járnak, nem elégedhetünk meg csupán 1 betáplálással. A rajzokon a „-XDC” sorkapocs lesz felelős ezért a funkciókért.

4.2.2. A segédkábelek

A berendezés vezérlését bár a berendezésen elhelyezett vezérlógombok segítségével is elvégezhetjük, elsősorban viszont mégis a távvezérlés útján fogjuk a berendezést irányítani. Emiatt a berendezés, illetve a vezérlő közötti kapcsolat kialakításához segédkábeleket kell elhelyeznünk. A segédkábelek vezetőszámainak anyaga lehetőleg réz legyen, a különböző funkciók összekötéséhez viszont a keresztmetszetre is ki kell térnünk, miszerint a működtető funkciók 4 mm²-es, a jelzőfunkciók 1,5 mm²-es szálon fussanak. A telepítés során figyelembe kell vennünk továbbá az esetleges bővítéseket, illetve hibaállapotokat (pl. érszakadás), ezért praktikusán a szükségesnél több (~+10%) vezetőt helyezünk el a kábelcsatornába. A rajzon a kábelcsatornák a vastagon áthúzott vezetékeket fedik le, iktatási számuk „W”-vel kezdődik. A kábelezés kialakítása során még figyelembe kell vennünk a kábelek kölcsönös induktivitását is. Ez a tervezés során abban nyilvánul meg, hogy két eltérő funkciójú kábel (pl. jelző és működtető) nem futhat ugyanabban a kábelkötegben. Ennek az az oka, hogyha például a rugófelhúzó motor működésbe lép, akkor hirtelen egy nagy áramlökés, egy tranziens jel keletkezhet, ami nem kívánt „1” értékeket szuperponálhat rá a jelzőkábeleinkre.

4.2.3. Segédrelék

Hogy a berendezések egyes üzemállapotai, illetve vezérlése között logikai összefüggéseket hozhassunk létre, szükségünk van relék alkalmazására. Mint ahogyan azt a későbbiekben látni fogjuk, például a megszakító hibamentes vezérléséhez elengedhetetlenek ezek a készülékek. A relék megnevezése minden esetben „K”-val kezdődik, az egyes relék funkcióit az őket lefedő témakörben fogom részletezni. A relék bekötéséhez továbbá figyelembe kell vennünk az egyes relék kapcsolási sémáját, a 2.3-as ábra egy, a Schneider [21.] által forgalmazott relé sémáját ábrázolja. A működtető tekercseket „A”-val jelöltem, a segédérintkezőket a rajzon szemléltetett módon ábrázoltam.



4.2.3-as ábra: Schneider relé kapocskiosztása

4.2.4. Sorkapcsok

Mivel a segédkábelek sok esetben nagy keresztmetszettel bírnak, így azok bekötéséhez sorkapcsokra is szükségünk van. A sorkapcsokat az alapján kell kiválasztanunk, hogy azok az előző fejezetben tárgyalt segédkábel keresztmetszeteket fogadni tudják, azaz legalább 4 mm^2 -es segédkábelt tudjanak fogadni. Egy erre alkalmas sorkapocs lehet a Conrad által forgalmazott 2006-os sorozat [22.]. Ezek a sorkapcsok akár 6 mm^2 -es vezetőt is tudnak fogadni, névleges áramerősségük 41 Amper. Gondolnunk kell arra is, hogy hogyan oldjuk meg azt, ha egy sorkapocsnál egy vezetőki elágazást szeretnénk kialakítani. Erre kétféle megoldást találhatunk: a gyártó gyárt olyan sorkapcsokat is, amelyek 3 kapoccsal rendelkeznek, vagy két egymás melletti sorkapcsot egy apró áthidalással, egy ún. „jumperrel” összekötjük. Ezek a sorkapcsok a reléházban egy táblán, a felszerelésükre alkalmas fém sínen fognak elhelyezkedni.

A sorkapcsok számozása a rajzon „X” betűvel kezdődik. Mivel a vezérlőben, illetve a berendezéseknek is vannak sorkapcsai, azok beazonosítását a beépítési hely szerint az egyes berendezések témaköreiben fogom elvégezni.

4.2.5. Segédérintkezők

Az egyes berendezések különböző, üzemvitel szempontjából fontos állapotainak érzékelésére (pl. bekapcsolt állapot, kevés SF6) a kapcsolóberendezésen belül érintkezők lettek kialakítva. Ezen érintkezők működése jellemzően valamilyen mechanikus elven lett megoldva, minden érzékelőhöz beazonosítható a vizsgált állapot. Az érintkezők megnevezéseit a forrásban [3.] rögzített megnevezésekhez hasonlóan végeztem el, rajztechnikailag ezek az érintkezők a mellékelt kapcsolási rajzok alsó felén helyezkednek el. Az érintkezőket esetünkben áramkörileg ideálisnak ($Z_{átviteli}=0 \Omega$) feltételezem.

4.2.6. Egyéb készülékek

Az egyes állapotok jelzésére, a jelző berendezéseket szimbolizálva egységesen egy izzólámpa rajzjelét fogom használni, míg a működtető parancsadó készülékeket egységesen egy normál üzemben nyitott nyomógommbal fogom ábrázolni.

Ezek mellett még meg kell említenünk az egyes működtető motorokat, amelyek rendelkeznek egy „42RT” jelű motorvédelemmel. A működtető motorokról a gyártó nem közölt sok információt, nem publikálta például azt sem, hogy a motor egyen-, vagy váltakozó feszültségű motor. Emiatt az egyszerűség kedvéért a későbbiekben ezeket a motorokat egyenáramú működtetésűnek feltételezem.

A segédáramkörben továbbá szükségünk lesz egy váltakozó feszültségű energiaforrásra. Ennek oka az, hogy a személyzet feladatait nagyban segíti, ha a mezőben elhelyezünk egy csatlakozó aljzatot és egy kapcsolható fényforrást.

A továbbiakban rendre a megszakító, a szakaszoló, az áramváltó és a feszültségváltó bekötését fogom részletesen tárgyalni.

4.3. A Megszakító bekötése

4.3.1. Alapvetések

A megszakítónk 3 pólusú kapcsolást képes végrehajtani, az SF₆-os gáztérben helyezkedik el. A megszakító működtetésének 3 fontos lépése van:

- Mivel a megszakító rugóerő-tározós hajtású, a BE parancs kiadása előtt a rugót fel kell húznunk. A rugó felhúzására egy motor áll rendelkezésünkre.
- A megszakító rendelkezik egy BE tekercssel. A rajzon a CL jelű tekercs felel a feladat elvégzésére.
- A megszakítónk 2 darab KI tekercssel rendelkezik, melyek közül az 1°OP jelű tekercs az elsődleges kioldó tekercs, a 2°OP tartalék funkciót lát el.

A továbbiakban az ENEL [3.] által kiadott megszakító szekunder rajzának fontosabb érintkezőit, és azok célszerű bekötéseit fogom röviden bemutatni. A Melléklet SZD4. ábrán helyezkednek el ezek a funkciók, a „-Q” helyen a berendezés kapcsai és érintkezői, a „+Q2” helyen pedig a megszakítónak kialakított vezérlő foglal helyet.

4.3.2. A Rugót felhúzó kör bekötése

A rugó felhúzása automatikusan történik, amint a rugó laza állapotba kerül. Ennek elvégzésére a gép „laza rugó” funkcióját betöltő, „-X1M:15” sorkapcsára csatlakozó „P4 SPRINGS” nevű érintkezőt fogom felhasználni. A vezérlőben a „-X2M:8” sorkapocsra csatlakoztatom az érintkezőt, továbbá ellátom egy „-K1R” jelű relével, és egy jelzéssel. A relé bekötése során figyelembe kell vennünk azt, hogy a segédérintkező normál esetben zárt és akkor bont, ha a rugó feszes.

A rugó felhúzását mivel egy motor végzi, így a motor kapcsait sorosan csatlakoztattam. A motor egyik kapcsát a pozitív tápfeszültségre, a másik kapcsát a vezérlő „-X2M:2” jelű sorkapcsára kötöttem. A vezérlő ezen sorkapcsára fognak ugyancsak csatlakozni a rugó felhúzását lehetővé tevő érintkezők. A motorról tudnunk kell azt, hogy nem állandó üzemű működésre van kialakítva [23.]. Emiatt a motor kímélésére rendelkezésünkre áll egy „BX” jelű érintkező, amely az „-X1M:22” megnevezésű sorkapocsra csatlakozik. A funkciót a vezérlőben az „-X2M:15” sorkapocsra csatlakoztattam, továbbá elláttam egy „-K2BX” megnevezésű relével. A relé segédérintkezőjét a működtető körrel sorosan csatlakoztattam.

4.3.3. A BE tekercs bekötése

A behúzó tekercset a berendezés „-X1M:3” sorkapcsa mögött találjuk. A tekercs össze van kötve a gép „-X1M:2” sorkapcsára csatlakozó negatív tápfeszültséggel, így a vezérlő felől pozitív tápfeszültséget kell biztosítanunk.

A megszakító zárása mindig egy ívkisüléssel járó folyamat. Emiatt nagyon fontos, hogy a berendezésben mindig legyen elegendő nyomású SF₆ gáz, különben a berendezés élettartama csökken, hibaállapotok tudnak kialakulni. Emiatt a gyártó elhelyezett a berendezésben több érintkezőt, amelyek az SF₆ szintek jelzésére hivatottak. A vizsgált érintkezők az „-X1M:7”-re csatlakozó P4 GAS, illetve az „-X1M:18”-ra kötött P1 GAS érintkezők. Míg a P1 GAS az első szintű, egyelőre csak figyelmeztető jelzést adó érintkező, a vezérlőben egy jelzést alakítottam ki neki a „-

X2M:18” sorkapocs mögött. A P4 GAS ezzel szemben már a második jelzés, a megszólalását követően a gépet ki kell venni az üzemből. Ennek segítségével beiktattam egy „-K4G” relét az „-X2M:10” sorkapocs mögé. A relé megszólalását követően a BE, KI, illetve rugó felhúzás parancsok lehetetlenné válnak távvezérlés útján, a sorosan kötött segédérintkezők révén.

A megszakítókra jellemző, hogy hibás működés esetén egy úgynevezett „pumping” azaz pumpálás tud kialakulni. [23.] A jelenség során a megszakító bekerülhet egy végtelen sokáig tartó zár-kiold-felhúz-zár-kiold ciklusba, ami mind a megszakító, mind a motor élettartamát csökkenti és nem kívánatos működéshez vezet. A hiba kiküszöbölésére egy „-K3AP” relét építke be, amely reteszel, amint a motor túlhajtást jelző „-K2BX” relé megszólal.

