

RECEPȚIONAT

Ministerul Educației, Culturii și Cercetării

la data: _____

RAPORT ȘTIINȚIFIC
privind executarea proiectului de cercetări științifice
aplicative/fundamentale (instituțional)
pentru anii 2015-2019

Proiectul (titlul) **Elaborarea și argumentarea soluțiilor și mijloacelor tehnice inovative**
întru eficientizarea domeniului asigurării cu energie

Cifra Proiectului 15.817.03.024

Direcția Strategică **Eficiența energetică și valorificarea surselor regenerabile de energie**

termen de executare: **27 decembrie 2019**

Directorul proiectului

Tîrșu Mihai

(numele, prenumele)

(semnătura)

Directorul instituției

Tîrșu Mihai

(numele, prenumele)

(semnătura)

Consiliul științific/senat

Tîrșu Mihai

(numele, prenumele)

(semnătura)

L.Ș.

Chișinău, 2019

CUPRINS :

1. Lista executorilor	3
2. Obiectivele și sarcinile proiectului	4
3. Rezultatele științifice ale cercetărilor efectuate în cadrul proiectului	7
2019	78
5. Concluzii	103
6. Participarea în programe și proiecte internaționale (ORIZONT 2020, SCOPES, JOP, IRSIS, NATO, etc.), inclusiv propunerile prezentate/câștigate în cadrul concursurilor naționale și internaționale cu tangență la tematica cercetării proiectului realizat	107
7. Lista lucrărilor publicate în cadrul proiectului de cercetare	109
8. Fișa de prezentare a rezultatelor proiectului de cercetare	121

1. Lista executorilor

Nr d/o	Numele/Prenumele	Titlul științific	Funcția în cadrul proiectului	Semnătura
1.	Zaițev Dmitrii	Dr.	șef.lab.	
2.	Burciu Vitalie	Dr.	șef.lab.	
3.	Andronati Nicolae	Dr.hab.	Consultant științific	
4.	Calinin Lev	Dr.	c.ș.coord.	
5.	Șit Mihail	Dr.	c.ș.coord.	
6.	Tîrșu Mihai	Dr.	c.ș.sup.	
7.	Ermuratschii Vladimir	Dr.hab.	c.ș.princ.	
8.	Grițai Mihail	Dr.	c.ș.coord.	
9.	Comendant Ion	Dr.	c.ș.coord.	
10.	Boșneaga Valeriu	Dr.	c.ș.sup.	
11.	Uzun Mihail		c.ș.	
12.	Daud Vasile	Dr.	c.ș.	
13.	Lupu Mihail		c.ș.	
14.	Robu Sergiu		c.ș.	
15.	Turcuman Lilia		c.ș.	
16.	Colesnic Igor	Dr.	c.ș.	
17.	Juravleov Anatolie	Dr.	c.ș.coord.	
18.	Prepeliță Iulia		c.ș.	
19.	Moraru Larisa		c.ș.	
20.	Caloșin Danila		c.ș.	
21.	Golub Irina		c.ș.	
22.	Martnos Ion		c.ș.	
23.	Speian Aurel		c.ș.	
24.	Cealbaș Oleg	Dr.	c.ș.	
25.	Uzun Galina		c.ș.	
26.	Timcenco Dmitrii		ing.coord.program.	
27.	Șit Boris		ing.progr.cat. III	
28.	Nour Viorel		ing. electr.cat.II	
29.	Nani Olga		ing.coord.energ.	
30.	Ermuratschaia Galina		ing.cat.I	
31.	Locșin Vladimir		ing.coord.	
32.	Mocanu Eugen		ing.	
33.	Rusu Ion		ing.	
34.	Ivașin Roman		ing.coord.	
35.	Vasilev Irina		ing.	
36.	Robu Mariana		tehn.	
37.	Burunciuc Tamara		tehn.cat.I	
38.	Nicoară Elena		Ing.	

2. Obiectivele și sarcinile proiectului

Obiectivele principale ale proiectului pentru perioada 2015-2019 au constat în:

- Elaborarea conceptelor de realizare a soluțiilor și mijloacelor tehnice inovative de interconectare a sistemelor energetice și dirijare inteligentă cu fluxurile de putere, identificarea oportunităților optime de acoperire a cererii de energie și analiza posibilităților de eficientizare a pompelor de căldură și utilizarea acestora împreună cu sursele regenerabile de energie pentru diminuarea consumului de energie în clădiri și industrie.
- Elaborarea modelelor matematice și a soluțiilor tehnice selectate, precum și a modelelor de simulare și calcul, determinarea costului energiei funcție de investiții, cercetarea gradului de integrare a surselor regenerabile în eficientizarea consumului de energie a clădirilor și alte ramuri ale industriei
- Cercetarea caracteristicilor și a performanțelor soluțiilor tehnice și echipamentelor elaborate pentru dirijarea cu sistemul energetic și eficientizarea consumului de energie, analiza impactului implementării tarifelor diferențiate asupra consumatorilor și realizarea mostrelor echipamentelor de conversie și acumulare a energiei surselor regenerabile
- Testarea, analiza comparativă a performanțelor și elaborarea măsurilor de implementare a soluțiilor și mijloacelor tehnice elaborate, propunerea soluțiilor fiabile de reducere a consumului în clădiri cu utilizarea pompelor de căldură și acumulatorilor termici, studierea gradului de influență a nivelului integrării surselor regenerabile asupra tarifului și a competiției pe piața energiei
- Elaborarea noilor controlere FSCTS, create pe baza convertoarelor de frecvență ale transformatoarelor, utilizate la unificarea sistemelor energetice care funcționează cu diverse standarde de menținere a frecvenței
- Elaborarea de soluții de balansare a energiei intermitente generată de sursele eoliene și fotovoltaice integrate în sistemul electroenergetic național, aplicând-se opțiuni tradiționale și noi de acoperire a curbei sarcinii de consum.

Sarcinile proiectului au constat în următoarele:

1. Selectarea și argumentarea soluțiilor de eficientizare a consumului de energie la producerea, transportul, distribuția și utilizarea energiei, inclusiv regenerabile, precum și elaborarea modelelor matematice și a principiilor de conversie eficientă.
2. Cercetarea caracteristicilor de performanță a soluțiilor selectate pentru realizarea interconectării cost-eficiente a sistemului energetic și dirijării cu fluxurile de energie, precum și a potențialului de reducere a consumului de energie în clădiri și industrie cu integrarea surselor regenerabile de energie;

3. Cercetarea proprietăților și caracteristicilor instalației de convertizare directă a frecvenței în baza instalației de reglare a decalajului de fază
4. Determinarea dependenței dintre nivelul de competiție pentru energia cea mai ieftină și investițiile necesare pentru atingerea acestui nivel
5. Cercetarea gradului de integrare a surselor regenerabile în eficientizarea consumului de energie a clădirilor și altor ramuri ale industriei
6. Cercetări teoretice a unei case individuale eficiente energetic și seismic rezistentă
7. Analiza perspectivei aprovizionării Republicii Moldova cu gaze naturale de pe piața gazelor naturale ale României
8. Cercetarea caracteristicilor dinamice și elaborarea unei variante inovative a soluției tehnice a convertorului de frecvență cu utilizarea tehnologiei IPC, elaborarea modelului de calcul și obținerea, prelucrarea și analiza curbelor de sarcină în evoluție a sistemului electroenergetic național, analiza proceselor tehnologice în agroindustrie în vederea utilizării pompelor de căldură și crearea ciclurilor termodinamice performante, elaborarea conceptului instalației termice solare de mare capacitate și elaborarea programului de calcul al performanței energetice și economice a ei
9. Analiza posibilităților de creștere a gradului de dirijare cu puterea activă și reactivă în baza modificării legilor de dirijare și elaborarea concluziilor și recomandărilor, identificarea curbelor de sarcină electrică specifice ale consumatorilor și elaborarea recomandărilor, sinteza sistemului de dirijare pentru CTM și elaborare sistemului de dirijare, realizarea studiului parametric al instalației termice solare de mare capacitate și calculul cotei părți a energiei solare optime la înlocuirea energiei tradiționale
10. Elaborarea variantelor optime de realizare a convertizorului de frecvență și a sistemului centralizat combustibil-solar de alimentare cu căldură, a modelului de calcul a acumulatorilor de energie, optimizarea vaporizatoarelor și răcitoarelor de gaz ale PC și analiza datelor statistice privind consumul total de energie utilizat în sectorul agricol
11. Calculul componentelor mostrelor experimentale, identificarea tehnologiilor de acumulare a energiei, elaborarea unui sistem automat de lubrifiere a PC și a unui program de calcul al indicatorilor energetici și economici pentru sistemului centralizat combustibil-solar, estimarea surselor de energie pentru irigare
12. Asamblarea, ajustarea și testarea mostrelor, stabilirea performanțelor tehnice a acumulatorilor de energie, optimizarea termo-economică a schimbătoarelor recuperative de căldură ale PC, cercetarea indicatorilor energetici și economici ale sistemului centralizat combustibil-solar de alimentare cu căldură, studiu de caz pentru irigarea terenurilor agricole cu diferite geometrii.

13. Studiarea caracteristicilor convertorului de frecvență bazat pe utilizarea TDF controlat prin mijloace electronice de putere, din punct de vedere al compatibilității soluțiilor tehnice propuse cu cerințele pentru instalațiile de transformare în acest scop. Selectarea și compararea variantelor și strategiilor de control posibile care asigură cerințe pentru calitatea energiei electrice pe barele sistemelor energetice de recepție și de transmisie.

3. Rezultatele științifice ale cercetărilor efectuate în cadrul proiectului

De menționat, că toate sarcinile planificate în cadrul proiectului în perioada 2015-2018 în cadrul acestui proiect au fost realizate în plin volum. Cele mai importante rezultate sunt prezentate mai jos.

Rezultatele anului 2015

- *Cicloconvertor static pentru interconectare asincronă a două sisteme energetice.*

A fost elaborată o nouă soluție tehnică de realizare a FACTS controlerului – instalație pentru interconectarea a două sisteme energetice, precum sunt sistemele energetice al Moldovei și României (fig.1).

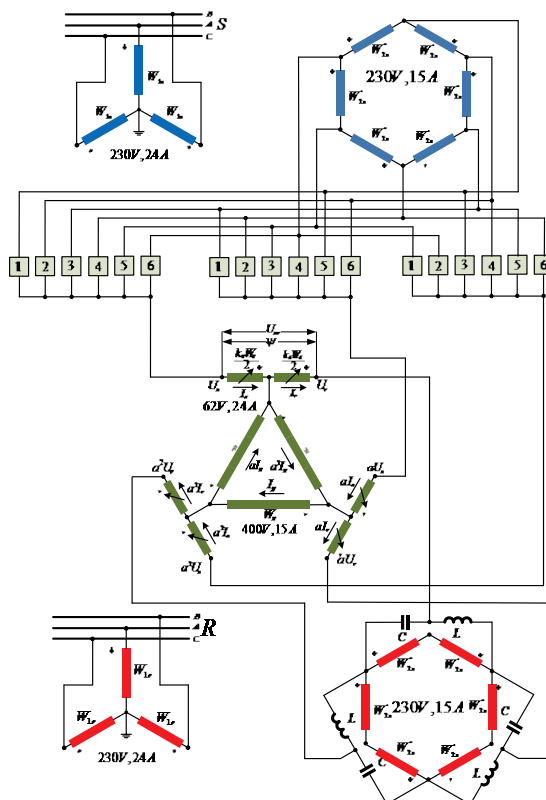


Fig.1. Schema principală a cicloconvertorului static.

Avantajele soluției tehnice propuse sunt următoarele:

- Permite reducerea gradului de nelinearitate a caracteristicii de reglare
- Conține un număr sporit al treptelor de comutare (până la 180) și ca rezultat pasul de reglare se reduce la 2 grade.
- Puterea instalată este considerabil mai mică ca cea a instalațiilor de reglare a decalajului de fază.
- Asigură reglarea și menținerea fluxului necesar de putere activă și reactivă

- *Estimarea evoluției tarifelor la energie electrică în funcție de PIB*

S-a determinat evoluția tarifelor la electricitate în funcție de valori a PIB-ului: 0%, 3,26% și 5% (fig.2).

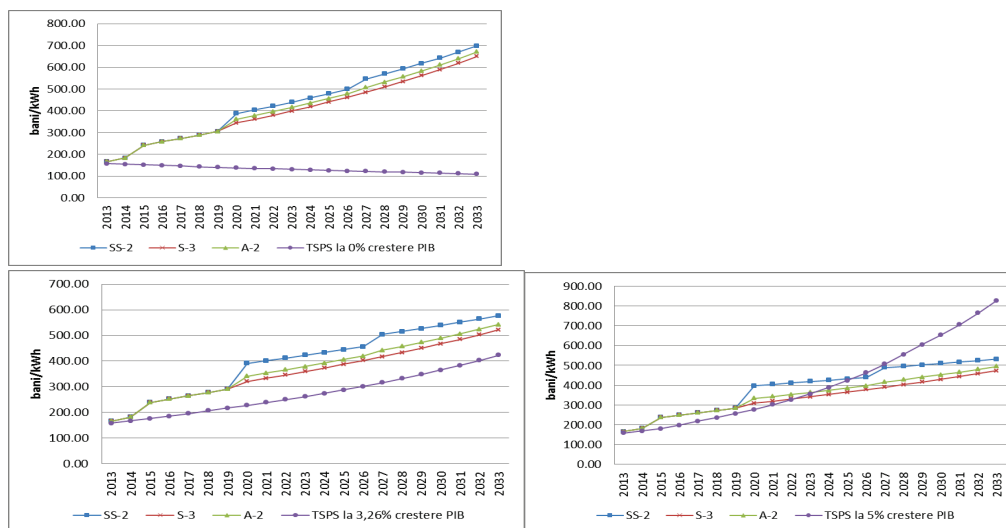


Fig.2. Tarifele scenariilor vizavi de cele suportabile, creșterea PIB = 0%, 3,26% și 5%.

Pentru toate aceste 3 scenarii au fost estimate nivelurile îndemnizațiilor ce trebuie acordate populației.

- **Sistem complex de încălzire centralizată cu utilizarea pompelor de căldură**

A fost elaborată o soluție inovativă de utilizare a pompelor de căldură în combinație cu sistemele centralizate de căldură. Noutatea constă în elaborarea metodologiei de proiectare a pompelor de căldură cu compresoare cu două trepte, bazate pe utilizarea integrată a surselor de energie cu potențial termic scăzut și a surselor regenerabile de energie. Utilizarea pentru complexul energetic „CET – pompe de căldură, instalate la punctele termice centrale” – conduce la micșorarea cheltuielilor la procurarea gazului natural cu cca 25%, în condițiile economice, când CET este proprietarul rețelelor termice; pentru *industria produselor lactate cu utilizarea pompelor de căldură* conduce la micșorarea cheltuielilor la prelucrarea termică și cu frig a produselor lactate comparativ cu schemele tipice, ceea ce în final duce la micșorarea prețului de piață a produselor lactate și excluderea utilizării gazelor naturale pentru prelucrarea termică a produselor lactate și prepararea apei menajere.

- **Încălzitor de apă cu acumulator de căldură**

Au fost elaborate cerințele tehnice față de încălzitoarele de apă cu acumulator de căldură, utilizate în sistemele de producere și consum al căldurii în clădiri; modelele matematice ale încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare) pentru calcularea regimurilor termice; software pentru calcularea regimurilor termice de lucru ale încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare); a fost realizată mostra experimentală a încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare); s-au obținut datele experimentale a temperaturii și volumului apei calde la diverse condiții meteorologice ale încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare) pe parcursul anului; s-au determinat indicatorii de eficiență energetică, economici și ecologici ale încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare).

- **Seră solară energetic eficientă**

A fost elaborată o soluție constructivă inovativă a serelor solare (fig.3), care permite reducerea consumului de energie.



Fig.3. Seră solară cu reglare multilaterală (unghi de înclinare, direcție și înălțime față de sol)

Au fost construite două modele funcționale ale serelor solare energo-eficiente, demonstrând astfel micșorarea în timp a spațiului lucrativ al serelor, și, deci, micșorarea esențială a cheltuielilor enorme pentru menținerea temperaturilor necesare, mai ales la faza inițială de creștere a plantelor. Eficiența energetică a serelor elaborate se obține datorită schimbării în timp a spațiului aerian interior prin schimbarea distanței dintre sol (plante) și acoperișul serelor, precum și prin micșorarea suprafeței pereților exteriori.

Rezultatele anului 2016

Cercetarea proprietăților și caracteristicilor instalației de convertizare directă a frecvenței în baza instalației de reglare a decalajului de fază

1. S-a elaborat o variantă a instalației de conversie pe baza transformatorului de reglarea a decalajului de fază dotat cu mijloace electronice de putere, care se caracterizează printr-un grad sporit de acțiune și dirijare. Instalația poate fi folosită pentru conectarea sistemelor electrice cu standarde diferite de frecvență a curentului alternativ, cum ar fi 50 Hz (standard european) și 60 Hz (standardul Americii de Nord), precum și pentru construirea conexiunilor electrice cu frecvențe controlabile (Fig. 4).

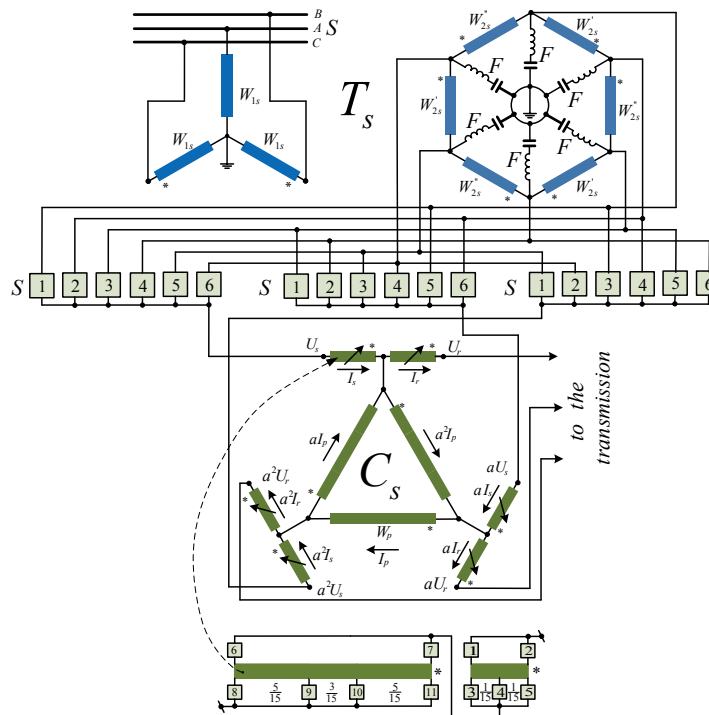


Fig.4. Schema convertorului de frecvență și conexiunile dintre elementele utilajului stațiilor din capete

2. S-a realizat elaborarea și analiza comparativă a diferitor strategii (simetrice (în 2 grade) și asimetrice (cu 1 grad)) de dirijare cu convertorul de frecvență. Este demonstrat că stabilitatea parametrilor de regim în procesul de conversie este semnificativ mai mare la aplicarea strategiei de dirijare asimetrică (în condiția dirijării simetrice valoarea coeficientului distorsiunii armonice THD este determinată de 2,69%, în cazul dirijării asimetrice - 2,57%). Caracterul schimbării puterii active și reactive consumate din rețeaua de alimentare în procesul realizării variantelor strategiilor de control sunt ilustrate de curbele din Fig. 5 și Fig. 6. Aceste curbe pot fi considerate dovezi suficient de convingătoare pentru îmbunătățirea calității procesului de conversie în urma trecerii de la dirijare simetrică la dirijare asimetrică.

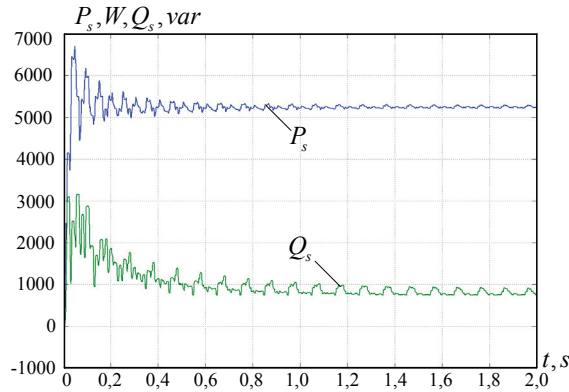


Fig. 5. Oscilogramele modificării puterii active și reactive consumate din rețea la dirijare simetrică

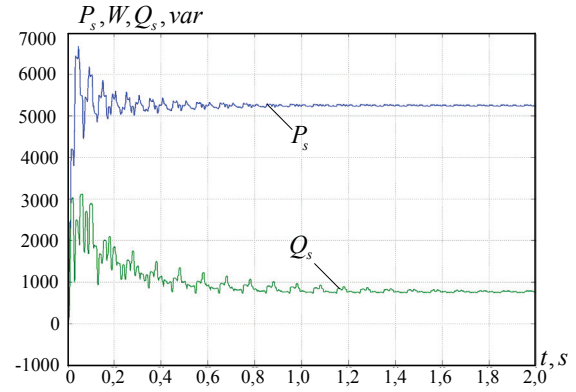


Fig. 6. Oscilogramele modificării puterii active și reactive consumate din rețea la dirijare nesimetrică

3. În baza convertizorului de frecvență cu dirijare nesimetrică a fost propusă ideea unui FACTS controler nou așa numite conexiune electrică de frecvență variabilă (Fig. 7) și s-a realizat modelul SPS a obiectului de cercetare pe baza căruia s-a efectuat o serie de experimente de calcul, care demonstrează eficiența controlului frecvenței liniei.

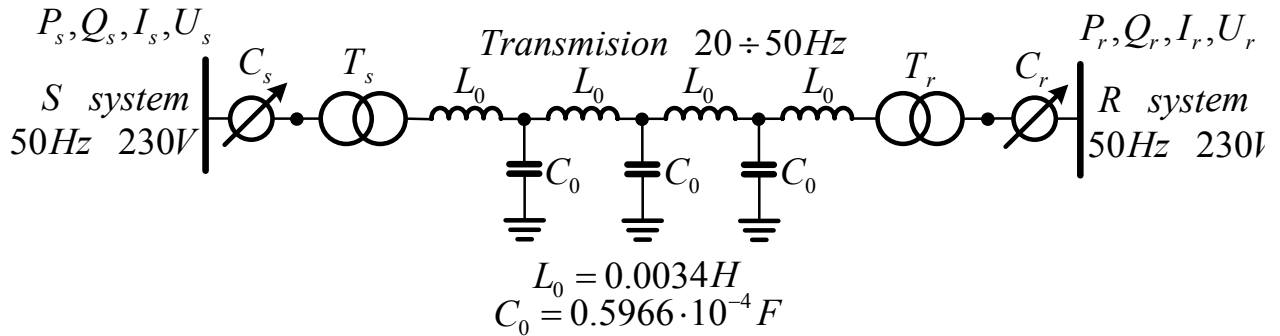


Fig. 7. Schema principală a modelului SRS

Curbele ce reflectă schimbarea puterii active la sistemul de transmisie și a puterii reactive la capătul LEA de transmisie și primire în funcție de unghiul de transmisie pentru diferite valori ale frecvențelor liniilor electrice sunt reprezentate, respective, în Fig. 8 și Fig. 9.

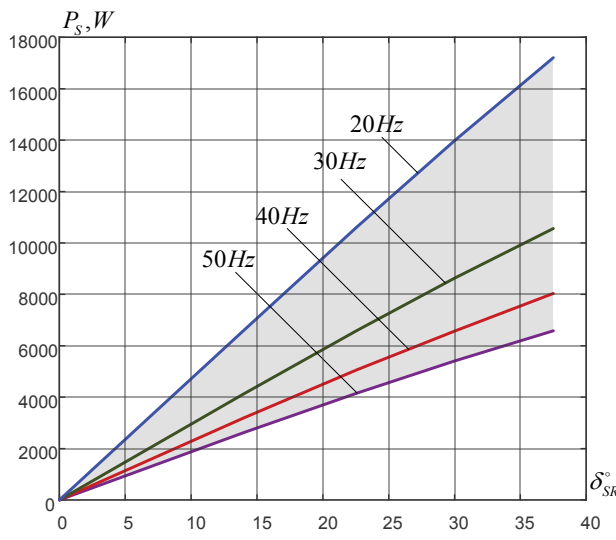


Fig. 8. Dependenta puterii active la capătul LEA de transmisie P_S de unghiul delta dintre sisteme în procesul dirijării frecvenței

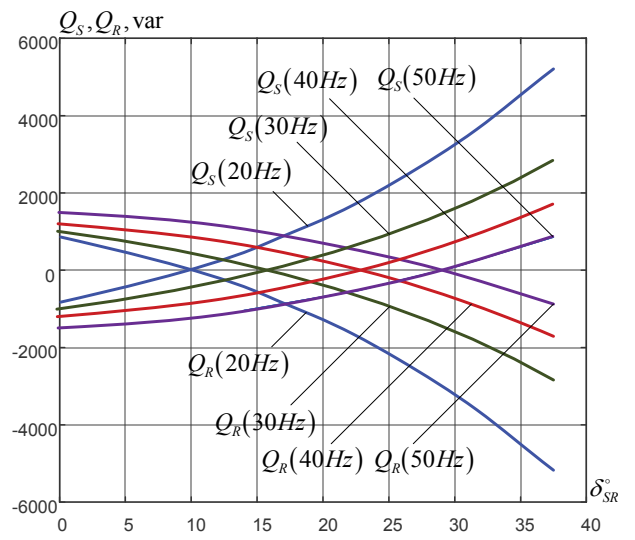


Fig. 9. Graficele dependenței puterii reactive la capătul de transmisie Q_S și capătul de recepție Q_R a SPS în funcție de unghiul delta dintre sistemele în procesul dirijării frecvenței

Dependențele puterii active și reactive de frecvență la diferite valori fixe ale unghiului δ_{SR} sunt prezentate în Fig.10,11.

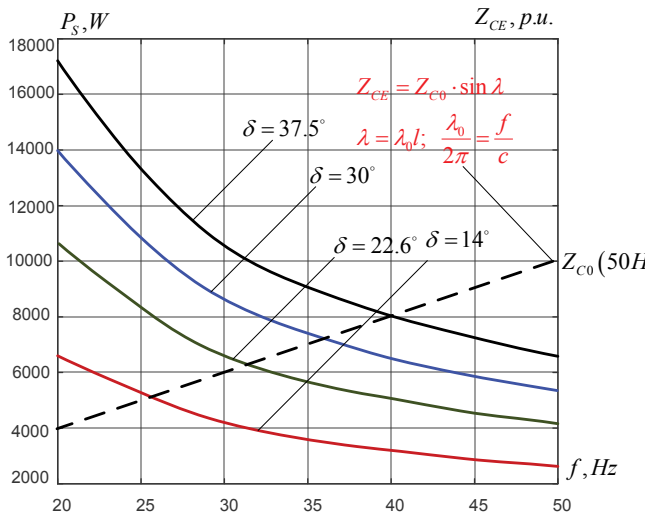


Fig. 10. Dependenta puterii active la capătul LEA de transmisie P_S de frecvență la diferite valori ale unghiului δ_{SR} dintre sisteme

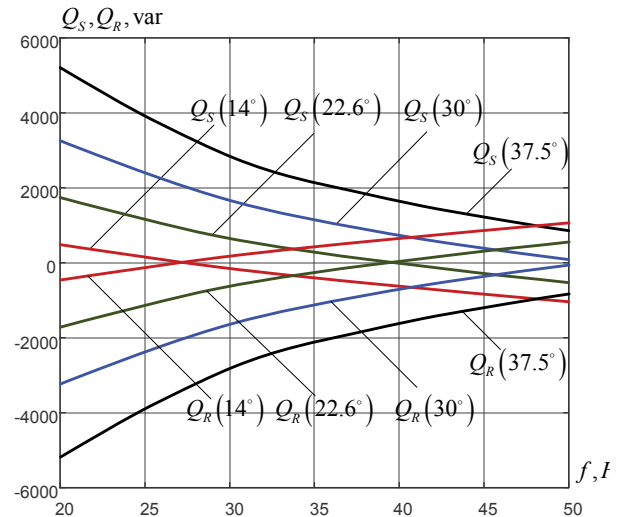


Fig. 11. Graficele dependenței puterii reactive la capătul de transmisie Q_S și capătul de primire Q_R a SPS în funcție de frecvență la diferite valori ale unghiului δ_{SR} dintre sisteme

După cum se vede din rezultatele date, în condițiile menționate este posibilă obținerea unui coeficient dublu de reglarea puterii active (și mai mult până la 6), în funcție de metoda de reglare în condiții fluxului nul a puterii reactive. În fig.12-15 sunt date oscilogramele puterii la $\delta = 37.5^\circ$ și frecvența de $f = 20 \div 50 \text{ Hz}$. Se observă că caracterul de transmisie este destul de stabil (abaterea de putere activă la capătul de transmisie este de $\Delta P_S = 0 \div 2,35\%$, iar la cel de primire $\Delta P_R = 0 \div 1,98\%$).

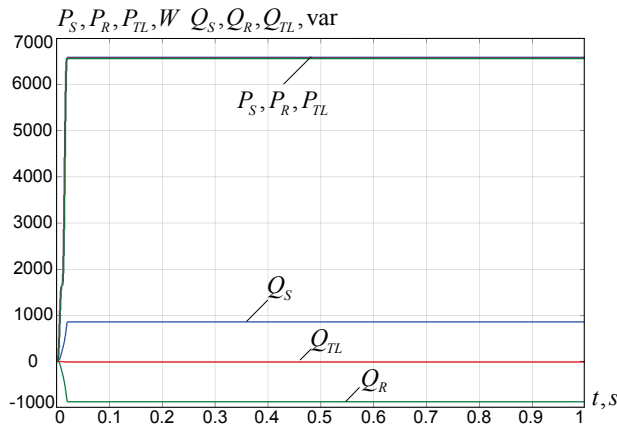


Fig.12. Oscilograma puterilor SPS la $\delta = 37.5^\circ$ și frecvența LEA $f = 50\Gamma u$

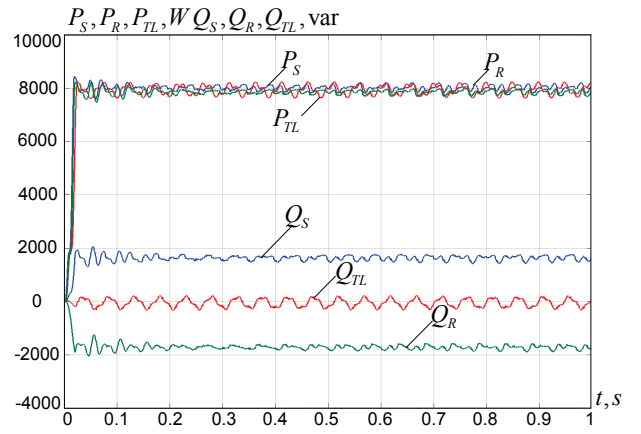


Fig.13. Oscilograma puterilor SPS la $\delta = 37.5^\circ$ și frecvența LEA $f = 40\Gamma u$

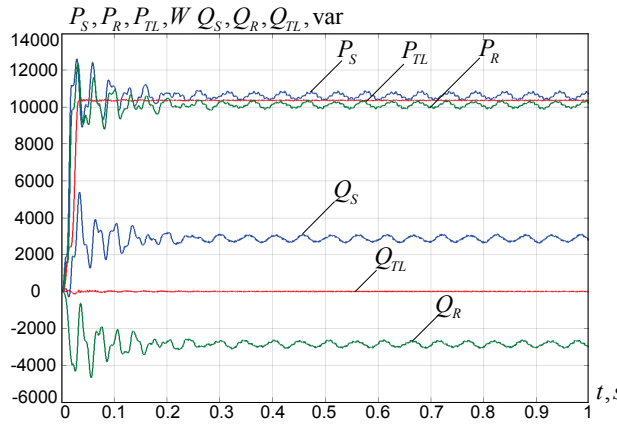


Fig.14. Oscilograma puterilor SPS la $\delta = 37.5^\circ$ și frecvența LEA $f = 30\Gamma u$

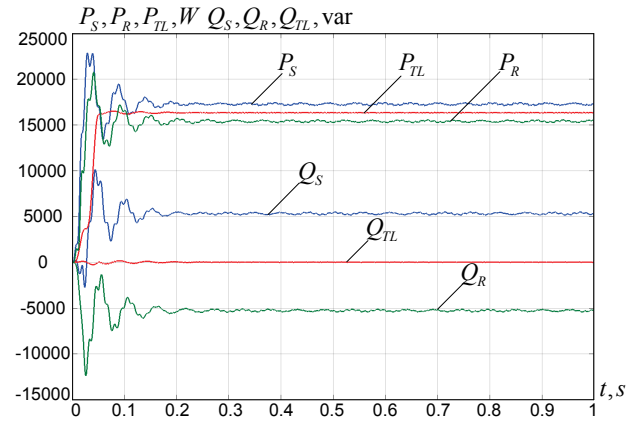


Fig.15. Oscilograma puterilor SPS la $\delta = 37.5^\circ$ și frecvența LEA $f = 20\Gamma u$

4. S-a propus un nou tip de convertizor de frecvență bazată pe utilizarea tehnologiei IPC, ce are posedă capacitatea realizării schimbului de putere controlat între sistemele electrice de funcționare asincronă. O variantă a schemei unei astfel de instalații este prezentat în Fig. 16 și legea de dirijare cu modulele elementare ale convertorului sunt prezentate în Fig.17.

