



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT



ÓE-KVK

Hallgató neve: Gál Ádám

2021.

Hallgató törzskönyvi száma: T008063/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Gál Ádám

Szaktervezési szám: SZD21090213451540

Törzskönyvi szám: T008063/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: GIS berendezés telepítése és védelem kialakítása nagyfeszültségű transzformátor mezőbe

A dolgozat címe angolul: Installation of GIS equipment and design of protection in high voltage transformer field

A feladat részletezése: 1. Primer készülék kiválasztása

2. Primer készülék telepítése

3. Segédüzemi kapcsolás kiépítése

4. Védelmek kialakítása

Intézményi konzulens neve: Mitrik Zsolt József

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 12. 13.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Gál Ádám 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. december 13.

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék:

1	Előszó	3
2	Bevezetés.....	4
3	Feladat bemutatása	5
3.1	Bemenő paraméterek ismertetése:.....	6
4	Berendezések kiválasztása:	6
4.1	Gyűjtősín:	6
4.1.1	Megadott értékeim és számításaim:	7
4.1.2	Kiértékelés:.....	8
4.1.3	A választott sín rendelési adatai:.....	10
4.2	Támszigetelők/Átvezető szigetelők:.....	10
4.3	Kapcsolóberendezések (GIS):	11
4.3.1	Kapcsolóberendezések ismertetése, kiválasztása:	11
4.3.2	A kiválasztott készülék ismertetése, telepítése:	13
4.3.2.1	Megszakító:.....	15
4.3.2.2	Az LCC (Local Control Cabinet/Cubicle):.....	16
4.3.2.3	Szakaszoló:	17
4.3.2.4	Feszültségváltó:.....	18
4.3.2.5	Áramváltó:	18
4.4	Transzformátor:	18
5	Alállomás kép:.....	19

6	Segédüzemi kapcsolás kiépítése:	20
6.1	Az áramkör kialakításához felhasznált elemek:	21
6.1.1	Kismegszakítók és segédérintkezőik:	21
6.1.2	Elektromágneses relék és segédérintkezők:	23
6.1.3	Kontakt manométer:	24
6.1.4	Működésszámláló:	25
6.1.5	Fűtőellenállások:	25
6.1.6	Dugalj, szekrényvilágítás és végálláskapcsolók:	26
6.2	A segédáramkör ismertetése:	27
6.2.1	Körvezetékek:	28
6.2.2	Megszakító vezérlésének kialakítása:	28
6.2.3	Szakaszolók vezérlésének ismertetése:	30
6.2.4	Mérőváltók bekötése:	31
7	Védelmi készülékek kialakítása:	31
7.1	Alapvédelmi készülék:	32
7.2	Tartalékvédelmi készülék:	33
8	Összefoglalás:	35
9	Summary:	35
10	Irodalmi jegyzék:	36
11	Ábra jegyzék:	37

1 Előszó

Szakedolgozatom a nagyfeszültségű alállomás létesítés témakörével, azon belül is specifikusan egy transzformátor mezős leágazás primer berendezéseinek integrálásával, méretezésével, vezérlésével és üzembe helyezésével foglalkozik. Ezen a témán belül pontosabban szót ejtek majd a főbb primer oldali készülékeknek, megfelelő műszaki adatait szem előtt tartva és a megadott bemeneti paraméterek alapján, az összehasonlításairól és ezt követően a megfelelő berendezések kiválasztásáról.

A kiválasztásra került egységeket a meglévő adatok segítségével, avagy módosításával, a kijelölt mezőben helyezem el és a megfelelő eljárásokkal telepítem a rendeltetésére szánt helyére. Ezek után kialakításra kerül a segédüzemi kapcsolás is, ami meghatározza majd a továbbiakban az egyes védelmi eszközöknek, a rendszerbe való bekötésének sajátosságát.

Dolgozatomnak a nagy részében nem csak szakirodalmi feldolgozások jelennek meg, hanem a témához kapcsolódó tudásanyagot felhasználva, a gondolataim kifejtése, a saját önálló munkám menetének módja és megfogalmazása, továbbá problémamegoldásaim levezetései is bekerülnek.

A projektben számomra az is fontos volt, hogy ne csak kifejezetten a tervezés menetének kielemezésére koncentráljak, hanem ezt a dokumentációt, ha bárki elolvassa, azt az elejétől a végéig, pontról pontra követni tudja majd, hogy miként is néz ki egy ilyen mértékű alállomási kivitelezési folyamat menete, a hozzá kapcsolódó villamosmérnöki ismereteken túl.

Munkám során az elkészítésre került mellékelt rajzokhoz nagy segítséget nyújtott a sokak által ismert AutoCAD mérnöki tervező szoftver, amelynek a rendkívül egyszerű és változatos eszközkészlete megfelelő alapot nyújtott ahhoz, hogy meg tudjam szerkeszteni az elvárt minőségben a tervrajzokat.

Használatának kezdő szintű elsajátításához nem kellett sok idő, könnyen betanulhatóak voltak az egyes alap szerkesztési eljárási módok, amivel a későbbiekben már sokkal egyszerűbben és gyorsabban lehetett haladni a szakrajzok véglegesítésével.

2 Bevezetés

Az alállomások az elektromos termelési, átviteli és elosztó rendszerek fontos részét képezik, ahol adott feszültség szintekről transzformálnak fel, illetve le, az adott felhasználási területtől függően, továbbá számos fontos védelmi funkciót látnak el.

Az alállomások legfőbb funkciója az, hogy a hálózat minden várható terhelési állapotában biztosítsa a hatásos- és meddő teljesítmény forgalmat a feszültségeknek és az áramoknak a határértékeken belül tartása mellett. [1]

Ezek a létesítmények egy elektromos közmű, nagy ipari vállalat és kereskedelmi ügyfél tulajdonában lehetnek. Az alállomások általában felügyelet nélkül, távirányítás és vezérlés mellett, a SCADA rendszerre támaszkodva látják el feladatukat, üzemeltetésük közben.

A termelő és a fogyasztó között az elektromos áram több alállomáson is átfolyhat, különböző feszültség szinteken, ezen az alapon az alállomások három fő csoportra oszthatók: átviteli alállomások, al-átviteli alállomások és elosztó alállomások. [2]

Ezek az állomások tartalmazzák KIF, KÖF, illetve NAF transzformátorokat, a nagy átviteli feszültségek és az alacsonyabb elosztási feszültségek közötti feszültség szintek megváltoztatására vagy két különböző átviteli feszültség szint összekapcsolására.

A transzformátoron kívül találhatók még továbbá megszakítók, szakaszolók, olvadóbiztosítók, feszültség- és áramváltók, túlfeszültség levezetők, fojtótekercsek és gyűjtősín-rendszerek is.

3 Feladat bemutatása

Szakedolgozatom során, a lehetséges műszaki megoldások figyelembevételével, egy általam kiválasztott alállomási elrendezésének a tervezésével foglalkozok, amelynek egyik kulcsfontosságú része, a kiválasztott mező típusához tartozó készülékek és kapcsolóberendezések kiválasztása, vezérlésük kialakítása, illetve üzemszerű bekötésük megvalósítása szerkesztőprogramok segítségével.

Feladatom fő része egy légszigetelésű, nagyfeszültségű mező kiváltása, egy modern, tokozott GIS kapcsolóberendezésre (Gas Insulated Switchgear). Ez felfogható egyfajta korszerűsítési beavatkozásként is, hiszen a GIS egy sokkal előrehaladottabb, technológiailag fejlettebb kivitelezési megoldást jelent. Ez nem azt jelenti, hogy a légszigetelésű kiviteli módot már nem alkalmazzák, hiszen ennek is ugyanúgy meg vannak az előnyei, illetve a hátrányai is. Gazdasági, környezeti és biztonsági szempontokat is figyelembe kell venni, ahhoz, hogy eldönthessük, melyik megoldási módot is célszerű alkalmazni az adott helyzetben.

Három különböző gyártótól származó, ugyanazon termékekre végzek összehasonlításokat, vizsgálva azok műszaki adatait, annak érdekében, hogy a kijelölt transzformátor mezőre előre megadott, illetve számított értékeknek ezek a berendezések eleget tegyenek.

Közülük kerül majd kiválasztásra az a termék, amely a dolgozatomban felsorolásra kerülő műszaki paraméterek közül a leginkább megfelel, hiszen a nem előnyös specifikációk kiválasztása súlyos üzemzavarokhoz és egyéb gazdasági károkhoz vezethet. Ezen felül megemlítesre kerülnek az egyes méretezési számítások is. Ezeknek a kiszámított értékeknek felhasználásával kerülhetnek majd csak megvalósításra az általam elkészített műszaki-, illetve kapcsolási rajzok.

3.1 Bemenő paraméterek ismertetése:

A munkámhoz kapcsolódó bemenő adatok a következők: névleges feszültség értékek, a leágazás névleges árama, a gyűjtősínek független zárlati áramértéke, továbbá a leágazás típusa, megnevezése.

A névleges feszültség és áram értékek 132 kV-ban és 3150 A-ben lett meghatározva, ami a rendszerben uralkodó mindenkori üzemi feszültség- és áramérték. Ezeken felül 50 kA-ban lett definiálva a gyűjtősínen keletkező független zárlati áram. Jelen esetben egy két gyűjtősínes kialakítású, transzformátor mezős leágazást kaptam, amiben kerül majd elhelyezésre az SF6 gázszigetelős modern kapcsolóberendezés.

