



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS**

**Virginijus Augustauskas**

**AUTOMATINĖ AVARIJŲ ANALIZĖ SKIRSTOMAJAME  
TINKLE**

Magistro projektas

**Vadovas**

Doc. dr. Almantas Bandza

**KAUNAS, 2015**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS  
ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMŲ KATEDRA**

**AUTOMATINĖ AVARIJŲ ANALIZĖ SKIRSTOMAJAME  
TINKLE**

Magistro projektas  
Elektros energetikos sistemos (621H63005)

**Vadovas**

Doc. dr. Almantas Bandza

**Recenzentas**

Doc. dr. \_\_\_\_\_

**Projektą atliko**

Virginijus Augustauskas

**KAUNAS, 2015**

Augustauskas, V. Automatinė avarijų analizė skirstomajame tinkle. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Almantas Bandza; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas, Elektros energetikos sistemų katedra.

Kaunas, 2015. 57 psl.

## SANTRAUKA

Magistro projekto tikslas – ištyrus duomenų perdavimą į dispečerinę valdymo sistemą (DVS), parinkti efektyvias naujas technologijas, kurios sumažintų laiką, per kurį nutraukiama elektros energija vartotojams.

Magistro projekto pirmoje dalyje nagrinėjamas iš skirstomojo tinklo į dispečerinę valdymo sistemą duomenų perdavimas ir 10 kV linijų valdymo problemos.

Magistro projekto antroje dalyje išanalizavus skirstomojo tinklo duomenis, apskaičiuojami 10 kV oro linijų relinių apsaugų nustatymai, parenkamas 10 kV oro linijos automatinis sekcionavimo įrenginys, dispečerinėje valdymo sistemoje parašoma 10 kV automatinio rezervo įjungimo programa.

Magistro projekto trečioje dalyje sumodeliavus automatinio rezervo įjungimo sąlygas dispečerinio valdymo sistemoje pagal įvykių sąrašą analizuojama gauto proceso eiga.

Dispečerinėje valdymo sistemoje sukūrus automatinio rezervo įjungimo (ARĮ) programą, 10 kV oro linijoje dingus įtampai, 6 s laikotarpiu oro linijos vartotojai permaitinami. Tai laiko tarpas, kuris minimaliai paliečia vartotoją neįtakojus dispečeriui. Automatinis įvykių rašymas dispečerinėje valdymo sistemoje padeda analizuoti įvykių seką bei imtis prevencijos sutrikimams šalinti stebimoje skirstomojo tinklo sistemoje. Dėl to sumažėja avarijų valdymo sistemoje. Tai parodo, kad pasirinktas teisingas bei efektyvus sprendimas esamai problemai pašalinti.

Magistro projekte panaudoti 15 paveikslėlių, 14 lentelių, 50 formulių bei 5 priedai.

Rašant magistro projektą buvo naudotasi tiek Lietuvos, tiek užsienio autorių mokslinė literatūra. Literatūros sąrašą sudaro 25 literatūros šaltiniai.

*Reikšminiai žodžiai:* dispečerinė valdymo sistema (DVS), telesignalų perdavimo įrenginys (TSPĮ), automatinis sekcionavimo jungtuvas, 10 kV oro linijos, automatinio rezervo įjungimo programa (ARĮ).

Augustauskas, Virginijus. Autoanalysis of Accident in Electric Power Distribution Network. Final project title. Final project of master / supervisor doc. dr. Almantas Bandza; Kaunas University of Technology, Faculty of Electrical and Electronics Engineering, department of Electric Power Systems.

Kaunas, 2015. 57 p.

## SUMMARY

Master project aims - examination of the data transfer to the Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), to introduce new efficient technologies that help power interruption consumers significantly reduced.

Master project in the first part deals with the distribution network of the dispatch control system data transmission and 10 kV lines management problems.

Master project in the second part of the analysis of the distribution network data, calculated 10 kV overhead line relay protection settings selected 10 kV overhead line of automatic sectioning device, control management system, written at 10 kV automatic transfer switching program.

Master the third part of the project modeling the automatic transfer switching for dispatch control system according to the list of events analyzed the resulting process.

Control management system creates an automatic transfer switching (ATS) program, 10 kV overhead line loss of voltage, 6 term airline users powered. This period of time, which does not affect the user touches the minimum dispatcher. Auto accidents writing control room management system helps to analyze the sequence of events and to take preventive removal of disturbances monitored the distribution network system. This reduces the management of the emergency system. This shows that the choice of the correct and effective solution to the problem eliminated.

Master project used 15 pictures, 14 tables, 50 formulas and 5 accessories.

When writing a master project it has been used in both Lithuanian and foreign scientific literature. Literary list includes 25 references.

*Keywords:* Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), Remote Terminal Unit (RTU), automatic sectioning connector, 10 kV overhead lines, automatic transfer switching program (ATS).



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS  
(Fakultetas)  
VIRGINIJUS AUGUSTAUSKAS

(Studento vardas, pavardė)

---

ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMOS (621H63005)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Automatinė avarijų analizė skirstomajame tinkle“

**AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA**

20 15 m.

d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Virginijaus Augustausko** baigiamasis projektas tema „Automatinė avarijų analizė skirstomajame tinkle“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

*(vardą ir pavardę įrašyti ranka)*

*(parašas)*

# Turinys

## ĮVADAS

1. NUOTOLINIŲ BŪDU VALDOMŲ SISTEMŲ TEORINIŲ IR PRAKTINIŲ ASPEKTŲ APŽVALGA.....	9
1.1. Duomenų perdavimas iš pastotės į telesignalų perdavimo įrenginį (TSPĮ).....	11
1.2. Dispečerinio valdymo sistemos pagrindinės komponentės.....	15
1.3. 10 kV oro linijos valdymo problemos.....	18
2. RELINIŲ APSAUGŲ IR VALDYMO SISTEMŲ PARINKIMAS SKIRSTOMAJAME TINKLE.....	20
2.1. Linijų darbo srovių, trumpųjų jungimų skaičiavimas.....	20
2.2. Relinių apsaugų nuostatų skaičiavimas.....	26
2.3. Oro linijos nuotolinės valdymo sistemos pritaikymas.....	29
2.4. Dispečerinės valdymo sistemos parametravimas.....	35
2.4.1. 10 kV ARĮ programa dispečerinio valdymo sistemoje .....	41
2.4.2. 10 kV ARĮ loginė schema .....	44
3. AUTOMATINĖ AVARIJŲ ANALIZĖ SKIRSTOMAJAME TINKLE .....	46

## IŠVADOS

## NAUDOTA LITERATŪRA

## PRIEDAI

## IVADAS

Relinė apsauga ir automatika skirstomajame tinkle leidžia ekonomiškai eksploatuoti elektros įrenginius, labai apriboja gedimų ir neatitikties įtaką elektros energijos imtuvų darbui, jų trukmei.

Pagrindinė relinės apsaugos užduotis – neleisti avarijai plisti ir sumažinti galimus įrengimų pažeidimus, o taip pat užtikrinti įrengimų darbo patikimumą. Norint visą tai užtikrinti, skaičiuojami relinių apsaugų nuostatai, parenkamos apsaugos, kurios turi būti greitaveikės, jautrios, selektyvios, patikimos, ilgaamžės. Modernizavus relinę apsaugą bei valdymą pagerės ne tik tiekiamos energijos kokybė, sumažės galimų prastovų ir remonto laikas bei kaštai, bet kartu padidės elektros tiekimo patikimumas ir kokybė, leisiantys geriau aptarnauti vartotojus. Tokiais tinklais perduodama ne tik elektra, bet ir informacija. Sudaromos sąlygos efektyviau planuoti esamus elektros tinklus, racionaliai valdyti elektros gamybą ir vartojimą.

Sutrumpinimas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) - tai kompiuterinės sistemos surenkančios ir analizuojančios realaus laiko sistemų duomenis [1]. Dispečerinio valdymo sistemoje (DVS) duomenys yra surenkami nuotoliniu būdu, panaudojant GSM, GPRS, interneto, laidinį telefono ryšį ir pan. arba tiesiogiai prisijungus prie objekto.

Magistro projekte tirama problema – kaip įvykus gedimui skirstomajame tinkle dispečeriniam personalui greičiau atlikti operatyvinius perjungimus tam, kad permaitinti elektros energijos vartotojus. Operatyviniai perjungimai gali užtrukti kelias valandas, dėl to praeina tam tikras laiko tarpas, kurio metu vartotojui netiekama elektros energija.

Šiame projekte nagrinėjamas duomenų perdavimas iš skirstomojo tinklo į dispečerinę valdymo sistemą (DVS), kurioje atsispindi įvykių seka realiu laiku. Žinant proceso eigą ir įvykių laikus, galima spręsti, dėl ko įvyko avarija ir imtis priemonių, kad to išvengtų.

Magistro projekto tikslas – ištyrus duomenų perdavimą į dispečerinę valdymo sistemą (DVS), parinkti efektyvias naujas technologijas, kurios sumažintų laiką, per kurį nutraukiama elektros energija vartotojams.

Šio projekto uždaviniai:

- išnagrinėjus duomenų perdavimo, valdymo klausimus iš pastočių į dispečerinę valdymo sistemą (DVS), pagrįsti neoperatyvų 10 kV oro linijų skyriklių valdymą;
- išanalizuoti tinklo parametrus, relinių apsaugų darbą;
- išstudijuoti nuotolinės valdymo sistemos galimybės pritaikymą oro linijai;
- parinkti priemones, leidžiančias patobulinti automatinį valdymą;

- pateikti priemonės, kurios leistų dispečerinėje valdymo sistemoje analizuoti įvykius, vykstančius tinkle.

Norint išvengti elektros energijos maitinimo nutraukimo vartotojams, reikalingas sprendimas, kuris pakeistų susidariusią dabartinę situaciją vartotojų naudai.



# 1. NUOTOLINIŲ BŪDU VALDOMŲ SISTEMŲ TEORINIŲ IR PRAKTINIŲ ASPEKTŲ APŽVALGA

Planuojant investuoti į elektros skirstomojo tinklo patikimumą, reikia diegti išmaniojo tinklo elementus. Taip tinklas taps atsparesnis aplinkos reiškiniams ir vartotojams bus užtikrintas patikimesnis elektros energijos tiekimas.

10 kV oro linijų valdymo problemas nagrinėja ne vienas autorius, nes tai yra dažna problema, reikalaujanti kardinalių sprendimų, apie kurias jie rašo savo knygose bei straipsniuose.

Šiame projekte naudota literatūros apžvalga atsispindi 1 lentelėje.

*1 lentelė. Literatūros analizė*

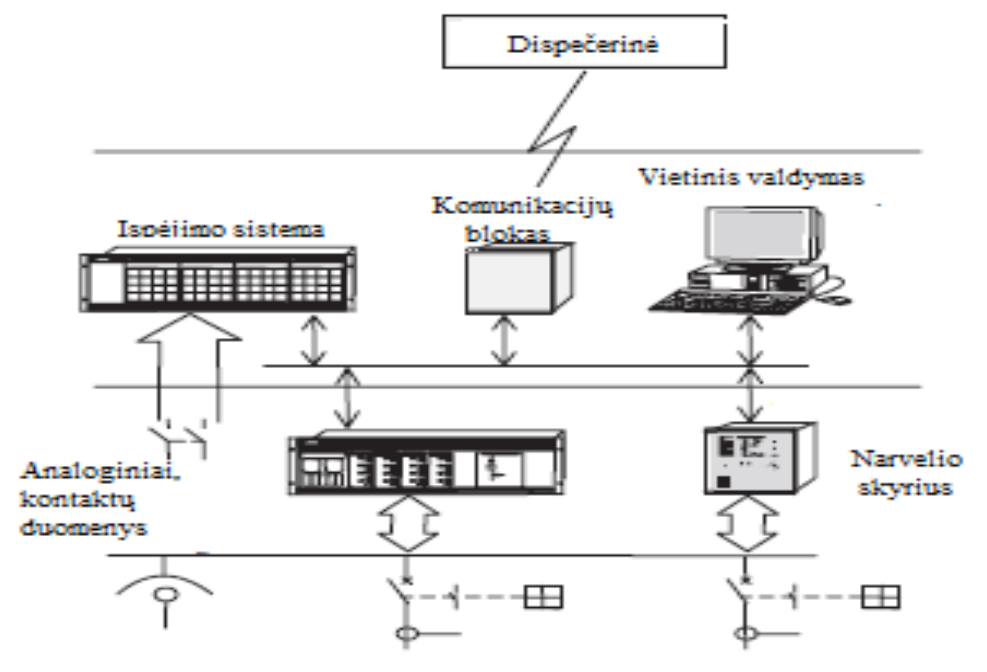
<b>Autorius, knygos ar straipsnio pavadinimas</b>	<b>Aprašoma sritis</b>	<b>Trumpas aprašymas</b>
Data Sheet Binary Input 23BE50	ABB TSPĮ sudedamoji dalis. (BI) Dvejetainių (binarinių) įėjimų modulis	Naudojamas iki 64 atskirų procesų signalų dvejetainiams įėjimams. Modulis gali apdoroti šių tipu signalus: - 64 viengubų (singl) indikacijų su laiko žyme; - 32 dvigubu (double) indikacijų su laiko žyme; - 8 fiksuotų pozicijų skaitmenines reikšmes
Data Sheet Analog Input 23AE23	ABB TSPĮ sudedamoji dalis. Analoginių signalų įvedimo (analog input AI) modulis	plokštė registruoja iki aštuonių analoginių matavimų reikšmių.
23BA22R5002	ABB TSPĮ sudedamoji dalis. plokštė kontroliuoja išėjimo komandas	Ji turi būti instaliuota, jeigu objekto valdymo išėjimo grandinės bus tikrinamos prieš gaunant faktinę komandą. Plokštė tikrina, kad tik viena iš papildomų relijų būtų aktyvuota, kai bus įjungta proceso įtampa (UD). Tai įmanoma, tikrai jei visos papildomos relės sujungtos į vieną tikrinimo grandinę ir turi vienodus varžų dydžius.
Communication Unit 560CMU05 Data sheet	ABB TSPĮ sudedamoji dalis	Įvesties ir išvesties kontrolės modulis, susisiekiantis su kontrolės sistemomis ir vietinėmis HMI sistemomis per nuoseklius interfeisus (RS232) ir Ethernet).

Communication Unit 560CMU02 R0002	ABB TSPĮ sudedamoji dalis	Nuoseklios linijos prievado ir (ethernet) tinklo komutacinis modulis
Power supply 560PSU01 Data sheet	ABB TSPĮ sudedamoji dalis	Plokštė, kuri aprūpina elektros energija kitas plokštes. Jos maitinimo šaltinis yra +5V DC (U1) ir 24V DC (U2)
Data Sheet Fiber Optic Coupler 23OK24	ABB TSPĮ sudedamoji dalis. Plokštė naudojama nuoseklios sąsajos elektriniu signalu pervedimui (konvertavimui) i/iš optinius signalus	Optinių linijų pajungimo modulis. Gali atlikti: universalus šviesolaidinio šakotuvo, bendros linijos su kaskadiniu signalų priėmimu funkcijas
MicroSCADA Programming Language SCIL	Micro Scada programavimo kaba	Ataskaitos pristatymui, konfigūravimas, sistemų kontrolė, procesų simuliacijas
М.К. ЛЮБИМОВ, И.В. МЯСНИКОВ, А.В. ПОТАНИН. Комплексная автоматизация участка воздушной электрической сети на базе реклоузеров pba/tel.	Automatinis sekcionavimo įrenginys	Aprašytos techninės galimybės automatizuoti oro linijas PBA/TEL modelio automatiniais sekcionavimo įrenginiais
TIM FAHEY, TIM ROYSTER, AND DON ENGLER. New Recloser Functionality Enhances Feeder Automation	Naujų automatinių sistemų diegimas	Oro linijų permaitinimas automatinio sekcionavimo įrenginiu, nuotoliniu būdu
KLAUS-PETER BRAND, VOLKER LOHMANN, WOLFGANG WIMMER. Substation Automation Handbook, Utility Automation Consulting Lohmann	Tiekimo sistemų automatizavimo vadovas	Dispečerinio valdymo sistemos, ryšių protokolų saugumas
JAMES NORTHCOTE-GREEN, ROBERT WILSON. Control and automation of electrical power distribution systems	Elektros galios paskirstymo sistemos, kontrolė, automatizavimas	ABB Scada dispečerinio valdymo sistema, telesignalų perdavimo įrenginiai, ryšių protokolai, jungtuvai, apsaugų relės
JetCon Media Converter 2400 Series	Šviesolaidinis keitiklis	Radijo modemo duomenų sąsaja, kuri galvaniskai atskirta nuo TSPĮ panaudojus sąsajos RS232 į MM (multimode) šviesolaidį keitiklius
Satellite-3AS	Radijo modemas	Radijo siųstuvas - imtuvas. Duomenų perdavimo ryšys (440-450 MHz)

Apžvelgus pateiktą literatūros sąrašą matyti, kad perdavimo tinklo automatizavimo klausimai analizuojami plačiai. Dispečerinių valdymo sistemų, oro linijų nuotoliniu būdu valdomų komutacinių sistemų tema aktuali tiek vartotojui, tiek tiekėjui. Susidariusi problema gali būti sprendžiami tik naujų technologijų pagalba.

### 1.1. Duomenų perdavimas iš pastotės į telesignalų perdavimo įrenginį (TSPĮ)

TSPĮ (angl. *Remote Terminal Unit – RTU*) - teleinformacijos surinkimo ir perdavimo įrenginiai, skirti informacijai apie įrenginių būklę, jų parametrus surinkti, kaupti ir perduoti [2]. Tokie įrenginiai naudojami elektrinėse, elektros tiekimo ir paskirstymo pastotėse, pramonės įmonėse ir visose kitose situacijose, kur reikalingas ryšys tarp automatikos prietaisų ir kompiuterio esančio valdymo pulte. TSPĮ yra tarpinis įrenginys tarp dispečerinės valdymo sistemos ir žemesnio lygio įrenginių (apsaugų ar matavimų įrenginių, PLV (programuojamųjų loginių valdiklių), kuris gali skaityti skaitmeninius ar analoginius matavimo duomenis, taip pat išsiųsti ar priimti skaitmenines ar analogines komandas. 1 pav. pavaizduota TSPĮ ABB aparatūrinės įrangos architektūra [4].



1 pav. TSPĮ ABB aparatūrinės įrangos architektūra

Dažniausiai TSPĮ palaikomi protokolai:

1. IEC 60870-5-103 - ryšiui su žemesnio lygio, apsaugų, matavimų įrenginiais;
2. IEC 60870-5-101 - ryšiui su kitais TSPĮ, DVS, matavimo įrenginiais;

3. IEC 60870-5-104 - ryšiui su kitais TSPĮ, DVS, matavimo įrenginiais;
4. Modbus - ryšiui su PLV, matavimų įrenginiais;
5. DNP3 - ryšiui su kitais TSPĮ, DVS
6. IEC 61850 - ryšiui su apsaugų įrenginiais, TSPĮ

2 pav. pavaizduota duomenų perdavimo sąsaja į TSPĮ. Iš mikroprocesorinių relinių apsaugų (MRA) šviesolaidžiu perduodama informacija apie jungtuvo, šyninio, linijinio skyriklio, įžemiklio padėtis, relės vietinio, nuotolinio režimus, nuostatų grupes, apsaugų poveikius, gedimus. Taip pat perduodama informacija iš savųjų reikmių (NSSR, KSSR) automatinųjų jungiklių prijungtos/išjungtos padėčių, programuojamųjų loginių valdiklių kaip ARI (automatinis rezervo įjungimas) poveikių, įtampos, srovės dydžių. Iš 10/0,4 kV skirstyklos perduodama informacija apie apsauginės signalizacijos poveikius, temperatūros/ drėgmės dydžius.

TSPĮ spintoje, priklausomai nuo įrenginio apimties, montuojami blokai, kuriuose patalpintos atitinkamos plokštės:

1. periferiniai moduliai (23BE50 - signalų įvedimo (binary input BI) modulis [19], 23AE23 - analoginių signalų įvedimo (analog input AI) modulis [13], 23BA22R5002 – valdymo išėjimo monitoringo (kontrolės) modulis [20], 23OK24 - optinių linijų pajungimo modulis [12].

