

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Raimondas Linkus

ĮTAMPOS TRŪKIŲ IR KRYČIŲ SUKELTŲ
NUOSTOLIŲ PRAMONĖS IR KOMERCIJOS
ĮMONĖSE TYRIMAS
Magistro darbas

ŠIAULIAI, 2004

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

doc. dr. T. Šimkevičius

2004 06

Raimondas Linkus

ĮTAMPOS TRŪKIŲ IR KRYČIŲ SUKELTŲ
NUOSTOLIŲ PRAMONĖS IR KOMERCIJOS
ĮMONĖSE TYRIMAS
Magistro darbas

Recenzentas

doc. dr. L.Buivis

2004 06

Vadovas

KTU elektrotechnikos ir
automatikos fakulteto
elektros sistemų katedros
doc. dr. Enrikas Nevardauskas.

2004 06

Atliko

EM2 gr.stud.
R.Linkus

2004 06 07

ŠIAULIAI, 2004

Santrauka

**R. Linkus. Įtampos trūkių ir kryčių sukeltų nuostolių pramonės
ir komercijos įmonėse tyrimas. Magistro darbas.**

Vadovas doc. E. V. Nevardauskas. ŠU. Šiauliai. 2004 m.

Šiame darbe nagrinėjami įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai įmonėms, ieškoma būdų išvengti įtampos trūkių ir kryčių, pagerinti elektros energijos kokybę. Pateikiami įtampos trūkių ir kryčių sukeltų nuostolių grafikai. Pasiūlomi būdai kaip išvengti šių nuostolių. Pateikiamas pavyzdys kaip reikia užtikrinti patikimą elektros energijos tiekimą be įtampos trūkių ir kryčių.

SUMARRY

R. Linkus. The research on the damage of the sags and the dips of the voltage to concerns of the industry and commerce. Master thesis of Energetics engineer/research advisor doc. E. V. Nevardauskas. Siauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department.- Šiauliai, 2004.

The theme of Master project of Energetics engineer is to analyze the damage of the sags and the dips of the voltage to going concerns, to find the ways of avoiding the sags and the dips of the voltage and to improve the quality of the electric power. The graphs which are included show the sags and the dips of the voltage. Some of the ways to avoid it are included also. An example introduces the best way how to supply the electric power without the sags and the dips of it.

Turinys

Grafikų sąrašas	6
Paveikslų sąrašas	7
Įžanga. Ypatingoji elektros prigimtis	8
1. Tiekiamosios įtampos charakteristikos	10
1.1 Tinklo dažnis	10
1.2 Tiekiamosios įtampos vertė	10
1.3 Tiekiamosios įtampos kitimas	10
1.4 Staigieji įtampos pokyčiai	11
1.4.1 Staigiųjų įtampos pokyčių dydis	11
1.4.2 Mirgėjimo aštrumas	11
1.5 Staigieji įtampos kryčiai	11
1.6 Trumpieji tiekiamosios įtampos pertrūkiai	12
1.7 Ilgieji tiekiamosios įtampos pertrūkiai	12
1.8 Laikinieji pramoninio dažnio viršįtampiai tarp laidininkų ir žemės	12
1.9 Pereinamieji viršįtampiai tarp laidininkų ir žemės	13
1.10 Tiekiamosios įtampos nesimetrija	13
1.11 Harmoninė įtampa	13
1.12 Neharmoninė įtampa	14
2. Įtampos kryčiai ir trūkiai, ir jų išvengimas	15
3. Įtampos kryčiai ir trūkiai Šiaulių skirstomajame tinkle	18
4. Vartotojams sukelti nuostoliai dėl įtampos trūkių bei kryčių	19
5. Įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai Šiaulių įmonėms.	25
5.1 Įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai UAB „Šiaulių vandenys“ valymo įrenginiams.	25
5.2 Įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai AB „Šiaulių energija“.	27
5.3 Įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai UAB „Norfos mažmena“.	29
5.4 Įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai UAB „Šiaulių Tauro televizoriai“.	30
6. Įtampos trūkių ir kryčių išvengimo būdai	31
6.1 Skirstomojo tinklo rekonstrukcija	31
6.2 Įmonių vidaus tinklo rekonstrukcija	35
Išvados	41
Literatūra	42
Priedai	43

GRAFIKŲ SĄRAŠAS

1. AB "Venta" vidutiniai nuostoliai	22
2. Nuostoliai nuotekų valymo įrenginiams	25
3. Nuostoliai perpumpavimo stotelėms	26
4. Nuostoliai AB "Šiaulių energija" žiemos sezonu	28
5. Nuostoliai AB "Šiaulių energija" vasaros sezonu	28
6. Nuostoliai prekybos centre	29
7. Nuostoliai UAB „Šiaulių Tauro televizoriai“	31

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1. Įtampos kryčio kreivė	15
2. Įtampos stabilizatoriaus schema	15
3. Įtampos stabilizatorius	16
4. Įtampos kreivė be įtampos kryčių ir trūkių	16
5. Svarbaus objekto maitinimo schema	17
6. SP-13 principinė schema.	20
7. TR-8 principinė schema.	21
8. AB „Venta“ maitinimo schema.	22
9. TR-187 principinė schema.	23
10. Ligoninės maitinimo schema.	24
11. Plieninė atrama su pakabinamais izoliatoriais	33
12. Programuojama relė	34
13. Nauji narveliai	34
14. Kintamos įtampos kontrolės skydas	35
15. Akumuliatoriai	35
16. SP-35 schema	37
17. Šiaulių aerouosto maitinimo schema	37
18. Transformatorinė	38
19. Įtampos kontrolės panelė	38
20. 24V akumuliatoriai	38
21. Inverteris	39
22. Generatoriaus kairė pusė	39
23. Generatoriaus dešinė pusė	40

Ižanga. Ypatingoji elektros prigimtis

Elektra - tai ypatingai lanksti ir pritaikoma energijos rūšis. Ji paverčiama ir vartojama įvairiomis energijos formomis: šilumos, šviesos, mechaninės energijos ir įvairiomis elektromagnetinėmis, elektroninėmis, akustinėmis ir vizualiomis formomis, sudarančiomis šiuolaikinių telekomunikacijų, informacijos technologijų ir pramogų srities pagrindą.

Pas vartotojus patekusi elektra turi keletą besiskiriančių tarpusavyje charakteristikų, nuo kurių priklauso elektros nauda vartotojui. Atsižvelgiant į elektros panaudojimą, pageidautina, kad tiekiamoji įtampa kistų pastoviu dažniu, būtų tobulo sinusinio pavidalo ir pastovios amplitudės. Praktikoje nuo tokio modelio nutolstama dėl įvairių priežasčių. Gaminių, kurie skiriasi nuo normalaus produkto, taikymas yra pagrindinis tokių „charakteristikų“ kitimo faktorius.

Dėl energijos srauto į vartotojo prietaisus susidaro elektros srovės, kurios yra mažiau ar daugiau proporcingos vartotojų poreikiams. Kai šios srovės teka per elektros skirstomojo tinklo laidininkus, jos sukelia įtampos kritimus. Individualiam vartotojui tiekiamosios įtampos dydis bet kuriuo momentu yra įtampos kritimų, veikiančių visus tiekimo sistemos komponentus, sumos funkcija. Šį dydį apibūdina ir individualus vartotojo poreikis ir tuo pačiu metu egzistuojantys visų kitų vartotojų poreikiai. Kadangi kiekvieno vartotojo poreikiai keičiasi, atsiranda kelių vartotojų poreikių atsitiktiniai deriniai, veikiantys taip, kad tiekiamoji įtampa irgi kinta. Vartotojas yra ekonomiškai suinteresuotas tuo, kad įtampa būtų pastovi, nekistų, nebūtų įtampos kričių, trūkių, viršįtampių.

Elektra pasiekia vartotoją per generavimo, perdavimo ir skirstomuosius tinklus. Bet kuris tinklų elementas nėra apsaugotas nuo elektrinių, mechaninių ar cheminių jėgų sukeltų pažeidimų, kurios susidaro dėl įvairių priežasčių, įskaitant ypatingas oro sąlygas, įprastinius susidėvėjimo procesus ar pažeidas dėl ilgalaikio naudojimo, žmogaus veiklos, paukščių ir gyvūnų įsikišimo. Tokia žala gali stipriai paveikti ar net nutraukti elektros tiekimą vienam ar keliems vartotojams.

Tolygus dažnis reikalauja, kad nenutrūkstamas generavimo galios kiekis kas akimirką susiderintų su besikeičiančia suminės apkrovos paklausa. Kadangi generavimo galia ir apkrovos paklausa yra linkusios keistis diskretiniais dydžiais, ypač dėl generavimo, perdavimo ar skirstomųjų tinklų avarijų, visada yra paklaidos rizika, verčianti dažnį didėti ar mažėti. Tokią riziką mažinama elektros tinklų jungimas į vieną didelę, tarpusavyje sujungtą

sistemą, kurios generavimo galia labai dideliu patikimumu atitinka galinčius įvykti pasikeitimus.

Dar yra keletas kitų charakteristikų, trukdančių arba gadinančių vartotojo įrangą ar net veikiančių patį vartotoją. Tokias trukdančias savybes pačiame skirstomajame tinkle sukelia neišvengiami pereinamieji vyksmai, kilę dėl avarijų, įrenginių perjungimo arba dėl atmosferos reiškinių (žaibo). Kitos savybės, žinoma, atsiranda dėl įvairaus elektros naudojimo, tiesiogiai keičiančio tobulą įtampos kreivės formą arba papildomai pridedant perduodamą signalizavimo įtampą. Greta didėjančio skaičiaus trukdantį poveikį turinčios šiuolaikinės įrangos, auga ir jautrios tokiems trikdžiams įrangos skaičius.

Viena iš ypatingųjų elektros savybių yra ta, kad kai kurios elektros kokybės charakteristikos labiau priklauso nuo jos vartotojo negu nuo gamintojo ar tiekėjo. Todėl, siekiant išlaikyti reikiamą elektros kokybę, vartotojas kartu su tiekėju yra pagrindiniai partneriai.

1. Tiekiamosios įtampos charakteristikos

1.1 Tinklo dažnis

Vardinis tiekiamosios įtampos dažnis turi būti 50 Hz. Įprastinėmis veikos sąlygomis vidutinis pagrindinės harmonikos dažnis per 10 s turi būti:

- sinchroniškai su jungtine sistema sujungtų sistemų:

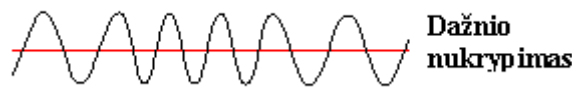
50 Hz \pm 1 % (t.y. 49,5 ... 50,5 Hz) 99,5 % per metus,

50 Hz + 4 % / -6 % (t.y. 47 ... 52 Hz) 100 % visą laiką;

- su jungtine sistema sinchroniškai nesujungtų sistemų (pvz., kai kurios salų tiekimo sistemos)

50 Hz \pm 2 % (t.y. 49 ... 51 Hz) 95 % per savaitę,

50 Hz \pm 15 % (t.y. 42,5 ... 57,5 Hz) 100 % visą laiką.



1.2 Tiekiamosios įtampos vertė

Standartinė vardinė žemoji įtampa U_n yra:

- keturlaidėje trijų fazių sistemoje:

$U_n=230$ V tarp fazės ir neutralės,

- trilaidėje trijų fazių sistemoje:

$U_n= 230$ V tarp fazių.

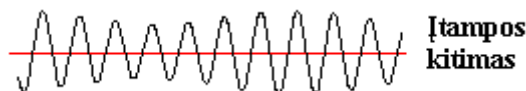
1.3 Tiekiamosios įtampos kitimas

normaliomis veikimo, išskyrus pažaidų ar įtampos pertrūkių būsenas, sąlygomis:

- kiekvienos savaitės visų 10 min. trukmės intervalų tiekiamosios įtampos vidutinių kvadratinių verčių 95 % vidurkių turi būti $U_n \pm 10$ % srities ribose;

- visi 10 min. trukmės intervalų tiekiamosios įtampos vidutinių kvadratinų verčių vidurkiai turi būti $U_N + 10\%$ / -15% srities ribose.

Kai elektra tiekama į tolimas vietas ilgomis linijomis, įtampa gali viršyti $U_n + 10\%$ / -15% srities ribas. Vartotojai apie tai turi būti informuoti.



1.4 Staigieji įtampos pokyčiai

1.4.1 Staigiųjų įtampos pokyčių dydis

Staigiųjų tiekiamosios įtampos pokyčių įprastinė priežastis yra arba apkrovų pokyčiai vartotojų įrenginiuose arba tinklo perjungimai.

Įprastinėmis veikos sąlygomis staigieji įtampos pokyčiai paprastai neviršija 5% U_n , tačiau keletą kartų per dieną, tam tikrais atvejais gali viršyti 10% U_n .

1.4.2 Mirgėjimo aštrumas

Įprastinėmis veikos sąlygomis 95% savaitės trukmės ilgalaikio mirgėjimo aštrumas, atsiradęs dėl įtampos svyravimų, turi būti $P_{lt} \leq 1$.

Reakcija į mirgėjimą yra subjektyvi ir skiriasi priklausomai nuo mirgėjimo atsiradimo priežasties bei trukmės. Kai kuriais atvejais, kai $P_{lt} = 1$, gali prasidėti akių dirginimas, tuo tarpu kitais atvejais, net jei P_{lt} didesnis, dirginimo nebūna.

1.5 Staigieji įtampos kryčiai

Staigiuosius įtampos kryčius paprastai sukelia pažaidos, atsirandančios vartotojo įrenginiuose arba bendrame skirstomajame tinkle. Kryčiai nenuspėjami, dažnai įvyksta staiga. Per metus kryčių pasikartojimo skaičius gali labai skirtis, tai priklauso nuo skirstomojo tinklo rūšies ir stebėjimo taško. Dar daugiau, jų pasiskirstymas per metus gali būti labai netolygus.