A megszakító zárásának továbbá egy olyan feltételt is megadtam, hogy a megszakító előzetesen nyitott legyen. Erre a feladatra a „-X1M:30” és 31 kapcsa között található 152NC nevű érintkező, amelyek a megszakító nyitott állapotára zár egy érintkezőt. Egy további feltételnek pedig a rugó feszített állapotát adtam meg, a „-K1R” relé segítségével. A megszakítót meghajtó áramkört a „-X2M:4”-es sorkapocsra kötöttem.

4.3.4. A Megszakító kioldása

A megszakító kioldására két tekercsen keresztül van lehetőségünk. Az 1°OP jelű kioldótekercs felelős alapvetően a kioldáshoz, a berendezés „-X1M:4” jelű sorkapocsra csatlakozik. Az egyik kivezetése a berendezésen belül már be van kötve a negatív tápfeszültségre, így én a pozitív tápfeszültségre kötöm a meghajtó áramkört. A kioldásért felelős áramkört a vezérlő „-X2M:22” jelű sorkapcsára kötöttem.

A kioldást a záráshoz hasonlóan kockázatos kevés SF6 mellett végeznünk, ezért a „-K4G” jelű relé egyik érintkezőjét sorba kötöttem a kioldó áramkörrel. A záráshoz hasonlóan a „-X1M:32” és 33 sorkapcsok között található 152NA érintkezőket is használatba vettem, amelyek akkor záródnak, ha a megszakító is zárt állapotban van, így a megszakítót csak akkor oldhatjuk ki, ha az előzetesen zárt állapotban van.

A 2°OP tekercs működtetése elsősorban a tartalékvédelem feladata, a berendezés „-X1M:5” sorkapcsán található, a távvezérlésnek kialakítottam a vezérlőben sorkapcsokat, továbbá a többi tekercshez hasonlóan ezt a tekercset is elláttam a „-K4G” relé egyik érintkezőjével, így a második gázjelzés után ez a kör se kapcsolható.

4.3.5. Jelző és egyéb funkciók

A kiszámítható működéshez fontos, hogy a vezérlőből is ellenőrizhessük a berendezés állapotát. Jelző funkcióval láttam el a caX 152 és ccX 152 érzékelőket, amelyek a megszakító nyitott, illetve zárt állapotáról adnak tájékoztatást. Jelzés érkezik még továbbá a 42RT jelű motorvédelem működéséről is.

Korábban nem említettem, de a megszakító rendelkezik egy helyi/táv működtetést beállító 43 SP kapcsolóval, a kapcsoló állapotáról is érkezik jelzés. A kapcsolót célszerű ellátni egy mechanikus zárral is.

Az ezen fejezetben vizsgált érintkezők sorkapocskiosztását itt nem részletezem, viszont a Melléklet SZD4. ábráról leolvasható.

4.4. Szakaszoló, földelő szakaszoló bekötése

4.4.1. Alapvetések

A szakaszoló bekötése mondhatni egyszerűbb feladat, mint a megszakító bekötése, de ettől függetlenül a helyes működésre, jelzésekre itt is nagy figyelmet kell fordítanunk. A mellékelt 4. ábrán található a szakaszoló segédáramköri rajza, a szakaszoló és földelőszakaszoló saját kapcsolai a „+SZV1”, a vezérlő kapcsolai a „+SZV2” helyen foglalnak helyet. A dolgozatban nem részletezett bekötések a rajzról leolvashatóak.

Az első és talán legfontosabb feltétel, hogy a szakaszoló nem hozható működésbe, ha a megszakító zárt állapotban van. A reteszelés kialakításával nekünk már nem kell foglalkoznunk, mivel a berendezés már gyárilag úgy van elkötve, hogy a 152TR RST jelű érintkezővel a megszakító zárt állapotában a segéd feszültség körét bontjuk.

Meg kell gátolnunk továbbá, hogy a szakaszoló záródhasson, ha a földelőszakaszoló is zárt és fordítva. Ezzel a feladattal ugyancsak nem kell foglalkoznunk, mivel a berendezés érzékelői úgy vannak bekötve, hogy azok ezt a reteszelést megvalósítsák.

Az SF6 gáz hiánya miatti kioldás úgyszintén nem tartozik a feladataim közé, mivel annak segédérintkezője nyitás esetén bontja az egész segédáramkör működtető részét, a P4 GAS/TR érzékelővel.

A megszakítóhoz hasonlóan a szakaszoló is el van látva egy mechanikus 43 SP/TR kapcsolóval, amely segítségével válthatunk a helyi és távvezérlés között.

4.4.2. A szakaszoló bekötése

A fentebb felsoroltak tudatában a feladatunk nagyban leegyszerűsödik. A hibamentes működés érdekében a „-X3SZ:19” sorkapocsra csatlakozó BX189TR érzékelőt, ami a motor túlhajtása ellen véd, a vezérlő „-X4SZ:9”-as sorkapcsán keresztül ellátom egy „-K5BXTR” jelű relével, a segédérintkezőit pedig a vezérlő készülékekkel sorba kötöm.

A szakaszoló nyitása, illetve zárása érdekében a BE és KI paranccsal egy motort működtetünk, melynek jele 189TL1. A motor el van látva egy forgásirányváltó kapcsolással, amely az „-X3SZ:3” CL (zárás) illetve a „-X3SZ:4” OP (nyitás) tekercsekkel működtethető. Az említett sorkapcsokat a vezérlő „-X4SZ:3”, illetve „-X4SZ:4” sorkapcsaira kötöttem, ahonnan a vezérlő impulzust kapja.

A berendezésből 4 jelző funkciót hoztam ki, amelyek jelzik a szakaszoló nyitott vagy zárt állapotát, a 42RT189TR jelű érzékelő a motorvédelem működését, illetve az SNM189TR a vezérlőfeszültség leesését jelzi.

4.4.3. A földelőszakaszoló bekötése

A kapcsolat a földelőszakaszoló esetén mondhatni azonos a szakaszoló bekötésével. A földelőszakaszolót ugyancsak ellátom egy motor túlhajtás elleni relével, a „-K6BXTTR” relével, amely behúzó tekercsét a „-X4SZ:18”-as sorkapocsra kötöttem. A BE illetve KI parancs végrehajtásához ugyancsak rendelkezésünkre áll egy 189TTL1 motor, a működtető kör bekötése a szakaszolóval megegyezően történik, a működtető készülékek a „-X4SZ:13” és „-X4SZ:14” sorkapocsokra köthetők.

A jelzőfunkciók terén is ugyanazokat a jelzéseket hoztam ki, jelzést kapunk a földelő nyitott, illetve zárt állapotáról, a 42RT189TTR jelzés a motorvédelem működését, míg a SNM189TTR érzékelő a segéd feszültség leeséséről ad tájékoztatást.

4.5. A mérőváltók bekötése

A témakör az áramváltók, és feszültségváltók bekötését taglalja. Bár ezek a berendezések sok esetben nem a hibrid részei, mégse hagyhatjuk ki őket a felsorolásból. Segítségükkel pontos képet kaphatunk a hálózat állapotáról, a feszültség- és áramvektorokról. Pontos bekötéseiket a Melléklet SZD6. és SZD7. ábrája szemlélteti, ahol a „+CT1” az áramváltó helyét, a „+VT1” a feszültségváltó saját kapcsait és a „+M12” a mérőváltók vezérlőbe kivezetett részeit mutatja.

4.5.1. Az áramváltók bekötése

A berendezés egyes áramváltóiról elmondható, hogy 4-4 tekercssel rendelkeznek. A tekercsek között kettő „M” mint „measure”, tehát mérő funkciót, míg a másik kettő a „P” mint „protection” azaz védelmi funkciót tölt be. Ebből kiindulva az egyes tekercseket úgy helyeztem el, hogy a mérő tekercsek a vezérlő „-X6CT:1” és „-X6CT:12” sorkapcsai között helyezkednek el, míg a védelmi célt szolgáló tekercsek a „-X6CT:13” és „-X6CT:24” sorkapcsok között kaptak helyet. Az áramváltók sorkapcsait továbbá elláttam egy kapcsolható áthidalással, amelynek segítségével a nem használt tekercsek rövidre zárhatók. Az áramváltó kábelezése 4mm²-es kábelekkel történjen.

4.5.2. A feszültségváltók bekötése

Bár a feszültségváltó nem szerves része a hibridnek, mégis elhelyeztem egy ilyen berendezést a mezőben, mérési célokat szolgálva.

A feszültségváltó bekötése azon logika mentén történt, miszerint a feszültségváltónak 3*2 szekunder tekercse van. A feszültségváltót továbbá fel kell szerelnünk kismegszakítókcal. A kismegszakítók állapotjelzésére rendelkezésünkre áll 2 db segédérrintkező, ezek kapcsaira a vezérlőben elhelyeztem két jelző készüléket.

Fontos kitérnünk arra, hogy a feszültségváltó egyszerre dolgozik egyenáramú segédüzemmel, míg a tekercsek szekunder részén váltakozó feszültséggel dolgozunk. Emiatt a jelző, illetve mérő funkciókat betöltő segédkábelek nem futhatnak egy csatornában. A kábelek keresztmetszetét tekintve 1,5 mm²-es kábeleket választottam.

4.6. A levonható következtetések

Most, hogy a segédüzemi szekunder kapcsolást kialakítottuk, a kapcsolat a berendezés és a vezérlő terem között kialakult, így a készülék irányítását megoldottuk. A készülék a vezérlő teremből így irányítható, az egyes állapotairól jelzéseket kapunk, a téves működéseket reteszeléssel, segédreléssel kialakítottuk.

Megjegyzendő, hogy a készülék jelen esetben még csak kézi vezérléssel irányítható, a dolgozat következő szakaszában a távvezérléssel, védelmi működésekkel fogok foglalkozni.

5. A VÉDELMEK KIVÁLASZTÁSA

A védelmek kérdése talán a villamosenergetika egyik legfontosabb kérdése. Ezek az eszközök felelősek a hibaállapotok jelzésére, érzékelésére, ítéletet tudnak hozni a beavatkozás módjáról. Mivel nem engedhetünk meg állandó személyzetet az alállomáson, aki egy hibaállapotot sajátkezűleg elhárít, védelmi készülékekre van szükségünk. Ezek a készülékek előre gyártott készülékek, amelyeket a beépítés során magunknak paraméterezünk fel.