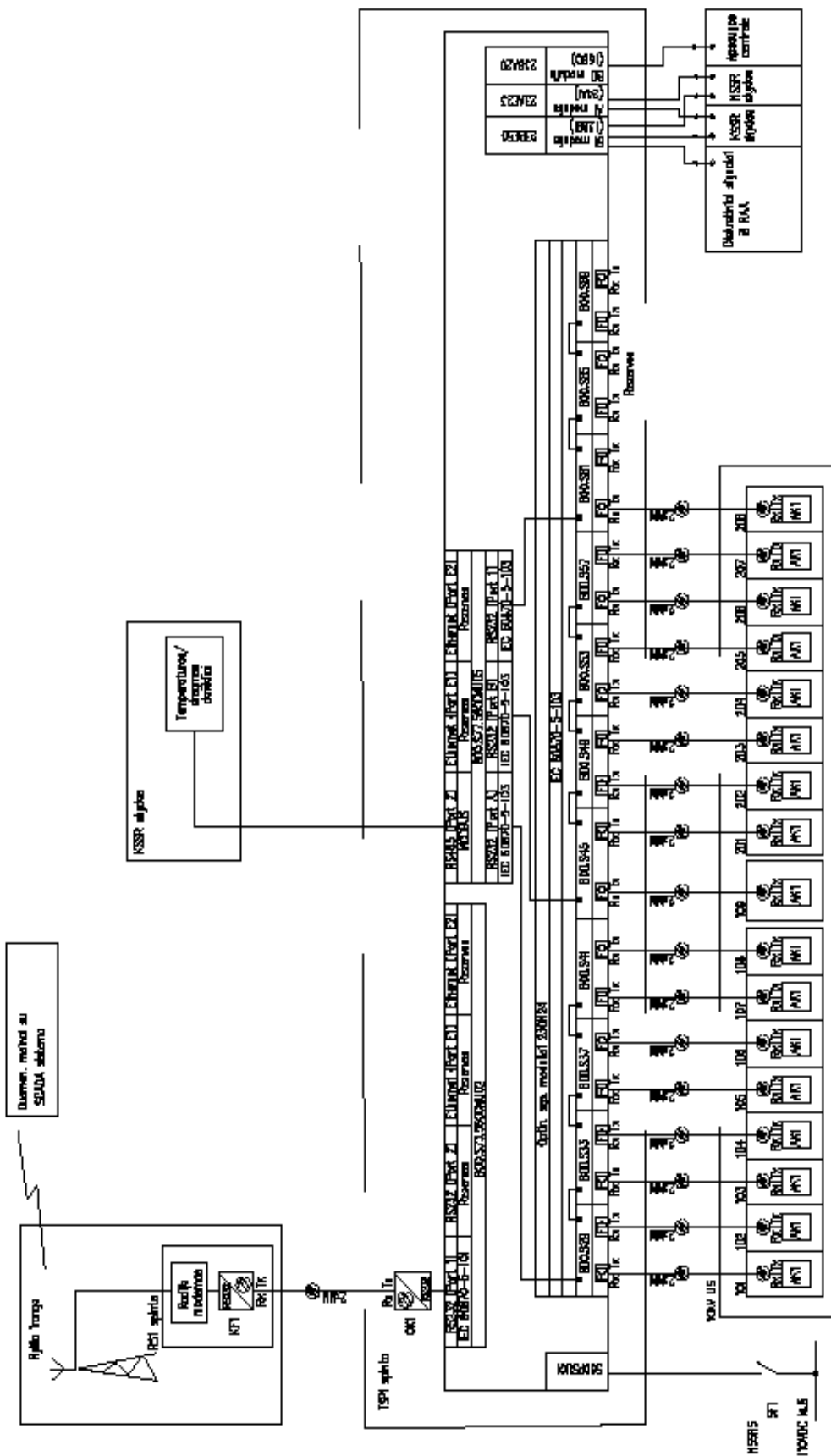
2. centriniai moduliai(560CMU02 - nuoseklios linijos prievado ir (ethernet) tinklo komutacinis modulis[9], 560CMU05 - įvesties ir išvesties kontrolė modulis, susisiekiantis su kontrolės sistemomis ir vietinėmis HMI sistemomis per nuoseklius interfeisus (RS232) ir Ethernet) [11].

3. maitinimo modulis.(560PSU01 – plokštė, kuri aprūpina elektros energija kitas plokštes. Jos maitinimo šaltinis yra +5V DC (U1) ir 24V DC (U2) [10].

4. papildomų tarpinių relių blokai.

TSPĮ spintoje taip pat montuota tarpiniai gnybtiniai kabelių pajungimui prie plokščių ir nuolatinės įtampos keitiklis. Šis keitiklis maitinamas iš ~ 220V įtampos maitinimo skydelio, ir išduoda reguliuojamą nuolatinę įtampą. Dingus kintamai 220V maitinimo įtampai, keitiklis maitinasi iš TSPĮ spintoje patalpintų akumuliatorių baterijų. Esant maitinimui iš ~ 220V įtampos tinklo šis nuolatinės įtampos keitiklis seka akumuliatorių baterijų būklę ir jas krauna reikiama įtamp. Apie įrenginio darbą informuoja plokštėse įmontuoti atitinkamų spalvų šviesos diodai (geltoni, žali - informaciniai; raudoni - sutrikimai). Telesignalų įvedimo plokštėse esantys geltoni šviesos diodai indikuoja signalizuojamų objektų padėtį. Naudojantis signalų sąrašais (lentelėmis), galima sužinoti, kokioje padėtyje yra signalizuojamas objektas (įjungtas ar išjungtas).

Normalaus darbo režime gali švytėti tik žali ir geltoni šviesos diodai. Visi raudoni šviesos diodai turi būti užgesę. Didžiausia valdymo dalis vyksta automatiškai TSPĮ arba MRA pagalba.

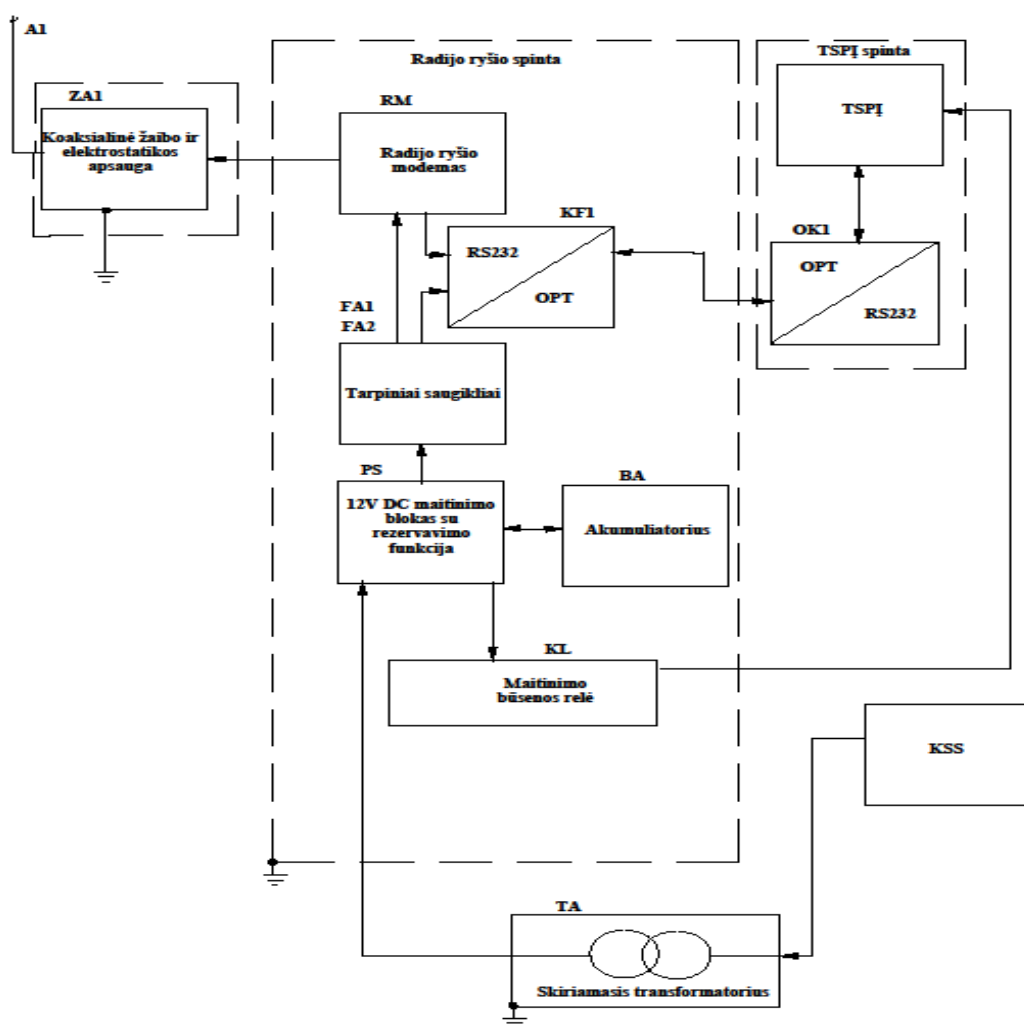


2. piel. Diagrams parādāmo sijaļi

TSPĮ duomenis iš pastotės ar skirstomojo punkto jungtuvų, skyriklių, įžemiklių padėčių, matavimų, aparatūrinės įrangos procesų pasiima BI AI arba protokolo pagalba, kaip binariniai įėjimai tai per kontaktus, analoginiai įėjimai per keitiklius, protokolu per ryšio sąsajas iš MRA.

Į DVS pusę skirtingi duomenys supakuojami į duomenų paketus tarkim į IEC 60870-5-101 protokolą, keliauja per ryšio sąsają, ryšio įranga iki DVS serverio. Serveriuose, šiuose duomenų paketuose esanti informaciją atvaizduojama ir archyvuojama. Toliau į objekto pusę viskas kartojasi. Nuo poveikio tarkim dispečeris pasiuntė komandą atjungti jungtuvą, serveris protokolu siunčia paketa per ryšio sąsajas iki TSPĮ, tada TSPĮ vykdo komandą priklausomai nuo situacijos arba per BO tiesiai į jungtuvo valdymo grandines arba per protokolą į MRA, o iš MRA tiesiai į atjungimo grandines.

Ryšio kanalas – gali būti radijo modeminis duomenų perdavimo ryšys (440-450 MHz) [7], aukšto dažnio (0,05-1 MHz) kanalai per elektros tiekimo linijas arba skirtingas (varinės arba optinės) linijas. Radijo ryšio įrangos funkcinė schema pateikta 3 pav.



3 pav. Radijo ryšio įrangos funkcinė schema

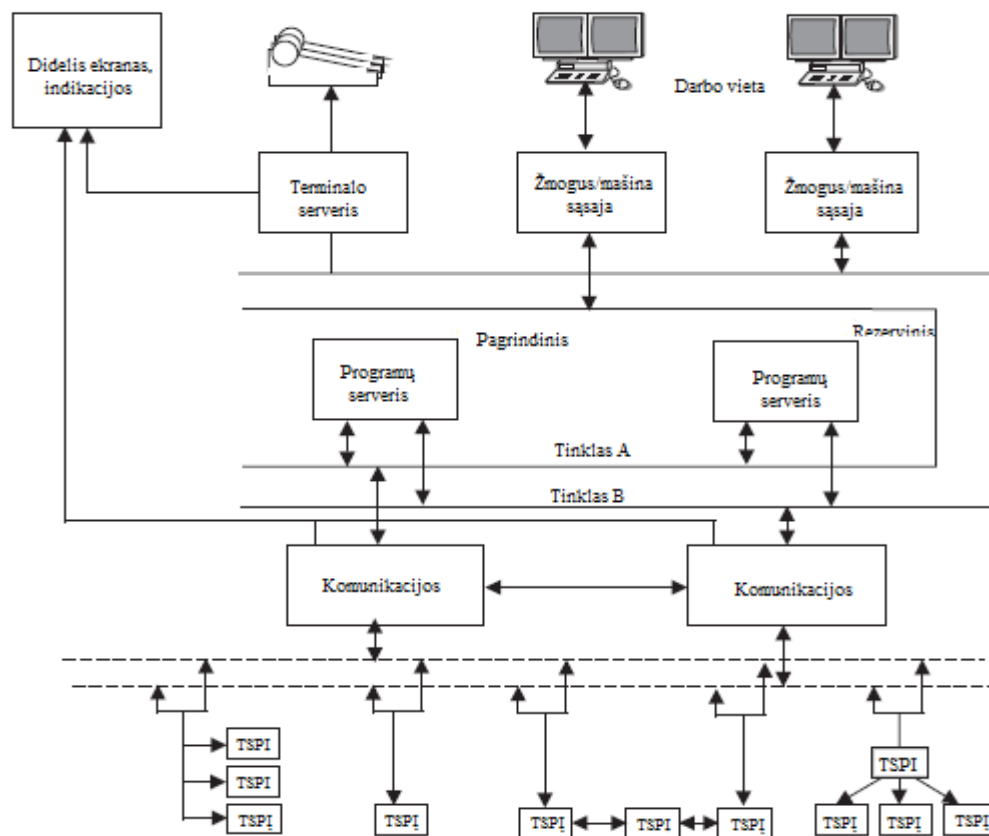
Naudojant skirtingas linijas, yra reikalingi signalų keitikliai (modemai, multipleksoriai).. Radijo stoties elektrinės duomenų sąsajos tipas - RS232, pajungimo jungtis į TSPĮ komunikacijos modulį yra RJ45. Radijo ryšio įranga yra pritaikyta dirbti IEC 60870-5-101 protokolu. Radijo modemo duomenų sąsaja yra galvaniskai atskirta nuo TSPĮ panaudojus sąsajos RS232 į MM (multimode) šviesolaidį keitiklius Jetcon2400 KF1[6]. Ryšio spintos maitinimas jungiamas per skiriamąjį transformatorių TA iš 0.4kV kintamosios srovės maitinimo skydo KSS. KSS spintoje ryšio įrangai maitinti naudojamas automatinis jungiklis. Ryšio spintos RS maitinimo rezervavimui numatomas maitinimo šaltinis PS su rezervavimo funkcija ir akumuliatorių baterija. Akumuliatorių baterija BA turi užtikrinti pilną radijo ryšio įrangos funkcionavimą daugiau kaip 2 val. dingus maitinimui iš pagrindinio šaltinio. Ryšių įrangos darbą iš akumulatoriaus BA būsenos signalą į TSPĮ diskretini įėjimą perduodama per tarpinę relę KL. Ryšio antena A1 montuojama ant stiebo ir tvirtinama prie pastato išorinės lauko sienos. Ryšio antena ir stiebas įžeminami į šalia, ant išorinės sienos įrengtą, įžemintuvą, atskirais laidininkais. Koaksialinė žaibo apsauga ZA1 montuojama virš spintos RS ir įžeminama į vidinę valdymo pulto įžeminimo šyną.

## 1.2. Dispečerinio valdymo sistemos pagrindinės komponentės

Dispečerinio valdymo sistema surenka informaciją apie vykstančius procesus, perduoda ją į centrą, atlieka jos analizę ir vykdo valdymą siųsdama informaciją atgal, kiek valdant procesų eigą tiek likviduojant avarines situacijas. Pagrindiniai DVS tikslai:

- duomenų mainos tarp objektų realiajame laike;
- duomenų apdorojimas realiajame laike;
- patogus duomenų atvaizdavimas;
- duomenų bazių saugojimas;
- signalizavimas apie gedimus ir pan.;
- ataskaitų apie technologinių procesų eigą formavimas;
- tarptinklinė sąveika tarp TSPĮ ir DVS [8].

4 pav., pavaizduota tipinė DVS valdymo aparatūrinės įrangos architektūra [4]. Dispečerinio valdymo sistemoje duomenys gali būti atvaizduojami schemose, diagramose, lentelėse ir taip pat kreivėse ir įvairiose ataskaitose. Paprastai valdymo sistema susideda iš daug darbo vietų, kurios sujungtos į bendrą vietinį tinklą (LAN), iš signalų įvedimo (išvedimo) (in/out) aparatūros, valdiklių, žmogus - mašina interfeiso (HMI – *Human - Machine Interface*), kompiuterinių tinklų, ryšio sistemų, duomenų bazių ir programinės įrangos [3].



4 pav. Tipinė DVS valdymo aparatinės įrangos architektūra

Tokių sistemų valdymas atliekamas automatiškai nutolusiais terminalais kaip TSPI ar programuojamais loginiais valdikliais (PLV, angl. *PLC - Programmable Logic Controller*). Duomenų surinkimas vyksta TSPI ar PLV lygiu ir apima jutiklių matavimo rezultatų nuskaitymą bei įrenginių būklę, su kuriais komunikuoja DVS, kai yra reikalus. Duomenys yra taip perdurbami, kad operatorius naudodamasis HMI gali priimti tinkamus sprendimus įsikišdamas į esamą TSPI (PLV) valdymo procesą. Duomenys taip pat yra renkami istorijai, dažnai kaupiami į duomenų bazines, kad vėliau būtų galima panaudoti analizei. Dispečerinio valdymo sistema įprastai realizuoja paskirstytas duomenų bazines, kurios dažnai turi duomenis su žymėmis ar įėjimo taškais. Toks taškas atitinka pavienę įėjimo ar išėjimo reikšmę kurio nors veiksmo atliekant sistemos stebėseną ar valdymą. Taškų reikšmės normaliai saugomos, kaip reikšmės - laiko derinys, to laiko, kada buvo užfiksuota ar apskaičiuota reikšmė. Visuma tokių įrašų ir sudaro istoriją. Labai dažnai su šiais parametrais yra išsaugoma ir papildoma informacija, tokia kaip įrenginių būklė, PLV registrų reikšmės, sugaištas laikas ir avarinė informacija. Operatorius darbo vietoje turi pilną informaciją ekrane apie tinklo būklę.



Esant didelei DVS įvairovei, saugumo pažeidimas yra galimas ne tik iš išorės, bet ir viduje, o tai sudaro galimybes dideliems finansiniams nuostoliams, duomenims prarasti ir fiziniams nuostoliams, o kai kada tiesiogiai ar netiesiogiai gali būti pavojinga ir personalo gyvybei. Norint to išvengti, reikia naudoti labiau apsaugotas programines priemones ir sistemų konfigūracijas bei funkcionalumą užtikrinti organizacinėmis priemonėmis. Visos DVS turi keletą vartotojų su skirtingomis priėjimo teisėmis prie aplikacijos. Tai apsaugo sistemą nuo neteisėto priėjimo ir leidžia registruoti, kokie įvykiai ir avarijos įvyko dirbant konkrečiam operatoriui. Norint išlaikyti sistemą stabilią ir saugią, naudojami vartotojai skirtingais prioritetais. Galima naudoti saugumo funkcijas, susietas su konkrečiais vartotojais, tai yra riboti priėjimo lygį, keičiant vartotojo prioriteto lygį ar prioriteto grupę.