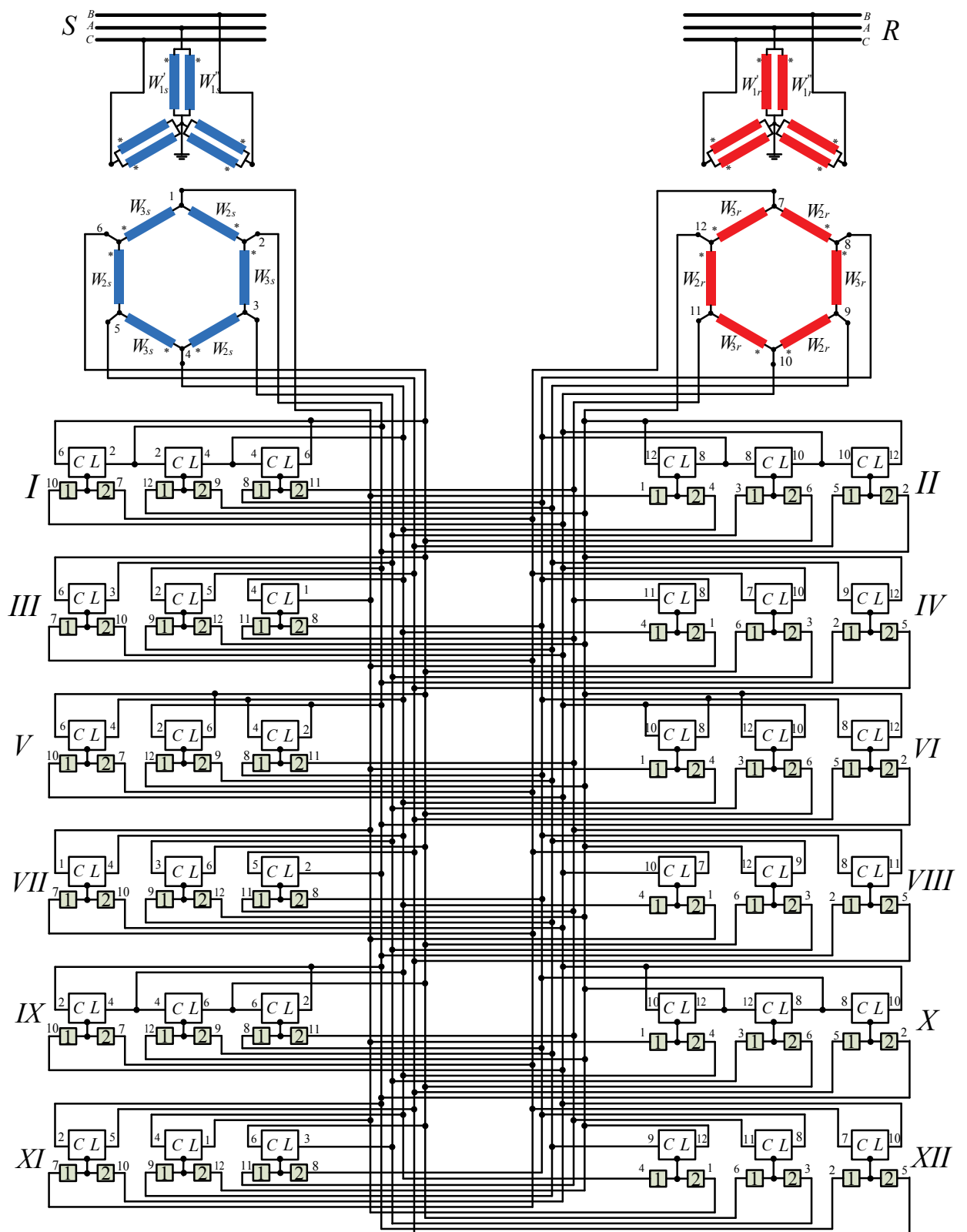


Fig.16. Schema electrică a convertizorului de frecvență în baza tehnologiei IPC

Модуль	I,II		III,IV		V,VI		VII,VIII		IX,X		XI,XII	
Диапазон δ°	$-90^\circ \div 90^\circ$	$90^\circ \div 270^\circ$	$-60^\circ \div 120^\circ$	$120^\circ \div 300^\circ$	$-30^\circ \div 150^\circ$	$150^\circ \div 330^\circ$	$0^\circ \div 180^\circ$	$-180^\circ \div 0^\circ$	$30^\circ \div 210^\circ$	$-150^\circ \div 30^\circ$	$60^\circ \div 240^\circ$	$-120^\circ \div 60^\circ$
Ключи	1	●		●	●			●	●			●
	2		●	●		●	●			●	●	

Fig.17. Diagrama de comutare a modulelor elementare ale convertizorului

Fig. 18 reprezintă caracteristicile modificării puterii active și reactive la intrare și la ieșirea din instalație la simulare în procesul de conversie cu utilizarea tehnologiei IPC.

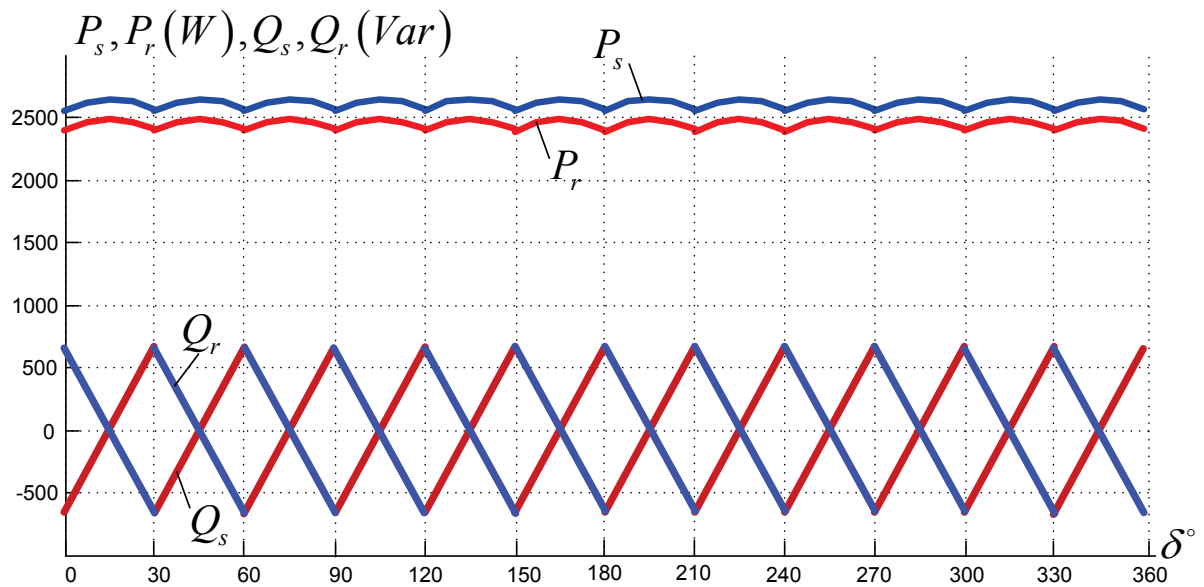


Fig.18. Valorile calculate ale puterii active și reactive de la intrare și la ieșirea din instalație în condiția regimului static de funcționare

Rezultatele obținute denotă un nivel destul de ridicat de stabilitate a puterii active transmise în procesul de reglare (abatere maximă de 3,4%). Utilizarea variantei de realizare cu mai multe module a convertizorului a redus puterea reactivă de însoțire la ieșirea instalației de 4 ori comparativ cu varianta de un singur modul la aceeași putere calculată a instalației.

Varianta instalației de conversie bazată pe tehnologia IPC se consideră cea mai simplă în realizare a schemei instalației de putere, precum și în structura sistemului de reglare și control. În consecință, domeniul propus de aplicare a acestor instalații, din punctual de vedere al executanților lucrării, poate fi legată de necesitatea de "decuplării de frecvență" între sistemele care conțin un număr semnificativ instalații eoliene de generare, și altele de acest gen unități. În plus, această variantă a convertizorului poate fi bine adaptată pentru conectarea sistemelor electrice cu standarde europene și americane a frecvenței.

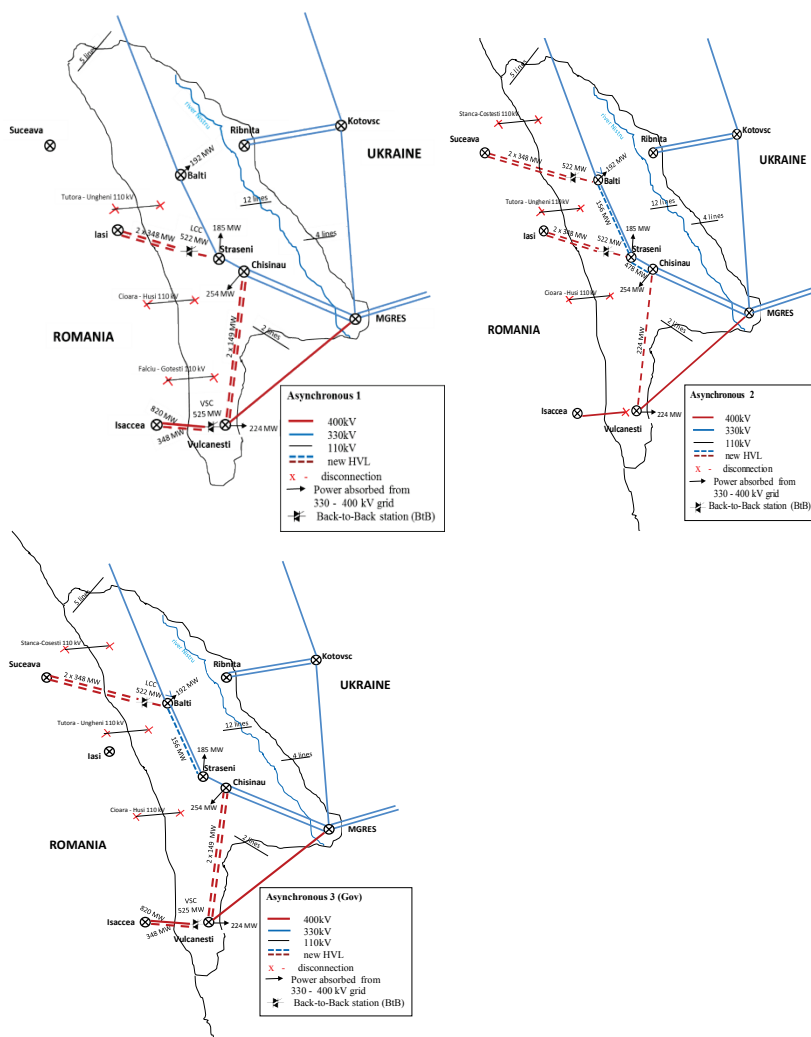
Determinarea dependenței dintre nivelul de competiție pentru energia cea mai ieftină și investițiile necesare pentru atingerea acestui nivel

Drept urmare a calculelor și analizelor efectuate cu aplicarea Modelelor în cauză a fost stabilit că investițiile în realizarea scenariului asincron nu se recuperează economic, acesta din urmă servind doar pentru a asigura securitatea energetică. Securitatea energetică, însă, poate fi realizată prin soluții substanțial mai ieftine. Ele corespund celor care sunt construite pe ideea racordării sincrone a sistemului electroenergetic național la cel european. Înțelegând dificultatea realizării scenariului sincron, schema de implementare a acestuia se vede în formatul „cvaziracordare”, adică scenariul va fi realizat, însă va funcționa în regim „Standby”, schema de funcționare în continuare a sistemului electroenergetic național rămânând cea tradițională. O atare soluție este benefică și din alt punct de vedere. Rețelele electrice de transport actuale sunt mult depreciate. Prin realizarea scenariului sincron „Standby” noile rețele vor fi construite astfel, ca la momentul potrivit acestea să dezlocuiască cele total depreciate. Acest moment potrivit ar putea coincide cu cel aferent racordării sincrone la ENTSO-E a sistemelor electroenergetice ucrainesi și R. Moldova, prognozat a avea loc peste cca 15 ani.

1. Drept urmare a studiilor efectuat până în prezent, în special de Banca Mondială, a fost identificat cel mai rezonabil scenariu de asigurare a R. Moldova cu energie electrică. Acesta corespunde racordării asincrone a sistemului electroenergetic național la cel ENTSO-E, prin construcția a două interconexiuni 400 kV cu România (în acest studiu numit A-3), cu instalarea de echipamente tip Back-to-Back. În procesul de identificare a scenariului A-3 au fost excluse toate scenariile de racordare sincronă, inclusiv scenariul S-3, cel mai ieftin. Totodată, diferența dintre investițiile pentru realizarea scenariului A-3 și S-3 este imensă și egală cu cca 411 milioane USD, echivalentă cu valoarea investițiilor pentru construcția a cca 1370 km linii de înaltă tensiune 330-400 kV, sau 8220 km de LEA 110kV. Pentru comparație, amintim că lungimea totală a tuturor rețelelor electrice 330-400kV din R. Moldova, măsurate într-un singur circuit, constituie 716,47 km. O atare importantă discrepanță investițională poate fi acceptată și justificată doar în condițiile în care, pe lângă asigurarea securității energetice, A-3 asigură și recuperarea investițiilor efectuate.
2. Calculele au arătat că recuperarea discrepantei investiționale a scenariului A-3 față de S-3 poate avea loc într-o perioadă de 6-10 ani, dar cu condiția ca prețul energiei venite din est, Ucraina sau CTEM, asigură o descreștere adițională a prețului la energie, provenită din vest, cu cel puțin 2,5-2,15 cenți/kWh în toată perioada celor 6-10 ani respectivi. Analiza prețului la energia electrică de pe piața ucraineană, pasibilă pentru export, a identificat că acesta a variat în perioada ianuarie – octombrie 2016 în limitele de 3,8-4,2 cenți/kWh. Același decalaj de prețuri a fost înregistrat și în România. Adică, ca investițiile în scenariul A-3 să se recupereze față de celea în scenariul S-3, prețul la energia ucraineană ar trebui să scadă până la nivelul de 1,65-2,05 cenți/kWh, preț, cu certitudine, irealizabil. Ba mai mult, sistemul electroenergetic ucrainean se distinge prin centrale electrice mult învechite, fapt, ce nu poate asigura și putere electrică de export și pentru R. Moldova. Pentru reabilitarea acestora sau construcția altor noi se ce investiții considerabile. Chiar dacă s-ar găsi aceste resurse financiare, în condițiile declinului economic și stare de război cu Rusia, ele iminent vor duce la creșterea prețului energiei, nu diminuarea lui.

3. Investițiile în realizarea scenariului A-3 nu se recuperează economic, acesta din urmă servind doar pentru a asigura securitatea energetică. Securitatea energetică, însă, poate fi realizată prin soluții substanțial mai ieftine. Ele corespund celor care sunt construite pe ideea racordării sincrone a sistemului electroenergetic național la cel european. Înțelegând dificultatea realizării scenariului sincron, schema de implementare a acestuia se vede în formatul „cvaziracordare”, adică scenariul va fi realizat, însă va funcționa în regim „Standby”, schema de funcționare în continuare a sistemului electroenergetic național rămânând cea tradițională. O atare soluție este benefică și din alt punct de vedere. Rețelele electrice de transport actuale sunt mult depreciate. Prin realizarea scenariului sincron „Standby” noile rețele vor fi construite astfel, ca la momentul potrivit acestea să dezlouiască cele total depreciate. Acest moment potrivit ar putea coincide cu cel aferent racordării sincrone la ENTSO-E a sistemelor electroenergetice din Ucraina și R. Moldova, prognozat a avea loc peste cca 15 ani.
4. O altă soluție de depășire a problemei ne recuperării investițiilor aferente scenariului A-3 constă în obținerea unui grant de cca 400 milioane USD, lucru, greu de închipuit.

Scenariile asincrone alternative analizate sunt prezentate mai jos:



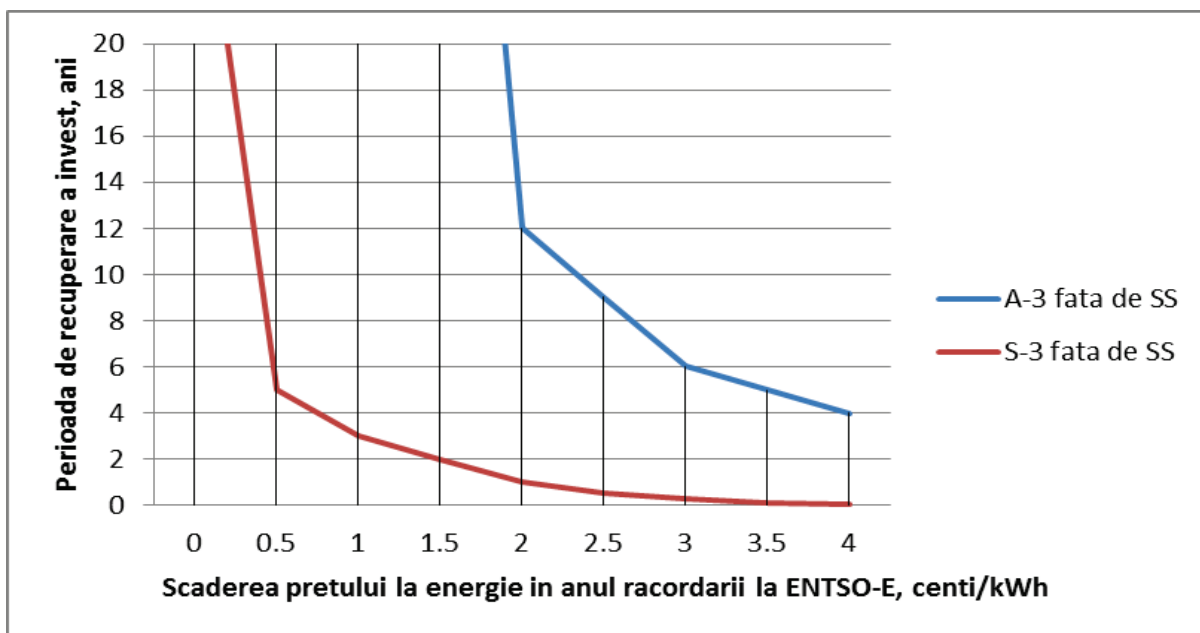


Figura 19. Perioada de recuperare a investițiilor în A-3 și S-3 la diferite scăderi a prețului de import pe care acestea ar putea să provoace.

După cum putem observa din Fig. 19, scenariul S-3 se recuperează în 5 ani la o scădere a prețului de import de 0,5 cenți/kWh, pe când A-3 – la o scădere a prețului de import, egală cu 3,5 cenți/kWh. Nu putem crede că sursele din Ucraina sau CTEM ar putea asigura o atare drastică diminuare a prețului de import la energia electrică. Dar, ca să fim siguri, în capitolul următor vom examina aceste capacități a surselor de energie electrică din est.

Totodată, este de interes a cunoaște nivelul contribuției surselor din est la diminuarea prețului energiei de import, nivel la care se asigură recuperarea investițiilor în realizarea A-3 față de S-3. Cu alte cuvinte, să determinăm dependența perioadei de recuperare a investițiilor în A-3 față de S-3 funcție aportului surselor din est la scăderea prețului la energia electrică de import, asigurat de S-3. În Fig. 20 este prezentată această funcție.

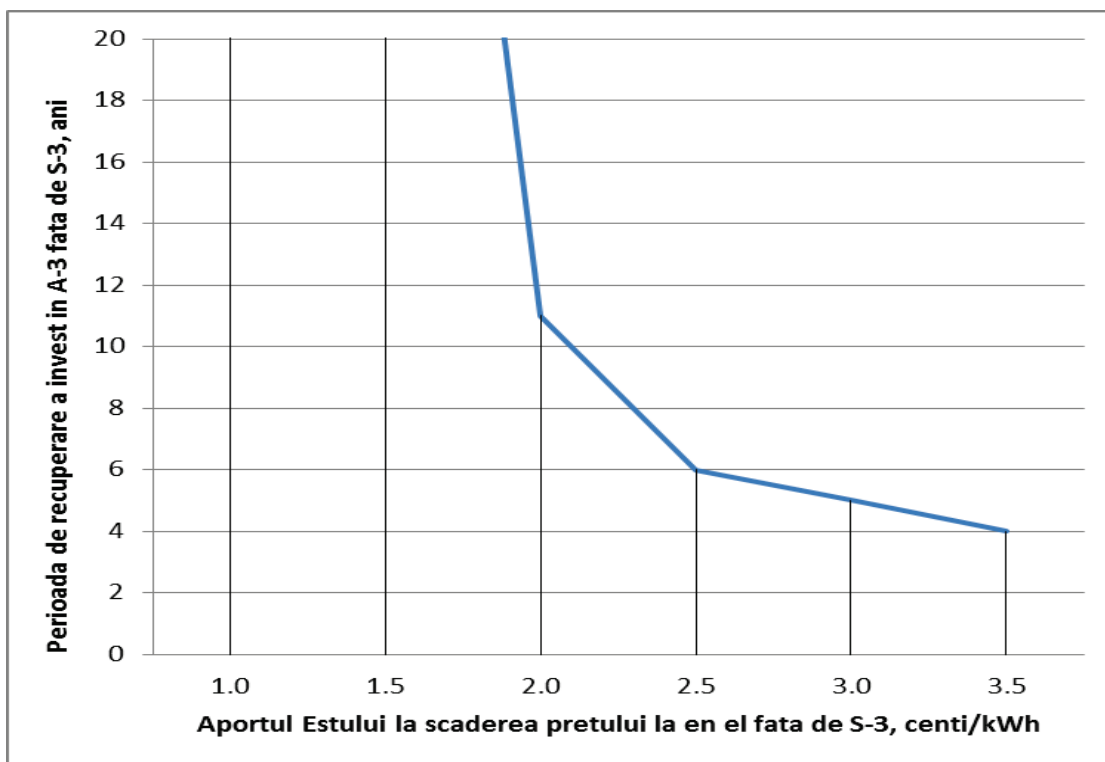


Figura 20. Dependența perioadei de recuperare a investițiilor în A-3 față de S-3 funcție aportului surselor din est la scăderea prețului la energia electrică de import asigurat de S-3

După cum putem observa din Fig. 20, pentru ca investițiile în A-3 să se recupereze față de scenariul S-3 într-o perioadă rezonabilă de cca 6 ani, sursele din est trebuie să contribuie cu o scădere adițională a prețului la energia electrică, prestată de sursele din vest, cu 2,5 cenți/kWh, iar pentru o recuperare a investițiilor într-o perioadă de 10 ani – cu o scădere de 2,15 cenți/kWh. În ce măsură sursele din est sunt capabile să atingă atare performanțe de scădere a prețului la energia electrică asigurate de piața din vest, - este întrebarea, răspunsul la care îl vom examina în capitolul următor. În condițiile în care o atare diminuare nu va putea fi asigurată, iar scenariul A-3 va fi realizat, este de așteptat că energia din vest va fi livrată în cea din est (și nu invers, cum s-ar aștepta), unde energia este mai scumpă. S-ar părea că de la acest flux de energie sistemul electroenergetic național ar avea de câștigat, prin perceperea de taxe respective de transport. O atare perspectivă, însă, este umbrită de alta. Creșterea acestui flux duce iminent la creșterea prețului la energia electrică din piața de vest (creșterea cererii duce la creșterea ofertei, aceasta din urmă, însă, provine de la sursele cu preț marginal, creat fie de sursele de energie mai puțin eficiente, fie de sursele noi care cer recuperarea investițiilor), cu consecințe respective asupra prețului la energie cu care va fi cumpărată energia pentru R. Moldova. Drept urmare, prin realizarea scenariului A-3 se creează un mare risc: în loc să avem un preț mai mic pentru energia electrică, acesta, în cel mai bun caz, va rămâne la nivelul celui fără realizarea interconexiunii la ENTSO-E, câștigând doar în securitate energetică. Aceasta, însă, este extrem de scumpă, și egală cu peste 411 milioane dolari SUA.

Cercetarea gradului de integrare a surselor regenerabile în eficientizarea consumului de energie a clădirilor și alte ramuri ale industriei

În cadrul îndeplinirii proiectului a fost efectuată analiza comparativă a proceselor în care sunt utilizate SRE și surse de energie cu potențialul termic scăzut. De asemenea a fost efectuată asigurarea matematică și soft-ul pentru calcularea și construirea grafică a indicilor energetici, exergetici și exergoeconomiici în sistemele de consum a energiei în sectorul comunal și în alte sectoare ale economiei naționale cu utilizarea pompelor de căldură și a SRE în dependență de gradul de asimilare a SRE.

A fost elaborate scheme tehnologice de aprovizionare cu energie a proceselor tehnologice în industria de prelucrare a produselor lactate cu utilizarea SRE și a surselor tradiționale de energie; scheme tehnologice de aprovizionare cu energie a proceselor tehnologice în clădiri cu utilizarea SRE și a surselor tradiționale de energie; scheme tehnologice de aprovizionare cu energie a proceselor tehnologice în sistemul de aprovizionare cu energie termică cu utilizarea SRE și a surselor tradiționale de energie, precum și schema hidraulică și metodologia de construire a pompelor de căldură pentru producerea concomitentă a căldurii și frigului pentru fabricile de lapte.

Valoarea teoretică a lucrării în comparație cu lucrările existente în țară și peste hotare constă în elaborarea metodologiei de proiectare a pompelor de căldură pentru producerea concomitentă a căldurii și frigului, bazată pe utilizarea integrată a surselor de energie cu potențial termic scăzut și cu surse regenerabile de energie.

Eficiența tehnico-economică și socială a elaborării, pentru industria produselor lactate cu utilizarea pompelor de căldură, constă în micșorarea cheltuielilor la prelucrarea termică și cu frig a produselor lactate comparativ cu schemele tipice, ceea ce în final duce la micșorarea prețului de piață a produselor lactate și micșorarea utilizării gazelor naturale pentru prelucrarea termică a produselor lactate și prepararea apei menajere.

Rezultatele noi obținute constă în elaborarea principiului de construire și schemei instanței de pasteurizare și răcire a laptelui cu posibilitatea producerii apei de gheață și apei calde, ceea ce

dă posibilitatea de a micșora consumul de gaze naturale, perioadă de exploatare a instalației existente pentru producerea apei de gheață, producerea apei calde pentru necesitățile tehnologice.

În urma utilizării instalației elaborate vor fi micșorate cheltuielile de exploatare ale centralei termice și generatorului de gheață. La utilizarea motorului de gaz în calitate de acționare a compresorului pompei de căldură este posibilă micșorarea costului energiei electrice comparativ cu cea utilizată de la rețeaua centralizată.

Rezultatele obținute se recomandă de a fi implementate la întreprinderile de ramură din țară.

Impactul asupra dezvoltării științei constă în promovarea principiului de creare a sistemului de trigenerare integrat, hibrid, cu structura variabilă cu posibilitatea generării independente a diferitor tipuri de energie. Beneficiarii rezultatelor: Ministerul Economiei și [Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare](#)

Cercetări teoretice a unei case individuale eficiente energetic și seismic rezistentă

A fost cercetată literatura tehnică cu privire la problema creării caselor energetic eficiente și seismic rezistente cu 1-2 etaje. Analiza acestor cercetări a arătat că o îmbunătățire semnificativă a eficienței energetice a caselor este posibilă datorită îmbunătățirii izolației termice a lor. Utilizarea metodelor cunoscute de izolare a casei seismice conduce la o creștere semnificativă a costurilor ei (10-15%). În plus, publicațiile cu privire la eficiența energetică a acestor case au demonstrat că creșterea eficienței se realizează prin utilizarea arhitecturii solare pasive și majorarea stratului de izolație. Aceste măsuri conduc la creșterea suplimentară a costului caselor.

Valoarea teoretică a lucrării în comparație cu lucrările existente în țară și peste hotare constă în elaborarea conceptului unei clădiri cu 1-2 etaje cu o arhitectură solară activă și cu un sistem de încălzire cu aer. Eficiența energetică a acestei clădiri se realizează prin majorarea rezistenței termice a anvelopei casei și utilizarea izolației stratificate, precum și a unui acumulator de căldură sezonier și a încălzitoarelor solare a aerului cu absorbitoare matrice. Pentru majorarea efectivă a rezistenței seismice a casei se propune majorarea (de la 0.1s până la 3-4s) perioadei oscilațiilor proprii ale sistemului (casei și acumulatorului sezonier de căldură). Majorarea perioadei oscilațiilor proprii ale sistemului se realizează datorită majorării greutateii acumulatorului sezonier de căldură și rigidității scăzute a izolației sale. Proporția așteptată a utilizării căldurii solare la alimentarea cu căldură a casei este de aproximativ 100%

Au fost elaborate modele matematice pentru calcularea performanței energetice și rezistenței la cutremur a casei energetic eficiente, pentru calcularea producerii energiei termice și electrice de către convertoarele radiației solare, amplasate pe exteriorul casei, precum și pentru calcularea performanței rezistenței la cutremur a casei. De asemenea au fost elaborate Software pentru calcularea producerii energiei termice și electrice de către convertoarele radiației solare, amplasate pe exteriorul casei, precum și pentru calcularea reducerii eficiente a vibrațiilor seismice asupra structurii casei.

Eficiența tehnico-economică și socială a elaborării constă în crearea unor case energetic eficiente și seismic rezistente cu 1-2 etaje. Analiza acestor cercetări a arătat că o îmbunătățire semnificativă a eficienței energetice a caselor este posibilă datorită îmbunătățirii izolației termice a lor. Proporția așteptată a utilizării căldurii solare la alimentarea cu căldură a casei este de aproximativ 100%.

Pentru construcția casei, așa cum se propune în conceptul elaborat, au fost adaptate modelele matematice pentru calcularea gradului de impact seismic asupra casei, datorită utilizării unui fundament masiv și o izolație termică între el și sol.

Elaborarea soluțiilor de realizare constructivă a centralei solare pentru producerea energiei

Au fost cercetate soluțiile tehnice și tehnologice tradiționale și inovative de realizare constructivă a centralelor solare pentru producerea energiei. A fost construit un model funcțional ale centralelor solare pentru producerea energiei, demonstrând astfel posibilitatea obținerii unor noi efecte tehnice, și anume: majorarea esențială a puterii electrice și/sau termice a centralelor solare cu elemente solare (panouri și/sau colectoare solare, și/sau panouri solare hibride termice și electrice), amplasate pe verticală, micșorarea cheltuielilor materiale și financiare la confecționarea și exploatarea lor, precum și micșorarea net esențială a suprafeței terenului, necesar pentru amplasarea acestor centrale, mai ales în zonele unde lipsesc terenuri nearabile.

A fost construit un model funcțional al centralei solare pentru producerea energiei, demonstrând astfel posibilitatea obținerii unor noi efecte tehnice, și anume: majorarea esențială a puterii electrice și/sau termice a centralelor solare cu elemente solare (panouri și/sau colectoare solare, și/sau panouri solare hibride termice și electrice), amplasate pe verticală, micșorarea cheltuielilor materiale și financiare la confecționarea și exploatarea lor, precum și micșorarea net esențială a suprafeței terenului, necesar pentru amplasarea acestor centrale, mai ales în zonele unde lipsesc terenuri nearabile.

Caracteristicile tehnice: Mobilitatea centralei pe parcursul exploatării ei. Prețul de cost al energiei va fi mai scăzut în comparație cu prețul de cost al energiei obținute din alte surse regenerabile similare. Consumul de teren pentru amplasarea unei centrale va fi net mai mic în comparație cu consumul de teren pentru amplasarea unei centrale similare.

Avantajele elaborării sunt: majorarea esențială a puterii electrice și/sau termice a centralelor solare cu elemente solare (panouri și/sau colectoare solare, și/sau panouri solare hibride termice și electrice), amplasate pe verticală, micșorarea cheltuielilor materiale și financiare la confecționarea și exploatarea lor, precum și micșorarea net esențială a suprafeței terenului, necesar pentru amplasarea acestor centrale, mai ales în zonele unde lipsesc terenuri nearabile.

Domeniul de implementare [Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare](#), fermieri și întreprinderi individuale, case de locuit și depozite. În urma implementării vor fi obținute: majorarea esențială a puterii electrice și/sau termice a centralelor solare cu elemente solare, amplasate pe verticală, micșorarea cheltuielilor materiale și financiare la confecționarea și exploatarea lor, precum și micșorarea net esențială a suprafeței terenului, necesar pentru amplasarea acestor centrale.



Fig.21. Stație solară

Analiza perspectivei aprovizionării Republicii Moldova cu gaze naturale de pe piața gazelor naturale a României

Au fost cercetate și realizate:

- a) analiza pieței gazelor naturale a României, și anume: producerea gazelor naturale, importul gazelor naturale, export/tranzit de gaze naturale, depozitarea gazelor, interconexiunile sistemului de transport a gazelor naturale a României cu țările vecine și fluxurile de gaze pe aceste interconexiuni, accesul la infrastructura de transport și de distribuție a gazelor naturale și rezultatele implementării celui de-al 3-lea pachet legislativ UE, consum de gaze naturale pe sectoare, inclusiv în producere de energie electrică, gradul de deschidere a pieței de gaze naturale a României (consumatori eligibili), dezvoltarea în România a comerțului de gaze naturale pe piața spot, precum și prețul la gazele naturale: la producere, la import, pe piața spot și la consumatori;
- b) analiza piețelor Europene dezvoltate de comerț cu gaze naturale și dezvoltarea comerțului cu gaze naturale în Europa Centrală și de Est, după cum: Marea Britanie, Olanda, Germania;
- c) analiza interconectării Republicii Moldova la piața gazelor naturale a României, și anume: dezvoltarea infrastructurii necesare, participare la piața spot a gazelor naturale, efectele posibile asupra nivelului de preț la gaz în Republica Moldova.

Rezultatele 2017

Identificarea potențialului, beneficiilor și provocărilor aplicării Managementului sarcinii (DSM) în R. Moldova

Scopul lucrării – identificarea economiilor de pe urma aplatizării curbei de sarcină și a modalităților de valorificare a acestora

Lucrarea cuprinde trei componente: 1) evaluarea stării de fapt la capitolul managementul sarcinii în R. Moldova; 2) identificarea potențialului de economii de pe urma gestionării în

continuare a sarcinii; 3) stabilirea motivației consumatorilor spre aplatizarea curbei de sarcină în vederea valorificării potențialului de economii menționat. În vederea realizării obiectivelor au fost analizate datele orare de consum energie în R. Moldova aferente anilor 2012-2016.

Drept urmare a calculelor și analizelor efectuate cu aplicarea Modelului elaborat a fost determinat că în perioada ultimilor cinci ani a avut loc un proces continuu de aplatizare a curbei de sarcină, ducând la creșterea factorului de sarcină de la 4950 (2012) la 5325h (2016), creștere 7,6%, iar puterea maximă de consum al sistemului electroenergetic național s-a redus de la 941 (2012) la 786 MW(2016), adică, cu 16,5%. Cauzele care au contribuit la creșterea factorului de sarcină sunt: eficiența energetică; creșterea însemnată a numărului de climatizoare utilizate; schimbările climatice

Calculele și simulările întreprinse au demonstrat că rezervele de economii de pe urma aplatizării curbei de sarcină (managementul sarcinii) se măsoară în: reducerea necesității de putere generatoare în sistem de maxim 76MW; reducerea costurilor în tarifele la energia electrică cu maxim 1,24 milioane dolari SUA; reducerea combustibilului la producerea energiei electrice, echivalentă cu 1,19 milioane dolari SUA; reducerea maximă a emisiilor de CO₂ cu 19,5 ktCO₂/an.