A dolgozat elsősorban ezen készülékek kiválasztásával és csatlakoztatásával foglalkozik, nem fog kitérni a védelmek felparaméterezésére, az időlépcsők, ébresztési szintek beállításával.

5.1. A kiválasztás alapvető feltételei

A készülékek kiválasztása során több feltételnek kell megfelelnünk:

- A védelmek kialakításának az egyik legalapvetőbb feltétele a tartalékolás logikája. A feltétel lényege az, hogy egynél több készüléket kell beépítenünk, ugyanis a beépített készülékeink is produkálhatnak hibaállapotokat. Ezen hibaállapotok többfélék lehetnek, egy kilazult érintkezés, öregedés, szoftveres hiba stb., amelyek következtében a védelem a hibaállapotot nem tudja hárítani. Ezt elkerülendő két védelmi készüléket fogok kiválasztani két különböző gyártótól, amelyek a megszakító két külön kioldótekercsére fognak csatlakozni, illetve az áramváltók két külön védelmi magjára fognak csatlakozni, így érve el a védelmekről elvárt redundanciát.
- A következő feltétel a védelem indítási feltétele. Mivel egy fogyasztói közép feszültségű, feltételezhetően sugaras vagy gyűrűs/íves topológiájú hálózatot látunk el, így a számunkra legkedvezőbb védelem a túláramvédelem.
- A másik feltétel, amit figyelembe kell vennünk nem más, mint a beépítés helye. A készüléket ugyanis a transzformátor mezőbe kell beépítenünk, emiatt alapvetően több funkciót is el kell látnunk. Nem feledkezhetünk meg a transzformátor védelmeiről, például a Buchholz védelemről, a transzformátor differenciálvédelméről, a földzárlati védelemről, a túlmelegedésről, amelyeket ebből a mezőből is tudnunk kell hárítani. A fent említettek miatt a védelmek speciális csoportját, a transzformátor védelmeket kell választanunk, amelyek eleget tesznek a fent felsorolt feltételeknek.
- [24.] Nem feledkezhetünk meg továbbá a megszakító beragadásáról sem. Előfordulhat az a hibaállapot, hogy a megszakítónk nem tudja hárítani a védelmet, mivel egy vagy több érintkezője beragadt. Esetünkben a megszakító hárompólusú működtetésben van, tehát az egy- és kétfázisú üzem nem megengedett, hibaállapot, amely a beragadás elleni védelem időreléjét működésbe hozza. Ha az időrelé holtideje lefut, akkor egy kioldóimpulzust ad egy körgyűrűre, amely a sorban következő megszakító kioldásával hárítja a problémát.
- Nem feledkezhetünk meg továbbá a védelmek szelektivitásáról sem, de ezen dolgozat a szelektív időlépcsők kialakításával nem foglalkozik.

5.2. Az Alapvédelem

A védelmek kiválasztása az alapvédelem kiválasztásával kezdődik. Az alapvédelmi funkciót esetünkben az ABB által forgalmazott RET615-ös transzformátorvédelem fogja ellátni.

5.2.1. A Védelem rövid ismertetése

[25.] Ez a védelem kompetens ellátni az összes számunkra nélkülözhetetlen funkciót. A védelem 7 áramváltós bemenettel rendelkezik, amelyek közül 3 a NaF, 3 a KöF, illetve egy a földáram mérésére szolgál. A gyártmány rendelkezik továbbá 8 bináris, optocsatolós bemenettel, ezeken információkkal láthatjuk el a mező állapotáról. A berendezés rendelkezik továbbá kimenetekkel is, amelyek között találunk jelző, illetve működtető funkciókat egyaránt. A készülék LED-ekkel is el van látva, jelzőfunkciók céljából.

[25.] A felparaméterezés céljára a gyártmány rendelkezik egy LCD kijelzővel, illetve lehetőséget biztosít WEB-es felparaméterezésre is, LAN kábelen keresztül, egy szoftver segítségével. A védelem továbbá rendelkezik egy TEST gombbal is.



5.2.2. A bekötés menete

5.2-es ábra: RET 615 [26.]

[27.] A védelem elsődleges érzékelő szerve az áramváltós bemenetei. Az áramváltók NaF oldalért felelős részét csatlakoztattam a kapcsolóberendezés áramváltójának az első védelmi magjára. A következő 3 bemenet a transzformátor szekunder oldalára kötendőek, illetve a hetedik kapocspár a földáramot méri. A 3 KöF bemenet a szekunder oldali áramváltó kapcsaira kötendőek, míg az utolsó bemenet bekötésére több opció is áll előttünk. Egyrészt köthetjük a kompenzált KöF oldal FÁNOE ellenállására, illetve alkalmazhatunk egy hónaljkapcsolású transzformátort is.

[27.] A bekötés következő része a beavatkozó szervek bekötése. A védelemnek kapcsolnia kell tudnia a NaF és KöF oldali megszakítókat, a NaF oldali megszakítóhoz tartozó „PO3” segédrelé érzékelőinek kapcsait csatlakoztattam a megszakító „+Q2:-X2M:31” illetve „+Q2:-X2M:33” sorkapcsaira. A védelmünk nem csak nyitni, hanem zárni is tudja a primer oldali megszakítót. Emiatt a „PO1”-es segédrelé érzékelőjének kapcsait csatlakoztattam a megszakító záró tekercsére, a „+Q2:-X2M:5” és „+Q2:-X2M:7” sorkapcsokon keresztül.

Hogy a készülék biztonsággal tudjon kapcsolni, a bináris bemeneteket is fel kell használnunk. A bináris bemenetein információt adtam neki a megszakító és szakaszoló állapotáról és a rugó felhúzottágáról. Bár a készülék képes ezt érzékelni, de az alacsony gázszint érzékelésére kialakított kapcsait nem kötöttem be se itt, se a tartalék védelemnél. Ennek egyszerű oka az, hogy a berendezést már elláttam egy kioldás blokkoló segédrelével, amely segédérintkezőjére a beavatkozó kapcsokat sorosan csatlakoztattam, továbbá a vezérlőt már elláttam egy jelzőfunkcióval.

Nem feledkezhetünk meg a védelem megszakítóberagadás elleni védelméről sem. A beragadás elleni védelem kapcsait majd a körgyűrűre kell csatlakoztatnunk.

Legvégül ki kell alakítanunk a jelző funkciókat is. A jelzések majd a vezérlőbe fognak futni. A jelző funkciók közül be kellett kötnünk pl. az általános védelmi működés működött és lefutott jelzést, a különbözeti, földzárlati, túlárami védelmi jelzéseket, továbbá a transzformátor hőfok védelmet is.

Hogy a védelmünk redundáns legyen, egy külön táblán helyeztem el (+AV1) és az őt ellátó tápfeszültségeket is egymástól és a többitől elszeparáltam. Az RET615 védelem bekötési rajza az SZD9.-es rajzon, a Mellékletek között található.

5.3. A tartalékvédelem

Mivel a védelmi logika egyik legfontosabb eleme a tartalékolás elve, ezért szükségünk van egy tartalékvédelemre is. A tartalékvédelmi funkciót esetünkben a Siemens „Siprotec 5” sorozatának a „7UT82”-es védelme fogja ellátni.

5.3.1. A Tartalékvédelem rövid ismertetése

[28.] Kialakítását tekintve a 7UT82-es védelem hasonlít az alapvédelmünkhöz. Az alapvédelemhez hasonlóan rendelkezik áramváltós bemenetekkel, 3 NaF oldali, 3 KöF oldali, viszont nem egy, hanem 2 bemenete szolgál a földáram mérésére. Rendelkezik egy ilyen kapocspárral nem csak a primer, viszont a szekunderoldalon egyaránt. Rendelkezik továbbá bemenő kapcsokkal, ahol a mező berendezéseinek állapotát figyeli, illetve rendelkezik bináris kimenetekkel is. Megjegyzendő, hogy valamivel kevesebb ilyen bemenettel rendelkezik mint az alapvédelmünk, viszont a nélkülözhetetlen funkciókon innen is el tudjuk látni.



Kialakítását tekintve hasonlóan az ABB-s védelemhez rendelkezik egy LCD kijelzővel, indikátor LED-ekkel, a hátlapján pedig a kapcsolat kialakításához szükséges RJ45-ös csatlakozóval. A kimenetek funkcióját mi magunknak is be tudjuk állítani.

5.3.-as ábra: 7UT82 [27.]

5.3.2. A tartalékvédelem bekötése

[29.] A bemeneti szerverek bekötésénél hasonlóképpen járunk el mint az alapvédelemnél. Megjegyzendő viszont, hogy a bekötés során más áramváltó magokat kell felhasználnunk, mint azt az alapvédelemnél tettük. Emiatt a bemeneti kapcsokra a kapcsolóberendezés áramváltójának a második védelmi magját használtam fel. Hasonlóképp jártam el a KöF oldalon, és a földárammérésnél is.

[29.] A védelmünknek szüksége van állapotjelzésekre a megszakítók felől. Két jelzést kell biztosítani, az egyik a NaF oldali megszakító állapota, ezt a jelzést az „+Q2-X2M:15” sorkapocsról látom el. A másik szükséges jel a KöF oldali megszakító állapota, ezt hasonlóképp kell az ennek megfelelő sorkapocsra kötni. Az érzékelésre szolgáló relék a „BI1” és BI2” relék.

[29.] A tartalékvédelmünknek is tudnia kell kapcsolni a megszakítókat. Ezeket a kapcsolóberendezés „+Q2-X2M:21” és „+Q1-X2M:23” sorkapcsaira kötöttem. A tartalékvédelmi kioldást a megszakító második kioldótekercsére kötöttem, míg az alapvédelmet az elsőre. A KöF oldali kioldás parancs ugyanígy a KöF megszakító második, avagy tartalék tekercsére kötendőek. A kioldóparancs biztosítására a készülék relés kimenetei szolgálnak, amely relék rendre a „BO1.1” és „BO1.2” relék.

Gondolnunk kell itt is a megszakító beragadására. A beragadás elleni védelmi parancs kiadására esetünkben a „BO2.1” es relé segédérintkezője szolgál. A védelmi parancsot ugyancsak a körgyűrűre kell csatlakoztatnunk.

A védelmünknek továbbá jelzéseket is ki kell adnia. A jelző funkcióink a kevesebb kimenet miatt szegényesebbek, viszont a legfontosabb jelzéseket így is ki tudjuk adni. A legfontosabb jelzések, mint az általános védelmi működés lefutott/elindult jelzéseket így is el tudjuk juttatni a vezérlőbe. A többi védelmi jelzés kimutatására pedig használhatjuk a LED-eket, továbbá a védelem képes naplózni a hibaállapot jelalakokat.

