

Technologijos efektyviam elektros energijos vartojimui pramonėje

Pranešėjas:

Dr. Virginijus Radziukynas

Lietuvos energetikos institutas





Technologijos efektyviam elektros energijos vartojimui pramonėje

Turinys

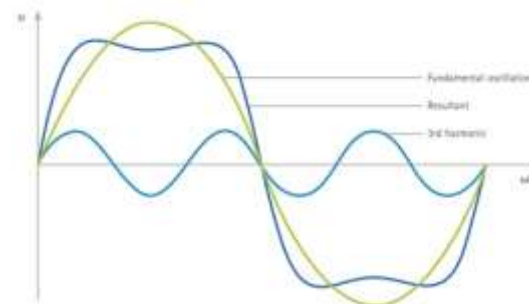
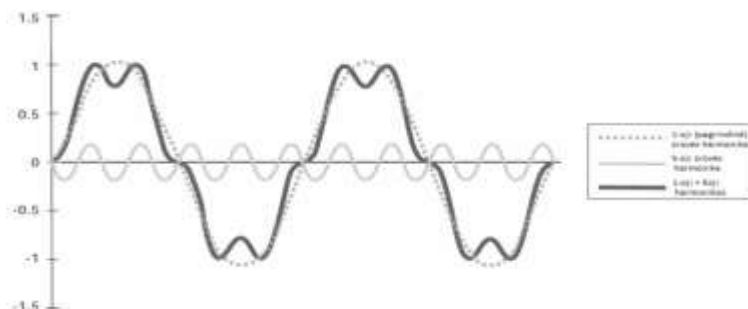
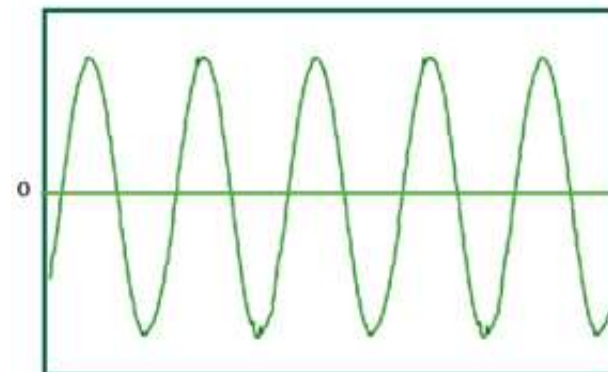
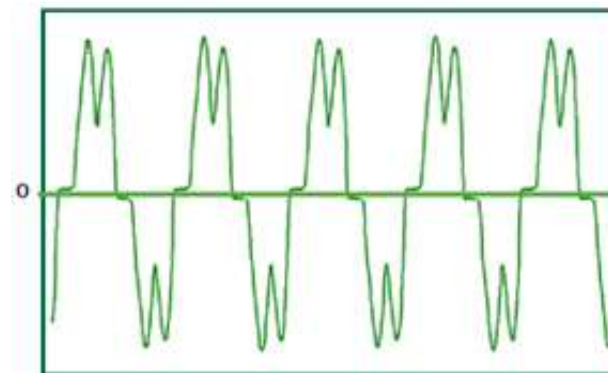
- Aukštesniųjų eilių srovės harmonikų filtrai
- Įtampos stabilizatoriai
- Elektros energijos kaupimo technologijos



Aukštesniųjų eilių srovės harmonikų filtrai



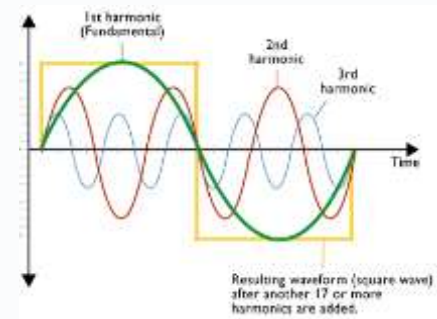
NETIESINĖS APKROVOS	SROVĖS KREIVĖS FORMA	SPEKTRAS	THDi
REGULIUOJAMO GREIČIO ELEKTROS PAVARA			44 %
LYGINTUVAJ PAKROVĖJAI			28 %
DUOMENŲ APDOROJIMO ĮRANGA			115 %
FLUORESCENCINĖS LEMPŠOS			53 %



Harmonikų neigiama įtaka



- sukelia papildomus aktyviosios galios ir elektros energijos nuostolius tinklo elementuose;
- sukelia šilimą ir papildomus nuostolius transformatoriuose ir elektros mašinose;
- sukelia dėl papildomo šilimo greitesnį elektros įrangos izoliacijos senėjimą;
- sukelia galios faktoriaus sumažėjimą;
- sukelia padidėjusį akustinį triukšmą elektromagnetiniuose įrenginiuose;
- sukelia vibraciją elektromašininėse sistemose;
- sukelia kondensatorių baterijų kaitimą/šilimą;
- sukelia nulinio laidininko apkrovos padidėjimą;
- sukelia įtampos tarp nulinio laidininko ir įžeminimo kontūro padidėjimą;
- sukelia maitinimo įtampos ir srovės sinusoidės formos iškreipymą;
- sukelia padidėjusias indukcinę aktyviosios ir reaktyviosios energijos skaitiklių paklaidas, atsirandančius netikslumus įtampos ir srovės matavimo prietaisų parodymuose;
- sukelia kai „kurių“ relinių apsaugų klaidingą suveikimą, valdymo, automatikos, telemechanikos ir ryšių sistemų darbo kokybės prastėjimą, bei padidėja jų gedimo tikimybė.