Orientacinės vertės

Įprastinėmis veikos sąlygomis tikėtinų įtampos kryžių skaičius per metus gali būti nuo kelių dešimčių iki vieno tūkstančio. Daugumos įtampos kryžių trukmė mažesnė nei 1 s ir vertė mažesnė nei 60 %. Tačiau kartais gali atsirasti didesnių ir ilgesnių kryžių. Kai kuriose vietose,



jungiant apkrovas, galimi dažni kryžiai nuo 10 % iki 15 % U_n .

1.6 Trumpieji tiekiamosios įtampos pertrūkiai

Įprastinėmis veikos sąlygomis trumpųjų įtampos pertrūkių skaičius svyruoja nuo kelių dešimčių iki kelių šimtų per metus. Maždaug 70 % trumpųjų pertrūkių trukmė gali Kai kuriuose dokumentuose trumpaisiais vadinami mažiau nei vieną sekundę trunkantys įtampos pertrūkiai. Tačiau kartais, siekiant išvengti ilgųjų įtampos pertrūkių, taikomos valdymo schemos, kurių veikos trukmės viršija tris minutes.

1.7 Ilgieji tiekiamosios įtampos pertrūkiai

Avarinius pertrūkius paprastai sukelia išoriniai veiksniai arba įvykiai, kurių tiekėjas negali numatyti, todėl neįmanoma nustatyti tipinių metinio pasikartojimų skaičiaus ir trukmės verčių. Taip yra dėl įvairiose šalyse esančių skirtingų tinklų konfigūracijų bei struktūrų, dėl nenusipėjamų trečiųjų šalių ir oro sąlygų poveikių bei reiškinių.

Įprastinėmis veikos sąlygomis ilgesnių nei trys minutės įtampos pertrūkių skaičius gali būti iki 10 arba iki 50 per metus, priklausomai nuo regiono.

Orientacinės vertės neapima **planinių pertrūkių**, kadangi apie juos pranešama iš anksto.

1.8 Laikinieji pramoninio dažnio viršįtampiai tarp laidininkų ir žemės

Laikinieji pramoninio dažnio viršįtampiai atsiranda dėl pažaidų bendruose skirstomuosiuose tinkluose arba vartotojo įrenginiuose ir išnyksta pašalinus pažaidą. Paprastai viršįtampis pasiekia linijinės įtampos vertę pasislinkus neutralės taškui trifazėje sistemoje.

Tam tikromis aplinkybėmis dėl pažaidų transformatoriaus aukštosios įtampos pusėje susidaro laikinieji viršįtampiai žemosios įtampos pusėje ir tęsiasi tol, kol teka pažaidos srovė. Tokių viršįtampių vidutinė kvadratinė vertė paprastai neviršija 1,5 kV.

1.9 Pereinamieji viršįtampiai tarp laidininkų ir žemės

Pereinamųjų viršįtampių amplitudės smailė paprastai neviršija 6 kV, tačiau kartais gali būti ir didesnė. Impulso kilimo trukmė keičiasi plačiame intervale nuo milisekundžių iki mažiau nei vienos mikrosekundės.

Pereinamojo viršįtamčio energija priklauso nuo jo atsiradimo kilmės. Žaibo sukeltas viršįtampis paprastai būna didesnės amplitudės bet mažesnės energijos nei komutacinis viršįtampis, nes pastarasis paprastai trunka ilgiau. Vartotojo įrenginiuose apsaugos nuo viršįtampių priemonės turi būti parinktos taip, kad atitiktų didesnės energijos komutacinių viršįtampių reikalavimus. Jos turi tikti ir žaibo ir komutaciniams viršįtampiams.

1.10 Tiekiamosios įtampos nesimetrija

Įprastinėmis veikos sąlygomis kiekvienos savaitės visų 10 min. trukmės intervalų atvirkštinės fazių sekos sando vidutinių kvadratinių verčių 95 % vidurkių turi būti nuo 0 iki 2 % tiesioginės fazių sekos sando vertės srityje. Kai kuriose vietose, kur vartotojo įrenginiai yra iš dalies vienfaziai arba dvifaziai, trifazė įtampos nesimetrija elektros tiekimo taškuose gali pasiekti apie 3 %.

1.11 Harmoninė įtampa

Įprastinėmis veikos sąlygomis kiekvienos savaitės visų 10 min. trukmės intervalų kiekvienos harmonikos vidutinių kvadratinių verčių 95 % vidurkių turi neviršyti 1 lentelėje nurodytų verčių. Rezonansas gali padidinti atskiras harmonines įtampas.

Vis tik tiekiamosios įtampos netiesinis iškreipimų faktorius (NIF, angl. *THD*) turi būti mažesnis arba lygus 8 % (įskaitant visas harmonikas iki 40 eilės).



40 eilės harmonika yra sutartinė riba.

1.12 Neharmoninė įtampa

Neharmoninių įtampų lygis auga naudojant dažnio keitiklius bei panašius valdymo įrenginius. Jų lygiai dar svarstomi, laukiant didesnės patirties.

Tam tikrais atvejais neharmoninės įtampos, net jei jos yra žemo lygio, gali sukelti mirgėjimą arba sutrikdyti valdymo sistemas.

1 lentelė. Iki 25 eilės harmoninių įtampų vertės tiekimo taškuose U_n procentais

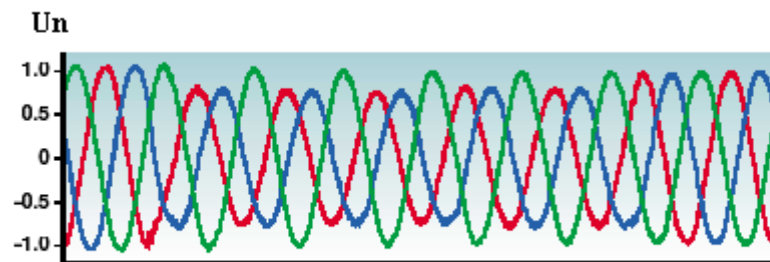
Nelyginės harmonikos				Lyginės harmonikos	
Nekartotinės 3		Kartotinės 3			
Eilė H	Santykinė įtampa, %	Eilė h	Santykinė įtampa, %	Eilė h	Santykinė įtampa, %
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6...24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
23	1,5				
25	1,5				

PASTABA Čia nepateikiamos aukštesnių nei 25 eilės harmoninių įtampų vertės, nes jos paprastai būna mažos ir dėl rezonanso reiškinio sunkiai skaičiuojamos.

2. Įtampos kryčiai ir trūkiai, ir jų išvengimas

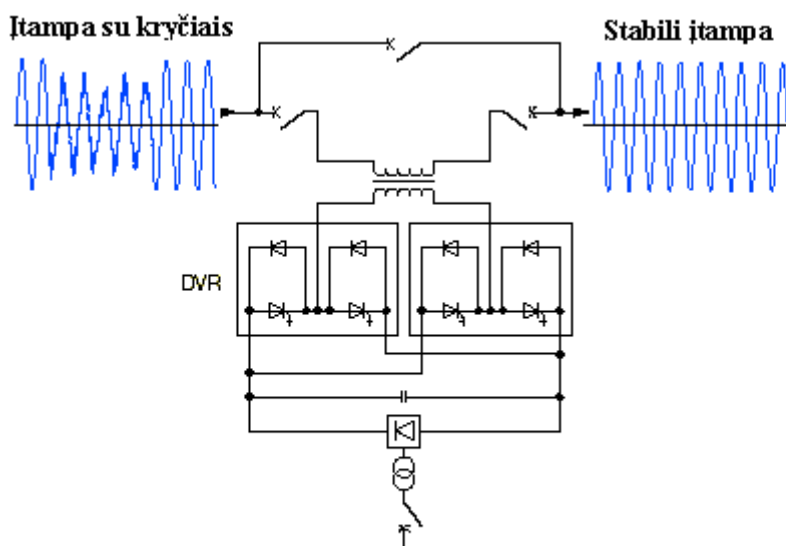
Įtampos kryčiai ir trūkiai vartotojams gali atnešti didelius nuostolius, o dažnai taip ir būna. Vartotojai stengiasi jų išvengti, todėl su tiekėju yra pasirašomos sutartys, kuriose yra išnagrinėjami atvejai kas ir kaip atsakingi už patirta žalą (žiūr. Priedas Nr. 2.), kokie gali būti trūkiai ir kryčiai, kokia jų trukmė. Įvykus pažeidimams numatomos įvairios baudos ir žalos atlyginimas. Įtampos kreivėms nuimti, kryčiams ir trūkiams užfiksuoti yra įvairių prietaisų ir tinklo analizatorių (žiūr. Priedas Nr. 1.).

Vartotojas stengiasi sumažinti ar išvis panaikinti įtampos kryčius ar trūkius. Įvykus įtampos kryčiui kreivė pavaizduota 1 pav.



1 pav. Įtampos krytis

Todėl dideliems vartotojams, kuriems neleistini įtampos trūkiai ir kryčiai tikslinga pasistatyti įrenginį kuris tarsi “suvalgo” įtampos krytį ar trūkį 2 pav., 3 pav.

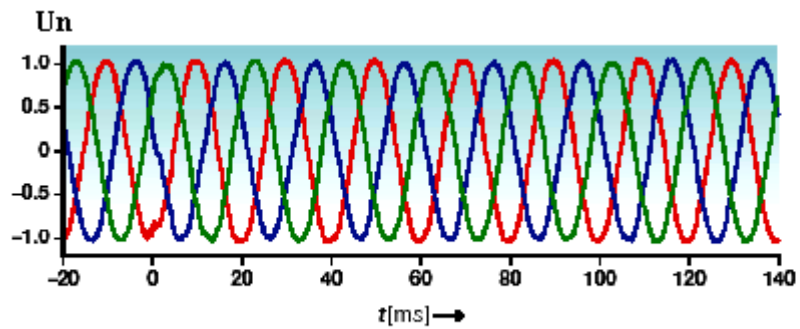


2 pav. Įtampos stabilizatoriaus schema.



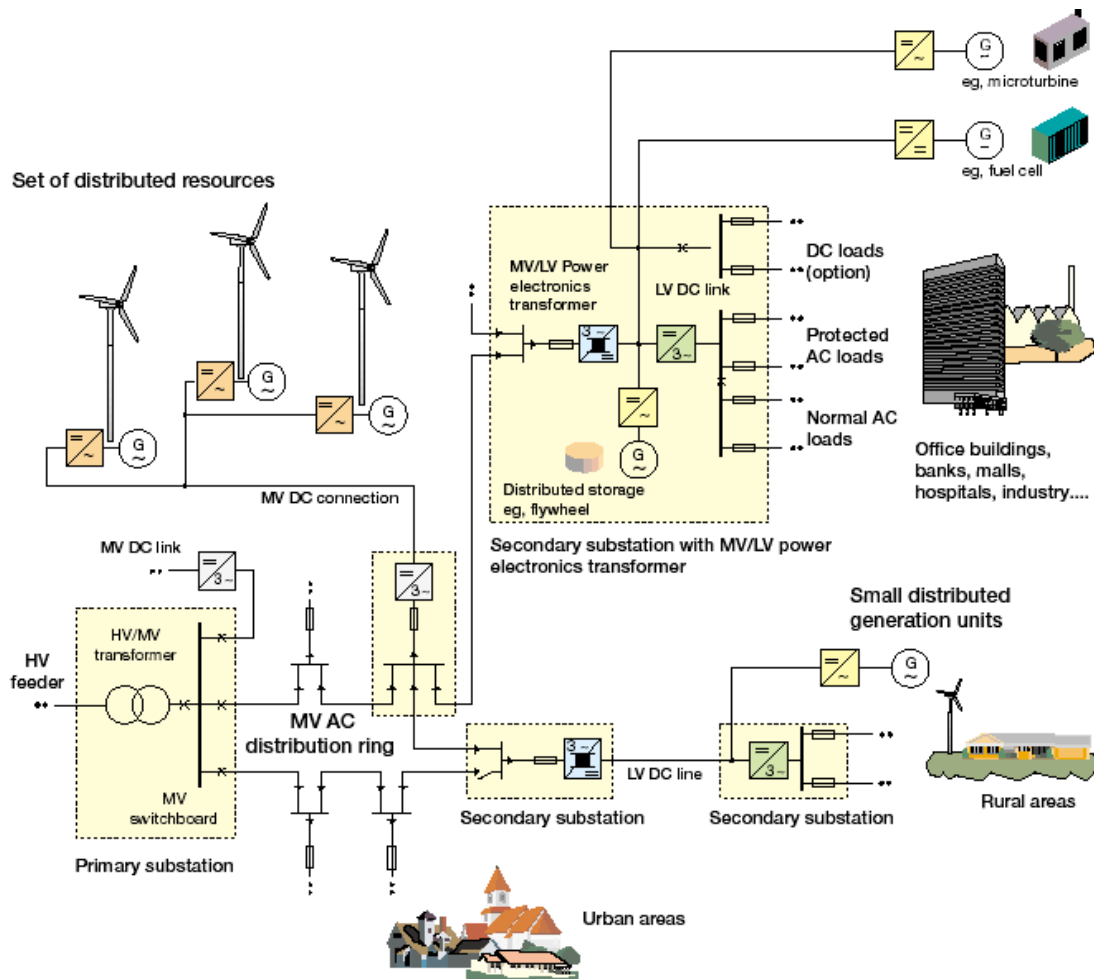
3 pav. Įtampos stabilizatorius.

Kai yra įrengtas šitoks įrenginys įtampos kreivė pavaizduota 4 pav.



4 pav. Įtampos kreivė be trūkių ir kryčių.

Pavyzdžiui kokių ofisų ar bankų, kur yra daug kompiuterinės įrangos, maitinimą galima įrengti taip, kaip pavaizduota 5 pav.