A védelmet az alapvédelemhez hasonlóan külön táblán („TV1”) helyeztem el, továbbá biztosítottam neki a többitől független operatív feszültséget. A védelem kész bekötését a Melléklet „SZD10.” ábrája tartalmazza.

5.4. Egyéb védelmi kérdések

Bár a legfőbb védelmeinket már telepítettük, mégis marad egy pár megválaszolatlan kérdés ebben a témakörben. A kimaradt védelmeket röviden ismertetem, a kimaradásuk okát részletezem, illetve megoldást kínálok a beépítésre.

Egyrészt a mezőnk nem rendelkezik **túlfeszültség védelemmel**. A túlfeszültségvédelem elsődleges szerve a túlfeszültség levezető. A mezőt nem láttam el túlfeszültség levezetővel, a többi (vonali, mérő) mező feltételezett jelenléte miatt. Természetesen, ha a jövőben mégis úgy döntünk, hogy a mezőt fel szeretnénk szerelni egy ilyen készülékkel, arra az esetre is van megoldás. Mivel a túlfeszültség levezető külsőre hasonlít egy támszigetelőhöz, ezért valamelyik oszlop tetejére felszerelt támszigetelőt ki tudjuk cserélni egy túlfeszültség levezetőre, praktikusán ez az oszlop legyen a készülékszállító út melletti 5 méter magas oszlop. Bár a transzformátorról sok ismeretünk nincs, mégis feltételezhetjük, hogy az is fel van szerelve túlfeszültségvédelmi eszközökkel, ezek lehetnek koordináló szikraközök, illetve a tekerclések szigetelése.

A másik fontos kérdés a **gázvédelem** kérdése. A különböző hibaállapotok a transzformátor olajban gázosodást idéznek elő, amelyek kisebb sűrűségük miatt az olajban felfelé áramlanak az olajtartály irányába. A jelenség kiszűrésére egy úgynevezett Buchholz relét alkalmazunk, amely egy mechanikus úszós megoldással a gázlökés során zárni fog egy, vagy két érintkezőt. Ezek lehetnek jelző, illetve kioldási szintek. Tekintettel arra, hogy a védelmeink nem tudják ezt érzékelni, illetve hogy a transzformátorról nincs sok ismeretünk, ezt az eszközt nem helyeztem el a rajzokban. Viszont ha mégis úgy döntünk, hogy a gázvédelmet felhasználjuk a védelmi működéseink során, a védelmeket megkerülve csatlakoztathatjuk a védelem kioldó parancsát a meglévő kapcsolásunkhoz, ezt praktikusán az „+Q2-X2M:20” és „+Q2-X2M:23” sorkapcsokra köthetjük, továbbá biztosítani kell a segédkábeles elvezetést a transzformátor és megszakító között.

Egy másik fontos védelmi szervünk az **egyenáramú segédüzem** védelmei. Bár az egyenáramú segédüzemet egy zárlatvédelemmel, kismegszakítókka l elláttam, nem feledkezhetünk meg arról a ritka körülményről, hogy a segédüzemi feszültségünk leesik, eltűnik. [30.] Erre a jelenségre a gyakorlatban autonóm zárlati tartalékvédelmeket, röviden AZT védelmeket szoktunk felszerelni. Az AZT védelem nem rendelkezik tápfeszültség kapcsolakkal, nincs is rá szüksége, a kioldáshoz szükséges energiát a zárlati áramból nyeri egy komparátoros megoldással, az AZT lassan, másodperces késleltetéssel működik. Az AZT fel nem szerelését ugyancsak a többi mező feltételezett jelenléte ad okot, a magyar gyakorlatban ilyen készüléket a transzformátor mezőbe nem szoktunk telepíteni. Ha megrendelői kérésre mégis az AZT felszerelése mellett döntünk, az AZT felszereléséhez szükségünk lesz még egy védelmi áramváltó magra. Mivel az AZT-t a megszakítóhoz közel, az LCU-ba szokták felszerelni, a legjobb megoldás az lenne, hogy a tartalék védelem áramváltós NaF bemeneteit áttelepítjük a transzformátor nyaki áramváltójára (aminek a jelenléte nem biztos). A kioldó szervét a megszakító valamelyik kioldó tekercsére telepítjük.

5.5. MAB vezérlő egység

A rajzok szemlélése során többször találkozhatunk egy általam csak „MAB” néven hivatkozott készülékkel.

[31.] Az eszköz egy digitális vezérlő egység, amely alapvető funkciója a távműködtetés. Ha a mezőbe egy ilyen egységet felszerelünk, abban az esetben a mező kezelőszemélyzet nélkül is teljesíteni tudja az üzemszerű működés feltételeit. Rendelkezik naplózási funkciókkal, ítéletet képes alkotni a mező különböző eseményeiről. Hogy a MAB vezérlőnk működőképes legyen, ki kell választanunk hozzá egy kártyát, illetve az egységet fel kell programoznunk. Az 5.5.-ös ábra egy ilyen, „MAB3 IED” vezérlőkészüléket mutat.



5.5. ábra: MAB3 IED

Az eszköz kiválasztása, bekötése, felparaméterezése nem egy egyszerű feladat. A mezőgép sokszor kommunikál más mezőkkel is, ez pedig a feladatunkat tovább nehezíti. Jelen dolgozat ezzel az eszközzel nem foglalkozik csak említés szintjén, a rajzokon csak funkcióként tüntetem fel, bekötési rajzot nem mellékeltem.

5.6. A levonható következtetések

Most, hogy a védelmeinket bekötöttük, a védelmi működés még nem mondható teljesnek. A védelmeinket még be kell állítanunk, össze kell hangolnunk más mezők, sőt, más alállomások védelmeivel. A védelmek beállítása nem egy egyszerű feladat, külön védelmes szakember segítségét kell kérnünk. A szakdolgozatom ezeket a témákat már nem érinti, remélem sikerült részletesen felvázolnom az előző fejezetekben felsorolt készülékek kiválasztását, illetve bekötését.

ÖSSZEFOGLALÓ

A dolgozat témáját illetően egy hibrid üzemű kapcsolóberendezésről szólt. A dolgozat olvasása során betekintést nyerhettünk a kapcsolóberendezés és a vezérléséhez nélkülözhetetlen eszközök működésébe, kiválasztásába, bekötésébe.

Az első szakasz a kapcsolókészülék kiválasztásával foglalkozott. Felismerhettük, hogy az állomás áramainak ismeretében a feladat könnyen elvégezhető volt. Érdekes továbbá azt is megjegyeznünk, hogy a kapcsolókészülék gyártók termékei között villamos szempontok alapján nincs sok különbség, viszont a térbeli elrendezésük más. Ebből kiindulva feltételezhetjük, hogy a többi fel-, illetve fel nem sorolt berendezés is számunkra kielégítő működést nyújthat, a dolgozat nem promotálni igyekezett a kiválasztott készülék gyártójának a termékét..

A második szakasz a primer bekötéssel, a térbeli elhelyezéssel foglalkozott. A dolgozat során azon állítás igazságtartalmát is vizsgáltuk, hogy a berendezés kisebb helyek foglal, mint egy AIS (légszigetelésű) berendezés. Megjegyzendő, hogy a mellékelt rajz nem a lehető legkisebb elrendezést ábrázolja, viszont bemutat egy példát. Természetesen kialakíthatunk ennél kisebb helyet igénylő mezőt is (pl. feszültségváltó elhagyása/integrálása, sínek áthelyezése, stb.).

A dolgozat harmadik gondolati szakasza a kapcsolóberendezést meghajtó segédáramkörrel foglalkozott. Láthattuk, hogy a primer kapcsolás kialakításával a berendezés még nem működőképes, szükségünk van a szekunder kör kialakítására is. Láthattuk, hogy a szekunder kör kialakításával megoldható a távműködtetés.

A szakdolgozat negyedik, és egyben utolsó szakasza a védelmek témakörével foglalkozott. Beismerhetjük, hogy a hibaállapotok gyakoriak, nem jósolhatók meg előre. A védelmek bekötésével így elértük a mező gyors beavatkozását, a vezérlő bekötésével pedig közel elértük a teljes automatizálását.

A fent felsorolt témaköröket részletekbe menően kidolgoztam, a jobb megértést szolgálják a mellékelt ábrák, rajzok, szöveges részek, illetve a sorkapocskiosztás.

SUMMARY

Regarding the topic of the dissertation, it was about a hybrid switchgear. During the reading of the dissertation we were able to gain an insight into the operation, selection and connection of the switching device and the devices essential for its control.

The first section dealt with the selection of the switchgear. We were able to recognize that knowing the substation currents, the task was easy to accomplish. It is also worth noting that there are not many differences between the products of the switchgear manufacturers in terms of electrical aspects, but their spatial arrangement is different. Based on this, we can assume that the other listed and non-listed devices can provide satisfactory operation for us, the dissertation did not try to promote the product of the manufacturer of the selected device.

The second section dealt with the primary connection, the spatial placement. In the course of the dissertation we also examined the truth of the statement that the device occupies smaller places than an AIS (air-insulated) device. Note that the attached drawing does not show the smallest possible layout, but shows an example. Of course, we can also create a bay that requires less space (eg leaving / integrating the voltage transformer, relocating busbars, etc.).

The third part of the dissertation dealt with the auxiliary circuit driving the switching device. We have seen that with the design of the primary circuit the device is not yet operational, we also need to connect the secondary circuit. We could see that remote operation can also be solved by connecting the secondary circuit.

The fourth and final section of the dissertation dealt with the topic of protections. We can admit that fault conditions are common and cannot be predicted. By connecting the protections, we achieved rapid field intervention, and by connecting the controller, we achieved near-complete automation.

