

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS, FIZINIŲ IR BIOMEDICINOS
MOKSLŲ FAKULTETAS
ELEKTRONIKOS IR ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Mindaugas Grigaitis

ELEKTROS TINKLO RELINĖS APSAUGOS IR AUTOMATIKOS
LABORATORINĖ SISTEMA

ELECTRICAL NETWORK RELAY PROTECTION AND
AUTOMATION LABORATORY SYSTEM

Vadovas dr. doc. Gediminas Valiulis

Šiauliai 2016

SUMMARY

Electrical network relay protection and automation laboratory system was made in this final work. The theoretical part examined multifunctional relay design and features. Their discrete and analog signal converters, relay inputs and outputs. Information visualization tools, storage of digital devices and communication with other digital devices. It was chosen for further microprocessor relay siemens siprotec 4 group 7SJ611. Described in its selection and communication connections. To adjust the settings and inputs, output configuration. For practical purposes it was made microcontroller protectors test stand for future engineers get acquainted with the work of such relays and configuration parameters. As well as atypical mode test and analysis.

TURINYS

1. ĮVADAS.....	4
2. ELEKTROS SISTEMŲ APSAUGA IR AUTOMATIKA.....	5
2.1 Bendros žinios apie relinę apsaugą.....	7
2.2 Srovės matavimo transformatorių jungimo schemas.....	8
2.3 Maksimalios srovės apsauga.....	9
2.4 Maksimalios srovės apsauga su minimalios įtampos blokuote.....	13
2.5 Dvipakopės maksimalios srovės apsaugos.....	14
2.6 Šynų apsauga.....	15
2.7 Žemos įtampos elektros tinklų apsauga.....	16
3. MIKROPROCESORINĖS RELĖS APŽVALGA.....	19
3.1 Įėjimo signalų keitikliai.....	20
3.2 Skaitmeninių įrenginių sąsajos.....	24
4. MIKROPROCESORINIO APSAUGŲ VALDIKLIO BANDYMO STENDAS.....	26
4.1 Relės valdymas ir nustatymai.....	29
4.2 Mikroprocesorinės relės parinkimas.....	31
4.3 Įėjimo ir išėjimo konfigūravimo matrica.....	34
4.4 Loginės schemas modeliavimas.....	35
4.5 Grafinis nenormalių darbo režimų atvaizdavimas.....	36
5. REZULTATAI IR IŠVADOS.....	41
6. LITERATŪRA.....	42
7. PRIEDAI.....	43

1. ĮVADAS

Elektros sistemoje, elektrinėje dalyje, dažnai atsiranda gedimai arba nenormalūs darbo režimai. Relinė apsauga (RA) automatiškai atjungia gedimo vietą ir saugo įrenginius nuo pavojingų darbo režimų kurie gali pakenkti ar padaryti didelių nuostolių. Iš jų pavojingiausias trumpasis jungimas [1]. Jo metu padidėja srovė gadinanti elektros įrenginius. Relinė apsauga svarbiausia automatika, kad pasiektume normalu darbo režimą jei keliami griežti reikalavimai užtikrinti selektyvumą, greitaveiką, jautrumą ir patikimumą. Todėl jos nuolat tobulinamos, kad užtikrintu sudėtingas apsaugas ir atitiktų standartus.

Ankstesniais metais relinei apsaugai dažniausiai buvo naudojamos elektromechanika pagrįsta indukcinio matavimu su judamu inkarėliu arba su besisukančiu disku ir panašiai veikiantys signaliniai įtaisai ir jungikliai. Vėliau atsirado elektromagnetinės relės. Technologijoms besivystant buvo išrastos relės naudojančios puslaidininkines medžiagas. RA visiškai pasikeitė pradėjus naudoti integruotą elektroniką, nes didelį kiekį mikro elementų galima sutalpinti į vieną kristalą. Šiuolaikiškose mikroprocesorinėse RA yra programinės įrangos kurių pagalba realizuojamos apsaugos. Jomis galima atlikti ir elektros įrenginių valdymą.

Elektros inžinerijos ir Elektros energetikos studijų programų studentai neturėjo galimybės vykdyti laboratorinių ir praktinių darbų naudodamiesi šiuolaikinėmis elektros tinklo apsaugos priemonėmis. Šiuo darbu siekiama sukurti elektros tinklo relinės apsaugos ir automatikos laboratorinę sistemą ir taip praturtinti programų laboratorinę bazę.

2. ELEKTROS SISTEMŲ APSAUGA IR AUTOMATIKA

Pagrindinis ES tikslas – patikimai tiekti aukštos kokybės elektros energiją vartotojams prieinama kaina. Atskiri ES objektai yra veikiami įvairių kenksmingi faktorių. Pavyzdžiui, trumpuosius jungimus (TJ) orinėse elektros linijose dažnai sukelia atmosferinės sąlygos (žaibai). Taip pat galimi kiti išoriniai poveikiai, aptarnaujančio (operatyvinio) personalo klaidos. Nemažą įtaką daro natūralus įrenginių senėjimas. Todėl galima tvirtinti, kad gedimai elektros sistemose yra neišvengiami. Gedimai kelia pavojų pagrindiniams įrenginiams, keičia ES struktūrą (tinklo schemą), pažeidžia elektros vartojimo ir gamybos galių balansą todėl jie gali sukelti sisteminio masto avarijas, kurios savaime gali plisti ir pereiti į kitas sistemas ir ilgam laikui nutraukti elektros tiekimą daugeliui vartotojų. Atsiradusį gedimą praktiškai galima likviduoti tikrai išjungiant sugedusį objektą. Tai turi būti daroma galimai greičiau, pasitelkiant į pagalbą automatiškai veikiančius įtaisus. Sugedusio objekto išjungimas keičia ES schemą, sutrikdo galių balansą ir tuo kelia grėsmę visai elektros tiekimo sistemai todėl dažnai būtina greita reakcija į susidariusią situaciją panaudojant kitus automatikos įtaisus, kurie turi veikti po automatinio sugedusio įrenginio išjungimo. Todėl galima tvirtinti, kad jungtinių EES privalumus (ekonomišką gamybą ir patikimą elektros tiekimą vartotojams) galima realizuoti tikrai automatizavus elektros gamybos, perdavimo, skirstymo ir vartojimo procesus [2]

Elektros sistemose naudojamus automatikos įtaisus galima skirstyti į tris grupes:

1. Relinę apsaugą, kurios paskirtis greitai išjungti sugedusius ar pavojingus režimus patiriančius įrenginius;
2. Relinę prieš avarinę automatiką (automatinio kartotinio įjungimo, automatininko rezervo įjungimo, automatinio dažninio nukrovimo ir kiti įtaisai), kurios paskirtis vykdyti valdymo operacijas greitai atkuriančias sutrikdytą elektros tiekimą ir stabdančias avarijų plitimą;
3. Reguliavimo automatiką (generatorių įtampos bei dažnio reguliatoriai, transformatorių įtampos reguliatoriai, kondensatorių baterijų galios ir kiti automatinio valdymo įtaisai), kurios paskirtis palaikyti elektros energijos kokybę ir optimalius režimus.

Autonominis veikimas numato savarankišką RAA įtaisų reakcija į įvairius trikdymus remiantis jų pastatymo vietoje gaunama informacija (kontroliuojamų dydžių reikšmių matavimais

bei kitais signalais). Decentralizuotas valdymas pagreitina automatinių įtaisų reakciją ir didina automatinio valdymo patikimumą. Relinės apsaugos ir automatikos įtaisų skaičius elektros sistemoje viršija jos objektų skaičių, kadangi vienam objektui reikalinga turėti keletą skirtingais principais veikiančių RAA įtaisų. Jie išdėstomi elektrinių, elektros tinklų ir vartotojų pastotėse bei skirstyklose.

Apsaugos reaguoja į:

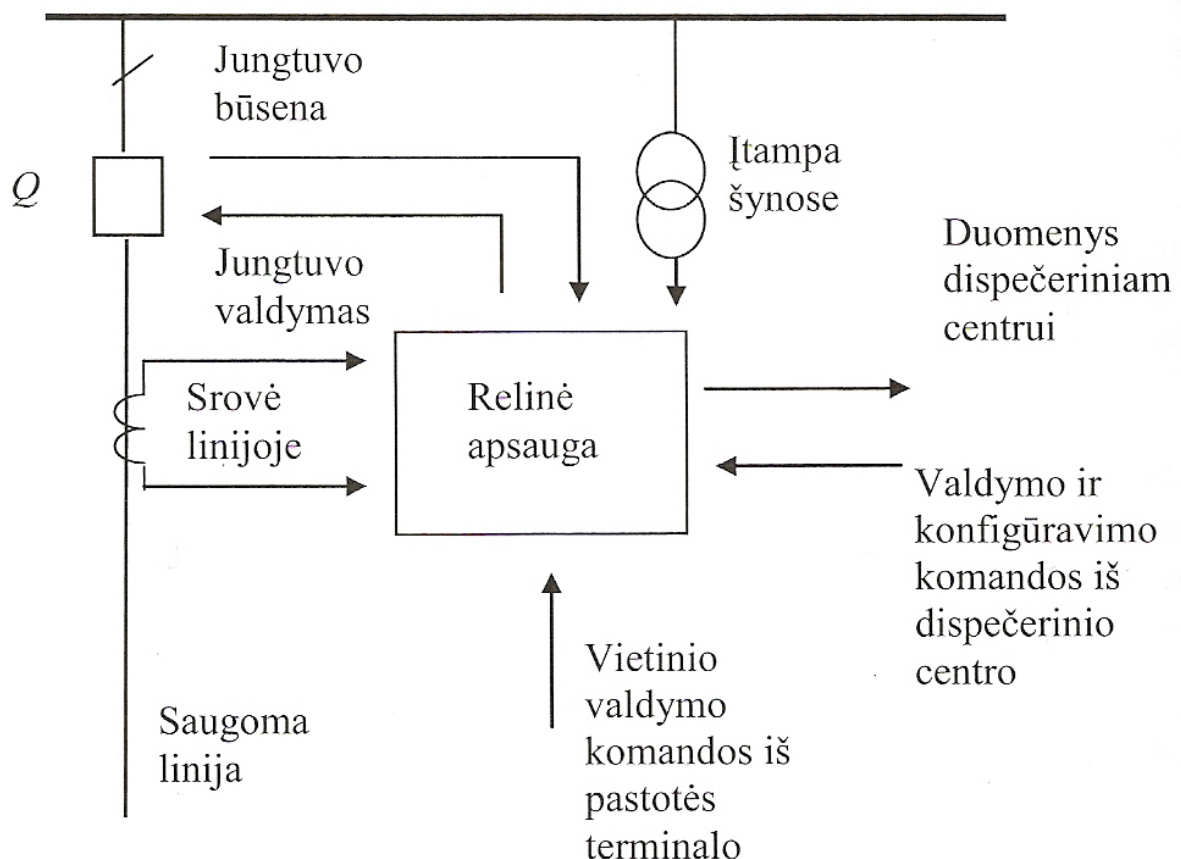
- Srovės padidėjimą;
- Srovės padidėjimą ir srovės kitimą;
- Varžos kitimą;
- Srovių skirtumo tarp dviejų taškų padidėjimą;
- Įtampos padidėjimą arba sumažėjimą.

Lengviausia apsaugoti linijas, kurios maitinamos iš vienos pusės. Tokias linijas saugo maksimalios srovės apsaugos su srovės atkirtomis. Esant dvipusiam maitinimui, apsaugas parinkti sunkiau, nes sudėtingesni elektrinių dydžių kitimo dėsniai. Šiuo atveju naudojamos kryptinės apsaugos. Sudėtingiausi yra apsaugų, saugančius žiedinius (uždarus) tinklus, veikimo principai. Čia naudotinos nuotolinės ir skirtuminės apsaugos.

2.1 Bendros žinios apie relinę apsaugą.

Dėl žalingų aplinkos poveikių elektros sistemoje atsiranda įvairių gedimų, dažniausiai trumpieji jungimai (TJ). Dėl to tekančios didelės srovės, žalingai veikia elektros įrenginius, taip pat gali sumažėti įtampos. Todėl TJ turi būti greitai šalinami, atjungiant nuo elektros tinklo sužalota elementą. Tai gali atlikti tik specialūs automatiniai įrenginiai vadinami relinėmis apsaugomis (RA) [4].

RA yra vienas ar keli prietaisai, prijungti prie linijos per srovės (kartais ir įtampos) matavimo transformatorius, gaunantys informaciją apie jungtuvo ir valdymo raktų padėtį ir galintys įjungti ar išjungti jungtuvą. RA taip pat siunčia informaciją dispečeriniam centrui apie linijos režimo parametrus ir komutacinių aparatų padėtis pav. 1:



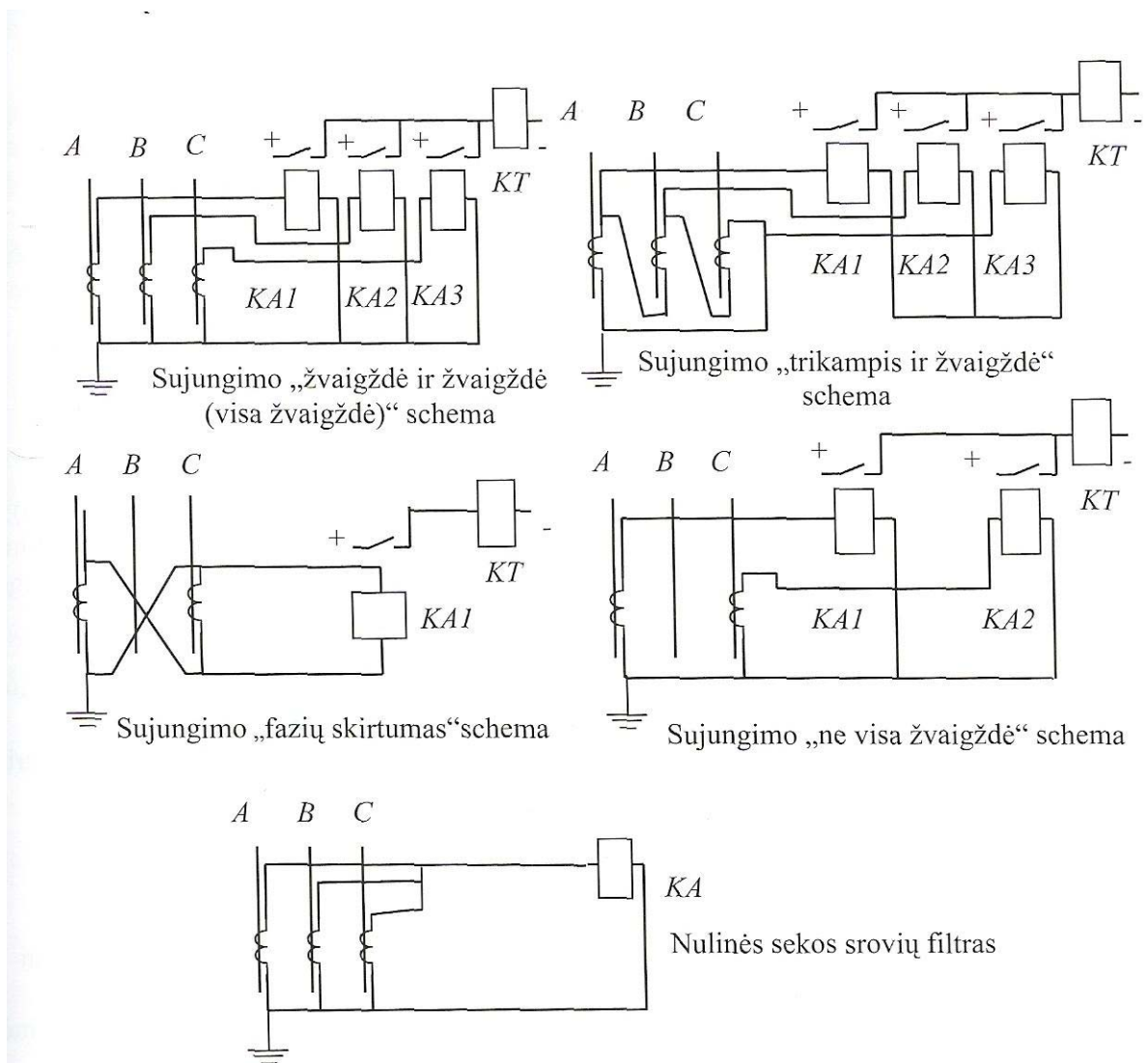
1 pav. Relinės saugos ryšiai su elektros sistema.

Relinių apsaugų naudojimą reglamentuoja „ Elektros įrenginių įrengimo taisyklės“ [5]. Šie reikalavimai priklauso nuo įrenginio tipo, vardinės galios ir įtampos.

2.2 Srovės matavimo transformatorių jungimo schemas

Srovės transformatorius yra pagrindinis elementas sudarantis relinę apsaugą.

Trifazėje sistemoje matuojama visų trijų arba dviejų fazių srovės, todėl apsaugai naudojami keli srovės transformatoriai. Galimi įvairūs srovės transformatorių ir relių sujungimo būdai. Pav. 2 parodytos keturios srovės transformatorių (TA) antrinių apvijų ir srovės relių (KA) sujungimo schemas [4].



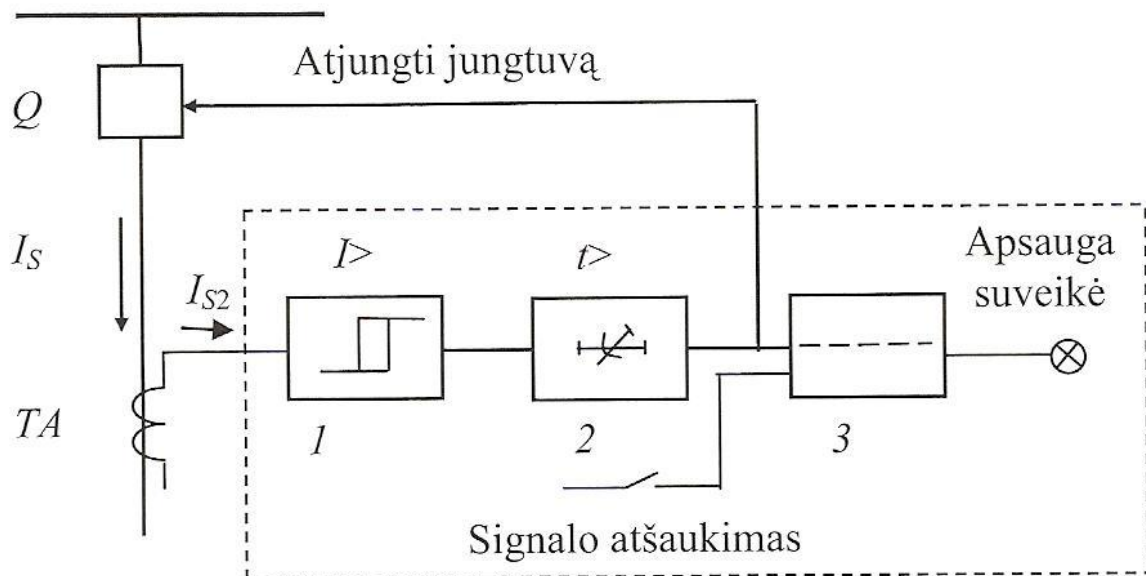
2 pav. Srovės transformatorių ir srovės relių jungimo schemas.

Visose schemose srovės relių kontaktai sujungiami lygiagrečiai. Todėl, suveikus nors vienai srovės relei, apsaugos atjungimo signalas perduodamas į kitas apsaugos schemas grandis

laiko relė (KT). Esant sujungimo schemai (žvaigždė ir žvaigždė, trikampis ir žvaigždė) relinė apsauga turi reaguoti į visus tarpfazinius ir vienfazinius trumpuosius jungimus (TJ).

2.3 Maksimaliosios srovės apsauga

Maksimalios srovės apsauga (MSA) reaguoja į srovės saugojamame elektros tinklo elemente neleistiną padidėjimą. MSA struktūrinė schema parodyta pav.3:



3 pav. MSA struktūrinė schema. 1- matavimo elementas (maksimalios srovės relė) ; 2- delsos elementas (laiko relė su nepriklausoma arba priklausoma nuo srovės suveikimo trukme.); 3- atminties elementas (tarpinės ir signalinės relės signalizacijai apie apsaugos suveikimą). $I >$ - nustatyta MSA suveikimo srovė, $t >$ - nustatyta MSA suveikimo trukmė.

Atsiradus TJ , suveikia srovės relė ir po nustatyto laiko duodama komanda atjungti jungtuvą Q. Uždelsimas reikalingas apsaugos darbo selektyvumui užtikrinti.

MSA pirminė poveikio srovė $I_S >$ už maksimalią linijos normalaus darbo srovę I_{Lmax} .