Valorificarea potențialului de economii, însă, de pe urma managementul sarcinii este limitat. Din cauza regimului de producere a energiei electrice caracteristic CET-urilor locale, exprimat printr-o curbă de producere a energiei electrice aproape plată, motivația pentru aplatizarea curbei de sarcină la nivelul consumatorilor finali este relativ mică.

1. Formularea problemei

Pornind cu anul 2000, economia țării a început să înregistreze o creștere a produsului intern brut, care nu a putut să aibă loc și fără o creștere a consumului de energie electrică, de la 3194,8 mil kWh în anul 2001 până la 4035,7 mil kWh, o creștere de 26%¹. Această evoluție, precum și factorul de sarcină foarte scăzut al sistemul electroenergetic național, măsurat în jurul a 5000h, față de 6300h în Ucraina² și 6500h în România³, indică asupra necesității evaluării stării actuale a problemei aplatizării curbei de sarcină, rezervelor de reducere a costurilor în sistemul electroenergetic național în urma promovării aplatizării curbei sarcinii de consum, precum și identificării de soluții spre grăbirea valorificării rezervelor în cauză. În vederea realizării acestor obiective au fost:

- a) examinate curbele orare de consum al energiei electrice, alcătuite la nivelul DAF (adică, consumul înglobează și pierderile de energie la transportul și distribuția energiei electrice) pentru cinci ani precedenți, 2012-2016, datele fiind prezentate de ÎS Moldelectrica;
- b) dezvoltat un model de simulare a impactului aplicării tarifelor zonale asupra prețului la energia electrică, precum și asupra cheltuielilor suportate de consumatori;
- c) efectuate analizele respective și elaborate recomandății, adecvate temei abordate.

2. Examinarea curbelor orare de consum al energiei electrice ale sistemului electroenergetic național

În urma sintezei curbelor orare de consum al energiei electrice, alcătuite la nivelul DAF pentru cinci ani precedenți, 2012-2016, au fost identificate caracteristicile sistemului electroenergetic național, reflectate în Tabelele 2.1-2.11 și Figurile 2.1-2.23, prezentate în continuare.

Tabelul 2.1. Evoluția Puterilor Maxime lunare înregistrate în anii 2012-2016, kW

Luna	2012	2013	2014	2015	2016	medie
1	907 855	832 847	775 493	751 185	762 045	805 885
2	941 049	777 641	774 098	735 296	665 761	778 769

¹Sursa: Raportul ANRE 2016

² <https://knoema.com/EIAIES2017AUG/international-energy-statistics-monthly-update?location=1001150-ukraine>

³<http://www.anre.ro/>

3	823 731	702 448	674 731	679 082	631 571	702 313
4	715 099	638 404	665 332	670 781	596 015	657 126
5	678 013	627 348	581 682	601 456	660 673	629 834
6	678 013	627 348	581 682	612 681	648 491	629 643
7	667 117	573 032	593 303	627 909	617 477	615 768
8	680 382	587 563	614 671	635 960	637 378	631 191
9	712 547	635 807	633 540	635 121	634 787	650 360
10	809 673	655 196	758 191	699 386	704 744	725 438
11	820 632	712 134	752 349	719 149	754 305	751 714
12	882 225	768 306	810 901	753 609	785 805	800 169
$\Sigma=$	9316336	8138074	8215 973	8121615	8099052	8378210
Pmax	941 049	832 847	810 901	753 609	785 805	
Tm, h	4 949	4 962	5 100	5 610	5 325	

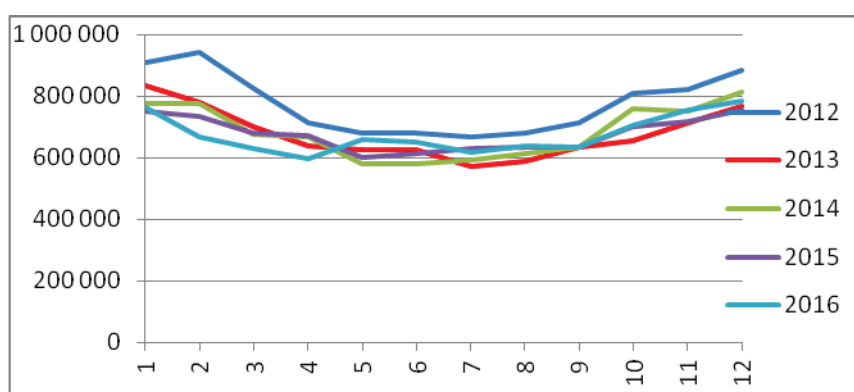


Figura 2.1.Evoluția puterilor maxime lunare pentru anii 2012-2016, kW

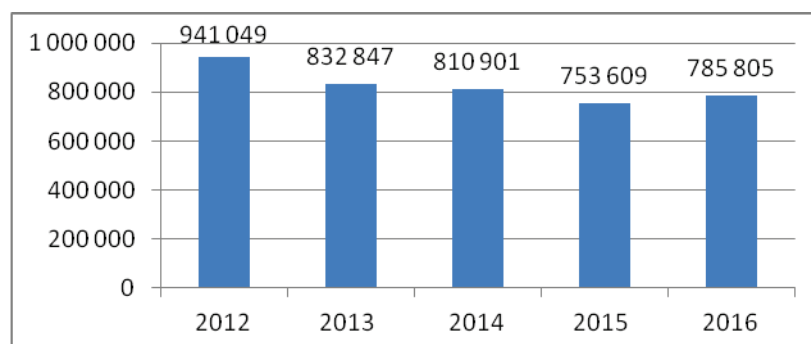


Figura 2.2. Diagrama puterilor maxime anuale înregistrate în anii 2012-2016, kW

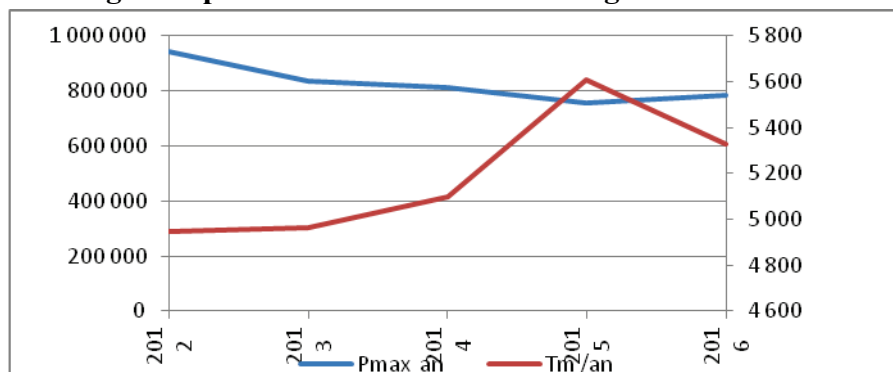
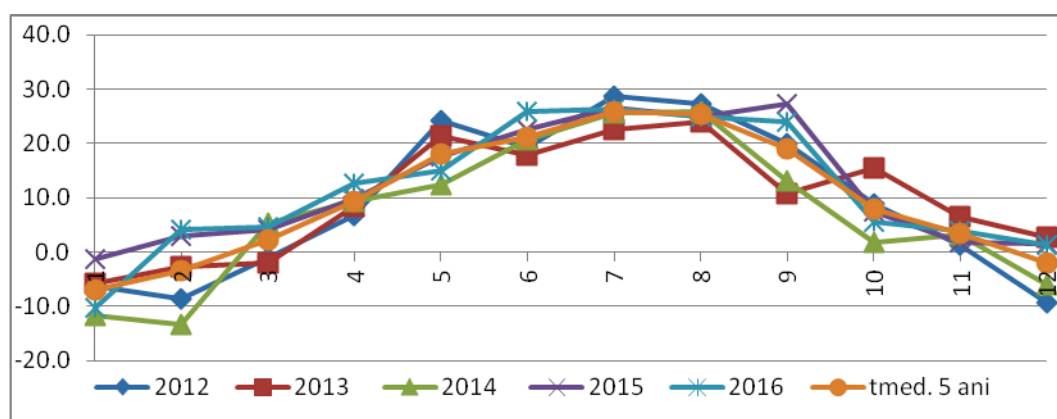


Figura 2.3.Evoluția Tm (h) si Pm (kW) pe parcursul anilor 2012-2016

Tabelul 2.2. Temperatura medie pentru ziua cu cea mai mare putere lunară, °C

Luna	2012	2013	2014	2015	2016	tmed. 5 ani
1	-6,2	-5,7	-11,6	-1,2	-10,2	-6,99
2	-8,7	-2,7	-13,3	3,1	4,1	-3,50
3	-1,0	-1,9	5,3	4,2	4,6	2,23
4	6,8	8,3	9,4	9,8	12,6	9,37
5	24,1	21,4	12,5	17,7	15,1	18,17
6	19,2	17,9	20,7	22,7	25,8	21,24
7	28,7	22,6	25,5	26,5	26,4	25,94
8	27,3	24,1	25,9	24,9	24,8	25,42
9	19,9	10,8	13,2	27,4	23,9	19,02
10	8,9	15,6	1,8	7,4	5,6	7,84
11	1,4	6,5	3,3	1,9	3,8	3,36
12	-9,4	2,7	-6,1	1,7	1,3	-1,96
Medie anual	9,25	9,95	7,22	12,15	11,48	10,01

Notă: Temperatura medie este calculată ca media temperaturilor a cinci zile megieșe zilei cu cea mai mare putere lunară



Notă: Temperatura medie este calculată ca media temperaturilor a cinci zile megieșe zilei cu cea mai mare putere lunară

Figura 2.4. Temperatura medie pentru ziua cu cea mai mare putere maxime lunară

Tabelul 2.3. Evoluția puterilor maxime înregistrate pentru ziua de **Miercuri în lunile anilor 2012-2016, kW**

Luna	2012	2013	2014	2015	2016	medie
1	858960	806305	752011	708398	762045	777 544
2	920516	768758	762485	735296	649985	767 408
3	823731	689719	672706	672425	631571	698 030
4	682195	624623	665332	664628	592737	645 903
5	674210	581581	581682	601456	660673	619 920
6	597784	512491	529795	612681	612115	572 973
7	635535	540209	568884	615341	591548	590 303
8	654107	580252	614671	593869	611959	610 972
9	698690	612475	610370	620459	634787	635 356
10	747407	655196	758191	692378	689353	708 505
11	767009	701833	748372	708611	739202	733 005
12	837271	758213	787287	717129	764496	772 879
Σ=	8897415	7831655	8051786	7942671	7940471	8132800
Pmax	920516	806305	787287	735296	764496	
Tm anual, h	5059	5126	5253	5750	5473	

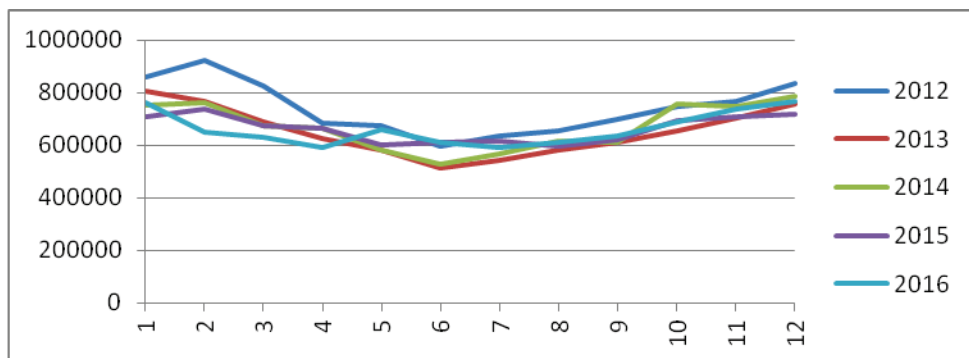


Figura 2.5 Evoluția puterilor maxime înregistrate pentru ziua de **Miercuri** în lunile anilor 2012-2016, kW

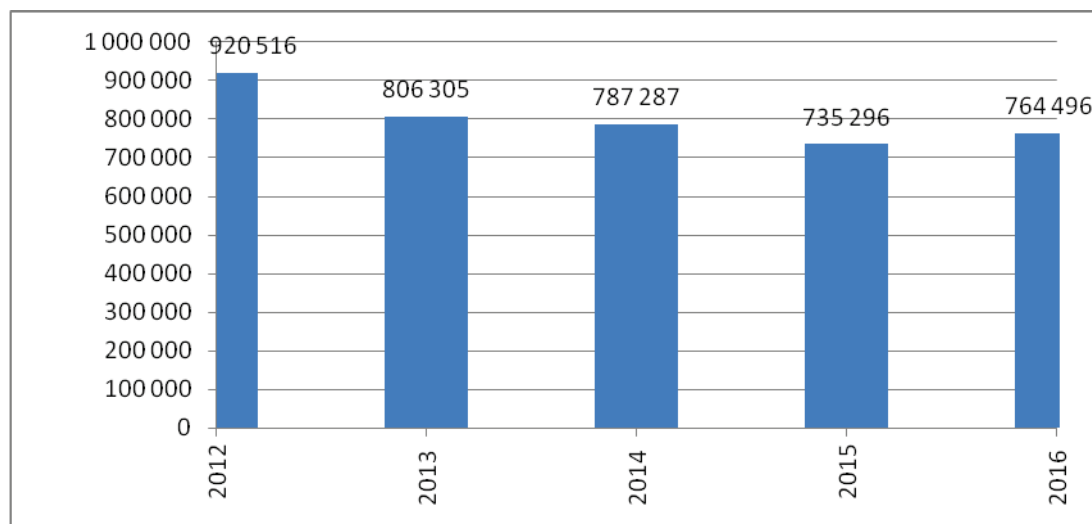


Figura 2.6. Diagrama puterilor maxime pentru ziua de **Miercuri** a lunilor anilor 2012-2016, kW

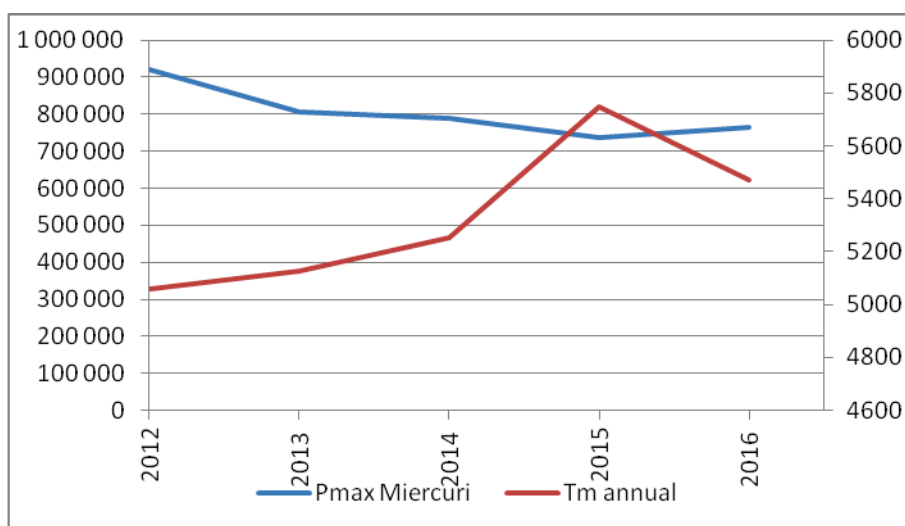


Figura 2.7. Evoluția Pm (kW) pentru ziua de **Miercuri** și a Tm (h) anual pentru anii 2011-2016

Tabelul 2.4. Evoluția Tm zilnică pentru ziua de **Miercuri** în care s-a înregistrat cea mai mare putere lunară în anii 2012-2016, h

Luna	2012	2013	2014	2015	2016
1	18,42	17,92	18,23	19,12	18,79

2	19,27	18,07	18,95	18,00	18,99
3	18,91	18,66	18,95	17,87	18,32
4	17,51	18,45	19,28	19,06	18,19
5	17,94	17,57	18,11	18,68	17,06
6	16,93	17,21	16,65	18,50	19,35
7	19,08	19,31	19,82	19,99	19,88
8	19,64	18,94	19,50	19,51	19,12
9	17,18	17,42	17,17	19,80	18,93
10	17,38	17,57	18,23	18,09	18,93
11	16,97	18,15	18,44	17,78	18,48
12	18,65	18,42	18,32	18,70	18,36

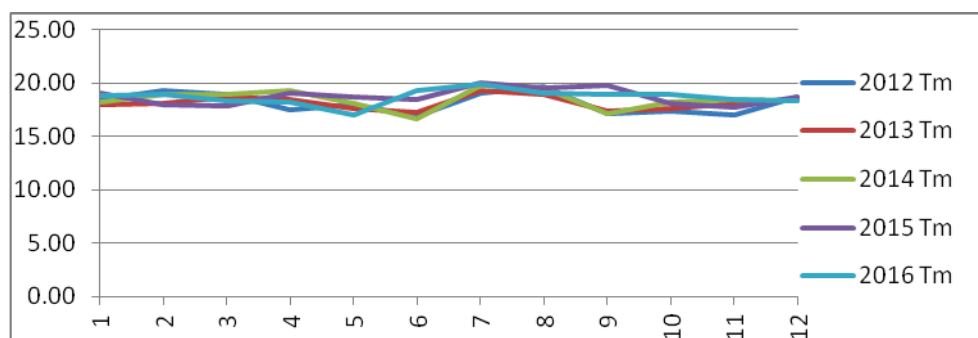


Figura 2.8. Evoluția Tm zilnică pentru ziua de **Miercuri** în care s-a înregistrat cea mai mare putere lunară în anii 2012-2016, h

Tabelul 2.5. Temperatura medie pentru ziua de **Miercuri** în care s-a înregistrat cea mai mare putere lunară în anii 2012-2016, h

Luna	2012	2013	2014	2015	2016	t _{med.}
1	-3,2	-3,0	-9,1	0,6	-10,2	-5,00
2	-12,9	1,9	-11,4	3,1	4,5	-2,97
3	-1,0	-3,8	3,7	6,1	4,6	1,90
4	13,2	6,8	8,9	5,5	3,9	7,65
5	24,0	21,0	12,5	17,7	13,8	17,79
6	21,2	21,2	23,7	22,7	25,1	22,75
7	28,1	20,2	25,4	25,3	24,9	24,78
8	29,3	23,7	25,9	23,5	26,0	25,69
9	14,8	12,7	15,5	26,8	23,9	18,73
10	12,3	11,5	1,8	9,4	6,5	8,30
11	11,8	6,8	-0,7	7,9	3,3	5,83
12	-6,3	-1,3	-1,4	4,3	3,1	-0,32
Medie an	10,94	9,80	7,89	12,73	10,77	10,43

Notă: Temperatura medie este calculată ca media temperaturilor a cinci zile megieșe zilei de miercuri cu cea mai mare putere lunară

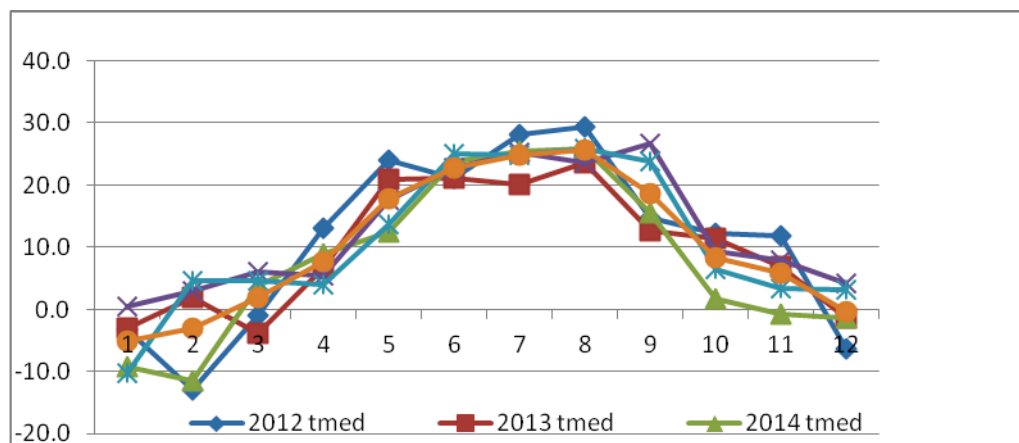


Figura 2.9. Temperatura medie pentru ziua de **Miercuri** în care s-a înregistrat cea mai mare putere lunară în anii 2012-2016, h

Tabelul 2.6. Evoluția Pm în ziua de **Duminică** înregistrată în lunile anilor 2012-2016, kW

Luna	2012	2013	2014	2015	2016	medie
1	804 175	734 630	673 441	704 902	663 469	716 123
2	841 490	697 244	698 793	655 401	586 644	695 914
3	754 238	623 264	597 863	599 049	570 525	628 988
4	693 970	559 844	591 563	588 384	542 457	595 244
5	597 784	512 491	529 795	557 645	557 645	551 072
6	678 013	605 120	571 969	510 371	498 316	572 758
7	566 017	540 209	491 169	537 560	502 484	527 488
8	620 842	514 820	538 527	520 634	519 087	542 782
9	626 415	572 588	574 202	542 079	571 869	577 431
10	649 609	631 035	652 733	628 677	623 580	637 127
11	732 047	618 590	631 082	629 939	641 834	650 698
12	799 457	640 887	658 236	628 684	695 361	684 525
Σ=	8364057	7250722	7209373	7103325	6973271	7380150
Pmax	841 490	734 630	698 793	704 902	695 361	

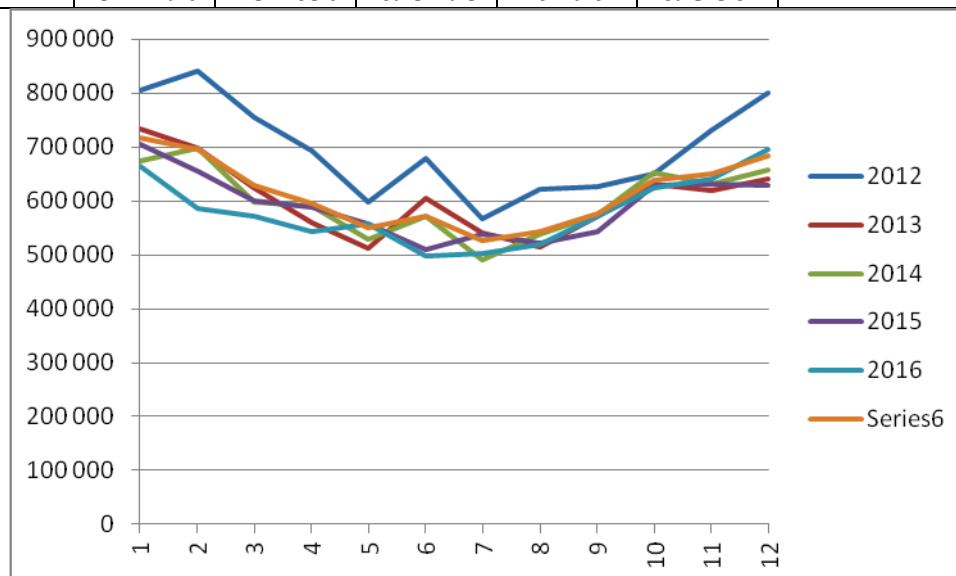


Figura 2.10. Evoluția Pm în ziua de **Duminică** înregistrată în lunile anilor 2012-2016, kW

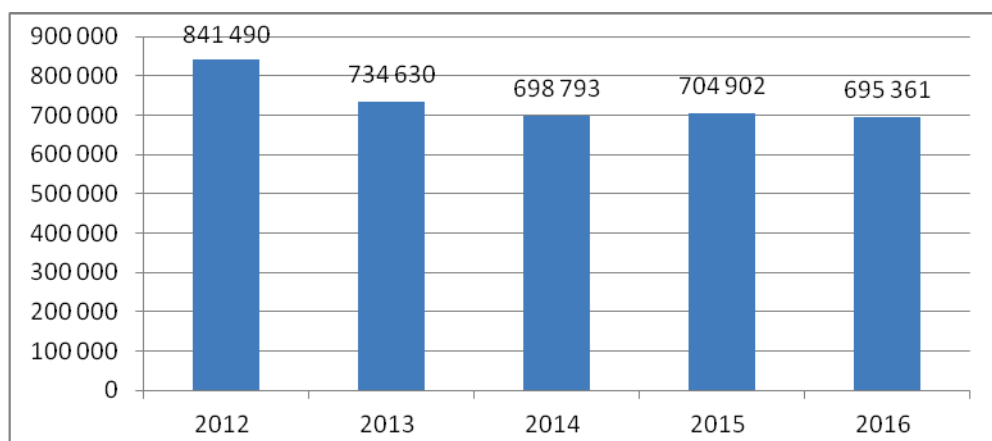


Figura 2.11. Diagrama Pm în ziua de Duminică înregistrată în lunile anilor 2012-2016, kW

Tabelul 2.7. Evoluția Tm pentru ziua de Duminică în care s-a înregistrat puterea maximă a lunii anilor 2012-2016, h

Luna	2012 Tm	2013 Tm	2014 Tm	2015 Tm	2016 Tm
1	17,92	18,30	18,00	17,97	17,68
2	18,82	17,55	18,43	18,09	17,89
3	17,52	17,87	17,80	17,77	17,58
4	17,12	17,25	17,02	17,68	16,64
5	16,93	17,21	16,65	17,64	17,98
6	18,20	17,99	18,26	20,05	19,68
7	19,07	19,31	18,61	19,61	19,89
8	18,46	17,78	18,50	18,55	19,48
9	16,38	16,01	16,30	17,33	17,10
10	16,63	18,22	17,40	17,10	17,42
11	16,57	17,68	17,67	17,55	17,75
12	18,01	17,56	18,24	17,97	17,28

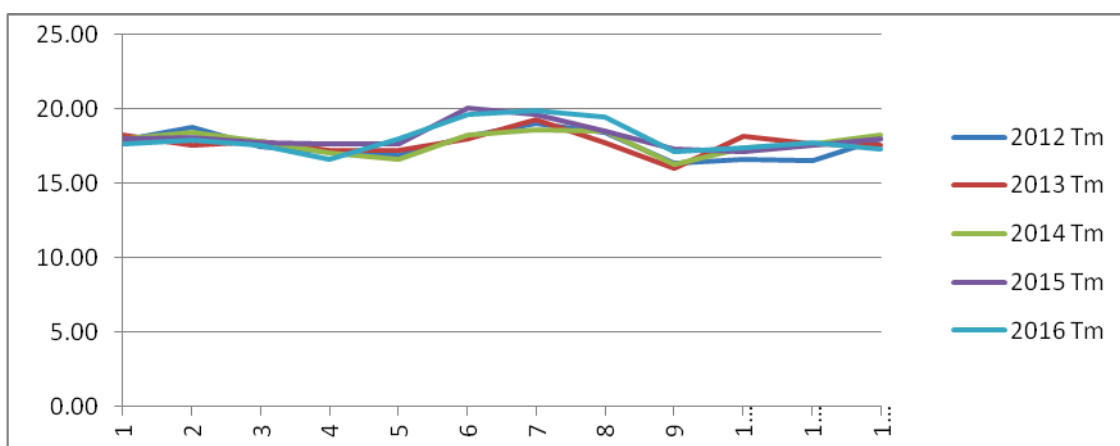


Figura 2.12. Evoluția Tm pentru ziua de Duminică în care s-a înregistrat puterea maximă a lunii anilor 2012-2016, h

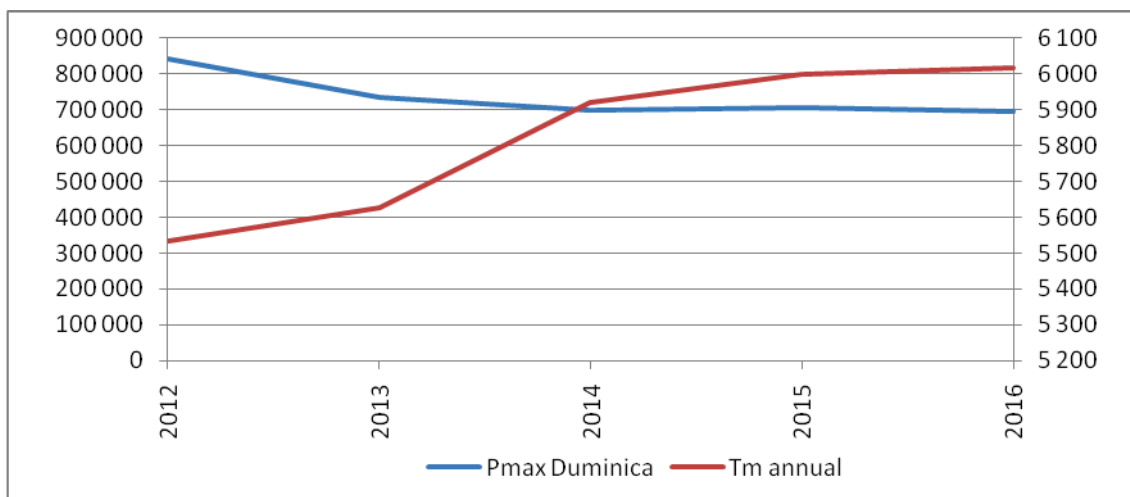
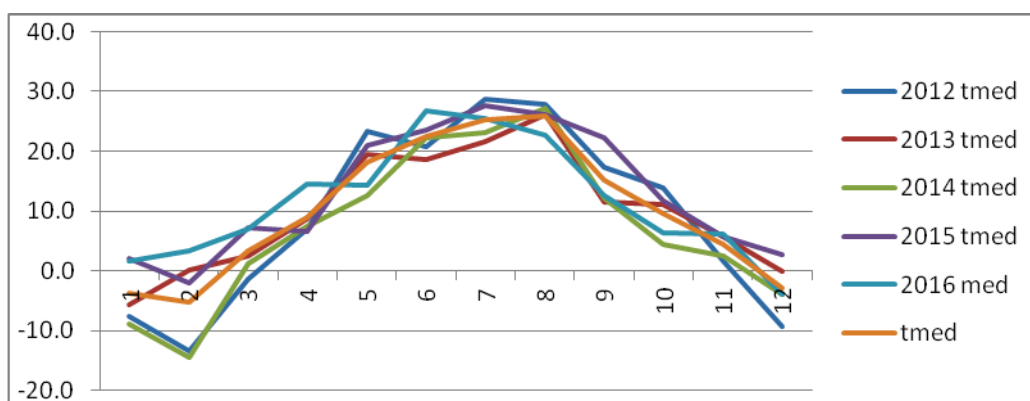


Figura 2.13. Evoluția Pm înregistrată în ziua de **Duminică și a Tm anual calculat pentru acest Pm ale anilor 2012-2016**

Tabelul 2.8. Temperatura medie pentru ziua de **Duminică în care s-a înregistrat puterea maximă a lunii anilor 2012-2016**

Luna	2012	2013	2014	2015	2016	tmed
1	-7,6	-5,6	-8,9	2,2	1,6	-3,67
2	-13,4	0,1	-14,5	-2,1	3,3	-5,31
3	-1,4	2,5	1,2	7,1	7,0	3,29
4	6,9	8,8	7,4	6,6	14,5	8,85
5	23,3	19,5	12,6	20,9	14,3	18,11
6	20,8	18,7	22,3	23,6	26,8	22,44
7	28,6	21,7	23,1	27,6	25,4	25,31
8	27,9	26,1	27,1	26,1	22,6	25,96
9	17,3	11,4	12,2	22,3	12,6	15,15
10	13,9	11,1	4,4	11,7	6,3	9,48
11	1,6	5,7	2,4	5,7	6,2	4,33
12	-9,4	0,0	-4,1	2,6	-3,9	-2,94
Medie an	9,04	9,99	7,12	12,87	11,39	10,08



Notă: Temperatura medie este calculată ca media temperaturilor a cinci zile megieșe zilei cu cea mai mare putere lunară

Figura 2.14. Temperatura medie pentru ziua de **Duminică în care s-a înregistrat puterea maximă a lunii anilor 2012-2016**

Tabelul 2.9. Evoluția Puterii **Minime lunare pentru anii 2012-2016, kW**

Luna	2012	2013	2014	2015	2016	medie 5 ani
------	------	------	------	------	------	-------------

1	367 509	343 376	303 653	313 132	307 839	327 102
2	382 176	323 499	293 933	293 511	288 589	316 342
3	337 267	289 984	261 297	287 640	273 563	289 950
4	287 665	258 676	244 451	258 423	252 118	260 267
5	268 112	247 792	247 181	260 163	245 917	253 833
6	268 112	247 792	247 181	265 534	244 857	254 695
7	272 844	247 973	257 567	272 476	269 269	264 026
8	280 468	259 934	278 065	279 113	292 094	277 935
9	293 156	251 336	257 365	261 518	276 932	268 061
10	305 939	272 445	282 519	264 490	269 398	278 958
11	306 206	274 288	289 004	287 100	313 965	294 113
12	320 265	293 222	311 532	306 542	308 494	308 011
$\Sigma=$	3 689 719	3 310 317	3 273 748	3 349 642	3 343 035	3393292
Pmin anual, kW	268 112	247 792	244 451	258 423	244 857	