Aukštesniųjų eilių srovės harmonikų filtrai



Harmonikų atsiradimo priežastys

Elektros tinklai

- sinchroninių generatorių nesimetrija
- generatorių tiristorinės sistemos (pvz. vėjo ir saulės elektrinių keitikliai)
- galios elektronika (pvz. HVDC)

Pramonė

- „lygintuviniai“ keitikliai;
- galios elektros įrenginiai su tiristoriniu valdymu;
- lankinės ir indukcinės krosnys
- liuminescencinės lempos;
- lankinio ir kontaktinio suvirinimo įrenginiai;
- dažnio keitikliai

Buitiniai vartotojai

- buitinė technika (kompiuteriai, televizoriai ir kt.)

Priešharmoninės priemonės

Prevencinės

neleidžiačios harmonikoms susidaryti ar patekti į elektros tinklą;

Kompensacinės

neutralizuojančios harmonikas elektros tinkle;

Prisitaikymo

kai tinklo elementai ir dalis vartotojų įrenginių keičiami naujais, atspariais harmonikų poveikiui

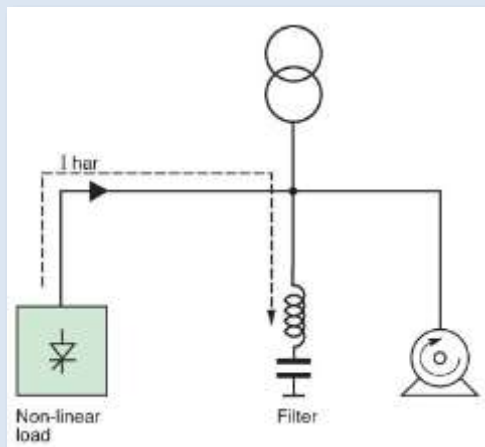
Aukštesniųjų eilių srovės harmonikų filtrai



Harmonikų filtrai

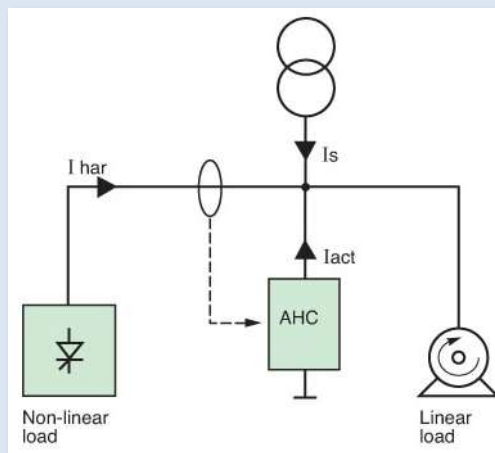
Pasyvusis filtras

- pasyvus filtras yra paprastai suderinamas su tos eilės harmonika, kuri turi būti panaikinta;
- tinklai, kuriuose reikia reaktyviosios energijos kompensacijos.



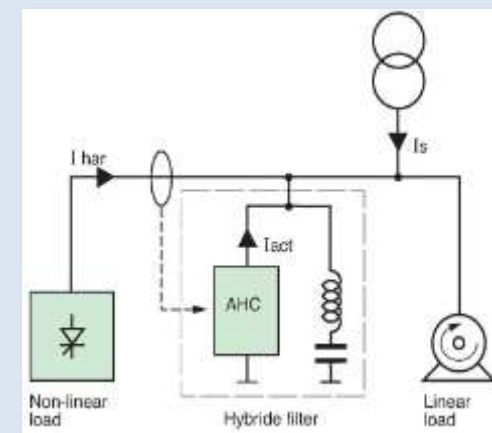
Hibridinis filtras

Apjungia pasyvaus ir aktyvaus filtrų privalumus.



Aktyvusis filtras

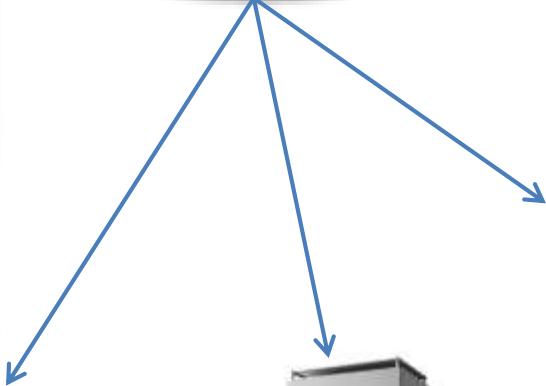
- filtruoja harmonikas plačiame dažnių diapazone;
- tinka naudoti prie visų apkrovų;
- apsaugos nuo harmonikų galia yra ribota.