Ji apskaičiuojama taip:

$$I_S = \frac{k_a}{k_g} \cdot I_{Lmax} ; \quad (1)$$

Čia k_a – atsargos koeficientas, $k_a = 1.1-1.2$; k_g – relės grįžimo koeficientas, $k_g = 0,85-0,95$.

Relinės apsaugos matavimo elemento srovės, atitekanti iš srovės transformatoriaus antrinės apvijos, nustatoma iš formulės:

$$I_{S2} = \frac{k_{sch}}{k_{TA}} \cdot I_S; \quad (2)$$

Čia k_{sch} – schemos koeficientas, įvertinantis srovės transformatorių ir relių sujungimo schemą.

$k_{sch} = 0.85-1$, k_{TA} – srovės transformatoriaus transformacijos koeficientas

MSA turi reaguoti į mažiausią TJ saugojamoje linijos srovę. Jautrumas nustatomas apskaičiuojant jautrumo koeficientą pagal formulę:

$$k_j = \frac{I_{TminG}}{I_S}; \quad (3)$$

Čia I_{TminG} – minimali TJ srovė saugomos linijos gale. Elektros linijos pagrindinės MSA jautrumo

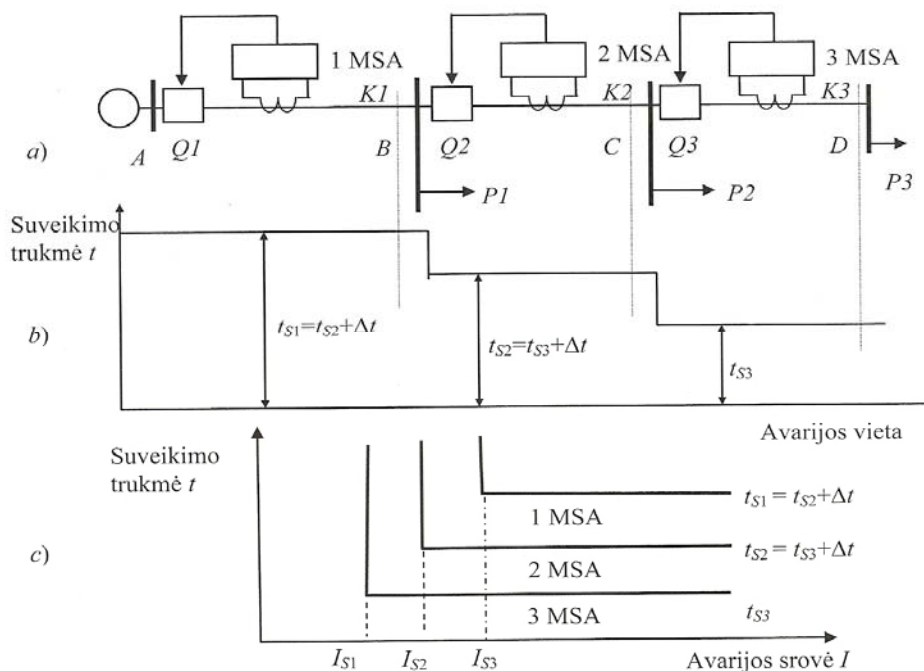
koeficientas $k_j \geq 1,5$, rezervinės MSA - $k_j \geq 1,2$.

Saugant keletą nuosekliai sujungtų linijų apsaugomis su nepriklausoma suveikimo trukmės charakteristika, MSA suveikimo trukmė parenkama laiptavimo principu, - apsaugų, esančių arčiau maitinimo šaltinio, suveikimo trukmė ilginama pav.4 , formulė:

$$t_{Si} = t_{S(i+1)} + \Delta t, \quad (4)$$

Čia t_{Si} – i-osios apsaugos suveikimo trukmė; $t_{S(i+1)}$ – (i+1)-osios apsaugos, esančios toliau nuo maitinimo šaltinio nei i-oji apsauga, suveikimo trukmė; Δt - selektyvumo laiko laipsnis, užtikrinantis selektyvų MSA veikimą.

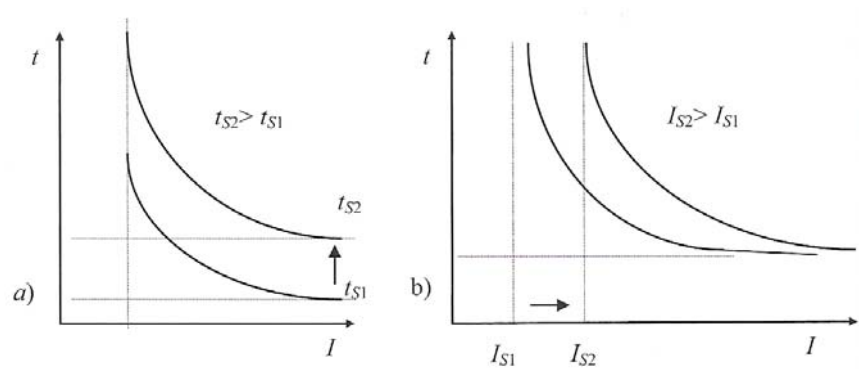
Atsižvelgiant į laiko relių tikslumą ir jungtuvų atjungimo trukmės svyravimus, selektyvumo laiko laiptas Δt dažniausiai būna 0,3-0,6 s. Mechaninių relių Δt parenkamas lygus 0,5s, skaitmeninėms 0,3 s.



4 pav. Trijų nuosekliai sujungtų linijų schema (a), MSA suveikimo trukmės priklausomybė nuo gedimo vietos (b), MSA selektyvumo charakteristikos (c).

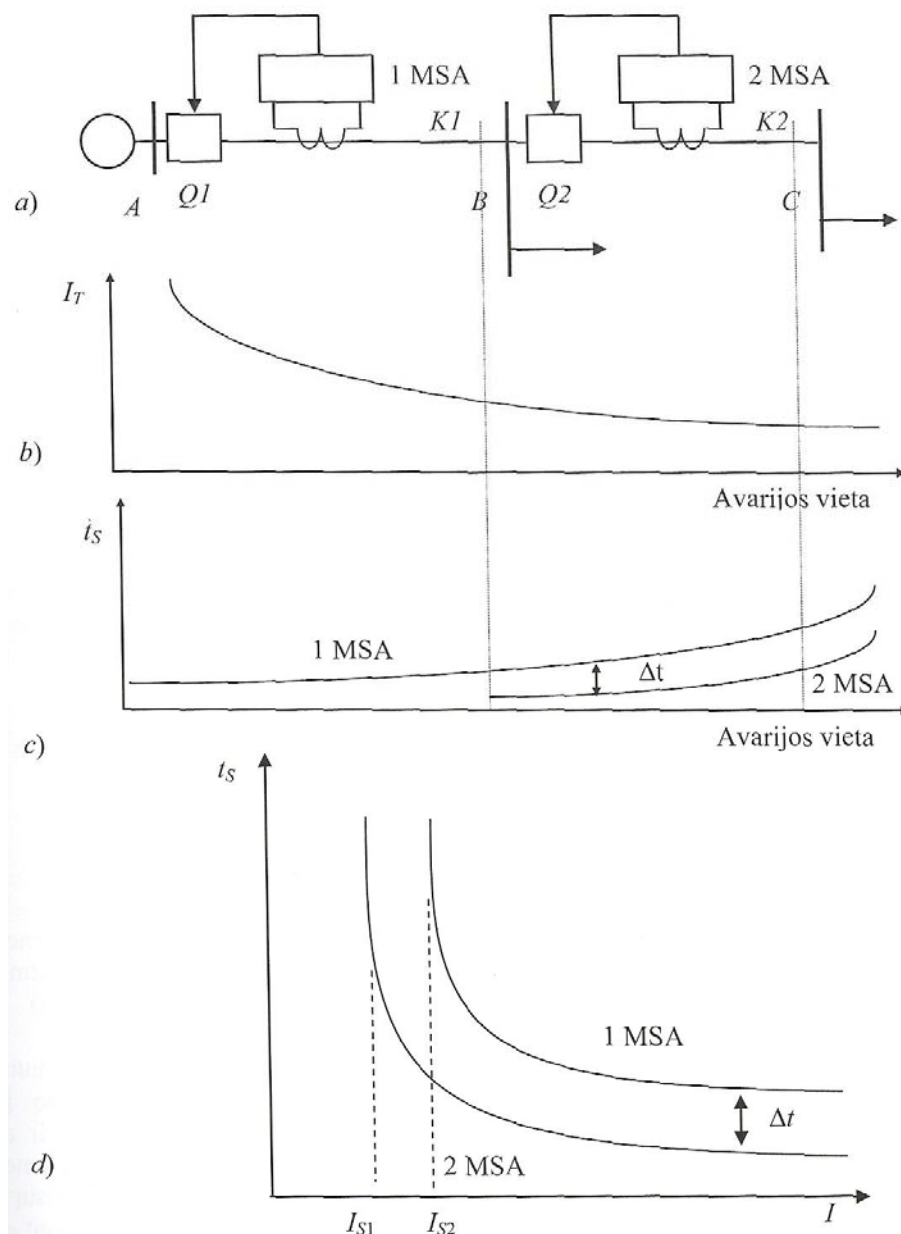
Tokios apsaugos selektyviai veikia spinduliniuose vienpusio maitinimo tinkluose. Be to, MSA su nepriklausoma laiko charakteristika ne visad veikia greitai. Prie maitinimo šaltinio esančius gedimus apsaugos atjungia vėliausiai, - per keletą sekundžių. Tai didelis šios apsaugos trūkumas, nes TJ arti maitinimo šaltinio turi būti atjungiami greičiau, mat šiuo atveju teka didelė TJ srovės. Naudojant MSA su atvirkščiai priklausoma nuo linijos srovės laiko charakteristika, TJ bus atjungiami greičiau.

Priklausoma nuo srovės suveikimo trukmės charakteristika gaunama naudojant elektromechanines srovės reles, dažniausiai indukcinės, mikroprocesorinėse apsaugose charakteristika realizuota programiškai. Pav.5 parodyta galimybė keisti indukcinių srovės relių suveikimo srovę ir suveikimo trukmę, pakeičiant nustatytus relės parametrus.



5 pav. Priklausomų suveikimų trukmės charakteristikų parametrų keitimas: a- suveikimo laiko keitimas; b- suveikimo srovės keitimas.

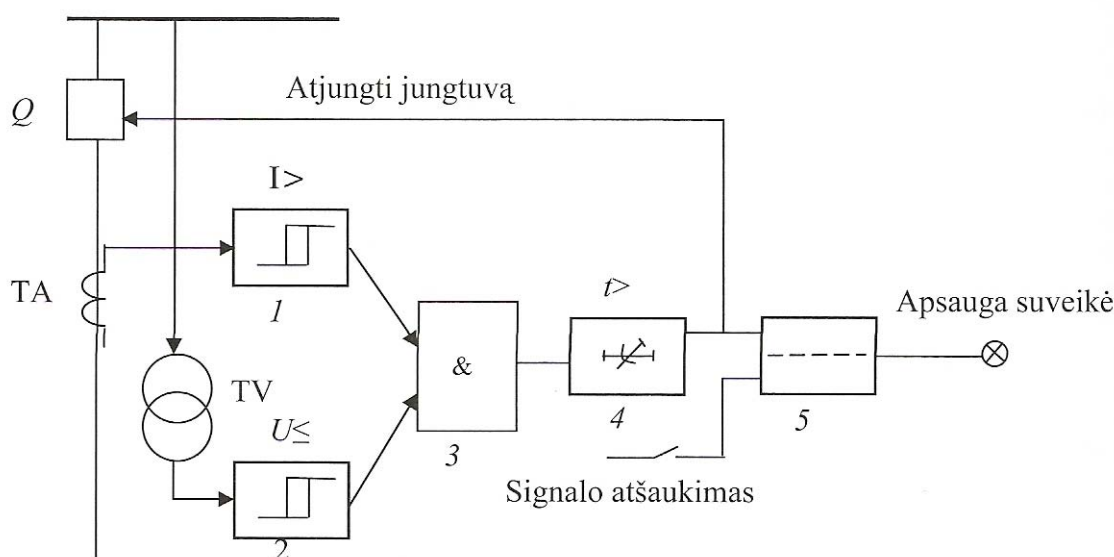
Elektros tinklo su dviem nuosekliai sujungtomis linijomis MSA įrengimas ir jų selektyvumo charakteristikos parodytos pav.6 . Kadangi šių apsaugų suveikimo laikas mažėja didėjant srovei linijoje, t.y. artėjant TJ taškui prie šaltinio, tai pažeistos linijos atjungiamos greičiau nei naudojant MSA su nepriklausoma suveikimo laiko charakteristika.



6 pav. Apsaugų su priklausoma srovės ir laiko charakteristika veikimas tinkle iš dviejų linijų: a- tinklo schema; b- TJ srovės priklausomybė nuo TJ vietos; c- apsaugų suveikimo trukmės priklausomybė TJ vietos; d- selektyvumo charakteristikos.

2.4 Maksimalios srovės apsauga su minimalios įtampos blokuote

Pramonės įmonės su didelės galios varikliais MSA suveikimo srovė parenkama atsižvelgiant į dideles variklių paleidimo sroves, todėl MSA gali netenkinti jautrumo reikalavimų. Jautrumą galime pagerinti sumažinus suveikimo srovę. Tačiau apsauga gali be reikalo suveikti perkrovų metu. Kad apsauga veiktų tinkamai, reikia atskirti elektros tinklo perkrovos ir TJ sroves. Tam galime panaudoti įtampos kontrolę. Perkrovų metu įtampa šynose būna artima vardinei, o TJ metu ji ženkliai sumažėja. MSA su minimalios įtampos blokuote struktūrinė schema parodyta pav.7

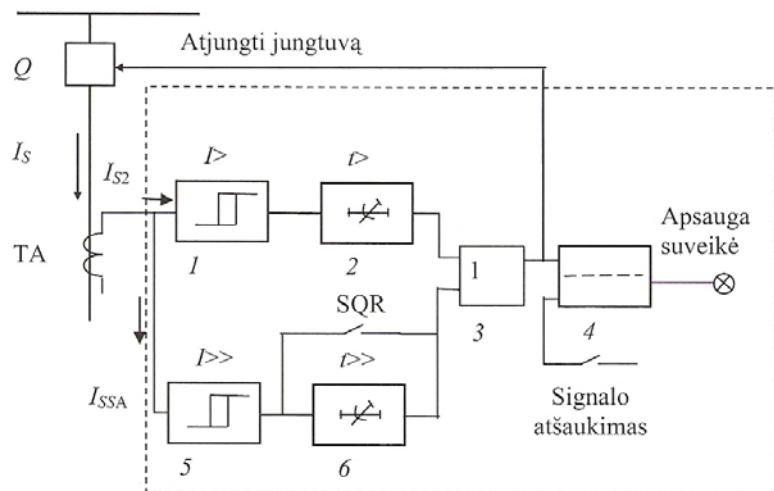


7 pav. – MSA su minimalios įtampos blokuote: 1- MSA srovės matavimo elementas (maksimalios srovės relė); 2- įtampos matavimo elementas (minimalios įtampos relė); 3- loginis elementas „IR“; 4- delsos elementas; 5- atminties elementas (tarpinės ir signalinės relės, signalizuojančios kai apsauga suveikia).

Elektros tinklo perkrovos metu veikia srovės matavimo elementas 1, maitinamas nuo srovės transformatoriaus TA. Tačiau įtampos matavimo elementas 2, maitinamas nuo įtampos transformatoriaus TV, neveiks. Todėl loginis elementas 3 išėjimo signalo nebus ir apsauga neveiks. TJ atveju paveiks srovės matavimo elementas 1 ir minimalios įtampos elementas 2. Loginio elemento išėjimo signalas paleis laiko elementą 4 ir jungtuvas Q išjungs pažeistą liniją.

2.5 Dvipakopė maksimalios srovės apsauga

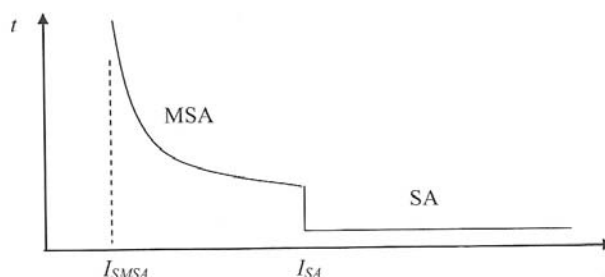
Siekiant greičiau apsaugoti elektros liniją nuo TJ, naudojamos dvipakopės apsaugos sudarytos iš bendrai veikiančių SA ir MSA. Šios apsaugos paprastai realizuojamos viename korpuse skaitmeninėmis relėmis pav.8, [3].



8 pav. Dvipakopės apsaugos struktūrinė schema: 1- MSA matavimo elementas; 2- MSA delsos elementas; 3- loginis elementas „ARBA“; 4- atminties elementas (signalizuoja apie apsaugos suveikimą); 5- SA matavimo elementas, 6- delsos elementas (jį įjungus, SA virsta antrąja MSA pakopa); SQR- apsaugos konfigūravimo raktas, išjungiantis delsos elementą.

Tokios apsaugos prijungtos prie to paties srovės transformatoriaus. Šiuo atveju antrinė SA suveikimo srovė I_{SA2} , palyginti su MSA suveikimo srove, gaunama didelė,- iki 100-200A. Tačiau ši srovė relėje teka labai neilgai.

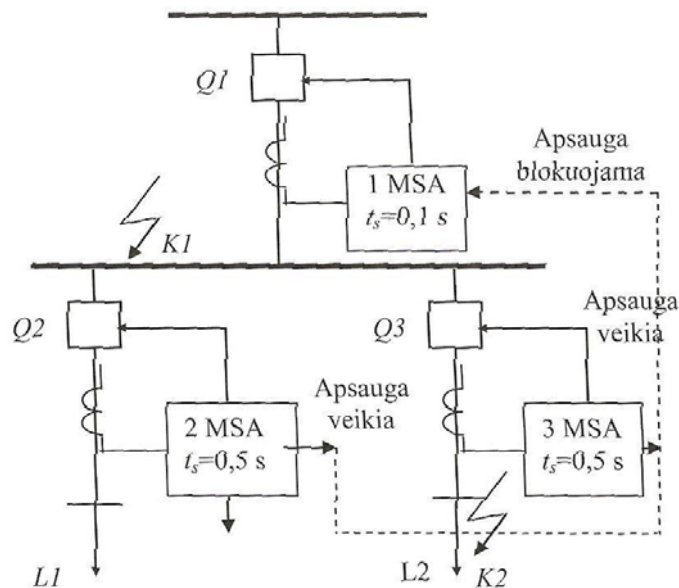
Dvipakopės apsaugos selektyvumo charakteristika susideda iš dviejų dalių – MSA charakteristikos ir SA charakteristikos. Suminė selektyvumo charakteristika panaši į žemos įtampos automatinio jungiklio charakteristikas, todėl patogu jas tarpusavyje derinti pav.9.



9 pav. Dvipakopės apsaugos su MSA ir SA bendra selektyvumo charakteristika.

2.6 Šynų apsauga

Šynų gedimus dažnai fiksuoja ir duoda atjungimo signalą maitinimo elementų (elektros linijų, transformatorių, generatorių) apsaugos. Naudojant MSA skirstomojo elektros tinklo apsaugai, jos suveikimo trukmė ilgėja, TJ artėjant prie maitinimo šaltinio. Dideliame tinkle arčiausiai šaltinių esančių MSA suveikimo trukmė tampa tokia, kad netenkina reikalavimų, keliamų apsaugos greitaveikai. Ypač tai aktualu šynų apsaugai. Šynų įėjime esančios MSA suveikimo trukmė derinama pagal prie šynų prijungtų linijų MSA suveikimo trukmę, o reikalavimai uždaru komplektinių skirstomųjų įrenginių šynų apsaugai griežti – šynos turi būti išjungiamos per 0,1s [5]. Ši problema sprendžiama naudojant loginę šynų apsaugą, kai šynų įvado MSA blokuojama prie šynų prijungtų linijų apsaugų veikimo signalu.