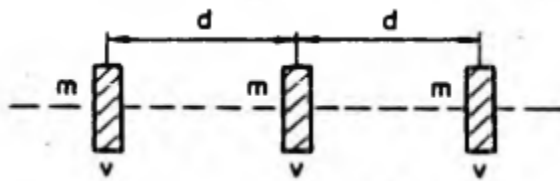
4 Berendezések kiválasztása:

4.1 Gyűjtősín:

A gyűjtősínek méretezése és ellenőrzése egy komplex feladat. A sínek ajánlatos keresztmetszetét és távolságát az üzemi-, zárlati melegedési, mechanikai szilárdsági, feszültségesei és gazdaságossági számítások eredményeinek kiértékelése alapján lehet helyesen meghatározni.

A szabadtéri kivitelű gyűjtősínek kis feszítőközü szabadvezetékeknek minősülnek a mechanikai méretezések tekintetében. Gyűjtősínek tervezésekor figyelembe kell venni az üzemi és a zárlati melegedést, ami alapján a sínek keresztmetszetét meg tudjuk határozni, valamint egy fontos adat még a megengedett legkisebb fázistávolság, ami azért lényeges mert a zárlati áram hatását is figyelembe kell veyük a tervezés közben.

Állapítsuk meg most a sínekre ható legnagyobb kialakuló mechanikai feszültség értéket, ami igazán meghatározza a sín végső kiépítését és felhelyezési módját. [3]



1. Ábra.: Gyűjtősín elrendezés

A gyűjtősín elrendezési módjának lapos sínt és élére állított helyzetet választottam, mert hűlési szempontból kedvezőbb, mint a csősín. Viszont megfontolandó, ha a hajlítónyomaték túl nagy mértékűre adódna és a fázistávolság növelésével már nem lehetséges tovább csökkenteni ezt az értéket, akkor a síneket fektetett pozícióban kellene, hogy felszereljük, hogy az áram mechanikai hatásait csökkenteni tudjuk a rendszerben.

4.1.1 Megadott értékeim és számításaim:

Vezető anyaga	Alumínium
Vezető méretei	120 mm x 10 mm
A vezetők közti távolság	d=2000 mm
A vezetők hossza	l=7000 mm
Zárlati áramcsúcs	I _{zc} = 50 kA
Csúcs tényező	κ=1,8
Keresztmetszeti tényező (álló helyzet)	$K = \frac{m \times v^2}{6} = \frac{0,12 \text{ m} \times 0,01 \text{ m}^2}{6} = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

-Középső sínre ható legnagyobb erő: $F \approx 0,87 \cdot 0,2 \cdot \frac{I_{zc}^2}{d} \cdot l \cdot 10^{-6} \text{ N} \approx 1522,5 \text{ N}$

-Két szélső sínre ható legnagyobb erő: $F = 0,81 \cdot 0,2 \cdot \frac{I_{zc}^2}{d} \cdot l \cdot 10^{-6} \text{ N} = 1417,5 \text{ N}$

-Legnagyobb hajlítónyomaték: $M = \frac{Fl}{12} \text{ Nm} = 888,125 \text{ Nm}$

-Mechanikai feszültség maximuma: $\sigma = \frac{M}{K} = \frac{Fl}{12K} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 4440 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 4,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

A legnagyobb hajlító nyomaték kiszámításánál a középső sínre ható erő bizonyul mérvadónak, hiszen a nagyobb határértékhez célszerű méreteznünk bármilyen rendszerről is legyen szó. Az alumínium vezető megengedhető legnagyobb mechanikai feszültség értékénél kisebbre adódott a számolt mechanikai feszültség maximum értéke, tehát ezek szerint az adott értékek megfelelőnek tekinthetők. [3]

4.1.2 Kiértékelés:

A vezető anyagát két anyagtípus közül választottam ki, az egyik az alumínium a másik a réz. Mindkettő rendelkezik előnnyel és hátránnyal, viszont a nagy feszültségű átviteli hálózatokon általában az alumíniumra szokott esni a választás, a tömege és leginkább az ára miatt.

Aluminium and Copper Specifications		
Parameters	Aluminium bus bar	Copper bus bar
Relevant Standards	IEC 60105 ISO 209-1,2	IEC 60028
Physical Properties		
Chemical Composition		99% pure
Specific Heat gm.cal/°C	0.092	0.220
Density gm/cm ³	2.91	8.89
Melting Point °C	660	1083
Mechanical Properties		
Ultimate Tensile Strength kgf/mm ²	20.5/25	22-26
Ultimate Shearing Strength kgf/mm ²	15	16-19
Elastic Modulus kgf/mm ²	6,700	12000
0.2% Tensile-proof Strength kgf/mm ²	16.5/22	60-80% of tensile strength
Electrical Properties		
Specific Resistance cm	3.133	1.7241
Volume Conductivity mm ²	31.9	58
Conductivity % IACS	57	100
Co-efficient of expansion mm/m/°C	2.3*10 ⁻⁵	1.73*10 ⁻⁵

2. ábra.: Alumínium és a réz paramétereinek összevetése

Az alumínium tömege majdnem 30 %-a az ugyanakkora méretű rézdarabhoz képest, továbbá kifejezetten jobb választás az alumínium, hiszen sokkal megbízhatóbb és

körülbelül 3-szor akkora a hőkapacitása, tehát sokkal ellenállóbb túlárammal és zárlati árammal szemben. Vezetőképeségben viszont kétszeresen jobban teljesít a réz. [4]

BUS BAR - Aluminium												
Constructional details & Current carrying capacity at 35°C Amp. Temperature												
SIZE in MM	AREA in Sq MM	Weight in Kg / Mtr	Current carrying capacity in Amps									
			AC (No of Bus)				DC (No of Bus)					
			I	II	III	II II	I	II	III	II II		
80 X 5	400	1.08	680	1170	1630	2230	700	1250	1850	2400		
80 X 10	800	2.16	940	1700	2360	3150	985	1840	2640	3400		
100 X 5	500	1.35	820	1440	2000	2600	855	1550	2220	2900		
100 X 10	1000	2.7	1150	2050	2800	3700	1200	2240	3200	4200		
100 X 15	1500	4.04	1450	2500	3350	4400	1500	2750	4000	5200		
120 X 10	1200	3.24	1350	2400	3250	4300	1420	2700	3900	5100		

3. Ábra.: Alumínium gyűjtősín mérettáblázat

A szerkezeti méreteit 120 x 10-re választottam meg, hogy kibírja az üzemi áram és a zárlati áram által okozta káros hő- és mechanikai hatásokat. A fázistávolságot szabvány szerint 135 kV-os rendszerhez, biztonsági szempontokat is figyelembe véve, 2000 mm-re szabtam meg, amihez 7000 mm-es sínhosszt választottam. [4]

A méretezési feladatom során számításaim alátámasztják azt a választásomat, hogy a síneket élükre állítva helyezhessem fel, mivel így nem adódik olyan zárlat okozta mechanikai hatás, amely túl nagy szerkezeti feszültségeket keltene a rendszerben és károkat okozna. Ezzel a kialakítással a síneket hűlési szempontból vizsgálva is kedvezőbb eredményeket kapunk üzemeltetésük közben és összességépp arra a következtetésre jutottam, hogy sín anyagának az alumíniumot választom, a fent említett adatokkal.

4.1.3 A választott sín rendelési adatai:

Így, hogy meg vannak a sín megrendeléséhez kellő adatok már csak egy szállító cég és egy szállítási mód hiányzik. Én az alul is látható kínai, Xinyu Al Metal, céget választanám, továbbá fából készült dobozba kérném kiszállításra a rendelésre szánt anyagot.

Alloy	Alloy	Thickness	0.2~20mm
Width	20-2600mm	Length	Customized
Trademark	Xinyu Aluminum Metal	Transport Package	Wooden Pallet/Wooden Case
Specification	Sheet /Coil/Strip/Roll	Origin	Gongyi, China

4. Ábra.: Választott sín méretei és rendelési adatai

4.2 Támszigetelők/Átvezető szigetelők:

A támszigetelők a gyűjtősínek továbbá a leágazó sínvezetékek tartószerkezeteit jelentik. Mechanikai igénybevételüket a sínszakaszt érő zárlati erőhatás nyomatéka okozza, bár a sínszakaszok hőmérsékletváltozásából is adódhatnak torziós erők. [5]

Az alállomásokon a támszigetelők tetején helyezhető el a vezetők, a szabványos értékeket betartása mellett. Azonban ügyelni kell a szigetelők magasságára és elhelyezésére is, hiszen olyan munkateret kell kialakítani, ahol biztonságosan lehet közlekedni és munkálatokat végezni. Ezt alapul véve, a rendszer névleges feszültség szintjének megfelelően, be kell tartani a szükséges védőtávolságokat, amivel az IEC 61936-ös szabvány is foglalkozik. [5]

4.3 Kapcsolóberendezések (GIS):

Berendezések táblázatos műszaki adatai			
Berendezés Neve (GIS)	Chint Global Compact 145 kV	GE Grid Solutions F35 145 kV	ABB ELK-04 145 kV
Műszaki adatok			
Névleges Üzemi Feszültség (kV)	145	145	145
Névleges Üzemi Frekvencia (Hz)	50	50/60	50/60
Névleges Üzemi Áram (A)	~2500/~3150	~3150	~3150/~4000
Dinamikus Határáram (kAp)	100	100/108	164
Megszakítási határáram (kA/s)	40	40	63
Termikus határáram (kA)	40	40	63
Névleges rövidzárási idő (s)	4	3	3
Megengedett környezeti hőmérséklet (°C)	-40 ~ +40	-30 ~ +55	-30 ~ +40
Egységkialakítás (fázis)	három	egy / három	három
Megszakító működtető mechanizmus	rugóerőtárolós	rugóerőtárolós	rugóerőtárolós
Kapcsolási kapacitás (db)	M2 (10.000)	M2 (10.000)	M2 (10.000)
Telepítési hely	beltéri/kültéri	beltéri/kültéri	beltéri/kültéri
Mechanikai méretek (mm) (Hossz x Szélesség x Magasság)	3600x800x2500	3700x800x2500	3600x1000x2500

[6]

4.3.1 Kapcsolóberendezések ismertetése, kiválasztása:

A kapcsolóberendezések kiválasztásánál a legfontosabb tényező az volt, hogy majdnem minden műszaki paraméterük megegyezzen. Ezeknek a berendezéseknek az adatait egy táblázatban összegeztem, amiben rendkívül egyszerű módon kiolvashatóak az esetleges eltérések és levonhatók a következtetések.