Aukštesniųjų eilių srovės harmonikų filtrai

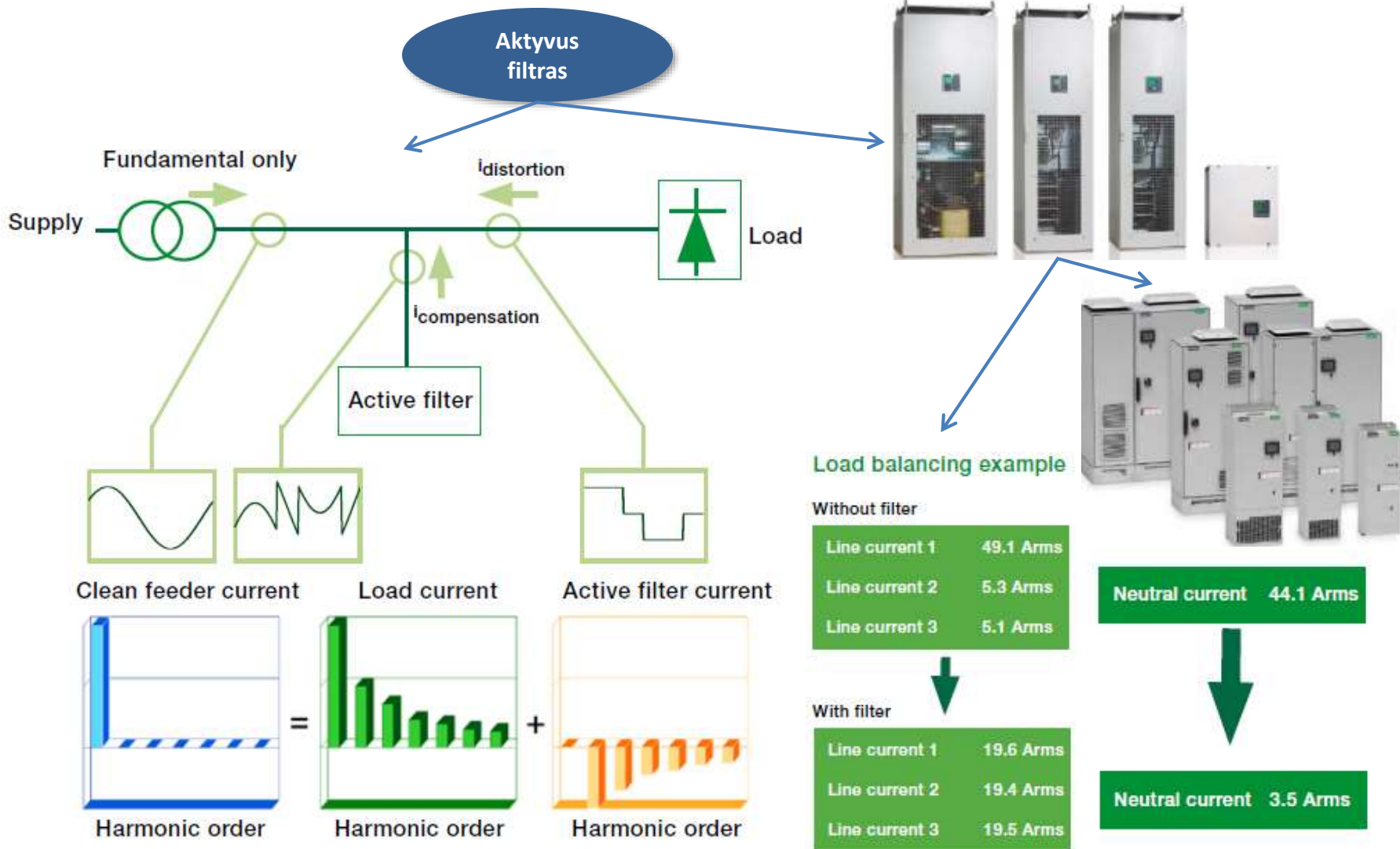


Pasyvus filtras



Talpumas
Induktyvumas

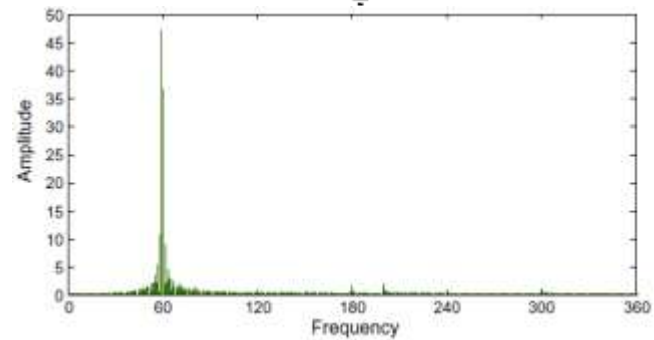
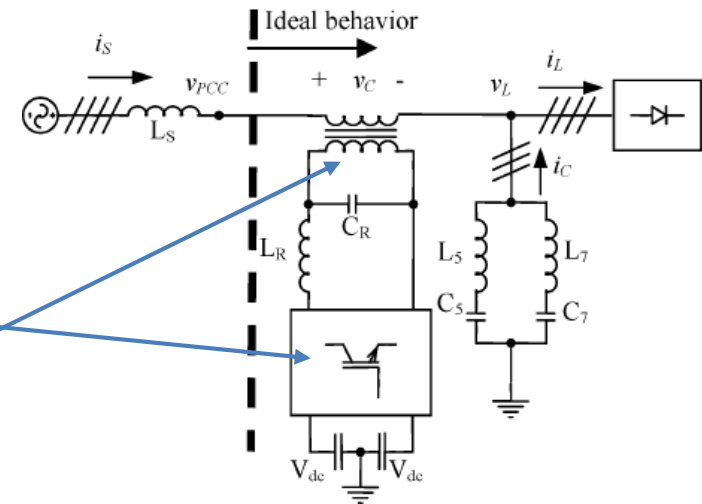
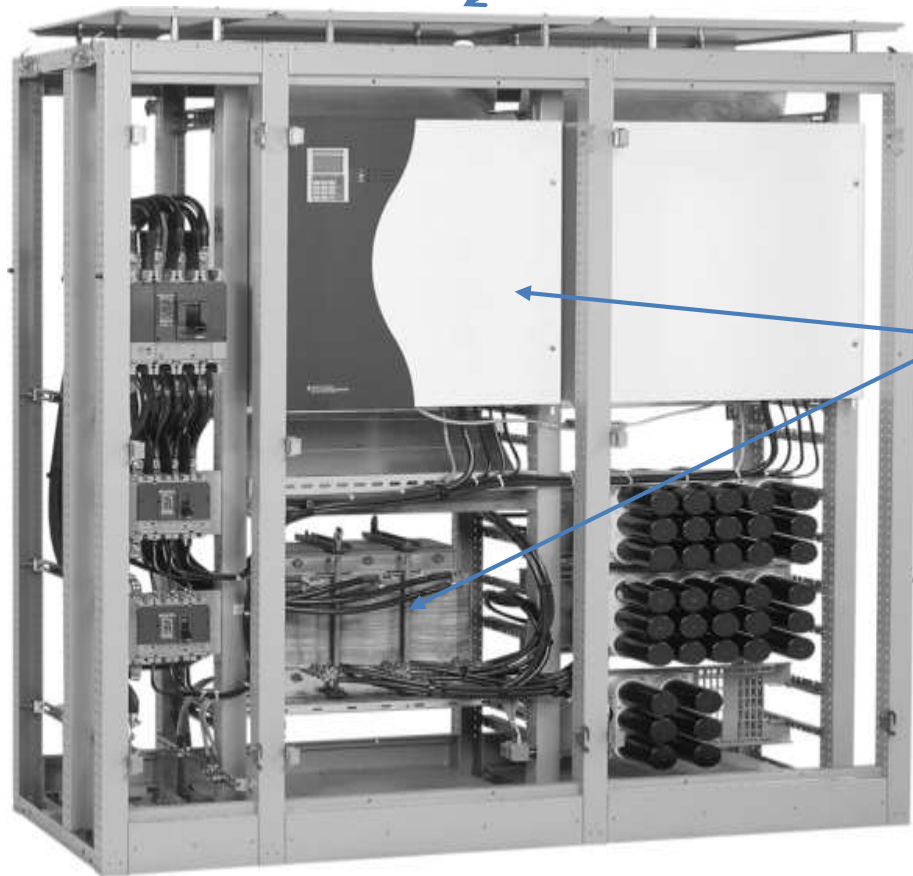
Aukštesniųjų eilių srovės harmonikų filtrai