5 pav. Svarbaus objekto maitinimo schema

Pastatas maitinamas iš vienos transformatorines pastotės. Taip pat yra įrengtos vėjo jėgainės, kurios gamina kintamą įtampą, ji paverčiama nuolatine, toliau nuolatinė įtampa perduodama į įtampos keitiklį, kur nuolatinė įtampa pakeičiama į kintamą trifazę įtampą. Na tokiu atveju, jei nebūtų vėjo, tai yra įrengti elektros energijos generatorius ir kuro celė. Tokiu būdu yra užtikrinama įtampa be trūkių, kryčių.

3. Įtampos kryčiai ir trūkiai Šiaulių skirstomajame tinkle

Šiaulių skirstomasis tinklas yra senas, bet šiuo metu vyksta rekonstrukcija. Įranga pasenusi, netobula. Šiaulių skyriuje yra 9 rajoninės pastotės (330/110/10 kV Šiaulių FTP; 110/35/10 kV Rėkyvos FTP; 110/10 kV Gubernijos FTP; Zoknių FTP; Dainų FTP; Bubių FTP; Meškuičių FTP; 35/10 kV Pakapės FTP; Bačiūnų FTP), 41 skirstomasis punktas ir 755 pastotės. Šiaulių skirstomajame tinkle įtampos trūkiai ir kričiai gana dažnas reiškinys. Jie atsiranda dėl gedimų Perdavimo tinkle, pastotėse, oro linijose, kabelinėse linijose. Šiaulių skirstomasis 10 kV kabelinis tinklas dirba traukto žiedo režime, o 10 kV oro linijose kai kur yra žiedai, o kai kur jų nėra. Beveik visos rajoninės pastotės turi maitinimą bent iš dviejų linijų, taip pat ir skirstomieji punktai. Nutrukus maitinimui iš vienos pusės suveikia sekcijinio jungtuvo ARI (automatinio rezervo įvedimas). Tuo metu įvyksta įtampos trūkis. Taip pat įtampos trūkiai atsiranda dėl sutrikimų Perdavimo tinkle, tai yra dėl AKĮ suveikimo ir dėl ARI suveikimo. Įvykus trumpam jungimui atsijungia jungtuvas ir bandoma vėl sujungti (daromas AKĮ) dažnai jis būna sėkmingas, nes atsijungus jungtuvai dažnai gedimas pasišalina (pvz. vėjui sulietus du laidus kai išjungžiama įtampa jie vėl atsiskiria). Jei AKĮ nesėkmingas atsijungia jungtuvas ir tada suveikia automatinio rezervo įvedimas ARI, tuo metu vėl įvyksta įtampos trūkis. Įvykus trumpam jungimui įvyksta įtampos kritis, jis trunka tol, kol atsijungia užtrumpinta tinklo dalis.

Taip pat įtampos kritis ar trūkis gali įvykti dėl darbuotojų padarytų klaidų, kurios padaromos per neapdairumą, išsiblašymą ar dėl informacijos stokos. Pavyzdžiui, Zoknių rajoninėje pastotėje 2003-10-02 dėl gedimo perdavimo tinkle dingo maitinimas iš linijos Meškuičiai – Šiauliai nesuveikė Zoknių FTP sekcijinio jungtuvo ARI, „užgeso pirma šynų sekcija, tuo pačių ir savų reikalų transformatorius SRT, todėl neliko signalų iš abiejų šynų sekcijų. Kitaip tariant atrodė kaip būtų atsijungę abu įvadai. Nuvykę darbuotojai į pastotę pirmiausiai priėjo prie antrojo įvadinio jungtuvo, pabandė jį sujungti, nepavyko, nes jis buvo sujungtas. Darbuotojai pagalvojo, kad įjungimas užblokuotas, todėl jie paspaudė išjungimą, o tada įjungimą. Trumpam buvo atjungta ir įjungta antra šynų sekcija. Tokiu būdu atsirado įtampos trūkis.

Šiuo metu Šiaulių skirstomajame tinkle nėra tikslios aparatūros fiksuojančios įtampos kryčius bei trukius. Elgama skaitikliai fiksuoja įtampos trūkius, bet tik sekundžių tikslumu. Jie yra sumontuoti pas kiekvieną abonentą, kurio instaliuota galia didesnė nei 30 kW, taip pat

kai kuriose pastotėse, bei skirstomosiose punktuose kaip kontrolinė apskaita. Visose rajoninėse pastotėse Elgama skaitikliai sumontuoti ant įvadų atsiskaitymui su Perdavimo tinklu, o ant nueinančių linijų kaip kontrolinė apskaita. Šiuo metu jau pradedami montuoti naujieji skaitikliai, jie fiksuoja įtampos kryčius ir trūkius sekundžių dalių tikslumu, bet jų Šiaulių skirstomajame tinkle sumontuota tik 20 vienetų (8 naujuose modulinėse pastotėse, o 12 pas abonentus). Šiuo metu Šiauliuose yra rekonstruotas vienas skirstomasis punktas SP-14. Joje yra sumontuoti narvelių valdymo, relinės apsaugos, įvykių fiksavimo terminalas SIEMENS 7SJ6225. Jis fiksuoja visus įtampos dingimus, kryčius, trūkius.

4. Vartotojams sukelti nuostoliai dėl įtampos trūkių bei kryčių

Šiaulių skirstomajame tinkle įvykus sutrikimui sutrikimas administracija gauna skundų, reikalavimų apmokėti nuostolius. Vartotojams sukelti nuostoliai dėl įtampos kryčių bei trūkių yra ne vienodi. Vieniems tai nesukelia jokių nuostolių, o kitiems tai atneša tūkstantinius nuostolius ar gali kainuoti net žmogaus gyvybę (ligoninė). Taip pat nuostolių dydis priklauso nuo metų, paros laiko ir konkretaus momento. Kol kas vartotojai yra suskirstyti į kategorijas. Yra trys vartotojų kategorijos:

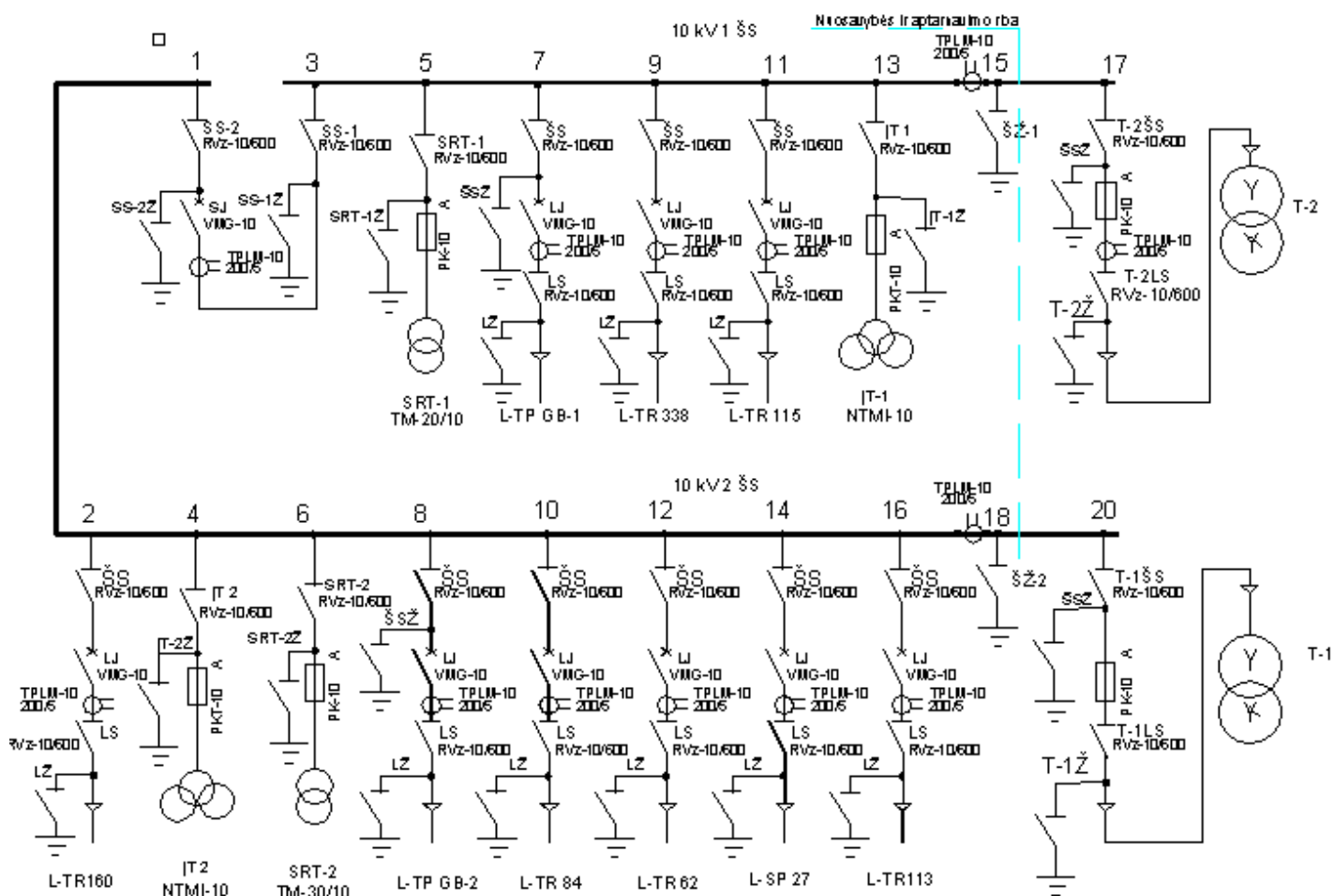
1 kategorija. Elektros imtuvai, dėl kurių, nutrūkus elektros perdavimui, kyla grėsmė žmonių gyvybei, patiriama didelių materialinių nuostolių, sutrinka sudėtingi technologiniai procesai, svarbūs miesto ūkio veiklos procesai. Pirmos kategorijos vartotojams elektros energijos tiekimas gali būti nutrauktas tik rezervinio maitinimo automatinio įjungimo laikui.

2 kategorija. Elektros imtuvai, dėl kurių, nutrūkus elektros perdavimui, patiriama produkcijos gamybos nuostolių, susidaro masinės darbuotojų, mechanizmų ir pramoninio transporto prastovos, neišvengiama žymios gyventojų dalies normalios veiklos sutrikimų. Antros kategorijos vartotojams elektros energijos tiekimas gali būti nutrauktas, kol budintis personalas ar išvažiuojanti operatyvinė brigada OI įjungs rezervinį maitinimą arba elektra aprūpins iš mobilios elektros stoties, tačiau neilgesniam kaip 2,5 valandos laikotarpiui.

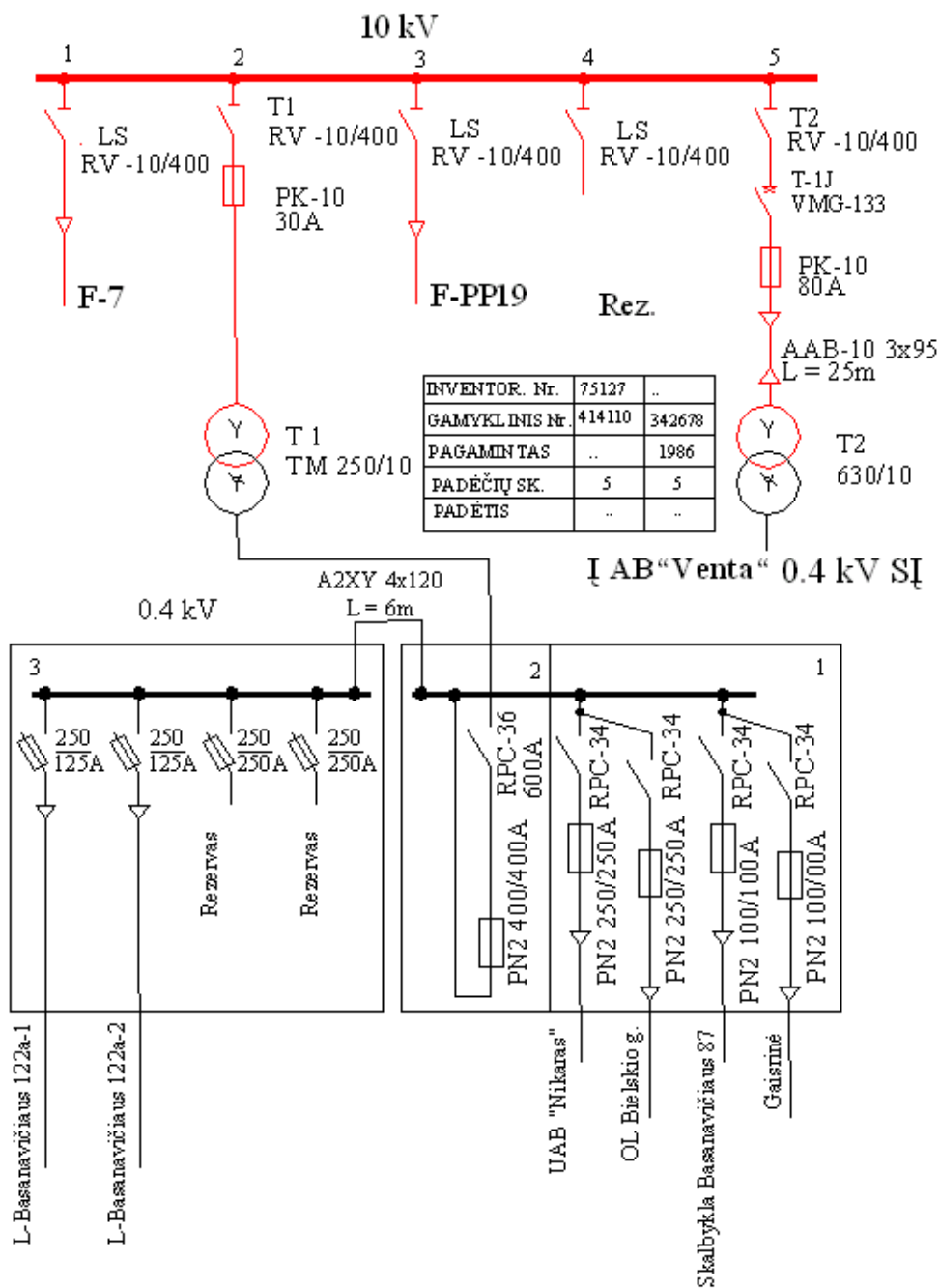
3 kategorija. Visi kiti elektros imtuvai, kuriems netaikoma pirmosios ir antrosios kategorijos imtuvų apibrėžimai. Elektros perdavimo pertrūkis gedimui pašalinti ar remontui atlikti turi neviršyti 24 valandų.