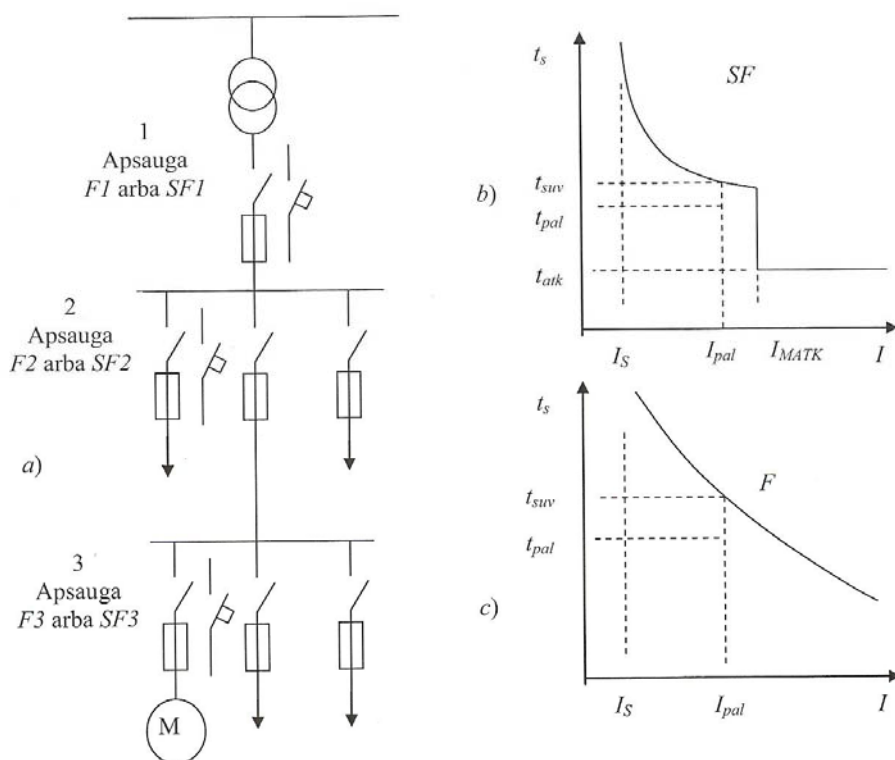


10 pav. Loginė šynų apsauga.

Pav. 10 parodytoje schemoje apsaugos 1 MSA suveikimo trukmė trumpesnė nei už šynų esančių apsaugų 2 MSA ir 3MSA. Įvykus TJ taške K2, pradeda veikti apsaugos 1 MSA ir 3MSA. Pagal nustatytas trukmes greičiau turi suveikti 1 MSA, bet, 3 MSA pradėjus veikti, į 1 MSA siunčiamas signalas, kuris blokuoja šios apsaugos veikimą. Jei nebūtu blokavimo, apsauga 1MSA klaidingai atjungtu visas šynas, arba jos suveikimo trukmė turėtų būti nustatyta lygi 0,8-1,0 s. Todėl gedimą išjungia apsauga 3 MSA per 0,5 s. Jei TJ yra taške K1, tuomet greitai greitai suveikia 1 MSA ir atjungia gedimą per 0,1 s. Taigi gedimai šynose atjungiami greitai, kaip ir reikalaujama. Logines apsaugas įgyvendinanti skaitmeninėmis relėmis, panaudojami specialūs įėjimai ir išėjimai, kuriuose atsiranda signalas, kai apsauga pradeda veikti ir kurie leidžia blokuoti apsaugos veikimą.

2.7 Žemos įtampos elektros tinklų apsauga

Žemosios įtampos (≤ 1000 V) tinklai nuo perkrovų ir TJ saugomi automatiniais jungikliais ir saugikliais [6], [7] pav. 11.



11 pav. 0,4 kV elektros tinklo apsauga: a- elektros tinklo schema ir apsaugos aparatai; b- automatinio jungiklio suveikimo trukmės ir srovės charakteristika; c- saugiklio suveikimo trukmės ir srovės charakteristika.

Apsaugų vardinės srovės parenkamos kiek galima mažesnės, atsižvelgiant į saugomos tinklo dalies skaičiuojamąsias arba vardines sroves. Nustačius suveikimo srovę, dar reikia įvertinti, ar apsaugos veiks selektyviai. Tinkle įvykus perkrovai ar TJ, srovė teka per visas tris apsaugas, tačiau turi suveikti arčiausiai avarijos vietos esanti apsauga. Apsaugų selektyvumą lemia netik jų suveikimo srovė, bet ir suveikimo trukmė, kuri nusakoma apsaugos aparato srovės ir laiko charakteristika. Nubraižytos vienos koordinatinių ašyse visų aparatų charakteristikos, neturi kirstis, - tuomet bus užtikrinamas selektyvus apsaugų darbas.

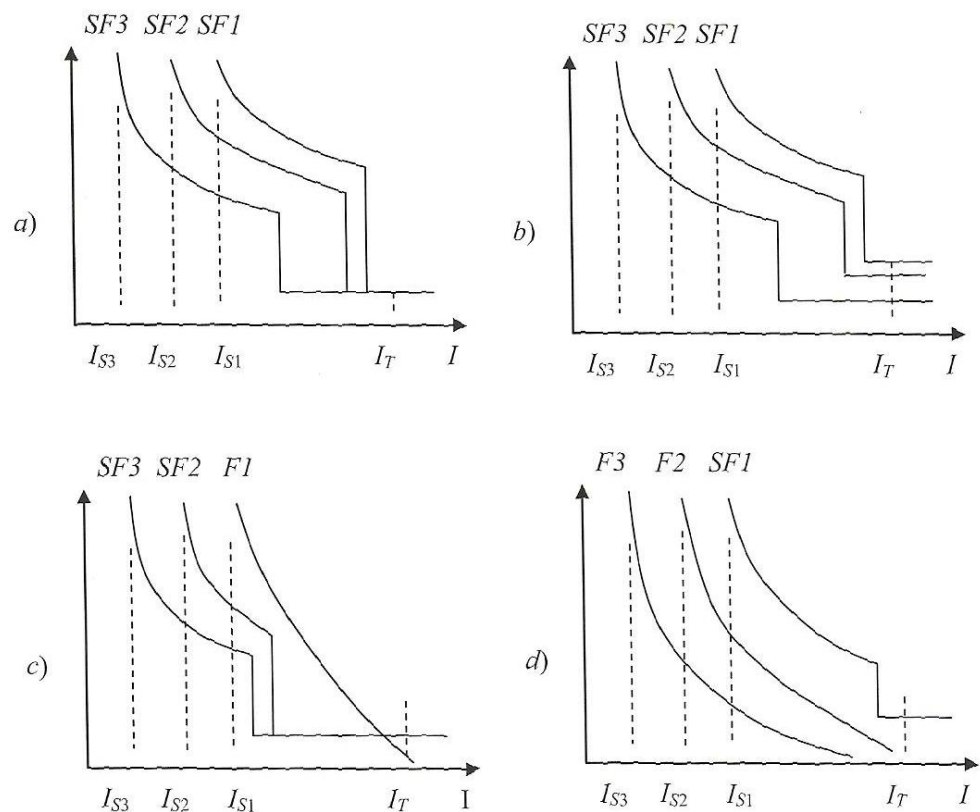
Pav. 12-a - nubrėžtos visų trijų apsaugos aparatų suveikimo trukmės charakteristikos, visi trys aparatai – automatiniai jungikliai su nereguliuojamomis charakteristikomis. Matyti, kad kol per aparatus teka perkrovos srovė, neviršijanti aparatų momentinio suveikimo srovės, aparatai veiks selektyviai. Jei per aparatus tekės didelė TJ srovė, visų jų charakteristikos sutampa ir suveiks bet

kuris iš jų, - apsaugos veiks neselektyviai. Todėl parenkant saugos aparatus vien pagal suveikimo srovę, selektyvumas užtikrinamas tik perkrovų srityje. Šiuo atveju rekomenduojama arčiau šaltinio esančio automatinio jungiklio momentinio suveikimo srovę parinkti didesnę už toliau esančių jungiklių momentinio suveikimo srovę.

Pav.12-b - naudojant arčiau maitinimo šaltinio automatinis jungiklius su reguliuojamomis laiko charakteristikomis. Automatinio jungiklio SF1 momentinio suveikimo srovę nustatoma didesnė negu aparatų SF2 ir SF3, taip užtikrinamas apsaugų selektyvumas TJ matu.

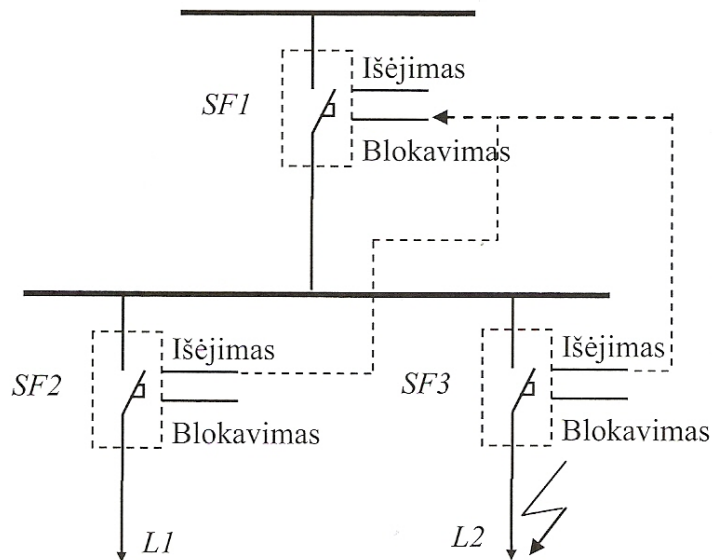
Pav.12-c - jei kartu naudojami saugikliai ir automatiniai jungikliai, taip pat atsiranda selektyvumo derinimo problemų. Saugiklio išstipimo trukmė, esant didelei srovei, visad yra kur kas trumpesnė negu automatinio jungiklio momentinio suveikimo trukmė, todėl jų laiko charakteristikos visad kirsis. Ši problema sprendžiama padidinus saugiklio suveikimo srovę I_{S1} tiek, kad charakteristikų kirtimosi taškas atsidurtų labai didelių srovių, viršijančių tos schemos TJ srovės zonoje.

Kai schemoje arčiau vartotojų yra saugiklių, apsaugų selektyvumo charakteristikos nesikerta ir derinimas problemų nekelia. Pav.12-d.



12 pav. Selektivity charakteristikos, priklausomai nuo apsaugos aparatų tipo: a- visų apsaugų automatinis jungiklių laiko ir srovės charakteristikos nereguliuojamos; b- 3-osios apsaugos

automatinio jungiklio charakteristikos nereguliuojamos SF3, kitų jungiklių charakteristikos reguliuojamos (SF1 ir SF2); c- 3-osios ir 2- osios apsaugų jungiklių charakteristikos nereguliuojamos (SF3 ir SF2), 1- oji apsauga- saugiklis F1; d- 3-ioji ir 2-oji apsaugos F3 ir F2, 1- oji apsauga – automatinis jungiklis su reguliuojama laiko ir srovės charakteristika SF1.

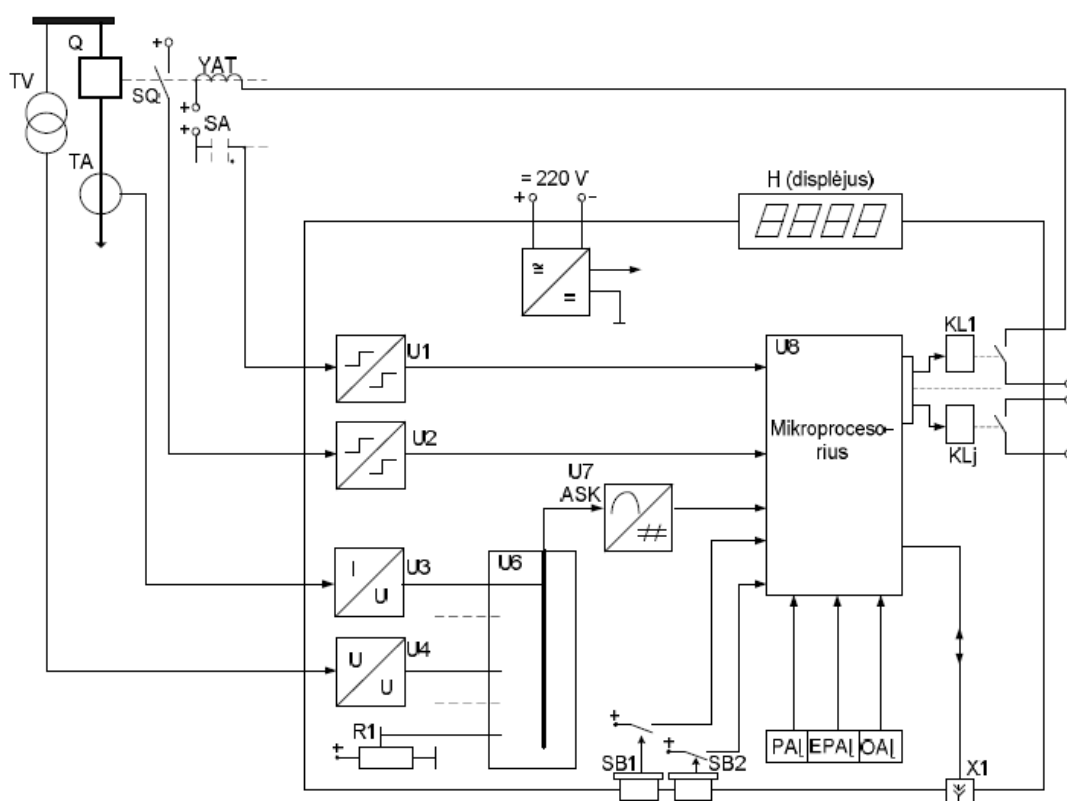


13 pav. Žemosios įtampos elektros tinklo apsauga automatiniais jungikliais su ryšio linijomis.

Dar vienas būdas užtikrinti žemosios įtampos automatinių jungiklių selektyvų veikimą – panaudoti papildomus ryšio signalus. Automatiniai jungikliai TJ metu išsiunčia signalą į kitus automatinius jungiklius, esančius arčiau šaltinio ir blokuoja jų veikimą. Todėl veikia tik tas jungiklis, kuris pirmasis išsiuntė suveikimo signalą. Pav. 13 parodytoje linijoje L2, automatinis jungiklis SF3 išsiunčia jungikliui SF1 veikimą blokuojantį signalą ir taip išvengiama neselektyvaus jungiklių veikimo.

3. MIKROPROCESORINĖS RELĖS APŽVALGA

Skaitmeninių RA įrenginių funkcinė schema pavaizduota 14 pav. [8]. Pagrindinis mikroprocesorinių apsaugų elementas yra mikroprocesorius kurio pagalba informacija surenkama, keičiama ir perduodama į kitus įrenginius. Taip vyksta įrengimų valdymas informacijų perdavimas aptarnaujančiajam personalui ir t.t.. Dėl greitaveikos mikroprocesoriniame reliniame įrenginyje panaudojama keletą lygiagrečiai sujungtų mikroprocesorių kurie atlieka atskiras funkcijas, bet vienam ir tam pačiam rezultatui. Pvz. Skaitmeninės apsaugos, didelės galios varikliams, turi iki 7 mikroprocesorių.



14 pav. Skaitmeninės RA funkcinė schema.

Kiekvieną mikroprocesorinį RA įrenginį sudaro: įėjimo signalų (U1, U2, U3, U4) ir išėjimo signalų (KL1, KLj) keitikliai, multipleksorius (U6), analoginiai signalų keitikliai (U7), relės meniu nustatymo mygtukai, skystųjų kristalų displėjus (H), informacijos atvaizdavimui ir maitinimo šaltinis Šiuolaikiniuose mikroprocesoriniuose įrenginiuose yra komunikacinės jungtys. (X1). Jų pagalba vykdomi programiniai nustatymai, informacijos perdavimui operatyviam personalui, kitų įrenginių valdymui ar susijungimui su kompiuteriu.

3.1 Įėjimo signalų keitikliai

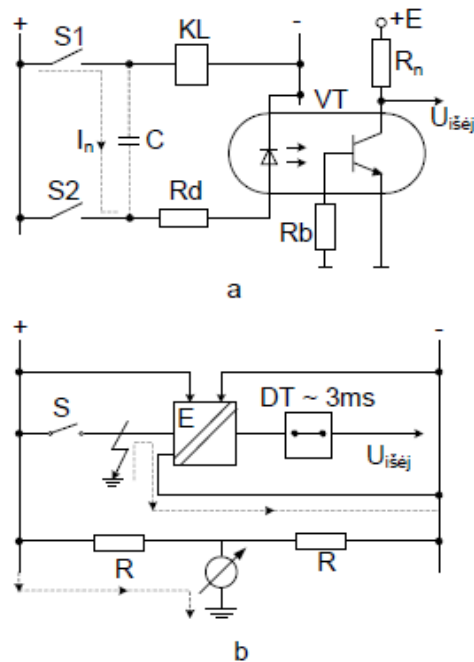
Išorinėje aplinkoje esančias elektros grandines jie galvaniškai atskiria nuo vidinių grandinių. O kontrolei reikalingus signalus išduoda signalų keitikliai į vienodo pobūdžio ir dydžio signalus, dažniausiai naudojami įtampiniai signalai. Keitiklis turi ir filtravimo funkciją apsaugoti nuo viršįtampių ir trukdžių vidinius skaitmeninės apsaugos mazgus. Informacijai gauti ir apdoroti yra naudojami dviejų tipų keitikliai: analoginiai keitikliai (U3 ir U4) ir diskretiniai keitikliai (U1 ir U2). Pirmojo tipo signalų keitikliai užtikrina signalo perdavimą tiesiniu būdu visame matavimų diapazone. Priešingai veikiančius diskretinių įėjimo keitikliui kontroliuojamo signalo kitimas mažame diapazone. Tokių signalų keitiklių panaudojimas esant TJ padeda išvengti klaidingo apsaugos suveikimo.

RA kontroliavimui naudojami skirtingi fizikinės kilmės signalai: varža, įtampa, srovė ir t.t.. Dažniausiai naudojami RA įrenginiai su kintamosios srovės ir įtampos šaltiniai, turinčiais nominaliąsias vertes: 1A; 5A; 100A. Bet jie nepriimtini elektroninėse sistemos. Todėl naudojami jutikliai atitinkantys reikiamus reikalavimus. Jie turi dvi pagrindines neigiamas savybes su kuriomis susiduriama:

1. Ryšio linijos ilgio sumažinimas, statant apsaugas netoli jutiklių.
2. Linijų saugojimas nuo trukdžių panaudojant ekranavimą [8].

Todėl naudojami optoelektroniniai srovės transformatoriai tik jų išėjimo galia labai maža. Taigi norint mikroprocesorinius įrenginius sujungti su jutikliais reikia, kad apsaugos įrenginių signalai atitiktų elektrotechninius reikalavimus. Tokie kaip elektromagnetiniai transformatoriai su feromagnetine šerdimi plačiai naudojami kaip signalų keitikliai skaitmeniniams įrenginiams. Nors jų perdavimo charakteristika netiesinė ir kintant temperatūrai yra parametru nestabilumas, bet jų tikslumo klasė atitink apsaugoms keliamiems reikalavimams iki 5%.

Šiuolaikiniuose skaitmeniniuose įrenginiuose naudojami įėjimai su diskretinių signalų optroniniai keitikliai 15 pav.



15 pav. Diskretinio signalo keitiklio schema:

a – su tranzistoriniu optronu VT ; b – su matavimo keitikliu.

Optoporas- tai šviesos diodas pasižymintis savybėmis tokiomis kaip mažas pralaidumas, greitas komutavimo laikas μ s dalis siekia. Valdomų grandinių ir valdymo elementų įtampa gali skirtis keletą kilovoltų. VT darbinė srovė nuo 3 iki 5 mA, tokia srovė sumažina keitiklio galią. Tokiu būdu R_d sumažinama kontakto S2 apkrovą. Bet dėl mažos srovės pasireiškia mažas keitiklio atsparumas trikdžiam. Pvz.: jei raktą S2 jungia ilgas laidininkas su optronu dėl parazitinės talpos C gali keitiklis klaidingai suveikti. Todėl naudojama DT (laiko delsa) su signalo išlaikymu intervalu 15-b pav. keitiklio išėjime, kad nebūtų pereinamųjų procesų reikia signalą išlaikyti nuo 0,5 iki 3 ms. Matavimo keitiklį E 15-a pav. Reikia susieti su operatyvinės srovės grandinės poliais, nes įrenginiai gali reaguoti į įžemėjimą tose grandinėse. Taip nutinka, nes tose grandinėse matuojama izoliacijos srovė lyginama su įėjimo srove. Matavimo keitiklio E perjungimo slenkstis nustatomas nuo 60 iki 80% ribose pagal faktin3 grandinės įtampą [8].

Reliniai Išėjimai. Relė diskretiniais išėjimo signalais paveikia saugomą įrenginį ar kitus objektus. Kad apsaugoti relės vidinę elektroniką nuo pažeidimų išėjimai yra galvaniskai atskirti. Išėjimo keitikliai turi turėti matomą komutacinės grandinės nutraukimą. Tam plačiai naudojamos tarpinės elektromagnetinės relės. Nors elektronikos mokslo srityje daug pasiekta, bet tarp komutuojančių aparatų kurios turi matomą grandinės nutraukimą jos neturi sau konkurentų.