Pagal elektros tiekimo patikimumo reikalavimus dispečerinė yra pirmos kategorijos vartotojas, kuriam pagal saugos reikalavimus, neleistinas maitinimo nutrūkimas ilgiau kaip sekundės dalims visuose režimuose, įskaitant visišką kintamos srovės nutrūkimą iš savo reikmių darbinių ir rezervinių transformatorių ir reikalaujantys būtino maitinimo. Jos turi nenutrūkstamo maitinimo šaltinius (toliau – NMŠ), kurie susideda iš reguliuojamo įkrovimo lygintuvo, invertuojančių keitiklių ir reikiamo kiekio nekontaktinių komutavimo įrenginių paskirstymo tinklui ir kintamosios srovės rezervo greitai veikiančio automatinio įjungimo invertorių išėjime. Be NMŠ naudojami autonominiai elektros energijos šaltiniai, kaip dyzelinės elektros stotys, kurių galia svyruoja nuo 15-20 kVA. Kad prie žemos oro temperatūros palengvinti motoro paleidimą, jame būna pastatyti elektriniai pašildytojai alyvai. Dispečerinėje dingus maitinimui įsijungia automatiškai NMŠ ir tuo pat metu gaunamas signalas jungtis dyzeliniai elektros stočiai, kuri dirba automatinio/rankiniu režimais. Pagal automatinę programą, dyzelinio motoro starterio įjungimo laikas: galimi trys kartai po 10s. su pauzėmis 30s. Tipiniu atveju starterio įjungimas 1-10s. Dar pridedama dvi sekundės dėl gero motoro paleidimo signalų testavimo [17]. Dyzelinės elektros stotys vieną kartą į mėnesį apibandomos rankiniu režimu. Dispečerinio punkto įrangą sudaro rezervuoti ryšių ir duomenų serveriai, dispečerinės darbo vietos, laiko sinchronizavimo įrenginys, programinė įranga. DVS gali būti vieno serverio arba dviejų. Dviejų serverių sistemoje vienas būna aktyvus, o kitas karštam rezerve. Sugedus pagrindiniam serveriui, automatiškai aktyvuojasi rezervinis. Konfigūracija dviejų serverių sistemoje daroma aktyviam serveryje, o į rezervinį duomenys siunčiami automatiškai DVS pavojaus signalais informuoja operatorių apie nuokrypius nuo užduotų darbinių sąlygų. Aliarmo signalas kuriamas tada, kai yra reikalaujama papildomo įsikišimo jo aktyvinimui (atšaukimui). Tai signalas, informuojantis apie gedimą, pavyzdžiui, kuris gali būti atliekamas iš bet kurio valdymo lygio: aptarnaujančio personalo ar DVS operatoriaus. ABB DVS gali palaikyti 7 aliarmų lygius. Dispečeriniam punkte buvo pereita prie 3 lygių. Svarbūs signalai (jungtuvų nenormalios padėty, apsaugų poveikiai,

valdymo grandinių. gedimai) rašomi į įvykių sąrašą ir aliarmų sąrašė atsiranda su garsu. Dispečeris juos turi patvirtinti, kad matė. Tada aliarmų sąrašė pasikeičia spalva. Vidutinio lygio signalai rašomi į įvykių sąrašą ir aliarmų sąrašė atsiranda be garsinio signalo ir nereikalaujama, kad dispečeris juos patvirtintų (spalva iš karto būna kaip patvirtinto). Į aliarmų sąrašą įtraukiami visi nukrypimai nuo normalios schemos. Nesvarbūs signalai, kaip apšildymo būsenos, rašomi tik į įvykių sąrašą, nes jie neturi apibrėžtos normalios būsenos. Pati DVS gali saugoti ribotą skaičių matavimo taškų. Kuo daugiau matavimo objektų (prijunginių) taškų tuo trumpiau saugoma. ABB HIS600 surenkama ir registruojama matavimų informacija. Savaitę saugoma kiekvienas matavimo taškas, po to perskaičiuojama ir saugoma valandos vidurkis, maksimalias ir minimalias reikšmes. Po mėnesio paliekama paros vidurkis, maksimai ir minimali reikšmės. Vartotojai atskaitas mato programos Vtrin pagalba. HIS600 gali registruoti ir binarinių įėjimų padėtis [18].

### **1.3. 10 kV oro linijos valdymo problemos**

Elektros tiekimo sistemos pažeidžiamumas (elektros tiekimo nutraukimas, neleistini kokybės rodiklių nuokrypiai) turi būti vertinamas kompleksiskai. Laikoma, kad tiekimo sistemą charakterizuoja keturi pagrindiniai rodikliai [24]: saugumas, elektros kokybė, patikimumas ir parengtis.

Elektros tiekimo saugumas – tai sistemos atsparumas gamtos stichinėms nelaimėms, įrenginių gedimams, personalo klaidoms. Elektros kokybę charakterizuoja trumpalaikiai įtampos pažemėjimai, viršįtampiai, harmonikos ir kiti trikdantys faktoriai, kurie normaliai funkcionuojant elektros tiekimo sistemai turi būti palaikomi tam tikrose ribose. Kokybė gali būti įvertinama atskirų rodiklių pažeidimo trukme metų bėgyje. Kiekvienas elektros tiekimo sutrikdymas yra parazitinis (net jeigu jis nėra pastebėtas) ir yra perduodamas per verslą visiems vartotojams. Todėl naudinga šiuos nuostolius apskaičiuoti ir tuo pagrindu spręsti, į kurias elektros tiekimo sistemos grandis tikslinga investuoti kapitalą. Elektros energijos vartotojas norėtų, kad tiekėjas garantuotų tam tikrus elektros tiekimo patikimumo rodiklius.

Didelę įtaką elektros tinklų patikimumui turi skirstomųjų tinklų schemos. Skirstomieji tinklai gali būti spinduliniai, žiediniai ir mazginiai (daugiašalio maitinimo sudėtingi tinklai). Spindulinis tinklas yra maitinamas iš vienos pusės ir neturi uždary grandinių. Tai pigiausia, bet mažiausiai patikima tinklo schema. Mazginis žiedinis tinklas – iš kelių vietų maitinamas tinklas – didžiausią patikimumą užtikrinanti tinklo sistema.

Žiediniame tinkle vartotojai maitinami iš abiejų pusių ir todėl energijos tiekimas yra patikimesnis, nes bet kuri tokio tinklo dalis atsiradus pažeidimui gali būti atjungta ir visi vartotojai gali būti maitinami likusiu spinduliniu tinklu. Normaliame linijų atskyrimo, kad linijos

nebūtų žiede, atramose statomas 10 kV oro linijos mechaninis skyriklis. Netekus maitinimo, ar gedimui pastotėje, dispečerinis personalas turi važiuoti įjungti į žiedą oro linijos skyriklį. Operatyviniai perjungimai gali užtrukti kelias valandas, ko pasekoje elektros energijos vartotojai tuo metu neturi elektros energijos ir susiduria su nepatogumais. Kad to išvengti, linijos normaliame atskyrimo tikslina montuoti automatinį oro linijos sekcionavimo įrenginį, kuriame yra relines apsaugos ir galimybė valdyti jungtuvą nuotoliniu būdu iš dispečerinio valdymo centro.

## 2. RELINIŲ APSAUGŲ IR VALDYMO SISTEMŲ PARINKIMAS SKIRSTOMAJAME TINKLE

Elektros sistemose gana dažnai atsiranda gedimai arba nenormalūs darbo režimai. Gedimai iššaukia žymų srovės padidėjimą, kuris yra lydymas įtampos sumažėjimo. Padidėjusi srovė išskiria didelį kiekį šilumos, kuri sukelia pavojingą elektros laidų ir aparatų išilimą. Nenormalių darbo režimų pasėkoje gali būti atjungta įtampa. Norint sumažinti nenormalių darbo režimų poveikį, reikia kuo greičiau atjungti pažeistą grandinės dalį. Grandinės atjungimą reikia atlikti labai greitai, dauguma atveju per šimtąsias ar dešimtąsias sekundės dalis. Tai gali vykdyti tik relinės apsaugos (RA) automatiniai įtaisai. Atsiradus nenormaliems darbo režimams RA turi išskirti juos ir, priklausomai nuo pažeidimo charakterio, atjungti arba vykdyti automatines operacijas, reikalingas normalaus darbo režimo atstatymui, arba duoti signalą apie gedimą operatoriui, kuris priims sprendimą, kaip pašalinti gedimą.

Pagrindinės gedimų priežastys yra šios: izoliacijos pažeidimai, kurie atsiranda dėl jos senėjimo, viršįtampių ar mechaninių pažeidimų; laidų ir atramų pažeidimai, kuriuos sukelia vėjas, apledėjimas; personalo klaidos atliekant valdymo operacijas. RA jautrumas turi būti pakankamas, kad sugebėtų atjungti gedimą elektros linijos gale, o taip pat dirbant elektros tinklui minimaliu režimu [25].

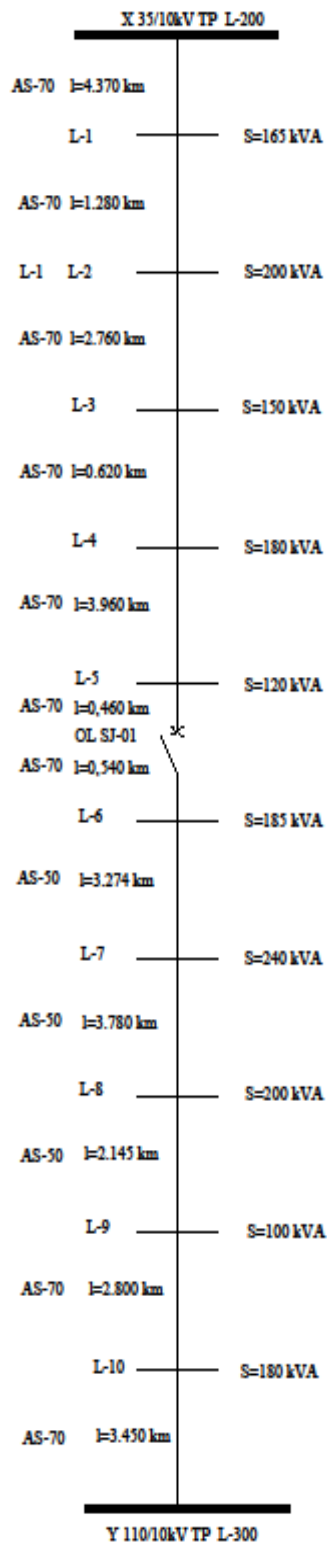
Įdiegiant dviejų atskirų 10kV oro linijų atskyrimui automatinį sekcionavimo įrenginį, jame yra visa eilė relinių apsaugų, kurias reikia paskaičiuoti ir parinkti. Maitinant liniją per sekcionavimo įrenginį iš vienos pusės, maksimalios srovės nustatymai skirsis, kai linija bus maitinama iš kitos pusės. Tam, kad pagal skirtingus maksimalios srovės apsaugų dydžius apsaugos veiktų teisingai, automatiniam įrenginyje užprogramuojamos dvi nuostatų grupės. Apsaugų grupes galima perjungti iš dispečerinės valdymo sistemos, tiek iš vietos.

### 2.1. Linijų darbo srovių, trumpųjų jungimų skaičiavimas

Pagal vienlinijinės - operatyvinės schemos duomenis (5 pav.) paskaičiuojamos oro linijų darbo srovės.

Apskaičiuoju X 35/10kV TP linijos L-200 darbo srovę iki normalaus atjungimo:

$$I_{L-200} = \frac{S_{\Sigma L-200}}{\sqrt{3} \cdot U_N} = \frac{165 + 200 + 150 + 180 + 120}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 44,86 A; \quad (1)$$



5 pav. Vienlinijinė-operatyvinė schema

Apskaičiuoju pilną X TP linijos L-200 darbo srovę:

$$I_{\Sigma L-200} = \frac{S_{\Sigma L-200} + S_{\Sigma L-(L7-L10)}}{\sqrt{3} \cdot U_N} = \frac{815 + 185 + 240 + 200 + 100 + 180}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 94,68A; \quad (2)$$

Apskaičiuoju Y 110/10kV TP linijos L-300 darbo srovę iki normalaus atjungimo:

$$I_{L-300} = \frac{S_{\Sigma L-300}}{\sqrt{3} \cdot U_N} = \frac{185 + 240 + 200 + 100 + 180}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 49,82A; \quad (3)$$

Esami trumpi jungimai X 35/10 kV TP 10kV šynose yra (iš AB „LESTO“ duomenų):

$$10kV \text{ šynos} \quad I_{\max}^{(3)} = 1551A; \quad I_{\min}^{(3)} = 1342A;$$

Esami trumpi jungimai Y 110/10 kV TP 10kV šynose yra (iš AB „LESTO“ duomenų):

$$10kV \text{ šynos} \quad I_{\max}^{(3)} = 2934A; \quad I_{\min}^{(3)} = 2530A;$$

Apskaičiuoju linijos L-200 oro linijos atkarpos iki L-1 aktyviają varžą

$$R_{(L-200:L-1)} = l_{(L-200:L-1)} \cdot R_1 = 4,370 \cdot 0,4218 = 1,843\Omega; \quad (4)$$

Apskaičiuoju linijos L-200 oro linijos atkarpos iki L-1 reaktyviają varžą

$$X_{(L-200:L-1)} = l_{(L-200:L-1)} \cdot X_1 = 4,370 \cdot 0,382 = 1,669\Omega; \quad (5)$$

Apskaičiuoju linijos L-200 oro linijos atkarpos iki L-1 pilnutinę varžą

$$Z_{\Sigma(L-200:L-1)} = \sqrt{R_{(L-200:L-1)}^2 + X_{(L-200:L-1)}^2} = \sqrt{1,843^2 + 1,669^2} = 2,486\Omega; \quad (6)$$

Apskaičiuotos linijų varžos surašomos į 2 lentelę.

2 lentelė. Linijų ilgiai ir varžos

Linijos pavadinimas	Laido tipas ir skersmuo	Laido ilgis	Aktyvinė lyginamoji varža	Reaktyvinė lyginamoji varža	Aktyvioji varža	Reaktyv. varža	Pilna laidininko varža
	mm <sup>2</sup>	km	mΩ/km	mΩ/km	Ω	Ω	Ω
X TP – L-1	AS-70	4,370	0,4218	0,382	1,843	1,669	2,486
L-1 - L-2	AS-70	1,280	0,4218	0,382	0,539	0,488	0,726
L-2 – L-3	AS-70	2,760	0,4218	0,382	1,164	1,054	1,570
L-3 – L-4	AS-70	0,620	0,4218	0,382	0,262	0,236	0,352
L-4 – L-5	AS-70	3,960	0,4218	0,382	1,670	1,512	2,252
L-5 – OL SJ-01	AS-70	0,460	0,4218	0,382	0,194	0,175	0,262
OL SJ-01 – L-6	AS-70	0,540	0,4218	0,382	0,227	0,206	0,306
L-6 – L-7	AS-50	3,274	0,5951	0,392	1,948	1,283	2,332
L-7 – L-8	AS-50	3,780	0,5951	0,392	2,249	1,481	2,692
L-8 – L-9	AS-50	2,145	0,5951	0,392	1,276	0,840	1,527
L-9 – L-10	AS-70	2,800	0,4218	0,382	1,181	1,069	1,592
L-10 – Y 110/10kV TP	AS-70	3,450	0,4218	0,382	1,455	1,317	1,962

10 kV srovės transformatoriai X 35/10 ir Y 110/10 kV TP linijoms L-200, L-300 parenkami TИЛJ-10 tipo , kurių nominali srovė 150/5A.

Trumpo jungimo srovės skaičiavimas X 35/10kV TP 10 kV šynose:

$$Z_{XTPsist.min} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I_{TP.max}^{(3)}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 1,551} = 3,92\Omega; \quad (7)$$

$$Z_{XTP.sist\max} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I_{TP.\min}^{(3)}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 1,342} = 4,52\Omega; \quad (8)$$

$$Z_{(L-200:L-6)\min} = Z_{XTPsist\min} + Z_{(L-200:L-6)} = 3,92 + 9,72 = 13,64 \Omega; \quad (9)$$

$$Z_{(L-200:L-6)\max} = Z_{TPsist\max} + Z_{(L-200:L-6)} = 4,52 + 9,72 = 14,24 \Omega; \quad (10)$$

Trifazė trumpo jungimo srovė iki normalaus atjungimo:

$$I_{\max}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{(L-200:L-5)\min}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 13,64} = 0,445kA; \quad (11)$$

$$I_{\min}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{(L-200:L-5)\max}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 14,24} = 0,426kA; \quad (12)$$

Trifazė trumpo jungimo srovė iki pilno atjungimo:

$$Z_{(L-200:L-10)\min} = Z_{XTPsist\min} + Z_{(L-200:L-10)} = 3,92 + 18,06 = 21,98 \Omega; \quad (13)$$

$$Z_{(L-200:L-10)\max} = Z_{TPsist\max} + Z_{(L-200:L-10)} = 4,52 + 18,06 = 22,58 \Omega; \quad (14)$$

$$I_{\max}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{(L-200:L-10)\min}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 21,98} = 0,276kA; \quad (15)$$

$$I_{\min}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{(L-200:L-10)\max}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 22,58} = 0,268kA; \quad (16)$$

Dvifazė trumpo jungimo srovė :

$$I_{\max}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\max}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,445 = 0,384kA; \quad (17)$$

$$I_{\min}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\min}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,426 = 0,368kA; \quad (18)$$

Dvifazė trumpo jungimo srovė, kai linija užmaitinta iš vienos pusės pilnai:

$$I_{\max}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\max}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,276 = 0,238kA; \quad (19)$$

$$I_{\min}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\min}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,268 = 0,232kA; \quad (20)$$

Trumpo jungimo srovės skaičiavimas Y 110/10kV TP 10kV šynose:



$$Z_{YTPsist.min} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I_{TP.max}^{(3)}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 2,934} = 2,06\Omega; \quad (21)$$

$$Z_{YTP.sist.max} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I_{TP.min}^{(3)}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 2,537} = 2,39\Omega; \quad (22)$$

$$Z_{(L-300:L-7)min} = Z_{YTPsistmin} + Z_{(L-300:L-6)} = 2,06 + 10,11 = 12,17 \Omega; \quad (23)$$

$$Z_{(L-200:L-6)max} = Z_{YTPsistmax} + Z_{(L-300:L-6)} = 2,39 + 10,11 = 12,5 \Omega; \quad (24)$$

Trifazė trumpo jungimo srovė iki normalaus atjungimo:

$$I_{max}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{(L-300:L-6)min}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 12,17} = 0,498kA; \quad (25)$$

$$I_{min}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{(L-300:L-6)max}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 12,5} = 0,485kA; \quad (26)$$

Dvifazė trumpo jungimo srovė :

$$I_{max}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{max}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,498 = 0,430kA; \quad (27)$$

$$I_{min}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{min}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,485 = 0,419kA; \quad (28)$$

Trifazė trumpo jungimo srovė iki pilno atjungimo:

$$Z_{(L-300:L-1)min} = Z_{XTPsistmin} + Z_{(L-300:L-1)} = 2,06 + 18,06 = 20,12 \Omega; \quad (29)$$

$$Z_{(L-300:L-1)max} = Z_{TPsistmax} + Z_{(L-300:L-1)} = 2,39 + 18,06 = 20,45 \Omega; \quad (30)$$

$$I_{max}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{(L-300:L-1)min}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 20,12} = 0,302kA; \quad (31)$$

$$I_{min}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{(L-300:L-1)max}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 20,45} = 0,296kA; \quad (32)$$

Dvifazė trumpo jungimo srovė, kai linija užmaitinta iš vienos pusės pilnai:

$$I_{max}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{max}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,302 = 0,262kA; \quad (33)$$

$$I_{min}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{min}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,296 = 0,256kA; \quad (34)$$

Paskaičiuoti pastočių linijų L-200 ir L-300 trumpieji jungimai surašomi į 3 lentelę.

3 lentelė. Linijų L-200, L-300 apskaičiuoti trumpieji jungimai

kA	L-200:L-5 (Iki normalaus atjungimo)	L-300:L-6 (Iki normalaus atjungimo)
$I_{kmax}^{(3)}$	0,445	0,498
$I_{kmin}^{(2)}$	0,426	0,485
kA	L-200:L-10 (Visa linija)	L-300:L-1 (Visa linija)
$I_{kmax}^{(3)}$	0,276	0,302
$I_{kmin}^{(2)}$	0,268	0,296

## 2.2. Relinių apsaugų nuostatų skaičiavimas

Maksimali apsauga linijai

l-200

$$I_{SM} = \frac{k_a}{k_g} \cdot I_{max}; \quad k_a=1,1 \div 1,4; \quad k_g=0,95; \quad k_a=1,1 \quad (35)$$

$k_a$  - atsargos koeficientas,  $k_a=1.1 - 1.2$ ;  $k_g$  - relės grįžimo koeficientas,  $k_g=0.95$ .