Stichinių reiškinių sukeltų elektros įrenginių ir maitinimo šaltinių avarijų likvidavimo trukmė neregamentuojama.

Panagrinėkime kokius nuostolius sukeltų įtampos trūkiai bei kryčiai akcinei bendrovei „Venta“. AB „Venta esanti Šiauliuose J.Basanavičiaus 69, maitina iš skirstomojo punkto SP-13 (6 pav.) ir iš pastotės TR-8 (7 pav.).

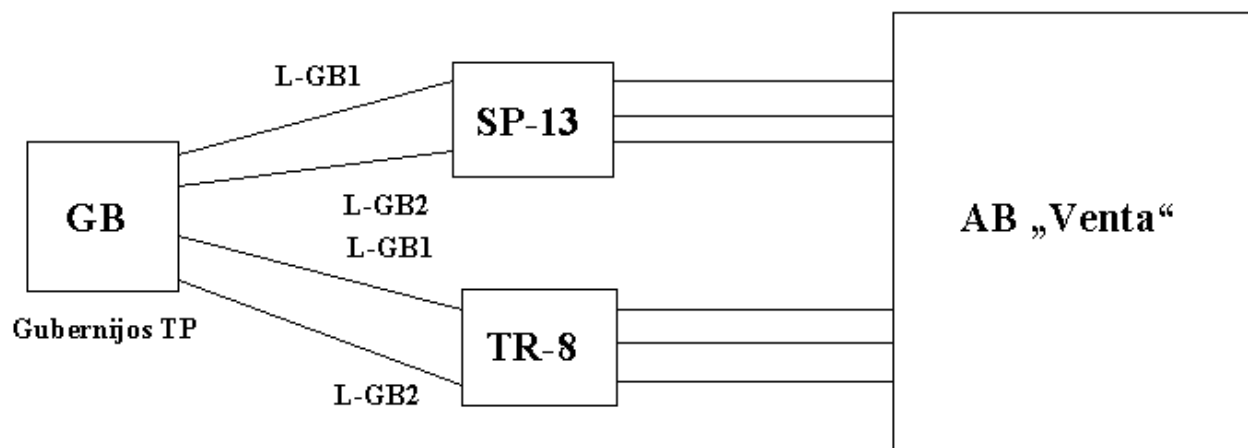


6 pave. SP-13 Principle schema.



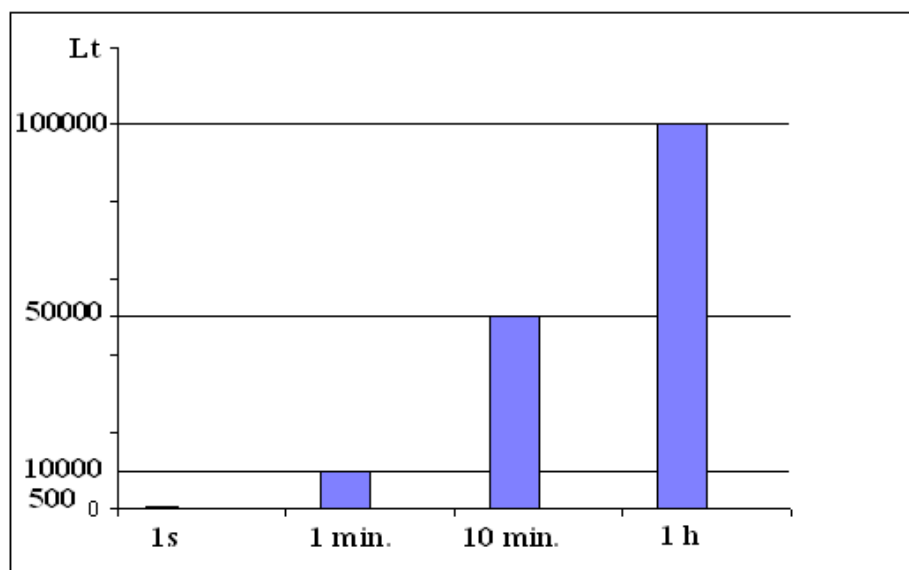
7 pave. TR-8 Principe schema.

Gubernijos FTP yra automatinio rezervo įvedimas, SP-13 irgi yra automatinio rezervo įvedimas, todėl AB „Venta“ galėtų turėti pirmą kategoriją.

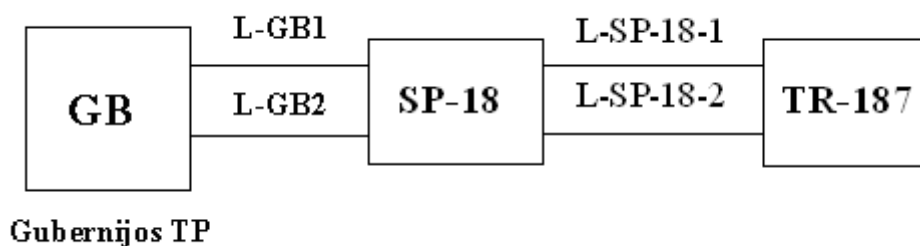


8 pav. AB „Venta“ maitinimo schema.

Tačiau elektros tinklai stengiasi kuo mažiau turėti tokių vartotojų. Venta turi antrą kategoriją. Trumpalaikiai elektros dingimai atneša didelius nuostolius įmonei. Net nuo mirkstelėjimo gali atsijungti kompiuteriai, gamybos procesų valdikliai, šildymo sistemos valdymas. O kad vėl paleisti reikia laiko. Taip pat gamybos produktai gali iškristi iš staklių. Esant tam pačiam sutrikimui nuostoliai nebus vienodi. Vidutiniai nuostoliai pateikti grafike.



1 graf. AB „Venta“ vidutiniai nuostoliai.



10 pav. Ligoninės maitinimo schema.

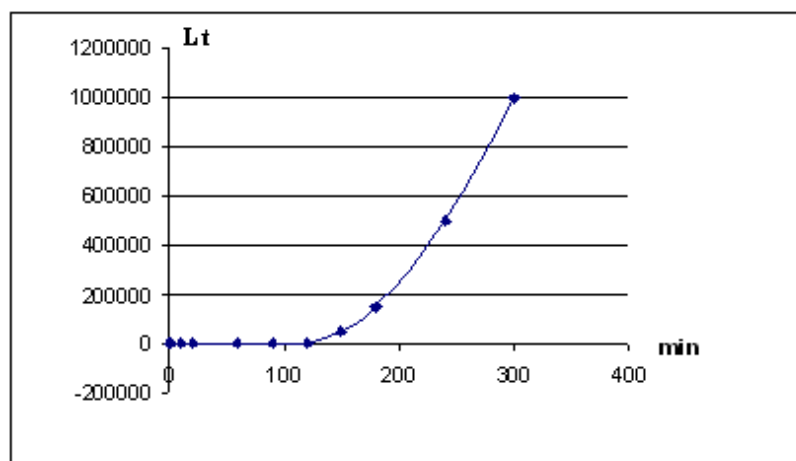
Ligoninė yra pirmos kategorijos vartotojas. Jai elektros energijos tiekimas gali nutrūkti tik laikui reikalingam įvesti automatinį rezervą. Pastotės TR-187 0,4 kV pusė priklauso vartotojui, tai yra Šiaulių Respublikiniai ligoninei. Pagal šią schema yra užtikrinamas nenutraukiamas elektros energijos tiekimas, bet įtampos trūkių bei kryčių neišvengiama. Praeitų metų spalio mėnesį įvyko gedimas linijoje. Gubernijos FTP atsijungė linijos L-GB1 jungtuvas, SP-18-oje suveikė sekcijinio jungtuvo ARI, įvyko įtampos trūkis. Atsijunginėjo kompiuteriai, sutriko normalus darbas. Nuostoliai nežinomi. Praeitų metų birželio mėnesį įvyko gedimas linijoje L-SP-18-1, Sp-18 atsijungė jungtuvas, bet pastotėje TR-187 nesuveikė sekcijinio jungtuvo ARI. Tokiu atveju turėjo suveikti pastotėje TR-187 0,4 kV pusėje sekcijinio automato ARI, bet ir ji nesuveikė. Daliai ligoninės buvo nutrauktas elektros energijos tiekimas, kuris truko 18 min. Tai yra tiek laiko, kiek reikėjo OI brigadai nuvažiuoti iki pastotės. Dėl elektros energijos dingimo sutriko kraujo tyrimai, kuriems naudojami reagentai kainuoja 500 Lt (vienam tyrimui), sutriko kompiuterių programinė įranga, operacinėje ir intensyvios terapijos skyriuje atsijungė aparatūra. Nuostoliai materialiniai, bet toks įvykis galėjo kainuoti ne vieno žmogaus gyvybę.

5. Įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai Šiaulių įmonėms.

5.1 Įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai UAB „Šiaulių vandenys“ valymo įrenginiams.

UAB "Šiaulių vandenys" yra specialios paskirties bendrovė, ji įsteigta nuolatinei veiklai ir savo veikloje naudoja Šiaulių miesto savivaldybei priklausantį ir jai perduotą kapitalą.

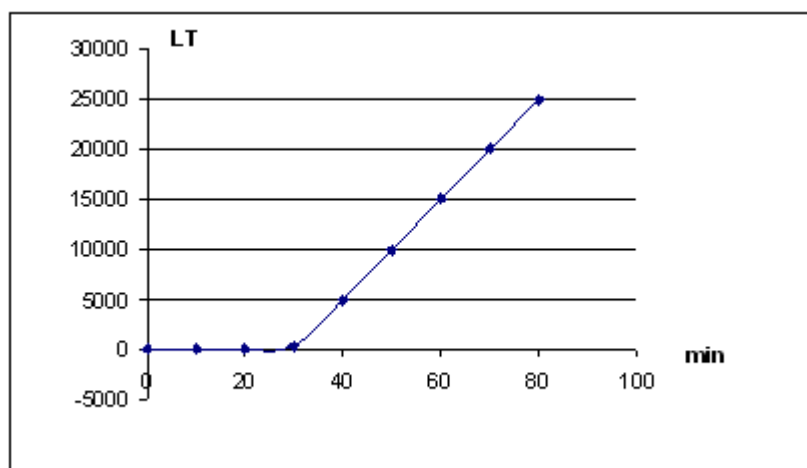
UAB "Šiaulių vandenys" paskirtis yra užtikrinti patikimas vandens tiekimo ir nuotekų surinkimo paslaugas Šiaulių miesto vartotojams su mažiausiomis išlaidomis, padarant minimalią žalą aplinkai. Nuotekų valymo įrenginiai šiuo metu yra iškelti iš Šiaulių miesto į užmiestį, į Aukštrakius esančius 15 km nuo Šiaulių miesto. Valymo įrenginiai maitinami iš SP40 (priedas Nr.4). Valymo įrenginiams įtampos kryčiai didelių nuostolių nesukelia, nes kompiuteriai turi UPS'us, todėl jie neatsijunginėja. Neilgi įtampos trūkiai sukelia menkus nuostolius, tai yra atsijungia kompiuteriai, valdikliai, juos reikia iš naujo įjungti. Valymo įrenginiai, kritišku atveju galėtų dirbti iki dviejų valandų be didelių nuostolių. Bet praėjus dvejoms valandoms, įmonė patiria didžiulius nuostolius, ne negaudamos oro žūna bakterijos, nuotekos nevalytos pradeda bėgti į surenkamuosius tvenkinius, o iš jų į aplinką. Įmonei nuostoliai ne tik žuvusių bakterijų kaina, bet ir didžiulės baudos gamtos taršą. Nuostolių dydžiui metų laikas praktiškai neturi įtakos. Valymo įrenginiui šildymui naudojamas termoakumuliacinis šildymas. Įtampos trūkių sukelti nuostoliai pateikti graf.2



2 graf. Nuostoliai nuotekų valymo įrenginiams

UAB „Šiaulių vandenys“ taip pat turi keletą nuotekų perpumpavimo stotelių, kurios nuotekas iš žemiau esančio rezervuaro perpumpuoja į aukščiau esantį rezervuarą, kad

nuotekos pačios tekėtų į pagrindinę perpumpavimo stotį, kuri jau nuotekas perpumpuoja į Aukštakių valymo įrenginius. Įtampos kryčiai ir trumpi trūkiai perpumpavimo stotelėms įtakos beveik neturi, nes kol prisipildo žemiau esantis rezervuaras praeina apie 30 min, o kompiuteriai taip pat turi UPS'us. Jei nėra įtampos ilgiau kaip 30 min., tada jau UAB „Šiaulių vandenys“ patiria didelius nuostolius, nes iš perpildyto rezervuaro nuotekos patenka į aplinką, į Prūdelį. Įmonei tenka surinkti nuotekas, sutvarkyti aplinką ir sumokėti didžiules baudas aplinkos apsaugos inspekcijai. Nuostolių dydžiui metų laikas praktiškai neturi įtakos. Valymo įrenginiui šildymui naudojamas centralizuotas šildymas. Įtampos trūkių sukelti nuostoliai pateikti graf. 3



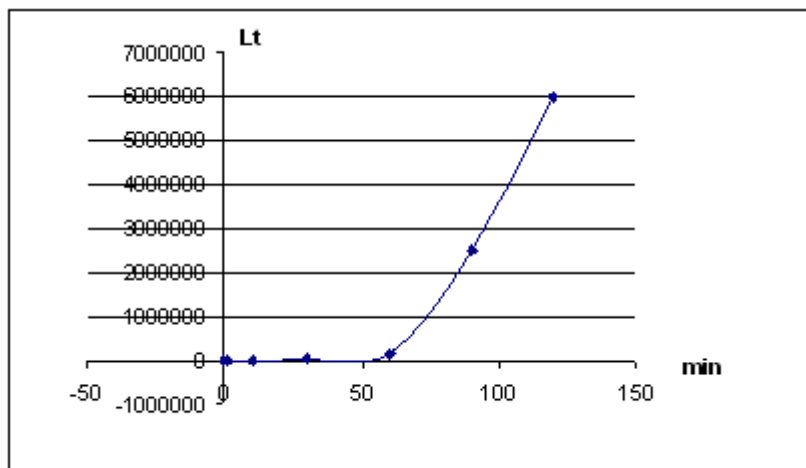
3 graf. Nuostoliai perpumpavimo stotelėms.