I have elaborated the topics listed above in detail, the attached figures, drawings, text parts and the terminal assignment provide a better understanding.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] MSZ EN 62271 szabvány: Nagyfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek
- [2.] MSZ EN 61936-1 szabvány: 1kV-nál nagyobb váltakozó feszültségű erősáramú berendezések.
- [3.] ENEL Hybrid Modules Global Standards:
<https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/español/2-empresas/codensa/especificaciones-tecnicas-corporativas/especificaciones-at/potencia/GSH002.pdf> Hozzáférés ideje: 2021.4.20.
- [4.] Dr. Novothny Ferenc (PhD), Villamosenergia-ellátás I., Budapest 2010., ÓE KVK 2052, 166. oldal
- [5.] SIEMENS transzformátorok:
http://www.tekhar.com/Programma/Siemens/Commutacia/High_voltage/pdf_pict/5_transformers.pdf Hozzáférés ideje: 2020.11.15.
- [6.] Dr. Novothny Ferenc (PhD), Villamosenergia-ellátás I., Budapest 2010., ÓE KVK 2052, 189. oldal
- [7.] Dr. Kemény József: Kapcsolástechnika, Budapest 2010., ÓE KVK 2069, 114. oldal
- [8.] Dr. Novothny Ferenc (PhD), Villamosenergia-ellátás I. Példatár, Budapest 2018., ÓE KVK 2053, 158. oldal
- [9.] China Transpowers Electric co. :
<http://www.china-power-transformer.com/145kV-Hybrid-Gas-Insulated-Switchgear-HGIS-or-PASS--p-85.html> Hozzáférés ideje: 2020.11.16.
- [10.] SIEMENS 3AP1 DTC prezentáció:
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:110be76eae97edfae975afc1df5bf4bd32ae0250/3ap1-dtc-en.pdf> Hozzáférés ideje: 2020.11.16.
- [11.] ABB PASS M0 DBB:
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2GJA708520%202008.08&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> Hozzáférés ideje: 2020.11.16.
- [12.] ABB PASS M0 dokumentáció:
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2GJA708398&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> Hozzáférés ideje: 2020.11.17.
- [13.] PASS M0 dokumentáció: <http://www.tdproducts.com/files/36371913.pdf>
Hozzáférés ideje: 2020.11.19.
- [14.] ABB PASS M0 DBB:
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2GJA303722%202006.12&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> Hozzáférés ideje: 2020.11.19.
- [15.] Dr. Novothny Ferenc (PhD), Villamosenergia-ellátás I. Példatár, Budapest 2018., ÓE KVK 2053, 203. oldal
- [16.] Rasch Metalle
https://www.rasch-metalle.de/fileadmin/Tmpl/PDF/Allgemein/EN-Stock_Programm
Hozzáférés ideje: 2020.11.21.
- [17.] Támszigetelők
<http://www.krimp-dsm.com/wp-content/uploads/2015/06/StationPostInsulatorsCatalog.pdf>
Hozzáférés ideje: 2020.11.21.

[18.]K-Line:

<https://static1.squarespace.com/static/51641d60e4b09de45a330799/t/56e97860c2ea516dd3c545b9/1458141281337/2.2+-+Transmission+Line+Post+Cat+T-LP+-160315-updated.pdf>
Hozzáférés ideje: 2020.11.21.

[19.] Feszültségváltó:

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK106713A1923&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
Hozzáférés ideje: 2020.11.21.

[20.] Dr. Novothny Ferenc (PhD), Villamosenergia-rendszerek I., Budapest 2010., ÓE KVK 2022, 63.oldal

[21.] Schneider relé katalógus: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Catalog+Harmony+Electromechanical+Relays.pdf&p_Doc_Ref=DIA5ED2130303EN Hozzáférés ideje:2021.10.14.

[22.] Conrad sorkapcsok:

<https://www.conrad.hu/p/atvezeto-sorkapocs-2-vezetekes-zold-05-6-mm-735319>
Hozzáférés ideje: 2021.10.14.

[23.] : Power Circuit Breaker – Operation and Control Scheme By Aleen Mohammed:

<https://peguru.com/2012/03/power-circuit-breaker-operation-and-control-scheme/>
Hozzáférés ideje: 2021.4.9.

[24.] Póka Gyula: Védelmek és automatikák villamosenergia rendszerekben, Budapest 1988, ISBN: 963 10 7554 0 , 300. oldal

[25.] ABB RET615 katalógus:

https://library.e.abb.com/public/670d15dd7ab35c3fc1257b130056a5cf/RET615_appl_756886_ENa.pdf
Hozzáférés ideje: 2021.11.3.

[26.] ABB RET615 termékismertető

<https://new.abb.com/medium-voltage/hu/elosztotohalozati-vedelmek-mezovezerlok/numerikus-relek/legazasi-vedelmek-mezovezerlok/relion-for-medium-voltage/ref615-kompakt-vedelmi-mezovezerlokeszulekek>

Hozzáférés ideje: 2021.11.3.

[27.] ABB RET615 ajánlott bekötés:

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2RCA023628&LanguageCode=en&DocumentPartId=pdf&Action=Launch>

Hozzáférés ideje: 2021.11.3.

[28.] SIEMENS Siprotec 5 7UT82 termékismertető:

<https://new.siemens.com/global/en/products/energy/energy-automation-and-smart-grid/protection-relays-and-control/siprotec-5/transformer-differential-protection/transformer-differential-protection-siprotec-7ut82.html>

Hozzáférés ideje: 2021.11.4.

[29.] SIEMENS 7UT82, 7UT85, 7UT86, 7UT87 V08.80 Manual:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/405/109742405/att_1077561/v1/SIP5_7UT82-85-86-87_V08.80_Manual_C016-F_en.pdf

Hozzáférés ideje: 2021.11.4.

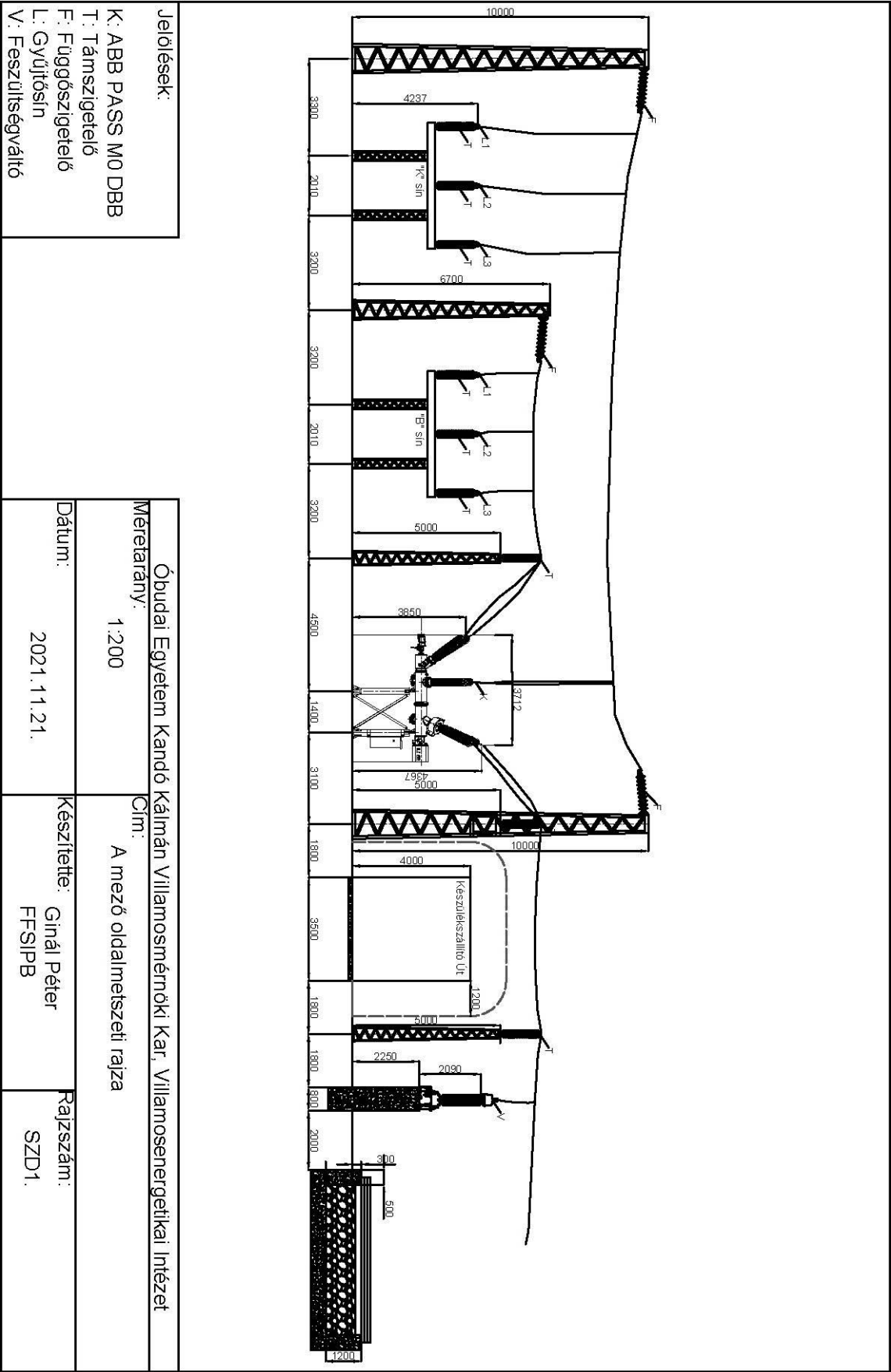
[30.] Póka Gyula: Védelmek és automatikák villamosenergia rendszerekben, Budapest 1988, ISBN: 963 10 7554 0 , 258. oldal