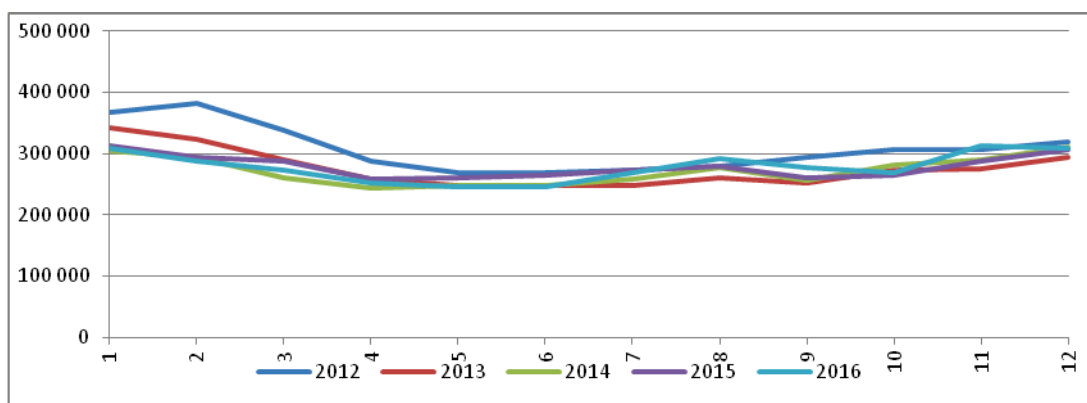


Figura 2.15. Evoluția Puterii minime lunare pentru anii 2012-2016, kW

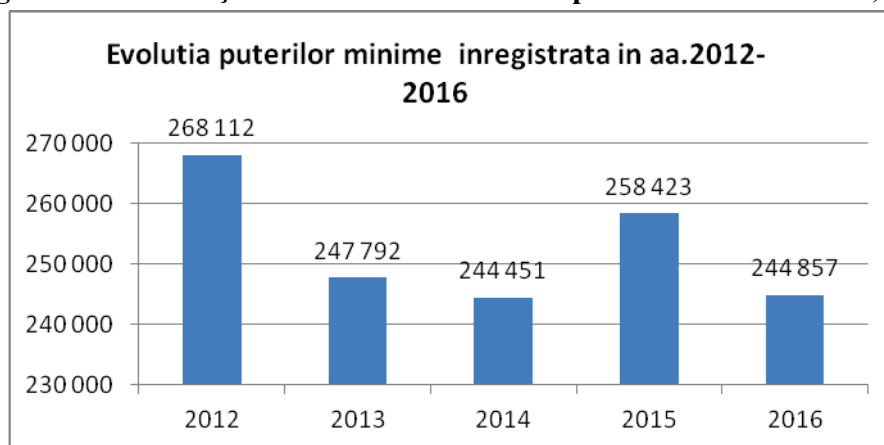
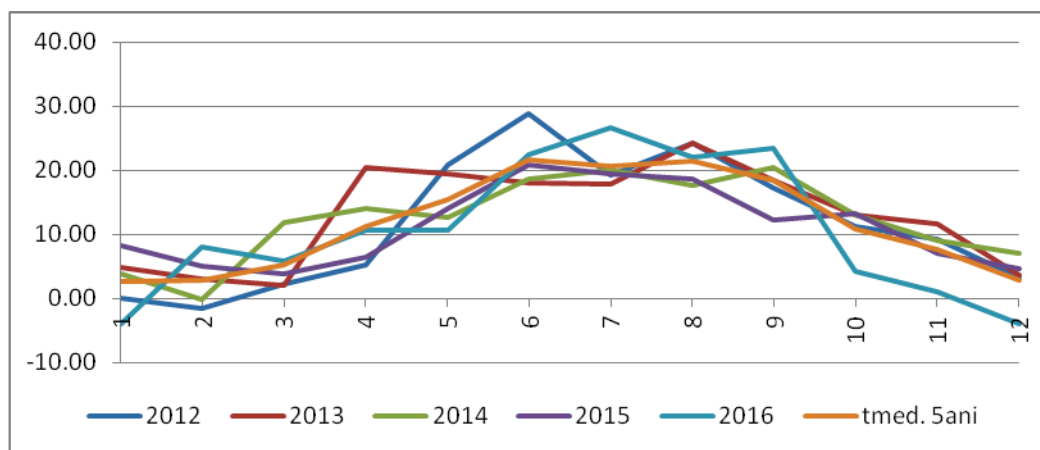


Fig.2.16 Diagrama puterii minime lunare pentru anii 2012-2016, kW

Tabelul 2.10. Temperatura medie pentru ziua cu putere minimă lunară ale anilor 2012-2016

Luna	2012	2013	2014	2015	2016	tmed. 5ani
1	0,00	4,85	3,80	8,15	-3,90	2,58
2	-1,45	2,95	-0,10	5,05	8,00	2,89
3	2,25	2,10	11,85	3,75	5,90	5,17
4	5,30	20,35	14,05	6,40	10,60	11,34
5	20,75	19,45	12,55	14,05	10,65	15,49
6	28,80	17,95	18,70	20,80	22,40	21,73

7	19,25	17,85	20,00	19,40	26,55	20,61
8	24,30	24,25	17,70	18,55	22,10	21,38
9	17,25	18,50	20,35	12,25	23,35	18,34
10	11,25	12,95	13,00	13,15	4,30	10,93
11	9,25	11,70	9,10	7,00	1,15	7,64
12	3,30	3,65	7,00	4,55	-3,85	2,93
tmed anuala	11,69	13,05	12,33	11,09	10,60	11,75



Notă: Temperatura medie este calculată ca media temperaturilor a cinci zile megieșe zilei cu cea mai mică putere lunară

Figura 2.17. Temperatura medie pentru ziua cu putere minimă lunară ale anilor 2012-2016

Tabelul 2.11. Temperatura medie lunara reală ale anilor 2012-2016, °C

	2012	2013	2014	2015	2016	tmed. (5 ani)
1	-2,6	-1,9	-1,9	-0,5	-3,3	-2,04
2	-7,6	1,3	-1,2	0,6	4,7	-0,44
3	4,5	2,5	8,1	5,2	6,3	5,32
4	12,7	12,5	11,6	10,2	13,2	12,04
5	19,1	19,2	16,8	17,7	15,8	17,72
6	23,3	21,3	19,5	21,5	21,3	21,38
7	26,0	21,7	23,0	24,4	23,4	23,70
8	23,4	22,6	23,2	24,7	23,2	23,42
9	19,2	14,4	18,6	20,0	19,2	18,28
10	12,8	10,9	9,8	9,8	7,9	10,24
11	5,9	8,4	3,6	7,1	3,5	5,70
12	-2,9	0,0	0,0	3,0	-0,3	-0,04
tmed/an	11,15	11,08	10,93	11,98	11,24	
Pm/an, kW	941 049	832 847	810 901	753609	785805	
Tm /an, h	4 949	4 962	5 100	5 610	5 325	

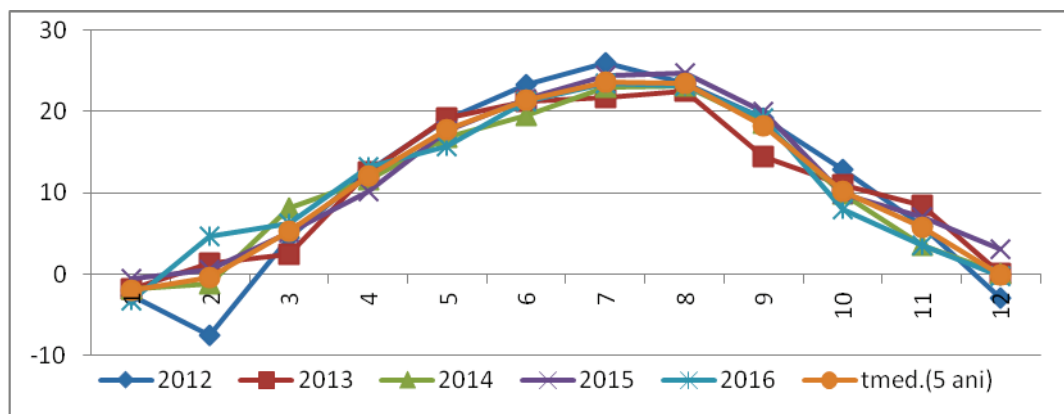


Figura 2.18. Evoluția temperaturii medii lunare reale ale anilor 2012-2016, °C

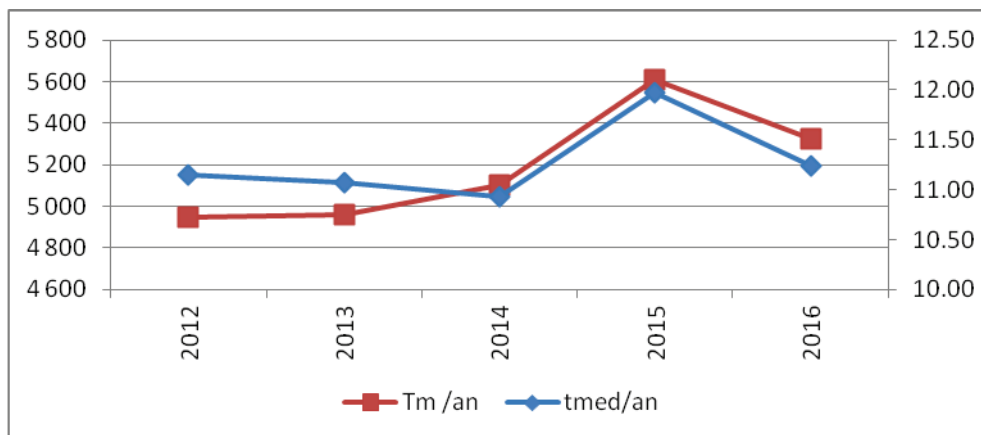


Figura 2.19. Evoluția Tm și t°C medie anuală în anii 2012-2016

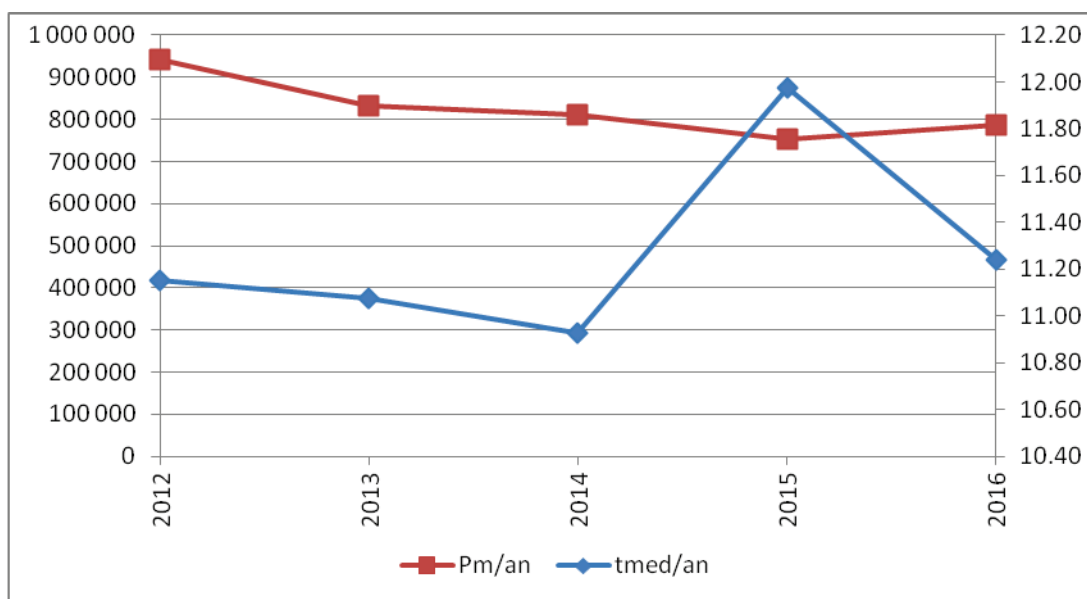


Figura 2.20. Evoluția Pm și t°C medie anuală pe parcursul anilor 2012-2016

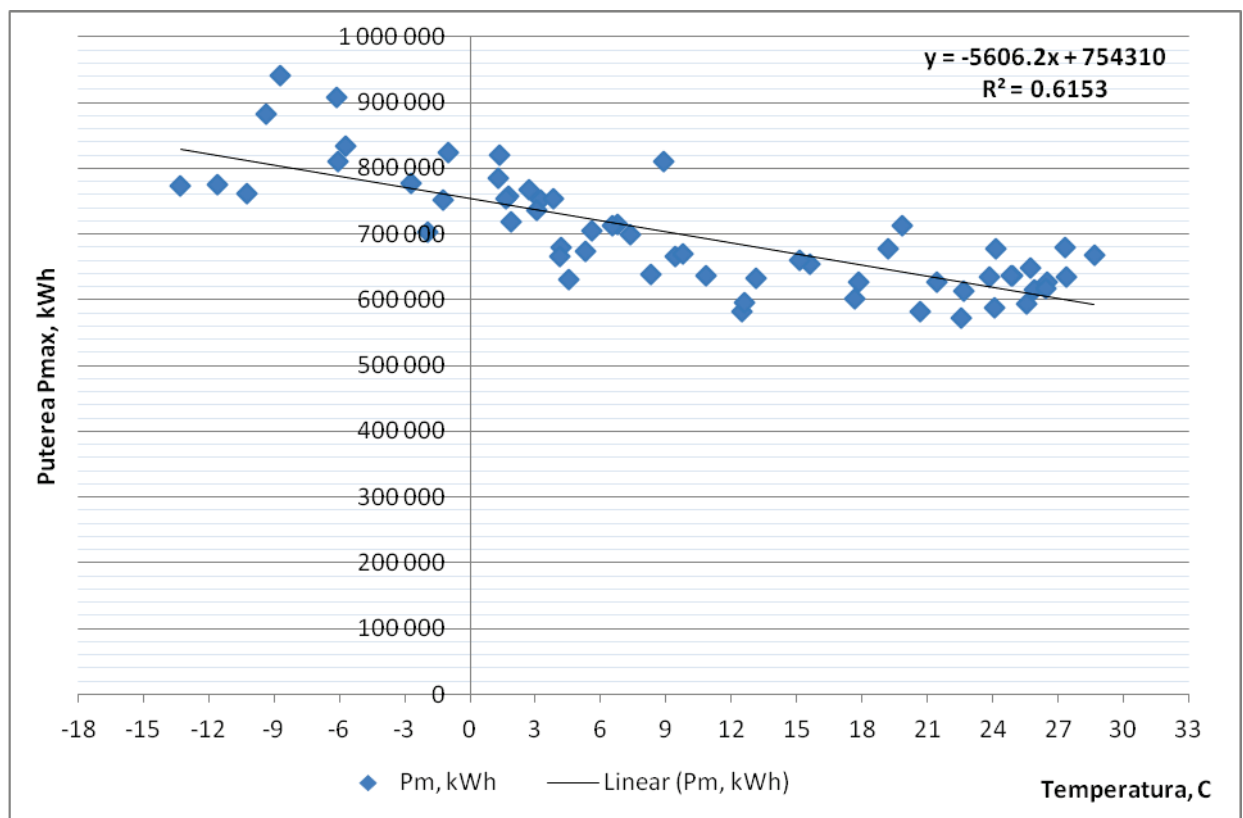


Figura 2.21. Dependența Puterii Maxime lunare în anii 2012-2016 de $t^{\circ}C$ medie a zilei în care s-a înregistrat această putere, pentru anii 2012-2016

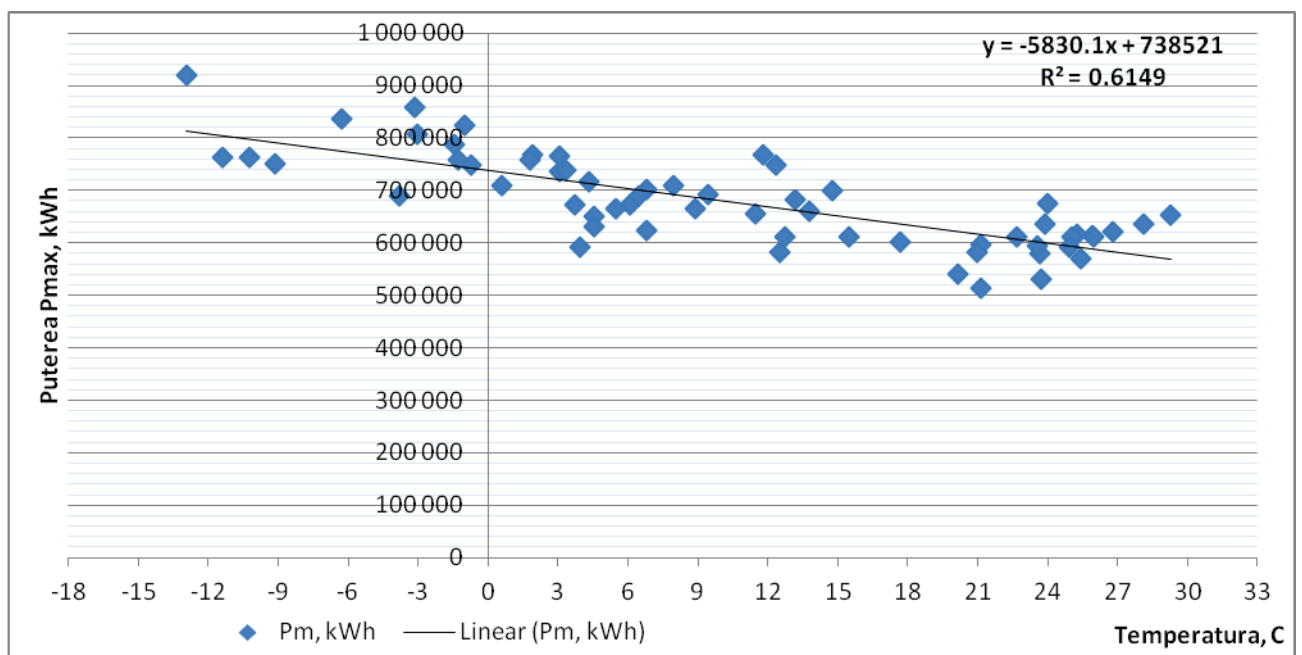


Figura 2.22. Dependența Puterii maxime lunare în ziua de **Miercuri pentru anii 2012-2016 de $t^{\circ}C$ medie a zilei în care s-a înregistrat această putere, pentru anii 2012-2016**

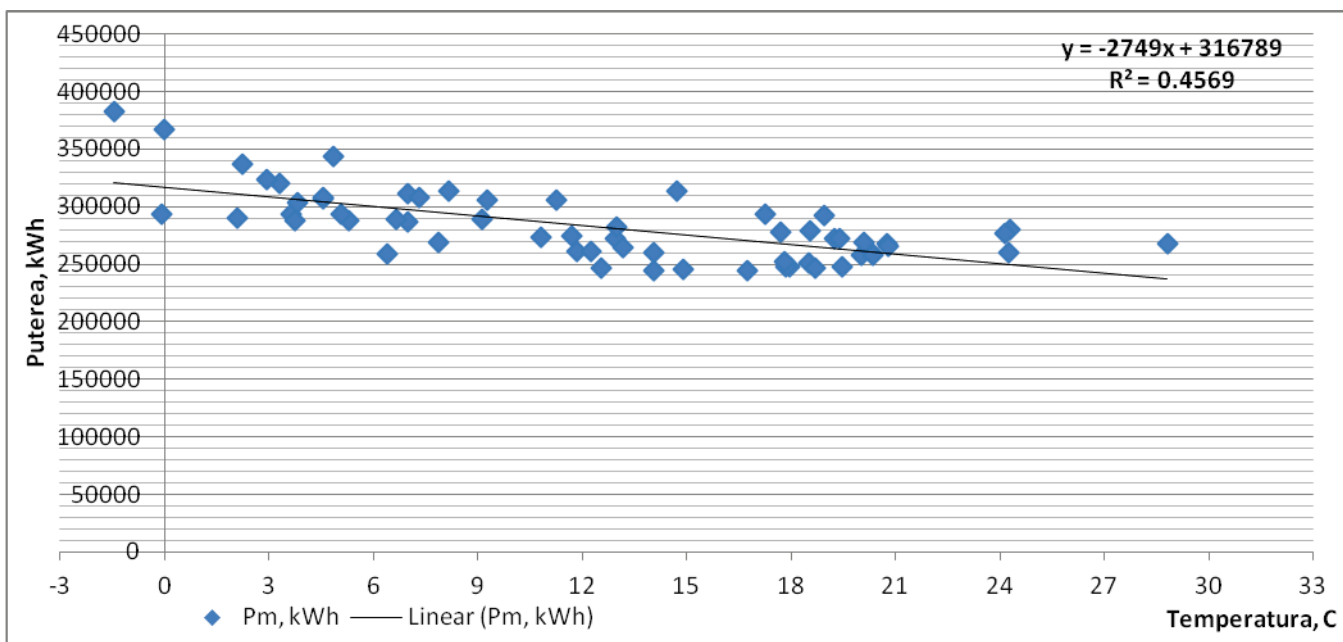


Figura 2.23. Dependenta Puterii minime lunare în anii 2012-2016 de t°C medie a zilei în care s-a înregistrat această putere, pentru anii 2012-2016

Analiza datelor din Tabelele 2.1-2.11 și a Figurilor 2.1-2.23, prezentate mai sus, permit a trasa următoarele **concluzii**:

1. Pe parcursul ultimilor ani, 2012-2016, factorul de sarcină Tm a crescut de la 4950 (2012) la 5325h (2016), cu 7,6%. În anul 2015 a fost înregistrat valoarea Tm maximă pe parcursul ultimilor 25 ani, egală cu 5610 ore.
2. Puterea maximă înregistrată pe parcursul anilor 2012-2016 în sistemul electroenergetic național s-a redus de la 941 (2012) la 786 MW(2016), cu 16,5% mai puțin, în anul 2015 înregistrându-se valoarea cea mai joasă, de 753,6MW.
3. Cauzele care au contribuit la creșterea factorului de sarcină sunt:
 - a) Eficiența energetică: aplicarea de lămpi eficiente de tip LED, frigidere clasa A, alte aparate clasa A;
 - b) Creșterea însemnată a numărului de climatizoare utilizate, de la 1654 în 2000 până la peste 251 mii în 2015. Drept urmare, consumul energiei electrice în timpul sezonului cald a crescut respectiv, ducând la aplatizarea anuală a curbei clasate;
 - c) Schimbările climatice, exprimate prin creșterea temperaturii medii anuale. În anul 2012 aceasta a constituit 10,5 °C, ca în 2016 să crească până la 10,85°C (creștere 3,3%), temperatura medie maximă înregistrându-se în anul 2015, și egală cu 11,3 °C. Totodată, indicele de corelație Pearson între șirul de date „energia total consumată pe parcursul anilor 2012-2016” și „temperatura medie anuală pentru aceiași ani 2012-2016” s-a dovedit a fi foarte mic, și egal cu -0,08, fapt ce indică la lipsa influenței consumului de energie de schimbările climatice, adică de schimbările pozitive în creștere a temperaturii. Nu același rezultat îl avem vizavi de indicele Pearson calculat pentru șirul de date „puterea maximă anuală în anii 2012-2016” și „temperatura zilei în care s-a înregistrat puterea maximă”. Acesta este egal cu -0,85, ceea ce indică la o corelație strânsă între puterea maximă și temperatura zilei în care s-a înregistrat această putere.

3. Beneficiile ulterioare de la aplatizarea curbei de sarcină

Necăutând la progresele înregistrate pe parcursul anilor 2012-2016 în ceea ce privește aplatizarea curbei de sarcină, există încă rezerve importante spre a face curba în cauză mai plată. Acestea sunt înglobate în:

- a) reduceri însemnate a puterii generatoare
- b) reducerea de pierderi în rețeaua de transport și cea de distribuție, și
- c) reducerea consumului de combustibil la centralele electrice.

Vom determina în continuare aceste rezerve.

3.1. Rezervele de reducere a puterii generatoare

La determinarea rezervei de reducere a puterii generatoare vor servi ca date inițiale curba sarcinii de consum la DAF a sistemului electroenergetic național (Figura 3.1), precum și diagrama orelor de aplicare a zonelor tarifare (vârf, semivârf și gol) pentru energia importată (din Ucraina). Diagrama respectivă este prezentată în Figura 3.2.

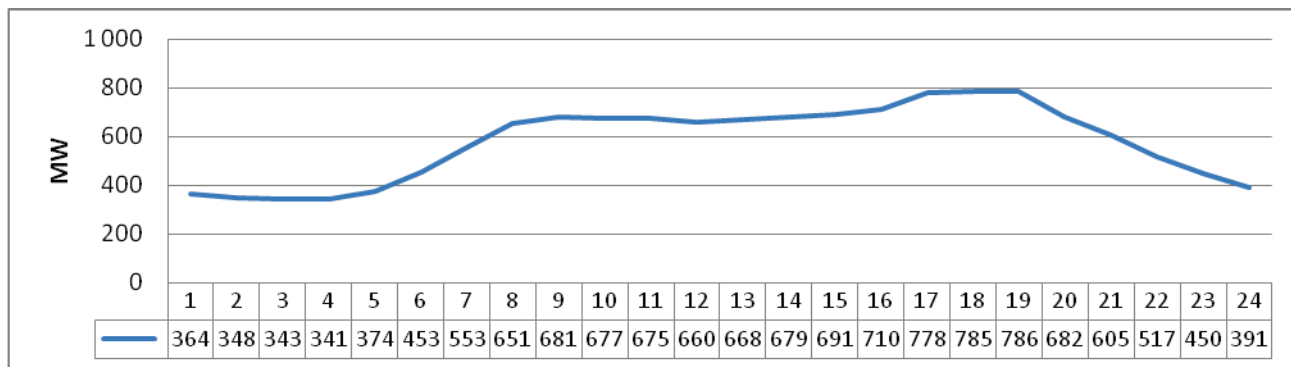


Figura 3.1. Curba sarcinii de consum la DAF în ziua în care s-a înregistrat puterea maximă de consum în anul 2016 (06.01.16).

luna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ian	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	1	1
feb	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	1	1
mar	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	1
apr	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	1
mai	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	1
iun	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	1
iul	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	1
aug	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	1
sep	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	1
oct	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	1
noi	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	1	1
dec	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	1	1

Notă: 1-gol; 2-semivârf; 3-vârf.

Figura 3.2. Zonele tarifare pentru energia importată (Ucraina).

După cum se observă di Fig. 3.2, în luna ianuarie, când s-a înregistrat puterea maximă de consum în sistemul electroenergetic național, zonele de vârf pentru energia importată din Ucraina corespundeau orelor 8-9 dimineața și 17-20 seara. Dat fiind că puterea maximă în Moldova a fost înregistrată între orele 17-19, putem determina cu cât s-ar putea reduce puterea generatoare pentru acoperirea necesităților țării. Această reducere este egală cu $P_{\max}(P_{17-19}) - P_{16} = 786 - 710 = 76 \text{ MW}$.

3.2. Rezervele de reducere a pierderilor de energie în rețeaua de transport și cea de distribuție

Pentru determinarea rezervelor de reducere a pierderilor de energie în rețeaua de transport și cea de distribuție drept urmare a aplatizării curbei sarcinii de consum vom utiliza următoarea abordare.

- Pierderile de energie vor fi determinate prin metoda simplistă, considerând că toată energia din fiecare oră pe parcursul anului curge prin una și aceeași rezistență omică, iar pierderile sunt determinate prin intermediul formulei I^2R , unde I este curentul, iar R este rezistența omică;
- Determinăm pierderile de energie pentru două zile ale anului 2016: una aferentă perioadei de vară (16.07.16) și alta – perioadei de iarnă (06.01.16) (Tab. 3.1). Calculăm aceleași pierderi în condițiile în care în aceste două zile are loc aplatizarea completă a curbei de sarcină, adică curenții sunt egali pe toată perioada de 24 ore, aceștia fiind media curenților efectivi, înregistrați în aceste zile. Diferența dintre pierderile în aceste două cazuri raportate la cele efective va constitui procentul reducerii de pierderi drept urmare a aplatizării curbei sarcinii de consum. Procentul respectiv aplicat la pierderile de energie absolute efectiv înregistrate în sistemul electroenergetic național ne permite să determinăm valoarea absolută a reducerilor de pierderi energie care poate fi considerată ca maximă a fi obținută drept urmare a aplatizării curbei de sarcină. Cunoscând prețul energie la DAF putem determina în lei sau dolari impactul economic la capitolul reducerii de pierderi energie de pe urma aplicării managementului sarcinii în R. Moldova.

Tabelul 3.1. Curbele de sarcină ale anului 2016 utilizate pentru determinarea reducerilor de pierderi energie în rețelele electrice în urma aplatizării curbei sarcinii de consum

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ian	407	386	382	383	408	463	542	631	692	712	717	707	704	704	707	719	762	752	712	677	633	579	503	439
iul	332	320	319	322	365	428	508	561	588	607	611	608	608	617	617	586	567	553	552	559	546	440	380	346

Drept urmare a utilizării procedurii expuse mai sus a fost determinat procentul scăderii pierderilor de energie în urma aplatizării curbei sarcinii de consum în timpul verii, egal cu 4,8%, iar în timpul iernii – 4,85%, media constituind 4,825%. Conform datelor ANRE⁴, cantitatea totală a energiei consumate în 2016 de sistemul electroenergetic național constituie 4101,4 milioane kWh, pierderile de energie electrică în sistemul de transport și distribuție constituind 432,3 mil kWh (10,54%), iar prețul mediu de achiziție a energiei electrice la DAF a fost egal cu 113,31 bani/kWh. Cantitatea reducerii de pierderi ar constitui 20,86 milioane kWh. Având aceste date putem calcula impactul pozitiv maxim care poate fi atins drept urmare a aplatizării curbei sarcinii de consum. Acesta este egal cu **23,63 milioane lei**, sau **1,24 milioane dolari SUA**. În mod conservativ, reducerile maxime de CO₂ drept urmare a reducerilor de pierderi va constitui 9368 tCO₂/an. Factorul de emisii constituie 0,4492 tCO₂/MWh, conform /10/.

3.2. Reducerea consumului de combustibil la centralele electrice

Grupurile la centralele electrice angajate în producerea energiei electrice se disting prin așa numita caracteristica de consum. De regulă randamentul maxim se atinge la încărcarea grupului cu putere nominală. Iar scăderea puterii de producere duce la diminuarea randamentului grupului respectiv. Cu alte cuvinte, atunci când un grup este proiectat pentru producerea energiei electrice în regim de bază, adică cu putere generatoare aproape constantă pe parcursul zilei, obligarea acestuia să opereze cu puteri variabile în timp, ceea ce se produce efectiv în realitate, este soldată cu creșterea cantității de combustibil pentru producerea 1kWh. În cazul nostru, aplatizarea curbei sarcinii de consum este prevăzută prin transferul energiei din orele de vârf în cele de gol. Pentru orele de vârf, de regulă sunt utilizate centrale electrice cu investiții specifice mai mici, dar și cu randament mai mic. Cea mai reprezentativă în acest sens ar putea servi turbina pe gaze.

⁴Raportul pentru a. 2016. www.anre.md

Utilizarea acestora doar pentru acoperirea sarcinii de vârf exclude efectul diminuării randamentului în urma aplatizării curbei de sarcină (adică, de transferarea consumului de energie din orele de vârf în cele de gol), dat fiind că menirea lor este de a funcționa doar în orele de vârf. În acest caz putem vorbi doar de un impact de reducere a puterii generatoare. Totodată, aplatizarea curbei de sarcină face ca centralele electrice planificate a funcționa în regim de bază să opereze la un randament mai înalt. Efectul unei atare evoluții a randamentului va fi înregistrat la toate tipurile de centrale pe hidrocarburi. În vederea evaluării impactului asupra randamentelor de funcționare a centralelor electrice vom recurge la cel mai conservativ caz, adică cu efect mai mic de creștere a randamentului. Unui atare grup de generare a energiei electrice îi corespunde ciclul combinat, distins printr-o tehnologie care asigură un randament de 52% atunci, când operează la putere nominală. Evoluția randamentului funcție puterea de încărcare a centralei (grup) de o capacitate de 200MW este prezentată în Fig. 3.3 /8/, iar în formă analitică curba respectivă poate fi descrisă cu relația:

$$C_s = 0,006739 * P^2 - 2,53086 * p + 473,1, \quad (1)$$

unde P – este puterea centralei (grupului).

Pentru $P=0$ consumul specific al CCPP este egal cu 473,1 g.c.c./kWh, adică centrala produce energia electrică la un randament mult scăzut și egal cu 26%, corespunzător lipsei regimului de ciclu combinat, CCPP funcționând doar cu turbinele pe gaze la capacități mult reduse față de cea nominală. În cazul în care centrala funcționează la puterea sa nominală de 200MW, randamentul ei va fi maxim și egal cu 52 %, corespunzător consumului specific fiind de cca 236,5 g.c.c./kWh.

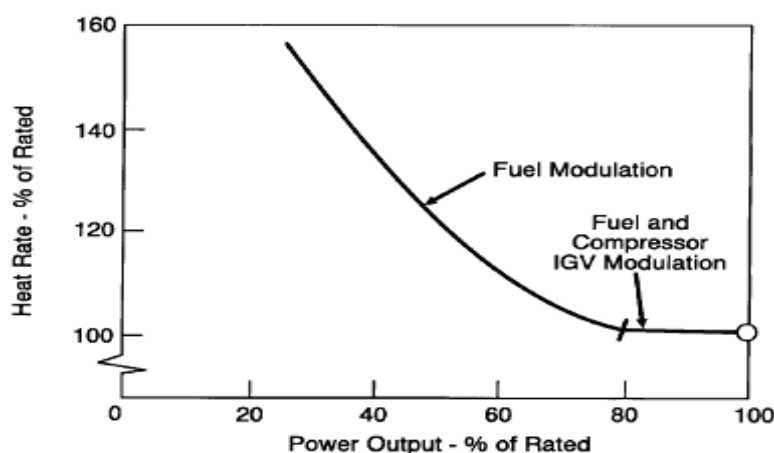


Figura 3.3. Consumul de combustibil funcție nivelului de încărcare la ciclul combinat.

În vederea determinării volumului de combustibil redus la centrale drept urmare a aplatizării curbei sarcinii de consum vom utiliza următoarea metodologie:

- Pentru curbele reflectate în Tab. 3.1 vom determina consumul de combustibil pentru cele două zile (de vară și iarnă) ale anului 2016, utilizând relația (1).
- Pentru aceleași zile determinăm consumul de combustibil în condițiile în care centralele funcționează toată ziua cu sarcina medie.
- Diferența dintre a) și b) constituie economia de combustibil. Calculele au arătat că diferența în cauză este determinată astfel: $6635-6590=45$ t.c.c. Raportat la toată energia livrată la DAF în anul 2016, economia în cauză constituie 7027 t.c.c. La prețul gazelor naturale din anul 2016, egal cu 193,5 \$/1000m³, efectul maxim de la aplatizarea curbei de sarcina ar constitui 1,19 milioane dolari SUA, iar reducerea de emisii CO₂ va constitui 10,1 mii tCO₂ anual.