Taigi UAB „Šiaulių vandenys“ nuotekų valymo įrenginiai ir nuotekų perpumpavimo stotelis gan ne mažą laiko tarpą gali būti be įtampos ir tai jiems nesukels labai didelių nuostolių.

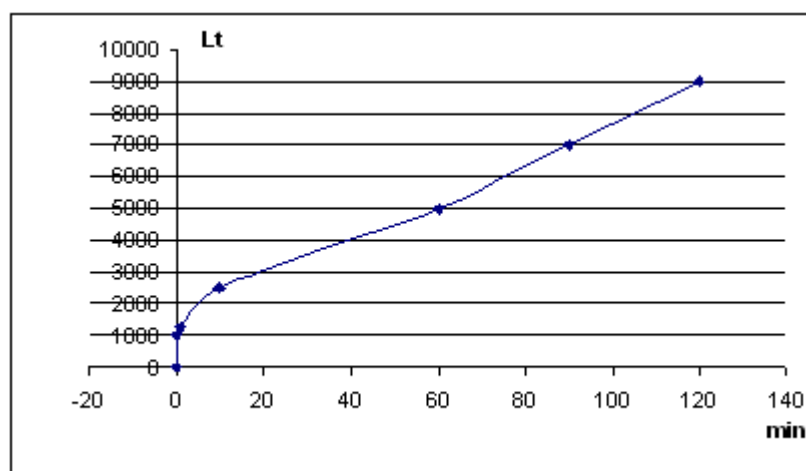
5.2 Įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai AB „Šiaulių energija“.

„Šiaulių energijai“ - 80 metų. Skirtingai nuo kitų Lietuvos energetikos įmonių, savo istorijos pradžią skaičiuojančių nuo vėlesnių datų, Bačiūnų elektrinė, pradėjusi tiekti elektros energiją 1923 m. rugpjūčio viduryje, Bačiūnų – Rėkyvos elektrinė, dvigubą pavadinimą gavusi 1941 m., pradėjus veikti naujai elektros gamybos jėgainei, Šiaulių šilumos tinklai, taip pavadinti pagrindiniu gamybos produktu tapus centralizuotai tiekiamai šilumai, „Lietuvos energijos“ filialo teisėmis veikę Šiaulių šilumos tinklai, decentralizavus valdymą atskiroji Specialios paskirties akcinė bendrovė „Šiaulių energija“ ir dabartinė savivaldybės akcinė bendrovė „Šiaulių energija“ – tai vis ta pati įmonė su tais pačiais, nuolat atnaujinamais įrengimais ir tinklais, tais pačiais žmonėmis, savo veiklą tęsiančiais savo mokinių, o kai kurie – ir savo vaikų bei vaikaičių darbu.

Pagrindinė AB „Šiaulių energija“ veikla – garo ir termofikacinio vandens gamyba ir centralizuotas šilumos energijos tiekimas apšildymui, technologijai ir karšto vandens ruošimui. Šilumai ir šiltam vandeniui gaminti įmonė naudoja dujas, mazutą. Elektros energija reikalinga katilų valdymui (automatikai) ir siurbliams, kurie palaiko cirkuliaciją. AB „Šiaulių energija“ turi pirma elektros energijos tiekimo patikimumo kategoriją, nes elektros energijos dingimas jiems sukelia labai didelius nuostolius. AB „Šiaulių energija maitinama iš SP-12 (priedas Nr.3). Nuostoliai priklauso nuo įtampos trūkių trukmės ir nuo metų laiko. Įtampos mirktelėjimai iki 3 sekundžių įtakos beveik neturi, nes kompiuteriai turi UPS'us. Dingus įtampai daugiau kaip 3 sekundės užsidaro kuro padavimo vožtuvai ir užgęsta katilai. Dingus įtampai ilgiau kaip 1 minutę, stoja visa katilinė, o ją vėl paleisti reikia ne mažai laiko. Jei elektros energijos tiekimas nutrūktų žiemą, esant minus 20 laipsnių Celsijaus, vienai valandai, įmonė patirtų milžiniškus, milijoninius nuostolius. Tai yra ne tik, kad nepagamintų šilumos ir šilto vandens, bet ir užšaltų trasos, radiatoriai, vamzdynai. Jei elektros energijos tiekimas nutrūktų vasarą, tai nuostoliai būtų tik nepagaminto karšto vandens kaina. Nuostoliai AB „Šiaulių energija“ žiemos ir vasaros sezonuose pateikti graf. 4 ir graf. 5



4 graf. Nuostoliai AB „Šiaulių energija“ žiemos sezonu



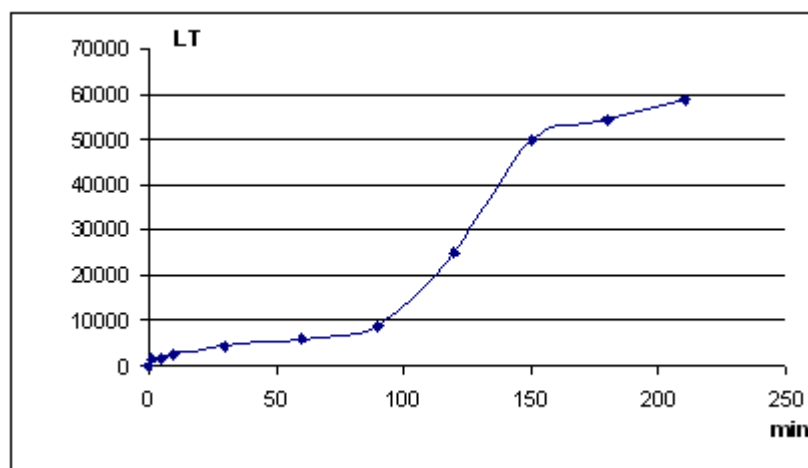
5 graf. Nuostoliai AB „Šiaulių energija“ vasaros sezonu

Kaip matome, nuostoliai žiemą dingus įtampai labai staigiai išauga žiemą, o vasaros sezonu nuostoliai pačioje pradžioje išauga šuoliu, o paskui proporcingai didėja.

Šiuo metu AB „Šiaulių energija“ įsirengė savo generatorius, beliko tik suderinimo su elektros tinklais ir įrangos suderinimo darbai. Pabaigus visus įrengimo, derinimo darbus, įtampos trūkių praktiškai bus išvengta ir tuo pačiu sutaupytos lėšos, nes daug mažiau elektros energijos bereiks pirkti iš skirstomųjų tinklų.

5.3 Įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai UAB „Norfos mažmena“.

UAB „Norfos mažmena“ turi prekybos centrų tinklą Lietuvoje. Vien Šiaulių mieste yra keturi prekybos centrai. Vienas iš jų, esantis Pramonės g. 6, yra vienas iš didžiausių Lietuvoje. Šis prekybos centras elektros energiją gauna iš MT-75 (priedas Nr.3). Įtampos kryčiai nelabai turi įtakos, nes kasos aparatai, apsaugos kameros, kompiuteriai turi UPS'us. Trumpi įtampos trūkiai nesukelia didelių nuostolių, bet jau ilgesni kaip 1 minute jau atneša nuostolius, kuriai sukyla labai staigiai. To priežastis yra ne tik neparduota produkcija, bet ir „ilgapirščių“ pasisavintos įvairios prekės. Vėliai, evakavus žmonės, nuostoliai tampa proporcingi laikui, bet tik pirmas pora valandų, paskui nuostoliai vėl išauga šuolių, nes pradeda atsileisti šaldytuvai ir gesti produkcija. Vėliau vėl nuostoliai didėja proporcingai laikui. Nuostoliai patirti prekybos centro nutrūkus elektros energijos tiekimui priklauso nuo dienos laiko, tai yra kelintą valandą nutrūko elektros energijos tiekimas. Taip pat priklauso ir nuo to ar įtampos trūkis įvyko darbo dieną ar per šventes. Dingus elektros energijos tiekimui prieš ir per tokias šventes kaip šv. Kalėdos nuostoliai išauga keletą kartų, o per patį piką net kelias dešimt kartų. Vidutiniai nuostoliai patirti dėl įtampos trūkių pateikti graf. 6



6 graf. Nuostoliai prekybos centre

Kitose prekybos centruose nuostolių kreivė bus labai panaši. Šiauliuose prekybos centras išvengti, bent jau antrojo, didžiausio nuostolių šuolio yra gana nesudėtinga, nes beveik

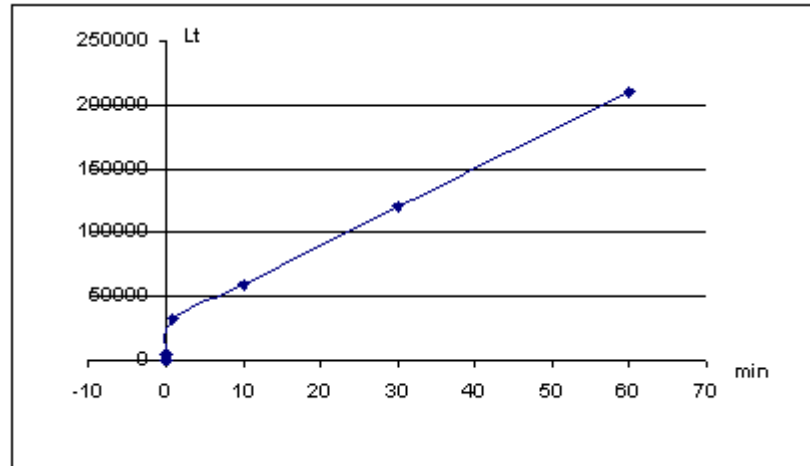
visi prekybos centrai turi maitinimą iš kelių linijų ar pastočių, tik trūksta automatinio rezervo įvedimo.

5.4 Įtampos trūkių ir kryčių sukelti nuostoliai UAB „Šiaulių Tauro televizoriai“.

Pagrindinė UAB „Šiaulių Tauro televizoriai“ veikla spalvoto vaizdo televizorių gamyba ir pardavimas. UAB "Šiaulių tauro televizoriai" - vienintelė televizorių gamykla Lietuvoje ir Baltijos šalyse. Nors Bendrovės įkurta 1994 metais, televizorių gamybos istorija yra daug ilgesnė ir turtingesnė. Bendrovė gimė iš senos bei didžiulę patirtį turinčios TV gamyklos. 2003 m. spalio 30 d. buvo pažymėta miesto istorijai svarbi data - 40 metų, kai pagamintas pirmasis lietuviškas televizorius "Temp-6".

Kelios šiauliečių kartos, tūkstančiai miestiečių užaugo greta besiplečiančios ir stiprėjančios televizorių gamyklos. UAB "Šiaulių tauro televizoriai" šiandien tęsia geriausias televizorių gamintojų tradicijas. 2003 metais Bendrovė padarė stulbinantį ekonominį šuolį, surasdama naujų rinkų bei daugiau nei dvigubai padidindama gaminamos produkcijos apimtį: 2002 metais buvo pagaminta ir parduota 325 tūkst. televizorių, 2003 -iaisiais - apie 700 tūkst. televizorių. 2003 metais pasiekta 230 mln. Lt apyvarta. Pagal tokią apyvartą "Šiaulių tauro televizoriai" yra didžiausia įmonė Šiaulių mieste ir viena didžiausių Šiaulių regione. 2004 metais planuojama pasiekti 1,2-1,5 milijonų televizorių apyvartą, ir tapti dar reikšmingesniu Europos televizorių rinkos dalyviu.

Įmonė maitinama iš SP-8 (priedas Nr.3). Įmonėje televizorių gamyba yra automatizuota. Automatika yra labai jautri įtampos trūkiams ir kryčiams. Nukritus įtampai iki 170-180 voltų dažnai sugenda valdymo blokai, kurių vieneto kaina nuo 5000 Lt iki 25000 Lt. Per paskutinį pusmetį du kartus buvo įtampos krytis, abu kartus tai pridarė nuostolių, buvos sugadinti valdikliai. Įvykus įtampos trūkiui ilgesniam laikui kaip 0,5 sekundės stoja visa gamyba, reikia iš naujo paleisti visus įrengimus. Tai užtrunka apie 10-15 minučių. O per 12 sekundžių pagaminamas vienas televizorius. Vidutiniai nuostoliai pavaizduoti graf. 7



7 graf. Nuostoliai UAB „Šiaulių Tauro televizoriai“

Kaip matome įvykus įtampos trūkiui nuostoliai išauga šuolių, o paskui bėgant laikui nuostoliai didėja proporcingai laikui.