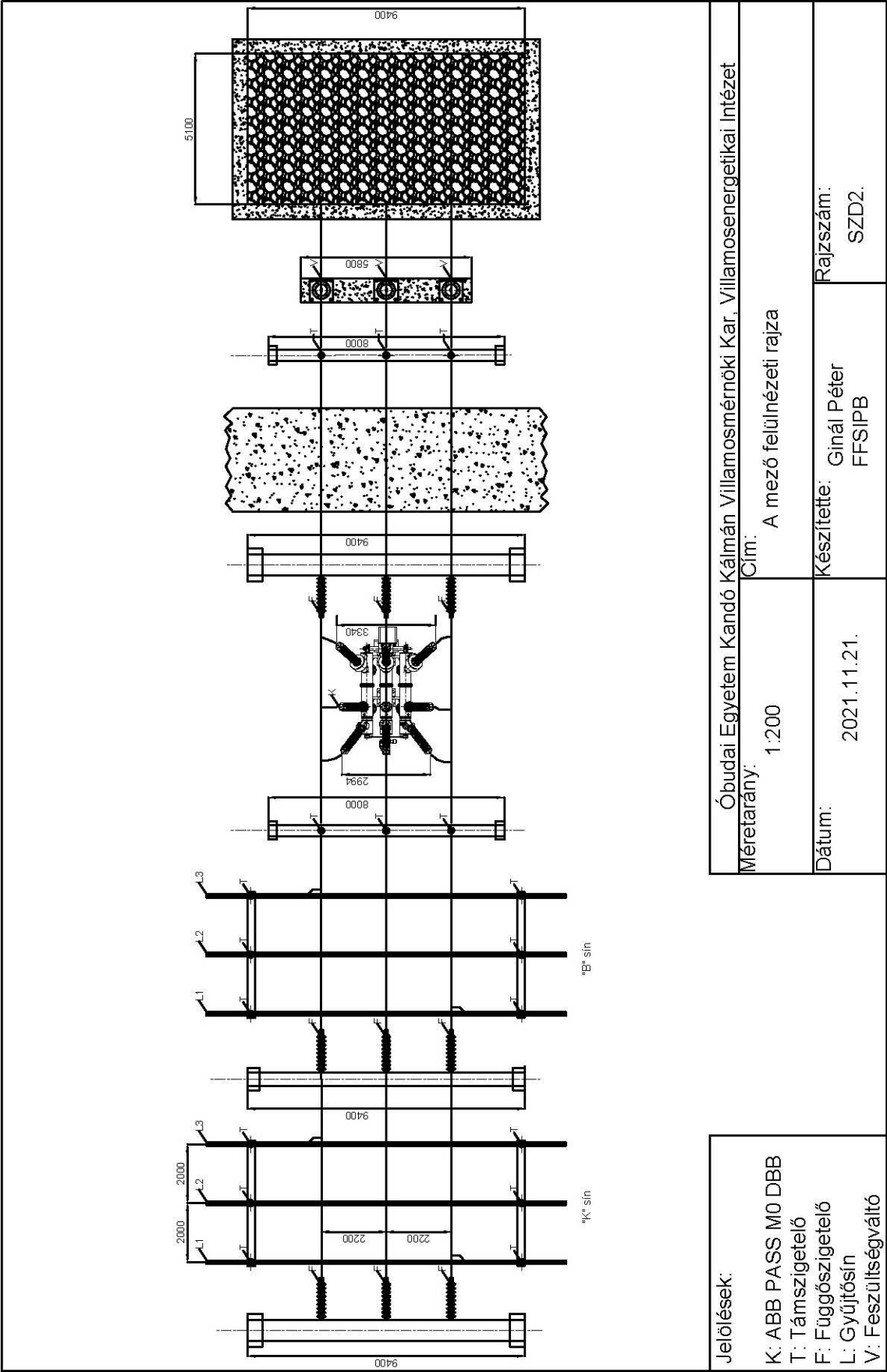
[31.] Infoware: MAB mezőkészülékek:

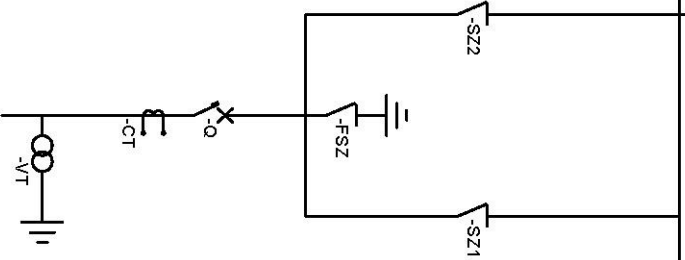
<http://www.infoware.hu/intelligens-rendszerek-mab-v2-es-mab3-ied-mezokeszulekek>

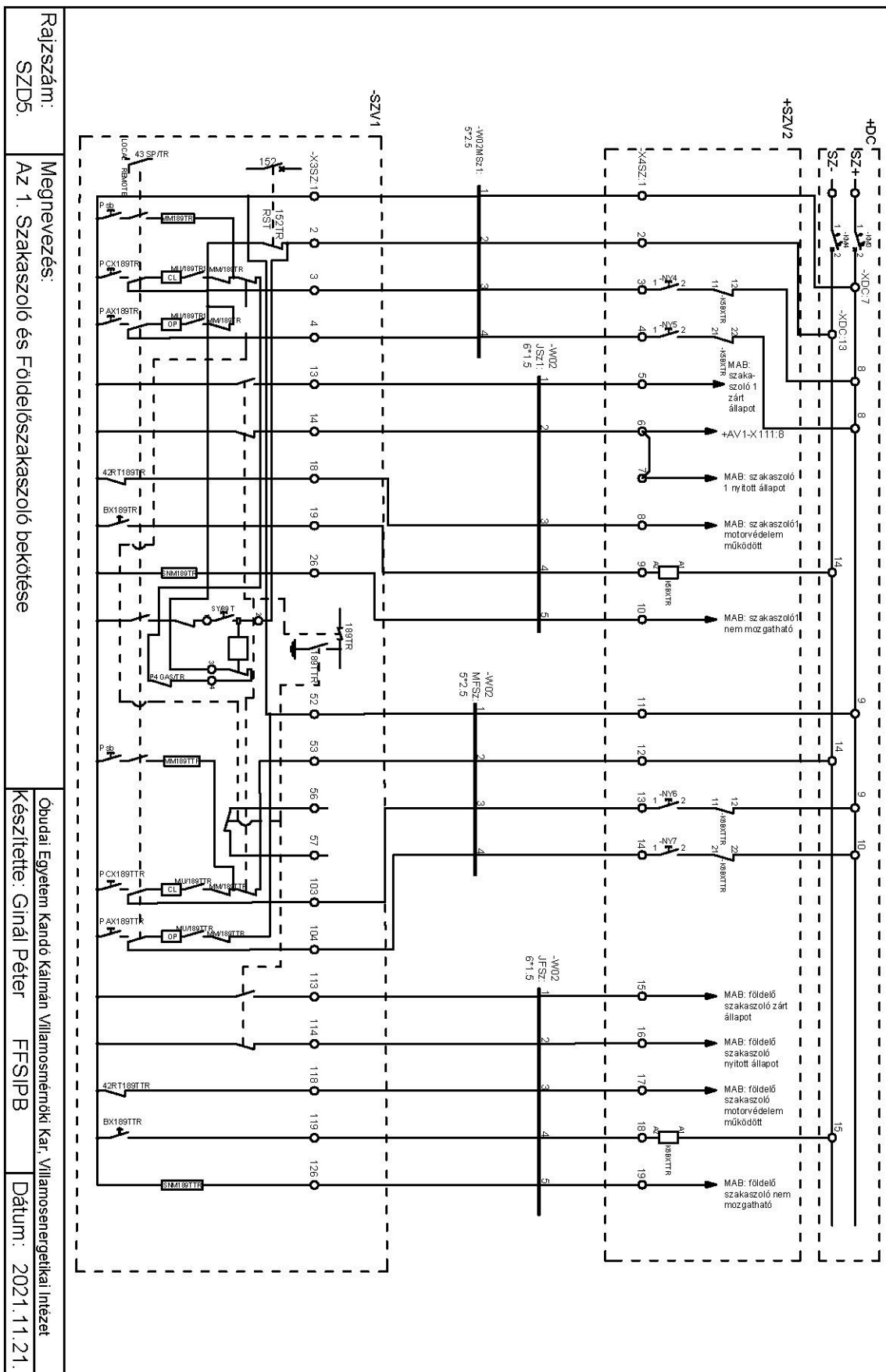
Hozzáférés ideje: 2021.11.10.