Tarpinės elektromagnetinės relės dar yra populiarios ir dėl savo mažos kainos. Tokios relės skaitmeniniuose įrenginiuose naudojamos dviejų tipų:

1. Relės su dideliu komutaciniu atsparumu (jungtuvų valdymui);
2. Relės su mažu komutaciniu atsparumu įvykių registracijai [3].

Yra ir didelės galios relės kurios naudojamos grandinių kuriomis teka nuo 5 iki 30A srovės komutacijai. Nors atjungimo galimybė neviršija 1 A esant 230 V įtampai. Todėl elektromagnetinio jungtuvo valdymo grandinėje turi būti srovės nutraukimo įrenginys. Relės su mažu komutaciniu atsparumu atjungimo slenkstis $>0,15$ A nuolatinės srovės 230 V įtampos grandinėse.

Analoginis skaitmeninis keitiklis (ASK). Tai keitiklis su multipleksoriumi U6 (elektroninis komutatorius) 14 pav. Jis nuosekliai tiekiantis įėjimo signalus į ASK. Su multipleksoriumi, galima turėti tik vieną brangų ASK sugebantį apdoroti signalus iš kelių kanalų. ASK įėjimo analoginį signalą pakeičia į skaitmeninį signalą. Kuris nusiunčiamas į mikroprocesorių.

Informacijos atvaizdavimas displejuje. Mikroprocesorinių apsaugų displejams yra skirtingi reikalavimai pagal poreikį. Jų dydis priklauso nuo norimo informacijos kiekio atvaizdavimo ir tai įtakoja relės priekinės panelės dizainą bei gabaritus. Taip pat naudojami šviesos diodai, švieslentės.

Mikroprocesorinėse relėse naudojamų skystųjų kristalų displejai nėra brangūs. Ekrane greitai bei suprantamai atvaizduojama relės informacija. Mikroprocesoriniai skaitmeniniai įrenginiai gali pateikti aptarnaujančiam personalui labai daug informacijos: srovės, įtampas, jungtuvų padėtis, nenormalių darbo režimų dydžius, relės nustatymus bei įėjimų ir išėjimų būsenas ir kt.

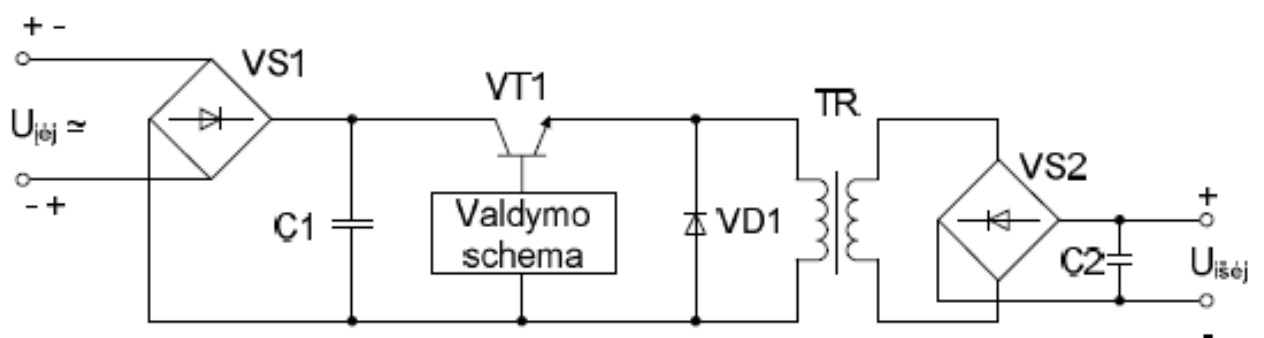
Informacijos saugojimas skaitmeniniuose įrenginiuose. Tai labai svarbus skaitmeninių įrenginių elektroninė dalis. Šiuolaikiniuose įrenginiuose yra daug ir įvairių būdų informacijai saugoti. Kadangi RA įrenginiai konstruojami ilgalaikiam naudojimui, kad nebūtų didelių priežiūros išlaidų ir patikimai veiktų keletą metų. Todėl skaitmeniniuose įrenginiuose negalima naudoti informacijos saugojimui skirtų įrenginių su mechaninėmis dalimis dar žinomi kaip magnetiniai diskai į kuriuos įrašinėjama informacija [3]. Juos reikia dažnai prižiūrėti kas iššauktų didelius aptarnavimo kaštus, nes turi judamąsias dalis todėl jie atmestini. Pagal funkcionalumą atminties įrašymo įrenginiai suskirstyti į:

1. Pastovios atminties įrenginius (PAI);
2. Operatyvios atminties įrenginius (OAI);
3. Elektriškai perrašomos atminties įrenginius (EPAI).

Vidiniai darbinės programos parametrų nustatymai saugomi PAĮ. Ji išsiskiria tuom, kad į šią atmintį įrašoma vieną kartą, o vėliau vyksta tik informacijos nuskaitymas. Jų privalumas yra ilgaamžiškumas, informacijos išsaugojimas nelikus maitinimui ir nedidelė jos kaina. Bet šiomis dienomis vis dažniau naudojama atmintis kuria galima perprogramuoti jei darbinė apsaugos įrenginio programa turi pakisti aptarnavimo metu. Technologijom tobulėjant mikroprocesorinių relių apsaugų funkcijų kiekis didėja, o kokių funkcijų reikia aptarnaujantysis išrenka pats iš pateikiamos funkcijų bibliotekos. O funkcijos sudarytos iš paprastų loginių elementų (IR, ARBA ir kt.) ir ji saugoma EPAĮ. Kurioje įrašyta informacija išlieka nors ir nutrūksta mikroprocesorinės apsaugos relės pagrindinis maitinimas.

Maitinimo blokas (MB). Skaitmeniniuose apsaugos įrenginiuose naudojamas impulsinis MB, kurių pagrindinis elementas aukštadažniai inverteriai 16 pav. Pavaizduotas MB su vientakčiu inverteriu. Tranzistoriaus VT1 pagalba į skiriamojo transformatoriaus TR pirminę apvija paduodama keletos dešimčių kHz įtampa. Dėl didelio dažnio pats tranzistorius yra nedidelis, bet turi didelį išėjimo galią. Platuminę impulsinę moduliaciją, valdomą raktu VT1 kuris sudarytas iš tranzistoriaus, gaunama stabili inverteriaus išėjimo įtampa.

Pvz.: Siprotec SJ61 veikia stabiliai, kintant įtampai nuo 77 V iki 242 V. Diodų tiltelis VS1 naudojamas prieš inverterio įėjimą, taip apsaugomas nuo įtampos poliaringo sukeitimo. C1 ir C2 talpos turi būti tokios, kad išlygintų išeinančios įtampos pulsacijas į inverterių. Gauta įtampa ir yra invertuota nuolatinė įtampa.



16 pav. Maitinimo bloko schema su vientakčiu inverteriu.

Kad išvengti mikroprocesorinėje dalyje trumpų įtampos sumažėjimų būna, kad kondensatorius parenka padidintos talpos. Skaitmeninių įrenginių MB siekiama kuo labiau apsaugoti nuo viršįtampių ar kitų trikdžių kurie gali patektis iš tinklo.

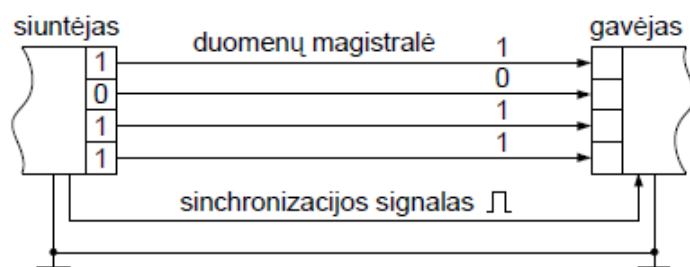
3.2 Skaitmeninių įrenginių sąsajos

Šiuolaikiniai skaitmeniniai apsaugos įrenginiai turi ryšio sąsajas kuriomis perduoda informacija ar valdymo signalus, todėl jie yra žymiai pranašiškesni už senesius elektromechaninius įrenginius. Taip įrenginių grupė sudaro sistemą, taupo ryšio kanalus ir signalo apdorojimui skirtus įrenginius. Jiem būtinas komunikacinis prievadas tai elementas reikalingas skaitmeninės apsaugos relės distanciniam darbui, gali būti ir kt., komutaciniai įrengimai.

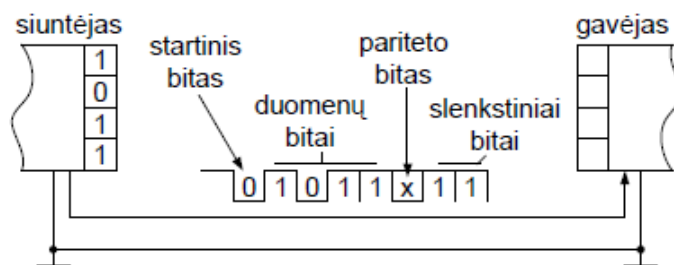
Pvz.: ASK, kuris formuoja analoginius signalus valdymui ir reguliavimui. Svarbu komutaciniam prievadam užtikrinti vienodus reikalavimus. Prievadais skiriasi tik naudojamomis sąsajomis.

Sąsaja tai – aparatūrinės, programinės ir konstruktyvinės priemonės, sujungti skaitmeninius įrenginius į vieną visumą, kad sąveikaudami įrenginiai tarpusavyje galėtų dirbti kaip viena sistema. Sąsajos skirstomos į : nuosekliąsias ir lygiagrečiąsias. Norint užtikrinti greitaveika informacijos perdavimui tarp įrenginių, pasirenkama lygiagrečioji sąsaja 17-a pav. Po sinchronizacijos signalo, siuntėjas, vienu metu išsiunčia į duomenų magistralę visas perduodamų duomenų vertes, o gavėjas juos visus nuskaito [10]. Lygiagrečioji sąsaja reikalauja pakankamai sudėtingo perdavimo kelio į kurį įeina $n+1$ fizinės linijos esant n -tojo ilgio perdavimo žodžiui. Todėl ji naudojama tik nedideliais atstumais arba jei reikalingas spartus informacijos mainų greitis.

Techniškai tarp įvairių skaitmeninių įrenginių lengviau naudoti nuosekliją perdavimo sąsają. Tai reiškia, kad signalai perduodami vienas paskui kita. Dažniausiai naudojamas asinchroninis duomenų perdavimas 17-b pav. Šiuo būdu gavėjas atpažįsta netik gauto žodžio pradžią ir pabaigą, bet ir informacijos neatitikimus.



a



b

17 pav., a- lygiagrečioji sąsaja, b- nuosekloji sąsaja, asinchroninis duomenų perdavimas.

Startinis bitas- tai kai linijoje atsiranda loginis 0, gavėjas atpažįsta signalo perdavimo pradžia, o kai loginis 1 laukimo režimas. 1 bito perdavimo ilgis yra nustatomas tiek siuntėjuje, tiek gavėjuje. Nuosekliai po 0 bito perdavimo, siuntėjas siunčia vieną po kito žodžio bitus. Duomenų pabaigoje išsiunčia pariteto bitas. Paritetas bus loginio 1 ar loginio 0 vertės nusako perduodamą žodį sudariusių 1 skaičius. Jei paritetas 1 tai žodį sudarė nelyginis vienetų skaičius, jei 0 tai lyginis. Duomenų perdavimo pabaigą nusako slenkstiniai bitas 1, 1,5 arba 2 bitai. Asinchroninių duomenų perdavimui panaudojami standartizuoti greičiai: 300, 600, 1200, 2400.. bitai/s

Nuoseklųjį ryšį nusako perdavimo standartai, jie skiriasi greičiu gebančiu pasikeisti informacija, linijos ilgiu ir t.t.. Dažniausiai naudojamas RS 232 standartas, jo greitis iki 19200 bitų ir duomenų linijos ilgis 15m. Čia: loginis 0 yra +3 iki + 25 V, o loginis 1 yra – 3 iki – 25 V įtampos. Apkrovos varžą sudaro 3 iki 7 kΩ.

Skaitmeninėse RA nuosekliosios sąsajos standartas RS 484, jo greitis 10Mbitų/s ir duomenų linijos ilgis iki 1,2 km. Apkrovos varža nuo 60 Ω.

4. MIKROPROCESORINIO APSAUGŲ VALDIKLIO BANDYMO STENDAS

Šiame darbe yra multifunkcinės siemens gamintojo skaitmeninės RA pritaikymas laboratoriniams darbams. Tai SIPROTEC 4, 7SJ611 tipo relė 18 pav. [11]. Šios relės skirtos maksimalių srovių apsaugai, išmėjimams, žemos ir vidutinės įtampos tinklų analizei ir komutacinių įrenginių valdymui.

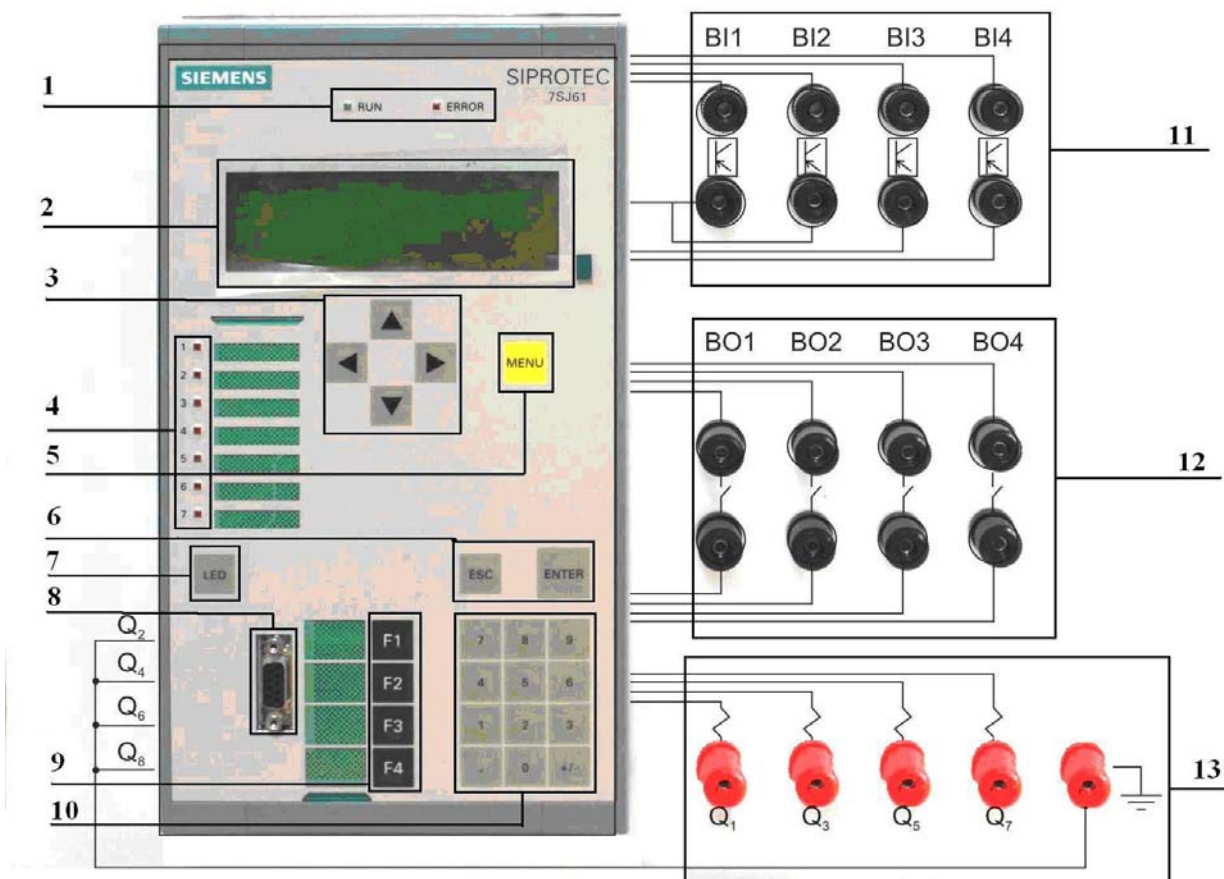


18 pav. Siemens gamintojo, 7SJ611 tipo relė.

Šio gamintojo multifunkcinės skaitmeninės relės nereikalauja skirti didelio dėmesio aptarnavimui. Nereikia jų dažnai patikrinti, nes jos reguliariai pasitikrina save t.y. Patikrina binarinius įėjimus ir išėjimus, techninius gedimus ar net programiškus. Ši funkcija vadinasi savikontrolė. Atsiradus vidiniam gedimui nuo klaidingo suveikimo turi savyje valdymo blokavimo funkciją. Savikontrolėi užfiksavus gedimą ji per jai priskirtą relinį išėjimą gali informuoti aptarnaujanti personalą apie jos gedimą. Jei gedimas dėl programinės įrangos kaltės mikroprocesorinė relė visu pirma bando perkrauti patį procesorių. Jei nepadėjo, savikontrolės funkcija procesorių taip perkrauna tris kartus tik po trečiojo perkrovimo suveikia relinis išėjimas priskirtas savikontrolėi. Taip pat relės priekinėje panelėje užsidega šviesos diodas signalizuojantis gedimą (ERROR).

Šio mikroprocesorinio apsaugų valdiklio bandymo stendo paskirtis supažindinti būsimus elektros inžinierius su šiuolaikinėmis apsaugos ir valdymo sistemomis. Jos funkcijomis ir loginėmis schemomis. Pav.19 pavaizduotas laboratorinių darbų stendas su mikroprocesorinės relės 7SJ61 ir išvestais įėjimo, išėjimo signalais bei gnybtais skirtai prijungti srovės transformatorius matavimams.

SIPROTEC 4 šeimos 7SJ61 relės neturi įtampinių pajungimo gnybtų, todėl jos dažniausiai naudojamos maksimalių srovių apsaugai. Priklausomos laiko ir srovės charakteristikos būna įvairių parametrų, - linijos srovei didėjant vienos greičiau kitos lėčiau krintančios. Mikroprocesorinėse apsaugose charakteristikos realizuojamos programiškai pavyzdžiai parodyti P1 priede [11].

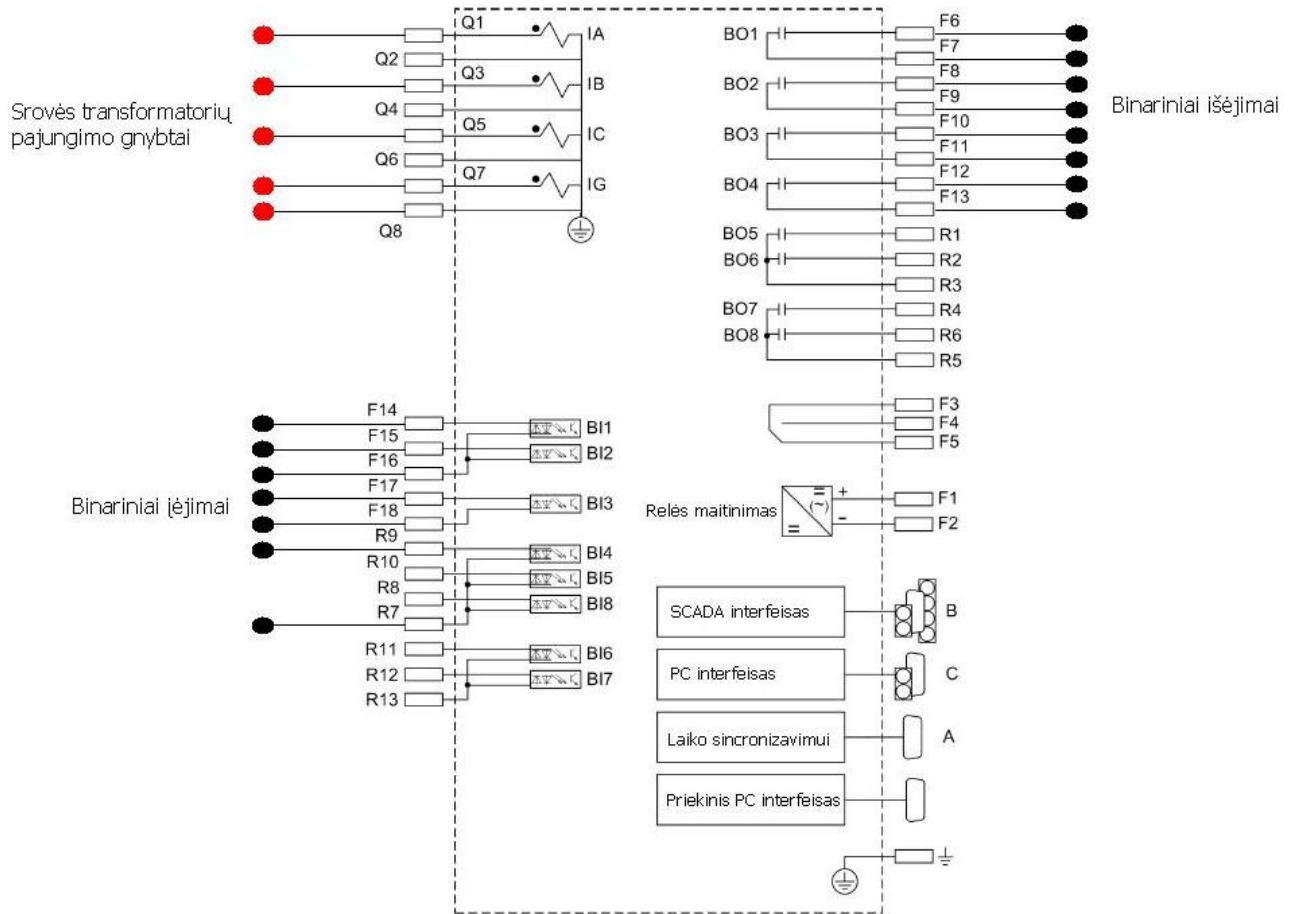


19 pav. Mikroprocesorinės relės 7SJ61 laboratoriniu darbų stendas.