6. Įtampos trūkių ir kryčių išvengimo būdai.

6.1 Skirstomojo tinklo rekonstrukcija

Šiuo metu skirstomojo tinklo įrenginiai yra tiek fiziškai tiek morališkai pasenę. Kai kurie įrengimai pagaminti praeito šimtmečio šeštajame dešimtmetyje. Todėl elektros energijos tiekimas nepatikimas. Tai yra įvykus trumpam jungimui senas jungtuvas gali ir neatsijungti, trumpo jungimo metu įvyksta įtampos kryptis ir jis tęsiasi tol kol įvadas atsijungs. Automatinio rezervo įvedimo įrenginiai pasenę, dažnai neveikiantys, arba suveikia ne kiekvieną kartą. Elektros tinklas pasenęs, kabeliai seni, jau daug kartu sudurti, todėl dažnai prašaua kabelius per movas. Oro linijų 10 kV laidai be izoliacijos, todėl juos nesunku užtrumpinti. Šiuo metu oro linijose naudojamas izoliuotas laidas SAKS tipo. Šitoks tinklas yra daug patikimesnis, esant vėjui jis nebeužsitrumpins.

Vienas iš tinklo patikimumo gerinimo būdų yra 10 kV oro linijų gelžbetoninių atramų keitimas į plienines. Skirstomajame tinkle didžiąją dalį tinklo sudaro oro linijos (Vakarų skirstomajame tinkle 10 kV oro linijų yra 19447 km, o kabelinių linijų 4266 km). Įtampos atsijungimų oro linijose 100 km yra 6-7 karta per metus, o oro linijos esančios sudėtingesnėse sąlygose (miške ir pan.) net 20-30 kartų per metus. Kad išspręsti šią didelę problemą, pirmiausia reikia išanalizuoti pagrindines šių atsijungimų priežastys. Pagrindinės priežastys yra:

- atramų pažeidimai
- izoliatorių pažeidimai
- laidų pažeidimai

Šiuo metų dauguma oro linijų atramos yra gelžbetoninės, pagamintų iš suvibruoto gelžbetonio, turinčios štyrinius izoliatorius. Čia ir yra pagrindinės elektros tinklo nepatikimumo priežastys:

- gelžbetoninės atramos neišlaiko eksploatacijos esant pelkėtui gruntui, tarnavimo laikas sutrumpėja iki 3-7 metų
- štyriniai izoliatoriai sudūžta veikiant juos mechanine jėga (laido svoris)

- per mažas atstumas tarp fazių, dažnai įvyksta pramušimas, o padidinti atstumo negalima, nes esant trumpam jungimai neatlaikys atrama.

Aštuntajame dešimtmetyje perėjus nuo medinių atramų prie gelžbetoninių elektros energijos tiekimas tapo patikimesnis, bet šiuo metų per mažai patikimas, todėl projektuojant naujas 10 kV oro linijas, ar rekonstruojant senas, reikėtų naudoti plienines atramas. Vakarų Europoje ir kitose išsivysčiusiose šalyse gelžbetoninės atramos naudojamos retai. Labai plačiai naudojamos plieninės atramos. Naudojant plieninės atramos, naudojamas ir pakabinamas laidų tvirtinimas. Naudojant tokias linijas avarių skaičius 8-10 kartų mažesnis nei Lietuvoje. Bet atramos iš plieno yra žymiai brangesnės nei gelžbetoninės.



11 pav. Plieninė atrama su pakabinamais izoliatoriais

Taip pat dar vienas plieninių oro linijų atramų trūkumas yra tai, kad reikia pamato, taip atramas reikia apsaugoti nuo korozijos, tai yra jas dažyti.

Išanalizavus gelžbetoninių ir plieninių atramų visus trūkumus ir privalumus, paaiškėja, kad ateityje reikėtų naudoti lenkto plieninio profilio atramas. Taip pat, kad skirstomasi tinklas būtų patikimesnis, reiktų:

- atstumus tarp fazių padidinti nuo 130mm iki 230mm
- naudoti pakabinamus polimerinius izoliatorius

Naudojant vietoj gelžbetoninių atramų plienines atramas elektros linijos kaina išauga 1,4 karto, o patikimumas 8-10 kartų.

Šiuo metų Šiaulių elektros tinkluose yra rekonstruotas vienas skirstymo punktas. Pakeisti visi narveliai, nuolatinės srovės įrenginiai. Šie įrenginiai yra daug patikimesni ir saugesni. Narveliuose panaudoti vietoj alyvinių vakuuminiai jungtuvai, kurie yra patikimesni ir daug mažesni. Blokuočių sistema neleidžia atlikti neteisingų perjungimų. Jungtuvą, išemiklį ir valdymo jungtį galima arba negalima perjungti, priklausomai nuo jungtuvo padėties. Apsaugai nuo perkrovimų ir trumpų jungimų naudojamos programuojamos relės, sumontuotos automatikos skyriuje. Pav.12.



12 pav. Programuojama relė

Kiekviena iš jų atlieka tris funkcijas: apsaugą, matavimą ir valdymą. Įvykus trumpam jungimui, arba esant nustatytam perkrovimui automatiškai išjungiamas jungtuvas.



13 pav. Nauji narveliai.

Jei atsijungtu vienas 10/0,4 kV transformatorius, suveiktų 0,4 kV pusėje ARI. Atsiradus įtampai vėl atjungiamas 0,4 kV sekcijinis automatas. Pav.14



14 pav. Kintamos įtampos kontrolės skydas

Relinė apsauga maitinama 110 V nuolatine įtampa, kuri gaminama lygintuvais iš kintamosios įtampos. Dingus įtampai relinė apsauga maitinama iš akumuliatorių. Pav.15.



15 pav. Akumuliatoriai.

6.2 Įmonių vidaus tinklo rekonstrukcija

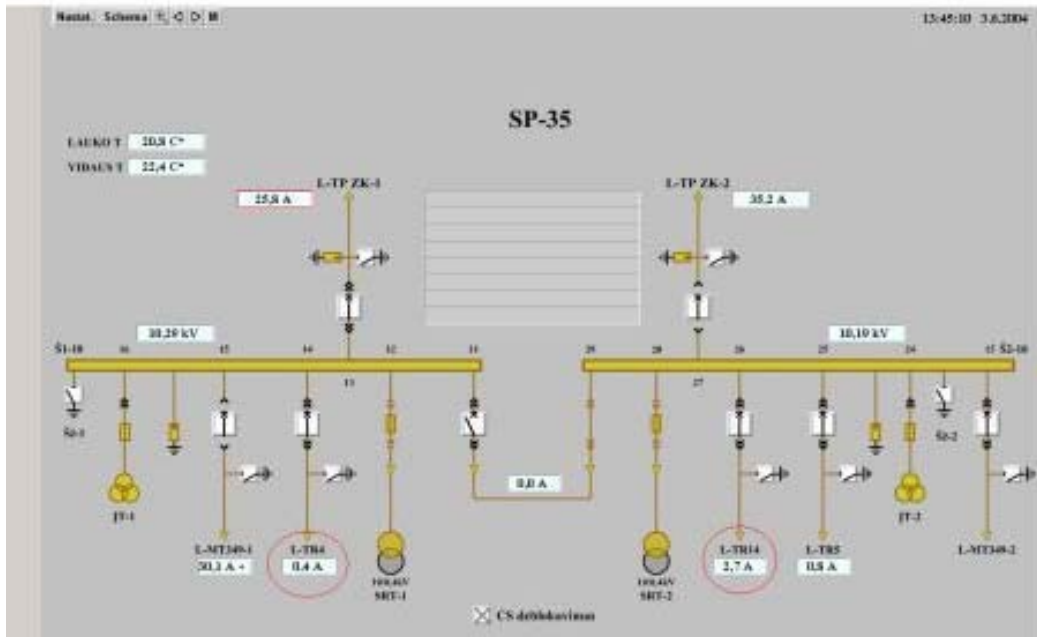
Įmonės, kurios jautrios įtampos trūkiams ir kryčiams, reikia ne tik iš elektros tinklų reikalauti, kad tinklai tai užtikrintų, nes visiškai juos panaikinti praktiškai neįmanoma, bet reikia ir patiems rekonstruoti taip savo tinklą, kad kuo mažiau jausti įtampos trūkius ir kryčius.

Viena iš Šiauliuose esančių tokių įmonių – Šiaulių aerouostas. Šiaulių Tarptautinis oro uostas yra Pietrytinėje Šiaulių dalyje, Šiaurės Lietuvoje. Oro uostas užima 471 ha plotą. Jis buvo vienas iš didžiausių karinių oro uostų buvusioje Tarybų Sąjungoje.

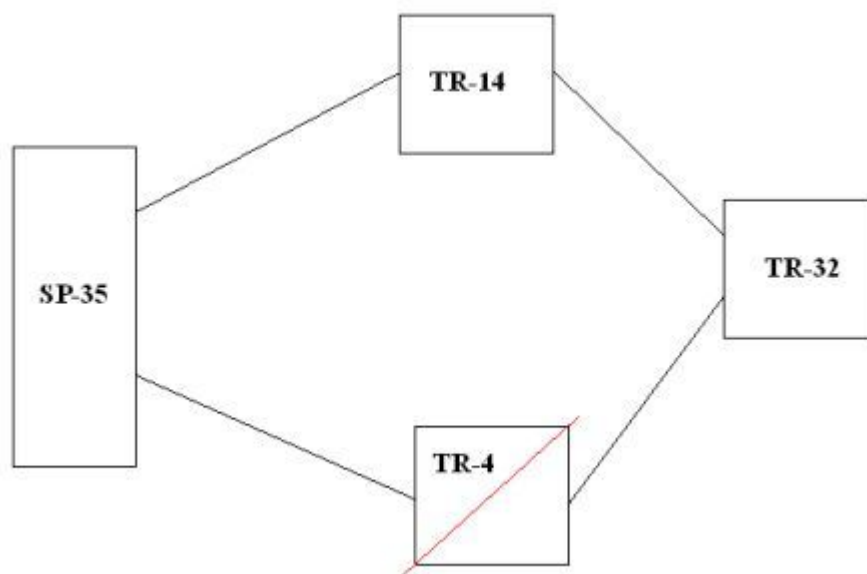
Šiaulių oro uostas buvo pastatytas prieš Antrąjį Pasaulinį karą ir buvo naudojamas kaip nepriklausomos Lietuvos oro pajėgų karinė bazė. Po Antrojo Pasaulinio karo sovietų karinės oro pajėgos perėmė Šiaulių oro uostą ir pastatė du paralelinius 3500 m. ilgio kilimotūpimo takus.

Nuo rekonstrukcijos pradžios (pradėta 1995 m.) buvo nuspręsta pastatyti krovininį oro uostą Šiauliuose. Po dviejų metų rekonstrukcijos, kurią atliko "Philips Projects", aerodromas buvo sertifikuotas pagal I ICAO kategoriją, sumontuota ir įrengta navigacinė sistema, komunikacijos ir meteorologinio stebėjimo įrengimai, apšvietimo sistema, pastatyti naujas oro eismo kontrolės bokštas ir keleivių terminalas. Navigacinė sistema, meteorologinio stebėjimo įrenginiai jautrūs įtampos trūkiams ir kryčiams, todėl Šiaulių aerouoste šioms sistemoms praktiškai 100% yra užtikrintas elektros energijos tiekimas be įtampos trūkių ir kryčių.

Šiaulių aerouostas maitinamas iš skirstamojo punkto SP-35, kuris turi du įvadus iš Zoknių 110/10 kV pastotės pav.16. Iš SP 35 skirtingų šynų sekcijų išeina dvi 10 kV linijos, kurios sužieduotos per 3 transformatorines pav.17. Viena transformatorinė yra skrydžių valdymo centro pastate (bokšte), o dvi vienam ir kitam pakilimo takų galuose. Kiekviena transformatorinė yra padalinta į tris dalis, vienoje dalyje yra transformatorius, vidurinėje jungtuvai, valdymo sistema, o kraštinėje dyzelinis generatorius pav.18



16 pav. SP-35 schema.



17 pav. Šiaulių aerouosto maitinimo schema.

Transformatorius	Jungtuvai, valdymo įrenginiai	Generatorius
------------------	-------------------------------	--------------

18 pav. Transformatorinė.

Esant normaliam elektros energijos tiekimui iš skirstomojo tinklo, įtampos kontrolės panelė kontroliuoja tinklo įtampą Pav.19.



19 pave. Įtampos kontrolės panelė.

Įvykus trūkiui, jautri aparatūra į tai nereaguoja, nes ji maitinama per akumulatorius, kurie pastoviai kraunami Pav. 20.



20 pave. 24V akumulatoriai.

Įvykus įtampos trūkiui, įrenginiai, kurie maitinami nuolatine srove, maitinasi iš akumuliatorių, o įrenginiai kuriems reikia kintamos srovės, yra užmaitinami iš akumuliatorių per inverterį Pav.21



21 pave. Inverteris.

Normalių darbo režimų inverteris tinklo kintamąją įtampą keičia į nuolatinę ir krauną akumuliatorius, dingus tinklo įtampai, inverteris nuolatinę įtampą iš akumuliatorių konvertuoja į kintamą ir užmaitinami svarbūs įrenginiai. Praėjus 1 sekunde, po įtampos dingimo, automatiškai užsikuria dyzelinis generatorius pav.21, pav.22.



22 pav. Generatoriaus kairė pusė.



23 pave. Generatoriaus dešinė pusė.