A három különböző készüléket három különböző gyártótól választottam ki, amiknek elsősorban a névleges feszültség és áram értékeit vettem figyelembe, így a fent látható

GIS berendezésekre esett a választás. Látható, hogy rendszerüket maximálisan 145 kV-os terhelésre tervezték, így tehát egy 10%-os méretezési többlettel, de megfelelnek a 132 kV-os üzemi terhelésnek. A berendezések működéséhez előírt szükséges áramértékek megfelelnek a 3150 A-es mindenkori üzemi áramértéknek, annyi különbséggel, hogy ez az adat a Chint-nél és az ABB-nél külön választható.

A kapcsolóberendezések mindegyike egyaránt telepíthető beltérre és kültérre is. Jelen esetben én a kültéri kialakítást választottam, ahol ügyelni kell arra is, hogy a környezeti hatásokkal szemben ellenállóak legyenek. Itt a téli és a nyári hőmérséklet értékek a legmeghatározóbbak. A magyarországi adatokat tekintve, én az ABB-s megoldást választanám, hiszen ezen készülék megengedett hőmérsékleti határértékei a legmegfelelőbbek a telepítésre, ami -30 és $+40$ °C közé tehető.

Egy igen elemi adat még a GIS-nél a dinamikus határáram, avagy névleges határáram-csúcs. Ez az a készülékre jellemző csúcsérték, amit a kapcsolókészülék bekapcsolt helyzetben károsodás nélkül képes eltűrni. Nálam a berendezéseknek ezen értéke minden egységnél más és más, de az ABB-nél a legnagyobb. Ezen csoportosítás alapján az ABB szerepel a legjobban.

Munkám során, ami leginkább segített a döntéshozatalban, az a kapcsolóberendezés megszakítójának műszaki adatai voltak. A megszakítók azonos, rugóerőtárolós működtető mechanizmussal rendelkeznek, amiknek a kapcsolási kapacitási osztályuk M2-es, azaz körülbelül 10 ezer kapcsolásra képesek, mielőtt meghibásodnának, avagy szervizelni kellene őket. Ebből a szempontból ezek az adatok nem meghatározóak, viszont a megszakítási határáram érték igen. [6]

Ez az érték határozza meg, hogy a berendezés maximálisan mekkora mértékű zárlatot képes megszakítani károsodás nélkül, ami Chint és a GE gyártónál maximálisan 40 kA-ban lelhető fel. Azonban az ABB 63 kA-es zárlati áram megszakítására is képes.

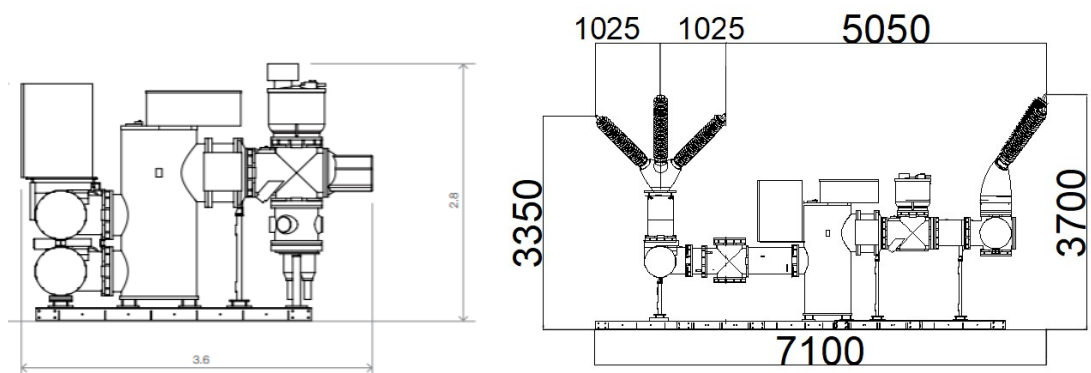
A gyűjtősinen keletkező független zárlati áram értéke 50 kA-ben lett meghatározva, innentől kezdve egyértelmű a választás, mivel a kapcsolókészülék kiválasztásánál azt kell biztosítanunk, hogy a névleges adatokat semmilyen körülmények között sem léphetjük túl. Jelen esetben ezt a 63 kA-t a berendezésünk 3 másodpercig képes elviselni.

Megemlíts képpen beszélhetünk még a termikus határáram értékekről, más néven rövid idejű határáramról. Ez az adat általában mindig ugyan az szokott lenni, mint a megszakítási határáram, mert ez az áram érték az, amit a készülékünk csak rövid ideig képes kibírni. A mezőbe való elhelyezést tekintve a készülékek méretei nem befolyásoló tényezők, hiszen térkihasználási szempontból mindegyik egy szinten helyezkedik el.

A fenti adatokat figyelembe véve arra a következtetésre jutottam, hogy a legmegfelelőbb készülék a gáz szigetelésű tokozott kapcsolóberendezés, az ABB ELK-04-es elnevezésű kapcsolóberendezés. [6]

4.3.2 A kiválasztott készülék ismertetése, telepítése:

Műszaki adatok (IEC 62271)			
Berendezés Neve (GIS)	ABB ELK-04		
Névleges Üzemi Feszültség (kV)	145	Megengedett környezeti hőmérséklet (°C)	-30 ~ +40
Névleges Üzemi Frekvencia (Hz)	50	Egységkialakítás (fázis)	három
Névleges Üzemi Áram (A)	3150	Megszakító működtető mechanizmus	rugóerőtárolós
Dinamikus Határáram (kAp)	164	Kapcsolási kapacitás (db)	M2 (10.000)
Megszakítási határáram (kA/s)	63	Telepítési hely	belső/külső
Termikus határáram (kA)	63	Mechanikai méretek (mm) (Hossz x Szélesség x Magasság)	7100x3400x3700
Névleges rövidzárási idő (s)	3		



5. ábra.: Előtte-Utána Kialakítás

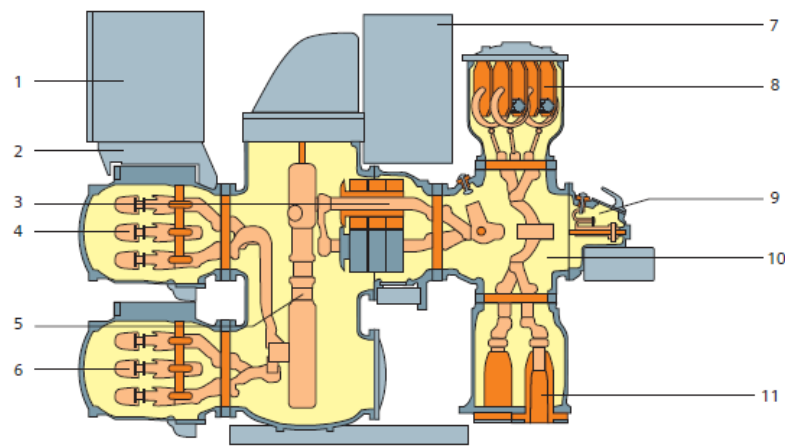
A berendezésemet alap esetben nem légátvezetőkkel látják el, hiszen általában belsőtérre és kábeles csatlakozással szokták telepíteni. Ugyanakkor az én feladatom egy kétgyűjtősínes rendszer kivitelezése volt, így az alap készülékemet tovább kellett bővítenem további modulokkal és részegységekkel. Továbbá egy tokozott berendezésről van szó, amiben alap esetben a gyűjtősín-rendszer is SF6-os gáztérben helyezkedik el. Az én kialakításomban a gyűjtősínek a szabad téren foglalnak helyet, így légátvezetőkön keresztül csatlakozok a GIS készülékemhez. Így az adott mechanikai méretek nem egyeznek meg az általam kialakítottakkal, hiszen minden dimenzióérték megváltozott. A végső kiviteli megoldás méreteiben körülbelül kétszer akkora adódtak, a kábeles megoldáshoz képest, viszont ezeket a módosítások is eleget tesznek a létesítési előírásoknak.

Az egy-egy gyűjtősínről sodronyokkal csatlakozunk rá, légátvezetőkön keresztül, a GIS berendezésre. Itt a két oldalról a szakaszoló-egységekbe érkezünk, amelyekről egyesítés után a megszakító modulra csatlakozunk tovább, majd innen jutunk az áramváltóig, amely felett a feszültségváltó egységet találjuk. Innen a harmadik szakaszolón keresztül a 3 fázis légátvezetőn át acélsodronnyal csatlakozik majd a transzformátorra.