Čia pavaizduota:

- 1- Įrenginio būklės indikatoriai. Yra du šviesos diodai „RUN“ (darbas) žalias indikatorius ir „ERROR“ (gedimas) raudonas indikatorius. Jie parodo įrenginio būklę.
- 2- Skystųjų kristalų displejus. Displejus rodo įrenginio informaciją tekstiniame pavidale. Taip pat galime matyti matavimus.
- 3- Mygtukai rodyklės. Šie mygtukai naudojami relės meniu nustatymams.
- 4- Šviesos diodai (LED). Šviesos diodai yra laisvai programuojami . Galima išvesti įvairią informaciją: apsaugų poveikius, valdymo ir signalizacijos informaciją.
- 5- MENU mygtukas. Šis mygtukas aktyvuoja pagrindinį meniu.
- 6- Valdymo mygtukai. Šie mygtukai naudojami naudojami komutacinių aparatų valdymui.
- 7- LED mygtukas. Jo paskirtis užgesinti šviesos diodus arba sugrąžinti suveikusius relinius išėjimus. Be to juo galima testuoti šviesos diodus.
- 8- Jungtis kompiuteriui. Ši jungtis naudojama kompiuterio prijungimui prie relės, naudojant programą DIGSI 4.
- 9- Funkciniai mygtukai. Jie naudojami greitam dažniausiai reikalingos informacijos išvedimui į ekraną. Funkciniai mygtukai yra programuojami ir gali būti naudojami įrenginių valdymui.
- 10- Mygtukai skaičiai. Šie mygtukai naudojami skaičių įvedimui, pavyzdžiui nustatymų įvedimui.
- 11- Įėjimų gnybtai.
- 12- Išėjimo gnybtai.
- 13- Srovės transformatorių pajungimo gnybtai.

Principinė schema relės 7SJ611 pavaizduota pav. 20.



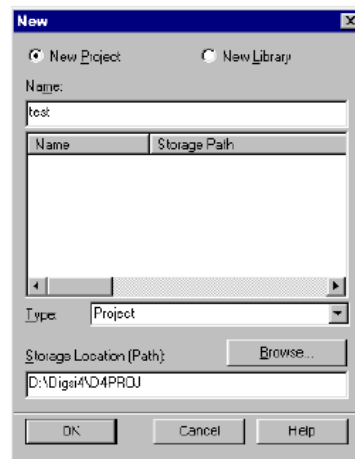
20 pav. Principinė relės 7SJ611 schema.

4.1 Relės valdymas ir nustatymai.

Mikroprocesorinės relės parametrų nustatymai, matavimų informacijos peržiūrėjimas gali būti vykdomi dviem būdais:

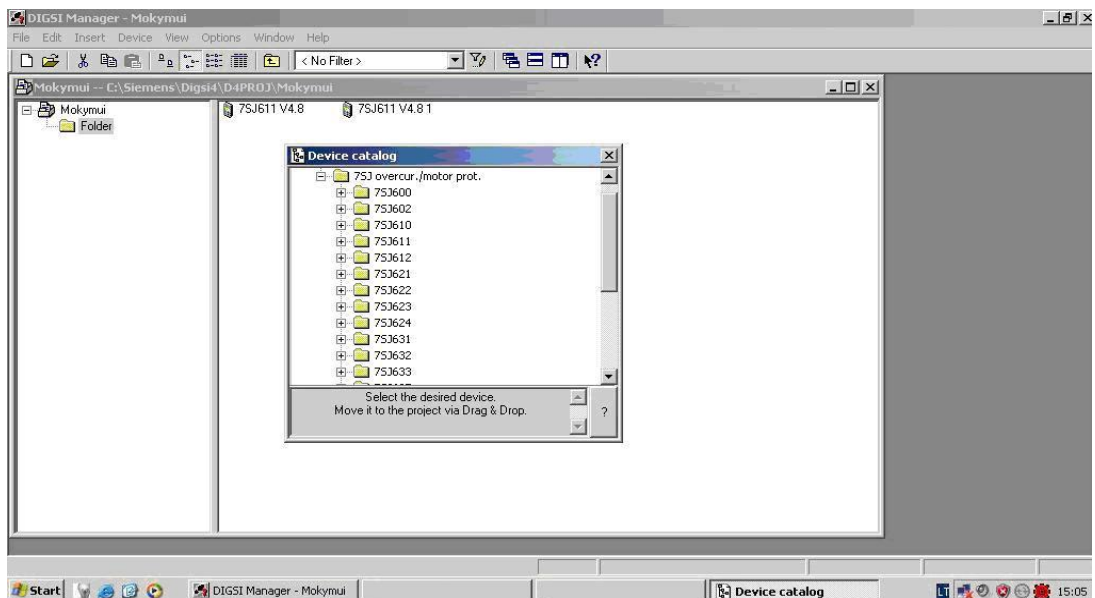
- Priekinėje panelėje esančiais funkciniais ir navigaciniais mygtukais kuriu pagalba galime peržiūrėti relės meniu nustatymus skystųjų kristalų displejuje.
- Jungtimi prie kompiuterio naudojantis programa DIGSI 4

Patogiausias būdas nustatyti mikroprocesorinės relės norimus parametrus, susikurti logines grandines, matavimų peržiūrai ir analizavimui yra kompiuterio ir tam skirtos programinės įrangos pagalba. Priekinėje panelėje esančia jungtimi RS 232 susijungiamo su kompiuteriu. Atsidarius programą DIGSI 4 mums reikia susikurti projektą arba atsidaryti esamą pav. 21.

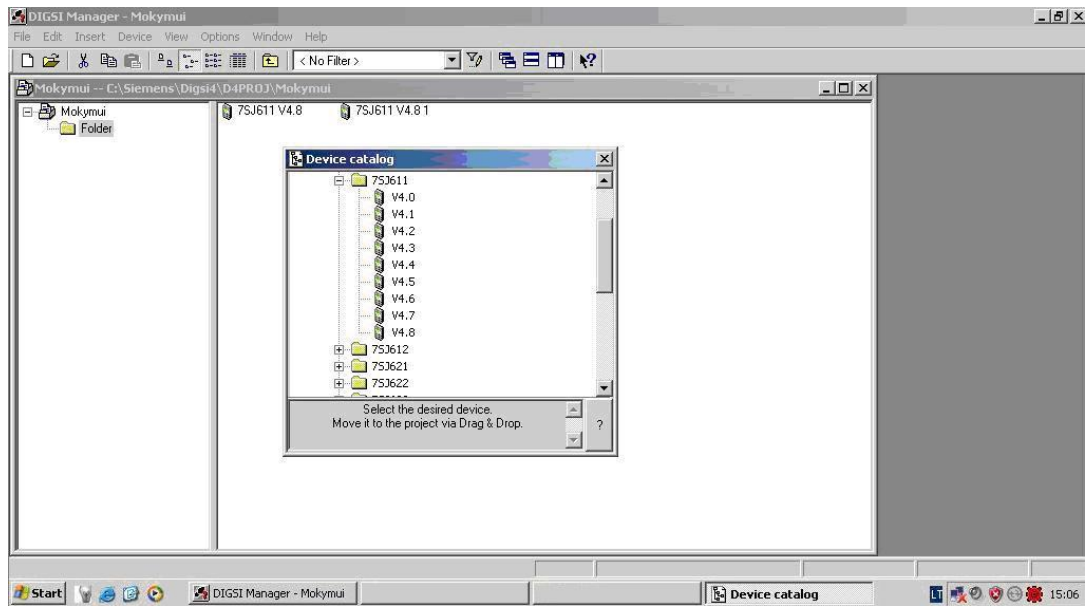


21 pav. Projekto susikūrimas.

Sukurtame projekte, kad galėtume prisijunkti prie mūsų naudojamų relės reikia pasirinkti iš kokios Siemens firmos SIPROTEC 4 šeimos relė yra. Pagal funkcijas ir galimybes valdyti jų yra labai didelis pasirinkimas kaip pavaizduota pav.22 . Ir programinės įrangos versija pasirinktai relei pav.23.



22 pav. SIPROTEC 4 šeimos relių pasirinkimo katalogas.

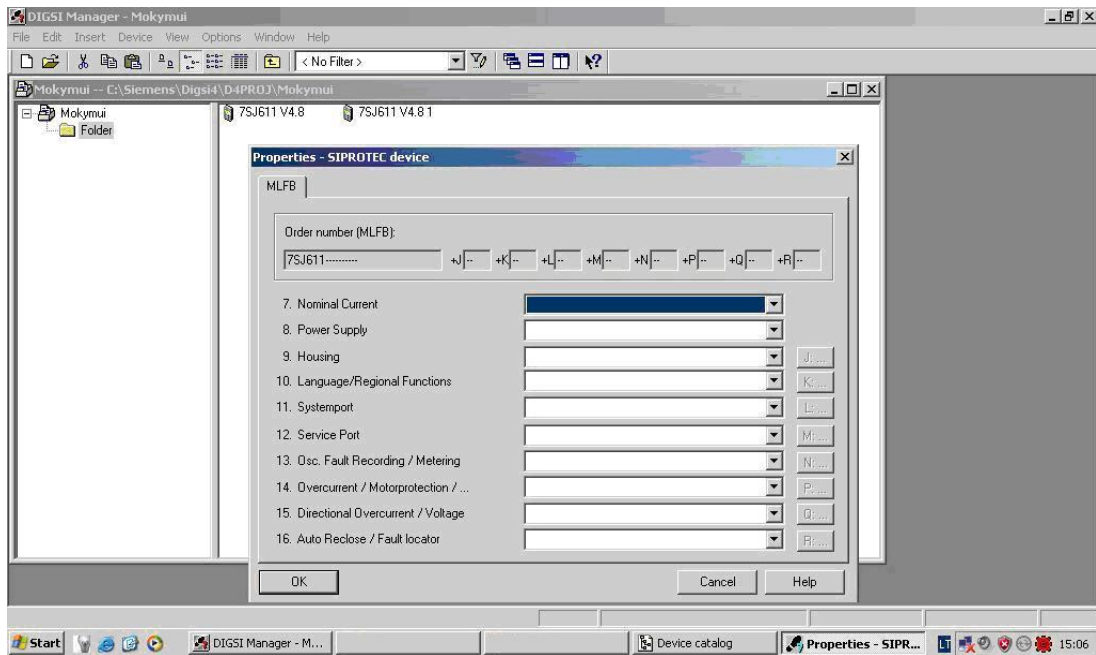


23 pav. Naudojamai mikroprocesorinei relei programinės įrangos versijos parinkimas.

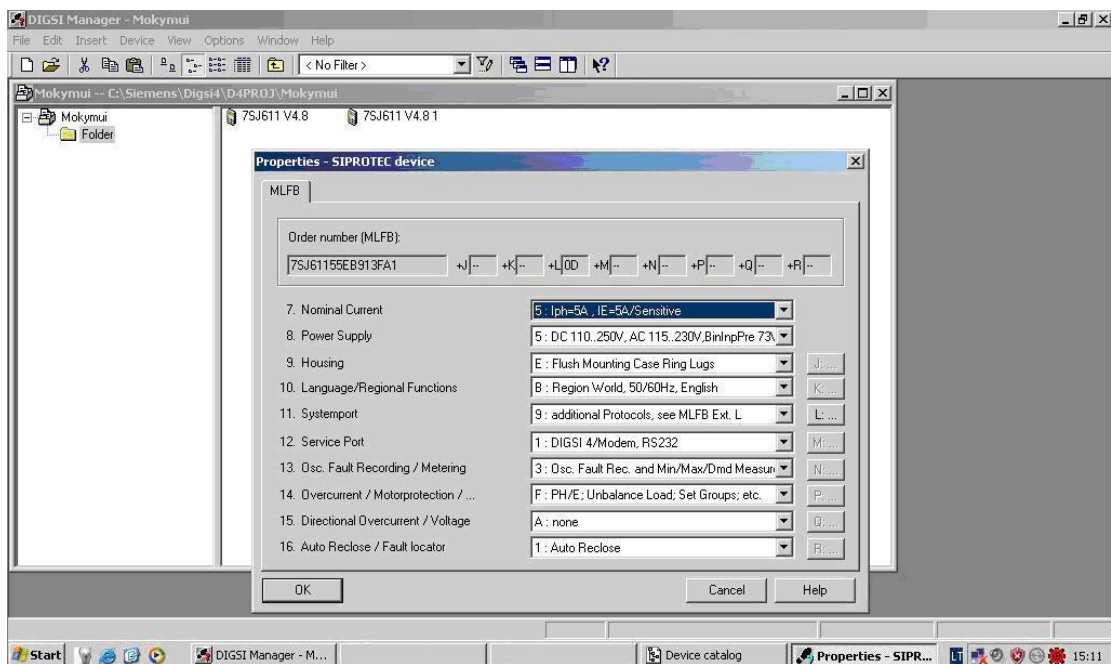
4.2 Mikroprocesorinės relės parinkimas

Siemens SIPROTEC 4 šeimos relės funkcijų kiekį, tipą, įėjimų ir išėjimų skaičių nusako MLFB (machine-readable product designation) kodas kurį turi kiekviena šio gamintojo relė pav.24. Pagal šį kodą yra vykdomi relių užsakymai gamybai. Todėl reikia tiksliai žinoti kokių funkcijų mums reikia, kiek pajungimo gnybtų ir kokios paskirties pagal tai susidaro mikroprocesorinės relės pirkimo kaina. Todėl tikslinga žinoti reikiamas funkcijas kad išnaudoti visas galimybes ir nepermokėti už nenaudojamas funkcijas.

Mūsų turimos relės MLFB kodas yra: 7SJ6115-5EB913FA1. Jį suvedus galime matyti kokius srovės transformatorius galime naudoti, relės maitinimo įtampą, montavimo tipą, dažnines charakteristikas, ryšio pajungimo galimybės ir skaičių, įrašymo į atmintį osilografinius tinklo įtampus ir srovės atvaizdavimus, nesimetriniu apkrovų įjungimas ir variklių apsaugai. Pav.25

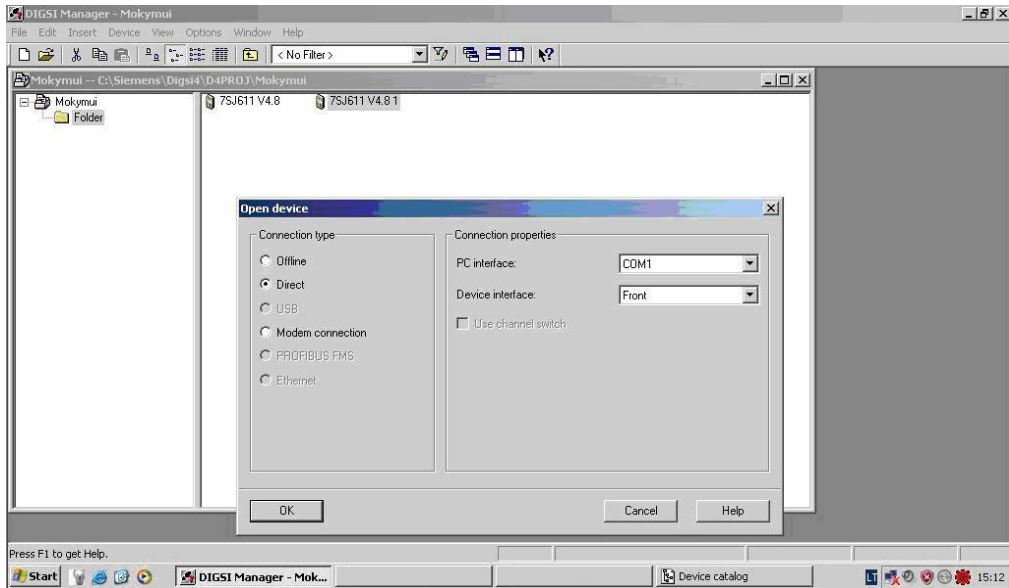


24 pav. MLFB kodo nustatymas.



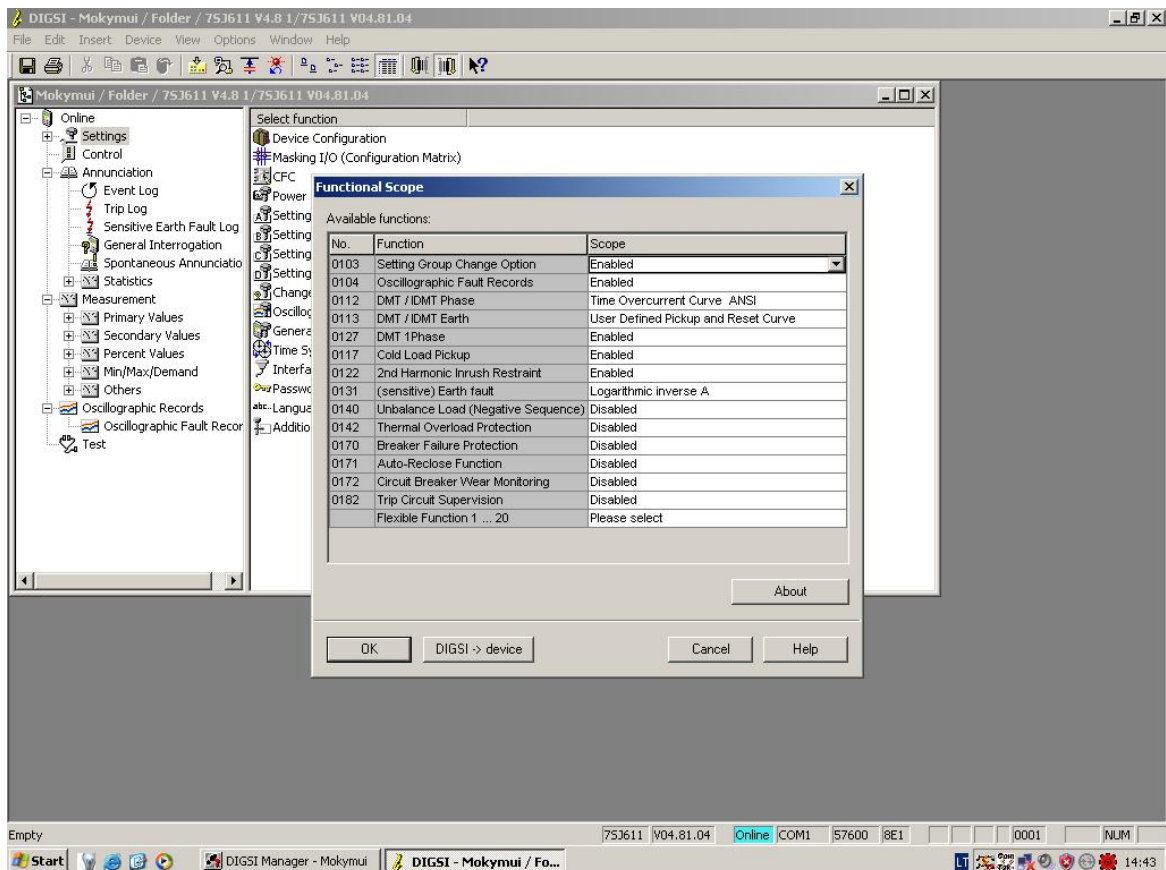
25 pav. Siemens SIPROTEC 4 7SJ6115-5EB913FA1 relės suvesti duomenys.