Nustatant  $I_{max}$  turi būti įvertinamas linijų srovės padidėjimas perkrovimų metu ir srovės padidėjimas savilaidos metu.

$$I_{max}=(1,5 \div 4,5) \cdot I_N; \quad I_{max}= 2 I_N$$

$$k_j = \frac{I_{kmin g}^2}{I_{SM}}; \quad \text{maksimalinei apsaugai } k_j > 1,5; \quad \text{rezervavimui } k_j > 1,2; \quad (36)$$

Atkirta.

$$I_{SA} = k_a \cdot I_{kmax}^3; \quad k_a = 1,25. \quad (37)$$

$$k_j = \frac{I_{kmin p}^2}{I_{SA}} \geq 1,5; \quad (38)$$

Apskaičiuoju apsaugą linijai L-200-(iki normalaus atjungimo)

$$I_{SM} = \frac{k_a}{k_g} \cdot I_{max}; \quad I_{SM} = \frac{1,1}{0,95} \cdot (2 \cdot 44,86) = 103,8A; \quad (39)$$

Priimu :  $I_{SM} = 120A$ ;

$$k_j = \frac{I_{k \min g}^2}{I_{SM}}; \quad k_j = \frac{368}{120} = 3,06; \quad (40)$$

$$I_{SA} = k_a \cdot I_{k \max}^3; \quad (41)$$

$$I_{SA} = 1,1 \cdot 1551 = 1706A;$$

$$k_j = \frac{I_{k \min p}^2}{I_{SA}} \quad k_j = \frac{368}{1706} = 0,22; \quad (42)$$

Atkirtos nenaudosiu.

Paskaičiuoju antrinį dydį srovės poveikio po srovės transformatoriaus T ПЛІ-10 150/5A

$$I_{SMA} = \frac{I_{SMA}}{k_{TR}} \quad I_{SMA} = \frac{120}{30} = 4A; \quad (43)$$

Parinksime relę kurios suveikimo srovė  $I_{rs}=4A$ .

Maksimalios srovės laikai parenkami 0,7s, ch-ka DT.

Kad apsaugos veiktų selektyviai normaliam atskyrimo tarp linijos L-5 ir L-6 statomas oro linijos sekcijonavimo jungtuvas OL SJ-01. Jam paskaičiuojamos apsaugos:

$$I_{SM} = \frac{k_a}{k_g} \cdot I_{\max}; \quad I_{SM} = \frac{1,1}{0,95} \cdot (2 \cdot 49,82) = 115,37A; \quad (44)$$

Priimu :  $I_{SM} = 120A$ ;

$$k_j = \frac{I_{k \min g}^2}{I_{SM}}; \quad k_j = \frac{232}{120} = 1,93; \quad (45)$$

$$I_{SA} = k_a \cdot I_{k \max}^3; \quad (46)$$

$$I_{SA} = 1,1 \cdot 1551 = 1706A;$$

$$k_j = \frac{I_{k \min p}^2}{I_{SA}} \quad k_j = \frac{232}{1706} = 0,13; \quad (47)$$

Atkirtos nenaudosiu.

Parinksime maksimalią apsaugą, kurios suveikimo srovė  $I_{rs}=120A$ .

Maksimalios srovės laikai parenkami: 0,4s, ch-ka DT.

Apskaičiuoju apsaugą linijai L-300-(iki normalaus atjungimo)

$$I_{SM} = \frac{k_a}{k_g} \cdot I_{\max}; \quad I_{SM} = \frac{1,1}{0,95} \cdot (2 \cdot 49,82) = 115,37A; \quad (48)$$

Priimu :  $I_{SM} = 120A$ ;

$$k_j = \frac{I_{k \min g}^2}{I_{SM}^2}; k_j = \frac{368}{120} = 3,06 \quad (49)$$

Paskaičiuoju antrinį dydį srovės poveikio po srovės transformatoriaus TIII-10 150/5A

$$I_{SMA} = \frac{I_{SMA}}{k_{TR}} \quad I_{SMA} = \frac{120}{30} = 4A; \quad (50)$$

Parinksime relę kurios suveikimo srovė  $I_{rs}=4A$ .

Maksimalios srovės laikai parenkami 0,7s, ch-ka DT.

Kad apsaugos veiktų selektyviai oro linijos sekcijonavimo jungtuvui OL SJ-01 parenkamos apsaugos:

Parinksime maksimalią apsaugą, kurios suveikimo srovė  $I_{rs}=110A$ .

Maksimalios srovės laikai parenkami: 0,4s, ch-ka DT.

Apskaičiuotų oro linijų L-200, L-300 besimaitinančių iš X 35/10 kV TP, Y 110/10 kV TP ir oro linijos OLJ-01 sekcionavimo įrenginio relinių apsaugų nustatymai pavaizduoti 4 lentelėje.

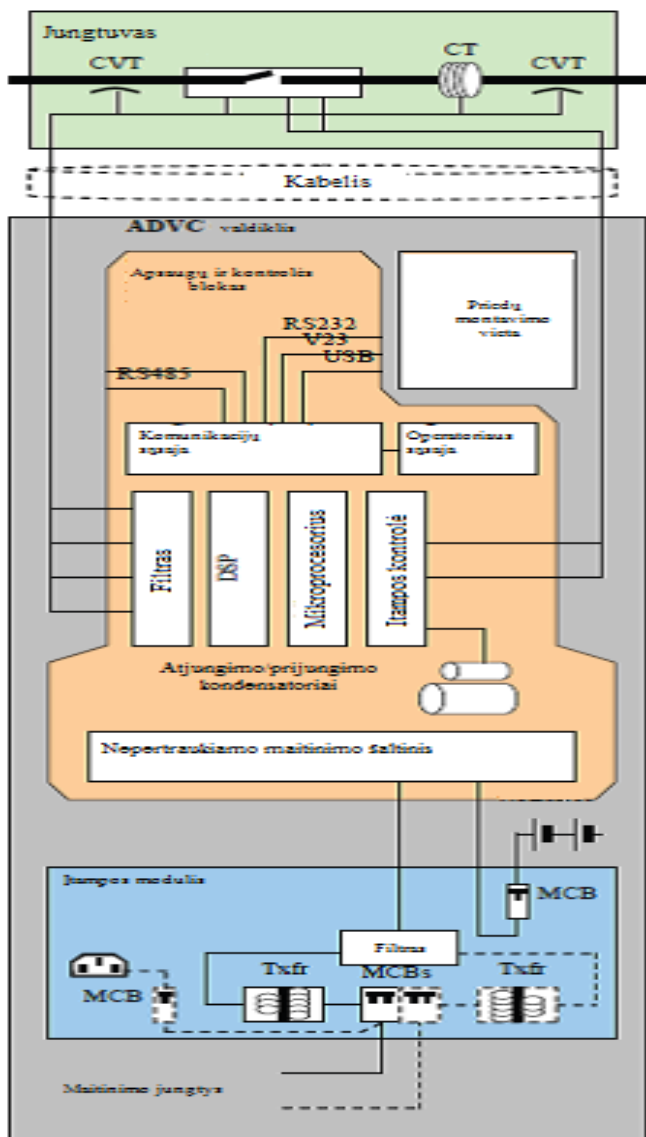
4 lentelė. Apskaičiuotų linijų L-200, L-300, OLJ-01 relinių apsaugų nustatymai

Kai maitinama iš X 35/10 kV TP linija l-200 (iki normalaus atskyrimo)
MSA $I_p = 120 A$ ; $t_p = 0,7 s$ (DT)
AKI po 1 s įjungtas
Kai maitinama iš Y 110/10 kV TP linija l-300 (iki normalaus atskyrimo)
MSA $I_p = 120 A$ ; $t_p = 0,7 s$ (DT)
AKI po 1 s įjungtas
Oro linijos sekcionavimo jungtuvo relinių apsaugų nustatymai
1 nuostatų grupė (kai maitinama iš X 35/10 kV TP)
MSA $I_p = 120 A$ ; $t_p = 0,4 s$ (DT)
Įžemėjimo apsauga Ž kr. $I_p = 4 A$ , $U_p = 2000 V$ , $t_p = 5,0 s$
$\sin \varphi$ , $\varphi = 0$ Forward, veikia į signalą.
AKI po 1 s įjungtas
2 nuostatų grupė (kai maitinama iš Y 110/10 kV TP)
MSA $I_p = 110 A$ ; $t_p = 0,4 s$ (DT)
Įžemėjimo apsauga Ž kr. $I_p = 4 A$ , $U_p = 2000 V$ , $t_p = 5,0 s$
$\sin \varphi$ , $\varphi = 0$ Revers, veikia į signalą.
AKI po 1 s įjungtas

### 2.3. Oro linijos nuotolinės valdymo sistemos pritaikymas

Elektros tinklų užduotis - patikimai ir ekonomiškai aprūpinti vartotojus kokybiška elektra. Per skirstomuosius elektros tinklus didžioji elektros energijos dalis pasiekia vartotojus. Vakarų šalių patirtis rodo, kad didžioji elektros tinklų išlaidų dalis tenka skirstomiesiems elektros tinklams. Taigi, gerinant elektros tinklų darbo kokybę, siekiant ekonomiško, pastebimą efektą galima pasiekti didesnę dėmesį skiriant skirstomiesiems elektros tinklams. Dauguma 35/10kV elektros linijų buvo pastatytos daugiau nei prieš du dešimtmečius, jos yra pasenusios. Dėl elektros tiekimo nutraukimų vartotojai patiria materialinę žalą. Didinant elektros tinklų patikimumą, išlaidų dydis elektros tinklams įrengti auga. Pagrindiniai rodikliai, nusakantieji elektros tiekimo patikimumą, yra tiekimo nutraukimų dažnis ir nutraukimų trukmė per sutartinį laiko intervalą, paprastai priimamą lygų vieniems metams. Minėtiems rodikliams nustatyti turi būti žinomi tinklo elementų gedimų rodikliai ir naudojamos vartotojams maitinti tinklų schemas. Didžiausią įtaką vartotojų elektros energijos tiekimo nutraukimams turi nerezervuoti arba dalinai rezervuoti vidutinės ir žemos įtampos tinklai. Didinant elektros tinklų patikimumą, išlaidų dydis elektros tinklams įrengti auga. 10 kV oro linijų tinklo patikimumo ir valdymo operatyvumo padidimui numatoma vietoje skyriklio I-01(normalus linijos atskyrimas) esančio atramoje įrengti automatinio valdymo sekcionavimo įrenginį [22], [23]. Įrenginį tikslinga montuoti todėl, kad jame yra apsaugų terminalas, nuotoliniu būdu galima valdyti iš dispečerinės valdymo sistemos, o tai yra naudinga elektros energijos vartotojui. Tuo tikslu iš X 35/10kV TP išeinančioje linijoje L-200 esamoje tarpinėje atramoje sumontuojamas naujas automatinio valdymo sekcionavimo įrenginys OL SJ-01 U27-ACR-Solid-15-12-110. Oro linijos laidai paliekami ir naudojami esami. Sekcionavimo įrenginys prie atramos tvirtinamas specialia apkaba. Atramoje su paramščiu sumontuojamas pats sekcionavimo įrenginys, savųjų reikmių transformatoriaus 10kV/0,23kV OVC2/S1 sekcionavimo įrenginio maitinimui, viršįtampių ribotuvai ir atliekamas visų įrenginių apšynavimas. Tam, kad sekcionavimo įrenginys, kai yra atjungtas, turėtų maitinimą, savų reikmių transformatorius montuojamas iš maitinančios linijos pusės. 6 pav. pavaizduota sekcionavimo įrenginio ir ADVC valdiklio blokinė schema [16]. Sekcionavimo įrenginys susideda komutacinio modulio su vakuuminiu jungtuvu ir integruotais srovės ir įtampos davikliai, valdymo ir apsaugų terminalo, komutacinis modulio ir valdymo ir apsaugų terminalo, jungiamojo kabelio. Nepertraukiamas įrenginio maitinimas užtikrinamas apsaugų bei valdymo spintoje įmontuotomis akumuliatorių baterijomis. Kintamos srovės 230 V maitinimas užtikrinamas panaudojant savų reikmių 10kV/0,23 kV sausą lauko tipo transformatorių, montuojamą toje pačioje atramoje ir užtikrinantį kompaktiškumą ir

nepriklausomumą Operatyvinio maitinimo su įmontuota akumuliatorių baterija modulis yra integruoti valdymo ir apsaugų terminale ADVC.



6 pav. Sekcionavimo įrenginio ir ADVC valdiklio blokinė schema

Matavimo prietaisai apsaugoms ir matavimas yra komutaciniame modulyje (izoliatoriai I) integruoti Ragovskio srovės (2000/1, tikslumas 0,5%) ir talpuminiai įtampos jutikliai, veikiantys plačiame matavimų diapazone.

Valdymo ir apsaugų terminale yra integruotos apsaugos: trijų pakopų kryptinės maksimalios srovės apsauga, apsauga nuo įžemėjimo su priklausoma arba nepriklausoma laiko charakteristika. minimalios įtampos apsauga, 3 kartų AKĮ suveikus fazių MSA ir įžemėjimo MSA, minimalaus ir maksimalaus dažnio apsauga, automatinis valdymo ir apsaugų terminalo išjungimas išsikrovus akumuliatorių baterijai žemiau leistino lygio. Valdymo ir apsaugų terminalas atlieka srovės, įtampos, galios, dažnio matavimus, fiksuoja srovės ir įtampos harmonikas. Skaičiuoja jungtuvo resursą. Turi integruotas sutrikimų registratoriaus funkcijas ir

įvykių registratorius funkcijas. Valdymo ir apsaugų terminalo varstomos panelės priekyje įrengtas keturių eilučių LCD displėjus, šviesos diodai ir valdymo mygtukai.

10 kV sekcionavimo įrenginio OLJ nuotoliniam valdymui iš dispečerinio valdymo sistemos per esamą VPN tinklą naudojamas GPRS ryšys. Duomenų mainams naudojamas IEC 60870-5-104 protokolas.

Ryšio įrangos nepertraukiamą darbą užtikrina sekcionavimo įrenginio maitinimo šaltinis. Duomenys tarp GPRS modemo ir sekcionavimo įrenginio valdymo modulio perduodami per Ethernet sąsają.

Schneider Electric automatinio sekcionavimo įrenginio (recloser) komutacinio modulio U serijos techniniai parametrai parodyti 5 lentelėje.

*5 lentelė. Sekcionavimo įrenginio komutacinio modulio U serijos techniniai parametrai*

<b>Parametras</b>	<b>U27-ACR-Solid-15-12-110</b>
Maksimali vardinė įtampa	15,5 kV
Vardinė srovė	630 A
Dažnis	50 Hz,
Vardinė trumpojo jungimo srovė (3s)	12,5 kA
Trumpo jungimo srovė (piko), kA	32,5 kA
Atsparumas žaibo impulsui, kV	110 kV
Pramoninio dažnio įtampa, 1 min	50 kV
Korpuso konstrukcija	Nerūdijantis plienas 316
Izoliatoriai	Lauko tipo ciklo-alifatinė epoksidinė derva
Aptarnavimo dažnumas	5 metai
Komutacijų skaičius, ne mažesnis nei:	
Įjungimo/atjungimo mechanizmas	Elektromagnetinė pavara
Įjungimo/atjungimo laikai	0,1/0,05 s
- Esant vardinei srovei ir mechaninis	10 000
- Esant trumpo jungimo srovei 2kA	1955
- Esant trumpo jungimo srovei 6kA	217
- Esant trumpo jungimo srovei 12,5kA	50
Srovės transformatoriai:	
Transformacijos koeficientas	2000:1
Tikslumas 10-630 A	±0,5%
Tikslumas 630-12500 A	±2,5%
Aplinkos temperatūra, °C	- 40 to +50
Aplinkos drėgmė	0 – 100%

<b>Valdiklis</b>	<b>ADVC-UL-FT-FV-230-GPO-LRG-ENG-HTR</b>
Korpuso konstrukcija	Nerūdijantis plienas 316
Valdiklio apsaugos klasė	IP65
Aplinkos temperatūra, °C	- 40 to +50
Aplinkos drėgmė	0 – 100%
Durų atsidarymo kampas	135°
Standartinis kontrolinio kabelio ilgis	7m
Maitinimas	230 VAC (-20% - 10%) (maitinimas nuo įtampos transformatoriaus)
Baterija	2x12V (12Ah)
Min baterijos įtampa	23V
Maks baterijos įtampa	32V
Baterijos apšildymo kilimėlio galia	10W (įsijungia automatiškai prie -5°C)
Baterijos apšildymo kilimėlio ilgaamžiškumas	30000h
Vietinis prisijungimo portas	USB
Komunikaciniai portai	4xRS232, 1xV23FSK, 1xRS485, 1x10Base T
Komunikacijos protokolai	DNP3, IEC60870-5-101/104

Dingus operatyvinei įtampai, arba esant gedimui jungtuvo išjungimas rankiniu būdu. Rankinis išjungimo žiedas pritvirtintas komutacinio modulio apačioje. Norint išjungti komutacinį modulį reikia patraukti žemyn rankinio išjungimo žiedą. Žiedą reikia patraukti apie 15 kg jėga. Kai žiedas patrauktas žemyn jungtuvo valdymas yra blokuojamas mechanine ir elektrine blokuote ir jo valdyti neįmanoma nei vietiniu, nei nuotoliniu būdu. Norint valdyti jungtuvą reikia įstumti žiedą atgal. Iš sekcionavimo įrenginio į dispečerinio valdymo sistemą transliuojami signalai, komandos, matavimai, kurie yra parodyti 6, 7, 8 lentelėse [15].

6 lentelė. Į dispečerinio valdymo sistemą transliuojami telesignalai

Eil. Nr.	Įtampa	Pastotė	Prijunginys	Įrenginys	Loginis vardas	Indeksas	ŽMI tekstas				Signalų tipas	Aliarmo klasė	RAA, TSP   įrenginiai		SCADA adresas IEC 60870-5-104	
							Signalų pavadinimas	Būsena					Tipas	Įėjimas		
								00 (0)	01 (1)	10 (2)						11 (3)
1	10kV	OL SJ-01	SJ-01		ASJ01_NJ01	10	Jungtuvo padėtis	Tarpinė	Įjungtas	Išjungtas	Klaida	DPI	1	A1.1.4	ADVC	200
2	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR01	10	MSA	Norma	Suveikė			SPI	1	A1.3.26	ADVC	1
3	10kV	OL SJ-01	SJ-01		ASJ01_N_VD	10	Jungtuvo valdymas	Nuotolinis	Vietinis			SPI	2	A1.1.3	ADVC	2
4	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR02	110	AK  būsena	Įjungta	Išjungta			SPI	2	A1.2.2	ADVC	3
5	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR01	11	AK	Norma	Suveikė			SPI	2		ADVC	4
6	10kV	OL SJ-01	SJ-01		ASJ01_NC01	10	Įrenginio gedimas	Norma	Gedimas			SPI	1	A1.1.1	ADVC	5
7	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR01	12	Ižemėjimas	Nėra	Yra			SPI	1	A1.3.27	ADVC	6
8	10kV	OL SJ-01	SJ-01		ASJ01_NC01	11	Maitinimas iš baterijos	Norma	Suveikė			SPI	1	A1.1.2	ADVC	7
9	10kV	OL SJ-01	SJ-01		ASJ01_NC01	12	Spintos durys	Uždaros	Atviros			SPI	1	A1.1.34	ADVC	8
10	10kV	OL SJ-01	SJ-01		ASJ01_NC01	13	Rankinis išjungimas	Norma	Suveikė			SPI	3	A1.1.27	ADVC	9
11	10kV	OL SJ-01	SJ-01		ASJ01_NC01	14	Linijos remontas	Išjungtas	Įjungtas			SPI	2		ADVC	10
12	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR04	110	Nustatymų grupė I	Išjungta	Įjungtas			SPI	3		ADVC	11
13	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR04	111	Nustatymų grupė II	Išjungta	Įjungtas			SPI	3		ADVC	12
14	10kV	OL SJ-01	SJ-01		ASJ01_NC01	15	Įtampa linijoje 1	Nėra	Yra			SPI	3		ADVC	13
15	10kV	OL SJ-01	SJ-01		ASJ01_NC01	16	Įtampa linijoje 2	Nėra	Yra			SPI	3		ADVC	14
15	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR05	10	AR  būsena	Tarpinė	Įjungtas	Išjungtas	Klaida	SPI	3		SCADA	
15	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR01	13	AR	Norma	Suveikė			SPI	3		SCADA	