Változtatást csak kis mértékben kellett alkalmaznom a készüléken, ami a működtető egységet foglalja magában. Továbbá gyors kioldású földelő szakaszolót sem kellett alkalmazni, hiszen ehhez a kiépítéshez szükségtelennek tűnt.

A nagyfeszültségű SF₆-gázos fémtokozott kapcsolóberendezés térfogata, a 2-3 bar nyomású gáz kedvező szigetelőképessége miatt, töredéke egy hagyományos légszigetelésű berendezéshez képest.

Valamennyi készülék és áramvezető csőszerű, alumínium-ötvözetből készült, fémtokozat gázterében helyezkedik el. A három fázisú tokozás falvastagságát a belső nyomásra és a zárlatkor keletkező ív roncsoló hatására is méretezik. A szigetelést a készülékben lévő SF₆ gáz biztosítja, de az aktív részeket teflonból készült tartók rögzítik. [7]



6. ábra.: A GIS kapcsolóberendezés általános belső felépítése
(Kábeles leágazással)

A fent látható képen, (6.ábra), jól látható a GIS belső felépítése. Bár ez a kép nem tudja teljes mértékben reprezentálni az általam módosításra került változat belső képét, attól függetlenül egy jó alapot biztosít a termék bemutatására.

4.3.2.1 Megszakító:

A megszakító olyan kapcsolókészülék, amely üzemszerű áramköri viszonyok mellett az áram vezetésére, bekapcsolására, és megszakítására, továbbá a különböző áramköri viszonyok és zárlatok mellett az áram bekapcsolására, megszakítására és egy

meghatározott ideig tartó vezetésére és megszakítására alkalmas. Megkülönböztetünk kis-, közép- és nagyfeszültségű megszakítókat.

A megszakítóban színtelen, szagtalan, nem mérgező speciális gázt alkalmaznak, melynek szigetelőképessége többszöröse a levegőének. Nagy vezetőképességű, így a zárlati áramok megszakításakor az SF₆ gázban kis keresztmetszetű ív alakul ki, amelynek oltásához kisebb nyomásra van szükség, az áram levágása nélkül. [8]

A készülék központi eleme a hárompólusú kapszulás megszakító, amely a megszakítóegységből és a működési mechanizmusából áll. A rugós mechanizmus szolgáltatja a tárolt energia kialakítását, mely kivitelt a kültéri kapcsolóberendezésekhez szerte a világon alkalmaznak.

A működtető egység egy kompakt korróziómentes alumínium tokozásba van beszerelve, amely teljesen el van zárva az SF₆-os rendszertől. Ez a koncepció szolgáltatja az évtizedeken át tartó megbízható működést. [8]

4.3.2.2 Az LCC (Local Control Cabinet/Cubicle):

A vezérlőegységek egy úgynevezett LCC szekrényhez csatlakoznak. Mindegyik GIS rendelkezik egy ilyen helyi vezérlőszekrényvel, ahova az egység egyes moduljaihoz tartozó szükséges vezérlő- és tápkábelek kerülnek bekötésre.

Abban az esetben, ha az LCC szekrény nagy távolságra van a vezérlőháztól, akkor műveleti kapcsolókat is lehet használni, hogy minimálisra csökkentse a kezelő személyzet az utazási távolságot.

A saját kivitelezésemben úgy terveztem meg kapcsolótelepet, hogy nem közvetlen a GIS közelében helyezkedik el a vezérlőegység, hanem a vezérlőteremben lévő, R01-es elnevezésű, relészekrény helyettesíti az egység szerepét. Az egyes modulokból közvetlenül kábeles megoldással kapcsolódom elsősorban a relészekrény egyes pontjaihoz, így az LCC panelon lévő funkciókat mind a relészekrény veszi át.

A relészekrényen helyet foglalhatnak az állapotjelzők és a hozzájuk tartozó lámpák, hogy mutass a berendezés egyes egységeinek állapotát és a rendszer gázszintjének jelzéseit. A panelon megtalálható egy egyszerűsített kapcsolási diagram is minden egyes vezérelt egységről, továbbá az egyes működtető, megengedő, illetve tiltó kapcsolók és vészjelzők, hogy segítse a személyzetet munkáját. [9,10]

4.3.2.3 Szakaszoló:

A szakaszoló készülékek az áramkör nyitása, illetve zárása alkalmasak, ha elhanyagolhatóan kis áram folyik át rajta, vagy ha a szakaszoló sarkai között a feszültségkülönbség kis mértékűre alakul. A zárlati áramot zárt állapotban, természetesen zavartalanul addig kell kibírnia, amíg a védelem meg nem szólal.

A szakaszoló működési feltétele, hogy csak nyitott megszakító mellett szabad működtetni. Egyes helyeken elegendő a jól képzett szakmai tudású személyzetnek szóló utasítás, míg a veszélyeztetett helyeken villamos, illetve mechanikai reteszeléseket kell, hogy alkalmazzunk. Továbbá a szakaszolóhoz különböző típusú jelzéseket is fel szoktak szerelni mely jelzéseket követve a szakaszoló nyithatóvá válik.

Megjegyzendő tehát, hogy a megszakító és szakaszoló egymáshoz való reteszelését mechanikusan és villamosan lehet létrehozni. A mechanikus reteszelési megoldási mód meglehetősen egyszerűen ki tudjuk vitelezni, hiszen kulccsal a szakaszolót és a megszakítót is ki, illetve be tudjuk kapcsolni, azonban, ha a kapcsolás nem olyan egyszerű, akkor az előző reteszelési eljárást, villamos reteszelés kell, hogy felváltsa. A mi esetünkben villamos szoftveres reteszelést alkalmazunk. [8]

A GIS-ban lévő szakaszolók ugyan azt a funkciót látják el, mint az AIS-ben. A szakaszoló meghajtása lehet egy- vagy háromfázisú működésű, továbbá két és három állású. A jelenlegi ABB-s berendezésben kombinált, három fázisú szakaszoló-földelő egységek látják el a kapcsolási feladatokat. [11]

4.3.2.4 Feszültségváltó:

A GIS-es telepítésű feszültségváltó sokban hasonlít a légszigetelésű típusúhoz, feladata , hogy csökkentse a nagy feszültségszintű értékeket egy mérhető, kisebb ellenőrző szintre, amit felhasználhatunk a védelmi relékhez, a vezérléshez és természetesen a különböző mérések elvégzéséhez és kimutatásához. Jelen esetben indukciós típusú, két maggal rendelkező feszültségváltó került beépítésre, amely a különböző mérési és védelmi elvárásokhoz igazodik. A felszerelt ABB-s ELK-PI04-1M-2R típusú mérőváltó, így egyaránt képes illeszkedni a fejlett mérési és védelmi rendszerekhez is. [11]

4.3.2.5 Áramváltó:

Alap esetben két tekercselésű, indukciós típusú áramváltókat szoktak beépíteni, amelyek a mérési és védelmi feladatokat teljes mértékben képesek ellátni. Az ABB gyártmányú, ELK-CT0 735 L típusú beépítésre szánt áramváltó ezeknek a feltételeknek eleget tud tenni. A mérőváltó modul 3 maggal rendelkezik. Az első mérési feladatokat, a második, illetve harmadik mag pedig védelmi funkciókat látnak el. [12]



7. ábra.: ABB ELK-CT0
Áramváltó

4.4 Transzformátor:

A transzformátorokat vasbeton alapokra helyezik, amelyeken az egység mozgatására szerelősín párt helyeznek el. Tűzvédelmi okokból a transzformátorok alatt úgynevezett zúzottkőágy található, ami az esetleges olajszivárgások miatt is fontos intézkedés.

Telepítéskor a transzformátor és a kapcsolóberendezés között a transzformátor olajmennyiségétől függően, távolságot kell tartani, azonban, ha ez kivitelezhetetlen, a kapcsolóberendezést fallal elválasztva árnyékolni szükséges. Ezen kívül megjegyzendő, hogy az állomás teljes területét, 3 vagy akár 4m magas kerítéssel kell elhatárolni,

biztonsági okok miatt. Meg kell, hogy említsük, hogy betörés elleni riasztó készülékekkel látják el az állomás teljes területét, kültéren és beltéren egyaránt.

Adatok:

Szigetelés típusa:	Olaj
Csatlakozás fázisszáma:	3 fázisú
Névleges teljesítmény:	50 MVA
Alkalmazás helye:	Kültéri
Hűtési mód:	OFAF

5 Alállomás kép:

Nézzük meg részleteiben, hogy miként is terveztem meg a transzformátor mezőmet. Egy ilyen, általam is kiválasztott, modern tokozott megszakítóberendezés alkalmazása mellett, a beltéri és kültéri kialakítás között a telepítéshez szükséges terület méretei különbözhetnek. Az alállomási képen is látható, hogy a mezőm 57,7 m hosszúra és 19,5 m szélesre adódott. Ezzel szemben egy beltéri kiviteli mező általában 20 m x 10 m-es területen helyezkedik el. Ez a méretbeli különbség soknak tűnhet, viszont így is próbáltam minél kisebb területen létesíteni.