Toliau vykdomas prisijungimas prie relės ir jos parametru ir funkcijų nustatymas. Tai galima padaryti dviem būdais tiesiogiai prisijungus ir kiekviena žingsnį kurį nustatome užfiksuojama relės atmintyje arba netiesiogiai ir visus parametrus ir funkcijas nustatome programoje, o vėliau prisijungus visi nustatymai nusiunčiami i relės vidinę atmintį pav. 26.



26 pav. Tiesioginis ir netiesiogiai prisijungus prie relės parametrų nustatymui.

Atsivėrusiame pagrindiniame nustatymu lange turime galimybę kiekviena Siemens SIPROTEC 4 relės funkcija įjungti arba išjungti, jei jos nenaudojame ir ji nebus rodoma pagrindiniame nustatymų lange. Pav. 27



27 pav. Siemens SIPROTEC 4 relės pagrindinių funkcijų įjungimas arba išjungimas.

4.3 Įėjimų ir išėjimų konfigūravimo matrica

Šioje matricoje nustatoma relės binarinių įėjimų ir išėjimų paskirtis pav. 28. Laisvai pasirenkamų funkcinių klavišų konfigūravimas norimai informacijai peržiūrėti kuria priskirsime kiekvienam funkciniam klavišui. Taip pat duomenų įrašymui apie normalius ar nenormalius darbo režimus.

Įėjimus ir išėjimus galime naudoti CFC (continuous function chart) vartotojo loginėse schemose ar kaip informacijos identifikavimui ir atvaizdavimui šviesa diodų pagalba.

Įmonės rengiančios darbo projektą arba šio darbo atveju rengiant reikia pirma naudotis stendo principine schema pav. 20. Žinant visuma iš ko susidarys darbas kokie bus įėjimai ir išėjimai galėsime tik tada užsipildyti matricą ir visus signalus.

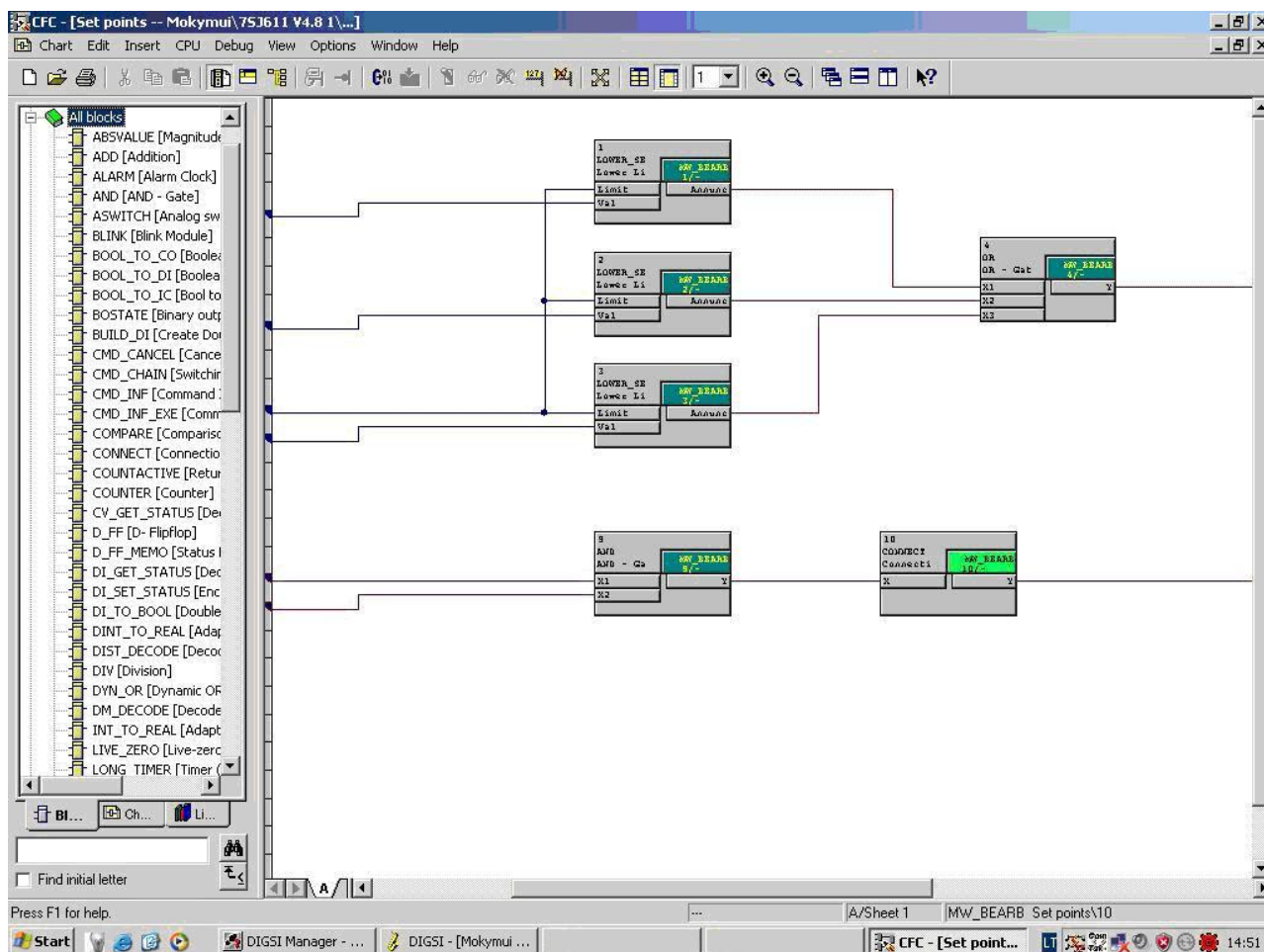
Device	Information				Source								Destination																					
	Number	Display text	L	Type	BI								BO								Buffer		C	CM										
					1	2	3	4	5	6	7	8	F	C	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	Q	S	T	C	CM
Device					*	*							*															*	*	*	*	*		
P.System Data 1																													*				*	
Osc. Fault Rec.													*																			*		
Change Group																												*						
P.System Data 2	00356	>Manual Close		SP																														
	02720	>Enable ANSI# 2		SP																														
	00533	IL1 =		VI																														
	00534	IL2 =		VI																														
	00535	IL3 =		VI																														
	00501	Relay PICKUP		OUT																														
	00511	Relay TRIP		OUT										U																				
	00561	Man.Clos.Detect		OUT																														
	04601	>Brk.Aux.ND		SP						H																								
	04602	>Brk.Aux.NC		SP						H																								
	00126	ProtDN/OFF		IntSP																														
Overcurrent							*												*	*	*	*					*	*	*	*	*	*		
1Phase O/C																												*	*	*	*	*	*	
ColdLoadPickup																												*	*	*	*	*	*	
Measuram.Superv																	*										*	*	*	*	*	*		
Sens. E. Fault																											*	*	*	*	*	*		
Cntrl.Authority																*	*	*	*	*	*						*	*	*	*	*	*		
Control Device							*	*						*	*	*	*	*	*	*						*	*	*	*	*	*	*		
Process Data																											*	*	*	*	*	*		
Measurement																																		
Demand meter																																		
Min/Max meter																												*	*	*	*	*	*	
Set.Points(MV)													*														*	*	*	*	*	*		
Energy																																		
Statistics																												*	*	*	*	*	*	
SetPoint(Stat)	00272	SP. Op.Hours>		OUT																														
Protocol																												*	*	*	*	*	*	
Thresh.-Switch		Thresh.Val		IntSP																														
Flx 01																											*	*	*	*	*	*		
Flx 02																											*	*	*	*	*	*		
Flx 03																											*	*	*	*	*	*		

28 pav. Įėjimų ir išėjimų konfigūravimo matrica.

4.4 Loginės schemos modeliavimas

SIPROTEC 4 binariniai signalai gali būti prijungtas prie tam tikro CFC loginio komponento naudojimui. Pavyzdžiui, vartotojas gali įgyvendinti blokavimo patikrinimus, sukurti pranešimų grupę, arba išvesti pranešimus apie nustatytos vertės nukrypimus, parengti konkrečius blokuote sąlygas kontroliuojamai įrangai.

CFC schemas išpildomos loginiais elementais (IR, ARBA, NE ir t.t.) kurie reikalingi procesu technologijai valdyti pav. 29.

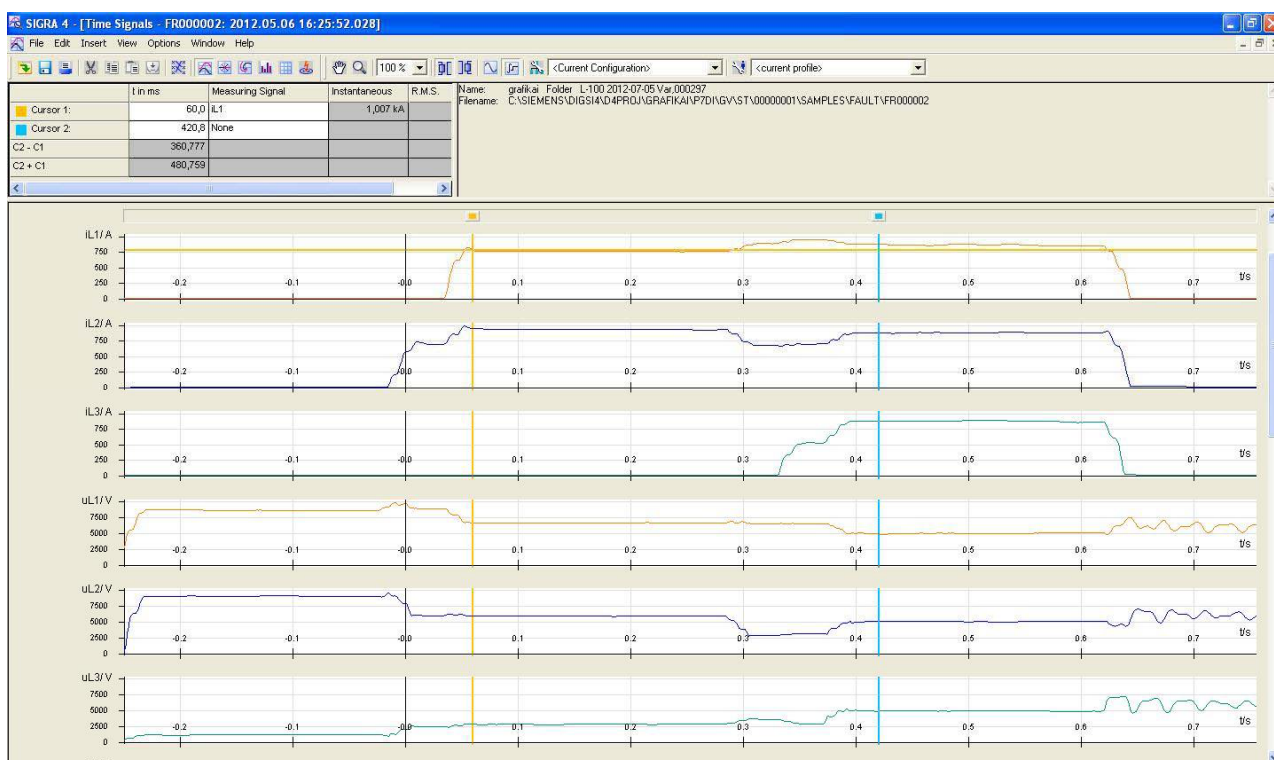


29 pav. CFC schemas su loginiais elementais.

4.5 Grafinis nenormalių darbo režimų atvaizdavimas

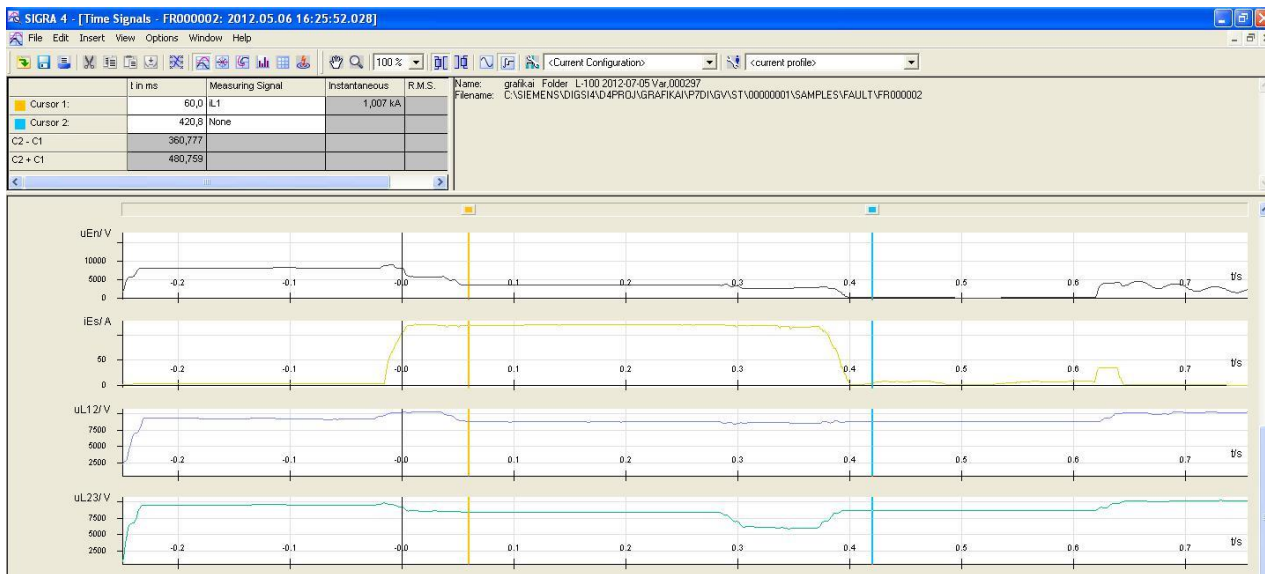
Nenormalių darbo režimų įvykiai yra įrašomi į mikroprocesorinės relės vidinę atmintį. Tai gali būti trumpieji jungimai, įžemėjimai, perkrovos ir t.t.. Visus suregistruotus įvykius gali nagrinėti grafine, išreikšti vektorine diagrama ar harmonikomis.

30-a pav. Pavaizduota trifazis trumpasis jungimas mikroprocesorinės relės saugomojoje linijoje. Matomas žymus srovės padidėjimas ir įtampų sumažėjimas. MSA suveikus jungtuvas atjungiamas po 0,65s.



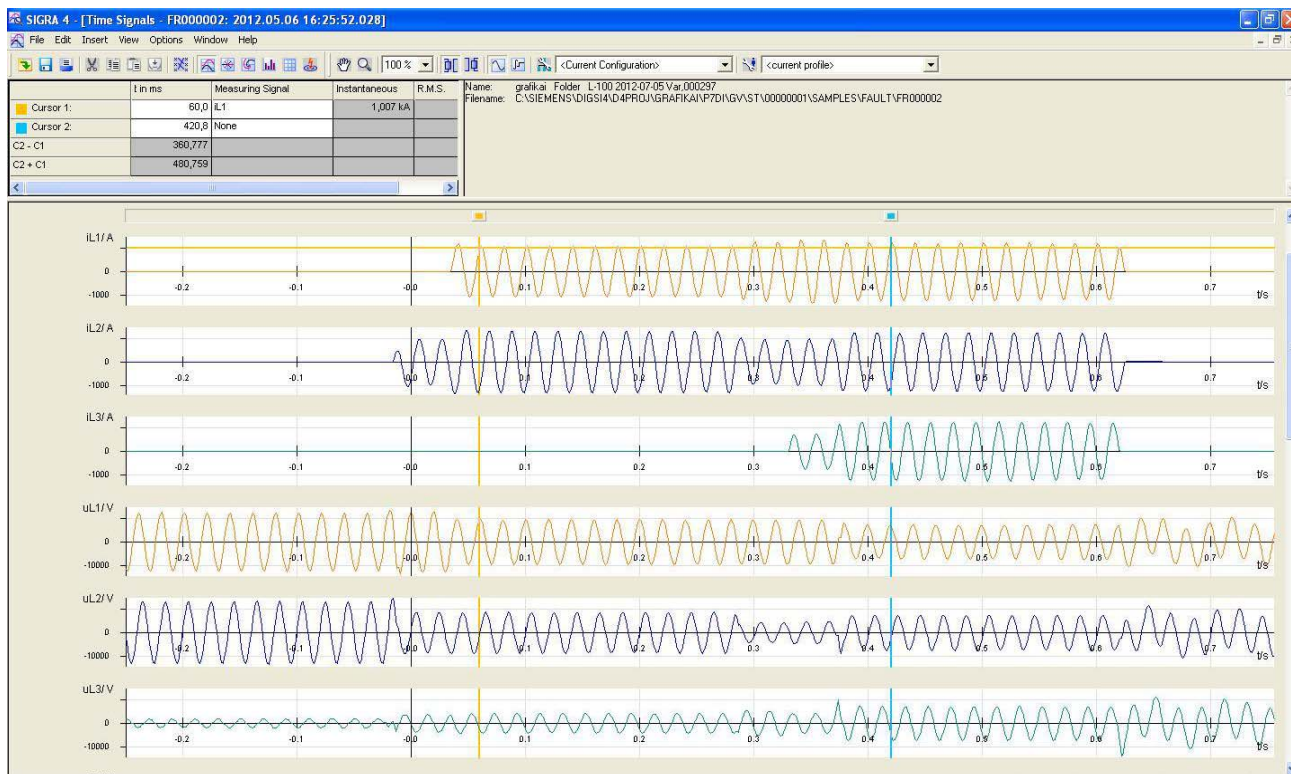
30-a pav. Srovių ir įtampų grafikas trumpo jungimo metu.

30-b pav. Pavaizduota kaip TJ metu atsiranda įžemėjimo srovė ir įtampų UL12 ir UL23 sumažėjimas trumpo jungimo metu.



30-b pav. Įžemėjimo ir tarpfazinių įtampų grafikas trumpo jungimo metu.

30-c pav. Pavaizduotas TJ kaip ir paveikslėlyje 30-a tik čia pasirinkti parodymai momentinėmis vertėmis.



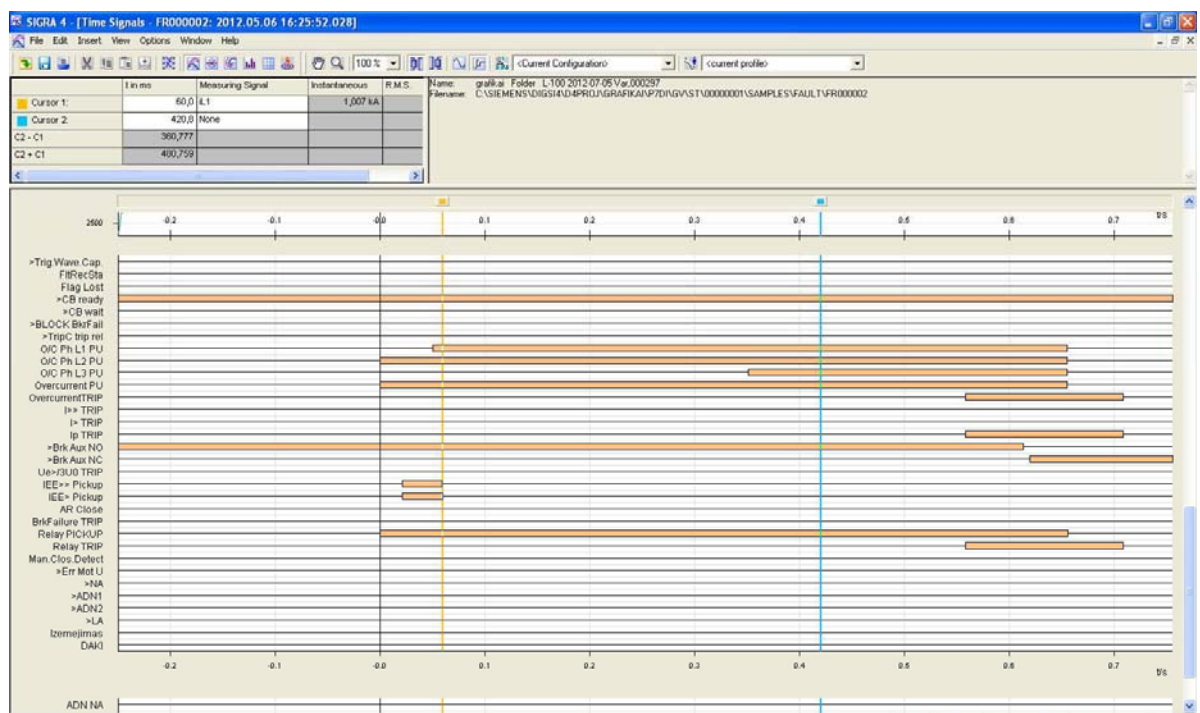
30-c pav. Srovių ir įtampų grafikas trumpo jungimo metu momentinėmis vertėmis.