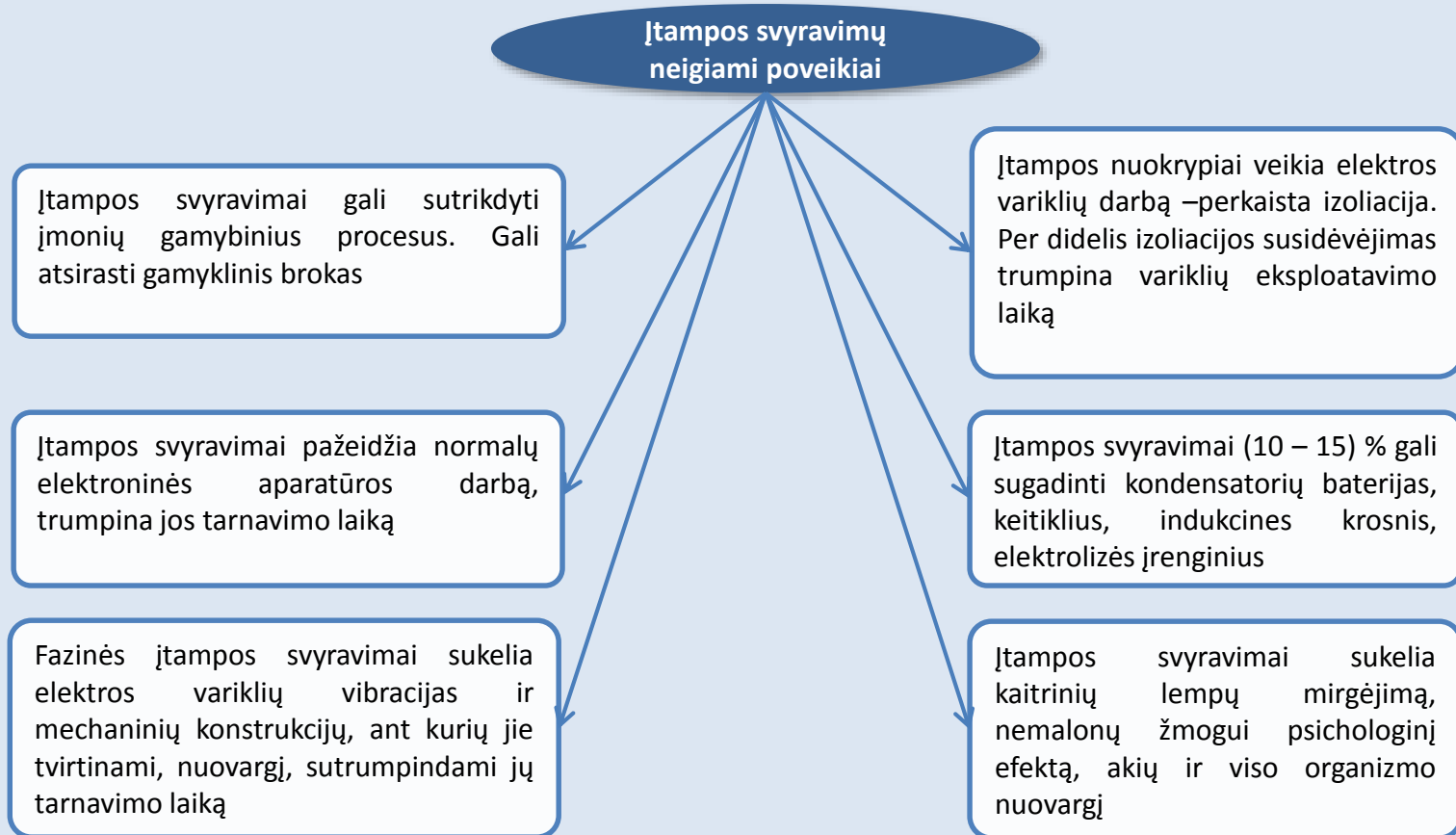


Aukštesniųjų eilių srovės harmonikų filtrai



Hibridinis
filtras





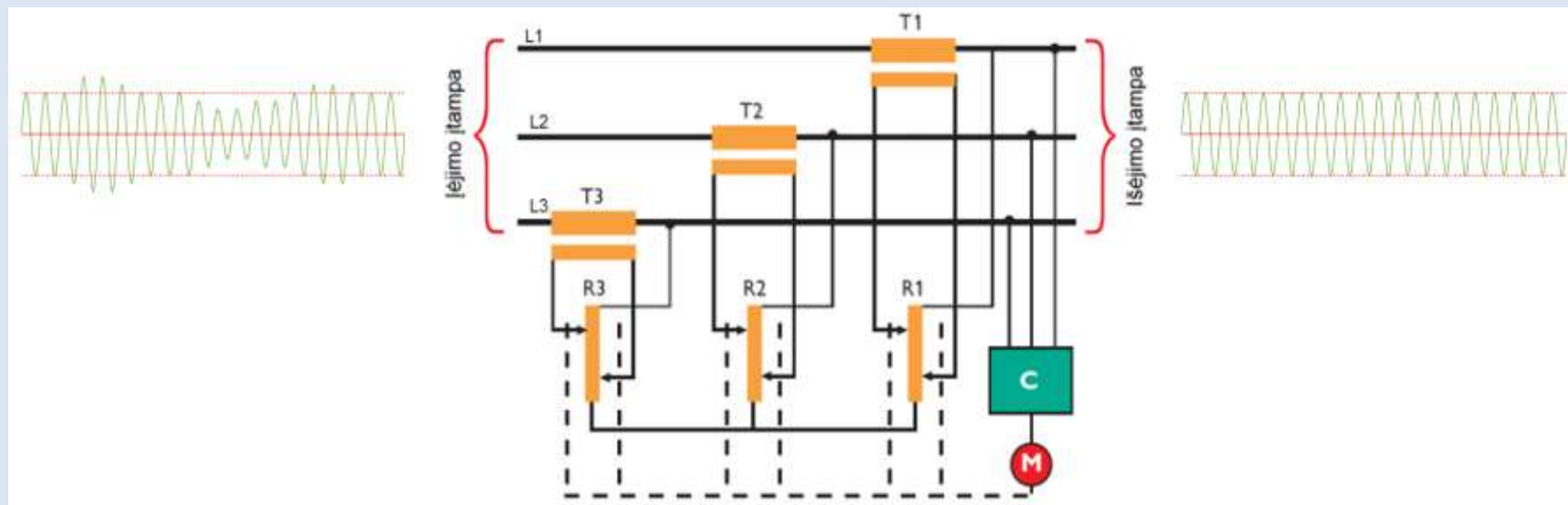
Viena iš pagrindinių įtampos svyravimų sumažinimo priemonių – įtampos stabilizatorių naudojimas

Įtampos stabilizatoriai

Apibrėžimas:

Įtampos stabilizatorius – įtaisas, tam tikru tikslumu automatiškai palaikantis nustatytą įtampos vertę išėjime, kai maitinimo šaltinio įtampa kinta tam tikrame intervale.

Įtampos stabilizatorių veikimas pagrįstas elektromechanikos principais, kai įtampos kitimais stabilizuojamas autotransformatoriumi su pavara



Stabilizatoriaus veikimo principinė schema

T – transformatorius, R – reguliuojamas autotransformatorius,
C – elektroninė valdymo schema, M – servovariklis

Įtampos stabilizatoriai



Ministab ir Sterostab yra dviejų serijų elektrodinaminių įtampos stabilizatorių registruoti vardai

aukštas patikimumas

platus svyravimų diapazonas

didelis stabilizuotos įtampos tikslumas

paprasta priežiūra



IREM įtampos stabilizatorių parametrai

Tipas	Galia	Vardinė įtampa	Įėjimo įtampos svyravimai, %	Išėjimo įtampos svyravimai, %	Stabilizavimo sparta
MASY3AS	1,1 ÷ 800 kVA	230 V 400 V	- 35 ... +15	±1 ... ±1,5	6 - 30 ms/V
Y3	3 ÷ 780 kVA	400 V	±10 ... ±30	±1	6 - 37 ms/V
T3	3 ÷ 2800 kVA	400 V	±10 ... ±30	±1	5 - 37 ms/V

TTF-Flieger įtampos stabilizatoriai vidutinei įtampai



Esant įtampos padidėjimui tinkle, atsiranda energijos „pereikvojimas“. Naudojant įtampos stabilizatorių „pereikvojimas“ yra eliminuojamas ir taip ženkliai sutaupoma lėšų už elektros energiją. Prijungta įranga veikia tik tame įtampos diapazone, kuriame ji yra gamintojo suprojektuota.