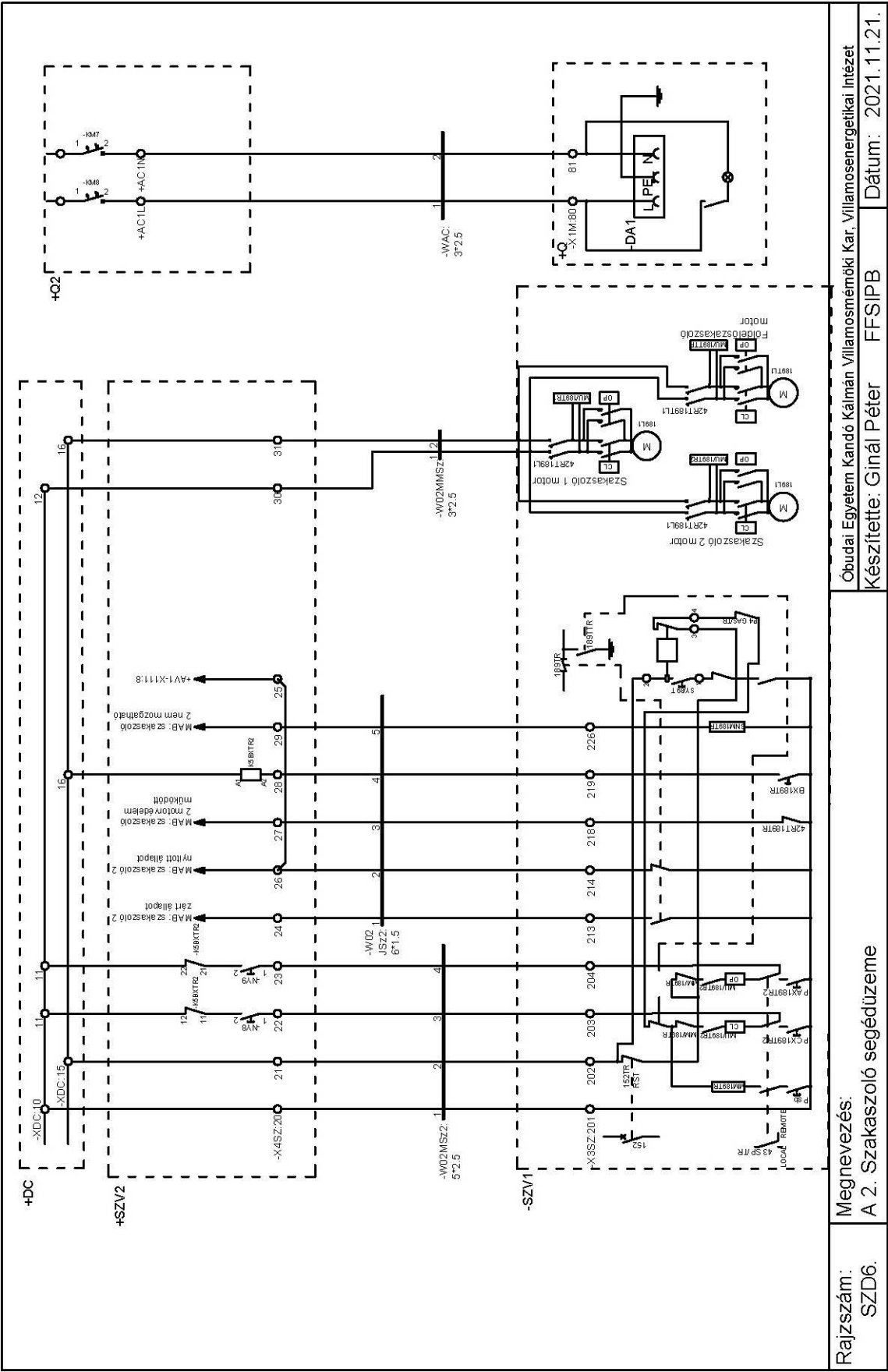
MELLÉKLETEK

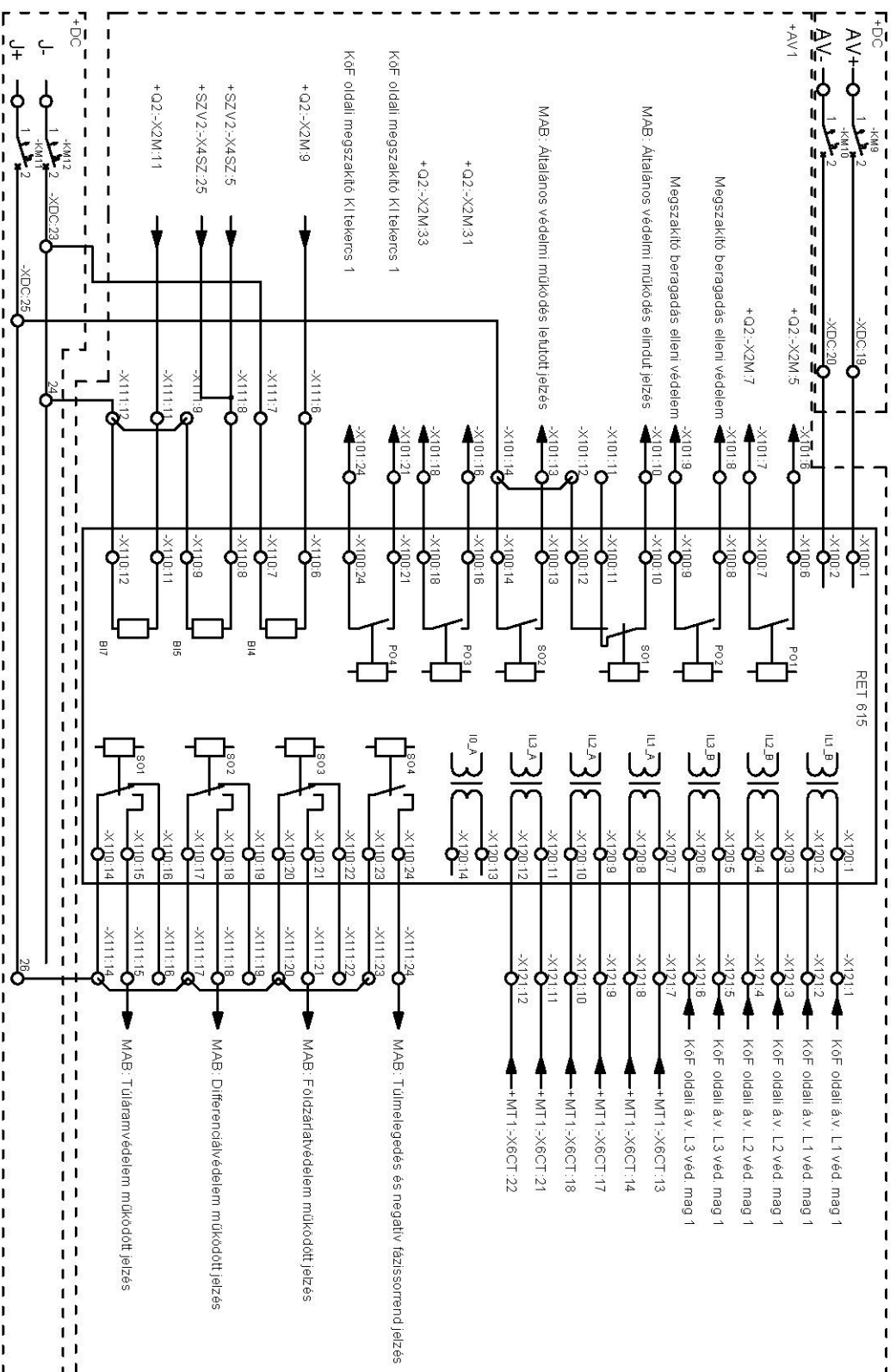




						
				Jelölések:		
				-SZ1, -SZ2: Szakaszoló		
				-FSZ: Földelő Szakaszoló		
				-Q: Megszakító		
-CT: Áramváltó						
-VT: Feszültségváltó						
Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetikai Intézet						
Mérőtarány:		Cím:				
Dátum:		Készítette:				
2021.11.21.		Ginai Péter				
		FFSIPB				
		Rajzszám:				
		SZD3.				







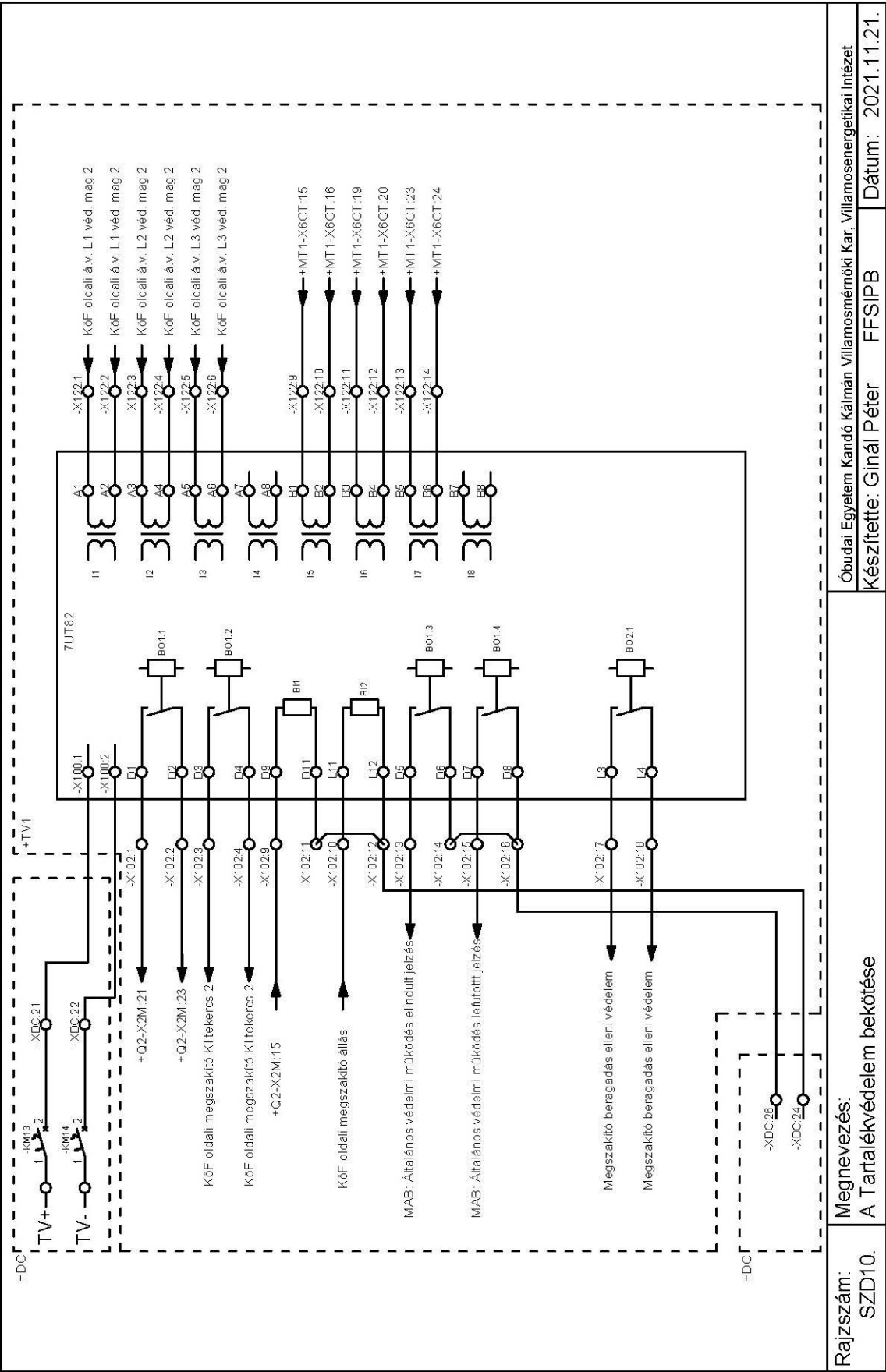
Megnevezés:

Az alapvédelem bekötése

Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetikai Intézet

Készítette: Gínál Péter FFSSIPB

Dátum: 2021.11.21.



Rajzsám: SZD10.	Megnevezés: A Tartalékvédelem bekötése	Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetikai Intézet
	Készítette: Ginal Péter	FFSIPB
		Dátum: 2021.11.21.