A tartóoszlopok magasságát 6,4 m-re terveztem, ugyan is az egyes sodrony hosszak miatti vezető belógásokat, fázistávolságokat és legkisebb érintési távolságokat szem előtt tartva, ez az érték bizonyult, a határértékek megtartása mellett, az IEC 61936 szabványnak megfelelően. A személyzet és az emberi élet biztonsága a legfontosabb, ezért is lényeges, hogy az esetleges munkálatok folyamán az érintési távolságokat betartsuk. Ezért is kellett odafigyelni a gyűjtősin rendszerek megfelelő elhelyezéséről. A talajtól mérve 4 m magasságban lettek felszerelve, támszigetelőkkel ellátott acélszerkezeteken, az adott feszültséghez igazított betartandó fázistávolságok megtartása mellett.

Minden egyes alállomás tervezésénél ügyelni kell arra is, hogy a szerelőkocsik, illetve diagnosztikai műszerekkel felszerelt járművek, a kiadott munkálatok során, meg tudják közelíteni az egyes berendezéseket. Erre az esetre aszfalttal ellátott készülékszállító

utakat kell biztosítani, ami az én tervrajzomon is feltüntetésre került. Ezen felül, egy speciális transzformátor szállító útról is gondoskodni kell, amely útszakasz kapcsolódik a transzformátor szerelősínjeihez, így megkönnyítve a berendezés esetleges kiemelését.

Ami az én tervrajzomon nem szerepel, ellenben egy fontos részét képezi az alállomási terveknek, az a kábelcsatornák elhelyezésének képe. Ezeket azért sem tüntettem fel a rajzomon, hiszen a vezénylő alaprajzát sem gondoltam, hogy érdemes lenne külön ábrázolni. Ugyanakkor, az egyes berendezések kábeles összeköttetése, a vezérlőtermi szekrényekkel, betonlappokkal lefedett, földalatti kábelcsatornákon keresztül történik. Ezek az úgynevezett kábel alagutak akár az egész alállomást is behálózhatják, amelyekben a kábelkötegek párhuzamosan helyezkednek el egymás mellett.

6 Segédüzemi kapcsolás kiépítése:

A készülék primer körének kialakítása után, szemügyre kell, hogy vegyük a berendezés vezérlésének kialakítását is, hiszen ezáltal kapunk teljes körű információt a beépített egység bekötéséről, továbbá az egyes vezérlőfunkciók megértéséről.

Mint minden modern rendszerben, itt is szükség van a helyi-, illetve távműködtetésre annak érdekében, hogy minden rendeltetésének megfelelően működhessen. A központi automatikus távvezérlés egyaránt növeli a berendezések funkcionalitását, megbízhatóságát és javítja a személyzet karbantartás közbeni munkabiztonságát is.

Az alállomás és a berendezés vezérlésének, védelmének és kommunikációs csatornájának teljes, hiba mentes kiépítésére, az előbb említettek miatt is óriási szükség van, nem beszélve a folyamatos és zökkenőmentes üzem biztosításáról.

Következő feladatom a GIS berendezés legfontosabb elemeinek, a megszakító, a szakaszoló, az áram- és feszültségváltó vezérlésének kialakítása és a központi vezérlőegységhez való csatlakoztatása, továbbá a mező védelemének kialakítása.

Bemutatásra kerül, hogy miként is néz ki egy ABB gyártmányú GIS berendezés bekötése, milyen elemekből épül fel és azokat, hogyan és milyen logikával tudjuk egymással szinkronba hozni, amely olyan egységet alkosson, ami képes lehet akár egy a saját koncepcióm szerinti nagyfeszültségű alállomás kapcsolási, mérési és védelmi feladatait is ellátni.

Ez az áramkör a kapcsolóberendezés azon részét jelenti, ami az egyes feladatkörök elvégzésének lebonyolításában felelős. AC-DC kisfeszültségű segédáramkörként is szokás nevezni, amely tulajdonképpen az egyes modulokhoz kapcsolódó vezérlés kialakítását jelenti, sorkapocskiépítés mellett.

6.1 Az áramkör kialakításához felhasznált elemek:

A következőkben felsorolásra kerülnek a segédáramkör fontosabb elemeinek típusa és funkciói, ahol is ismertetni fogom az egyes elemekhez tartozó műszaki paramétereket, továbbá az áramkörbe való elhelyezéseik szerepköreit és mivoltját. A felsorolásból az áramváltót és a feszültségváltót azért hagytam ki, mert már megemlítésre kerültek egyszer.

6.1.1 Kismegszakítók és segédérintkezőik:

A megszakítókat elsősorban úgy kellett kiválasztani, hogy az egyes áramköri részeknek megfelelő védelmi biztonságot nyújtsanak, ennek tudatában a különböző beépítési pontokhoz megfelelő megszakító képességű készülékeket kell, hogy beépítsünk.

Először is a körvezetékhez tartozó megszakítókról ejtek pár szót. Kiválasztásra, egy ABB gyártmányú, S201M-K10UC típusú készítmény került, ami egy 10 A-es, K karakterisztikájú, egy fázisú és 10 kA-es megszakító képességgel rendelkező kismegszakító készülék.



8.ábra.:S201M-K10UC
kismegszakító

Ezek egyen- és váltakozó áramú áramkörökben is egyaránt alkalmazhatók, így az én koncepciómban teljes mértékben helyt állnak, hiszen a körvezetékeim DC és AC megáramlása és a segédüzemi feszültség szintje, ami 230 V, a megszakító képességük az előzőekben leírtaknak felel meg. Ezek a vezénylőtermi R01-es megnevezésű relészekrényben foglalnak helyet, a betáplálási pontok sorkapcsai és a mezőhöz tartozó, különböző funkciókat ellátó körvezetési sorkapcsok között. [13]



9. ábra.: S201P-B16 kismegszakító

A soron következő elem a szekrényvilágítást és a benne elhelyezett dugaljat védi az esetleges túlterhelésektől. Szintén egy ABB-s készüléket szereltem be, ami ismét csak egy pólusú, viszont B karakterisztikájú, illetve 16 A-es kismegszakító. Erre a beépítési helyre ezt az S201P-B16-os elnevezésű terméket választottam, a névleges áram értékek és a szelektivitás miatt. [14]



10. ábra.: S203P-Z1.6NA kismegszakító

Legutolsó sorban megemlítsérem a feszültségváltóhoz kapcsolódó S203P-Z1.6NA típusú készülékeket. Ezek a kismegszakítók képesek, mint azt a 3+N elnevezésből is kikövetkeztethető, a 3 fázis és a nulla vezető egyidejű megszakítására, továbbá Z karakterisztikájú, ami akár a névleges áramérték 4-szeresét is képes megszakítani. [15]

Miután kitárgyaltuk a védelmi készülékek kiválasztását, szót kell, hogy ejtsünk a hozzájuk kapcsolódó segédérintkezőkről. Szerepük egyszerű, a készülék érintkezőinek helyzetének állásjelzésére szolgálnak és attól függően, hogy a megszakító milyen kialakítású, a készülékek bal, illetve jobb oldalára kell felszerelni őket.



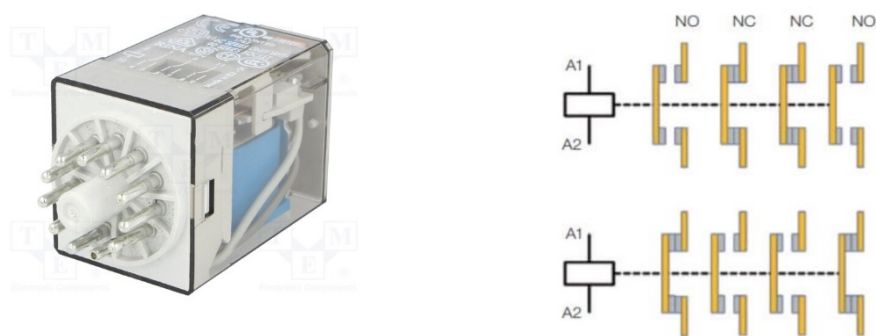
11. ábra.: S2C-H11L segédérintkező

A kismegszakítók állásjelzéseit én személy szerint nem jelenítettem meg a rajzaimon, viszont amikor ténylegesen beépítésre kerülnek ezek a segédérintkezők, általában gyűjtött jelzéseket adnak a megszakítók egyes állapotairól, mely jelzések vizuálisan is megjelennek a vezénylőtermi terminálon. Az S2C-H11L-es segédérintkező az előzőekben kiválasztott mindhárom kismegszakítóra teljes mértékben kompatibilis, így képes ellátni a rá vonatkozó feladatot. [16]

6.1.2 Elektromágneses relék és segédérintkezők:

Az elektromágneses relék feladata, hogy egy adott feltétel teljesülésekor egy, esetleg több villamos áramkörben előre meghatározott változásokat idézzon elő. Többek között, ezek a relék, a készülék vezérlési mechanizmusait hivatottak működtetni, mint például a megszakító vagy a szakaszoló átkapcsolásáért felelős segédérintkezőket.

Működési elvük a következő. Az alkalmazott AC, illetve DC feszültség által keltett mágneses fluxust, mechanikai erővé alakítják át, amely által az egyes érintkezőcsoportok irányítva vannak.



12. ábra.: Elektromágneses relé és működési elve

Ezeket az érintkezőket vagy segédérintkezőket két csoportba oszthatjuk. Kiindulási állapotuk szerint, lehetnek alap esetben nyitott, illetve alap esetben zárt állapotúak, tehát besorolás szerint vannak úgynevezett NO, illetve NC segédérintkezők. Elnevezésük a feszültségmentes relétekercsnél jelentkező állapotokra vonatkoznak.