Drept urmare a evaluărilor efectuate mai sus putem concluziona că aplatizarea curbei sarcinii de consum dispune de următoarele rezerve de economii:

- Reducerea necesității de putere generatoare în sistem de maxim 76MW;

2. Reducerea costurilor în tarifele la energia electrică cu maxim 23,63 milioane lei sau cu 1,24 milioane dolari SUA;
3. Reducerea combustibilului la producerea energiei electrice, echivalentă cu 1,19 milioane dolari SUA;
4. Reducerea maximă a emisiilor de CO₂ cu 19,5 ktCO₂/an.

Valorificarea acestor rezerve de economii se vede atât prin măsurile care au fost utilizate în ultimii cinci ani și menționate mai sus, cât și prin promovarea stimulentele directe spre aplatizarea curbei de sarcină, văzute prin intermediul tarifelor zonale. În continuare vom identifica în ce măsură tarifele în cauză răspund dezideratului aplatizării la maxim a curbei de sarcină.

4. Oportunitatea utilizării tarifelor zonale spre aplatizarea curbei de sarcină

În vederea identificării oportunităților utilizării tarifelor zonale menite să aplatizeze curba de sarcină, a fost dezvoltat un model de calcul în formatul Excel care permite simularea mai multor situații de compartiment al consumatorilor finali ghidați de motivația diminuării plăților pentru energia electrică consumată.

În calitate de obiect pentru modelare a servit furnizarea energiei electrice de către furnizorul privat reglementat din R. Moldova, alături cu datele care stau la baza determinării tarifelor la energia electrică în anul 2016.

Este necesar a sublinia de la bun început că din totalul energiei furnizate la DAF pentru consumul intern, 79,5% (anul 2016) provine de la CTEM sau Ucraina. În Ucraina energia este vândută la tarife zonale. Din acest motiv ea ar fi trebuit să fie vândută prin intermediul acelorași tarife și în R. Moldova. Acest lucru, însă nu se întâmplă, ne cătând că partea ucraineană insistă la acest lucru de fiecare dată la negocierea noilor contracte de furnizare a energiei către R. Moldova. Cauza ar fi că R. Moldova nu este pregătită pentru tarife zonale.

În ce privește energia generată la centralele locale, în special la CET-uri, aceasta este produsă, cu mici devieri, la o sarcină constantă pe parcursul zilei, și este mult dependentă de sarcina termică, dat fiind că energia electrică este produsă în regim de cogenerare. Conform analizelor efectuate, acest fapt are o influență foarte mare asupra motivației pentru aplicarea tarifelor zonale. Astfel, așa cum reiese din Fig. 4.1, unde este arătată evoluția Raportului prețului energiei în orele de vârf la cel din orele de gol (RVG) în direcția de la DAF către barele consumatorului,

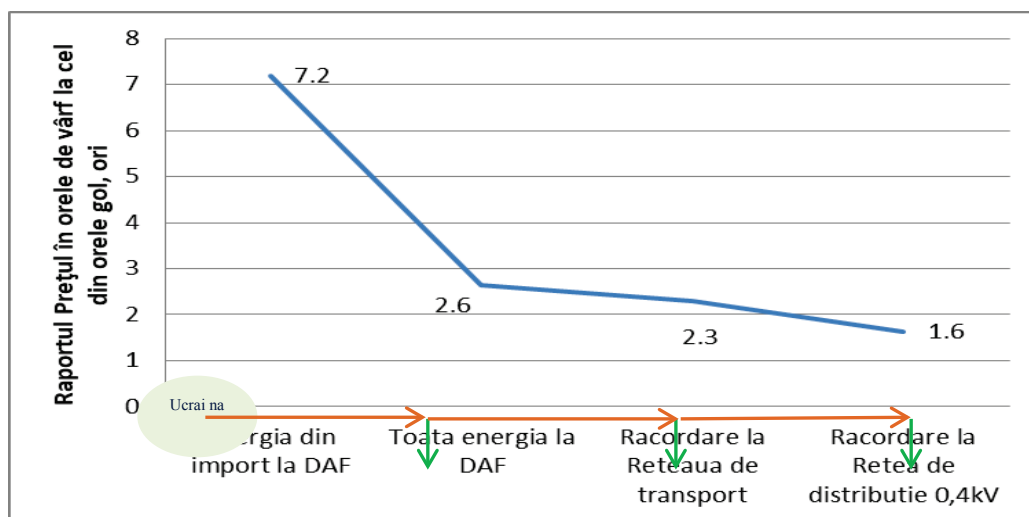


Figura 4.1. Evoluția Raportului prețului energiei în orele de vârf la cel din orele de gol, de la DAF către barele consumatorului

RVG scade substanțial, de la 7,2 la barele Ucrainei, la 2,6 – la barele DAF și 1,6 – la barele consumatorului racordat la nivelul de tensiune 0,4kV. Acest fapt influențează mult asupra

nivelului de micșorare a prețului energiei totale la DAF cauzat de procentul energiei transferate din orele de vârf în cele din gol (PVG). Dependența respectivă este arătată în Fig. 28. După cum se vede din aceasta, la un PVG de 20%, prețul energiei totale la DAF se micșorează doar cu 5,7%, la un PVG = 50%, micșorarea ar fi de 14,3%, iar la un PVG = 100%, micșorarea în cauză ar atinge 28,6%. Acest aspect nu poate să nu influențeze asupra voinței consumatorului final de a participa la aplatizarea curbei de sarcină. Pentru a demonstra această constatare, vom examina un caz concret: un consumator casnic racordat la nivelul de tensiune 0,4kV.

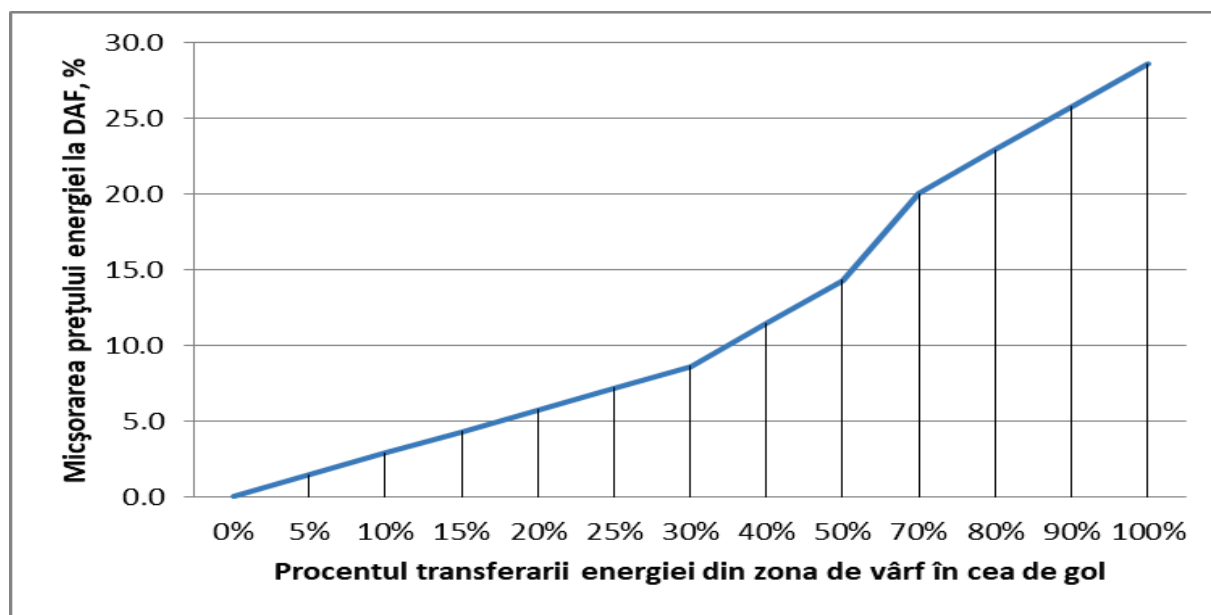


Figura 4.2. Micșorarea prețului energiei la DAF funcție procentului energiei transferate din orele de vârf în cele din gol

Alegerea unui atare consumator nu este întâmplătoare. Ponderea consumului casnic de energie electrică înregistrat în anul 2016 este destul de însemnată și egală cu 44,5%⁵, fapt ce indică asupra presupunerii că consumatorii casnici ar putea contribui însemnat la aplatizarea curbei de sarcină. Totul depinde de măsura în care aceștia vor fi motivați să o facă. Ea se măsoară în câștigul pe care l-ar putea avea aceștia de la consumul energiei în orele de gol, în loc să o facă în orele de vârf.

Energia consumată de consumatorul casnic are loc după o curbă zilnică, prezentată în Fig. 4.3, alcătuită în baza /4/. Pornind de la zonele orare aplicate în Ucraina și reflectate în Fig. 3.2, precum și utilizând Metodologia de calcularea a tarifelor de furnizare a energiei electrice /11/ a fost determinat impactul transferului consumului de energie electrică din orele de vârf în cele de gol asupra tarifului mediu al energiei electrice la consumatorul casnic. Rezultatele sunt reflectate în Fig. 30.

După cum putem observa din Fig. 4.4, la un PVG de 20%, tariful mediu la energia electrică la acest consumator casnic scade de la 199 bani/kWh aplicat curent – la 192 bani/kWh, adică cu 3,8%; la un PVG = 50%, micșorarea tarifului ajunge până la 180 bani/kWh, adică cu 9,4%, iar la un PVG = 100%, micșorarea în cauză duce la un tarif mediu de 162 bani/kWh, sau cu 18,8%. Cu alte cuvinte, din cauza regimului de producere a energiei electrice caracteristic CET-urilor locale, exprimat printr-o curbă de producere a energiei electrice aproape plată, motivația pentru aplatizarea curbei de sarcină la nivelul consumatorilor finali este foarte limitată, ne expresivă, fapt, care mărginește mult realizarea ideii de valorificare a potențialului de economii de putere în sistemul electroenergetic național și de reducere a combustibilului la producerea energiei electrice.

⁵Raportul privind activitatea Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică în anul 2016

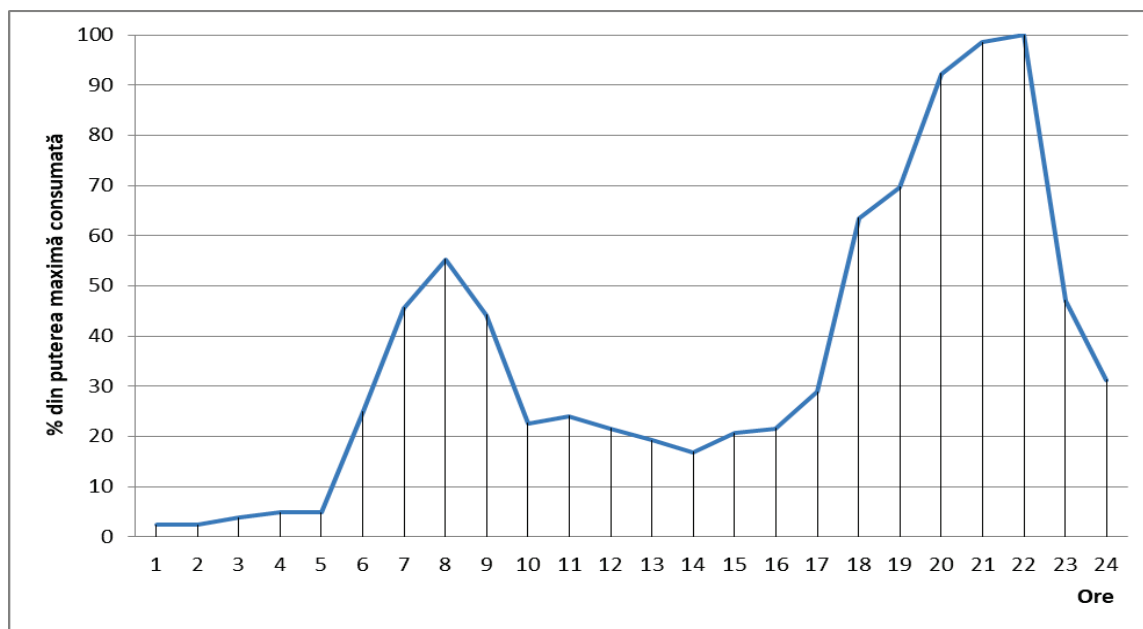


Figura 4.3. Curba sarcinii de consum zilnic al energiei electrice pentru un consumator casnic

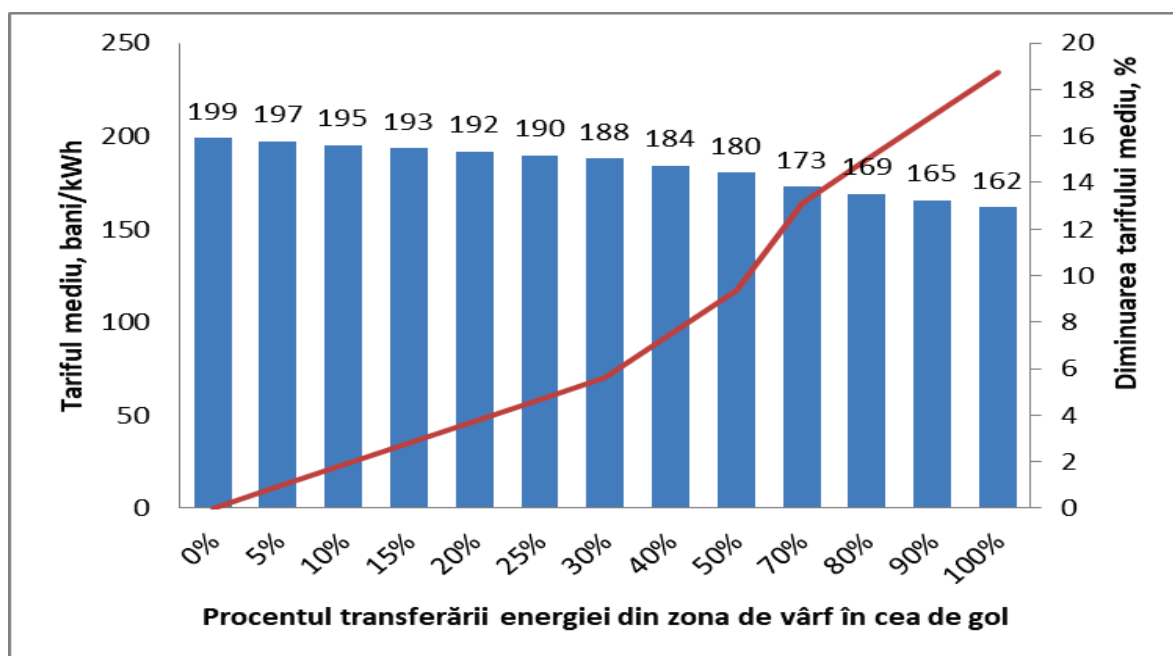


Figura 4.4. Dependența tarifului mediu la energia electrică furnizată consumatorului casnic de indicatorul PVG

Elaborarea și cercetarea convertizorului de frecvență cu două nivele de reglare a puterii cu aplicarea tehnologiei IPC

1. Schema principală a controlerului

Schema principală de bază a soluției tehnice examinate este prezentată în Fig.1. Din figură rezultă că elementele de la capetele circuitului sunt transformatoare de putere instalate la stațiile (nodurile) de transmisie (S) și recepție (R) ale sistemelor energetice care funcționează în condiții de variere arbitrară a unghiului de putere dintre tensiunile fazelor identice ale stațiilor respective.

caz, comutatoarele numerotate prin cifrele 1 și 2 efectuează acțiunile principale de dirijare. Comutatorul marcat cu numărul 3 execută funcții de protecție și auxiliare. Cifrele din intervalul 7-18, amplasate lângă comutatoarele electronice corespunzătoare, indică punctele de conectare la înfășurările de joasă tensiune ale transformatorului de la capătul de recepție.

Semnificația funcțională a unui modul elementar poate fi examinată, utilizând exemplul prezentat în Fig.2. Precum se poate observa în circuitul modului elementar, capetele libere ale elementelor CL reactive conjugate sunt conectate la două tensiuni secundare ($U_s e^{j\frac{\pi}{2}}$ și $U_s e^{-j\frac{\pi}{2}}$), care sunt deplasate cu un unghi de $\pm\pi/2$ față de tensiunea de alimentare (U_s) și pot fi menținute de transformatorul localizat pe partea de transmisie. Punctul mediu de contact al elementelor reactive conjugate este racordat rând pe rând la tensiunile în contrafază (U_r) sau ($-U_r$), create de înfășurările secundare ale transformatorului de putere de la capătul de recepție a conexiunii prin intermediul întrerupătorului electronic corespunzător (K1 sau K2). Astfel, în condițiile schimbării arbitrare a unghiului variabil δ_{sr} , dirijarea coordonată a comutatoarelor electronice K1 și K2 permite transmiterea puterii de către un singur modul elementar într-o anumită direcție. Garnitura de module IPC elementare, unificate printr-o logică de interacțiune specifică, permit rezolvarea sarcinilor legate de reglarea regimurilor de funcționare ale FACTS controlerului corespunzător.

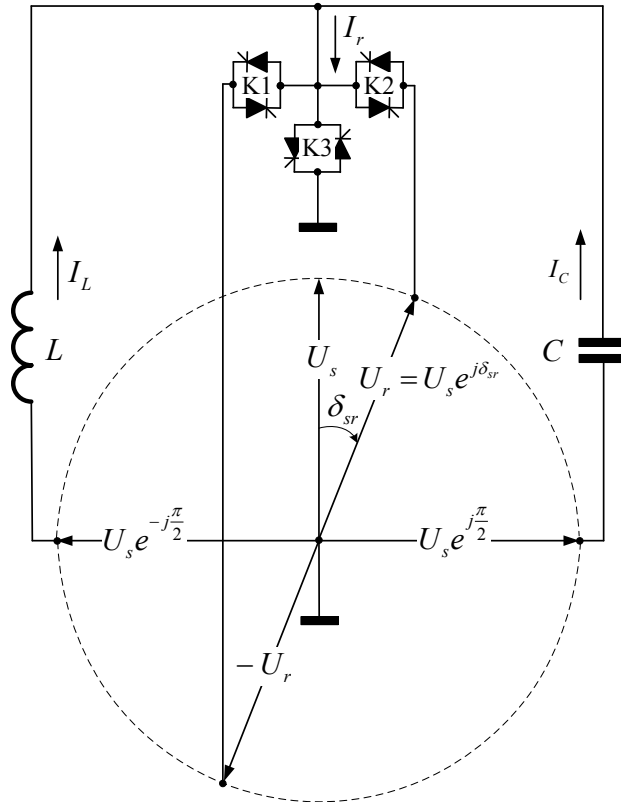


Fig.2. Schema care explică funcționarea unui modul elementar

Esența proceselor energetice care apar într-un singur modul poate fi descrisă prin următoarele ecuații.

Valorile tensiunii pe conductivitățile reactive conjugate în condițiile egalității lor $|-B_1| = |B_2| = B$ și schimbarea unghiului δ_{sr} :

$$\begin{cases} U_{B1} = U_r e^{j\delta_{sr}} - U_s e^{-j\frac{\pi}{2}} \\ U_{B2} = U_r e^{j\delta_{sr}} - U_s e^{j\frac{\pi}{2}} \end{cases} \quad (1)$$

Curenții care trec prin conductivitățile conjugate:

$$\begin{cases} I_{B1} = -jB1 \cdot U_{B1} \\ I_{B2} = jB2 \cdot U_{B2} \end{cases} \quad (2)$$

Curentul sumar al unui modul:

$$I_r = I_{B1} + I_{B2} = jB(U_{B2} - U_{B1}), \quad (3)$$

unde

$$U_{B2} - U_{B1} = \left[-e^{j\frac{\pi}{2}} + e^{-j\frac{\pi}{2}} \right] U_S = -j2U_S. \quad (4)$$

Puterea totală a unui modul:

$$S_r = I_r \cdot U_r^* = I_r U_s e^{-j\delta_{sr}} = 2BU_s U_r e^{-j\delta_{sr}} = P_r + jQ_r.$$

Componentele active și reactive ale puterii totale a unui modul:

$$P_r = 2BU_s U_r \cos \delta_{sr}; \quad Q_r = -2BU_s U_r \sin \delta_{sr}. \quad (5)$$

Caracterul schimbării puterii active și reactive a modulului prezentat în dependență de unghiului δ_{sr} , este ilustrat prin graficele prezentate în Fig.3. Din analiza acestor grafice se poate observa că funcționarea comutatoarelor electronice K1 și K2 se efectuează în momentul valorii zero a puterii active transmise. În acest caz, puterea reactivă atinge valoarea sa maximă. De menționat, de asemenea, că necesitatea funcționării comutatoarelor electronice K1 și K2 are loc de două ori pe durata modificării ciclului complet al unghiului δ_{sr} în intervalul $0^\circ \div 360^\circ$. Prin introducerea unui pas intermediar de comutare, folosind comutatorul electronic K3, se ameliorează condițiile de funcționare a comutatoarelor K1 și K2.

$P_r(W), Q_r(VAr)$

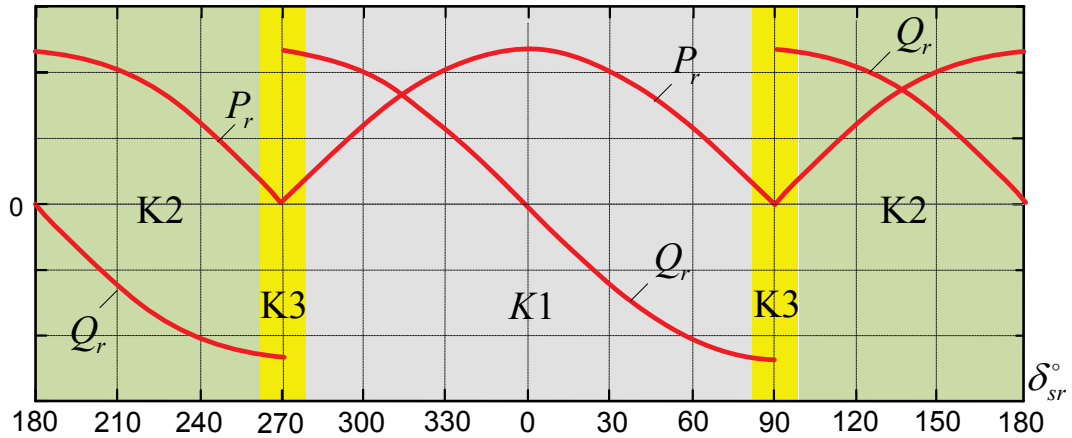


Fig.3. Modificarea puterii active și reactive a unui modul

Garnitura de blocuri trifazate cu module elementare cu numere romane impare formează un canal de transmisie a puterii. Mulțimea de blocuri cu cifre romane pare formează al doilea canal de transmisie a puterii. Fiecare dintre aceste seturi conține șase unități-blocuri elementare trifazate. Cu ajutorul diferitor combinații de conectare a blocurilor ambelor canale cu vârfurile hexagonului de alimentare, între curenții blocurilor vecine ale fiecărui canal se stabilește un defazaj (de calaj) de fază de $\pi/6$. Astfel, curentul rezultativ la ieșirea fiecărui canal reprezintă suma a șase curenți deplasați cu un unghi de $\pi/6$. Tensiunea punctelor de conectare al primului și al doilea canal la înfășurările de joasă tensiune ale transformatorului de recepție este, de asemenea, deviată în fază reciproc cu unghiul $\pi/6$. Ca urmare a influenței comune a tuturor acestor măsuri, este posibilă reducerea substanțială a consecințelor negative cauzate de acțiunea dispozitivelor de comutare.

2. Caracteristicile statice ale controlerului

Pentru a examina proprietățile și caracteristicile controlerului interfazic de putere (Interphase Power Controller) cu un diapazon extins de universalitate, a fost creat și ajustat un model SPS de simulare structurală în mediul Matlab. Tensiunea nominală a modelului este luată egală cu 230/115 volți, curentul de lucru este de 12/24 amperi. Modelul a fost echipat cu subsistemele de măsurare necesare și a pus în aplicare o serie de experimente de calcul, care reproduc diferitele regimuri de funcționare a convertorului. Rezultatele obținute permit formarea unei opinii preliminare asupra proprietăților, precum și asupra posibilei aplicări a soluției tehnice investigate. Schema modelului SPS al convertizorului, echipat cu un sistem de măsurare și monitorizare, este prezentat în Fig.4.

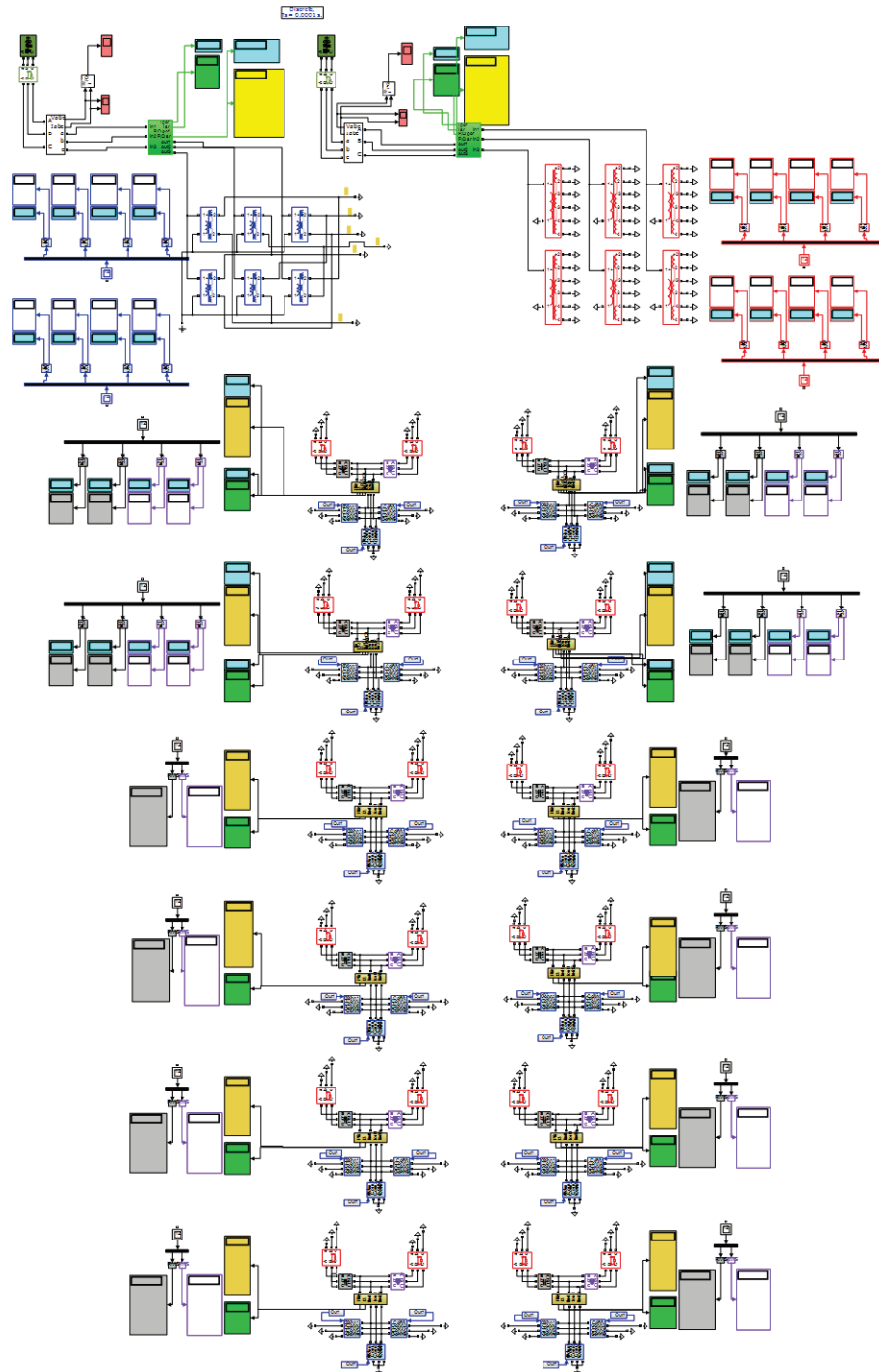


Fig.4. Modelul SPS de simulare structurală a convertorului

Setul de blocuri prezentate în Fig.1, este supus unei logici stabilite de interacțiune între elementele separate care îl formează, se poate dovedi a fi un mijloc eficient de reglare a fluxurilor de energie în rețelele de transport de energie ale sistemelor energetice. În Fig. 5 este dată schema de comutare care arată că strategia de dirijare a variantei analizate a controlerului de putere IPC, poate fi elaborată în conformitate cu algoritmi simpli și bazată pe o cantitate destul de mică a informației inițiale.

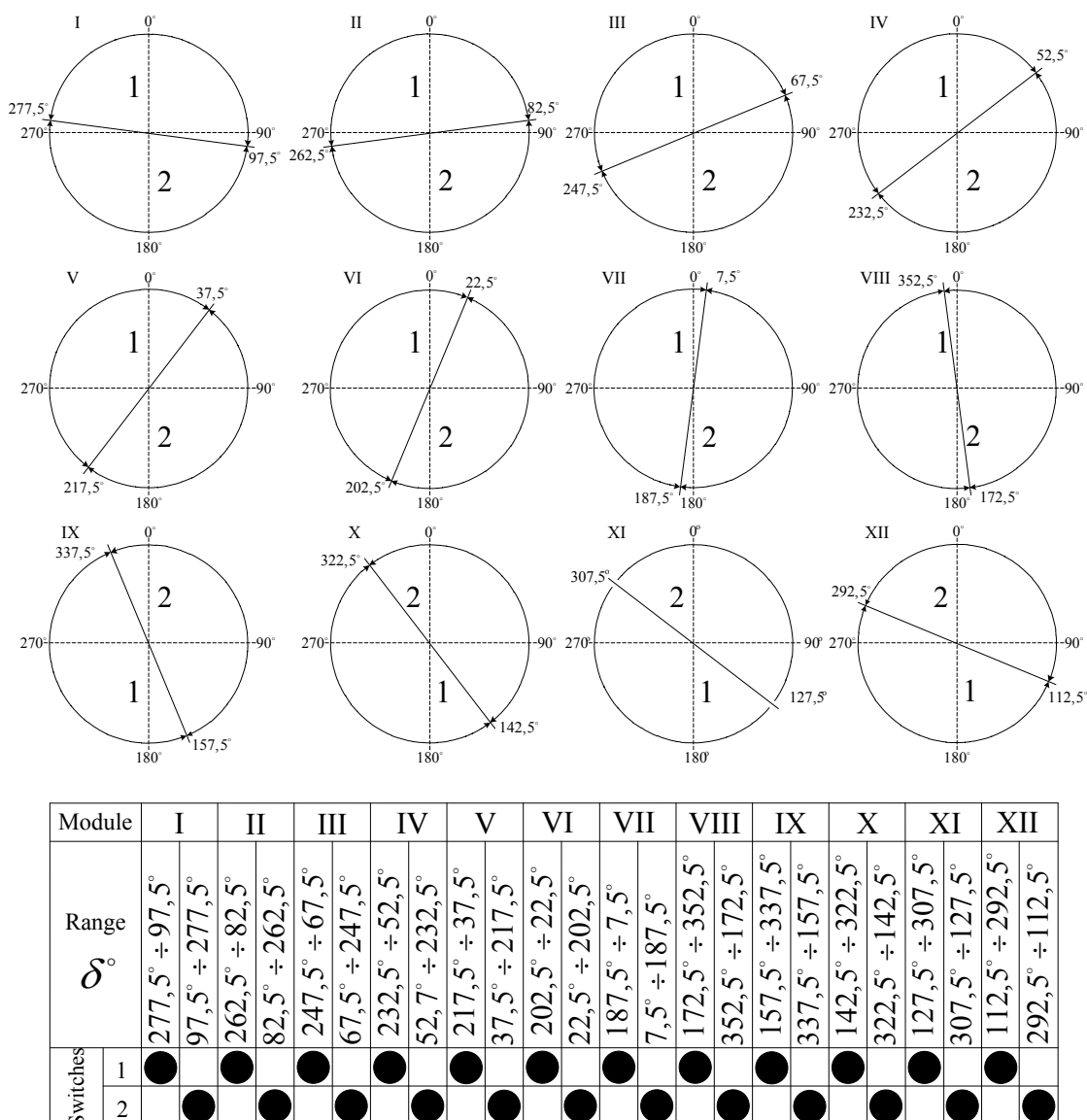


Fig. 5. Diagrama de comutare a fiecărei unități (bloc) trifazice

Calculule realizate cu ajutorul modelului, au permis obținerea unei imagini complete, care ilustrează funcționarea staționară a elementelor separate ale convertizorului (Fig.6) și a instalației în întregime. Astfel, unul dintre cele mai informative rezultate ale experimentului de calcul, se pot considera caracteristicile statice ale puterii active și reactive la bornele de intrare și ieșire ale IPC în dependență de unghi, care sunt prezentate în Fig.7.