SIRIUS MV6 500-4000 kVA

Vardinė galia [kVA]	Vardinė įėjimo įtampa [kV]	Įėjimo srovė [A]	Vardinė išėjimo įtampa [kV]	Išėjimo srovė [A]	Reguliavimo greitis [ms/V]	Dydis [cm]	Svoris [kg]
500	6 ±15%	56	6 ±0,5%	48	1,4	240 – 80 – 200	1800
1000	6 ±15%	112	6 ±0,5%	96	1,4	300 – 100 – 210	3100
1500	6 ±15%	178	6 ±0,5%	144	1,4	420 – 100 – 210	3950
2000	6 ±15%	224	6 ±0,5%	192	1,4	420 – 120 – 210	5100
3000	6 ±15%	336	6 ±0,5%	288	1,4	480 – 160 – 220	8300
4000	6 ±15%	453	6 ±0,5%	385	1,4	600 – 200 - 240	13000

Įtampos stabilizatoriai



Italų kompanija "**Varat**" - viena didžiausių Europos gamintojų, gaminanti **ypač tylius** skaitmeninius įtampos stabilizatorius.

Gaminami vienfaziai stabilizatoriai nuo **250 kVA** iki **500 kVA** bei trifaziai - nuo **1500 VA** iki **1500 kVA**.

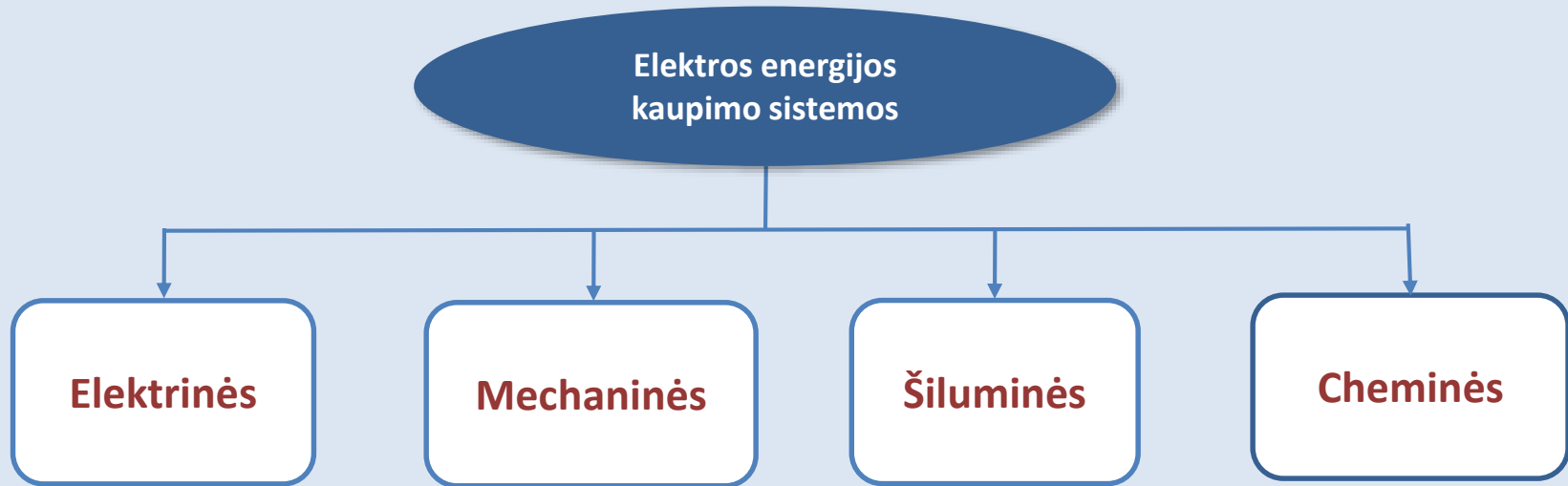
Populiariausi produktai **DIGISTAB** ir **MEGADIGISTAB** bei mažesnės galios modeliai **BOARDSTAB** ir **MIDISTAB**. **Visi šie skaitmeniniai įtampos stabilizatoriai yra didelio tikslumo (1-2%), su labai mažais harmoniniais iškreipymais (<0,1%) bei greitu įtampos reguliavimu (9 ms/V).**



VARAT įtampos stabilizatorių techniniai parametrai

Tipas	Galia [S], kVA	Vardinė įtampa, V	Įėjimo įtampos svyravimai, %	Išėjimo įtampos svyravimai, %	Įtampos reguliavimo sparta ms/V
VSM xxK	2 - 15	230	±15	±1	20
VST/30xx	40 - 300	400	±15	±1	20
VST/30xx	300 - 500	400	±15	±5	20
VDU/30xx	1,5 - 1500	400	±15	±1	9
VDT/30xx	1,5 - 1500	400	±15	±1	9
VDT/32xx	1,5 - 1000	400	±20	±1,5	9

Elektros energijos kaupimo technologijos



- Super-kondensatoriai
- Superlaidininkai
- Magnetinės ritės
- Smagračiai

- Suspaustas oras
- Ličio-jonų baterijos
- Rūgštiniai akumulatoriai
- Srauto baterijos