Példaként vegyünk egy alap esetben nyitott érintkezőt. Amikor a gerjesztő áram áthalad a tekercsen, a relé behúzza a hozzá kapcsolódó érintkezőt, tehát zárt helyzetbe kerül, ezzel együtt zárja a hozzá kapcsolódó áramköri részt is. Ennek ellenkezője történik az NC típusnál, ahol is az alapból zárt állapotot a gerjesztő áram nyitja, ezzel megszakítva az áramkört. [17]

6.1.3 Kontakt manométer:

A kontakt manométer olyan eszköz, amivel a gáz halmazállapotú anyagok nyomásának szintjét lehet mérni, így felhasználható például a GIS belső gáztereinek nyomásának érzékelésére is. A képen látható készülék sokkal modernebb technológiájú és kialakítású, amit kifejezetten az ABB-s kapcsolóberendezéshez alakítottak ki.

Az M266GRT nevezetű manométer gázörrel van egybe szerelve, ami így képes két különböző beállított nyomásszintre jelzéseket adni. Az első egy figyelmeztető jelzést ad a rendszerbeli nyomás csökkenéséről, ha elér egy megadott értéket, továbbá egy tiltó parancsot képes adni, ha a gáznyomás a kritikus határértéket túllépi. Ennek lévén a készülék védelmi funkciókat is képes ellátni, mint például a berendezések működtetésének tiltását. [18]



13.ábra.:M266GRT gáz manométer

6.1.4 Működésszámláló:

A számláló a megszakító működtetési számot hivatott mérni, ami egy fontos része a berendezésnek, hiszen a megszakítónak meg van határozva egy működtetési határértéke, amely érték után már célszerű, a karbantartási előírásoknak megfelelően, a megszakító hajtását felülvizsgálni.

Azonfelül, ha azt a műszaki állapotfelmérés eredménye megköveteli, a berendezés modulját ki kell cserélni, különben a meghibásodás kockázatának mértéke, ennek a lépésnek a hiányában csak növekedni fog vagy különböző mértékű üzemzavarok és gazdasági vonzatok jelentkezhetnek a jövőben.

A kiválasztott ABB-s megszakítóm kapacitása körülbelül tízezer kapcsolásra lett tervezve, ami azt jelenti, hogy a készülék ezen érték eléréséig hibátlanul kell, hogy üzemeljen.

A számláló felépítésében egyszerű, ami a képen is látható. A kijelzője mechanikus jellegű, továbbá 6 digitig képes számlálást végezni, így teljes mértékben lefedi a kapcsolási határértékig való számolást.



14. ábra.: CDM/48535
Működésszámláló

6.1.5 Fűtőellenállások:

A berendezésre felszerelhető továbbá egy egyedi fűtési rendszer is, annak érdekében, hogy az esetleges külső hőmérsékleti körülmények behatását ellensúlyozzuk. Mivel kültéri kivitel volt választottam, így nagyobb hangsúlyt kellett fektetni a készülék üzemi működéséhez előírt, hőmérsékleti korlátok betartására.

Erre megoldást nyújt a korszerű GIS fűtőburkolat, amit egy modern fűtőellenállásnak is nevezhetünk. A belső burkolat a speciális kialakítása lévén, teljes mértékben lefedi a berendezés



15. ábra.: GIS
fűtőburkolat

egyes moduljainak és a tokozat teljes felületét. A készülékemben minden egyes modulhoz tartozik egy ilyen egység, ami biztosítja a megfelelő üzemeltetési feltételeket.

Az egység egy elektromos elven alapuló, filmrétegek között laminált, fűtőelem. A felületére szerelhető termosztát és biztosíték hozzájárul a megfelelő vezérlésért, illetve hővédelemért. Megemlítesre méltó, hogy minden egyes paramétere egyedileg választható, így a berendezésemhez, a fűtőelemeket, az igényeimnek megfelelően alakíthatom ki. [19]

6.1.6 Dugalj, szekrényvilágítás és végállaskapcsolók:

A következőkben nem kifejezetten fontos elemekről lesz szó, viszont ezeknek is megvannak a felhasználási lehetőségei egy alállomási kiépítési képben. A relészekrényben beépítésre kerültek különböző munkálatokat segítő kiegészítő részegységek is, mint például a konnektor és szekrényvilágítás. Ezeknek az elemeknek az igénybevétele leginkább a kültéren jelentkezik, a nagyobb kihasználtsági potenciál miatt, hiszen bármilyen üzemzavari, esetleg szervízi munkálatok közben nagy segítséget tudnak nyújtani a kezelő és karbantartó személyzetnek.

Először is a dugaljak fontosságára szeretnék kitérni. Az előbb említett munkálatok során előfordul, hogy különféle diagnosztikai mérések műszereinek működtetéséhez hálózati feszültségre van szükség, ami nem mindig van jelen például egy leágazási mező vagy kirendelt mérőautó környezetében. Erre a problémára nyújt megoldást a kültéri szekrényekbe dugaljakat elhelyezni, mint például egy ABB-s M1175-ös kétpólusú és földelt, 16A-es, továbbá sínre szerelhető egységet. 230V-os megáplálását a segédüzem biztosítja, IP20-as védettség mellett. [20]



17. ábra.: Ajtónyitás kapcsoló



16. ábra.: ABB dugalj

Megemlítésre kerül továbbá a szekrényvilágítás kialakítása is. A napszakok és az időjárás változása miatt, a látási viszonyok minősége csökkenő tendenciát mutat. Ennek javítása érdekében mesterséges világítást építünk be a szerelő-, illetve relészekrényekbe. Eleinte hagyományos izzókat szereltek be, viszont mostanában LED izzókat, illetve lámpatesteket alkalmaznak.

Ezekkel párhuzamosan ajtónyitás kapcsolókat helyeztem el, így, amikor a kezelő személyzet munkálatokat végez a szekrényben, az ajtó nyitására, a lámpa, automatikusan fel-, illetve lekapcsol. Erre egy példa az általam is kiválasztott egyszerű, görgőskar működtetésű, DB1C-A1R elnevezésű mikrokapcsoló. [21]

6.2 A segédáramkör ismertetése:

Az áramkört úgy terveztem, hogy belátást kaphassunk arról, hogyan is lehet egy ilyen vezérlést elképzelni, miként és hogyan kell kialakítani a szükséges kapcsolásokat és elhelyezni az egyes elemeket ahhoz, hogy egy mechanikailag és logikailag összefüggő áramkört építhessünk ki. Nem szabad elfeledkezni arról sem, hogy az egyes jelöléseket és funkciókat pontosan kell feltüntetni, hogy azt bármely műszaki tudással rendelkező személynek egyértelmű és érthető legyen.

6.2.1 Körvezetékek:

Az áramköri elemeim a működésükhöz szükséges 230V-os feszültség szintet körvezetékeken keresztül kapják meg. A körvezetékek megáplálását a segédüzemi akkumulátortelep biztosítja, ami egyen- és váltakozó feszültséget is képes szolgáltatni, a beépítésre kerülő áramköri részegységek számára. A körvezetékek tápforráshoz való bekötési rajz a mellékelt RSZ4-es rajzszámú ábrán látható.

Az eltérő funkciók feszültség ellátása, különböző körvezetékeken keresztül történik. Első sorban az egyenfeszültségű körvezetékeket részletezem. Az én kialakításomban szerepel alapvédelmi és tartalékvédelmi pozitív működtető feszültség, a hajtásokhoz és egyéb vezérlő eszközökhöz külön pozitív és negatív megáplálás, továbbá felhasználtam a reteszelési funkciókhoz és a jelzéseknek, egy-egy pozitív egyenfeszültséget.

Ami a váltakozó áram felhasználását illeti, bekötésre került egy fázis-, nulla-, illetve egy PE vezető. Ezek az AC körvezetékek tulajdonképpen csak a készülékek fűtési rendszer, a relészekrényben lévő világítás és a dugalj kiépítése miatt lettek létesítve.

6.2.2 Megszakító vezérlésének kialakítása:

Tekintsük át most a megszakító készülékem vezérlésének bekötését, aminek az áramköri felépítése az RSZ5 számú mellékelt rajzomon látható. A megszakító modulom, a relészekrényben lévő körvezetési megáplálási pontokra közvetlenül a készülék sorkapcsairól, kábelekkal csatlakozik, tehát nem vezettem át egy külön vezérlőszekrényen.

A kültéri szekrény feladatköreit is a relészekrényben valósítottam meg. A megszakító készülékem rendelkezik, a működéséhez szükséges hajtással, kioldó- és vezérlőegységekkel, továbbá a funkcionális és kiegészítő egységekkel, mint például a segédérintkezők, kapcsolók és nyomógombok.

Az egység rugóerőtárolós, motoros hajtással rendelkezik, amihez külön beépítésre került egy működésszámláló, annak érdekében, hogy a készülék működését analóg módon is naplózhasuk. A motort a megszakító KINT, illetve BENT állapotához mérten kell működtetni, így szükség volt egy, úgynevezett motorvezérlő egységet is beépíteni, ami a megszakító működtetésekor az esetleges irányváltoztatást elvégzi.

Fontos megjegyezni, hogy a berendezés három különálló működtető tekerccsel van ellátva. Egy BE tekerccsel rendelkezik, ami biztosítja a megszakító zárását, illetve két KI tekerccsel, ami pedig a megszakító nyitására felel.