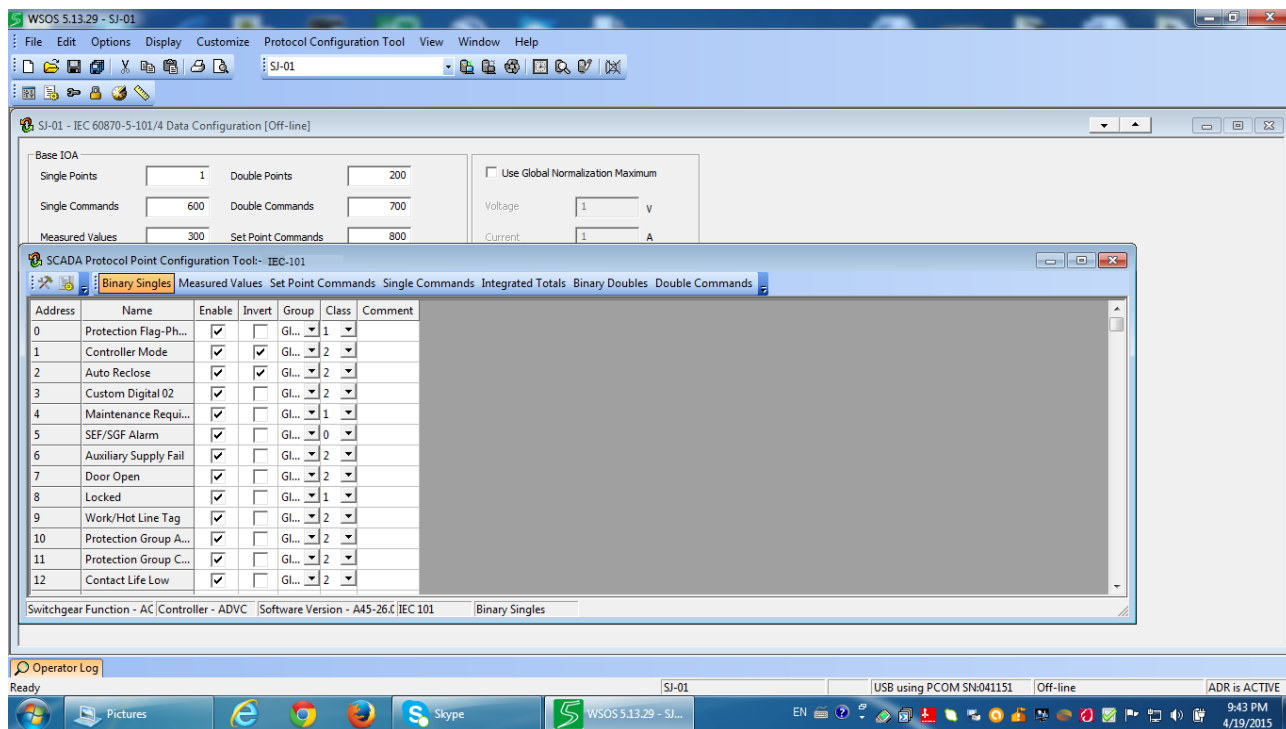
7 lentelė. Iš dispečerinio valdymo sistemos transliuojamos telekomandos

Eil. Nr.	Įtampa	Pastotė	Prijunginys	Įrenginys	Loginis vardas	Indeksas	ŽMI tekstas			Komandos tipas	RAA, TSP   įrenginiai		SCADA adresas IEC 60870-5-104
							Valdomas objektas	Komanda			Tipas	Išėjimas	
1	10kV	OL SJ-01	SJ-01		ASJ01_NJ01	13	Jungtuvas	Išjungti	Ijungti	DCO	B.1.4	ADVC	700
2	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR02	13	AKJ valdymas	Išjungti	Ijungti	DCO	B.1.3	ADVC	701
3	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR03	13	Signalų gražinimas		Gražinti	DCO		ADVC	702
4	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR04	13	Nustatymų grupę I		Ijungti	DCO		ADVC	703
5	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR04	14	Nustatymų grupę II		Ijungti	DCO		ADVC	704
6	10kV	OL SJ-01	SJ-01	RAA	ASJ01_NR05	13	ARJ valdymas	Išjungti	Ijungti	DCO		SCADA	705

8 lentelė. Į dispečerinio valdymo sistemą transliuojami telematavimai

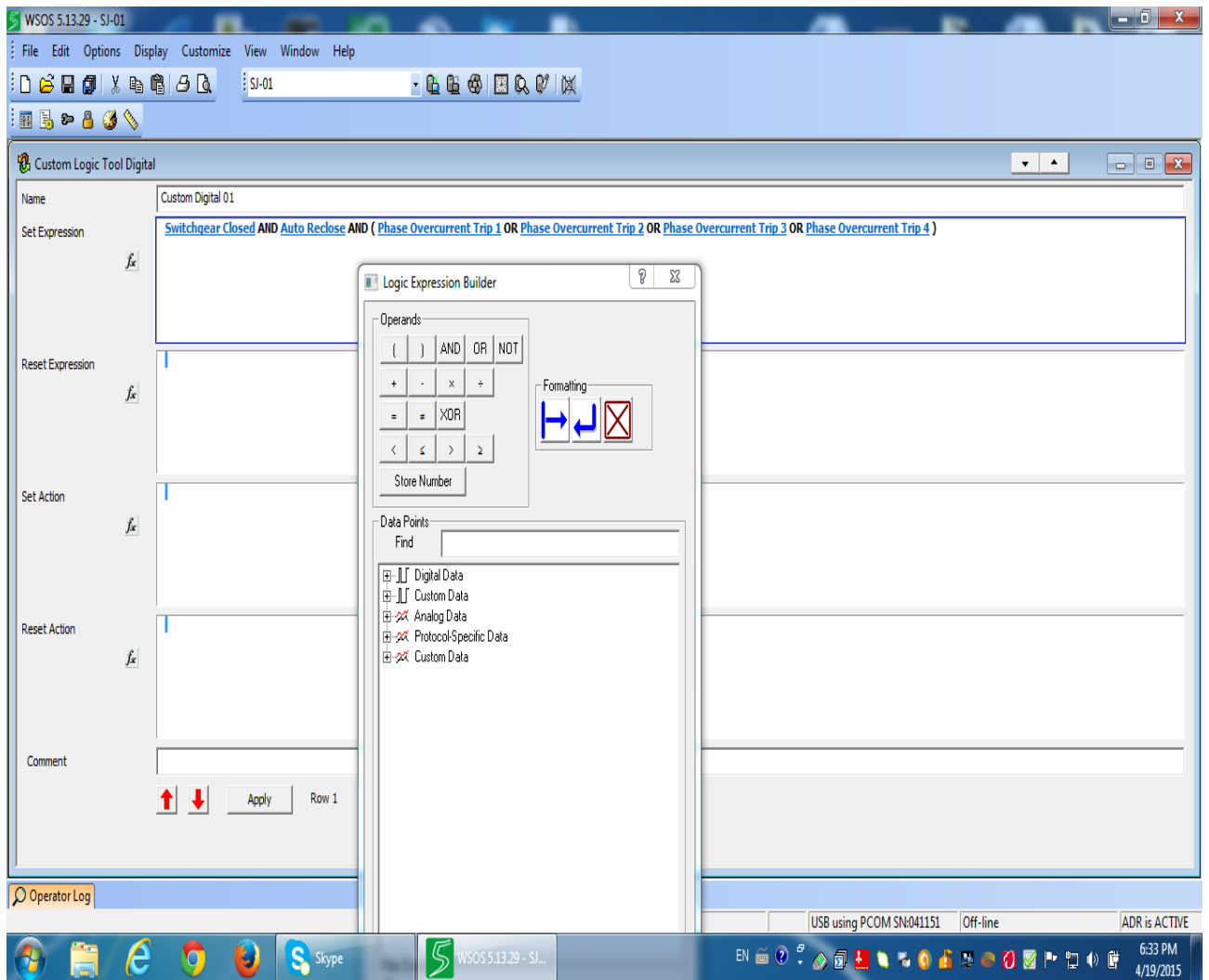
Eil. Nr.	Įtampa	Pastotė	Prijunginys	Įrenginys	Loginis vardas	Indeksas	ŽMI			Įrenginiai			Ribinės reikšmės				SCADA adresas IEC 60870-5-104
							Matavimo pavadinimas	Matavimo dimencija	Atvaizdavimas	Tipas	Išėjimas	Analoginis matav. mA	Žemas aliarmas	Žemas įspėjimas	Aukštas įspėjimas	Aukštas aliarmas	
1	10kV	OL SJ-01	SJ-01	M	ASJ01_ND01	10	Srovė Ia	A	Pastoviai	A.2.1.0	ADVC						300
2	10kV	OL SJ-01	SJ-01	M	ASJ01_ND01	11	Srovė Ib	A	Pagal poreikį	A.2.1.1	ADVC						301
3	10kV	OL SJ-01	SJ-01	M	ASJ01_ND01	12	Srovė Ic	A	Pagal poreikį	A.2.1.2	ADVC						302
4	10kV	OL SJ-01	SJ-01	M	ASJ01_ND01	13	Įžemėjimo srovė Io	A	Pastoviai	A.2.6.30	ADVC						303
5	10kV	OL SJ-01	SJ-01	M	ASJ01_ND01	16	Įtampa Uab	KV	Pastoviai	A.2.2.6	ADVC						304
6	10kV	OL SJ-01	SJ-01	M	ASJ01_ND02	10	Trumpojo jungimo srovė Ika	kA	Pagal poreikį	A.2.6.27	ADVC						305
7	10kV	OL SJ-01	SJ-01	M	ASJ01_ND02	11	Trumpojo jungimo srovė Ikb	kA	Pagal poreikį	A.2.6.28	ADVC						306
8	10kV	OL SJ-01	SJ-01	M	ASJ01_ND02	12	Trumpojo jungimo srovė Ikc	kA	Pagal poreikį	A.2.6.29	ADVC						307

Šie signalai išrenkami iš valdiklio ADVC-UL-FT-FV-230-GPO-LRG-ENG-HTR programinės įrangos WSOS 5.13.29 pagalba per USB jungtį (7 pav.).



7 pav. Signalų išrinkamas iš valdiklio ADVC-UL-FT-FV-230-GPO-LRG-ENG-HTR

Signalų, kurių valdiklio duomenų bazėje nėra, jie sukuriami loginių elementų pagalba (Custom Logic Tool Digital). Sukurtas signalas „automatinis kartotinis įjungimas“ parodytas 8 pav. „AKI“ logika: sekcionavimo įrenginys prisijungia, AKI įjungta, atjungimas iš bet kurio laipto. Maksimalios apsaugos (Phase overcurrent trip) signalas nusimeta, kai jungtuvas prisijungia (8 pav).



8 pav. „AKI“ logika

## 2.4. Dispečerinės valdymo sistemos parametravimas

Iš/į stulpinį komutacinį įrenginį informaciją perduosim ir priimsim GSM GPRS ryšiu, IEC 60870-5-104 protokolu. Iš GSM paslaugos tiekėjo gaunama SIM kortelė, kuri įtraukta į centrinio SCADA modemo APN ir turi savo IP adresą. Ugniasienės konfiguruojamos taip, kad IP adresą iš centrinio modemo praleistų iki SCADA serverių[5]. Priimame, kad IP adresas bus: 10.1.1.2; ASDU adresas: 10. SCADA sistemoje sukuriama ryšio linija ir stotis, surašomi ryšio parametrai, sukuriami proceso objektai ir schema.

ABB MicroSCADA 8.4.4. kiekvienas objektas (telesignalas, televaldymas, telematavimas) turi savo unikalų dešimties simbolių ilgio loginį vardą ir konkrečiam objektui reikalingą indeksų skaičių. Prie loginio vardo indekso prijungiama schemas elementai ir loginės funkcijos. Į indeksus, pagal signalų sąrašą, surašoma iš teleinformacijos surinkimo ir perdavimo įrenginio (TSPĮ) gaunamos informacijos adresai, pavadinimai, aliarmų lygiai. Sudaromi kontroliuojamų objektų signalų sąrašai (9, 10, 11, 12, 13, 14 lentelės)

### Pastotė: X

SCADA stoties adresas: 315

ASDU adresas: 45

9 lentelė. Į dispečerinio valdymo sistemą transliuojami telesignalai iš X 35/10 kV TP

Nr.	Įtampa (kV)	Narvelis	Prijunginys	Įrenginys	Loginis vardas	Indeksas	Tekstas	Būsena				Signalo tipas	SCADA IEC 60870-5-101	
								SI=0	SI=1				IEC 870-5-101 duomenų objekto adresas	ASDU signalo tipas
								DI=00 (0)	DI=01 (1)	DI=10 (2)	DI=11 (3)			
1	10	12	L-200		AX_012NJ01	10	Jungtuvo padėtis	Tarpinė	Ijungta	Išjungta	Klaidinga	DPI	201201	31
1	10	12	L-200	RAA	AX_012NR01	30	MSA	Moma	Suveikė			SPI	201202	31

10 lentelė. Į/iš dispečerinio valdymo sistemą transliuojamas televaldymas iš X 35/10 kV TP

Nr.	Įtampa (kV)	Narvelis	Prijunginys	Įrenginys	Loginis vardas (LN)	Indeksas	Tekstas (OX)	Būsena		SCADA IEC 60870-5-101	
								BO=0	BO=1	Duomenų objekto adresas	ASDU tipas
1	10	12	L-200		AX_012NJ01	13	Jungtuvas	Išjungti	Ijungti	101201	46

11 lentelė. Į dispečerinio valdymo sistemą transliuojami telematavimai iš X 35/10 kV TP

Nr.	Įtampa (kV)	Narvelis	Prijunginys	Įrenginys	Loginis vardas (LN)	Indeksas	Tekstas (OX)	Matav. vnt.	Įtampos/ Srovės transform.	Keitiklis	Matavimo ribos	Ribinės reikšmės				SCADA	IEC	
												Aukštas aliarmas	Aukštas perspėjimas	Žemas perspėjimas	Žemas aliarmas	60870-5-101		ASDU signalo tipas
												(HI)	(HW)	(LW)	(LI)	IEC 870-5-101 Duomenų objekto adresas		
1	10	12	L-200	E	AX_012ND01	10	Srovė la	A	150/5			180	160			401201	13	

**Pastotė: Y**

SCADA stoties adresas: 319

ASDU adresas: 49

12 lentelė. Į dispečerinio valdymo sistemą transliuojami telesignalai iš Y 110/10 kV TP

Nr.	Įtampa (kV)	Narvelis	Prijunginys	Įrenginys	Loginis vardas	Indeksas	Tekstas	Būsena				Signalo tipas	SCADA IEC 60870-5-101	
								SI=0	SI=1				IEC 870-5-101 duomenų objekto adresas	ASDU signalo tipas
								DI=00 (0)	DI=01 (1)	DI=10 (2)	DI=11 (3)			
1	10	12	L-300		AY_012NJ01	10	Jungtuvo padėtis	Tarpinė	Įjungta	Išjungta	Klaidinga	DPI	201201	31
1	10	12	L-300	RAA	AY_012NR01	30	MSA	Morma	Suveikė			SPI	201202	31

13 lentelė. Į dispečerinio valdymo sistemą transliuojami televaldymai iš Y 110/10 kV TP

Nr.	Įtampa (kV)	Narvelis	Prijunginys	Įrenginys	Loginis vardas (LN)	Indeksas	Tekstas (OX)	Būsena		SCADA IEC 60870-5-101	
								BO=0	BO=1	Duomenų objekto adresas	ASDU tipas
1	10	12	L-300		AY_012NJ01	13	Jungtuvas	Išjungti	Įjungti	101201	46

14 lentelė. Į dispečerinio valdymo sistemą transliuojami telematavimai iš Y 110/10 kV TP

Nr.	Įtampa (kV)	Narvelis	Prijunginys	Įrenginys	Loginis vardas (LN)	Indeksas	Tekstas (OX)	Matav. vnt.	Įtampos/ Srovės transform.	Keitiklis	Matavimo ribos	Ribinės reikšmės				SCADA	IEC	
												Aukštas aliarmas	Aukštas perspėjimas	Žemas perspėjimas	Žemas aliarmas	60870-5-101		ASDU signalo tipas
												(HI)	(HW)	(LW)	(LI)	IEC 870-5-101 Duomenų objekto adresas		
1	10	12	L-300	E	AY_012ND01	10	Srovė la	A	150/5			180	160			401201	13	

Priimame loginio vardo stukūrą:

Pirmas simbolis – LESTO skyriaus pirma raidė (A – Alytus, K-Kaunas);

antras – šeštas simboliai – Objekto pavadinimas (OL-01);

septintas – įrenginio įtampa (D – 330 kV; F – 220 kV; H – 110 kV; J – 35 kV; L – 20 kV; N – 10 kV; P – 6 kV; S – 0,4 kV; U – 0,1 kV; V – Nuolatinė);

aštuntas – įrenginio pavadinimas (T – transformatorius; J – jungtuvas; G – galios skyriklis (skirtuvas); S – skyriklis; V – vežimėlis; I – įžemiklis; A – automatinis jungiklis; K – kirtiklis; M – magnetinis paleidiklis; L – ryšiai; D – matavimai; R – RAA ; C– signalizacija; W – savos reikmės; E – elgiama; F – saugiklis; Y – generatorius; \_ – kiti įrenginiai);

devintas – dešimtas – signalo eilės Nr.

Lesto yra priimti sekantys DVS aliarmų lygiai:

- 1- Rašoma į įvykių sąrašą, aliarmų sąrašą, ir dispečeris gauna garsinį signalą;
- 2- Rašoma į įvykių sąrašą, aliarmų sąrašą, dispečeris negauna garsinio signalo;
- 3- Rašoma tik į įvykių sąrašą.

Signalo, komandos ar matavimo pavadinimą sudaro keturios sritys: pastotė, prijunginys, įrenginys, signalo pavadinimas:

Pastotė- pastotės pavadinimas, maksimalus simbolių skaičius 9.

Prijunginys – prijunginio pavadinimas, maksimalus simbolių skaičius 14. Kadangi pastotėje yra tik vienas prijunginys, tai jį sutapatinam su pastotės pavadinimu „SJ-01“.

Įrenginys – įrenginio pavadinimas, maksimalus simbolių skaičius 4. RAA – relinė apsauga ir automatinė, M – matavimas.

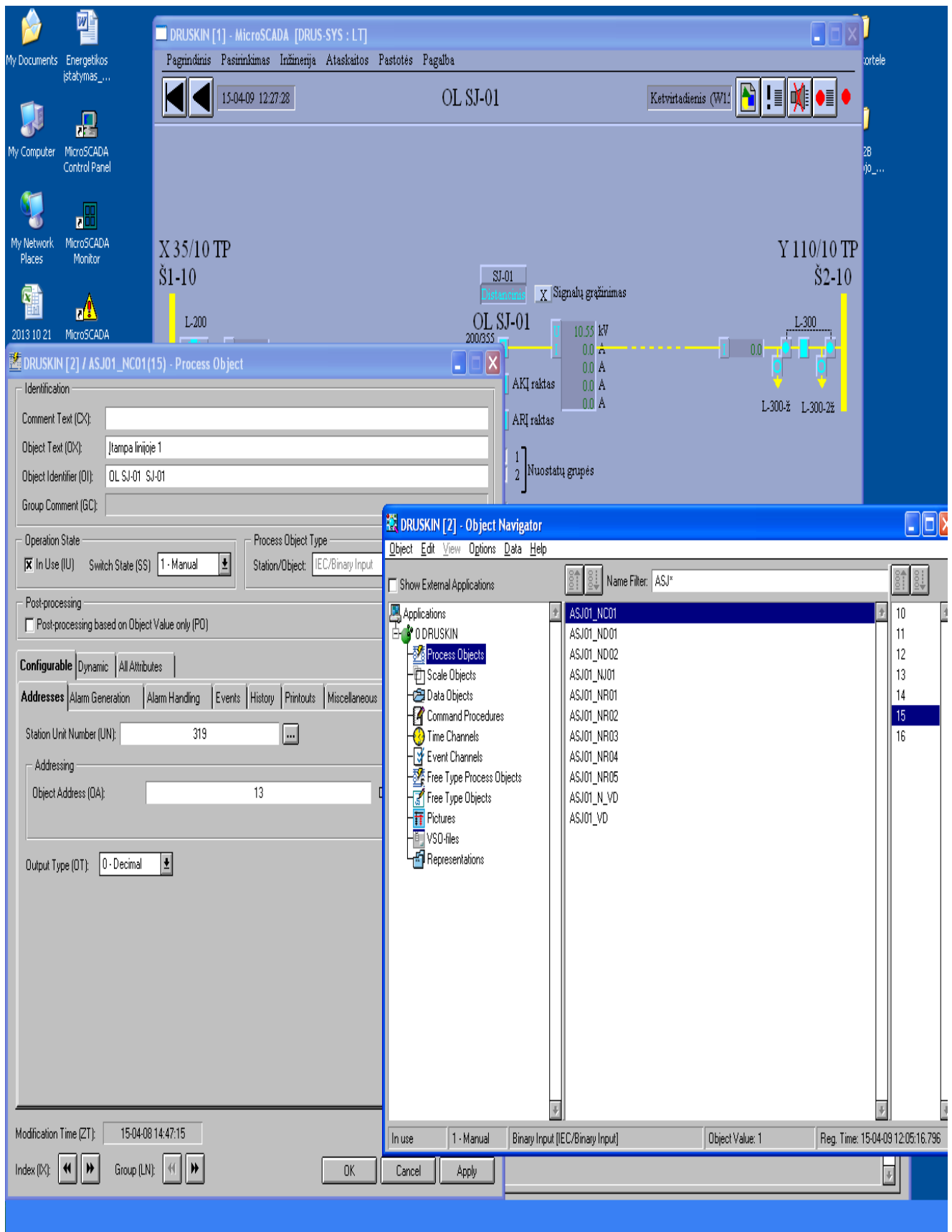
Signalo pavadinimas – telesignalas, telekomandos, telematavimo pavadinimas, maksimalus simbolių skaičius 30. Pvz. „Jungtuvo padėtis

Pagal signalų sąrašą suvedame duomenis į dispečerinio valdymo sistemą. DVS proceso objekto konfigūravimo lango pavyzdys (9, 10 pav.)