Po 15 sekundžių nuo įtampos dingimo, įtampos kontrolės panelė visus elektros energijos vartotojus užjungia iš generatoriaus. Generatorius yra tokio pat galingumo kaip ir transformatorius, tai yra 315 kW. Toks greitas generatoriaus įvedimas į darbą galimas dėl to, kad pastoviai yra šildomas generatoriaus aušinimo skystis elektra ir su cirkuliaciniu siurbliu varinėjamas per aušinimo sistemą. Atsiradus elektros energijos tiekimui iš skirstomojo tinklo, įtampos kontrolės panelė kontroliuoja įtampą dar 10 minučių ir jei viskas gerai, visus vartotojus užmaitina iš elektros tinklo. Dar 5 min. generatorius negesinamas ir tik praėjus 5 minutėm, jei įtampą be trūkių ir kryčių, yra užgesinamas generatorius. Tokiu būdu yra užtikrinamas nepertraukiamas elektros energijos tiekimas.

Išvados

1. Įtampos kryčiai ir trukiai kai kurioms įmonėms atneša didelių nuostolių, todėl būtina jų išvengti.
2. Siekiant apskaičiuoti ir pateikti elektros energijos tiekėjui nuostolius sukeltus įtampos trūkių ir kryčių, įmonės privalo rinkti ir kaupti duomenis.
3. Įtampos trūkiai ir kryčiai yra neišvengiami skirstomajame tinkle.
4. Patiems vartotojams taip pat reikia sutvarkyti taip savo tinklą, kad būtų galima išvengti trikdžių arba kad jie netūrėtų didelės įtakos.
5. Išnagrinėtas nuostolių mažinimo priemonės tikslinga įgyvendinti atliekant skirstomojo tinklo ir įmonių vidaus tinklo rekonstrukciją.
6. Vartotojai, kurie turi brangios ir jautrios įrangos, turi įsirengti rezervinį maitinimą.

Literatūra

1. <http://www.abb.com>
2. A. Bačiauskas. Skirstomojo elektros tinklo vystymo ir valdymo strategija. Kaunas, KTU, 1997
3. <http://www.elektroklubas.lt>
4. <http://www.news.elteh.ru>
5. В.Н.Казанцева. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем. Энергоатомиздат, 1983.
6. <http://www.powerstandards.com>
7. Z.Ramonas, V.Petronis. Studentų techninės dokumentacijos apiforminimas. Šiaulių universitetas. 2000.
8. <http://www.powergrid.com>

Priedas Nr 1

Elektros tinklo analizatorius

MEMOBOX 800

MEMOBOX 800 – tai universalus elektros kokybės analizavimo, trikdžių paieškos ir tinklo optimizavimo žemos ir vidutinės įtampos tinkluose įrankis.



Specializuotų matavimo funkcijų dėka MEMOBOX 800 matuoja ir registruoja tik tuos dydžius, kurie yra svarbūs ir būtini problemos sprendimui. Programavimo metu, vartotojas pasirenka prietaiso matavimo funkciją. Šiuo metu MEMOBOX 800 gali turėti tris matavimo funkcijas:

- S: Standartinė** – nesudėtinga įtampos kokybės analizei ir apkrovos matavimui.
- Q: Kokybės** – įtampos kokybės analizei ir trikdžių paieškai.
- P: Galios** – galios matavimui ir tinklo optimizavimui.

Matavimo funkcijų suvestinė

Matuojamieji dydžiai	Matavimo funkcija		
	S	Q	P
Įtampa (Vid., Max, Min vertės)	*	*	*
Srovė L1, L2, L3 (Vid., Max vertės)	*	*	*
Srovė N (Vid., Max vertės)	*	*	*
Įtampos ivykiai (Kryčiai, viršįtampiai, trūkiai)	*	*	*
Galia (P, P , Q, S, Vid., Max, Min vertės), Galios faktorius PF			*
Trifaze galia (P, P , Q, S, Vid., Max, Min vertės), Galios faktorius PF			*
Energija			*
Mirgėjimas (Pst, Plt)		*	*
Harmoninė įtampa		*	
NIF (THD) U		*	*
NIF (THD) I			*
Pikin. faktorius, Pikin. vertės (srovė)		*	
Neharmoninė įtampa		*	
Signalinė įtampa		*	
Nebalansas		*	
Dažnis		*	

MATAVIMO FUNKCIJA Q

Matuojamieji dydžiai

Visi įtampos kokybės parametrai pagal LST EN 50160

Įtampos L1, L2, L3: fazinės arba linijinės

- įtampa (Vidut., Max, Min reikšmės)
- Harmoninė įtampa nuo 1 iki 40 eilės
- NIF (THD) U
- Neharmoninė įtampa 5-2500 kHz (pakopomis po 0,5 Hz)
- Mirgėjimas Pst, Plt
- Nebalansas
- Signalinė įtampa
- Dažnis
- Įtampos ivykiai (kryčiai, viršįtampiai, trūkiai)

Srovė L1, L2, L3 ir N

- Srovė (Vidut., Max vertės)
- Srovių pikiniai faktoriai ir pikinės vertės

Pritaikymas

Kokybės užtikrinimas

- 7 dienų laikotarpio įtampos kokybės analizė pagal LST EN 50160
- Įtampos kokybės kitimo tendencijų analizė
- Matuojamųjų dyžių analizė pagal laisvai pasirinktus kokybės reikalavimus

Trikdžių analize

- Ilgalaikio linijinės įtampos kitimo analizė
- Įtampos kryčių įvertinimas
- Harmoninių signalų įvertinimas
- Mirgėjimo matavimas
- Pulsuojančiųjų valdymo signalų įvertinimas
- Ypatingas trikdžių paieškos būdas, sulyginant svarbius pamatuotus dydžius (pvz. srovę, įtampą ir mirgėjimą) bei įvertinant laiką ir periodiškumą.

Tinklo optimizavimas

- Apkrovos matavimas
- Srovės matavimas (lanksčiomis LEMflex 100 - 2000 A kilpomis)
- Pikinių srovės verčių registravimas

MATAVIMO FUNKCIJA P

Matuojamieji dydžiai

Įtampos L1, L2, L3: fazinės arba linijinės

- Įtampa (Vidut., Max, Min reikšmes)
- NIF (THD) U (Vid. ir Max vertės)
- Mirgėjimas Pst, Plt
- Įtampos ivykiai (kryčiai, viršitampiai, trūkiai)

Srovė L1, L2, L3 ir N

- Srovė (Vidut., Max vertės)
- NIF (THD) I

Galia

- Aktyvioji galia P (Vidut., Max, Min vertės)
- Absoliuti aktyvioji galia |P| (Vidut., Max, Min vertės)
- Reaktyvioji galia Q (Vidut., Max, Min vertės)
- Pilnutinė galia S (Vidut., Max, Min vertės)
- Galios faktorius PF, tangentas
- Energija matavimo intervalo metu

Trifazė galia

- Trifazė galia P, |P|, Q, S
- Dviejų ir trijų vatmetrų metodas (Arono matavimo grandinė)

Pritaikymas**Galios matavimas**

- Ilgalaikė aktyviosios, reaktyviosios ir pilnutinės galios analizė
- Apkrovos simetrijos tikrinimas
- Ilgalaikė galios faktoriaus kitimo analizė

Trikdžių analize

- Įtampos kryčių įvertinimas
- Mirgėjimo matavimas

Tinklo optimizavimas

- Apkrovos matavimas
- Papildomos apkrovos jungimo galimybes tikrinimas
- Kompensavimo sistemos derinimas

MATAVIMO FUNKCIJA S***Matuojamieji dydžiai*****Įtampos L1, L2, L3: fazinės arba linijinės**

- Įtampa (Vidut., Max, Min reikšmės)
- Įtampos įvykiai (kryčiai, viršitampiai, trūkiai)

Srovė L1, L2, L3 ir N

- Srovė (Vidut., Max vertės)

Pritaikymas**Trikdžių analize**

- Ilgalaikio linijinės įtampos kitimo analizė
- Įtampos kryčių įvertinimas

Tinklo optimizavimas

- Apkrovos matavimas
- Srovės matavimas (lanksčiomis LEMflex 100 - 2000 A kilpomis)
- Pikinių srovės verčių registravimas

Programine iranga CODAM 800

Programinė iranga CODAM 800 (PC, Windows 95/98/NT) yra galingas duomenų analizės įrankis. MEMOBOX 800 konfiguruojamas bei duomenys nuskaitomi naudojant CODAM 800. Ši programa gali būti naudojama ir duomenų analizei.

Prietaiso konfigūravimas

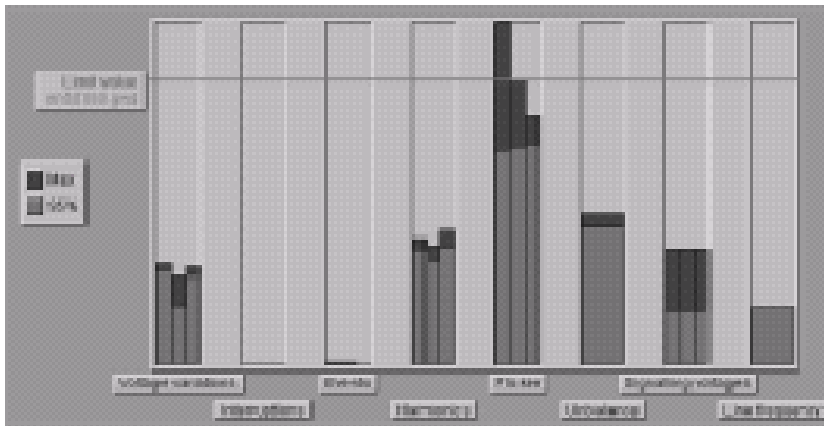
- Matavimo užduoties aprašymas
- Matavimo trukmė ir matavimo intervalas
- Pulsuojančiųjų valdymo signalų parametrai
- Slenkstiniai įvykių dydžiai
- Srovės ir įtampos keitikliai
(Transformacijos koef., fazės pataisa)

Nustatymas

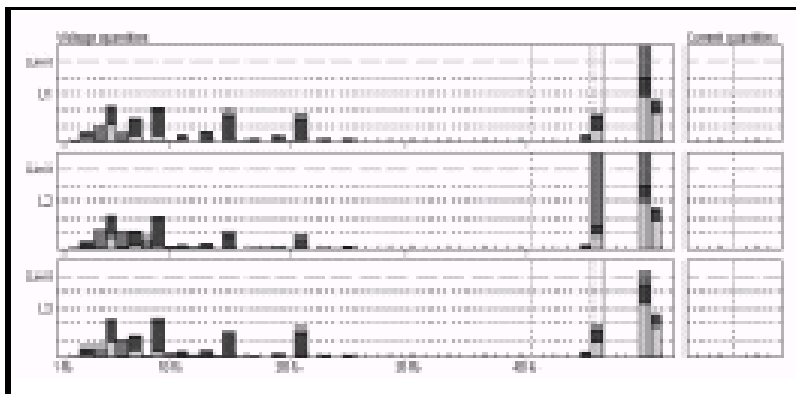
- Nuoseklioji sąsaja (greitis, nuotolinis duomenų persiuntimas, naudojant Permlink programinę įrangą)
- Ribinių reikšmių parinkimas
- Grafinis atvaizdavimas (Spalvos, atvaizdavimo tipas, spausdinimo parametrai)

Nagrinėjimas

- Lyginamoji diagrama
- Statistiniai duomenys
- Matavimo duomenų išsklotinės
- Duomenų eksportavimo galimybė
- Protokolų spausdinimas
- Įtampos įvykių lentelė

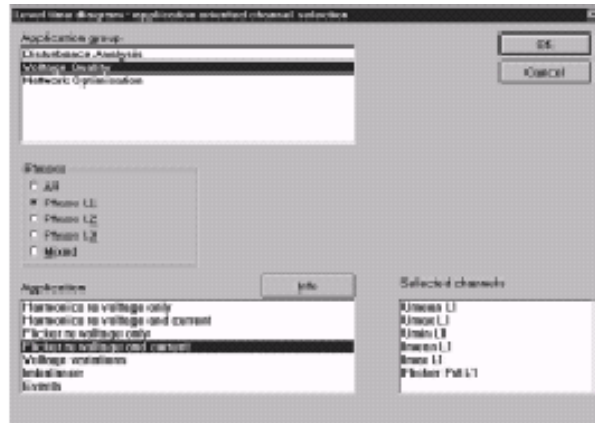


- **Grafine suvestine** operatyviai parodo vertes, viršijančias LST EN 50160 reikalavimus arba esančius rezervus.

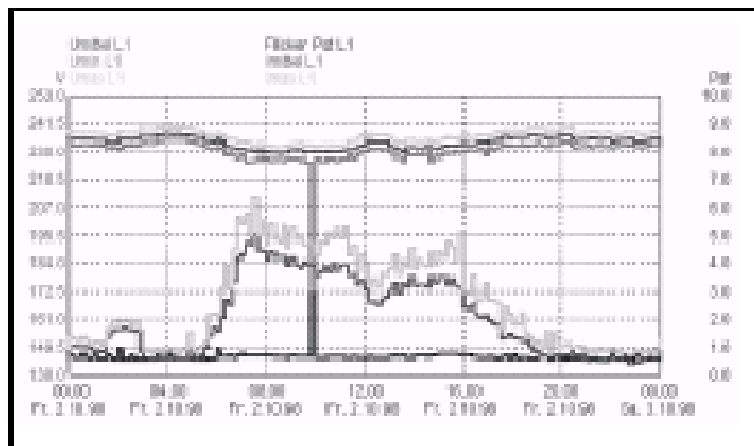


- **Sudetine dažnine diagrama** palygina harmonines dedamąsias bei kitus dydžius su vardine arba nustatyta ribine verte.

• **Orientuota analizė** skirta įtampos kokybės uždavinių sprendimui, trikdžiu šaltinio paieškai ir tinklo optimizavimui. Tai naujas metodas įgalinantis lengvai ir greitai išnagrinėti trikdžius paskirstymo tinkle. Reikia tik kelių spustelėjimų pelėje, norint pasirinkti užduoties sprendimui svarbius parametrus iš daugiau kaip 180 pamatuotų dydžių. O tai ženkliai palengvina ir pagreitina nagrinėjimo procesą.