Ezek közül az alapvédelem és a gázvédelem KI parancsa az első KI tekerccset, míg a másodikat a tartalékvédelem KI parancsa működteti, ezen felül a megszakító zárásáért az alapvédelem felel. Megjegyzendő, hogy a megszakító zárását, illetve nyitását a központi vezérlőegység is szintén tudja kezelni. A megszakító KINT, illetve BENT állásjelzéseit pedig a segédérintkezők segítségével tudjuk továbbítani az egyes védelmi készülékekhez. A megszakítóhoz tartozó rugók helyzetének állapotáról való visszajelzéseket, amelyek általában párhuzamosan jelentkeznek az előbb említett állapotok mellett, szintén képes kezelni a készülék.

A megszakító helyi- és távműködtetést is meg tud valósítani. Ezeket a funkciók közti váltást, a relészekrényben elhelyezett, két állású választókapcsolókkal értem el, amelyekhez külön tartozik egy-egy helyi működtetést megvalósító, nyomógomb is. Bekötésre került továbbá egy távműködtetést szabályzó kapcsoló is, amely tiltó állásban, a segédérintkezője záródása mellett, jelzést küld a központi vezérlő egységnek, hogy az esetleges megszakítót működtető parancsokat figyelmen kívül hagyja. Ezzel a megoldási módszerrel kizárható az esetleges készülékkarbantartási munkálatok közbeni váratlan működtetés.

A berendezés moduljainak üzemszerű működéséhez elengedhetetlen a belső SF6 gázterek nyomásának határokon belül tartása. Ezért is fontos, hogy a készülékünkben uralkodó gáztérben történő változásokat nyomon kövessük. A megszakító egységbe beépítésre került egy gázór, két külön segédérintkezővel. Az egyik csak jelzést ad a kezelő személyzetnek, amikor a gázszint eléri az előre beállított figyelmeztető szintet, hogy a

következő alkalommal intézkedjenek a gáztér feltöltéséről. Ha viszont a további nyomáscsökkenésre a gáztér eléri a kritikus határértéket, egy parancsot küld, ami reteszelí a készüléket.

A kapcsolóberendezésen, a mi esetünkben, szoftveres reteszelési kialakítást alkalmazunk. A relészekrényben kialakításra került, egy külön választókapcsoló, ily módon élesíthetjük, illetve béníthatjuk a rendszert. Ezen felül a megszakítóba bekötésre került még egy reteszelési funkció, amivel megakadályozhatja a vezérlés a megszakító nyitását, illetve zárását.

Ahogy az már említettem, a készülék kültéri kialakítású, ezért is rendelkezik külön fűtési rendszerrel. Amint a készülék hőmérséklete elér egy adott szintet, a termosztát automatikusan bekapcsolja a GIS belső fűtőburkolatát és felfűti a berendezést az előre beállított értékre.

6.2.3 Szakaszolók vezérlésének ismertetése:

A szakaszolók vezérlése sokban hasonlít a megszakító egységéhez. Kezdés ként kezdjük a hajtás vezérlésével. A szakaszolók működtetése itt is egyenárammal működő motorokkal van megvalósítva, továbbá a motor vezérléséről is egy különálló vezérlő egység gondoskodik.

A kombinált szakaszoló-földelő egységek helyzete lehet nyitott, zárt vagy földelt állású, amelyekhez szintén kapcsolódnak helyi-, illetve távműködtetésű választókapcsolók. A szakaszolók ki, be, és a hozzájuk tartozó földelők ki, illetve be irányú működtetése helyileg ismét csak, nyomógombok alkalmazásával érhető el.

A készülékeket, a központi vezérlőegység, parancsok alapján kezeli, továbbá az egyes állásjelzéseket is a vezérlőegység fogadja. Kivételt képez az első számú szakaszoló egység, aminek a szakaszoló BENT, illetve szakaszoló KINT jelzésekeit az alapvédelmi készülék is felhasználja.

A készülékek, emellett rendelkeznek külön működtetését tiltó és egy, a reteszelést vezérlő egységgel, ami kiegészül továbbá egy öntartást megvalósító vezérléssel is. A GIS szakaszoló moduljai itt is külön-külön el vannak látva fűtőegységekkel, továbbá a gázterük nyomását ellenőrző gázörökkel.

6.2.4 Mérőváltók bekötése:

Az egyes mérőváltók áramköri rajzát a mellékelt RSZ2-es és RSZ3-as rajzon tekinthetjük meg. Vegyük szemügyre először a feszültségváltó modul bekötését. Mint azt már az előző fejezetben leírtam, a feszültségváltó két maggal rendelkezik. Az első mag mindig mérési célokat szolgál, a többi általában relémagként alkalmazzák.

Az én tervezetemben az elsőként említett mag az alapvédelmi készüléket látja el mérési adatokkal, amelyek a három fázis feszültség viszonyait jelentik. A második magot viszont nem használtam fel, hiszen a tartalékvédelem nem rendelkezik feszültség mérési funkcióval, de amint szükség lesz a második mag alkalmazására, az mindig rendelkezésre fog állni.

Ami az áramváltót illeti, itt minden egyes maghoz hozzárendelésre került egy-egy funkció. Ez a készülék három maggal rendelkezik, amikből az első szintén mérési adatokat szolgáltat az alapvédelem számára, a másik kettőt pedig mindenképpen az egyes védelmekhez kellett, hogy elvezessem.

7 Védelmi készülékek kialakítása:

Feladatomat képezte továbbá két transzformátor védelem kiválasztása, a rendszerhez való integrálása és kialakításuk részletezése. Ezek a védelmi és vezérlő készülékek a transzformátor megfelelő védelmét, vezérlését, mérését, továbbá felügyeletét hivatottak biztosítani.

7.1 Alapvédelmi készülék:

Alapvédelemnek az ABB gyártótól, a RET615-ös készüléket választottam. Azért erre esett a választás, hiszen széles körű védelmi és vezérlési funkciókat képes ellátni, továbbá gyorsan és egyszerűen elvégezhetőek rajta az egyes konfigurációk.



18. ábra.: ABB RET615

Ahogy az a mellékelt RSZ9-es rajzomon is látható, a készüléknek biztosítani kell a külön tápellátást, amit az alapvédelmi működtető feszültség szolgáltat. A védelem képes a feszültség, áram és a teljesítmény folyamatos mérésére, ennek megfelelően bekötésre kerültek az egyes mérőmagok. A készülékbe érkeznek még a nagyfeszültségű oldalról és a középfeszültségű oldalról is, az alapvédelem indulásához szükséges, relémagok. A védelem egyaránt rendelkezik bemeneti és kimeneti csatlakozókkal is. Ezeket a későbbiekben tárgyalom.

A készülék funkcionalitását tekintve sokrétű. Védelmi funkciói közé tartoznak a túláram védelem, a földzárlat elleni védelem és a hőfokvédelem. Továbbá az általános védelem működtetése mellett, fellelhető a differenciál védelmi funkció is. Ezekhez a funkciókhoz kimeneti jelek is tartoznak, amelyeket a központi vezérlő egység fogad és elemez. Ezeket a jelzéseket a beépített, SO elnevezésű, jelző relék működtetésük lévén szolgáltatják. [22]

A készülék működtető parancsokat is képes az egyes készülékeknek továbbítani. A kiválasztott védelem működésekor vezérli a nagyfeszültségű oldal megszakítójának nyitását, illetve zárását, továbbá a közép-feszültségű oldal megszakító készülékének nyitását, ezzel megvalósítva például a differenciálvédelem működését.

Állapotjelzéseket is tudunk fogadni az egyes bináris bemeneteken keresztül. Az én készülékemen nyolc darab ilyen bemenet található, amik közül ez első kettőt nem használtam fel, hiszen a megfelelő védelmi működéshez elhanyagolhatóak voltak. [22]

7.2 Tartalékvédelmi készülék:

Tartalékvédelemnek a PROTECTA E1-DTD2 készüléket, abból is az F jelzésű előregyártott konfigurációt választottam. Ezek a típusú készülékek moduláris felépítésűek, így cserélhetőek a hardver moduljaik, ahhoz mérten, hogy milyen védelmi funkciókat szeretnénk a készülékünkbe.



19. ábra.: PROTECTA E1-DTD2-F

Hat különböző védelmi funkciót lát el a beépített védelmem, amelyek a következők. A készülék tartalmaz 3F független késleltetésű és egy 3I0 túláramvédelmet, egy transzformátor bekapcsolási áramlökés blokkolást, ezen felül megtalálható a termikus túlterhelési védelem, illetve a differenciálvédelem és egy megszakító beragadás elleni védelem. Amiben igazán különbözik a tartalék védelem és az alapvédelem, az a bekapcsolási áramlökés ellen beiktatott védelmi funkció és a beragadás elleni védelem. [23]

Az esetleges hibás megszakító működtetés esetén, a zárlat megszüntetése érdekében az összes mögöttes betápláló megszakítónak kioldó parancsot kell adni, ugyanakkor egy ismétlő kioldási parancsot is adhatunk a beragadt megszakító készülékre. Az én kialakításomban ezeket a parancsokat ki tudjuk adni, így ellátva a védelmi funkció működtetését. Ezen felül még képesek vagyunk a készülékkel a nagyfeszültségű és középvezetési oldal megszakítójának második KI tekercsére is parancsot adni, így biztosítva a tartalékvédelem differenciálvédelmi funkcióját is. [23]

Nem feledkezhetünk meg a mérési funkciókról sem. A védelem további nyolc áram bemenettel rendelkezik, amelyek nélkül a védelmi funkciókat nem tudnánk megvalósítani. Ezek a közép- és nagyfeszültségű oldal áramváltóinak relémagjairól érkező bemenő jelzéseket fogadására alkalmasak.