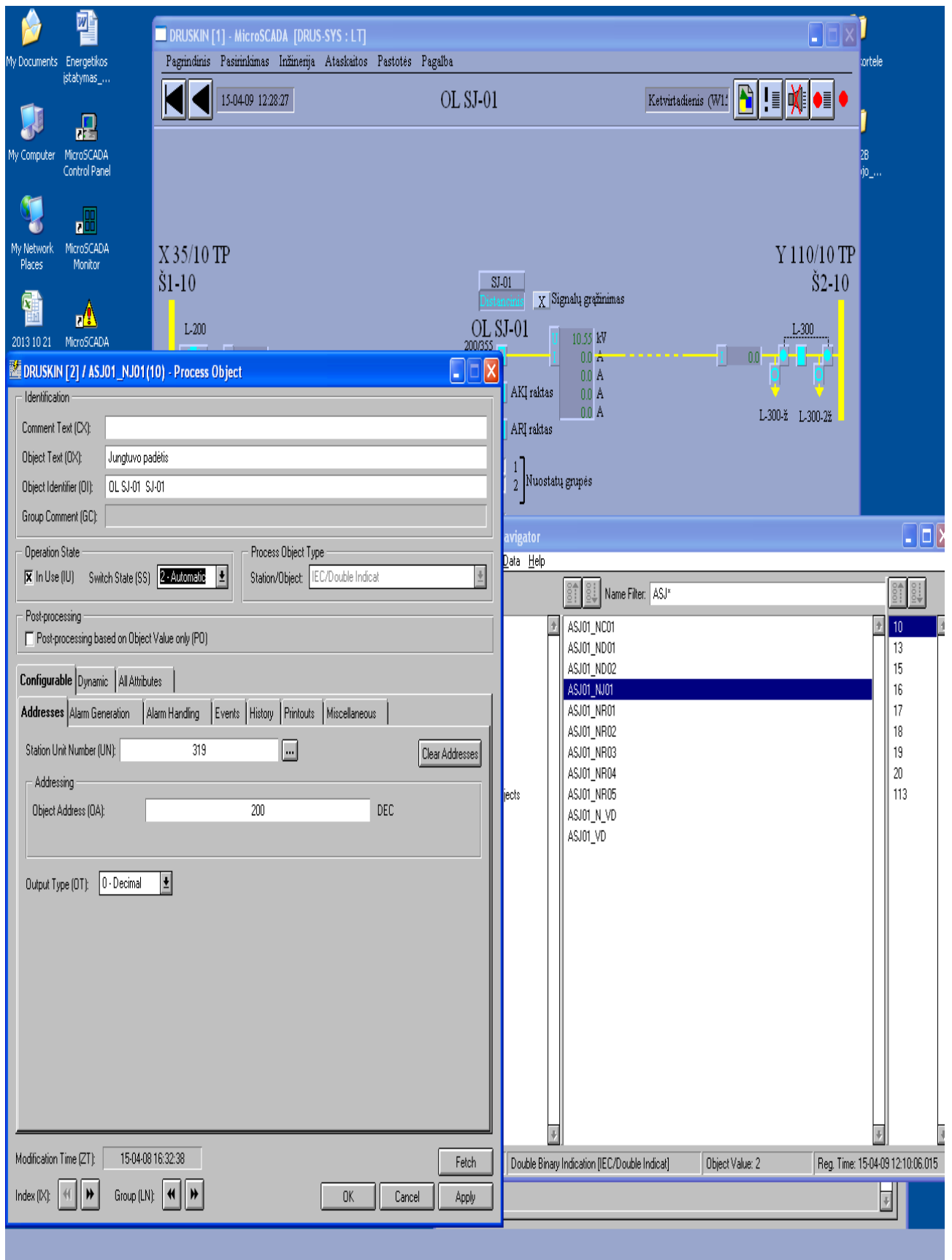
SCIL (angl. Supervisory Control Implementation Language) yra aukšto lygio programavimo kalba, skirta MicroSCADA priežiūros valdymo sistemų programų kūrimui [14].

Naudojant SCIL galima:

- Programos vartotojo sąsajos dalyje: keisti valdomos sistemos vaizdo struktūrą, mygtukus;
- Sukurti įvairias procesų valdymo formas, tokias kaip, rankinio, nuosekliojo, laiko ir įvykiais pagrįstų veiksmų valdymą;
- Apibrėžti duomenų skaičiavimo ir duomenų bazių atnaujinimą rankiniu būdu arba automatiškai;
- Sukurti ataskaitas pristatymui;
- Konfigūruoti, prižiūrėti ir tvarkyti sistemos komponentus, pavyzdžiui, spausdintuvus ir monitorius;
- Paruošti procesų simuliacijas;
- Mainyti duomenimis su kitomis MicroSCADA programomis ir kitomis programomis.

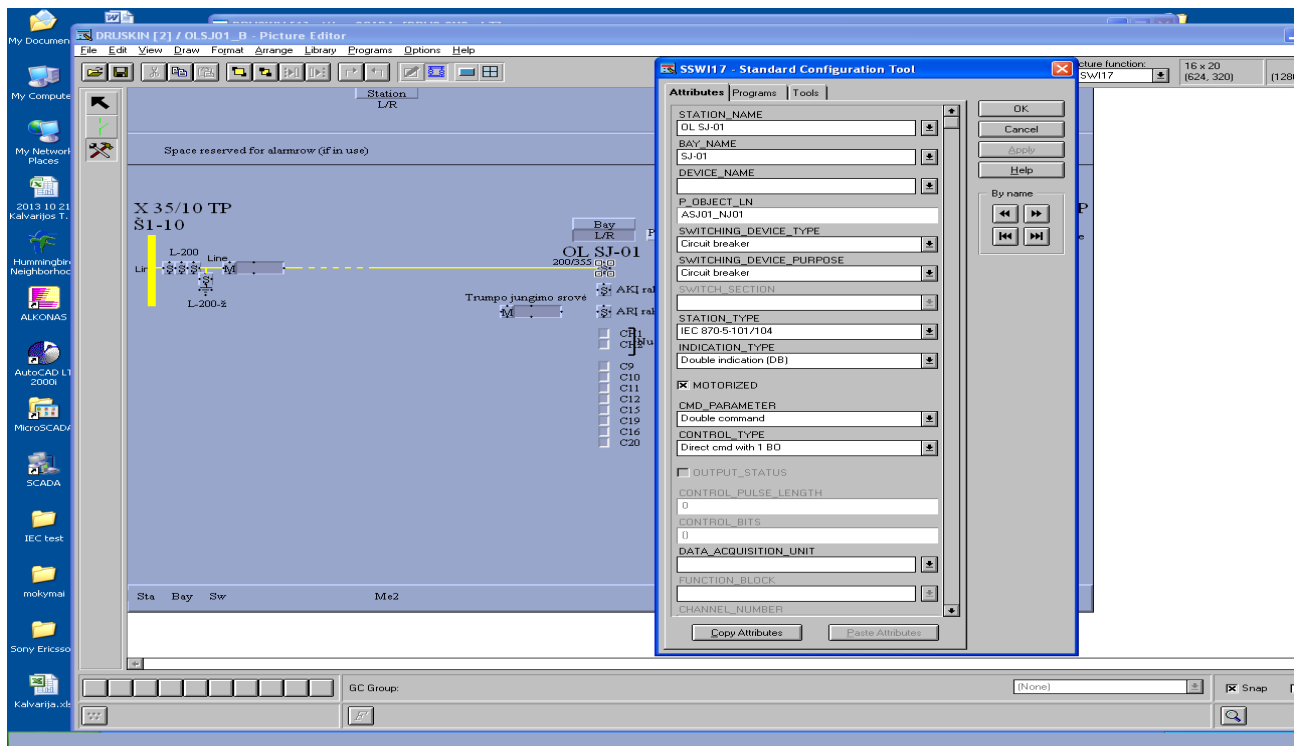


9 pav. DVS proceso objekto konfigūravimo langas (Įtampa linijoje 1)



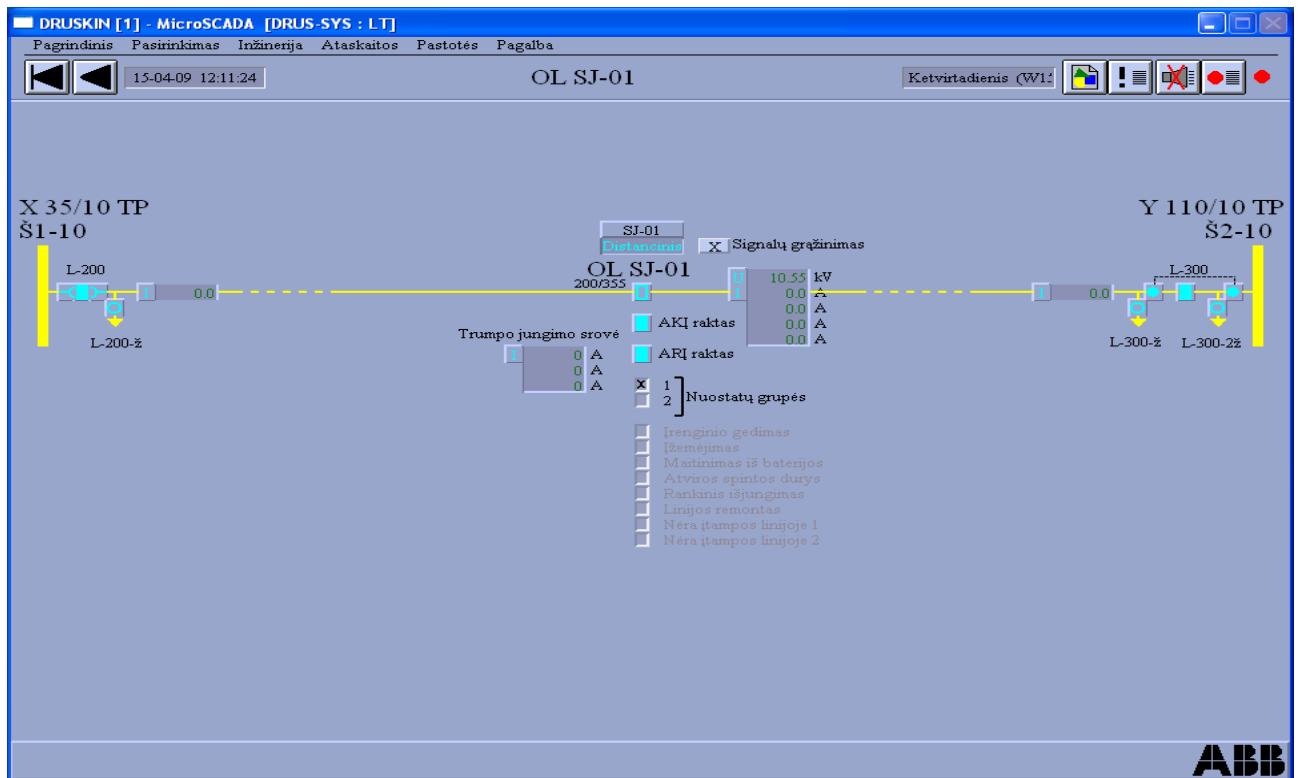
10 pav. DVS proceso objekta konfiguravimo langas (Jungtuvo padētis)

Toliau braižome DVS schemą ir sujungiamo su sukurtais proceso objektais (11 pav.).



11 pav. DVS objekto braižymo langas

Sukurtą schemą įtraukiam į dispečerio matomų pastočių (schemų) sąrašą (12 pav.).



12 pav. Dispečerio matoma schema



### 2.4.1. 10 kV ARĮ programa dispečerinio valdymo sistemoje

Oro linijos valdiklyje yra funkcija dingus įtampai vienoje pusėje, prijungti sekcionavimo įrenginį, bet tai būtų klaidingas perjungimas, nes nežinotume ką bandėme permaitinti pačioje pastotėje. Kai netenka maitinimo viena 10kV oro linijos pusė, reikia išjungti tą pusę maitinantį 10kV jungtuvą pastotėje ir tada automatiniam sekcionavimo įrenginyje perjungti relinių nuostatų grupę, bei prijungti sekcionavimo jungtuvą. Kad tai padaryti be dispečerio įsikišimo, pateikiu automatinio rezervo įjungimo dispečerinio valdymo sistemoje programą.

; Tikriname ar pastočių kintamieji (OL SJ-01 jungtuvo padėtis, OL SJ-01 įtampa linijoje 1, OL SJ-01 įtampa linijoje 2,  
; X pastotės jungtuvo padėtis, X pastotės MSA, Y pastotės jungtuvo padėtis, Y pastotės MSA yra automatiniam režime  
; (nemodeliuojami) ir yra ryšys (būsena nepasenusi)

; Pvz.1: ASJ01\_NJ01:PSS10==2

; Tikriname ar loginio vardo ASJ01\_NJ01, indeksas 10 yra automatiniam režime (imama iš stoties, o ne modeliuojamas, kad

; derinimo metu sumodeliavus būseną nesuveikdintų ARĮ).

; Pvz.2: ASJ01\_NJ01:POS10==0

; Tikriname ar loginio vardo ASJ01\_NJ01 indeksas 10 yra nuskaitomas iš pastotės (yra ryšis).

Jei ryšio nėra, ARĮ procedūros

; nevykdome, nes nežinoma tikroji tinklo būsena.

; PSS - process object switch state (0 - off, 1 - Manual, 2 - automatic, 3 - Fictive).

; POS - process object status (0 - ryšis yra ir būsena nuskaitoma, 10 - būsena nenuskaitoma, 1 - suspicious status,

; 2- obsolete status; 3- faulty time status, ...)

#IF ASJ01\_NJ01:PSS10==2 and ASJ01\_NJ01:POS10==0 and ASJ01\_NC01:PSS15==2 and ASJ01\_NC01:POS15==0 and-

ASJ01\_NC01:PSS16==2 and ASJ01\_NC01:POS16==0 and AX\_012NJ01:PSS10==2 and AX\_012NJ01:POS10==0 and-

AX\_012NR01:PSS30==2 and AX\_012NR01:POS30==0 and AY\_012NJ01:PSS10==2 and AY\_012NJ01:POS10==0 and-

AY\_012NR01:PSS30==2 and AY\_012NR01:POS30==0 #THEN #BLOCK

; Jei OL SJ-01 jungtuvas nėra įjungtas, ir OL SJ-01 ARĮ režimas "Įjungtas" ir ( OL SJ-01 linijoje 1 nėra įtampos  
; OL SJ-01 linijoje 2 yra įtampa ) arba ( OL SJ-01 linijoje 1 yra įtampa ir OL SJ-01 linijoje 2 nėra įtampos ) - vykdoma  
; programą. Jei sąlygos netenkina - programą stabdoma.  
; Pvz.: ASJ01\_NJ01:POV10<>1  
; Tikriname ar loginio vardo ASJ01\_NJ01 indeksas 10 nėra įjungtoje būsenoje.  
; POV - process object value. (0 - tarpinė, 1 - įjungta, 2 - išjungta, 3 - klaidinga).

```
#IF ASJ01_NJ01:POV10<>1 and ASJ01_NR05:POV10==1 and ((ASJ01_NC01:POV15==0  
and ASJ01_NC01:POV16==1) or-
```

```
(ASJ01_NC01:POV15==1 and ASJ01_NC01:POV16==0)) #THEN #BLOCK
```

; Užlaikymas 2s

```
#PAUSE 2
```

; Jei OL SJ-01 linijoje 1 nėra įtampos ir OL SJ-01 linijoje 2 yra įtampa ir X pastotės MSA per paskutines 60 s

; neveikė ir X pastotės jungtuvas per paskutines 60 s nevaldytas iš SCADA ir OL SJ-01 MSA per paskutines 60 s neveikė

; ir per paskutines 60 s OL SJ-01 nevaldytas iš DVS - vykdoma programą.

; Pvz.1: AX\_012NR01:PYT30+60<CLOCK

; Tikrinam ar loginio vardo AX\_012NR01 indekso 30 paskutinė aliarminė būseną (poveikis) buvo ne anksčiau kaip prieš 60 s.

; Taip atmetame ARĮ poveikio galimybę esant gedimui linijoje (linija atsijungė suveikus MSA).

; Nuskaito paskutinio aliarmo laiką, pridėdam 60 s. ir sulyginam su einamuoju laiko momentu.

; Pvz.2: AX\_012NJ01:PRT13+60<CLOCK

; Tikriname ar loginio vardo AX\_012NJ01 indekso 13 (valdymas) paskutinis pokytis buvo ne anksčiau kaip prieš 60 s.

; Taip atmetama ARĮ poveikio galimybę kai linija išjungžiama rankiniu būdu.

; PYT - process object alarm activation time.

; PRT - process object registration time.

; CLOCK - laikrodis (einamasis laiko momentas).

```
#IF ASJ01_NC01:POV15==0 and ASJ01_NC01:POV16==1 and
```

```
AX_012NR01:PYT30+60<CLOCK and AX_012NJ01:PRT13+60<CLOCK and-
```

ASJ01\_NR01:PYT10+60<CLOCK and ASJ01\_NJ01:PRT13+60<CLOCK #THEN #BLOCK

; Jei pastotės X jungtuvas nėra išjungtas, išjungiamas ir po 2 s įjungiamas OL SJ-01 jungtuvas.

Jei pastotės X jungtuvas

; išjungtas, po 2 s įjungiamas OL SJ-01 jungtuvas.

; Pvz.: #SET AX\_012NJ01:PBO13=0

; Į loginio vardo AX\_012NJ01 indeksą 13 siunčiam išjungimo komandą.