1. Žingsnis: Pasirinkite analizės forma ir fazių skaičių. Patvirtinus (OK) automatiškai parodoma palyginamoji diagrama.



2. Žingsnis: Sąryšio tarp atskirų pamatuotų dydžių, atvaizduotų lyginamojoje diagramoje, paieška ir nagrinėjimas.

MEMOBOX 800 techniniai duomenys***Bendrieji duomenys*****Maitinimas**

iš tinklo: 230 V AC 20%, 50 Hz, saugiklis: 125 mA T

per matavimo grandinę: 80 ... 500 V AC tarp L1-N, L1-L2 ar L1-L3,

3

saugikliai: 2 A F

Naudojama galia: 16 VA

Įtampos matavimo investys

Matuojamos įtampos UI ribos:

Jungimas Y: 69 / 138 / 277 V AC

Jungimas Δ: 120 / 240 / 480 V AC

Max. leistinoji (ribinė) įvesties įtampa: 1,2 UI

Ivesties ribų parinkimas: programuojant užduotį

Tinklas: Ph-Ph arba Ph-N, 1 arba 3 faziu,

Vardinė įtampa UN : <999 kV

Ivesties varža: >2 M Ω

Itampos keitikliai

Transformacijos koef.: <999 kV / <U

Sroves matavimo investys

Įvesties ribos: 0,5 V AC (=II)

L1, L2, L3 ir N: (I I = 5, 50, 100, 250, 1000, 2000 A priklauso nuo keitiklio I -> U)

Max. leistinoji (ribinė) įvesties itampa: 1,2x II (=0,6 V AC)

Vardine srove I: <999 kA

Ivesties varža: 240 kΩ

Sroves keitikliai

Transformacijos koef.: <999 kA / <I

Rinktis keitikli ir transformacijos koef.: programuojant užduotį

Tinklas: 3 fazes taip pat N, 2 fazes L1 ir L3

Matavimas

A/D keitiklis: 12 Bit

Skenavimo dažnis: 10,24 kHz

Antialiasinis filtras: 8-os eilės elipsinis, išjungimo dažnis 3,33 kHz

Intervalo ilgis: 5, 10, 30 s, 1, 5, 10, 15, 60 min

Laiko bazė: skyra: 10 ms,

nuokrypis: 10 μs/s prie 22°C

Tikrinimo sąlygos: 22°C ±2°C, 230 V / 50 Hz teisinga faziu seka

Atmintis: 512 kB statinė RAM atmintinė

Sąsaja: RS 232

Perdavimo greitis: 2,400 ... 115 kBod, parenkamas automatiškai, trilaidis siuntimo būdas

Aplinkos sąlygos:

Veikimo temperatūra: 0 ... 50°C

Santykinė drėgmė: 10 ... 80%, be kondensacijos

Korpusas: patogtus ir smugius švelninantis, pagamintas iš plieninio lakšto, padengto guminiu sluoksniu

Dydis: 282 mm x 216 mm x 74 mm

Mase: 3,1 kg.

Standartai

Sauga: LST EN 61010-1, darbinė įtampa: 300 V AC v. kv. Įtampa žemės atžvilgiu, III viršitampių kategorija (4 kV efekt., 50/60 Hz, 1 min), dviguba izoliacija, 2 užterštumo lygis.

EMC (elektromagnetinis suderinamumas)

Emisija: EN 50081-1

Jautrumas: EN 50082-2 pramoninis

Apsaugos lygis: IEC529: IP50

Matavimo duomenų analize

Programavimas ir analize su CODAM 800 ir PC.

Bendrieji matavimo funkcijų S, Q, P duomenys**Intervalai**

Išsaugomas laikotarpis: 1008 x intervalo ilgio, pvz.: 1 savaitė (intervalas =10 min)

Atminties užpildymas: vienkartinis arba ratu

Ivykių atmintis

Ivykių skaičius: 1050

Atminties užpildymas: vienkartinis arba ratu

Itampos kitimas

Tikslumas: <1% I klase, <2% U (½ ir 1 periodui)

Matuojama reikšmė: vidutinė kvadratinė (RMS) matuojamo intervalo vertė

Didžiausia intervalo reikšmė: Vid. kv. vertė: per ½, 1 periodą, 200 ms, 1 s, 3 s ar 5 s

Mažiausia intervalo reikšmė: Vid. kv. vertė: per ½, 1 periodą, 200 ms, 1 s, 3 s ar 5 s

Itampos kryžiai, viršitampiai (įvykiai) ir trūkiai

Ribinės reikšmės: laisvai pasirenkamos, žemutinė riba: 0 - 95% U, aukšutinė riba: 105 - 120% U parenkamos 0,5Hz tikslumu

Matavimo ribos: 0 ... U +20%

Matuojama reikšmė: Vid. kv. vertė per 10 ms

Tikslumas: <2% UI

Skaičiavimas: 10ms (1.2 periodo)

Srovė:

Tikslumas: < 1% I klase, < 2% I (½ ir 1 periodui)

Matuojama reikšmė: pagal matavimo intervalą

Didžiausia intervalo reikšmė: Vid. kv. vertė: per ½, 1 periodą, 200 ms, 1 s, 3 s ar 5 s

Srovės matavimo replės: Apytikslis reikšmes prie tokių vidutinių dydžių

Jutiklis	Tikslumas	<120% I	>10% I	>5% I
LEM~flex 100, 1000, 2000A °	Verte	< 1%	< 1%	< 1%
	Pozicija	< 2%	< 2%	< 2%
	Kampas	< 0,5°	< 0,5°	< 0,5°
MU1 5A	Verte	< 1%	< 1%	< 1%
	Kampas	< 0,5°	< 0,5°	< 0,5°
SU1 1000A °	Verte	< 1%	< 1%	< 1%
	Kampas	< 0,5°	< 0,5°	< 0,5°
SU2 50/250/1000A	Verte	< 1/1/1%	< 1/1/1%	< 1/1/1%
	Kampas	< 2/1/0,5°	< 2/1/0,5°	< 2/1/0,5°

Specifiniai matavimo funkcijos Q duomenys

Statistiniai duomenys

Statistinių ataskaitų sk.: 28

Dažnis: 42 klases, 10 s vidurkis

Valdymo signalai: 21 klases, 3 s vidurkis

Matavimo parametrai

Standartas: LST EN 50160

Harmoninė įtampa

Dažnio ribos: 50 Hz ... 2000 Hz, 1 .. 40 eiles

Skaičiavimo metodas: GFT pagal Kaiser-Bessel, periodas - 200 ms, nuolatinis trifazis matavimas, pateikiamos intervalų vertės.

Neharmoninė / Signalinė įtampa

(pulsuojantieji valdymo signalai)

Dažnio ribos: 5 Hz ... 2500 Hz, pakopomis po 5 Hz parenkamomis iki 0,5 Hz tikslumu.

Skaičiavimo metodas: GFT pagal Kaiser-Bessel, periodas -200 ms, nuolatinis trifazis matavimas, pateikiamos intervalų reikšmes. 200 ms - max arba min reikšmes ir 3 s max vertės.

Tikslumas

Tikslumas: Pagal IEC 1000-4-7, B klase,

$U < 3\% U$: < 5% pamatuotos vertės U, ($U > 20\% U$: < 1% U I) $U < 3\% U$: < 0,15% U

Dažnio tikslumas: < 1% kai U 230 V, 40 Hz ... 2500 Hz diapazone

Selektyvumas: slopinimas iki $f_n > 60$ dB, 50 Hz

Slopinimas: $f_n - f_{n-i}$; $f_n - f_{n+1} > 60$ dB

(n = eiles numeris)

Mirgėjimas

Matuojama reikšmė: Mirgėjima (Plt / Pst) pagal IEC 1000-4-15 (IEC 868)

Tikslumas: < 5% (Pst nuo 0,4 iki 4)

Nebalansas

Matuojama reikšmė: Vidutinė intervalo vertė

Tikslumas: < 0,1%, absoliutus

Dažnis

Matuojama reikšmė: Vidutinė 10 min vertė

Matavimo ribos: 40 ... 60 Hz

Skyra: 0,1 Hz

Specifiniai matavimo funkcijos P duomenys**Galia P, Q, S**

Aktyvioji galia P: pagal IEC 61036, 1 klasė

Reaktyvioji galia Q: pagal IEC 61268, 1 klasė

Tikslumas: < 1% 1 klasė

Matuojama reikšmė: vidutinė kvadratinė intervalo vertė

Didžiausia intervalo reikšmė: Vid. kv. vertė: per 1s ar 1min

Mažiausia intervalo reikšmė: Vid. kv. vertė: per 1s ar 1min

Fazės poslinkis: < 0,1 laipsnio

NIF (THD) U pagal IEC 1000-4-7, B klasę,

$U < 3\% U$: < 5% pamatuotos vertės UM ,

($U > 20\% U$: < 1% U)

$U < 3\% U$: < 0,15% U

NIF (THD) I pagal IEC 1000-4-7, B klasę,

$I < 10\% I$: < 5% pamatuotos vertės I,

$I < 10\% I$: < 0,5% I

Mirgėjimas

Matuojama reikšmė: Mirgėjimas (Plt / Pst) pagal IEC 1000-4-15 (IEC 868)

Tikslumas: < 5% (P st nuo 0,4 iki 4)

Priedas Nr 2

NUOSTOLIŲ DĖL ELEKTROS ENERGIJOS BLOGOS KOKYBĖS, TIEKIMO NUTRAUKIMO AR APRIBOJIMO SKAIČIAVIMO IR ATLYGINIMO TVARKA

1. Kai vartotojui nutraukiamas arba apribojamas elektros energijos tiekimas ar elektros energijos kokybės parametrai elektros energijos perdavimo ar skirstymo paslaugos pirkimo-pardavimo vietoje neatitinka nustatytų sutartyje, operatorius ar tiekėjas atlygina vartotojui patirtus tiesioginius nuostolius.

2. Operatorius ar tiekėjas neatlygina vartotojui patirtų nuostolių, kai jam elektros energijos tiekimas nutraukiamas ar apribojamas arba elektros energijos kokybės parametrai neatitinka nustatytų sutartyje:

2.1. dėl stichinių gamtos reiškinių (potvynio, perkūnijos, apšalo, šlapdribos, audros, ižo ir pan.) ir gaisro atvejais;

2.2. dėl karo, teroristinių veiksmų;

2.3. dėl nenugalimos jėgos;

2.4. dėl trečiojo asmens veiklos (elektros įrenginių vagystės ar gadinimo, pašalinių daiktų užmetimo ant orinių elektros linijų laidų ir pan.); sisteminės priešavarinės automatikos poveikio (esant gedimui ar avarijai kitose energetikos sistemose);

2.5. dėl valstybės veiksmų;

2.6. kai vienkartinis vartotojo atjungimo laikas neviršija jam nustatytai aprūpinimo elektra patikimumo kategorijai leidžiamo ilgiausio atjungimo laiko;

2.7. kai dėl vartotojo veiksmų ar neveikimo, netinkamos nuosavų įrenginių priežiūros ar galiojančių teisės aktų reikalavimų pažeidimų automatikos ar apsaugos sistemos atjungė elektros energijos tiekimą vartotojo elektros įrenginiams;

2.8. dėl kitų teisės aktų nustatytų atsakomybės netaikymo ar atleidimo nuo jos atvejų.

3. Jei vartotojas, eksploatuodamas elektros įrenginius, pažeidė galiojančių teisės aktų reikalavimus ir dėl jo veiksmų ar neveikimo elektros energijos tiekimo tinkluose, įrenginiuose ar prietaisuose įvyko avarija arba sutrikimas ir elektros energija nebuvo tiekiama kitiems vartotojams arba buvo daroma įtaka elektros energijos kokybei, kas atsiliepė kitų vartotojų technologiniam procesui, tai jis atlygina operatoriui patirtus tiesioginius nuostolius ir pagal pareiktas operatoriui pretenzijas dėl kitų vartotojų patirtų nuostolių.

4. Nutraukus elektros energijos tiekimą, operatorius ir vartotojai privalo imtis visų įmanomų priemonių galimiems nuostoliams išvengti.

5. Prašymas dėl nuostolių atlyginimo turi būti pateiktas per 10 kalendorinių dienų nuo nuostolių atsiradimo. Prašymas ne vėliau kaip per 10 kalendorinių dienų nuo jo gavimo turi būti išnagrinėtas bendroje komisijoje, į kurios sudėtį turi būti įtraukti operatoriaus ar tiekėjo ir vartotojo atstovai. Sudaryta komisija turi ištirti elektros energijos tiekimo nutraukimo ar apribojimo priežastis ir nustatyti nuostolių dydį.

6. Elektros energijos nutraukimo laikas, nepateiktos elektros energijos kiekis ir priežastys nustatomos pagal operatoriaus ar tiekėjo bei vartotojo operatyvinius dokumentus ir registruojančių prietaisų rodmenis.

Nepateiktos elektros energijos kiekis, nepagamintos, nekokybiškai pagamintos arba sugadintos produkcijos kiekis, sugadintos įrangos vertė nustatomi pagal operatoriaus ar tiekėjo arba vartotojo įrodančius dokumentus.

Jeigu nuostolių dydžių pagal turimą informaciją tiksliai nustatyti negalima, tai jų vertė nustatoma šalių susitarimu.

Šalims nesusitarus, nuostolių vertę nustato teismas.

7. Komisijos išvados ir rezultatai įforminami aktu.

Bet kurios suinteresuotos šalies pageidavimu nustatant patirtų nuostolių vertę ir surašant aktą gali dalyvauti nepriklausomi ekspertai, kurių veiklą apmoka dėl nuostolių kalta šalis.

8. Nuostoliai, patirti dėl elektros energijos tiekimo nutraukimo ar apribojimo, turi būti atlyginti per 15 kalendorinių dienų nuo jų vertės nustatymo.