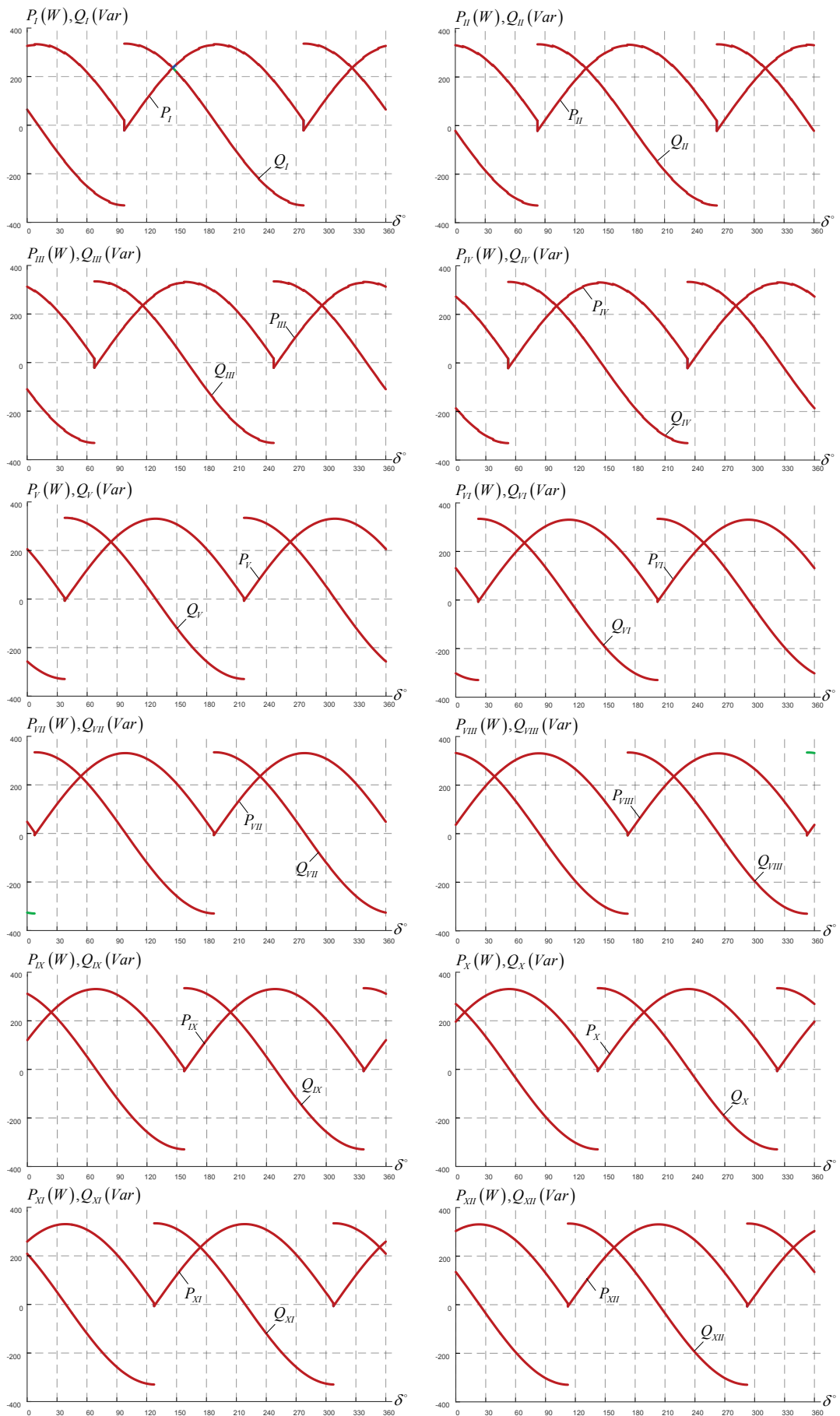


Fig.6. Caracteristicile statice ale fiecărui modul elementar

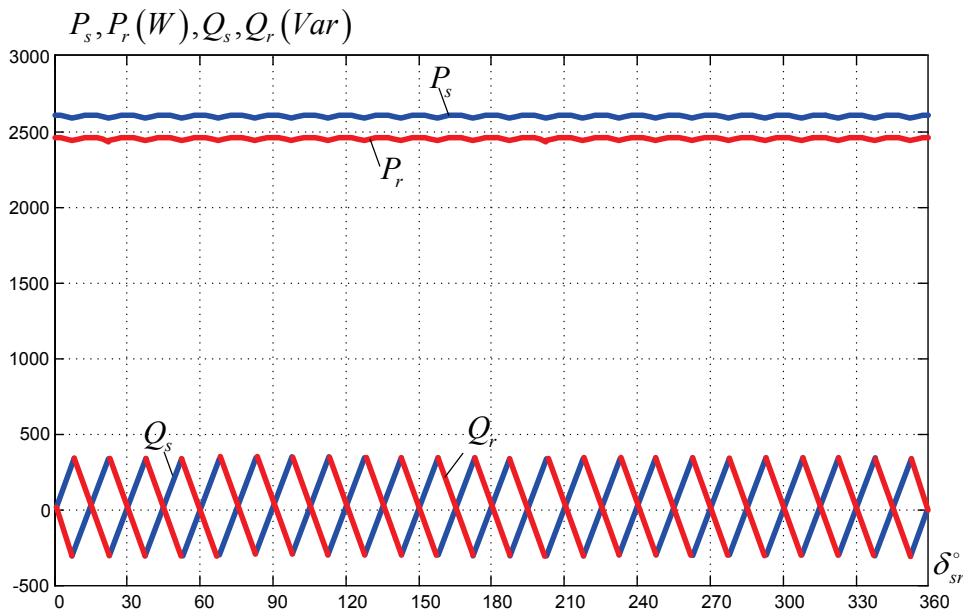


Fig. 7. Caracteristicile statice ale puterii convertorului

Graficele care caracterizează situația examinată ne demonstrează clar repetarea periodică a formei curbelor de putere, care determină calitatea procesului schimbului de energie între sistemele electrice. În acest caz, întregul diapazon ($0^\circ \div 360^\circ$) de modificare a unghiului de putere este împărțit în 24 sectoare egale (a câte 15 grade fiecare), în care se observă similaritatea proceselor energetice. Punctele de întrerupere a caracteristicilor puterii active (P_s, P_r) și reactive (Q_s, Q_r) din Fig. 7, corespund pozițiilor de funcționare ale comutatoarelor electronice de putere ale blocurilor corespunzătoare a modulelor elementare. De remarcat separat, gradul sporit de stabilitate a nivelului puterii active transmise P_s la o valoare absolută suficient de scăzută a puterii reactive P_r , care însoțește procesul de conversie. Diferența urmărită între valori caracterizează pierderea puterii active din instalație.

Calcululele experimentale ale regimurilor statice efectuate folosind un model de simulare, au arătat că versiunea FACTS controlerului posedă posibilități extinse de reglare a nivelului puterii active și reactive transmise, atât după valoare, cât și după direcție. Această funcție a controlerului rămâne neschimbată pentru orice valoare a unghiului de fază δ_{sr} .

3. Zona de existență a regimurilor transferului de putere a convertizorului

În corespundere cu schema-bloc prezentată în Fig. 1, varianta completă a instalației conține douăsprezece module trifazate ($k = 12$). Folosind numai două comutatoare trifazate (K1 și K2) ale fiecărui modul trifazat ($n = 2$), se poate obține următorul număr de poziții de dirijare discretă a controlerului relativ de variantele posibile de putere (A_n^k) la capătul de recepție al liniei: $A_n^k = n^k = 2^{12} = 4096$.

Fiecare pereche de elemente reactive conjugate este calculată pentru o anumită cantitate de energie activă (P) și reactivă (Q) transmisă, care se modifică în conformitate cu legea cosinusului cu faza inițială. Faza inițială a puterilor active (P) și reactive (Q) cu 2 combinații irepetabile de conectare a întrerupătoarelor pe fiecare pereche de elemente reactive conjugate, este prezentată în Tabelul 1.

Faza inițială a puterii active și reactive

Module pare	Puterea activă (P)		Puterea reactivă (Q)	
	Pozitia comutatorului pe modul , n		Pozitia comutatorului pe modul , n	
	1	2	1	2
<i>elemente de primul tip, conectate la o tensiune liniară</i>				
<i>I</i>	7,5 ⁰	187,5 ⁰	277,5 ⁰	97,5 ⁰
<i>II</i>	352,5 ⁰	172,5 ⁰	262,5 ⁰	82,5 ⁰
<i>V</i>	307,5 ⁰	127,5 ⁰	217,5 ⁰	37,5 ⁰
<i>VI</i>	292,5 ⁰	112,5 ⁰	202,5 ⁰	22,5 ⁰
<i>IX</i>	247,5 ⁰	67,5 ⁰	157,5 ⁰	337,5 ⁰
<i>X</i>	232,5 ⁰	52,5 ⁰	142,5 ⁰	322,5 ⁰
<i>elemente de al doilea tip, conectate la o tensiune de fază dublă</i>				
<i>III</i>	337,5 ⁰	157,5 ⁰	247,5 ⁰	67,5 ⁰
<i>IV</i>	322,5 ⁰	142,5 ⁰	232,5 ⁰	52,5 ⁰
<i>VII</i>	277,5 ⁰	97,5 ⁰	187,5 ⁰	7,5 ⁰
<i>VIII</i>	262,5 ⁰	82,5 ⁰	172,5 ⁰	352,5 ⁰
<i>XI</i>	217,5 ⁰	37,5 ⁰	127,5 ⁰	307,5 ⁰
<i>XII</i>	202,5 ⁰	22,5 ⁰	112,5 ⁰	292,5 ⁰

Conform Tabelului 1, valoarea și direcția puterii active transmise prin primul modul, în dependență de combinația comutatoarelor conectate, luând în considerare faza inițială și în funcție de unghiul δ_{sr} dintre sistemele de transmisie (S) și recepție (R), poate fi determinată din următoarele expresii:

$$P_n^I = -1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 7,5 - 1), \text{ npu } n = 1 \quad (6)$$

$$Q_n^I = 2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 277,5 - 1), \text{ npu } n = 1, \quad (7)$$

unde:

$P = 332 \text{ Bm}$ - puterea activă a modulului;

$Q = 332 \text{ vap}$ - puterea reactivă a modulului.

De menționat faptul că toate fazele inițiale ale puterilor active (P) și reactive (Q) la module sunt obținute cu luarea în considerare a unghiului inițial de reper al modelului la sistemul de transmisie (S), care este -1° . Sensul unghiului de reper al modelului constă în următoarele. Prezența unei rezistențe de difuzie a transformatorului duce la apariția puterii reactive de tranzitare și la deplasarea punctului de operare IPC. Introducerea unghiului de detensionare suplimentar permite revenirea instalației la punctul inițial, asigurând o putere reactivă nulă la valoare maximă activă.

Expresiile (6, 7) pot fi reprezentate în formă generală prin introducerea a trei constante:

$\psi = \frac{\pi}{6}$ - unghiul de defazare dintre perechile de module cu elemente reactive conjugate;

$\gamma = 15^\circ$ - unghiul dintre capetele înfășurărilor transformatorului din partea de recepție (R) a sistemului;

$\alpha = -1^\circ$ - unghiul de reper al instalației.

Înlocuind aceste expresii în (6, 7), obținem:

$$P_n^I = -1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 12\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha), \text{ npu } n = 1 \quad (8)$$

$$Q_n^I = 2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 9\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha), \text{ npu } n = 1 \quad (9)$$

În mod similar, se poate determina valoarea și direcția puterii active și reactive transmise pentru toate modulele. Rezultatele obținute sunt rezumate în Tabelele 2 și, respectiv, 3.

Tabelul 2

Valoarea și direcția puterii active în dependență de poziția comutatoarelor

Modulul	Poziția comutatorului pe modul, n	
	1	2
<i>elemente de primul tip, conectate la o tensiune liniară</i>		
I	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 12\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 6\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
II	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 12\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 6\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
V	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 10\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 4\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
VI	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 10\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 4\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
IX	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 8\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 2\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
X	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 8\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 2\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
<i>elemente de al doilea tip, conectate la o tensiune de fază dublă</i>		
III	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 11\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 5\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
IV	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 11\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 5\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
VII	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 9\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 3\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
$VIII$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 9\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 3\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
XI	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 7\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - \psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
XII	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 7\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - \psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$

Tabelul 3

Valoarea și direcția puterii reactive în dependență de poziția comutatoarelor

Modulul	Poziția comutatorului pe modul, n	
	1	2
<i>elemente de primul tip, conectate la o tensiune liniară</i>		
I	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 9\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 3\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
II	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 9\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 3\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
V	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 7\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - \psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
VI	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 7\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - \psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
IX	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 5\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 11\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$

X	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 5\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 11\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
<i>elemente de al doilea tip, conectate la o tensiune de fază dublă</i>		
III	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 8\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 2\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
IV	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 8\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 2\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
VII	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 6\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 12\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
$VIII$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 6\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 12\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
XI	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 4\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 10\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)$
XII	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 4\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$	$2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 10\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)$

Pe baza informației prezentate în Tabelul 2 și 3, se poate determina valoarea și direcția puterii active și reactive transmise de instalație, în dependență de combinația comutatoarelor pe module și de unghiul δ_{sr} dintre sistemele de transmisie (S) și recepție (R). Pentru aceasta, pot fi utilizate următoarele expresii:

$$P_m = P_n^I + P_n^{II} + P_n^{III} + P_n^{IV} + P_n^V + P_n^{VI} + P_n^{VII} + P_n^{VIII} + P_n^{IX} + P_n^X + P_n^{XI} + P_n^{XII}, \quad (10)$$

$$Q_m = Q_n^I + Q_n^{II} + Q_n^{III} + Q_n^{IV} + Q_n^V + Q_n^{VI} + Q_n^{VII} + Q_n^{VIII} + Q_n^{IX} + Q_n^X + Q_n^{XI} + Q_n^{XII}, \quad (11)$$

unde:

m - numărul combinației de cuplare a comutatoarelor la modulele pare ale instalației, de la 1 la 4096;

$P_n^I, P_n^{II}, P_n^{III}, P_n^{IV}, P_n^V, P_n^{VI}, P_n^{VII}, P_n^{VIII}, P_n^{IX}, P_n^X, P_n^{XI}, P_n^{XII}$ - puterea activă transmisă de un singur modul, în dependență de poziția comutatoarelor;

$Q_n^I, Q_n^{II}, Q_n^{III}, Q_n^{IV}, Q_n^V, Q_n^{VI}, Q_n^{VII}, Q_n^{VIII}, Q_n^{IX}, Q_n^X, Q_n^{XI}, Q_n^{XII}$ - puterea reactivă transmisă de un singur modul în dependență de poziția comutatoarelor de pe modul;

n - poziția comutatoarelor pe modulele pare, care pot primi valorile de 1 sau 2.

Să examinăm ciclul de transfer a puterii active maxime de instalație, cu reglarea unghiului δ_{sr} în intervalul diapazonului $0^\circ \div 360^\circ$. Acest ciclu conține 24 de sectoare repetate ale caracteristicilor respective (Fig.7), apariția cărora se datorează acțiunii operațiilor de comutare cu cheile tiristoare în conformitate cu schema de comutare specificată (Fig. 5).

Conform schemei (Fig. 5), pentru transmiterea maximă a puterii active de instalație cu îndeplinirea condiției $\delta_{sr} = 0^\circ$, este necesară comutarea următoarelor combinații a comutatoarelor pe instalație:

I-1 II-1 III - 1 IV - 1 V-1 VI-1 VII - 1 VIII - 2 IX-2 X-2 XI - 2 XII - 2

Atunci expresiile (10) și (11) iau următorul aspect:

Pentru puterea activă

$$\begin{aligned}
P_m &= P_1^I + P_1^{II} + P_1^{III} + P_1^{IV} + P_1^V + P_1^{VI} + P_1^{VII} + P_2^{VIII} + P_2^{IX} + P_2^X + P_2^{XI} + P_2^{XII} = \\
&= (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 12\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 12\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + \\
&+ (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 11\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 11\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + \\
&+ (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 10\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 10\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + \\
&+ (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 9\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 9\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + \\
&+ (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 2\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - 2\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + \\
&+ (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - \psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (-1 + P \cdot \cos(\delta_{sr} - \psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha));
\end{aligned}$$

Pentru puterea reactivă

$$\begin{aligned}
Q_m &= Q_1^I + Q_1^{II} + Q_1^{III} + Q_1^{IV} + Q_1^V + Q_1^{VI} + Q_1^{VII} + Q_2^{VIII} + Q_2^{IX} + Q_2^X + Q_2^{XI} + Q_2^{XII} = \\
&= (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 9\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 9\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + \\
&+ (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 8\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 8\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + \\
&+ (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 7\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 7\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + \\
&+ (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 6\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 12\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + \\
&+ (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 11\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 11\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + \\
&+ (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 10\psi - \frac{\gamma}{2} - \alpha)) + (2,5 + Q \cdot \cos(\delta_{sr} - 10\psi + \frac{\gamma}{2} - \alpha)).
\end{aligned}$$

Înlocuind în expresiile obținute valorile $P = 332 \text{ Bm}$, $Q = 332 \text{ vap}$ și $\delta_{sr} = 0^\circ$, obținem rezultatul: $P_m = 2531 \text{ Bm}$, $Q_m = 74,39 \text{ vap}$.

Efectuând calcule similare pentru celelalte 23 de sectoare cu pasul de trecere $2,5^\circ$ și pasul de conectare $7,5^\circ$, se pot construi dependențele calculate ale fluxurilor de putere activă (P) și reactivă (Q) transmise de fiecare modul, care sunt identice cu caracteristicile prezentate în Fig.6.

Toate calculele au fost efectuate direct pentru modulele elementare. Astfel, pierderile componentelor de putere activă și reactivă în transformatoare nu au fost luate în considerare. Pierderile de putere în transformatoarele sistemelor de transmisie (S) și recepție (R) sunt, respectiv, egale cu:

$$\Delta P_s = 80 \text{ Bm}, \Delta Q_s = 80 \text{ vap}$$

$$\Delta P_r = 62 \text{ Bm}, \Delta Q_r = 68 \text{ vap}$$

$$P_s = P_m + \Delta P_s = 2531 + 80 = 2611 \text{ Bm}, Q_s = -Q_m + \Delta Q_s = -74,39 + 80 = 5,61 \text{ vap}$$

$$P_r = P_m - \Delta P_r = 2531 - 62 = 2469 \text{ Bm}, Q_r = Q_m - \Delta Q_r = 74,39 - 68 = 6,39 \text{ vap}$$

În Fig. 8 sunt prezentate valorile puterilor active și reactive la intrarea și ieșirea instalației în regim static, precum și valorile totale ale puterilor active și reactive ale modulelor.

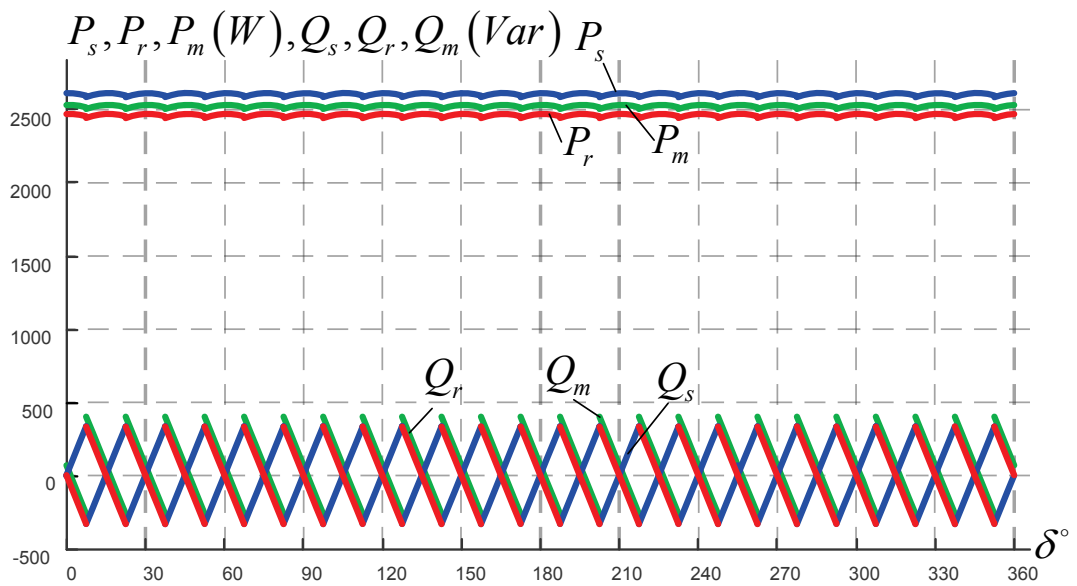
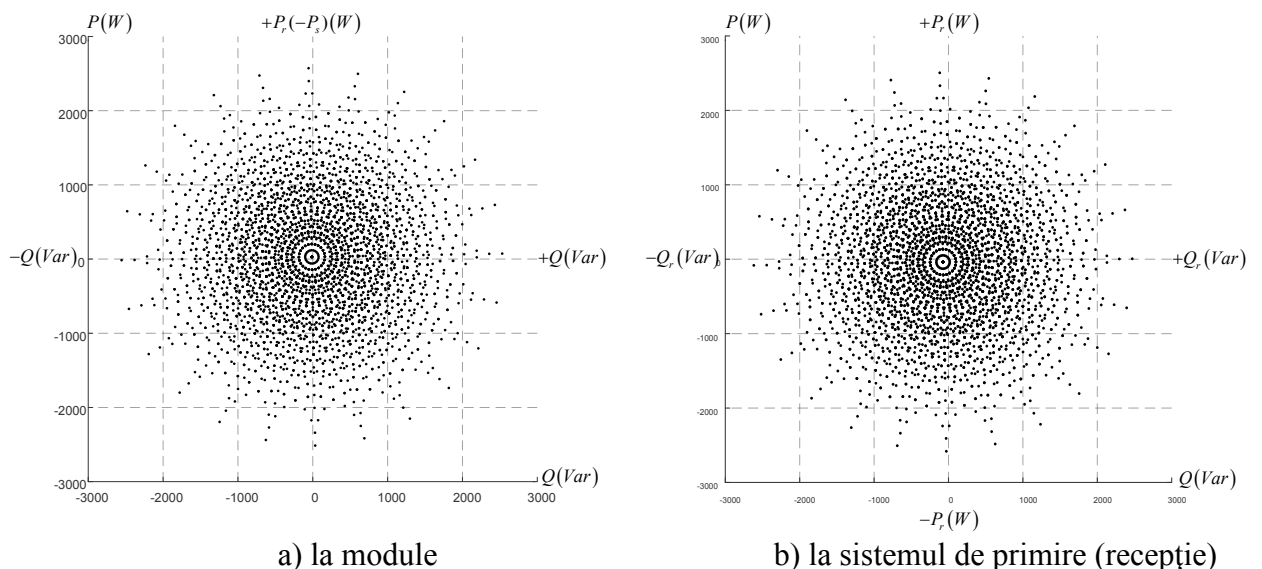


Fig.8. Valorile puterilor active și reactive ale modulelor. la intrarea și ieșirea instalației

Pentru varianta circuitului din (Fig.1) s-au efectuat calculele tuturor celor 4096 de combinații, ceea ce a condus la obținerea unei zone cu diferite valori ale capacităților transmise. Rezultatele calculelor sunt prezentate pe planul complex în P, Q - coordonate din Fig.9,a, pentru puterile direct pe module, și în Fig.9,b pentru valorile puterii din sistemul de recepție. Se vede că centrul cercului care descrie zona de reglare în acest caz este deplasat într-o oarecare măsură în jos și în stânga de la punctul inițial al coordonatelor. Acest lucru se datorează prezenței pierderilor de putere activă și reactivă în transformatoarele circuitului.

Trebuie remarcat faptul că pe planul complex nu sunt reprezentate toate cele 4096 combinații care caracterizează starea instalației, ci doar 2403 de situații irepetabile. Aceasta este o consecință a dublării valorilor capacității transmise în 1693 de cazuri.

De asemenea, trebuie remarcat faptul că 2403 combinații de comutare a cheilor întrerupătoare sunt împărțite în 70 de grupe care conțin cicluri de valori exact repetate la transmiterea energiei active de instalație, cu reglarea unghiului δ_{sr} a intervalului de $0^\circ \div 360^\circ$.



a) la module b) la sistemul de primire (recepție)
Fig.9. Zona valorilor posibile ale capacităților transmise

Zona de control în această situație poate fi definită printr-un cerc cu o rază egală cu capacitatea calculată a instalației, în care punctele discrete de calcul vor fi determinate de combinația conectării comutatoarelor.

Informația grafică prezentată în Fig.9 descrie transferul puterii de la sistemul de transmisie (S) sistemului de recepție (R), fără a ține cont de pierderile de putere din transformatoarele instalației, semnele "+" și "-" trebuie înțelese după cum urmează:

Pentru sistemul de transmitere (S):

- semnul "+" - indică transferul de energie către sistemul de recepție (R);
- semnul "-" indică primirea energiei de la sistemul de recepție (R).

Pentru sistemul de recepție (primire):

- semnul "+" - indică primirea energiei din sistemul de transmisie (S);
- semnul "-" indică transferul de energie către sistemul de transmisie (S).

Atrage atenția faptul că, în momentul comutării cheilor tiristoare, trecerea de la o caracteristică a puterii active la alta este destul de netedă, pe când puterea reactivă își schimbă semnul (direcția).

Pentru asigurarea reducerii maxime a nivelului de putere reactivă însoțite, se propune utilizarea comutatorului electronic de putere K3 (Fig.2), cu legare la pământ.

Introducerea celei de-a treia chei în schemă asigură compensarea reciprocă a puterilor reactive ale modulelor separate la însumarea geometrică a componentele active corespunzătoare.

Folosind expresia $A_n^k = n^k$, pentru un singur element reactiv conjugat primim 3 combinații neintersectante de comutare a cheilor, iar pentru doisprezece elemente reactive conjugate obținem 531 441 combinații irepetabile de conectare a comutatoarelor.

Expresiile date în Tabelele 1, 2 și 3 rămân neschimbate pentru determinarea transferului componentelor active (P) și reactive (Q) pentru fiecare modul la activarea a 1 sau 2 comutatoare și la conectarea celei de a 3 chei cu dezactivarea cheilor 1 și 2, transferul componentelor active (P) și (Q) prin modul nu se va produce.

În baza celor expuse mai sus, s-au făcut calcule pentru 531 441 de combinații, a fost obținut intervalul de valori posibile ale puterilor transmise de instalație, folosind cheia K3. Rezultatele sunt prezentate în plan complex cu P, Q - coordonate în Fig.10.

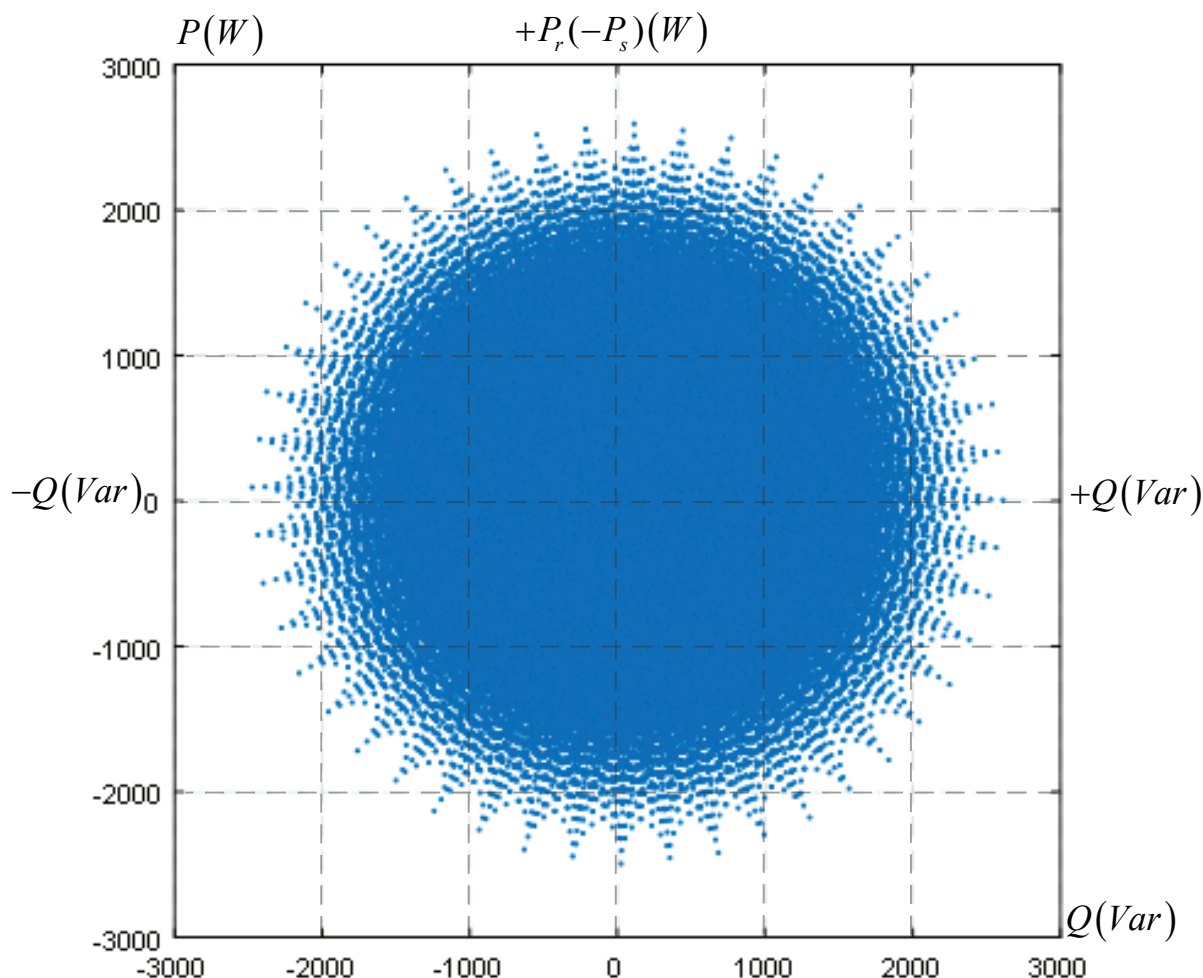


Fig.10. Intervalul valorilor posibile ale puterilor transmise de instalație cu utilizarea cheii K3

Precum se vede din Fig.10, utilizarea comutatorului electronic de putere K3 permite asigurarea unei densități mari de umplere a zonei de existență a regimurilor convertizorului. Astfel, condițiile de funcționare ale controlerului se apropie de regimul de reglare lină.

De menționat faptul că în planul complex al Fig.10 nu sunt prezentate 531441 de valori a capacităților transferate, ci doar numai 341097, deoarece 190344 combinații de comutare a cheilor dublează valorile deja existente ale puterii active și reactive transmise.

4. Caracteristicile puterii convertizorului asimetric de frecvență bazat pe tehnologia IPC în regim dinamic cu utilizarea a 3 comutatoare (chei)

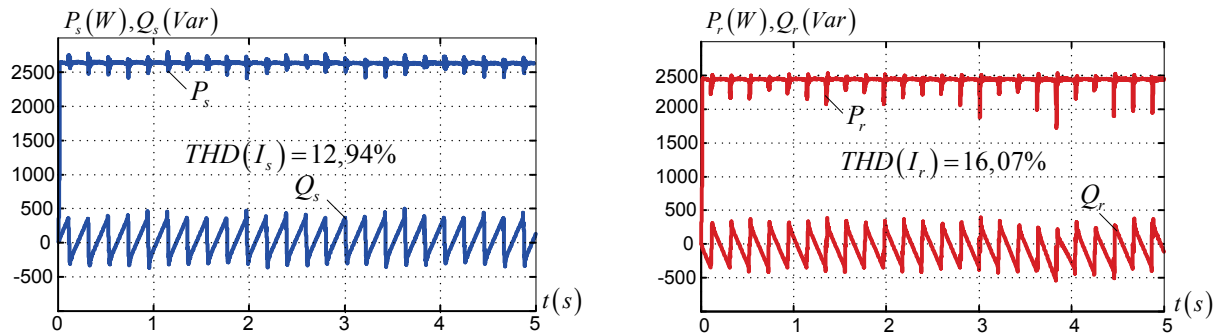
O particularitate comună a tuturor instalațiilor unite de conceptul de IPC este că cel mai periculos regim de funcționare pentru ele apare la pierderea sarcinii, fapt ce conduce la rezonanța tensiunilor asupra elementelor reactive conjugate. Comutatorul electronic de putere K3 asigură protecție împotriva unor astfel de fenomene și poate fi, de asemenea, util în dirijarea regimului schimbului de energie între sistemele energetice cu funcționare asincronă.

Principala posibilitate de utilizare a variantei propuse de IPC ca interconectare între sistemele energetice cu funcționare asincronă, poate fi ilustrată pe baza caracteristicilor sale dinamice. Drept exemplu, să examinăm situația în care sistemul de transmitere funcționează la o frecvență de 60 Hz, iar sistemul de primire la o frecvență de 59,8 Hz. Diferența de frecvență existentă între sisteme în conformitate cu regulamentul actual definește limita, după care este necesară implementarea măsurilor de descărcare a frecvenței. La această etapă a problemei în cauză, vom examina rezultatele obținute în forma lor inițială (brută), fără utilizarea măsurilor speciale, precum sunt filtrele armonice și amortizoare, care ajută la eliminarea distorsiunilor în parametrii regimului transformat.

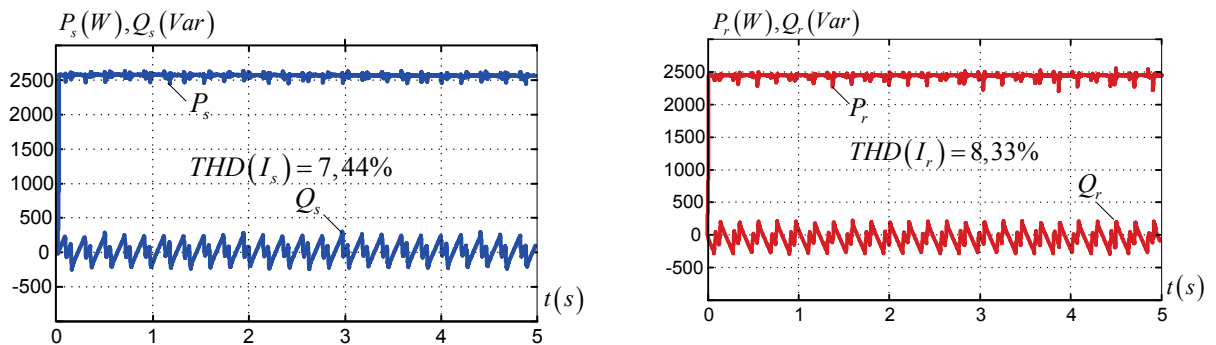
La modelarea caracteristicilor dinamice ale controlerului ce funcționează într-o conexiune asincronă între sistemele electroenergetice, strategia de reglare se bazează pe utilizarea principiului determinat ca fiind cel mai simplu posibil. Esența implementării acestui principiu constă în determinarea vitezei de schimbare a unghiului δ_{sr} în conformitate cu frecvența de alunecare specificată, calcularea momentelor de declanșare pentru fiecare din comutatoarele electronice de putere și realizarea operației de comutare pe model.