; PBO - process object binary output (0 - išjungimas, 1 - įjungimas).

```
#IF AX_012NJ01:POV10<>2 #THEN #BLOCK
```

```
#SET AX_012NJ01:PBO13=0
```

```
#PAUSE 2
```

```
#SET ASJ01_NR04:PBO14=1
```

```
#SET ASJ01_NJ01:PBO13=1
```

```
#BLOCK_END
```

```
#ELSE #BLOCK
```

```
#PAUSE 2
```

```
#SET ASJ01_NR04:PBO14=1
```

```
#SET ASJ01_NJ01:PBO13=1
```

```
#BLOCK_END
```

```
#BLOCK_END
```

; Jei OL SJ-01 linijoje 1 yra įtampa ir OL SJ-01 linijoje 2 nėra įtampos ir Y pastotės MSA per paskutines 60 s

; neveikė ir Y pastotės jungtuvas per paskutines 60 s nevaldytas iš SCADA ir OL SJ-01 MSA per paskutines 60 s neveikė

; ir per paskutines 60s OL SJ-01 nevaldytas iš DVS - vykdoma programa

```
#IF ASJ01_NC01:POV15==1 and ASJ01_NC01:POV16==0 and
```

```
AY_012NR01:PYT30+60<CLOCK and AY_012NJ01:PRT13+60<CLOCK and-
```

```
ASJ01_NR01:PYT10+60<CLOCK and ASJ01_NJ01:PRT13+60<CLOCK #THEN #BLOCK
```

; Užlaikymas 2s

```
#PAUSE 2
```

; Jei pastotės Y jungtuvas nėra išjungtas, išjungiamas ir po 2 s įjungiamas OL SJ-01 jungtuvas.  
Jei pastotės X jungtuvas  
; išjungtas, po 2 s įjungiamas OL SJ-01 jungtuvas.

```
#IF AY_012NJ01:POV10<>2 #THEN #BLOCK
```

```
#SET AY_012NJ01:PBO13=0
```

```
#PAUSE 2
```

```
#SET ASJ01_NR04:PBO14=1
```

```
#SET ASJ01_NJ01:PBO13=1
```

```
#BLOCK_END
```

```
#ELSE #BLOCK
```

```
#PAUSE 2
```

```
#SET ASJ01_NR04:PBO14=1
```

```
#SET ASJ01_NJ01:PBO13=1
```

```
#BLOCK_END
```

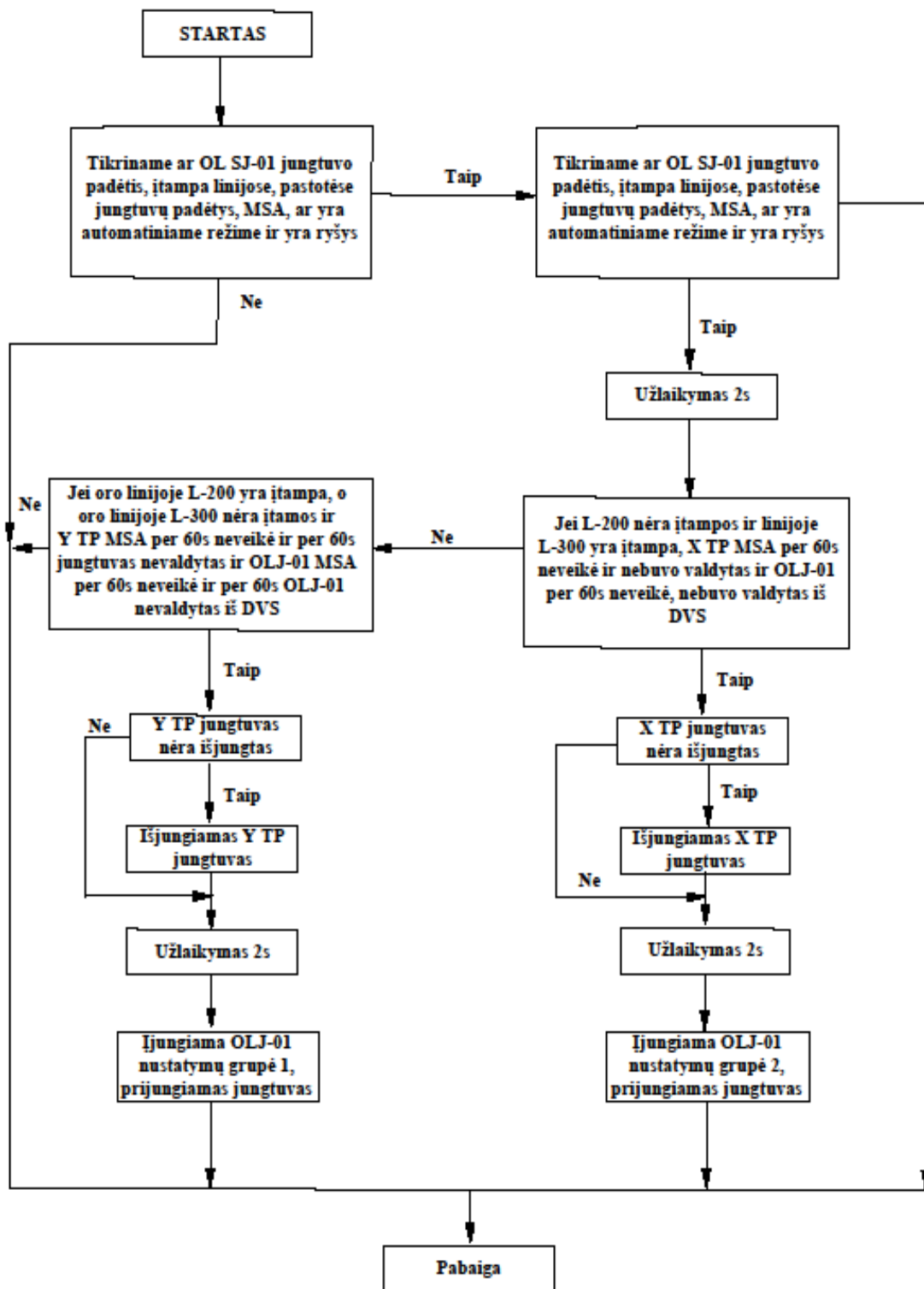
```
#BLOCK_END
```

```
#BLOCK_END
```

```
#BLOCK_END
```

#### **2.4.2. 10 kV ARĮ loginė schema**

Programuojant dispečerinio valdymo sistemą ABB MicroSCADA 8.4.4. įvykių eiga ir laikai pavaizduoti 13 pav. Iš pat pradžių tikrinama ar yra ryšys su valdomais objektais, tikrinamos jungtuvų padėtys, ar yra įtampa oro linijose L-200, L-300. Tikrinama, ar pastotėse 60s. laikotarpiu neveikė MSA ir nebuvo valdyti jungtuvai, įjungtas ARĮ. Dingus L-200 linijoje įtampai, atjungiamas tos linijos jungtuvas, sekcionavimo įrenginyje perjungiamas nuostatų grupė, prijungiamas sekcionavimo įrenginys ir linija L-200 permaitinama. Taip pačiai dingus įtampai linijoje L-300, išjungiamas tą liniją maitinantis jungtuvas iš pastotės, perjungiamas nustatymų grupė ir prijungiamas sekcionavimo įrenginys, permaitinama linija.



13pav. 10kV ARJ loginė schema

### 3. AUTOMATINĖ AVARIJŲ ANALIZĖ SKIRSTOMAJAME TINKLE

Dispečerinio valdymo sistema (SCADA) yra skirta patogiam valdymo sistemų aptarnavimui, kontrolei. Ji surenka duomenis iš kontroliuojamų nutolusių objektų, bei leidžia kontroliuoti visus technologinių procesų parametrus, ruošia ataskaitas. Vartotojo individualiems poreikiams priderinta SCADA sistema suteikia galimybę vienoje darbo vietoje matyti ir kontroliuoti visus proceso parametrus, o esant reikalui kiekvieną svarbų įrenginį valdyti tiesiogiai prie jo prisijungti montuojamame valdymo pulte. Į DVS iš pastočių, ar kitų stebimų valdymo sistemų gaunami trys aliarmų grupės. Į pirmą grupę papuola tie signalai, kurie tiesiogiai įtakoje pastotės ar kontroliuojamos sistemos darbą. Tai parodyta sudaromuose signalų sąrašuose. Avariniai signalai, kaip „Jungtuvo padėtis“, „Maksimalios srovės apsauga“, „Įrenginio gedimas“, „Įžemėjimas“, Maitinimas iš baterijos“, „Spintos durys“, „Įsilaužimo signalizacija“ į dispečerinę valdymo sistemą ateina su garsiniu signalu, kuriuos dispečerinis personalas turi patvirtinti, kad matė įvykių, aliarmų sąrašą ir imtis priemonių, įsikišant į valdymo sistemą. Į antrą grupę papuola „Jungtuvo valdymas“- nuotolinis/ vietinis, „AKĮ“ – norma/ suveikė, kurie įrašomi į įvykių, aliarmų sąrašą, ir ateina be garsinio signalo. Į trečią lygį papuola tokie signalai, kaip „Pastotės uždaro skirstyklos apšildymo automatinis įjungimas“, „Ventiliacijos automatinis įjungimas“, kurie įrašomi tik į įvykių sąrašą. Paveikus pastotėje „Lanko apsauga“ signalui, kuris yra pirmos avaringumo grupės signalas, yra automatiškai atjungiamas to narvelio jungtuvas. Jeigu tuo metu kai veikė lanko apsauga neatsijungė to narvelio jungtuvas, eina signalas atjungti tos šynų sekcijos įvadinį jungtuvą ir tuo pat metu atjungiamas sekcijinis jungtuvas. Dispečerinis personalas turi atvažiuoti į pastotę apžiūrėti įrenginių būklę, patikrinti, kokios signalinės relės iškritę, ar apsaugos suveikė teisingai. Visi pastotėje iškritę signalinių relių signalai sulyginami su įrašytu į įvykių, aliarmų sąrašą. Iš DVS dispečeris negali prijungti įvadinio ar linijinio jungtuvo, kol pastotėje dispečerinis personalas neatblokavo lanko apsaugos relės. Tai yra matoma dispečerinio valdymo sistemoje įvykių, aliarmų sąrašą. Atkreiptinas dėmesys, kai pastotėje dingsta savieji reikalai. Tuomet iš dispečerinės valdymo sistemos neišeina pavaldyti jungtuvų, savųjų reikmių magnetinių paleidėjų. Dispečerinis personalas privalo kuo greičiau atvykti į pastotę išsiaiškinti, kodėl tai atsitiko.

Dispečerinio valdymo sistemoje (ABB MicroSCADA) sumodeliavę pagal telesignalų sąrašus X 35/10 kV TP, Y 110/10kV TP 10kV jungtuvus, maitinančius oro linijas L-200, L-300, oro linijos sekcionavimo jungtuvą OLJ-01, bei nutrūkus maitinimui 10 kV oro linijose, kai nėra remontuojama oro linija ar jungtuvas ir valdymo sistemoje yra įjungta ARI režimas, dispečeris įvykių lange 14, 15 pav. mato užfiksuotus realiu laiku vykstančius procesus DVS.

DRUSKIN [1] - MicroSCADA [DRUS-SYS : LT]

Pagrindinis Pasirinkimas Inžinerija Ataskaitos Pastotės Tools Pagalba

15-04-09 12:08:13 Įvykių sąrašas Ketvirtadienis (W1)

Intervalas nuo: 15-04-09 Iki: 15-04-09 Lapas: 1 / 2

Data	Laikas	Objekto Id	Objekto Tekstas	Būklė
15-04-09	12:01:32.328	Y L-300	Jungtuvas	Išrinkta
	12:01:33.343	Y L-300	Jungtuvas	Išj. Įvykdyta
	12:01:33.344	NCC 1 Monitor 1	User: LT	Sėkminga operacija
	12:01:33.750	Y L-300	Jungtuvo padėtis	Ijungta
	12:01:36.390	OL SJ-01 SJ-01	Jungtuvas	Išj. Įvykdyta
	12:01:36.391	NCC 1 Monitor 1	User: LT	Sėkminga operacija
	12:01:36.812	OL SJ-01 SJ-01	Jungtuvo padėtis	Išjungta
	12:01:37.296	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė I	Ijungta
	12:01:37.296	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė II	Išjungta
	12:01:41.937	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 2	Nera
	12:01:50.578	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 2	Yra
	12:03:18.343	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 2	Nera
	12:03:22.343	Y L-300	Jungtuvas	Išj. Įvykdyta
*	12:03:22.343	Y L-300	Jungtuvo padėtis	Išjungta
	12:03:24.343	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė II	Išj. Įvykdyta
	12:03:24.343	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė I	Išjungta
	12:03:24.343	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė II	Ijungta
*	12:03:24.343	OL SJ-01 SJ-01	Jungtuvo padėtis	Ijungta
	12:03:24.984	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 2	Yra
	12:03:45.828	Y L-300	Jungtuvas	Išrinkta
	12:03:46.968	Y L-300	Jungtuvas	Išj. Įvykdyta
	12:03:46.969	NCC 1 Monitor 1	User: LT	Sėkminga operacija
	12:03:47.375	Y L-300	Jungtuvo padėtis	Ijungta
	12:03:48.281	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė I	Ijungta
	12:03:48.281	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė II	Išjungta
	12:03:56.703	OL SJ-01 SJ-01	Jungtuvas	Išj. Įvykdyta
	12:03:56.704	NCC 1 Monitor 1	User: LT	Sėkminga operacija
	12:03:57.109	OL SJ-01 SJ-01	Jungtuvo padėtis	Išjungta
	12:04:02.593	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 1	Nera
	12:04:09.140	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 1	Yra
	12:05:12.218	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 1	Nera
	12:05:14.218	X L-200	Jungtuvas	Išj. Įvykdyta

Filtrai: Nenaudojami Režimas: Užšaldytas Slinkti Intervalą: 1 Lapas(a) Slinkti išdėstymą: EVENT

ABB

14 pav. Dispečerinio valdymo sistemos įvykių sąrašas (1)

Pagal įvykių sąrašą 14 pav., kai yra įjungta valdymo sistemoje ARI komanda, patotėse X TP, Y TP 10 kV linijų L-200, L-300 jungtuvai yra prijungti, o 10kV normaliaame atskyrimo sekcionavimo jungtuvas OL SJ-01 yra išjungtas ir per paskutines 60s jungtuvai nebuvo valdyti, gaunamas telesignalas iš sekcionavimo jungtuvo valdiklio į DVS, kad linijoje 2 (L-300) nėra įtampos (laikas 12:03:18:343). Gaunama komanda į Y TP išjungti 10kV L-300 jungtuvą (laikas 12:03:22:343). Išjungus jungtuvą, po 2s gaunama komanda OL SJ-01 įjungti relinių apsaugų 2 grupę (laikas 12:03:24:343). Tuo pat metu 1 nuostatų grupė išjungiamas ir prijungiamas oro linijos sekcionavimo jungtuvas (laikas 12:03:24:343) ir iš jo gaunamas telesignalas, kad linijoje 2 (L-300) yra įtampa (laikas 12:03:24:984). Elektros energijos vartotojai liko permaitinti. Pagal įvykių sąrašo laikus matyti, kad Y TP dingus 10kV šynų tilte įtampai vartotojai laikotarpiu 6 s liko permaitinti.

DRUSKIN [1] - MicroSCADA [DRUS-SYS : LT]

Pagrindinis Pasirinkimas Inžinerija Ataskaitos Pastotės Tools Pagalba

15-04-09 12:09:10 Ivykių sąrašas Keturtdienis (W1)

Ivykiai nuo: 15-04-09 Iki: 15-04-09 Intervalas nuo: 15-04-09 Iki: 15-04-09 Lapas: 2 / 2

Data	Laikas	Objekto Id	Objekto Tekstas	Būklė
15-04-09	12:03:47.375	Y L-300	Jungtuvo padėtis	Ijungta
	12:03:48.281	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė I	Ijungta
	12:03:48.281	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė II	Išjungta
	12:03:56.703	OL SJ-01 SJ-01	Jungtuvas	Išj. Ivykdyta
	12:03:56.704	NCC 1 Monitor 1	User: LT	Sėkminga operacija
	12:03:57.109	OL SJ-01 SJ-01	Jungtuvo padėtis	Išjungta
	12:04:02.593	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 1	Nera
	12:04:09.140	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 1	Yra
	12:05:12.218	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 1	Nera
	12:05:14.218	X L-200	Jungtuvas	Išj. Ivykdyta
*	12:05:14.218	X L-200	Jungtuvo padėtis	Išjungta
	12:05:16.218	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė II	Ij. Ivykdyta
	12:05:16.218	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė I	Išjungta
	12:05:16.218	OL SJ-01 SJ-01 RAA	Nustatymų grupė II	Ijungta
*	12:05:16.218	OL SJ-01 SJ-01	Jungtuvo padėtis	Ijungta
	12:05:16.796	OL SJ-01 SJ-01	Įtampa linijoje 1	Yra

Filtrai:Nenaudojami Režimas:Užšaldytas Slinkti Intervalą: 1 Lapas(ai) Slinkti išdėstymą:EVENT

ABB

15 pav. Dispečerinio valdymo sistemos įvykių sąrašas (2)

Dingus įtampai linijoje L-200 ( 15 pav.), jei DVS ARI sąlygos tenkinamos, X TP 10kV L-200 jungtuvas, OL SJ-01 įjungiamas relinių apsaugų nuostatų grupė 1, prijungiamas oro linijos sekcionavimo jungtuvas. Pagal įvykių sąrašo laikus laikotarpyje 6 s, 10 kV oro linija permaitinama.



## IŠVADOS

Analizuojant su skirstomuoju tinklu susijusias problemas bei naujų technologijų taikymą jame, galima suformuoti šias išvadas:

1. Išnagrinėjus elektros tinklo tiekimo atstatymo laikus ir valdymą, nustatyta, kad parinkus automatinę valdymo sistemą, atstatymo laikas sutrumpėja nuo kelių valandų iki kelių minučių.
2. Išanalizavus skirstomojo tinklo duomenis ir relinių apsaugų darbą nustatyta, kad apsaugų selektyviam veikimui užtikrinti, reikia perskaičiuoti relinių apsaugų nustatymus.
3. Parinkus automatinį sekcionavimo įrenginį, valdomą nuotoliniu būdu, perjungimų efektyvumas pagerėja.
4. Dispečerinėje valdymo sistemoje yra galimybė integruoti automatinio rezervo įjungimo (ARI) programą. 10 kV oro linijoje dingus įtampai, 6 s laikotarpiu oro linijos vartotojai permaitinami. Tai laiko tarpas, per kurį į DVS ateina nusistovėję analizuojamų įrenginių signalai.
5. Automatinis įvykių rašymas dispečerinėje valdymo sistemoje padeda diagnozuoti įvykių seką bei sutrikimus stebimoje skirstomojo tinklo sistemoje. Dėl sutrikimų prevencijos sumažėja avarijų skirstomajame tinkle. Tai parodo, kad pasirinktas teisingas bei efektyvus sprendimas elektros teikimo problemai pašalinti.