30-d pav. Pavaizduota kaip TJ metu atsiranda įžemėjimo srovė ir įtampų UL12 ir UL23 sumažėjimas trumpo jungimo metu momentinėmis vertėmis.



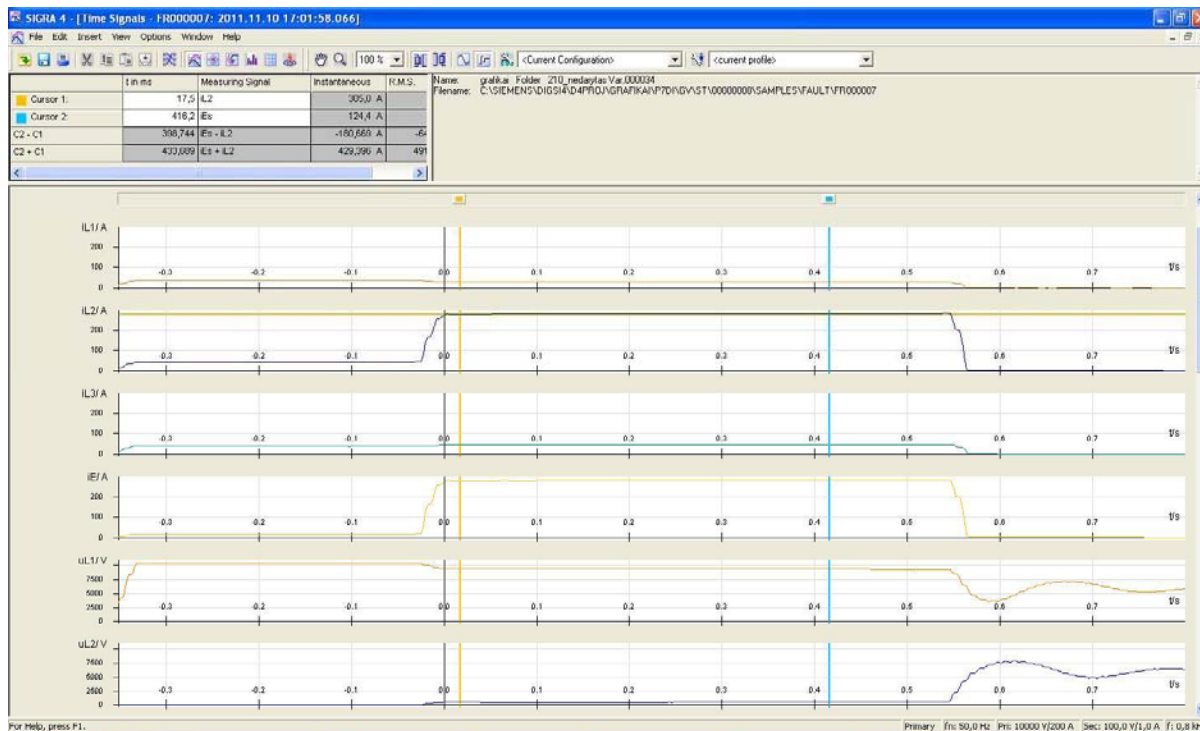
30-d pav. Įžemėjimo ir tarpfazinių įtampų grafikas trumpo jungimo metu momentinėmis vertėmis.

31 pav. Pavaizduota mikroprocesorinės relės saugomojoje linijoje trumpo jungimo metu užregistruoti signalai. Matome, kad atsiradus MSA po 0,65s jungtuvas padėtis buvo TRIP (atjungtoje) padėtyje.



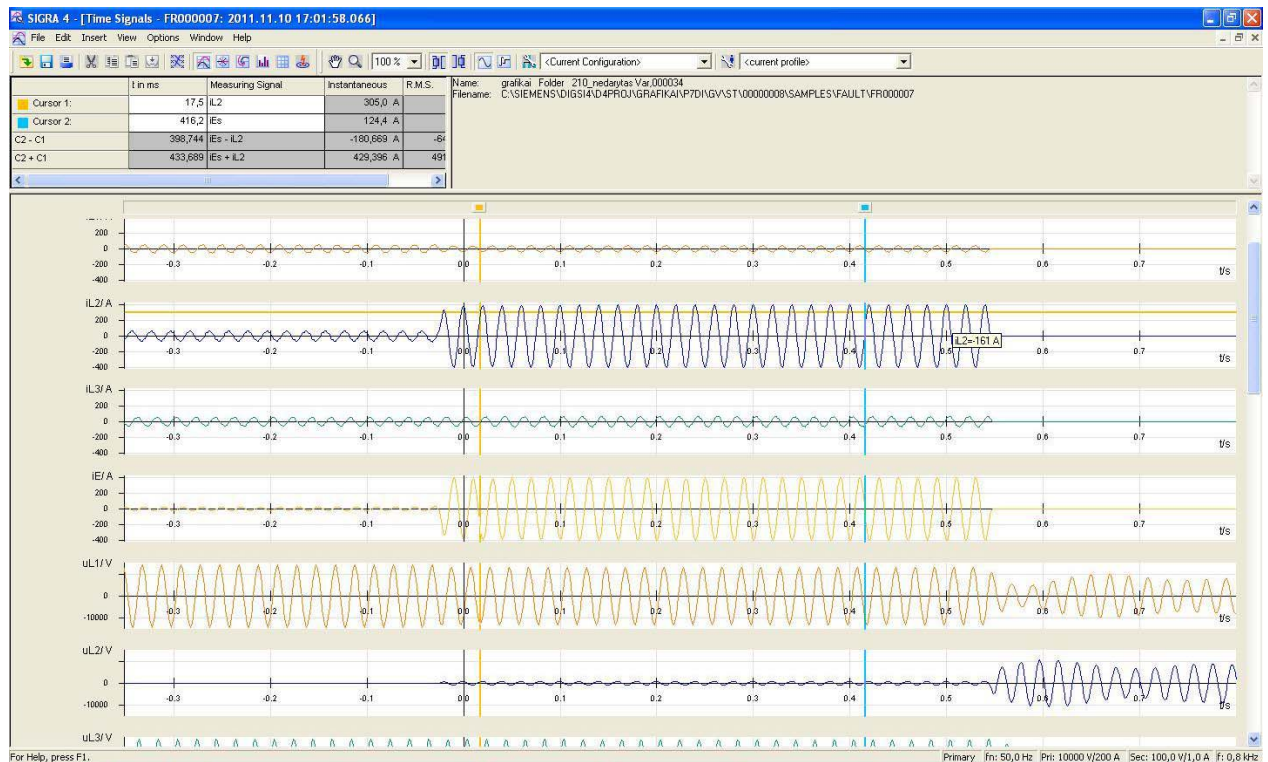
31 pav. Mikroprocesorinės relės trumpo jungimo metu užregistruotieji signalai.

32-a pav. Pavaizduota vienfazis trumpasis jungimas mikroprocesorinės relės saugomojoje linijoje. Matomas žymus L2 srovės padidėjimas ir įtampos sumažėjimas. MSA suveikus jungtuvas atjungiamas po 0,56s.



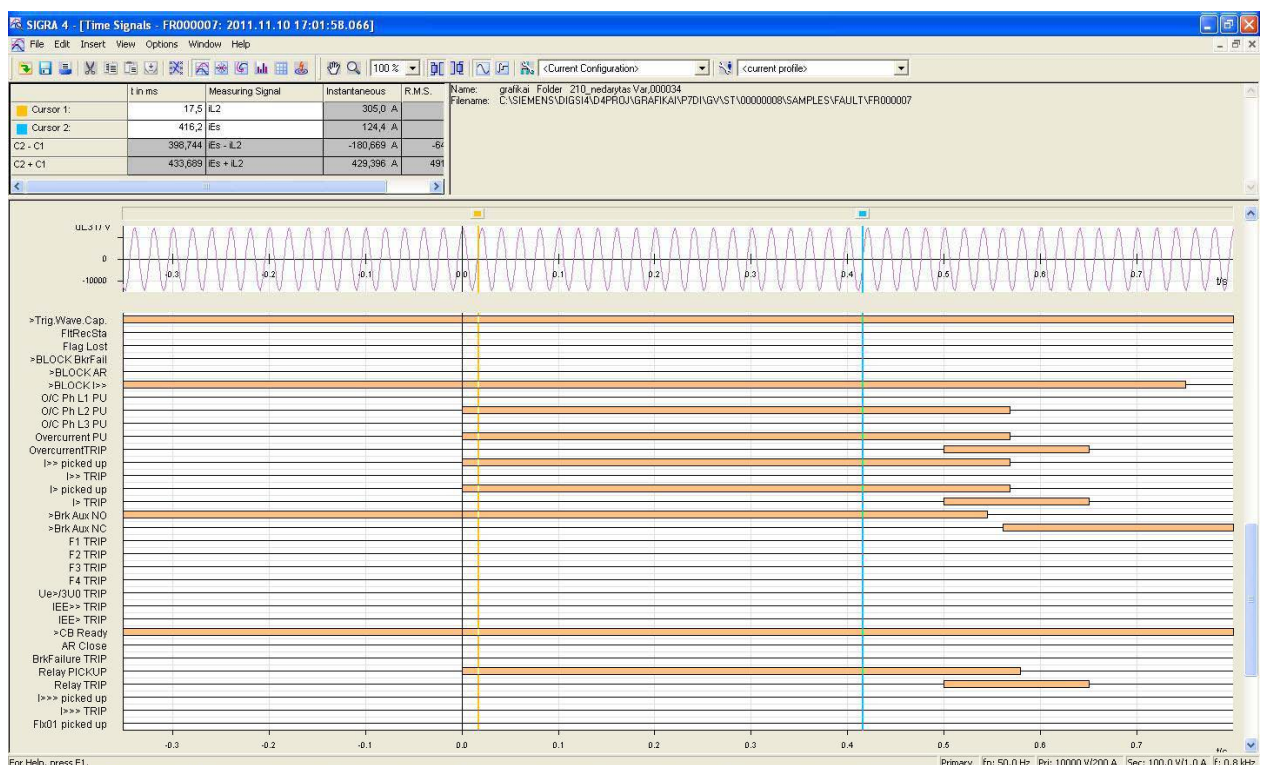
32-a pav. Vienos fazės L2 trumpojo jungimo grafinis atvaizdavimas.

32-b pav. Pavaizduotas TJ kaip ir paveikslėlyje 32-a tik čia pasirinktas grafinis atvaizdavimas momentinėmis vertėmis.



32-b pav. Vienos fazės L2 trumpojo jungimo grafinis atvaizdavimas momentinėmis vertėmis.

33 pav. Pavaizduota mikroprocesorinės relės saugomojoje linijoje trumpo jungimo metu užregistruoti signalai. Matome, kad atsiradus L2 trumpam jungimui po 0,56s jungtuvas padėtis buvo TRIP (atjungtoje) padėtyje.



33 pav. Mikroprocesorinės relės vienos fazės trumpo jungimo metu užregistruotieji signalai.

REZULTATAI IR IŠVADOS

- Pagamintas mikroprocesorinio apsaugų valdiklio 7SJ611 bandymo stendas;
- Praturtins Elektros inžinerijos ir Elektros energetikos studijų laboratorinių darbų bazę;
- Būsiami elektrotechnikos inžinieriai susipažins su šiuolaikiniais relinės apsaugos įrenginiais;
- Išmoks pasirinkti tinkamą mikroprocesorinį įrenginį ir nustatyti jo užsakymo kodą;
- Išmoks konfigūruoti mikroprocesorinius įrenginius;
- Analizuoti elektros tinklo realius režimus, įvykius;
- Analizuoti tinklų susidariusių gedimų grafikus, vektorines ir harmonikų diagramas;
- Studentai bendradarbiaudami su įmonėmis galės ištirti įmonių elektros tinklus ar įrenginių darbo režimų charakteristikas (variklių paleidimo srovės);
- Vykdyti maksimalių srovės apsaugų bandymus;
- Linijos apsaugas nuo įžemėjimo;
- Mikroprocesorinio apsaugų valdiklio galimybėmis įėjimo ir išėjimo signalais valdyti kitus įrenginius ar gautis reikiamus signalus;
- Darbo galimybėmis nuotoliniu būdu per ryšio sąsajas.

LITERATŪRA

1. Сто лет релейной защите. Сборник материалов. Санкт-Петербург: ПЭИПК, 2005. 60с.
2. A. Nargėlas. Elektros sistemų automatika: Mokymo priemonė. Vilnius: Lietuvos TSR aukštojo ir specialiojo vidutinio mokslo ministerijos leidybinė redakcinė taryba, 1984.
3. A. Nargėlas. Elektros sistemų relinė apsauga. Mokymo priemonė. Vilnius: Lietuvos TSR aukštojo ir specialiojo vidutinio mokslo ministerijos leidybinė redakcinė taryba, 1983.
4. G. Svinkūnas, A. Navickas. Elektros energetikos pagrindai: mokomoji knyga. Kaunas: leidykla „Technologija“, 2011.
5. Elektros įrenginių įrengimo taisyklės. 1-4 skuriai: Norminės teisės aktai. Vilnius, 2007.
6. G. Isoda. Elektros instaliacija. Bendros žinios ir įrengimas. Vilnius: Viešoji įstaiga Respublikinis energetikų mokymų centras. 472p. ISBN 9955-590-23-8. 2004.
7. E. Musial. Elektros energetiniai įrenginiai ir instaliacija. Kaunas: Šviesa. 553p. ISBN 5-430-03255-3. 2001.
8. В. Я. Шмурьев. Цифровые реле. Санкт-Петербург: ПЭИПК, 2005. 60 с.
9. А.В. Беляев. Вторичная коммутация в распределительных устройствах, оснащенных цифровыми РЗА. Санкт-Петербург: ПЭИПК, 2004. 60 с.
10. “АББ РЕВИЮ“ Prieiga per internetą:
<http://www.abb.ru/global/ruabb/ruabb051.nsf!OpenDatabase&db=/global/ruabb/ruabb055.nsf&v=FEA&e=ru&c=A4B57501631630A2C1256E01003E510C>
11. Application Prieiga per internetą:
http://siemens.siprotec.de/download_neu/html_nav/ind_app_e.htm
12. D.Leonovas. Variklio skaitmeninės apsaugos nuo netipinių darbo režimų tyrimas. Baigiamasis magistro darbas. Vilnius, 2005m.

PRIEDAS

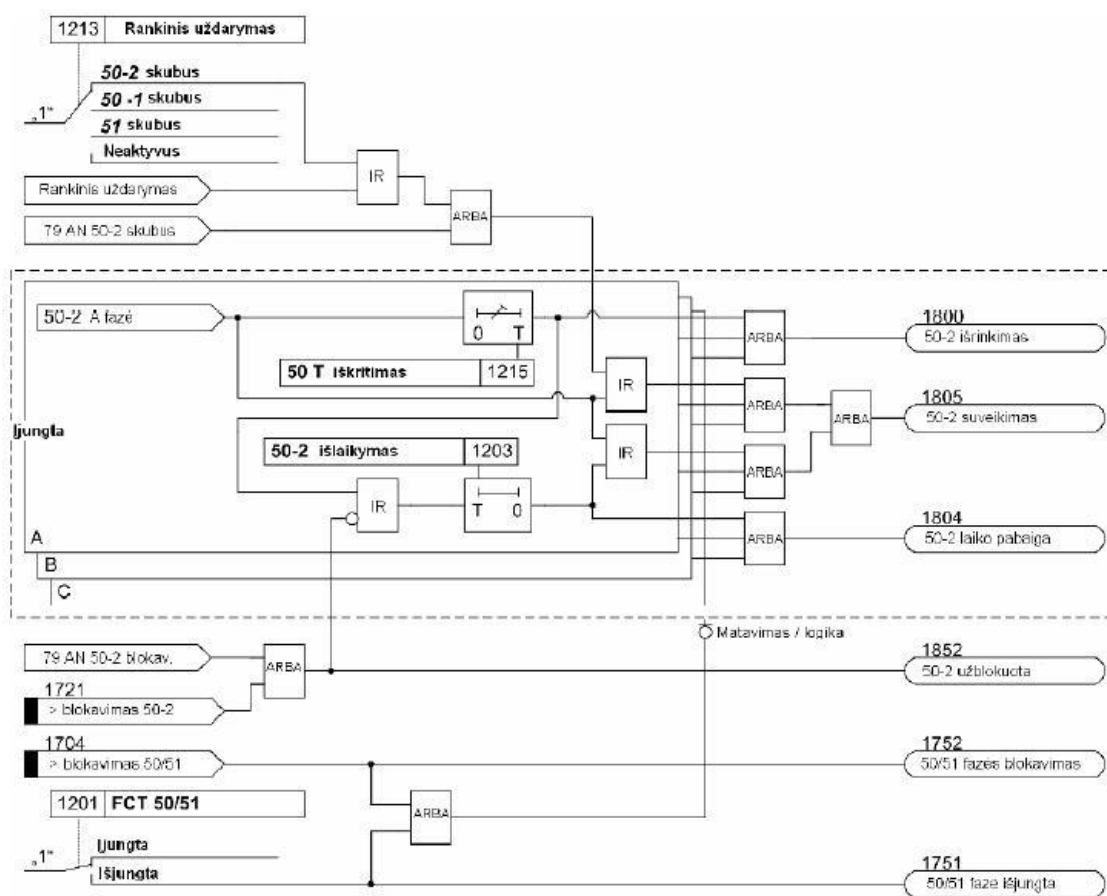
P1. MSA laiko ir srovės charakteristikos

Multifunkcinės relės pagrindinė funkcija MSA su laiko išlaikymu [11] [12]. Ji gali saugoti tiek nuo tarpfazinių TJ, tiek nuo fazių įžemėjimo. MSA suveikimą įtakoja įvairios srovės priklausomybės nuo laiko charakteristikų (priklausoma inversinė, nepriklausoma ir t.t.). Apsauga turi keturis nepriklausomus nuo laiko išlaikymo laiptus (akimirksninio suveikimo laiptai su papildomu laiko žymekliu) ir du srovės priklausomybės nuo laiko laiptus su inversine charakteristika. Su nepriklausomu nuo laiko išlaikymu išskirstomi į du laiptus nuo tarpfazinio pažeidimo ir žymimi 50-2 ir 50-1, o du laiptai nuo įžemėjimo žymimi 50N-2 ir 50N1. Kitos apsaugos su priklausoma nuo laiko charakteristika: tarpfazinių pažeidimų žymimi 51 ir įžemėjimo žymimi 51N laiptai.

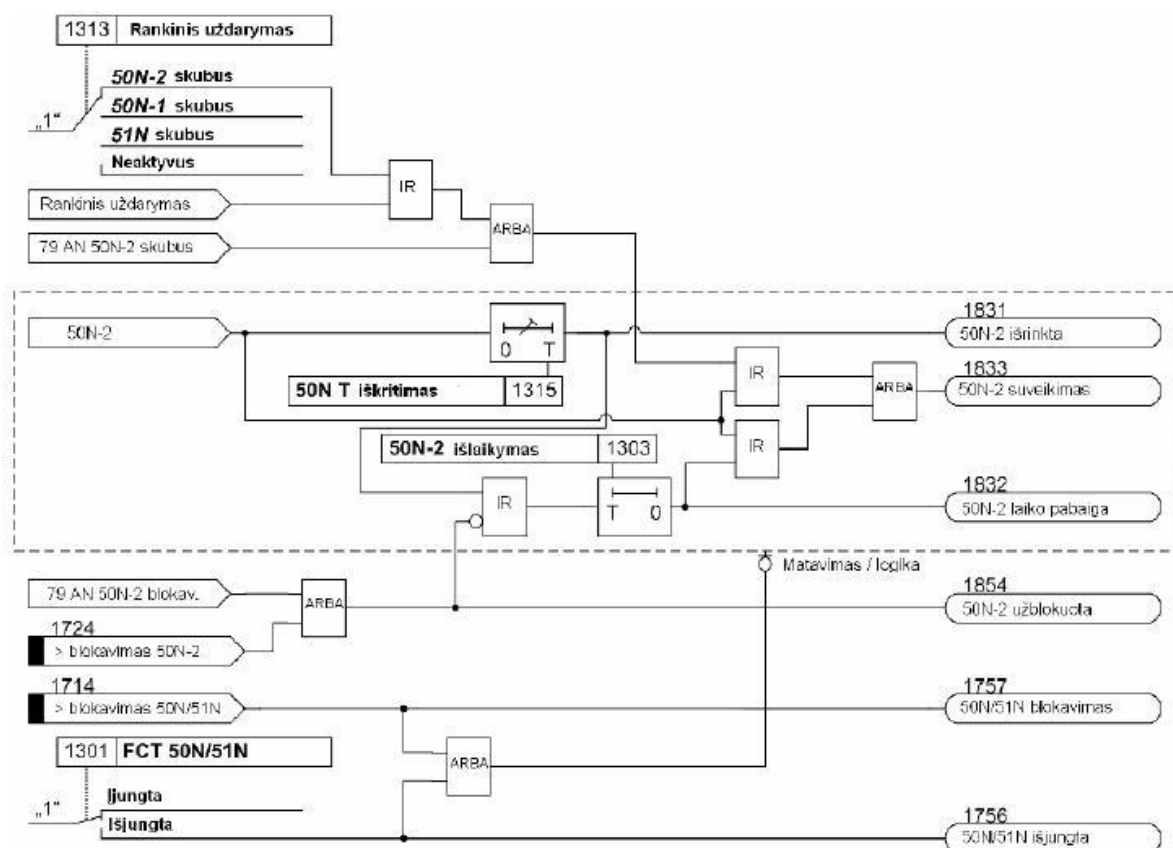
Visi apsaugos nuo srovės laiptai gali būti blokuojami veikiant vidinius relės dvejetainių signalų įėjimus. Relės suveikimo laiptai tampa vėl aktyvūs išnykus blokuojančiam signalui. Galima naudoti rankinio įjungimo režimą. Tai sumažina pažeidimo likvidavimo laiką kartu ir apsaugos suveikimo laiką. Šiuo atveju, gavus vidinį valdančio rakto impulsą, vieno iš trijų laiptų nuo tarpfazinio pažeidimo ar nuo įžemėjimo, laiko išlaikymas gali būti atjungtas, todėl apsauga suveikia po minimalaus laiko išlaikymo. Toks laiko išlaikymo atjungimo impulsas paprastai trunka apie 300 ms. Apsaugos suveikimo nuostatai ir laiko išlaikymai gali būti lengvai pritaikyti prie sistemos reikalavimų pasitelkiant srovės užgrubinimo funkciją įrenginio įjungimo metu.