Anterior, la analiza graficelor prezentate în Fig.3, sa observat că condițiile de funcționare ale comutatoarelor electronice K1 și K2 sunt foarte nefavorabile, cauzate de expulzarea puterii reactive de la valoarea maximă a unui semn până la valoarea maximă a celuilalt semn. Ca rezultat, forma sinusoidală a curenților de sarcină este distorsionată în elementele de circuit ale instalației. În acest caz, introducerea unui pas intermediar de comutare între transferul de sarcină de la unul dintre comutatoarele electronice (de la K1 la K2 sau invers) la celălalt prin intermediul comutatorului suplimentar K3, poate influența asupra calității proceselor de conversie. Reglând durata etapei de comutare intermediară menționată, se poate obține un anumit efect tehnic pozitiv.

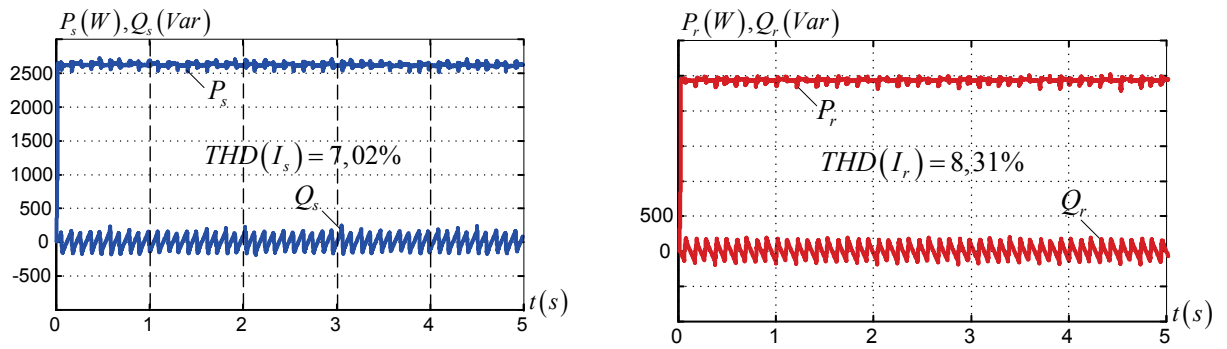
În Fig.1 sunt prezentate trei situații diferite care ilustrează eficiența funcționării comutatorului K3 în condițiile examinate. Oscilogramele puterii active (P_s, P_r) și reactive (Q_s, Q_r) pe barele sistemelor de transmisie și de recepție, pot fi considerate drept caracteristici care reflectă eficiența conversiei. Aceste situații se caracterizează prin următoarele exemple concrete.



a) Regimul de funcționare al conversiei este dirijat prin schimbul direct de energie între comutatoarele K1 și K2 fără treaptă intermediară



b) Regimul de funcționare a conversiei cu o treaptă de comutare intermediară cu durată de $\tau = 0.055556$ secunde



c) Regimul de funcționare a conversiei cu o treaptă de comutare intermediară cu durată de $\tau = 0.111111$ secunde

Fig.11. Caracteristicile dinamice ale convertorului

a) Regimul de funcționare al conversiei este dirijat prin schimbul direct de energie între comutatoarele K1 și K2 fără o treaptă intermediară

Această situație indică o rată destul de ridicată a distorsiunii armonice totale a curenților de sarcină pe ambele, atât în procesul transmisei $THD(I_s) = 12.94\%$, cât și la capătul de recepție $THD(I_r) = 16.07\%$ a conexiunii. În plus, caracteristica puterii active la capătul de recepție $P_r(t)$ conține o surpare semnificativă a impulsurilor, care coincid în timp cu degajarea bruscă de putere reactivă asociată $Q_r(t)$. Natura schimbării puterii reactive asociate în intervalul de timp calculat, indică prezența oscilațiilor subsincronice cauzate de fenomenul, numit "offset".

a) Regimul de funcționare a conversiei cu o treaptă de comutare intermediară cu durată de $\tau = 0.055556$ secunde

Durata etapei intermediare în această situație a fost selectată astfel, încât la alunecarea egală cu 0,2 Hz, unghiul s-ar schimba cu 4 grade. În acest caz, comutatorul electronic de putere K3, prin împănământarea curentului de ieșire al modulului comutat, atenuează eliberarea puterii reactive însoțite, pe măsura schimbării de la o stare critică la alta. Ca rezultat, pe forma curbei $Q_r(t)$ apar surpări suplimentare ce conduc la netezirea operațiilor de încărcare-descărcare a sarcinii pentru elementele CL conjugate. În plus, se urmărește o scădere notabilă a amplitudinii oscilațiilor puterii reactive însoțitoare. Totodată, oscilogramele indică o stabilizare mai bună a nivelurilor de putere activă, atât pe partea de intrare $P_s(t)$ cât și pe partea de ieșire $P_r(t)$ a convertizorului. Coeficientul de distorsiune neliniară a curenților de sarcină pe părțile laterale ale convertizorului este caracterizat de valorile $THD(I_s) = 7.44\%$ și $THD(I_r) = 8.33\%$.

b) Regimul de funcționare a conversiei cu o treaptă de comutare intermediară cu durată de $\tau = 0.111111$ secunde

Acest interval al etapei intermediare corespunde schimbării unghiului cu valoarea de 8° (pe parcursul $\tau = 0.111111$ secunde). Varianta prezentată a regimului de funcționare este selectată pentru ilustrarea posibilității reducerii suplimentare a valorii și amplitudinii oscilațiilor puterii reactive însoțite. De asemenea, remarcabil este faptul reducerii duble a intervalului de scădere a puterii reactive.

Această situație poate fi examinată drept un rezultat inițial al conversiei de frecvență bazată pe Interphase Power Controller, care poate fi perfecționat în continuare prin utilizarea amortizoarelor de netezire și filtrelor armonice.

În conformitate cu Standardul Internațional IEEE-519 valoarea admisibilă a distorsiunii armonice totale (THD) cu formă sinusoidală a curentului de lucru în rețelele de transport de

energie ale sistemelor electroenergetice, este normată în dependență de raportul curentului de scurt circuit pe barele stației (I_{SC}) sistemului energetic la scurt circuitul de curent al ramurii (I_L), care este sursa de distorsiune. La condiția $I_{SC}/I_L = 20 \div 50$, coeficientul admisibil de distorsiune neliniară al curentului de lucru al acestei ramificații, este determinat de valoarea $THD \leq 8\%$.

Precum rezultă din examinarea ultimei situații ($\tau = 0.111111$ secunde), coeficientul de distorsiune neliniară la sistemele energetice de transmisie și de recepție, este caracterizat prin valorile $THD(I_s) = 7.02\%$ și $THD(I_r) = 8.31\%$. Acest rezultat este aproape de cerințele standardului IEEE-519.

Comutatorul electronic de putere K3 este capabil să efectueze nu numai funcții de protecție, ci poate servi și ca element ce realizează un grad suplimentar de libertate la dirijarea regimului dinamic de funcționare a interconexiunilor. Astfel, varianta propusă a regulatorului Interphase Power Controller poate fi considerată ca o sursă de putere activă și reactivă liber reglabilă, atât în regimurile de funcționare statice, cât și dinamice.

Un efect suplimentar al reducerii coeficientului de distorsiune neliniară poate fi obținut prin utilizarea filtrelor armonice. Oscilogramele curenților de la capetele sistemului de transmisie și sistemului de recepție, care ilustrează efectul utilizării filtrelor în convertorul cu două canale pe baza tehnologiei IPC, sunt prezentate în Fig.12.

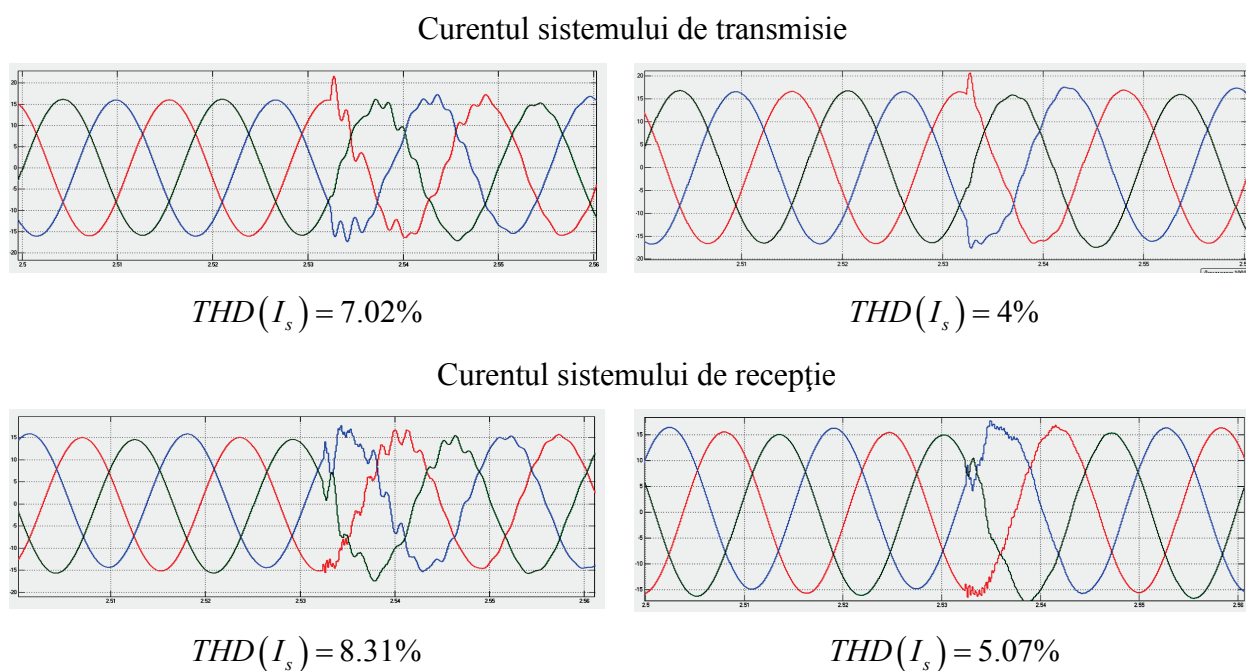


Fig.12. Oscilogramele curenților sistemului de transmitere și sistemului de recepție
cu utilizarea filtrelor armonice

Analiza oscilogramelor Fig.12 demonstrează că utilizarea filtrelor racordate la vârfurile schemei în poligon a sistemului energetic de transmisie ameliorează substanțial forma curbelor de curent pe ambele bare, atât a sistemului de transmisie, cât și a sistemului de recepție. Astfel, eficiența distorsiunii neliniare a curentului pe sistemul de transmisie și de recepție la ($\tau = 0.111111$ secunde) se poate reduce prin includerea unor filtre corespunzătoare de la

$THD(I_s) = 7.02\%$ până la $THD(I_s) = 4\%$, și de la $THD(I_r) = 8.31\%$ la $THD(I_r) = 5.07\%$. Acest rezultat se încadrează în cerințele standardului IEEE-519.

Elaborarea termotransformatorului (pompei de căldură) multifuncțional (TTM) pentru producerea simultană a căldurii și a frigului, cu un raport reglabil între puterea căldurii și puterea frigului în procesul tehnologic de producere.

Obiectul de studiu a fost termotransformator multifuncțional (TTM) sau pompa de căldură (PC) multifuncțională, cu mai multe vaporizatoare și condensatoare, destinată pentru a asigura producerea simultană a căldurii și frigului. Scopul lucrării a constat în elaborarea și cercetarea schemei, în care este realizată ireversibilitatea minimă în lanțul „compresor – răcitor de gaz“, și în care nu sunt utilizate ejectoarele reglate (care nu pot funcționa eficient la debite variabile ale fluxurilor active și pasive). Soluția tehnică propusă asigură stabilizarea COP-ului pompei de căldură la debitul variabil de agent frigorific. **Noutatea elaborării** constă în instalarea compresorului primei trepte în serie cu schimbătorul de căldură intermediar și cu supapa de reglare. Acest bloc este amplasat între ieșirile vaporizatoarelor și intrările compresoarelor ale treptei a două a PC, ceea ce permite stabilizarea presiunii prescrise după prima treaptă a compresorului. Se propune schema pentru reglare a temperaturii la intrarea a primei trepte a compresorului prin reglarea debitului agentului frigorific prin circuitele primare ale schimbătoarelor recuperative ale PC. Sistemul de urmărire care asigură productivitatea compresorului primei trepte și a treptei a două, permite funcționarea prescrisă a PC. Rezultatele analizei exergetice a schemei PC amplasate între vaporizatoarele și răcitoarele de gaz, demonstrează efectul de reducere a pierderilor ireversibile în pompa de căldură, care sunt asigurate de alegerea optimală a valorii de supraîncălzire a gazului după vaporizatoare.

1. Analiza proceselor tehnologice în industrie cu scopul identificării utilizării TTM în ele. Analiza critică a realizărilor TTM.

Luăm în considerare pentru analiza, de exemplu, industria cărnii. În dependență de scop, caracter și modul de prelucrare termică în industria cărnii pot fi diferite: prelucrare termică de suprafață; piele de oaie, opal, prăjire; încălzirea pentru a preveni deteriorarea produsului microbial; pasteurizare, sterilizare; încălzirea la profunzimea completă; blanching, gătit, prăjire, prăjire; încălzirea se separă de materiile prime ale unora dintre componentele sale - grăsime topită, gelatină de sudură și adeziv.

Schimbările calitative cauzate de încălzire sunt practic similare. Modalitățile de încălzire sunt diferite: apă, abur, aer cald, curent electric alternativ, în contact sau fără contact cu mediul de încălzire. Întrucât apa este componenta predominantă a produselor din carne, în toate cazurile, încălzirea are loc în condiții de expunere la apă caldă în părțile componente. Prin urmare, schimbările în produs vor fi asociate, în primul rând, cu hidroliza constituenților și cu o serie de alte reacții care au loc în prezența apei. Unul dintre principalii factori care compun aceste modificări este temperatura de încălzire.

Utilizarea metodelor de contact electric (CE), frecvență radio (RF) și microunde (MW), încălzirea dramatic accelerează cursul proceselor, crește productivitatea, reduce nevoia de facilități de producție, îmbunătățește calitatea produsului, îmbunătățește mult condițiile sanitare și de igienă. Un avantaj specific al acestor metode asupra altor metode de furnizare a căldurii este posibilitatea încălzirii suficient de uniformă a produselor în întregul volum, indiferent de conductivitatea termică și grosimea produsului. Durata unei astfel de încălziri depinde numai de

puterea de intrare și nu depinde de forma și volumul piesei de prelucrat. În cazul încălzirii prin radiofrecvență, nu există contact cu suporturile de căldură, care să permită dezvoltarea unor dispozitive de încălzire simple.

Echipament de tehnologie avansată pentru controlul climatizării în instalațiile de prăjire, pasteurizare și răcire la temperaturi înalte ale cărnii și a produselor din pete, precum și pentru prelucrarea și dezghețarea materiilor prime, care pot fi integrate în liniile tehnologice existente sau instalate ca echipamente independente.

Gama de produse firmei Foodco include linii de producție la cald și la rece afumat, instalare climatică pentru produse afumate și uscate la aer (uscate), diverse tipuri de linii de fumat cu cicluri continue de producție, sistemul de sărare sau răcire intensivă, diverse echipamente de testare, Montajul pentru prăjire, coacere, decongelare, prăjit, tunele de pasteurizare cu abur, precum și sistemul de curățare a gazelor de eșapament și procesul de curățare a instalațiilor tehnologice.

Sistemele de prelucrare cu căldură destinate pentru producția continuă sunt fabricate și adaptate condițiilor necesare și performanțelor procesului. Există soluții pentru orice situație, de exemplu, în producția de cârnați, atunci când planta trebuie împărțită în mai multe zone de tratare, cum ar fi uscarea, fumatul, gătitul, irigarea (sufocarea) pentru răcirea prealabilă și răcirea finală.

Sistemele intensive de răcire îmbunătățesc calitatea produselor de gătit și a fumului fierbinte, datorită unui proces de răcire rapid și economic până la temperatura pachetului. Avantaje deosebite sunt durata de depozitare prelungită și absența practică a pierderii în greutate datorată evaporării umidității în timpul procesului de răcire.

În instalațiile intensive de răcire produse preparate prin fierbere și cald afumat, jet intens de aer răcit la o temperatură scăzută, apa rece este pulverizată ca o ceață groasă și este introdus în fluxul de aer. Tehnologia se bazează pe metoda cunoscută de răcire prin evaporare, dar se folosesc valori strict definite ale ratei umidității și debitului de aer controlat de sistemele informatice cele mai moderne. Ca rezultat al procesului de răcire rapidă, crește considerabil durata de depozitare și calitatea generală a produsului. Instalațiile au o durată lungă de viață și costuri reduse de întreținere. Sistemul modular inteligent permite adaptarea la orice condiții de instalare pe o anumită instalație de fabricare. Carnea poate fi răcită și depozitată pentru o perioadă de timp, la o temperatură de -50°C sau mai mică (în funcție de tipul de produs, de prelucrare, ambalare și temperatură). Spre exemplu, carnea de vită ambalată într-un vid, poate fi depozitată la 0°C timp de 10 săptămâni. Pentru a spori durata de depozitare a cărnii, acesta trebuie înghețată și depozitată la o temperatură mai mică de -10°C . Temperatura medie a depozitului de carne congelată pentru transportul internațional este de -18°C .

Ca remarcă, costurile de energie pentru răcirea pastei de carne pot fi semnificativ mai mici decât carnea pe os, datorită reducerii cererii interne și necesității de a răci oasele.

Odată ce carcasa este răcită la o temperatură internă sub -70°C , carnea este tăiată și împachetată în încăperi cu o temperatură de -100°C sau mai mică. Bucăți de carne de calitate superioară sau bucăți mici de carne ambalate în peliculă de polimer separat sau într-un pachet de

grup, apoi ambalate în cutii din fibre. Acest tip de ambalaj încetinește viteza de îngheț, reducând transferul de căldură.

Răcirea cărnii

Când se răcește, temperatura cărnii este redusă de la $-36^{\circ} - -37^{\circ} \text{ C}$ la $0^{\circ}, +4^{\circ} \text{ C}$. Carnea răcită este acoperită cu o crustă de uscare, care protejează parțial carnea de pierderea umidității și microorganismele care intră în straturi adânci.

În ghețar, carcassele sau o parte a carcaselor sunt atârname pe cârlige la o distanță de aproximativ 3-5 cm unul față de celălalt, pentru a asigura o circulație bună a aerului și o evacuare uniformă a căldurii. Cu plasarea strânsă a carcaselor în locurile de conectare, poate apărea un "bronz". Carcassele grele sau mai bine hrănite sunt situate mai aproape de sursa de frig, deoarece viteza răcirii lor trece puțin mai încet. Pentru a obține o carne refrigerată stabilă la raft, este mai bine să scadeți temperatura în ghețar la $-2^{\circ} - -3^{\circ} \text{ C}$ înainte de încărcare și apoi să o păstrați la $-2^{\circ}, -3^{\circ} \text{ C}$ și apoi să o mențineți la $-1-0^{\circ} \text{ C}$, folosind un amestec de gheață și sare. Umiditatea adecvată a aerului este de 90-92%. Durata procesului de răcire în acest mod este stabilită luând în considerare tipul, mărimea și grăsimea carcaselor. De obicei, carnea este răcită la $-24^{\circ} - -36^{\circ} \text{ C}$.

Industria lactatelor

Aici se efectuează simultan procesele de pasteurizare și răcire a laptelui și a produselor lactate, uscarea laptelui, prepararea apei calde și calde pentru necesitățile tehnologice, apă gheață.

Rezultatele de bază:

- **Au fost identificate procesele tehnologice din complexul agroindustrial în care pot fi utilizate pompe de căldură multifuncționale.**
- **Pe baza informației obținute au fost stabilite regimurile termice ale proceselor tehnologice identificate în care pot fi utilizate TTM și stabilite condițiile, în care utilizarea TTM este energoeficientă;**

În urma analizei proceselor tehnologice și schemelor de producere în:

- industria produselor lactate (lapte, iaurt, brânză, lapte-praf, etc.);
- industria de prelucrare a cărnii (salamuri, conserve, etc.);
- industria de producere a vinului (prelucrarea vinurilor cu căldură și cu frig, climatizarea încăperilor, etc.), s-a depistat că în aceste procese pot fi incluse TTM cu multe condensatoare și vaporizatoare.

Crearea ciclurilor termodinamice performante de TTM (pompa de căldură multifuncțională) și elaborarea schemelor hidraulice ale TTM. Analiza energetică și exergetică a TTM respective

Schema TTM, care corespunde cerințelor este prezentată la figura 2.1.

În industria alimentară, industria chimică (de exemplu, lactate, prelucrarea cărnii, vinificație), procesele agricole sunt utilizate pe scară largă în cazul în care se efectuează prelucrarea produselor prin căldură și frig la temperaturi diferite.

Pompele de căldură industriale cu temperatură multiplă destinate procesării produselor cu căldură i frig la mai multe niveluri de temperatură sunt dedicate literaturii extinse, pentru care este suficientă menționarea unei revizuirii a literaturii, care include mai mult de 70 de surse de informații [1]. În pompele de căldură de lucru cu compresoare în mai multe etape sunt menționate. Problemele de formare a pompelor de căldură în care au fost luate în considerare scheme de includere a ejectorilor între evaporatoare în scopul creșterii eficienței termice a pompelor de căldură sunt discutate în [2,3]. Articolul [4] descrie o pompă de căldură cu mai mulți condensatori, dar care funcționează la diferite fluxuri de agent frigorific la aceeași presiune și cu sarcini constante de evaporare.

În această lucrare pompa de căldură multifuncțională, care utilizează două condensatoare și trei evaporatoare care funcționează la presiuni diferite și cu două compresoare, intrări sunt conectate la aceeași evaporatoare și condensatoare cu ieșiri diferite, și care funcționează la sarcini termice variabile. Pentru un astfel de caz, utilizarea ejectoare [2,3] neeficient, deoarece presiunea la intrările de compresoare folosind dioxid de carbon (un agent frigorific naturale sigure) a crescut cu 6%, comparativ cu utilizarea de amestecătoare statice incluse în ieșirile vaporizatoare.

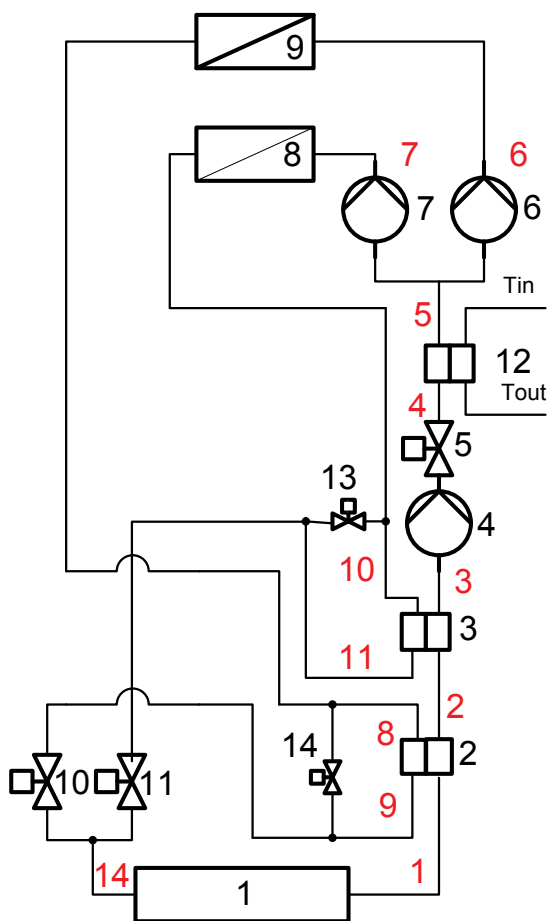


Fig.2. Schema TTM

$$G_{8-9} \cdot (h_8 - h_9) = G_2 \cdot (h_1 - h_2),$$

(1)

$G_{i-j}, h_{i(j)}$ – debitele agentului frigorific în liniile i, j , $h_{i(j)}$ – entalpiei la punctele corespunzătoare ale circuitului (figura 2).

Calcularea ireversibilității elementelor pompei de căldură

Ireversibilitatea [4] este cantitatea de energie care nu produce lucrare utilă (în ceea ce privește starea echilibrului termic (starea mediului)) calculată pentru fiecare componentă a pompei de căldură. Starea echilibrului termic (temperatura ambiantă) este caracterizată de următorii indicatori: $T_0 = 287,15 \text{ K}$ și $P_0 = 1 \text{ bar}$.

Ireversibilitatea se calculează pentru următoarele elemente ale pompei de căldură: compresoare, schimbător de căldură pentru răcirea gazului după compresoarele de primă etapă, supapa de comandă după compresoarele de primă etapă.

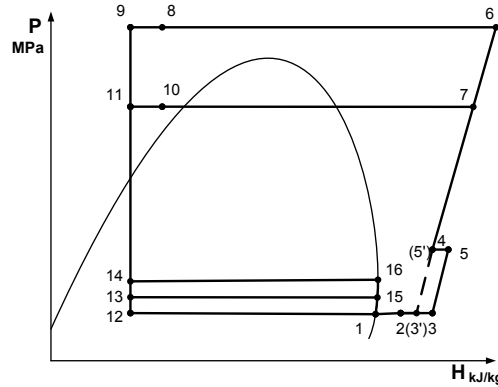


Fig.2. Diagrama P-H a ciclului pompei de căldură cu mai multe vaporizatoare și condensatoare.

Analiza exergetică se efectuează conform metodelor [7-10], când distrugerea exergiei se calculează ca diferența dintre exergia de combustibil și exergia produsului, neglijând pierderile de exergie datorite transferului de căldură în mediul înconjurător.

Ireversibilitatea compresoarelor:

$$i_{comp} = T_0 \cdot (s_7 - s_5) + T_0 \cdot (s_6 - s_5). \quad (1)$$

Ireversibilitatea intercoolerului intermediar 12:

$$\psi_{12} = \psi_4 - \psi_5 = h_4 - h_5 + T_0 \cdot (h_4 - h_5). \quad (2)$$

Ireversibilitatea răcitoarelor de gaz, reprezintă pozițiile 6 și 7.

$$\psi_8 = \psi_7 - \psi_{10} = h_7 - h_{10} + T_0 \cdot (h_7 - h_{10}). \quad (3)$$

$$\psi_9 = \psi_6 - \psi_8 = h_6 - h_8 + T_0 \cdot (h_6 - h_8). \quad (4)$$

Ireversibilitatea în schimbătorul de căldură recuperator 2 (în 3 este similar).

$$i_2 = T_0 \cdot ((s_2 - s_8) - (s_9 - s_1)) \quad (5)$$

Din considerația reprezentării grafice a liniei întrerupte 3,4,5,6,7 rezultă că ireversibilitatea minimă a pompei de căldură este asigurată cu valoarea minimă a ireversibilității răcitorului de

gaz intermediar 12 i în condițiile ireversibilității minime în răcitoarele de gaze 6 i 7 (cu condiția ca acestea să fie fezabile din punct de vedere tehnic i economic structuri).

Linia punctată i cifrele cu indicii arată punctele ciclului cu distrugerea minimă a exergiei în lanțul de aparate considerat. Linia 3'-5'-6-7 (figura 2) este o curbă adiabatică.

În analiza clasică exergetică se calculează balanță exergică și se determină pierderea exergiei în elementele individuale ale pompei de căldură. De obicei, analiza se realizează la nivelul determinării pierderilor interne și externe ale exergiei.

La locul formării, pierderile în sistem sunt împărțite în exterioare și interne. Pierderile externe sunt legate de condițiile racordare a sistemului cu mediul și cu sursele și cu receptoarele de energie din acesta. Aceste pierderi apară de la diferența de temperatură a obiectului încălzit sau răcit de la tempeartura mediului. Acestea includ, de asemenea, pierderi prin izolare, pierderi cu produse secundare care părăsesc instalația fără utilizarea exergia lor (gaze arse, apă încălzită în schimbătoare de căldură etc.). Pierderile externe pot fi explicate prin discrepanța dintre procesul în ansamblul și condițiile externe ale comportamentului său, precum și discrepanța dintre elementele individuale ale sistemului, conectate într-un lanț tehnologic unit.

Valorile exergiei specifice a fluidului de lucru în punctele caracteristice ale procesului pot fi determinate de la

$$e_i = h_i - T_{m.a.} \cdot (s_i - s_{m.a.}), \quad (2.1)$$

Pierderile interne sunt asociate cu ireversibilitatea proceselor care apar în cadrul sistemului. Aceste pierderi pot apărea ca urmare a ireversibilității reacțiilor, a strangulare, a rezistenței hidraulice, a frecării în mâini, a transferului de căldură și a maselor datorită diferențelor i concentrațiilor finite de temperatură, precum i datorită imperfecțiunilor aparatelor și mâinilor care intră în sistem sau procesează în elementele individuale sale individuale. Divizarea pierderilor în pierderi externe și interne este determinată de diferența dintre metodele de reducere a ambelor tipuri de pierderi.

În cadrul analizei, sistemul este de obicei dezmembrat în funcție de o caracteristică funcțională, adică identifică subsistemul sau elementele sale. Pentru fiecare element se calculează pierderile interne și externe și apoi încep să analizeze cauzele care determină aceste pierderi. Împărțirea pierderilor în cele externe și interne poate fi realizată pornind de la balanța exergică:

$$E_{in} > E_{out}$$

adică $E_D = E_{in} - E_{out}$. Dacă ultima formulă înlocuiește valorile exergiei, luate din parametrii instalației în sine, atunci valoarea obținută va corespunde doar pierderilor interne. Totodată dacă, pe de altă parte, planul de referință este desenat astfel încât să includă valorile exergiei transmise sau obținute de către surse externe și de receptoare de energie, atunci diferența $E_{in} - E_{out}$ va include pierderile externe și interne.

Partea E_D , asociată cu ireversibilitatea inerentă unui anumit proces, nu poate fi eliminată sau redusă fără o schimbare radicală a acesteia sau înlocuirea acesteia cu altul. Aceste pierderi se numesc intrinseci. Cealaltă parte a E_D , care depinde de imperfecțiunea echipamentului (pierderile din izolarea termică slabă, frecare, transferul de căldură la o diferență de temperatură finită etc.) constituie așa-numitele pierderi tehnice care pot fi reduse fără modificarea schemei de proces.

În 1991 V. Brodyanskiy a propus împărțirea pierderilor de exergie în pierderi proprii și tehnice. Pierderile proprii nu pot fi eliminate cu această structură de TT, iar tehnicile pot fi eliminate prin regim și soluții tehnice. Astfel, pierderile asociate cu diferența de temperatură finită sunt intrinseci și tehnice. Sarcina de analiză aici este de a determina cum să se reducă ambele pierderi și, în consecință, să se mărească eficiența exergiei schimbului de căldură. Alte tipuri de pierderi în timpul transferului de căldură (de la rezistențele hidraulice, conductivitatea termică longitudinală și transferul termic dăunător prin izolație) se referă numai la cele tehnice. Pierderi, pentru eliminarea (sau reducerea) căruia, care este suficient numai de a schimba regimul tehnologic, de a îmbunătăți exploatarea echipamentului și de a conduce mai atent procesul tehnologic. Astfel de metode de economisire a energiei includ, de exemplu, o reducere excesului aerului în timpul arderii combustibilului.

Este posibil de a clasifica pierderi de exergie prin modul în care ele sunt eliminate:

1. Pierderi de funcționare. Reducerea acestor pierderi se poate accesa prin schimbarea regimului tehnologic, îmbunătățirea funcționării echipamentelor și optimizarea regimurilor tehnologice la echipamentele existente.

2. Pierderi pentru eliminarea cărora este necesară schimbarea mărimii echipamentului utilizat (suprafața, creșterea timpului de reacție, etc.) sau folosirea echipamentelor în care sunt utilizate regimurile mai intensive de transfer de căldură și masa etc. Aceasta este pierderea de aparat.

3. Pierderi care pot fi eliminate prin schimbarea diagramei. Pierderi tehnologice.

4. Pierderi, în funcție de proprietățile substanțelor utilizate în proces și natura dependenței lor de temperatură. Pierderea "fizică și chimică".

5. Pierderile eliminate prin schimbarea tehnologiei, înlocuind însăși metoda de producție a produsului.

Pierderi per element 4 și 5 aparțin categoriei personale.

Prima contribuție semnificativă la dezvoltarea analizei exergice a fost introducerea noțiunilor "exergie produs" și "exergie de combustibil" [6-8]. Astfel, analiza exergică a fost dezvoltată logic. Fiecare termodinamist este de acord că nu toate fluxurile exergetice primite sunt combustibil și nu toate ieșirile pot fi asociate cu un "produs". În același timp, conceptul de "pierderi de exergie" ca un singur termen a suferit, de asemenea, schimbări. Analiza modernă exergică distinge între "distrugerea exergiei" (ED) și "pierderea exergiei" (EL) [7,8], unde

$$\Delta E = E_D + E_L. \quad (2.2)$$

Distrugere de exergie (engl – exergy destruction) descrie ireversibilitate care apar în fiecare element al sistemului, fără a face distincție între ele, ca și mai înainte, pe interior și exterior [1-5], care este destul de controversat și nu întotdeauna necesară. Pierderile de exergie apar în timpul interacțiunii termice a elementului sistemului cu mediul prin carcasa sau descărcările (termice și / sau chimice) în mediul înconjurător. Pierderea exergiei depinde de tipul și designul aparatului, precum și de nivelul de funcționare a acestuia. Pentru a simplifica analiza, termenul EL pentru elementul de sistem este egal cu zero ($EL, k = 0$). Termenul EL, totuși există doar pentru sistem ca întreg [7,8].

Deci, în analiza exergetică modernă, echilibrul exergetic este scris în formă

$$EF, k = EP, k + ED, k \quad (2-2a)$$

Pentru elementul k al sistemului și pentru sistemul în întregime

$$EF, tot = EP, tot + ED, tot + EL, tot \quad (2-2b)$$

Înfundătura analizei exergetice este necesară din punctul de vedere al extinderii capacităților sale, legate în primul rând de importanță aplicativă. În fiecare element al sistemului de transformare a energiei, numai o parte din ireversibilitatea termodinamică poate fi eliminată. Acest fapt a fost discutat în mod repetat, începând cu versiunile anterioare ale analizei exergetice [1-5]. Este evident că, din cauza limitărilor tehnologice, cum ar fi cele asociate cu materialele utilizate și / sau costul materialelor și a proceselor de producție, importanța eficienței energetice a elementului k al sistemului este maxim și de investiții suplimentare în crearea acestui articol nu mai este în măsură să conducă la termodinamic sale îmbunătățire. O parte a distrugerii exergiei, care indiferent de îmbunătățire a componentei va fi în continuare prezentă se numește inevitabilă (în engleză -. *unavoidabl* - UN) va fi prezent în componenta. Restul distrugerii exergiei este evitabilă (*avoidable* – AV).