- Vandenilio saugyklos
- Hidroakumuliacija

Elektros energijos saugojimo trukmė

trumpa

vidutinė

ilga

Energijos kaupikliai



Kaupimo technologija	Pranašumai	Trūkumai
HAE	Didelė galia, maža kaina	Reikia tinkamos vietovės
Suspausto oro	Didelė galia, maža kaina	Reikia tinkamos vietovės ir dujinio kuro
Srautinės baterijos: PSB, VRB, ZnBr	Didelė galia, galia nepriklauso nuo energijos	Mažas energijos tankis
Metalo-oro baterijos	Labai didelis energijos tankis	Sunki įkrova
NaS baterijos	Dideli galios, energijos tankiai ir efektyvumas	Brangi gamyba Pavojus saugumui
Li-jonų baterijos	Dideli galios, energijos tankiai ir efektyvumas	Brangi gamyba, reikia specialios įkrovimo schemos
NiCd baterijos	Dideli galios, energijos tankiai ir efektyvumas	
NiMH baterijos	Dideli galios, energijos tankiai ir efektyvumas, maža kaina	Nedidelis energijos tankis
Rūgštinės švino baterijos	Maži kapitaliniai kaštai	Mažas įkrovos/iškrovos ciklų skaičius prie gilų iškrovų
SEK	Didelė galia	Mažas energijos tankis
SMEK	Didelė galia	Mažas energijos tankis, brangi gamyba
Superkondensatoriai	Didelis įkrovos/iškrovos ciklų skaičius, didelis efektyvumas	Mažas energijos tankis
Vandenilio kaupikliai	Neribotas sukauptos energijos kiekis	Brangios ir nebrandžios technologijos, mažas ciklo efektyvumas

Poreikis kaupikliams atsiranda kai vėjo ir saulės elektrinės padengia 15-20 % EES suvartojimo.

Bendra kaupiklių galia pasaulyje: 130 GW, iš kurių apie 99 % sudaro HAE.

Netolimoje ateityje gali būti naudojami paskirstytieji energijos kaupikliai su baterijomis, superkondensatoriais (skirstomajame elektros tinkle), bei vandenilio kaupikliais.

Kitos ateities technologijos:

Mikrogeneracija;

Mikrokaupikliai, įskaitant elektros imtuvuose įmontuotus kaupiklius;

Mikrotinkluose – elektromobilių panaudojimas apkrovoms maitinti;

Netiesioginis energijos kaupimas: elektrolizės būdu iš organinių atliekų gaminamos dujos (vandenilis), juo maitinami kuro elementai

SMEK - Superlaidininkų magnetinės energijos kaupikliai;

SEK- Smagratiniai energijos kaupikliai

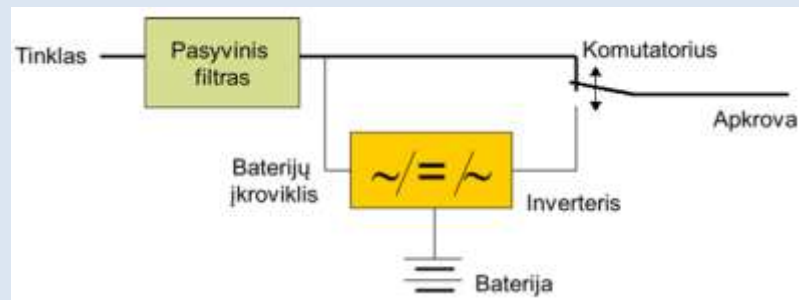
Energijos sukaupiamas m³



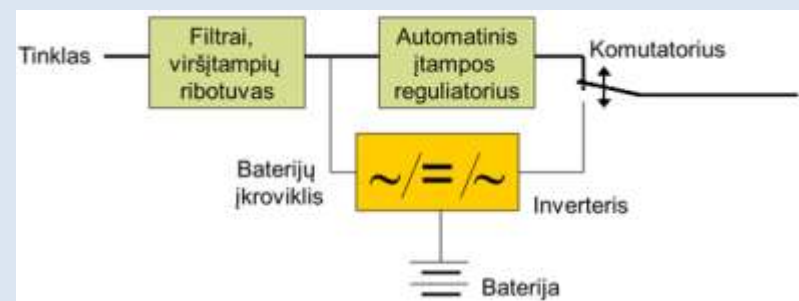
Technologijos		Energijos tankis <i>E kWh / m³</i>
Mechaninės energijos kaupimas	Potencinė energija (pvz. pumpuojamas vanduo pvz. į 100 m aukštį - elektros energija)	1
	Kinetinė energija (pvz. smagračiai - elektros energija)	10
Elektros energijos kaupimas	Elektrostatiniai laukai (kondensatoriai - elektros energija)	10
	Elektromagnetiniai laukai (ritės - elektros energija)	10
Elektrocheminės kaupimo sistemos	Rūgštiniai akumuliatoriai (elektros energija)	100
	Ličio-jonų baterijos (elektros energija)	500
Šiluminės energijos kaupimas	Vertimas šiluma (pvz. vandens T = 100 °C - šiluminė energija)	116
	Fazių pokyčiai (pavyzdžiui, vandens garais - šiluminė energija)	636
Cheminės energijos kaupimas	Skystas vandenilis (šiluminė ir elektros energija)	2.400

NMŠ tipai

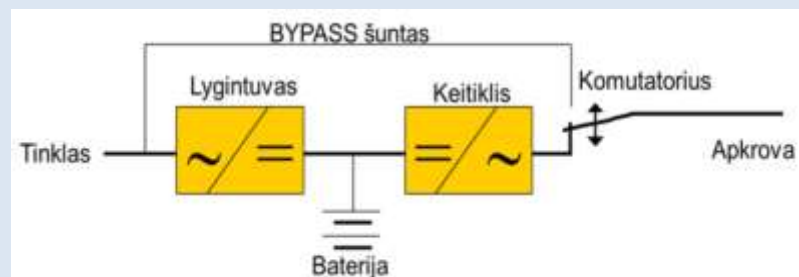
Komutacinio veikimo
(angl. Passive stand – by [„Off-Line“])