MSA su nepriklausomu laiko išlaikymu (50, 50N). Fazinių srovių ir nulinės sekos srovės reikšmės atskirai palyginamos su 50-2 ir 50N-2 laiptų suveikimo nustatymais.

Signalizacija atsiranda jeigu atitinkamas dydis viršija tam tikrą nuostatą. Praėjus *50-2 išlaikymo* ir *50N-2 išlaikymo* laiko delšai (laiko išlaikymą pasirenka pats vartotojas) atsiranda relės suveikimo signalas. Signalai yra atskiri kiekvienam elementui. Iškritimo dydis apytiksliai lygus 95 % išrinkimo vertės srovėms didesnėms už 0,3 Inom. Relės suveikimo išrinkimas gali būti stabilizuojamas atitinkamai nustačius *1215 50 iškritimo* ar *1315 50N iškritimo laikus*. Šis laiko išlaikymas aktyvuojamas ir išlaikomas relės suveikimo padėtyje jeigu srovė nukrenta žemiau suveikimo slenksčio. Ši funkcija neatsijungia akimirksniu. Tuo tarpu veikia relės suveikimo laiko išlaikymas *50-2 išlaikymas* P1.1 pav. ir *50N-2 išlaikymas* P1.2 pav.



P1.1 pav. Srovės apsaugos 50-2 elementų loginė schema.



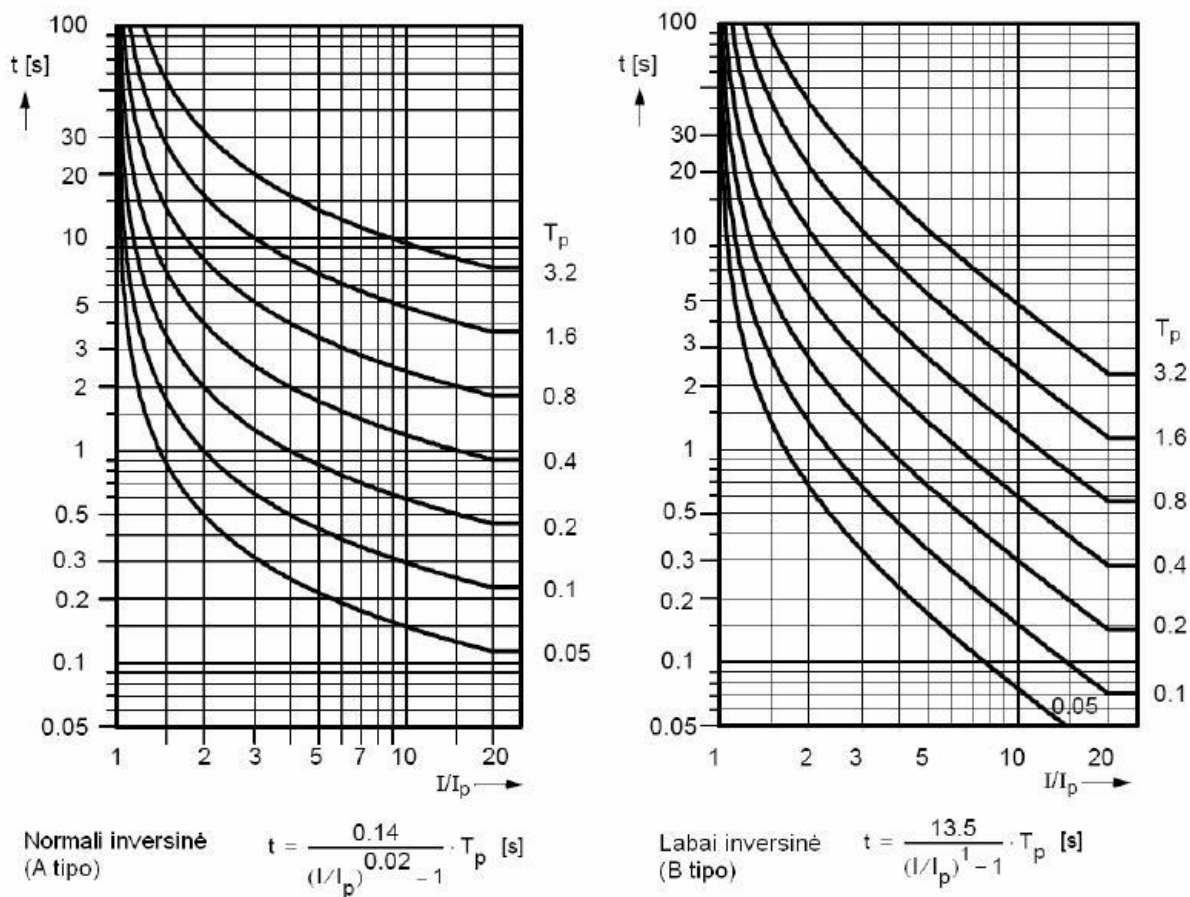
P1.2 pav. Įžemėjimo srovės apsaugos 50N-2 loginė schema

Relės išrinkimas signalizuojamas kaip *išjungtas* praėjus iškritimo laikui ir apsaugai nesuveikus. Apsaugos suveikimo delsos laikas pereina į pradinę būseną nebent buvo viršytas relės išrinkimo slenkstis. Tuo tarpu vis dar aktyvus relės suveikimo išlaikymo laikas. Apsauga suveiks pasibaigus šiam laikui ir srovei vis dar viršijant suveikimo slenkstį. Taip pat ji suveiks iškart viršijus srovės slenkstį pasibaigus apsaugos suveikimo išlaikymo laikui, bet vis dar aktyviam relės iškritimo laikui. Šie elementai gali būti blokuojami esant aktyviai automatinio nutraukimo funkcijai (79AN 50-2).

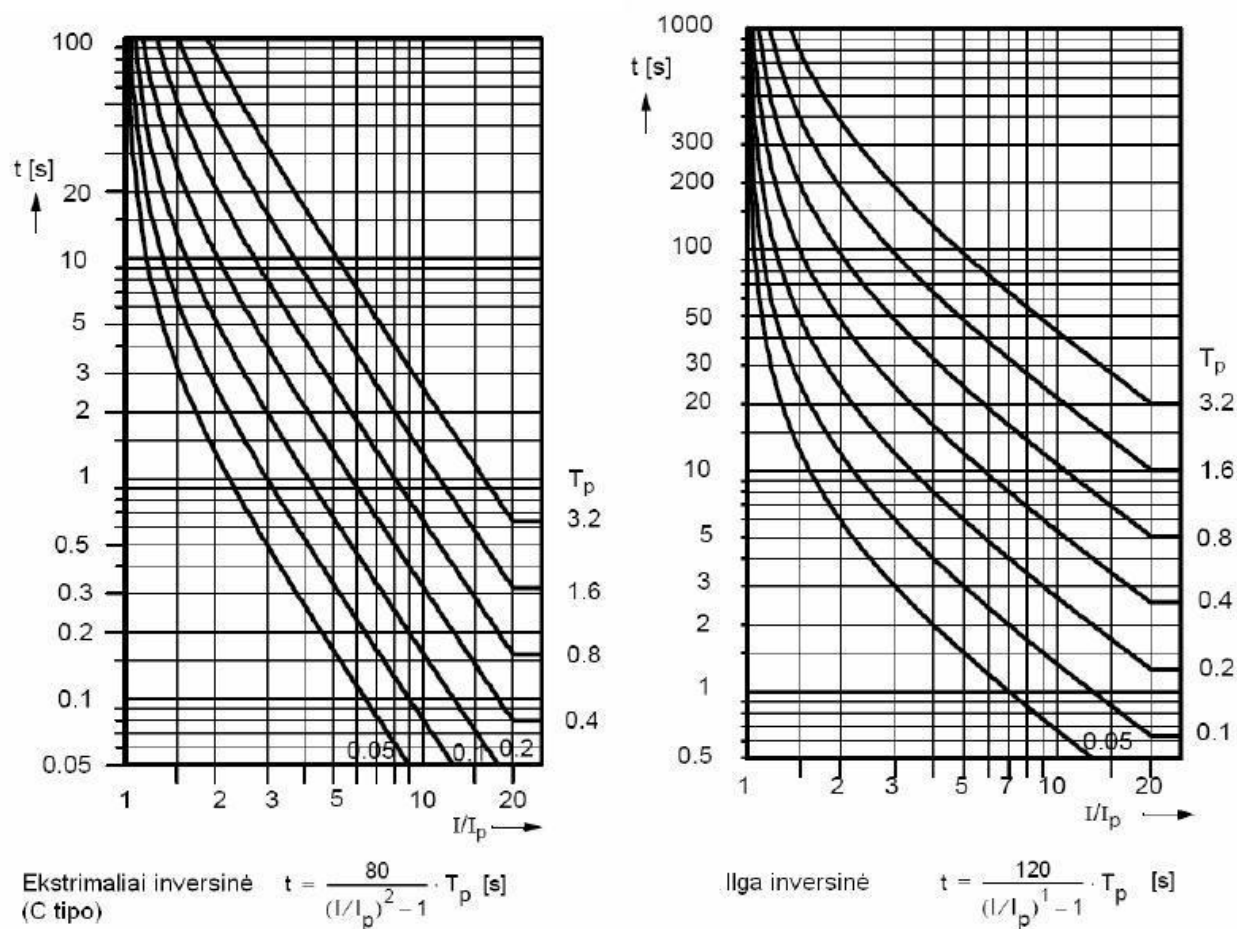
Esant aktyviam rankinio uždarymo parametru *50-2 greitas* ir *50N-2 greitas* apsauga suveiks iškart, kai tik atsiras apsaugos išrinkimo sąlygos.

Maksimalios srovės apsauga su priklausomu laiko išlaikymu (51, 51N). Priklausomai nuo relės modelio laiko išlaikymo charakteristikos gali atitikti IEC ar ANSI standartus. Taip pat laiptų suveikimą galima parinkti pagal savo nuožiūrą nustatytą charakteristiką. Be jų taip pat naudojami individualūs apsaugos suveikimo slenkščiai, laiko išlaikymai ir laiko koeficientai. P1.3 pav. pateiktos srovės priklausomybės nuo laiko charakteristikos, atitinkančios IEC standartą, pagal

kurias suveikia apsauga [11]. Šiame paveikslėlyje pateiktos normali ir labai inversinės charakteristikos.

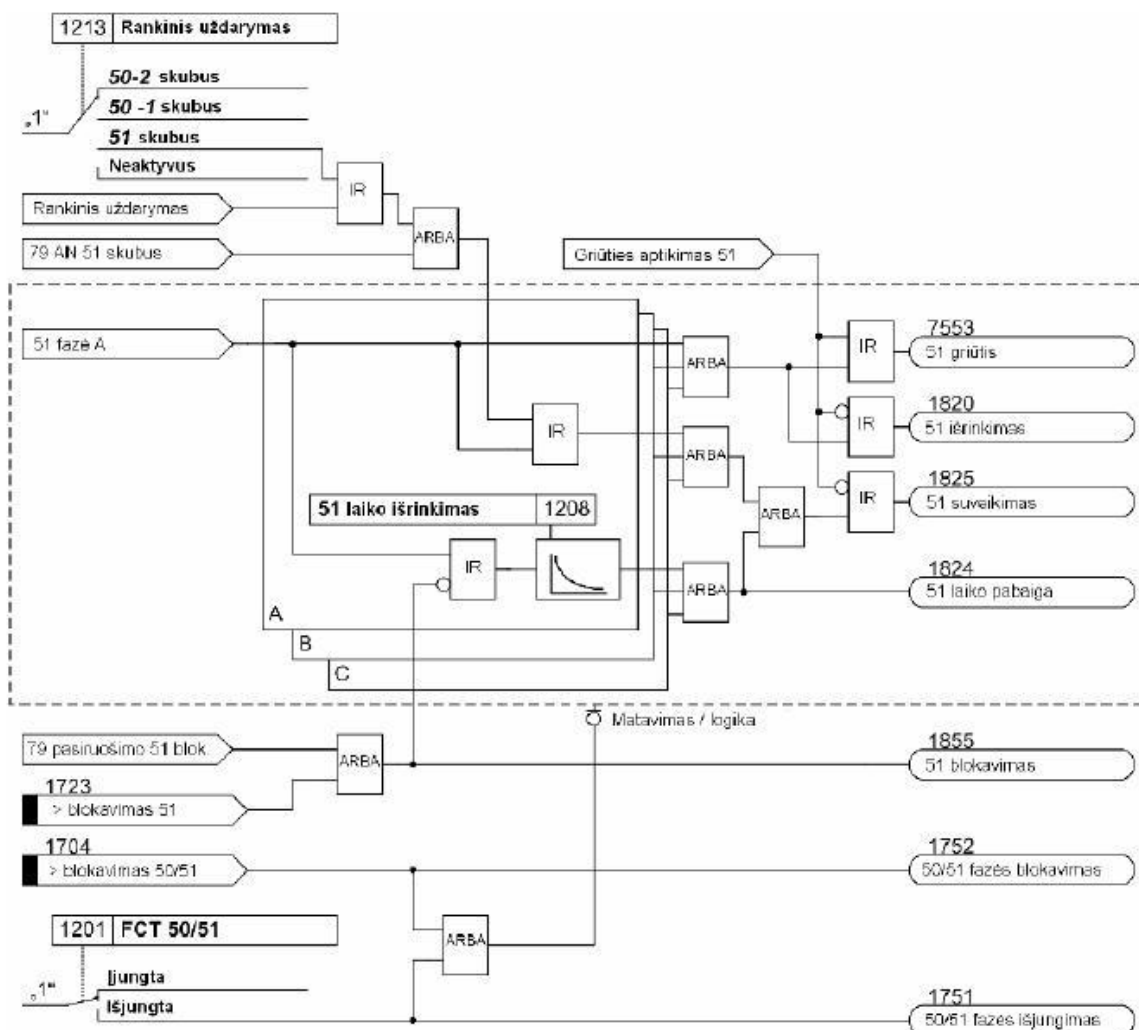


P1.3 pav. Maksimalios srovės priklausomybės nuo laiko charakteristikos atitinkančios IEC

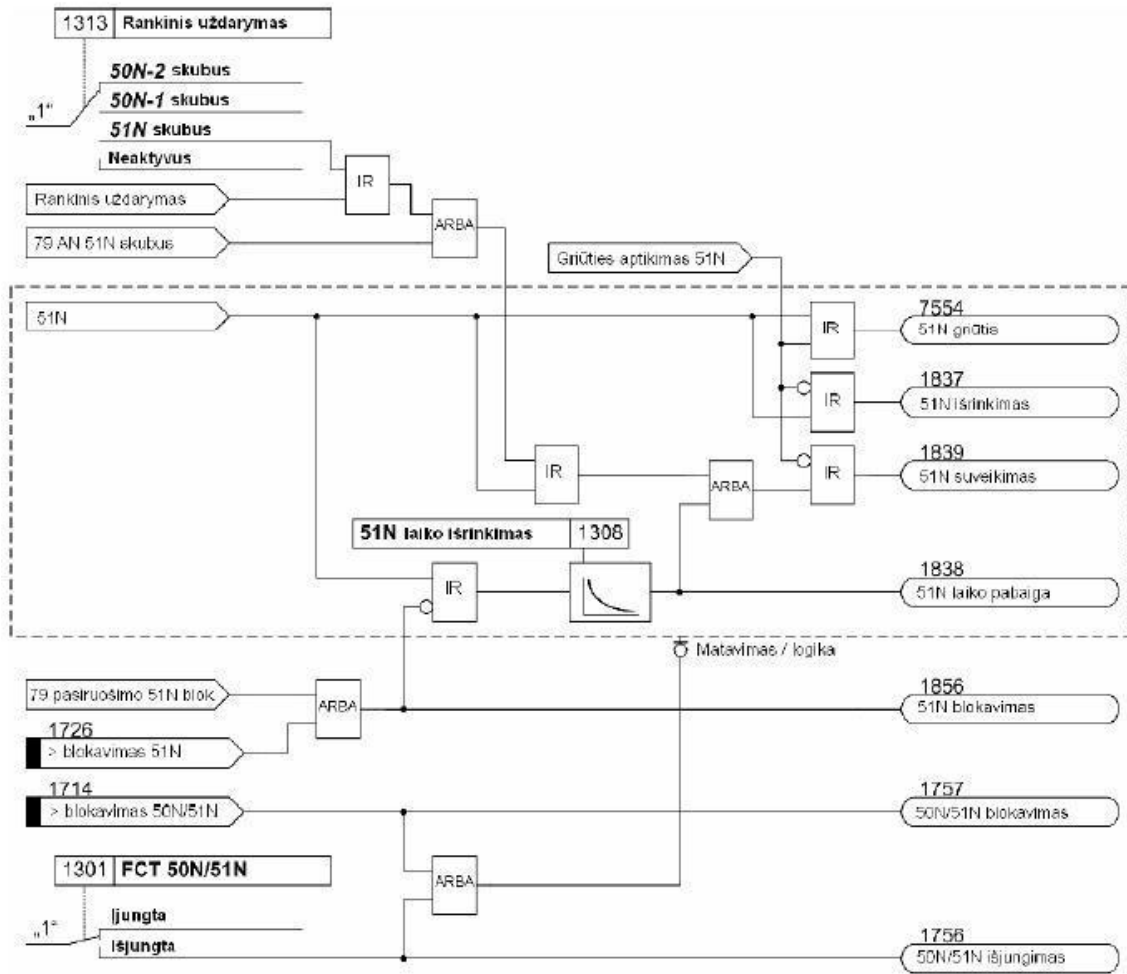


P1.4 pav. Maksimalios srovės priklausomybės nuo laiko charakteristikos atitinkančios IEC

P1.4 pav. pateiktos ekstremaliai ir ilgai inversinės maksimalios srovės priklausomybės nuo laiko charakteristikos. Laiko paskaičiavimas kiekvienai charakteristikai atliekamas pagal skirtingas formules. Jos surašytos po kiekviena charakteristiką. Ten t – atjungimo laikas, s; T_p – laiko daugiklio koeficientas; I – pažeidimo srovė; I_p – srovės dydis nuo kurio suveikia apsauga. Apsaugos laiptų charakteristikos parenkamos nepriklausomai viena nuo kitos. Čia taip pat atskirai palyginamos fazinės ir nulinės sekos srovės su nustatyta apsaugos verte. Jeigu srovė didesnė už nustatyta srovę 1,1 karto, tai įvyksta relės suveikimas. Apie tai išvedama informacija į skystųjų kristalų ekraną. 51 ir 51N apsaugos laiptų suveikimas pagrįstas esamos pagrindinės harmonikos matavimu. Po apsaugos laiptų suveikimo seka atjungimo signalo išlaikymas. Tai atlieka skaitmeninės relės logika.



P1.5 pav. Maksimalios srovės apsaugos su priklausoma laikine charakteristika loginė schema.



P1.6 pav. Maksimalios įžemėjimo srovės apsaugos su priklausoma laikine charakteristika loginė schema.