Sorkapocs: -XDC						Sorkapocs: -X2M							
Cél - Külső		Sorkapocsszám	Áthidalás	Cél - Belső		Cél - Külső		Sorkapocsszám	Áthidalás	Cél - Belső			
Jelölés	Csatlakozás			Jelölés	Csatlakozás	Jelölés	Csatlakozás						
-KM1	2	1	●	-X2M	1	-XDC	1	1		-X1M	1		
-K4G	22	2	●	-K4G	31	-K2BX	11	2		42RT			
-KM2	2	3	●	-K4G	12	-XDC	4	3		-X1M	2		
-X2M	3	4	●	-K2BX	22	-K3AP	11	4	●	-NY1	1		
-K1R	A1	5	●	-K4G	A1			5	●	+AV1-X101	7		
-K2BX	A1	6	●			-NY1	2	6	●				
-KM3	2	7	●	-X4SZ	1	-X1M	31	7	●	+AV1-X101	8		
-K5BXTR	12	8	●	-K5BXTR	22	-K1R	A2	8	●	-X1M	15		
-X4SZ	11	9	●	-K6BXTTR	12	+AV1-X111	6	9	●	MAB: a rugó feszes			
-K6BXTTR	22	10	●	-X4SZ	20	-K4G	A2	10		-X1M	7		
-K5BXTR2	12	11	●	-K5BXTR2	22	+AV1-X111	11	11	●	MAB: megszakító nyitott állapot			
-X4SZ	30	12	●			+TV1-X102	9	12	●	-X1M	14		
-KM4	2	13	●	-X4SZ	2	-X1M	13	13		MAB: megszakító zárt állapot			
-K5BXTR	A1	14	●	-X4SZ	12	-X1M	22	14	●	MAB: motorvéd. működött			
-K6BXTTR	A1	15	●	-X4SZ	21			15	●	-K2BX	A2		
-K5BXTR2	A1	16	●	-X4SZ	31	-X1M	21	16		MAB: megsz. motor véd. beavatkozott			
-KM5	2	17		MAB: fesz.váltó kismegszakító állapot		-X1M	23	17		MAB: helyi/táv kapcsoló állapot			
-KM6	2	18		-X8VT	1	-X1M	18	18		MAB: gáznyomás alacsony 1. szint			
-KM9	2	19		+AV1-X100	1	-X1M	17	19		MAB: gáznyomás alacsony 1. szint			
-KM10	2	20		+AV1-X100	2			20	●	+TV1-X102	1		
-KM13	2	21		+TV1-X100	1	-NY2	1	21	●	-X2M	32		
-KM14	2	22		+TV1-X100	2	-NY2	2	22	●	-X1M	5		
-KM12	2	23	●	+AV1-X111	7			23	●	+TV1-X102	2		
+TV1-X102	12	24	●	+AV1-X111	12	-K4G	32	31	●	+AV1-X101	16		
-KM11	2	25	●	+AV1-X101	14	-X2M	21	32	●	-NY3	1		
+AV1-X111	14	26	●	+TV1-X102	16	-NY3	2	33	●				
						+AV1-X101	18	34	●	-X1M	33		
Rajzszám: SZD.S.1.						Megnevezés: Sorkapocskiosztás		Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetikai Intézet				Dátum: 2021.11.21.	
						Készítette: Ginál Péter		FFSIPB					

Sorkapocs: -X4SZ					
Cél - Külső		Sorkapocsszám	Áthidalás	Cél - Belső	
Jelölés	Csatlakozás			Jelölés	Csatlakozás
-XDC	7	1		-X3SZ	1
-XDC	13	2		-X3SZ	2
-NY4	1	3		-X3SZ	3
-NY5	1	4		-X3SZ	4
-X3SZ	13	5		MAB: szakaszoló 1 zárt állapot	
-X3SZ	14	6	●	+AV1-X111	8
		7	●	MAB: szakaszoló 1 nyitott állapot	
-X3SZ	18	8		MAB: szak1. motor véd. beavatkozott	
-X3SZ	19	9		-K5BXTR	A2
-X3SZ	26	10		MAB: szakaszoló 1 nem mozgatható	
-XDC	9	11		-X3SZ	52
-XDC	14	12		-X3SZ	53
-NY6	1	13		-X3SZ	103
-NY7	1	14		-X3SZ	104
-X3SZ	113	15		MAB: föld. szak.zárt állapot	
-X3SZ	114	16		MAB: föld. szak. nyitott állapot	
-X3SZ	118	17		MAB: föld. szak. motorvéd. működött	
-X3SZ	119	18		-K6BXTTR	A2
-X3SZ	126	19		MAB: föld. szak. nem mozgatható	
-XDC	10	20		-X3SZ	201
-XDC	15	21		-X3SZ	202
-NY8	1	22		-X3SZ	203
-NY9	1	23		-X3SZ	204
-X3SZ	213	24		MAB: szakaszoló 2 zárt állapot	
		25	●	+AV1-X111	8
-X3SZ	214	26	●	MAB: szakaszoló 2 nyitott állapot	
-X3SZ	218	27		MAB: szak2. motor véd. beavatkozott	
-X3SZ	219	28		-K5BXTR2	A2
-X3SZ	226	29		MAB: szakaszoló 2 nem mozgatható	

Sorkapocs: -X6CT					
Cél - Belső		Sorkapocsszám	Áthidalás	Cél - Külső	
Jelölés	Csatlakozás			Jelölés	Csatlakozás
-X5CT	1	1		L1 áramerősség mérés	
-X5CT	2	2			
-X5CT	3	3			
-X5CT	4	4			
-X5CT	5	5		L2 áramerősség mérés	
-X5CT	6	6			
-X5CT	7	7			
-X5CT	8	8			
-X5CT	9	9		L3 áramerősség mérés	
-X5CT	10	10			
-X5CT	11	11			
-X5CT	12	12			
-X5CT	13	13		+AV1-X121	7
-X5CT	14	14		+AV1-X121	8
-X5CT	15	15		+TV1-X122	9
-X5CT	16	16		+TV1-X122	10
-X5CT	17	17		+AV1-X121	9
-X5CT	18	18		+AV1-X121	10
-X5CT	19	19		+TV1-X122	11
-X5CT	20	20		+TV1-X122	12
-X5CT	21	21		+AV1-X121	11
-X5CT	22	22		+AV1-X121	12
-X5CT	23	23		+TV1-X122	13
-X5CT	24	24		+TV1-X122	14

Rajkszám: SZD.S.2.	Megnevezés: Sorkapocskiosztás	Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetikai Intézet
		Készítette: Ginál Péter FFSIPB Dátum: 2021.11.21.

Sorkapocs: -X8VT					Sorkapocs: -X101						
Cél - Belső		Sorkapocsszám	Áthidalás	Cél - Külső		Cél - Belső		Sorkapocsszám	Áthidalás	Cél - Külső	
Jelölés	Csatlakozás			Jelölés	Csatlakozás	Jelölés	Csatlakozás			Jelölés	Csatlakozás
-X7VT	1	1		-XDC	18	-X100	6	6		-X2M	5
-X7VT	22	2		MAB: fesz. váltó kismegszakító bekapcsolva		-X100	7	7		-X2M	7
-X7VT	23	3		MAB: fesz. váltó kismegszakító kioldott		-X100	8	8		Megsz. beragadás elleni védelem	
-VTL1	a1	4		L1 fesz mérés		-X100	9	9		MAB: Általános védelmi működés elindult jelzés	
-VTL1	n1	5	●			-X100	10	10			
-VTL1	a2	6	●	L1 fesz mérés		-X100	11	11			
-VTL1	n2	7	●	GND		-X100	12	12	●		
-VTL2	a1	8		L2 fesz mérés		-X100	13	13		MAB: Általános véd. működés lefutott	
-VTL2	n1	9	●			-X100	14	14	●	-XDC	25
-VTL2	a2	10	●	L2 fesz mérés		-X100	16	16		-X2M	31
-VTL2	n2	11	●	GND		-X100	18	18		-X2M	33
-VTL3	a1	12		L3 fesz mérés		-X100	21	21		KöF megszakító KI tekercs 1	
-VTL3	n1	13	●			-X100	24	24			
-VTL3	a2	14	●	L3 fesz mérés							
-VTL3	n2	15	●	GND							

Rajzsám:
SZD.S.3.

Megnevezés:
Sorkapocskiosztás

Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetikai Intézet
Készítette: Ginál Péter FFSIPB Dátum: 2021.11.21

Sorkapocs: -X111					Sorkapocs: -X121						
Cél - Belső		Sorkapocsszám	Áthidalás	Cél - Külső		Cél - Belső		Sorkapocsszám	Áthidalás	Cél - Külső	
Jelölés	Csatlakozás			Jelölés	Csatlakozás	Jelölés	Csatlakozás			Jelölés	Csatlakozás
-X110	6	6		-X2M	9	-X120	1	1		KöF áramváltó L1 véd.mag 1	
-X110	7	7		-XDC	23	-X120	2	2		KöF áramváltó L2 véd.mag 1	
-X110	8	8		-X4SZ	5	-X120	3	3		KöF áramváltó L3 véd.mag 1	
				-X4SZ	25	-X120	4	4			
-X110	9	9	●			-X120	5	5		KöF áramváltó L3 véd.mag 1	
-X110	11	11	●	-X2M	11	-X120	6	6			
-X110	12	12	●	-XDC	24	-X120	7	7		-X6CT	13
-X110	14	14	●	-XDC	26	-X120	8	8		-X6CT	14
-X110	15	15	●	MAB: Túláramvédelem működött jelzés		-X120	9	9		-X6CT	17
-X110	16	16				-X120	10	10		-X6CT	18
-X110	17	17	●			-X120	11	11		-X6CT	21
-X110	18	18		MAB: Differenciálvédelem működött jelzés		-X120	12	12		-X6CT	22
-X110	19	19				-X120	13	13			
-X110	20	20	●			-X120	14	14			
-X110	21	21		MAB: Földzárlatvédelem működött jelzés							
-X110	22	22									
-X110	23	23	●								
-X110	24	24		MAB: Túlmelegedés és negatív fázis sorrend jelzés							

Rajzszám:
SZD.S.4.

Megnevezés:
Sorkapocskiosztás

Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetikai Intézet
Készítette: Ginál Péter FFSIPB Dátum: 2021.11.21.

Sorkapocs: -X102						Sorkapocs: -X122					
Cél - Belső		Sorkapocsszám	Áthidalás	Cél - Külső		Cél - Belső		Sorkapocsszám	Áthidalás	Cél - Külső	
Jelölés	Csatlakozás			Jelölés	Csatlakozás	Jelölés	Csatlakozás			Jelölés	Csatlakozás
D1		1		-X2M	21	A1		1		KöF áramváltó L1 véd.mag 2	
D2		2		-X2M	23	A2		2			
D3		3		KöF megszakító KI tekercs 2		A3		3		KöF áramváltó L2 véd.mag 2	
D4		4				A4		4			
D9		9		-X2M	15	A5		5		KöF áramváltó L3 véd.mag 2	
D11		11				A6		6		Csillagpont-föld CT 2. védelmi mag	
L11		10		KöF megszakító állás		A7		7			
L12		12		-XDC	24	A8		8			
D5		13		MAB: általános véd. működés elindult		B1		9		-X6CT	15
D6		14				B2		10		-X6CT	16
D7		15		MAB: általános véd. működés lefutott		B3		11		-X6CT	19
D8		16		-XDC	26	B4		12		-X6CT	20
D8		16				B5		13		-X6CT	23
L3		17		Megsz. beragadás elleni védelem		B6		14		-X6CT	24
L4		18									

Rajzszám: SZD.S.5.	Megnevezés: Sorkapocskiosztás	Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetikai Intézet Készítette: Ginál Péter FFSIPB Dátum: 2021.11.21
-----------------------	----------------------------------	--