Interaktyvaus veikimo
(angl. Line – interactive)



Nuolatinio veikimo su dvigubu energijos keitimu
angl. Double conversion [„On – line“])



Nepertraukiamo maitinimo šaltiniai



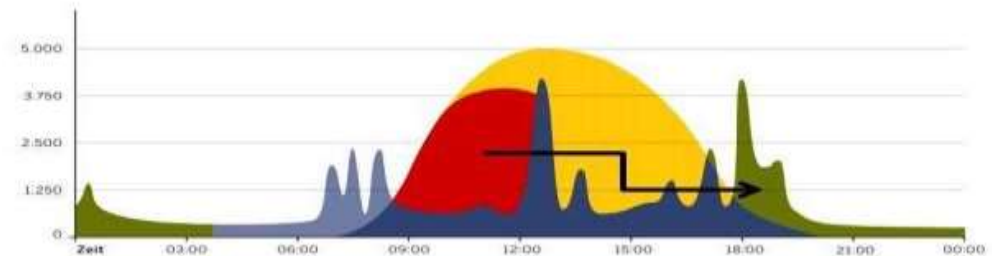
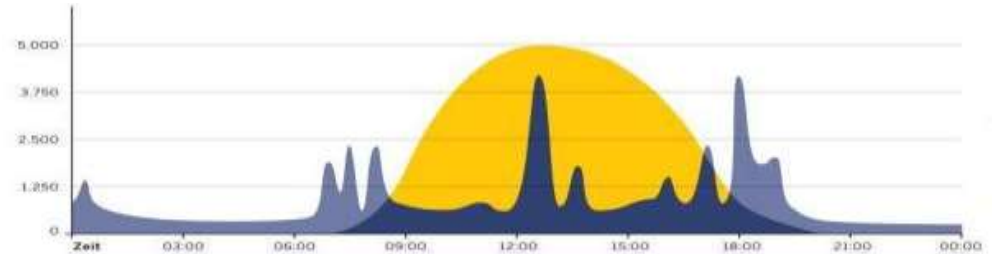
NMŠ taikymas pagal pareikalaujamą galią

Nepertraukiamo maitinimo šaltinio tipas	Galia, kVA					
	0,5	1,5	3	10	100	>1000
Komutacinio veikimo (angl. Passive standby)	Yellow					
Interaktyvaus veikimo (angl. Line interactive)	Yellow	Yellow	Yellow			
Nuolatinio veikimo su dvigubu energijos keitimu (angl. Double conversion online)		Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

NMŠ tipo taikymas pagal naudojimo sritį

Nepertraukiamo maitinimo šaltinio tipas	Naudojimo sritis				
	Kompiuterinė įranga	Tinklo įranga	Duomenų centrai	Pramonė	Telekomunikacijos
Komutacinio veikimo (angl. Passive standby)	Yellow				
Interaktyvaus veikimo (angl. Line interactive)	Yellow	Yellow	Yellow		
Nuolatinio veikimo su dvigubu energijos keitimu (angl. Double conversion online)		Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Energijos kaupimo sistemos smulkiems vartotojams



Sonnenbatterie	Li-ion	1600 - 2400 \$ / 1 kWh (įskaitant pilną instaliaciją)
Tesla	Li-ion	3000 \$/ 7 kWh; 3500 \$ / 10 kWh
Tesla	Li-ion	250 \$ / 1 kWh pramoniniam vartotojui (prognozė)

Modulinė elektros energijos kaupimo sistema



SIEMENS

Totally Integrated Power – SIESTORAGE



- 1 keitiklių spinta
- 1 valdymo spinta
- 1 spinta prijungimo prie tinklo
- X akumuliatorių spintų*
- nominali galia: max. 472 kVA
- nominali talpa nuo 180 iki 900 kWh

Sistemos funkcijos:

- resursų adekvatumo užtikrinimas
- dažnio reguliavimas
- AEŠ generacijos stabilizavimas

Papildomos naudos:

- „karštas rezervas“
- tiesioginis valdymas
- reaktyviosios galios šaltinis
- galimybė atidėti tinklų modernizavimą
- AEŠ generacijos svyravimų išlyginimas
- tinklo perkrovos mažinimo galimybė
- įtampos valdymas
- pikinių apkrovų valdymas
- elektros energijos kokybės tinkle stebėseną
- generatorių efektyvumo padidinimo galimybė



- Aukštesniųjų eilių srovės harmonikų filtrai ir įtampos stabilizatoriai gali padėti padidinti įmonės veiklos efektyvumą, tačiau jų poreikį reikėtų įvertinti atlikus techninę - ekonominę analizę.
- Įmonėje veikiant jautriai įrangai įtampos kryčiams ir trumpalaikiams elektros energijos tiekimo nutraukimams, rekomenduojama naudoti elektros energijos kaupimo priemones, atsižvelgiant į gamybinių procesų pobūdį.
- Siekiant padidinti įmonės energijos naudojimo efektyvumą bei įrangos veikimo patikimumą, rekomenduojama naudoti stebėsenos sistemas. Sistema turi būti parenkama geriausiai atitinkanti poreikius, įvertinus įmonės gamybinius procesus.

„Technologijos efektyviam elektros energijos vartojimui pramonėje“

Pranešėjas:

Dr. Virginijus Radziukynas
Lietuvos energetikos institutas
Virginijus.Radziukynas@lei.lt
Tel.: +370 610 46809

Klausimai?