Négy állapotjelzést képes fogadni a védelmi készüléknek a bináris bemenetei. Ez a nagyfeszültségű oldal megszakítójának KINT, BENT jelzéseit, illetve a szoftveres reteszelés segédérintkezőinek jelzéseit foglalja magában.

8 Összefoglalás:

Zárásként szeretném összefoglalni a szakdolgozatomban leírtakat. A nagyfeszültségű alállomás létesítés témakörén belül egy transzformátor mezős leágazás kialakításával, méretezésével és vezérlésével foglalkoztam. Ezen kívül kiválasztottam a főbb primer oldali készülékeket, majd ezt követően a kijelölt mezőben elhelyeztem és a megfelelő eljárásokkal telepítettem őket. Ezek után kialakításra került a segédüzemi kapcsolás is, aminek a bekötési módjáról és a vezérlésének menetéről is szót ejtettem. Végül bemutattam a mezőhöz tartozó alap- és fedővédelmi készülékek fontosságát.

9 Summary:

In conclusion, I would like to summarize what is described in my dissertation. Within the topic of the construction of a high-voltage substation, I dealt with the design, sizing and control of a transformer field branch. In addition, I selected the main devices on the primary side, and then placed them in the selected field and installed them using the appropriate procedures. After that, the auxiliary operating circuit was also developed, which I also mentioned about the connection method and the process of its control. Finally, I demonstrated the importance of basic and cover protection devices for the field.

10 Irodalmi jegyzék:

- [1] https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0048_VIVEM178/ch01s03.html
- [2] <https://electrical-engineering-portal.com/substation-basics#substation-location>
- [3] OE/KVK/2052/Villamosenergia-ellátás I.TK. -Dr. Novothny Ferenc (PhD)-
- [4] <http://www.albusindustries.com/wp-content/uploads/2014/11/ALUMINIUM-BUSBARS.pdf>
- [5] OE/KVK/2079/I./Villamosenergia-ellátás II.TK -Dr. Novothny Ferenc (PhD)-
- [6] http://tekhar.com/Programma/Chint/pdf_pict/Compact+Gas+Insulated+Switchgear+up+to+145kV.pdf
https://www.gegridolutions.com/products/brochures/grid-gis-l3-f35_145_kv-0169-2016_07-en.pdf
<http://larch-laurel.com/upload/fileproduct/90/Catalogue%20115%20kV%20GIS.pdf>
- [7] https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0048_VIVEM177/ch08.html
- [8] Dr.-Kemény-József-Kapcsolástechnika-ÓE-KVK-2069
- [9] <https://electrical-engineering-portal.com/gis-control-system>
- [10] <https://www.cedengineering.com/userfiles/Operation%20and%20Maintenance%20of%20a%20Gas%20Insulated%20Substation-R1.pdf>
- [11] <https://www.cedengineering.com/userfiles/Operation%20and%20Maintenance%20of%20a%20Gas%20Insulated%20Substation-R1.pdf>
- [12] <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1VLC000639&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
- [13] <https://new.abb.com/products/2CDS271061R0427/s201m-k10uc>
- [14] <https://new.abb.com/products/2CDS281001R0165/s201p-b16>
- [15] <https://new.abb.com/products/2CDS283103R0258/s203p-z1-6na>
- [16] <https://new.abb.com/products/2CDS200936R0001/s2c-h111>
- [17] <https://engineer.decorexpro.com/hu/elektrika/rele/elektromagnitnoe-rele.html>
- [18] <https://new.abb.com/products/measurement-products/pressure/gauge-pressure-transmitters/266grt-gauge-pressure-transmitter-with-remote-diaphragm-seal>

- [19] <https://hu.tb-heater.com/gis-heating-cover.html>
- [20] <https://daniella.hu/abb-m1175-dugalj-sinre-m1175-2polus+fold-16a-id-abb2csm210000r0721>
- [21] [https://hu.rs-online.com/web/p/mikrokapcsol/1594629?cm_mmc=HU-PLA-DS3A--google--CSS_HU_HU_Kapcsol%C3%B3k_Whoop--\(HU:Whoop!\)+Mikrokapcsol%C3%B3k--1594629&matchtype=&pla-351648297017&gclid=Cj0KCQiAzMGNBhCyARIsANpUkzMr9pJFNTTr7CZmjz3VChkDVkB4vYj52Wp1XLds0SWrqxjACYbAawEaAhITEALw_wcB&gclid=aw.ds](https://hu.rs-online.com/web/p/mikrokapcsol/1594629?cm_mmc=HU-PLA-DS3A--google--CSS_HU_HU_Kapcsol%C3%B3k_Whoop--(HU:Whoop!)+Mikrokapcsol%C3%B3k--1594629&matchtype=&pla-351648297017&gclid=Cj0KCQiAzMGNBhCyARIsANpUkzMr9pJFNTTr7CZmjz3VChkDVkB4vYj52Wp1XLds0SWrqxjACYbAawEaAhITEALw_wcB&gclid=aw.ds)
- [22] <https://new.abb.com/medium-voltage/digital-substations/protection-relays/transformer-protection-and-control/transformer-protection-and-control-ret615-iec>
- [23] https://www.protecta.hu/files/files/41874/e1-dtd2_konfig_v1.0.pdf

11 Ábra jegyzék:

- 1.ábra: OE/KVK/2052/Villamosenergia-ellátás I.TK.
- 2.ábra: <https://henanxinyu.en.made-in-china.com/product/BNZEMnYxbPhb/China-1050-1350-6101-Aluminum-Busbar.html>
- 3.ábra: <http://dolstardeltastarterdata.blogspot.com/2011/08/current-carrying-capacity-of-aluminium.html>
- 4.ábra: <https://henanxinyu.en.made-in-china.com/product/BNZEMnYxbPhb/China-1050-1350-6101-Aluminum-Busbar.html>
- 5.ábra: http://tekhar.com/Programma/Chint/pdf_pict/Compact+Gas+Insulated+Switchgear+up+to+145kV.pdf
https://www.gegridolutions.com/products/brochures/grid-gis-13-f35_145_kv-0169-2016_07-en.pdf
<http://larch-laurel.com/upload/fileproduct/90/Catalogue%20115%20kV%20GIS.pdf>
- 6.ábra: <http://www.csanyigroup.com/gas-insulated-switchgear-type-8dn8>

7.ábra:

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1VLC000639&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

8.ábra:

<https://new.abb.com/products/2CDS271061R0427/s201m-k10uc>

9.ábra:

<https://new.abb.com/products/2CDS281001R0165/s201p-b16>

10.ábra:

<https://new.abb.com/products/2CDS283103R0258/s203p-z1-6na>

11.ábra:

<https://new.abb.com/products/2CDS200936R0001/s2c-h111>

12.ábra:

<http://www.electricalterminology.com/safety-contactor-vs-normal-contactor/>
https://www.tme.eu/hu/details/60.13.9.220.004/elektromagn-ipari-relek/finder/60-13-9-220-0040/?brutto=1¤cy=HUF&gclid=Cj0KCQiAqbyNBhC2ARIsALDwAsBIFFKHpSTCXA2AR42pOSeK8A_eIXnvaOPAegUwW_rUt2EyQ9iHpEaAretEALw_wcB

13.ábra:

<https://new.abb.com/products/measurement-products/pressure/gauge-pressure-transmitters/266grt-gauge-pressure-transmitter-with-remote-diaphragm-seal>

14.ábra:

<https://www.se.com/hu/hu/product/48535/m%C5%B1k%C3%B6d%C3%A9ssz%C3%A1ml%C3%A1l%C3%B3-mechanizmus-cdm/>

15.ábra:

<https://hu.tb-heater.com/gis-heating-cover.html>

16.ábra:

<https://daniella.hu/abb-m1175-dugalj-sinre-m1175-2polus+fold-16a-id-abb2csm210000r0721>

17.ábra:

[https://hu.rs-online.com/web/p/mikrokapcsoló/1594629?cm_mmc=HU-PLA-DS3A_-google_-CSS_HU_HU_Kapcsol%C3%B3k_Whoop_- \(HU:Whoop!\)+Mikrokapcsol%C3%B3k_-1594629&matchtype=&pla-351648297017&gclid=Cj0KCQiAzMGNBhCyARIsANpUkzMr9pJFNTTr7CZmjz3VChkDVkB4vYj52Wp1XLds0SWrqjACYbAawEaAhITEALw_wcB&gclidsrc=aw.ds](https://hu.rs-online.com/web/p/mikrokapcsoló/1594629?cm_mmc=HU-PLA-DS3A_-google_-CSS_HU_HU_Kapcsol%C3%B3k_Whoop_- (HU:Whoop!)+Mikrokapcsol%C3%B3k_-1594629&matchtype=&pla-351648297017&gclid=Cj0KCQiAzMGNBhCyARIsANpUkzMr9pJFNTTr7CZmjz3VChkDVkB4vYj52Wp1XLds0SWrqjACYbAawEaAhITEALw_wcB&gclidsrc=aw.ds)

18.ábra:

<https://new.abb.com/medium-voltage/digital-substations/protection-relays/transformer-protection-and-control/transformer-protection-and-control-ret615-iec>

19.ábra:

https://www.protecta.hu/files/files/41874/e1-dtd2_konfig_v1.0.pdf