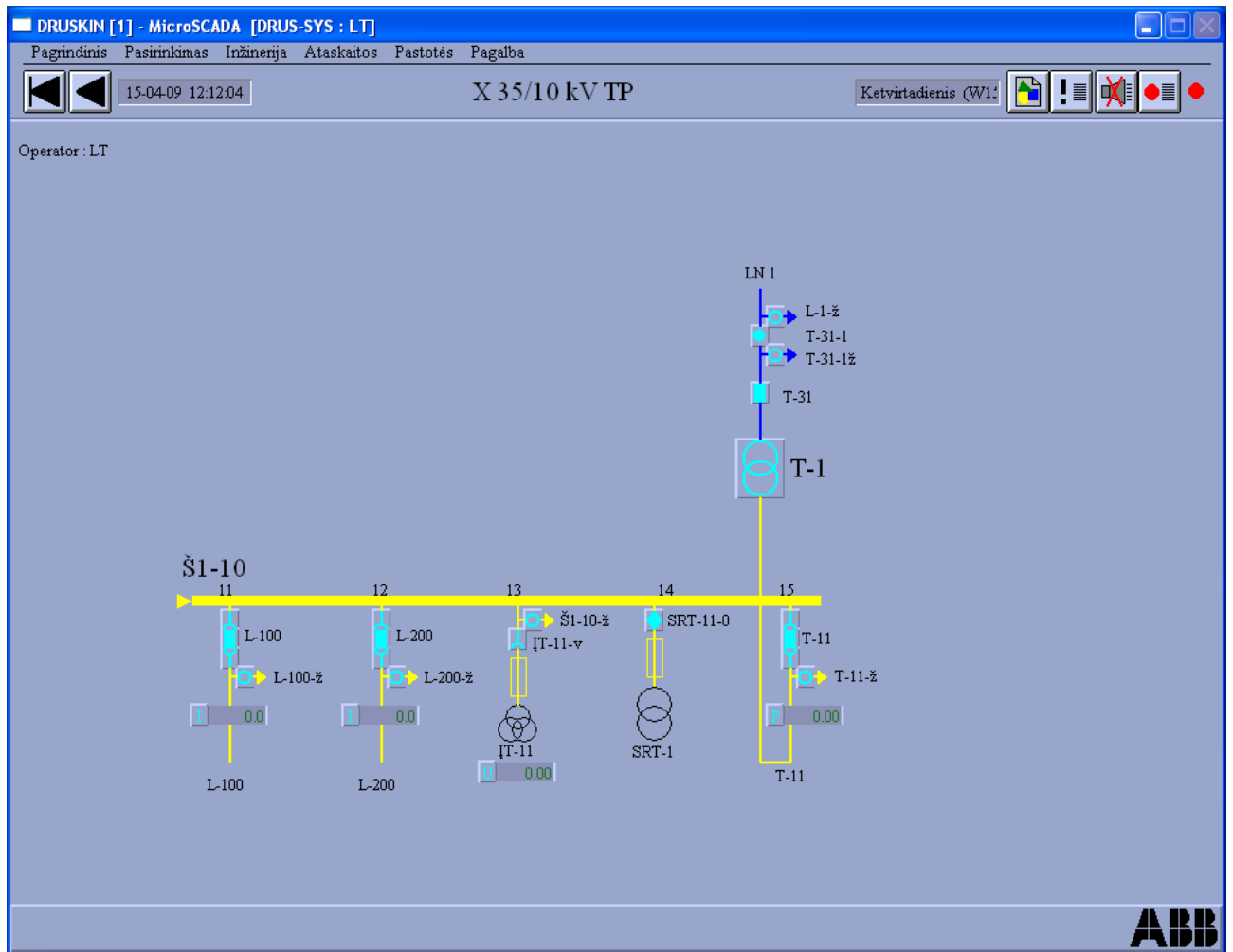
## NAUDOTA LITERATŪRA

1. Scada. [žiūrėta 2014-04-10]. Prieiga per internetą: <http://en.wikipedia.org/wiki/SCADA>
2. TSPĮ. [žiūrėta 2014-04-12]. Prieiga per internetą:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia\\_talk:Articles\\_for\\_creation/TSPĮ](http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia_talk:Articles_for_creation/TSPĮ)
3. User interface. [žiūrėta 2014-05-02]. Prieiga per internetą:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_machine\\_interface](http://en.wikipedia.org/wiki/Human_machine_interface)
4. JAMES NORTHCOTE-GREEN, ROBERT WILSON. Control and automation of electrical power distribution systems. - Taylor & Francis Group, LLC, 2007, p. 464.
5. KLAUS-PETER BRAND, VOLKER LOHMANN, WOLFGANG WIMMER. Substation Automation Handbook, Utility Automation Consulting Lohmann, 2003.
6. JetCon Media Converter 2400 Series. [žiūrėta 2014-05-02]. Prieiga per internetą:  
<http://www.korenix.com/jetcon-media-converter-2400-series.htm>
7. Sateline-3AS.[žiūrėta 2015-05-02]. Prieiga per internetą:  
<http://www.satel.com/product/sateline-3as>
8. Tinklų saugumas. [žiūrėta 2014-05-02]. Prieiga per internetą:  
<http://www.tinklusaugumas.lt/cgi-bin/moin.py/Supervisory%20Control%20And%20Data%20Acquisition>
9. Communication Unit 560CMU02 R0002. [žiūrėta 2015-04-01]. Prieiga per internetą:  
[http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/0e59db16dec76a69c1257b1a0059c2d2/\\$file/E560\\_CMU02\\_R0002\\_DS.pdf](http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/0e59db16dec76a69c1257b1a0059c2d2/$file/E560_CMU02_R0002_DS.pdf)
10. Power supply 560PSU01 Data sheet. [žiūrėta 2015-04-01]. Prieiga per internetą:  
[http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/3622b6d4ae6727aec1257ddb005a768f/\\$file/560PSU01\\_DS\\_en.pdf](http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/3622b6d4ae6727aec1257ddb005a768f/$file/560PSU01_DS_en.pdf)
11. Communication Unit 560CMU05 Data sheet. [žiūrėta 2015-04-01]. Prieiga per internetą:  
[http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/0252658bd6e2fff6c1257d5c003502b7/\\$file/560CMU05\\_DS\\_en.pdf](http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/0252658bd6e2fff6c1257d5c003502b7/$file/560CMU05_DS_en.pdf)
12. Data Sheet Fiber Optic Coupler 23OK24. [žiūrėta 2015-04-01]. Prieiga per internetą:  
[http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/7cfa5396e72aa9b7c1257b1a0059c21d/\\$file/E560\\_23OK24\\_DS.pdf](http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/7cfa5396e72aa9b7c1257b1a0059c21d/$file/E560_23OK24_DS.pdf)
13. Data Sheet Analog Input 23AE23. [žiūrėta 2015-04-02]. Prieiga per internetą:  
[http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/c4353aa0ba19f88ac1257a8b0034fd86/\\$file/E560\\_AE23\\_DS.pdf](http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/c4353aa0ba19f88ac1257a8b0034fd86/$file/E560_AE23_DS.pdf)
14. MicroSCADA Programming Language SCIL. [žiūrėta 2015-04-02]. Prieiga per internetą:  
<https://library.e.abb.com/public/835689592b1cdce4c2256a340033674b/MS843Scil.pdf>

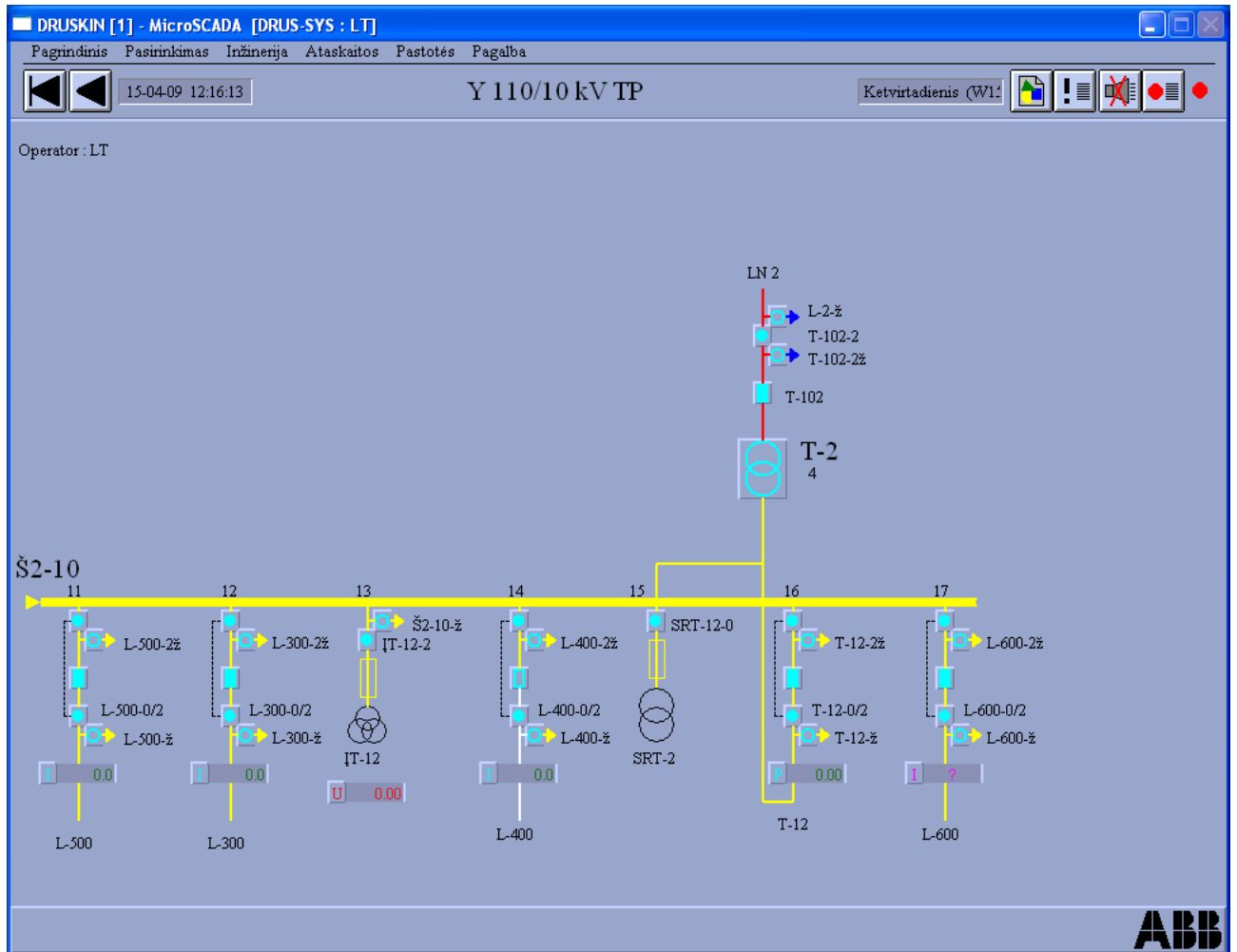
15. U-Series Automatic Circuit Recloser. [žiūrėta 2015-04-02]. Prieiga per internetą:  
[http://www.engineering.schneider-electric.se/Attachments/ed/use\\_main/u-series\\_user\\_guide.pdf](http://www.engineering.schneider-electric.se/Attachments/ed/use_main/u-series_user_guide.pdf)
16. U-Series Three-Phase Recloser/ W-Series Single-Phase Recloser with ADV C Controller. [žiūrėta 2015-04-02] Prieiga per internetą:  
<http://www.huynhlaielectric.com/upload/download/79687.pdf>,
17. Генераторы и электростанции Geko из Германии. [žiūrėta 2015-04-04] Prieiga per internetą: <http://www.geko.by/generator-geko-15012-ed-s-teda>
18. MicroSCADA Pro SYS 600C 1.93 Product Guide. [žiūrėta 2015-04-05]. Prieiga per internetą:  
[https://library.e.abb.com/public/1d426c28c71a9918c1257888003b1c1f/SYS%20600C\\_pg\\_757258\\_ENa.pdf](https://library.e.abb.com/public/1d426c28c71a9918c1257888003b1c1f/SYS%20600C_pg_757258_ENa.pdf)
19. Data Sheet Binary Input 23BE50. [žiūrėta 2015-03-02]. Prieiga per internetą:  
[http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/ee54dd290f481cf1c1257b6300353a54/\\$file/E560\\_23BE50\\_DS.pdf](http://www09.abb.com/global/scot/scot258.nsf/veritydisplay/ee54dd290f481cf1c1257b6300353a54/$file/E560_23BE50_DS.pdf)
20. Brandswedeal. [žiūrėta 2015-03-07]. Prieiga per internetą:
21. [http://dixit.de/\\_root/Brandswedeal.php?letter=A&page=28&PHPSESSID=da294752597e136684d6b8c4b4c1ff1e](http://dixit.de/_root/Brandswedeal.php?letter=A&page=28&PHPSESSID=da294752597e136684d6b8c4b4c1ff1e)
22. М.К. ЛЮБИМОВ, И.В. МЯСНИКОВ, А.В. ПОТАНИН. Комплексная автоматизация участка воздушной электрической сети на базе реклоузеров pba/tel. [žiūrėta 2015-05-16]. Prieiga per internetą: [https://www.google.lt/?gws\\_rd=cr,ssl&ei=0yVYVa\\_7M4n- ygP\\_6YCgBw#q=%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B5+%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8+%D0%BE+%D1%83%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D1%85+10%D0%BA%D0%92+%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8F%D1%85+%D1%81+%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D1%83%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BC](https://www.google.lt/?gws_rd=cr,ssl&ei=0yVYVa_7M4n- ygP_6YCgBw#q=%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B5+%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8+%D0%BE+%D1%83%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D1%85+10%D0%BA%D0%92+%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8F%D1%85+%D1%81+%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D1%83%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BC)
23. TIM FAHEY, TIM ROYSTER, AND DON ENGLER. New Recloser Functionality Enhances Feeder Automation. [žiūrėta 2015-05-16]. Prieiga per internetą:  
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&number=4517194&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F4505447%2F4517029%2F04517194.pdf%3Farnumber%3D4517194>
24. Marek Samotyj, Don Von Dollen, Bill Hove. Powering Digital Revolution: Electric Power Security, Quality, and Availability in Digital Age. // Power Systems and Communications Infrastructures for the Future, Beijing, PRC, September 2002. – p.p. 1-12.
25. Z. Turauskas. Elektros tinklo relinė apsauga. Šiauliai 2008m. 6-8p.

# **PRIEDAI**

Priedas Nr. 1. Dispečerinio valdymo sistemos X 35/10 kV TP langas



Priedas Nr. 2. Dispečerinio valdymo sistemos Y 110/10 kV TP langas



Priedas Nr. 3. Dispečerinio valdymo sistemos ARĮ sąlygų rašymas

The screenshot displays the MicroSCADA software interface. The main window is titled "DRUSKIN [1] - MicroSCADA [DRUS-SYS : LT]" and shows a navigation menu with options like "Pagrindinis", "Pasirinkimas", "Inžinerija", "Ataskaitos", "Pastotės", and "Pagalba". The current view is "OL SJ-01".

In the foreground, a "Command Procedure" editor window is open for "OL\_SJ01\_ARI". The editor includes a comment field, an "In Use" checkbox, and tabs for "Procedure", "Execution Control", "Storage", and "All Attributes". The main text area contains the following logic:

```

#ERROR ignore

; Tikrinam ar pastoties kintamieji (OL SJ-01 jungtuvo padėtis, OL SJ-01 įtampa linijoje 1, OL SJ-01 įtampa linijoje 2,
; X pastotės jungtuvo padėtis, X pastotės MSA, Y pastotės jungtuvo padėtis, Y pastotės MSA yra automatiniam režime
; (nemedijuojami) ir yra taisy (busena napasenusi).

#IF ASJ01_NJ01:PSS10==1 and ASJ01_NJ01:POS10==0 and ASJ01_NCO1:PSS15==1 and ASJ01_NCO1:POS15==0 and-
ASJ01_NCO1:POS16==1 and ASJ01_NCO1:POS16==0 and AX_012NJ01:PSS10==1 and AX_012NJ01:POS10==0 and-
AX_012NR01:PSS30==1 and AX_012NR01:POS30==0 and AY_012NJ01:PSS10==1 and AY_012NJ01:POS10==0 and-
AY_012NR01:PSS30==1 and AY_012NR01:POS30==0 #THEN #BLOCK

; Jei OL SJ-01 jungtuvas išjungtas, ir OL SJ-01 ARI režimas "jungtas" ir (( OL SJ-01 linijoje 1 nėra įtampos ir
; OL SJ-01 linijoje 2 yra įtampa ) arba ( OL SJ-01 linijoje 1 yra įtampa ir OL SJ-01 linijoje 2 nėra įtampos ) - vykdom programą. Jei sąlygos netenkina - programą stabdom.

#IF ASJ01_NJ01:POV10 < 1 and ASJ01_NR05:POV10==1 and ((ASJ01_NCO1:POV15==0 and ASJ01_NCO1:POV16==1) or-
(ASJ01_NCO1:POV15==1 and ASJ01_NCO1:POV16==0)) #THEN #BLOCK

; Užlankymas 2s
#PAUSE 2

; Jei OL SJ-01 linijoje 1 nėra įtampos ir OL SJ-01 linijoje 2 yra įtampa ir X pastotės MSA per paskutines 60s
; neveikė ir X pastotės jungtuvas per paskutines 60s nevaldytas iš SCADA ir OL SJ-01 MSA per paskutines 60s neveikė
; ir per paskutines 60s OL SJ-01 nevaldytas iš SCADA - vykdom programą

#IF ASJ01_NCO1:POV15==0 and ASJ01_NCO1:POV16==1 and AX_012NR01:PYT30+60<CLOCK and AX_012NJ01:PRT13+60<CLOCK and-
AX_012NR01:PRT30+60<CLOCK and AX_012NJ01:PRT13+60<CLOCK #THEN #BLOCK
    
```

At the bottom of the editor, there are fields for "Registration Time (RT)", "Object Status (OS)", and "Compile Status". The RT is 15-04-09 12:05:16, OS is 0, and the status is "Not Compiled". There is also a "Modification Time (ZT)" field showing 15-04-09 11:47:31. Buttons for "OK", "Cancel", and "Apply" are visible at the bottom.

The background SCADA interface shows a diagram of a busbar system labeled "Y 110/10 TP Š2-10" with circuit breakers "L-300-1" and "L-300-2". An "Object Navigator" on the right lists various objects, with "OL\_SJ01\_ARI" selected under the "Command Procedures" category.

Priedas Nr. 4. Dispečerinio valdymo sistemos OLJ-01 komandos išrinkimas

The screenshot shows the MicroSCADA interface for the OL SJ-01 system. The main window title is "DRUSKIN [1] - MicroSCADA [DRUS-SYS : LT]". The menu bar includes "Pagrindinis", "Pasirinkimas", "Inžinerija", "Ataskaitos", "Pastotės", and "Pagalba". The status bar shows the date and time "15-04-09 12:41:02" and the system name "OL SJ-01".

The main display area shows a schematic diagram of the OL SJ-01 system. It includes components like "X 35/10 TP Š1-10", "L-200", "OL SJ-01 200/355", and "Y 110/10 TP Š2-10". A "Jungtuvo Valdymo Dialogas" (Circuit Breaker Control Dialog) is open, showing the object "OL SJ-01 SJ-01". The dialog has the following controls:

- AKI raktas
- ARĮ raktas
- 1 Nuost
- 2 Nuost
- Įrenginio
- Žemėjimas
- Maitinimo
- Atviros s
- Rankinis
- Linijos re
- Nėra įtam
- Nėra įtam

The dialog also features buttons for "Išjungti Jungtuvą...", "Įjungti Jungtuvą...", "Daugiau", "Atsisakyti", and "Pagalba". A yellow message at the bottom of the dialog reads "Nesujungtas su procesu". The ABB logo is visible in the bottom right corner.



Priedas Nr. 5. Dispečerinio valdymo sistemos įvykių sąrašo išrinkimas

DRUSKIN [1] - MicroSCADA [DRUS-SYS : LT]

Pagrindinis Pasirinkimas Inžinerija Ataskaitos Pastotės Tools Pagalba

15-04-09 12:45:25 Įvykių sąrašas Ketvirtadienis (W1)

15-04-09 Iki: 15-04-09

Data	Laikas	Objekto Id	
15-04-09	12:03:24.343	OL SJ-01 SJ-01	RAA
	12:03:24.343	OL SJ-01 SJ-01	RAA
*	12:03:24.343	OL SJ-01 SJ-01	
	12:03:24.984	OL SJ-01 SJ-01	
	12:03:45.828	Y L-300	
	12:03:46.968	Y L-300	
	12:03:46.969	NCC 1 Monitor 1	
	12:03:47.375	Y L-300	
	12:03:48.281	OL SJ-01 SJ-01	RAA
	12:03:48.281	OL SJ-01 SJ-01	RAA
	12:03:56.703	OL SJ-01 SJ-01	
	12:03:56.704	NCC 1 Monitor 1	
	12:03:57.109	OL SJ-01 SJ-01	
	12:04:02.593	OL SJ-01 SJ-01	
	12:04:09.140	OL SJ-01 SJ-01	
	12:05:12.218	OL SJ-01 SJ-01	
*	12:05:14.218	X L-200	
	12:05:14.218	X L-200	
	12:05:16.218	OL SJ-01 SJ-01	RAA
	12:05:16.218	OL SJ-01 SJ-01	RAA
	12:05:16.218	OL SJ-01 SJ-01	RAA
*	12:05:16.218	OL SJ-01 SJ-01	
	12:05:16.796	OL SJ-01 SJ-01	
	12:10:05.609	OL SJ-01 SJ-01	
	12:10:05.610	NCC 1 Monitor 1	
	12:10:06.015	OL SJ-01 SJ-01	
	12:10:07.421	X L-200	
	12:10:09.390	X L-200	
	12:10:09.391	NCC 1 Monitor 1	
	12:10:09.796	X L-200	
	12:10:10.312	OL SJ-01 SJ-01	RAA
	12:10:10.328	OL SJ-01 SJ-01	RAA

Filtrai

Apat. laiko riba: Nenaudojama Naudojama

Viršut. laiko riba: Nenaudojama Naudojama

15-04-09 Red... 15-04-09 Red...

12:44:29 12:44:29

Selekt. filtras Neselekt. filtras

Substation: OL SJ-01 Red...

Bay: SJ-01 Red...

Device: Visi(os) Red...

(nieko) Red...

(nieko) Red...

Funkcija: Visi(os) Red...

Avarijos klasė: Visos Red...

Daugiau... OK Atsisakyti Pagalba

Filtrai: Nenaudojami Režimas: Užšaldytas

ABB