Eforturile cercetătorilor și inginerilor ar trebui să se concentreze pe partea evitabilă. Cum de a determina partea inevitabilă a distrugerii exergiei? Într-o aplicație practică, aceasta înseamnă că este necesar să se aleagă astfel de parametri termodinamici ai elementului k pentru a obține eficiența maximă de exergie. O metodologie detaliată este descrisă în [8]. Evident, această procedură este asociată cu decizii și ipoteze mai mult sau mai puțin arbitrar, însă această abordare este justificată, în special pentru a înțelege modalitățile de îmbunătățire a sistemului de transformare a energiei. Mărimea distrugerii exergiei într-un element depinde de doi factori: ireversibilitatea cauzată de imperfecțiunea elementului însuși și ireversibilitatea cauzată de imperfecțiunea altor elemente care intră în sistem. Acest fapt a fost menționat și în publicațiile timpurii dedicate analizei exergetice [1-5], însă teoria și metodologia de separare a distrugerii exergiei într-o parte dependentă intern și extern a fost dezvoltată în ceea ce privește recent [9,10].

$$E_{D,k} = E_{D,k}^{EN} + E_{D,k}^{EX}, \quad (2.3)$$

$E_{D,k}^{EN}$ – o parte a distrugerii, care apară excepțional de la ireversibilitatea în elementul k al sistemului de transformare a energiei, în caz când alte elemente funcționează ca ideale; $E_{D,k}^{EX}$ – o parte a distrugerii exergiei, care apară în componentă k a sistemului din cauza prezenței ireversibilității în alte componente ale sistemului.

Valorile componentelor dependente intern și externe dependente de distrugerea exergiei ar trebui folosite pentru a dezvolta o strategie de îmbunătățire a sistemului după cum urmează: în cazul când $E_{D,k}^{EN} > E_{D,k}^{EX}$, este necesar de a face accent la perfectare a unui component;

În cazul, când $E_{D,k}^{EN} < E_{D,k}^{EX}$, este necesar să se treacă la luarea în considerare a altor elemente ale sistemului, deoarece îmbunătățirea unuia dintre elementele va influența în mod necesar cantitatea de distrugere a exergiei în elementul în cauză, adică va duce la primele două cazuri de analiză.

Pentru analiza exergetică a obiectelor investigați au fost utilizate atât metodele clasice (Brodianskii , Sokolov) cât și cele moderne (Tsatsaronic, Moroziuk, Tarasova).

Concluzie. Ca urmare a analizei exergetice a secțiunilor din circuitul hidraulic TTM amplasat între evaporatoare și răcitoarele de gaz, s-a stabilit că reducerea pierderilor ireversibile de exergie în pompa de căldură este asigurată datorită alegerii optime a valorii supraîncălzirii gazului după evaporatoare.

Sinteza sistemului de dirijare a TTM

Scopul acestui compartimentului de cercetare constă în elaborarea și cercetarea prin simulare matematică a sistemului de reglare a presiunii în amonte a vaporizatoarelor pompei multifuncționale de căldură cu mai multe evaporatoare și condensatoare, care trebuie să reducă numărul de perturbații asupra sistemului de dirijare cu evaporatoarele. Pentru a rezolva această problemă s-a elaborat schema în care stabilizarea acestui parametru se realizează prin utilizarea supapelor cu reglarea fină și grosieră în circuitele hidraulice ale condensatoarelor și compresoarelor prin reglarea presiunii în avalul amestecătorului static a fluxurilor. Sistemul de dirijare propus permite compensarea căderii de presiune a agentului frigorific în amonte la vaporizatoare, care se produce datorită amestecării agentului frigorific care curge din cele două canale după supapele de control corespunzătoare și condensatoare pentru a reduce pulsația presiunii în amonte la evaporatoare. Această soluție permite simplificarea sistemului de dirijare a pompei de căldură, datorită faptului, că nu este necesar să se asigure funcționarea simultană a supapelor de reglare a presiunii și a debitului în fiecare linie. A apărut posibilitatea de a regla debitul în fiecare linie de curgere într-o gamă mai largă. S-a elaborat modelul matematic al amestecătorului static a fluxurilor după supapelor de reglare a presiunii, în care se reflectă: caracterul nestăționar al acestui obiect, cauzat de funcționarea compresorului în regim cu sarcina variabilă, pulsațiile presiunii compresoarelor, variația densității refrigerantului în linii de agent frigorific. Se propune metodologia pentru realizarea unei instalații cu pompă multifuncțională de căldură, care constă în faptul, că se construiește graficul zilnic al sarcinii termice (de refrigerare) pentru fiecare proces tehnologic. După această sunt selectate două procese de prelucrare termică și două procese de prelucrare cu frig, la utilizarea cărora în pompa de căldură se asigură valoarea maximală a coeficientului de performanță (COP) și perioadă maximală a utilizării pompei de căldură în timpul zilei pentru a asigura minimizarea perioadei de recuperare a investiției.

Scopul acestei etape este elaborarea schemei TTM destinat pentru prelucrarea termică și cu frig produselor alimentare la mai multe niveluri de temperatură, ținând cont de cerința asigurării funcționarea la sarcini termice variabile.

Sunt două variante. Prima variantă utilizarea de un bloc de compresoare, care este încărcat la câteva condensatoare (Figura 1). A doua variantă este de a utiliza două grupuri de compresoare, fiecare dintre care este încărcată la un condensator și supape de reglare a debitului și presiune.

Dezavantajul variantei primă este complexitatea reglării simultane a presiunii și debitului prin condensatoarele cu sarcină termică variabilă a condensatoarelor. Prin urmare, în cele ce urmează, am luat în considerare a doua variantă:

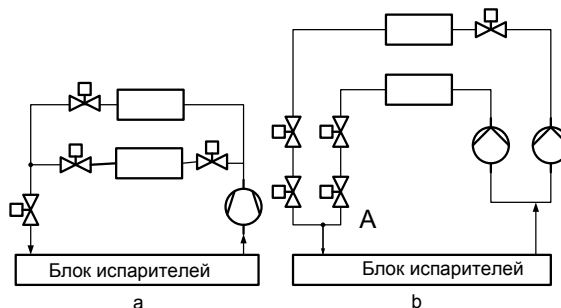


Fig.3-1 Scheme de structură a TTM.

Pentru de a analiza funcționarea instalației, este necesar să se ia în considerare un amestecatorul static de debit în punctul A a schemei fig.3.b.

Modelul matematic al amestecătorului static (racordul cu trei căi) ca obiectul de dirijare de presiune la ieșire lui

La construirea modelului matematic al acestui mixer (de altfel, ca și altora), neglijăm compresibilitatea fluidului prin frecarea față de peretele racordului de trei căi.

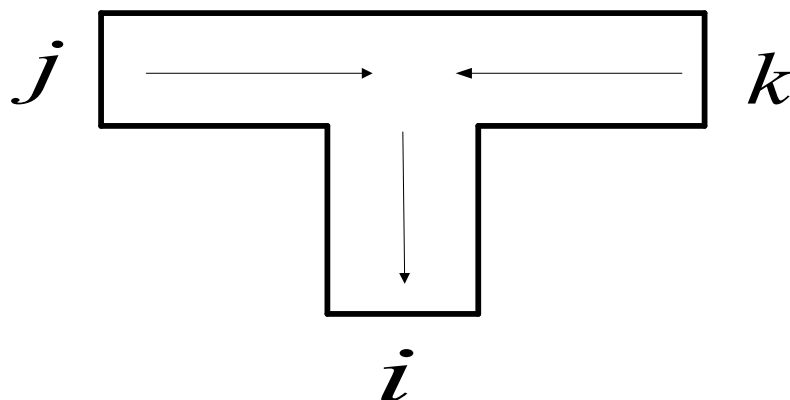


Figura 3.2. Racordul cu 3 căi.

Modelul matematic al acest amestecător - racord (fig.3.2) arată că:

(http://www.simumath.net/library/book.html?code=HYSTR_library):

$$Q_i = Q_j + Q_k$$

$$Q_j = \mu_j \cdot f_j \cdot \text{sign}(p_j - p_i) \cdot \sqrt{2 \cdot (p_j - p_i) / \rho_j}$$

$$Q_k = \mu_k \cdot f_k \cdot \text{sign}(p_k - p_i) \cdot \sqrt{2 \cdot (p_k - p_i) / \rho_k}$$

Unde μ_k – coeficienții de debit în căile de racord $i - j$, $i - k$;

$\mu_{j,k} = \zeta_{j,k}^{-0,5}$ $f_{j,k}$ – suprafețele secțiunilor de trecere a racordului în noduri j și k . Deoarece $p_i < p_j$ (p_j – cea mai mică presiune din cele două la intrările racordului) datorită căderii de presiune a curgerii de-a lungul mișcării agentului frigorific datorită forțelor de rezistență la mișcare, forțelor de frecare, $\text{sign}(p_i - p_{k(j)}) = -1$. Fie, pentru claritate $p_k > p_j, Q_k > Q_j$. Notăm $\gamma = \rho_k / \rho_j$. Atunci

$$a = \frac{Q_j^2}{Q_k^2 \gamma} < 1.$$

Adoptăm $f_j = f_k = f, \mu_k = \mu_j = \mu$. Valorile pulsațiilor presiunilor compresoarelor, de regulă, nu depășesc 2-3% [3-5]. Dar, după supapele de reglare, valoarea relativă a pulsațiilor, în raport cu presiunea vaporizatoarelor, crește până la 10%. Schimbarea temperaturilor și presiunilor agentului frigorific în căile de alimentare ale compresorului ține seama schimbării densităților agentului frigorific în canale. Împărțim prima ecuație în (3-1) cu al doilea și pătrundem rezultatul. Atunci, după transformări simple, dependența presiunii p_i la ieșire de racord de presiunile și debitele după compresoare vor arăta astfel:

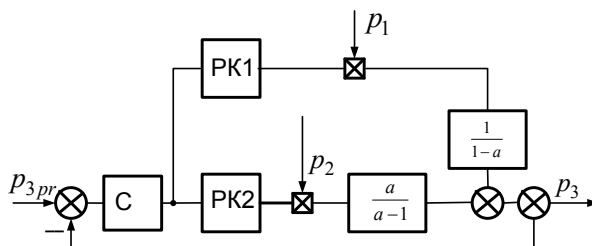
$$p_i = \frac{p_1 - ap_2}{1 - a} \quad \forall (p_k(t) > p_j(t));$$

Vom construi dependența presiunii la ieșire de racord în funcție de raportul dintre presiunile și debitul și densitățile ale fluidului în liniile de alimentare a agentului frigorific al compresorului $p_j, p_k, Q_j, Q_k, \rho_j, \rho_k$.

În simularea pe calculator, amplitudinea maximă a pulsațiilor compresorului a fost de 20%. Din cele de mai sus rezultă că obiectul de control este static cu două intrări și o ieșire (cu condiția ca presiunea de ieșire să fie reglată prin intermediul a două supape de comandă) și cu una intrare și o perturbație sub formă de presiune la cealaltă intrare, cu condiția ca presiunea să fie reglată pe unul dintre intrări și cu coeficienți neliniari, în funcție de debitul ale agentului frigorific în liniile de alimentare ale grupurilor de compresoare.

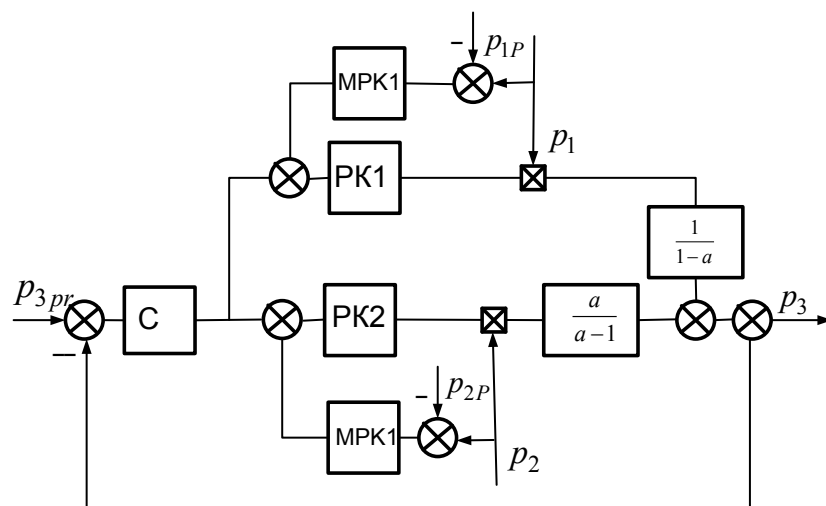
Alegerea sistemului de dirijare

Pentru acest sistem se găsește sarcina de stabilizare a presiunii p_3 în funcție de p_1 și p_2 , debitelor Q_1, Q_2 (valoarea căderii presiunii la p_4 (supapă, care reglează presiunea la doilea răcitor de gaz) este luată la presiunea p_2). Funcționarea sistemului este însoțit de o serie de perturbații: datorită schimbărilor în căderea de presiune prin supapele în funcție de fluxul peste lor, ca urmare a variațiilor productivității a celor două compresoare, datorită schimbărilor în densitatea agentului frigorific și entalpia lui. Valoarea de ieșire a obiectului de comandă este presiunea p_3 . Valorile de intrare p_1 și p_2 sunt presiuni după supape corespunzătoare. Astfel, obiectul controlului - dinamic, cu un element inerțial de ordinul întâi, neliniar și cu un câștig variabil, în funcție de debit și de proprietățile termofizice ale agentului frigorific. Perturbațiile sunt schimbare a presiunii după supapele în funcție de debitul acestora). Pentru dirijarea unor astfel de tipuri de obiecte, este cunoscută utilizarea unei game largi de sisteme de control [9-14]. Două sisteme de control au fost luate în considerare pentru un astfel de obiect de control: primul PID - regulator și al doilea cu model supapei de reglare.



p_{3pr} – presiune prescrisă după nodul de amestecare, PK1, PK2 – supapele de reglare cu acționare electrică, C- controler, ε – semnal de referință, u – semnal de ieșire a regulatorului.

Fig.3-1. Schemă de structură de reglarea presiunii înainte evaporatoarelor.



p_{3pr} – presiune prescrisă după nodul de amestecare, PK1, PK2 – supapele de reglare cu acționare electrică, C- controler, ε – semnal de referință, u – semnal de ieșire a regulatorului.

Fig.4-1. Schemă de structură de reglarea presiunii înainte evaporatoarelor cu modelele de supape de reglare.

Analiza sistemului de dirijare pentru TTM elaborat

Obiectul acestui studiu este pompa de căldură (PC) multifuncțională (cu conexiune a compresoarelor în cascadă), cu mai multe vaporizatoare și condensatoare, destinată pentru a asigura producerea simultană a căldurii și frigului. Scopul lucrării constă în elaborarea și cercetarea schemei, în care este realizată ireversibilitatea minimă în lanțul „compresor – răcitor de gaz“, și în care nu sunt utilizate ejectoarele reglate. Soluția tehnică propusă asigură stabilizarea COP-ului pompei de căldură și schimbătoarelor de căldură la debitul variabil de agent frigorific. Noutatea lucrării constă în instalarea compresorului primei trepte în serie cu schimbătorul de căldură intermediar și cu supapa de reglare. Acest bloc este amplasat între ieșirile vaporizatoarelor și intrările compresoarelor treptei a doua a PC, ceea ce permite stabilizarea presiunii prescrise după prima treaptă a compresorului. Se propune schema pentru reglarea a temperaturii la intrările primei trepte ale compresoarelor prin reglarea debitului agentului frigorific prin circuitele primare ale schimbătoarelor recuperative ale PC. Sistemul de urmărire care asigură productivitatea compresoarelor primei și a treptei a doua, permite funcționarea prescrisă a PC. Rezultatele analizei exergetice a schemei PC amplasată între vaporizatoarele și răcitoarele de gaz, demonstrează efectul de reducere a pierderilor ireversibile în pompa de căldură, care sunt asigurate de alegerea optimală a valorii de supraîncălzire a gazului după vaporizatoare.

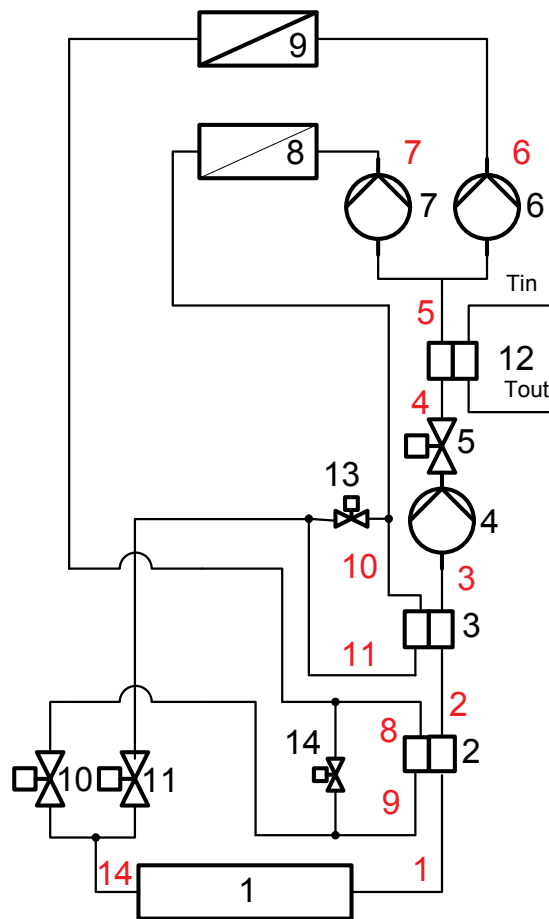


Fig.1-3. Schema TTM.

Model matematic al unui compresor cu acționare electrică reglată ca obiect de control într-un sistem de reglare a curgerii agentului frigorific

Cunoscut model dinamic al turbocompresorului așa cum este descris în [13], în care turbocompresorul este descris elementul inerțial al primei comenzi, cu intrări multiple. Un model similar are o pompă de căldură cu un compresor de gaz. Modelele compresoarelor cu piston au fost luate în considerare în [18-21]. În [18] este luat în considerare un model dinamic al unui compresor cu piston cu mecanism de pârghie. Lucrarea analizează pulsațiile care apar în timpul funcționării compresorului datorită designului non-ideal al supapelor. Se remarcă faptul că frecvența de pulsații este mult mai mare la pulsațiilor de evacuare de la intrarea și la ieșire, pulsațiile de presiune sunt caractere în impulsuri. În [19] în momentul în care un singur compresor cu piston dependența de timp și se arată că dependența de timp a acestui moment este suma sinusoide unghiurilor de rotație a arborelui motorului de antrenare. În [22] a fost obținut un model matematic al unui motor electric asincron ca obiect de control al unui sistem de control al frecvenței. Considerăm un model al unui compresor cu un dispozitiv electric de comandă a frecvenței, care utilizează legea

$$U/f = \text{const} . \quad (3-1)$$

Momentul de rezistență al compresorului pistonului depinde de unghiul de rotație al mecanismului de pârghie și de viteza motorului electric. Fluxul de masă al compresorului și puterea sa de intrare sunt calculate folosind formula (6,7) [5].

$$\dot{m} = \eta_{vol} \cdot f \cdot V_{cy} \cdot \rho_{suc} \quad (3-2)$$

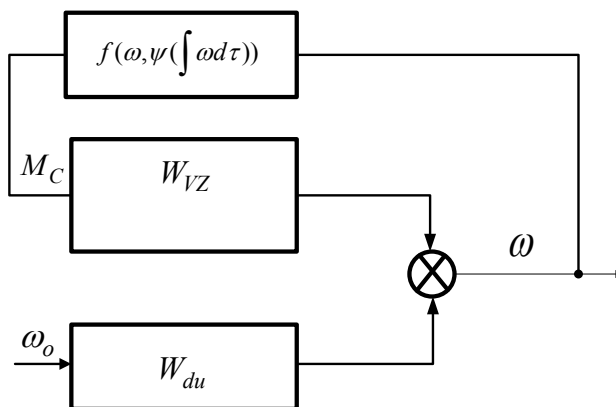
$$\dot{w}_{in} = \dot{m} \cdot \omega_{th} / \eta_{el} \quad (3-3)$$

Se adoptă următorul model de pulsații de presiune ale compresorului:

$$M = M_0 + \sum_{i=1}^6 M_i \sin(\omega \cdot i \cdot t), \quad (3-4)$$

Unde ω – viteza unghiulară de rotație a transmisiei electrice. Graficul prezentat în figura 3-5 prezintă procesul tranzitoriu de schimbare a vitezei arborelui compresorului cu următoarele valori ale coeficienților care intră în (3-4):

$$M_0 = 0,5; M_1 = 0,4; M_2 = 0,1; M_4 = 0,5; M_3 = M_5 = M_6 = 0.$$



M_C – momentul de rezistență al compresorului, ω – viteză unghiulară a axului acționării compresorului, $f(\omega, \int \omega d\tau)$ - dependența momentului de rezistență al acționării electrice a compresorului cu piston în dependența de la viteza de rotație motorului electric, W_{du} – funcția de transfer a compresorului cu acționarea electrică în funcție de acțiunea de comandă, W_{VZ} – funcția de transfer a compresorului cu acționare electrică prin perturbație

Fig.3-3. Modelul dinamic al unui compresor cu piston cu acționare electrică.

Sistemul de dirijare a debitului fluxului compresorului primei trepte a cascadei compresoarelor

Scopul creării sistemului este asigurarea de către prima treaptă a cascadei compresoarelor 4, debitului care este egal de suma debitelor compresoarelor 6 i 7 (figura). Să luăm în considerare modul în care va fi efectuată lucrarea din prima etapă atunci când se utilizează algoritmul de control (5) și controlerul PID. Sistemul este însoțit de o serie de perturbații: datorită schimbărilor în căderea de presiune prin supapele în funcție de fluxul prin intermediul lor, ca urmare a modificărilor de performanță ale celor două compresoare, datorită schimbărilor în densitatea agentului frigorific și entalpia.

În [20] sistemul de control adaptiv bazat pe unitatea de supapă - induktornogo pentru compresoare de sisteme de refrigerare mici, și selectați tipul de feedback cu privire la viteza de deplasare unghiulară a Differentiator și prima componentă ordine de inerție. După cum se arată în [5].

Astfel, este evident că legile care reglementează performanța compresoarelor trebuie să țină seama de tipul de compresor.

Pregătirea funcției de transfer a motorului asincron (AD) care reflectă reglarea tranzitoriei electromagnetice și mecanice de frecvență este posibilă numai într-o gamă de turații îngustă

datorită semnificative neliniarității asociate cu conversia semnalului de comandă în frecvența tensiunii de alimentare a motorului.

Funcția de transfer a AP de tip 4A132S6U3 în control are forma [19].

$$W_{du}(p) = \frac{\omega(p)}{\omega_0(p)} = \frac{k_{du}(T_l/k_{du}p + 1)}{(T_ap + 1)(T_k^2p^2 + 2\xi T_k p + 1)}, \quad (2-6)$$

unde, $k_{du} = 1; T_l = 0,0082 \text{ c}; T_a = 0,0076 \text{ c};$
 $T_k = 0,0034 \text{ c}; \xi = 0,1024.$

Funcția de transfer al aceluiași motor la perturbație [19]:

$$W_{vz} = \frac{\omega(p)}{M_C(p)} = \frac{k_1(b_0p^2 + b_1p + 1)}{a_0p^3 + a_1p^2 + a_2p + 1}, \quad (2-7)$$

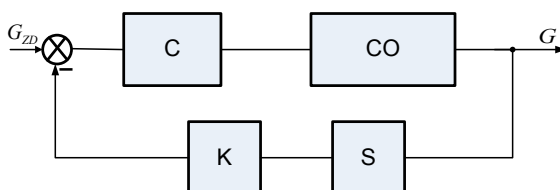
unde,

$$k_1 = -0,019 \text{ pa}\partial / \text{cHM}; b_0 = 0,0014 \text{ c}^2; b_1 = 0,264 \text{ c};$$

$$a_0 = 8,865 \cdot 10^{-8} \text{ c}^3; a_1 = 1,666 \cdot 10^{-4} \text{ c}^2; a_2 = 0,0082 \text{ c}.$$

Ca regulator, poate fi folosit un convertizor de frecvență cu un controler PID, ca senzor de debit de gaz S - debitmetru de masă.

Obiectul de control, un compresor cu acționare electrică cu inverter de frecvență, este periodic (din cauza proprietăților neliniare ale acționării electrice și compresorului) periodic (datorită pulsațiilor periodice create de compresor).



G_{zd} – valoare prescrisă a productivității compresorului, G – valoarea curentă a productivității compresorului, C – regulator, CO – obiectul de control (рис.3), S – senzorii debitului de gaze după compresoarelor treptei a două, K – compensator de inerție a debitmetrului masic element proporțional-diferențial.

Fig.2-4. Diagrama structurală a sistemului de control al compresorului din prima treaptă.

Ca funcție de transfer a senzorului de debit, este utilizat blocul inerțial de ordinul întâi:

$$W(p) = \frac{k_I}{T_I p + 1}, \quad (2-8)$$

unde, $k_I = 1; T_I = 0,1 \text{ c}.$

Noi am examinat numai cel simplu caz, utilizând PID – regulator. Ca rezultat de modelare a fost stabilit, că procesul tranzitorie a erorii are caracter aperiodic.

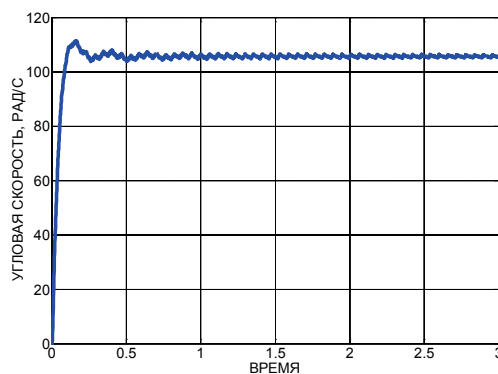


Fig.3-5. Graficul procesului tranzitoriu al acționării electrice a compresorului la variabilă de comandă de tip salt.

Scopul sistemului de conducere a compresorului din prima treaptă de cascadă este de a asigura debitul compresoarelor 4, egal cu suma debitelor compresoarelor 6 și 7 (figura 3-1). Să luăm în considerare modul în care va fi furnizată lucrarea din prima etapă atunci când se utilizează algoritmul de control (5) și controlerul PID. Sistemul este însoțit de o serie de perturbații: datorită schimbărilor în căderea de presiune prin supapele în funcție de fluxul prin intermediul lor, ca urmare a modificărilor de performanță ale celor două compresoare, datorită schimbărilor în densitatea agentului frigorific și entalpia. compresoare volumice (de exemplu, urub, cu piston, rotative scroll) se referă la dispozitive cu un cuplu constant, ceea ce înseamnă că forța de torsiune necesar pentru a roti arborele în mod continuu, adică nu depinde de viteza de rotație.

În [20] sistemul de control adaptiv bazat pe unitatea de supapă -induktornogo pentru compresoare de sisteme de refrigerare mici, și selectați tipul de feedback cu privire la viteza de deplasare unghiulară a Differentiator și prima componentă ordine de inerție. După cum se arată în [5] Analiza obținută experimental incarca caracteristică compresor cu doi cilindri a arătat că neted crete cuplul ondulație cu scăderea frecvenței de rotație 15 rad / s, cu o reducere suplimentară a vitezei de pulsație brusc. La controlul prin schimbarea vitezei de acționare a compresorului, este necesar să se efectueze o comandă în domeniul de frecvență care depășește valoarea critică egală cu 15 rad / s [5]. Astfel, este evident că legile care reglementează performanța compresoarelor trebuie să țină seama de tipul de compresor.

Scopul sistemului este de a asigura prima fază a cascadei compresoarelor 4, egală cu suma compresoarelor 6 și 7 (figura 1). Să luăm în considerare modul în care va fi furnizată lucrarea din prima etapă atunci când se utilizează algoritmul de control (5) și controlerul PID. Sistemul este însoțit de o serie de perturbații: datorită schimbărilor în căderea de presiune prin supapele în funcție de fluxul prin intermediul lor, ca urmare a modificărilor de performanță ale celor două compresoare, datorită schimbărilor în densitatea agentului frigorific și entalpia. compresoare volumice (de exemplu, șurub, cu piston, rotative scroll) se referă la dispozitive cu un cuplu constant, ceea ce înseamnă că forța de torsiune necesară pentru a roti arborele în mod continuu, nu depinde de viteza de rotație.

După cum este demonstrat, în [5] caracteristicii de sarcină obținută experimental în rezultatul studiului caracteristicii compresorului cu doi cilindri, s-a evidențiat, că pulsațiile de moment cresc lent la micșorarea vitezei până la 15 rad/s, la micșorarea viteze următoare de rotație, pulsațiile cresc brusc. Prin intermediul reglării prin variația frecvenței de rotație a acționării compresorului, este necesar de a efectua reglarea în domeniul frecvențelor, care depășesc cea critică egală cu 15 rad/s [5].

A fost determinat impactul curbelor de producere a energiei regenerabile asupra performanțelor sistemului de stocare a energiei electrice.

Ambele surse de producere a energiei regenerabile, eoliană și fotovoltaică, se disting printr-un regim intermitent de producere a energiei electrice. Acest fapt nu poate să nu influențeze indicii tehnici și economici ai sistemelor de stocare a energiei electrice prevăzute pentru acumularea energiei de la aceste surse, cu ulterioara eliberare a acesteia în sistem, în lipsa de vânt și de soare. În vederea identificării acestor particularități este nevoie a cunoaște producerea efectivă a energiei de către sursele eoliene și fotovoltaice. R. Moldova nu are suficientă experiență în acest sens, iar cea acumulată până în prezent nu oferă date depline și satisfăcătoare în acest sens.

Pentru determinarea impactului a fost elaborat modelul de calcul privind simularea dependenței prețului energiei produse de tandemul SEFE+SEE, funcție de mai mulți parametri relevanți. Modelul respectiv a fost dezvoltat în formatul Excel. Acesta permite de a determina tarifele la energia electrică atât pentru scenariul SEFE+SSE, precum și pentru scenariul liniei de bază, care presupune extinderea situației curente pentru anii până în 2033, precum și scenariul Asincron, care presupune realizarea interconectării sistemului electroenergetic național la cel românesc prin intermediul instalațiilor Back-to-Back (2/3 din capacități sunt construite către 2020, iar 1/3 către anul 2027).

Acoperirea cererii de energie din partea SEFE, care substituie integral importul de energie, a fost asumată la nivelul după cum urmează:

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2033
Pondere SEFE în acoperirea cererii de energie	15%	30%	45%	60%	80%	100%	100%

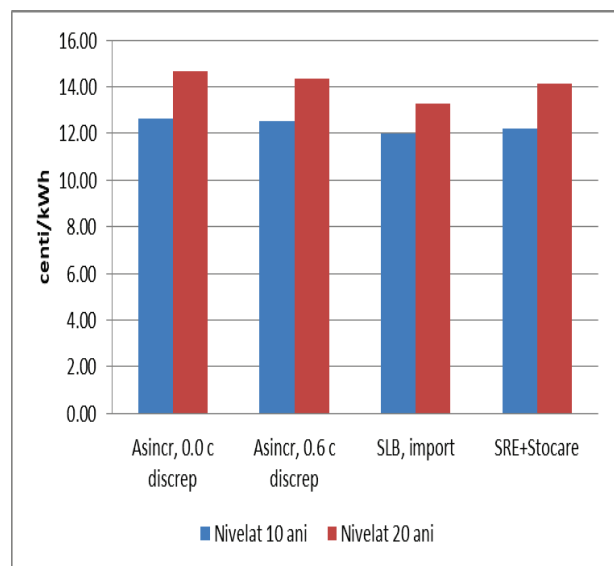
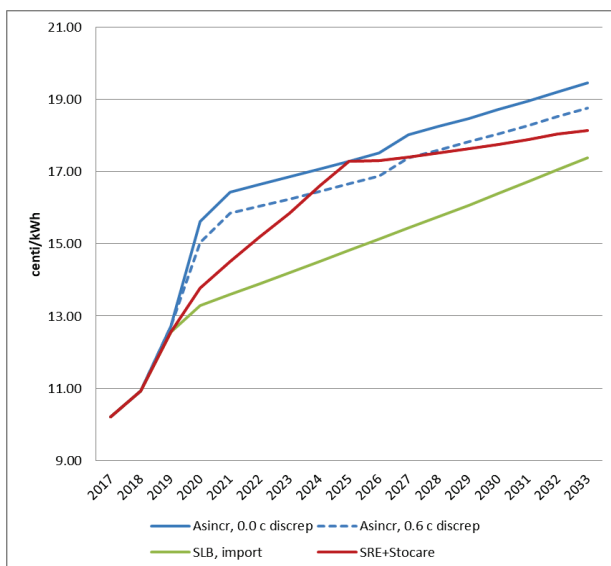
Astfel, a fost determinat numărul epizoadelor pe parcursul anului cu perioade în care puterea medie disponibilă a SEFE nu depășește 1%, 2%, ..., 90% din puterea SEFE instalată. Bunăoară, pe parcursul anului 2016 s-au înregistrat 6 epizoade în care pe parcursul a 16 ore puterea medie disponibilă din partea SEFE nu a depășit 1%. Totodată, pe parcursul anului s-au înregistrat 1091 de epizoade pe parcursul fiecărui dintre care puterea medie disponibilă din partea SEFE nu a depășit 20% din puterea maximă instalată a SRE, etc.

Puterea maximă a cererii în 2016 urmată a fi acoperită din import a constituit 655MW, pe când puterea maximă a SEFE pentru acoperirea întregii cantități de energie cerută este de 1488 MW, adică, avem o depășire de 2.27 ori. Cu o atare putere, ponderea cererii de energie acoperită direct de la SEFE constituie 70.5%, astfel că celelalte 29.5% urmează a fi îndeplinite de către SSE. Pentru aceasta puterea SSE necesară pentru acoperirea cererii respective va fi de 567 MW, capacitatea SSE necesară pentru acoperirea cererii – 342 mil kWh, echivalent cu aproximativ 2 CHE Dubăsari (2x40MWx4000h). Numărul de cicluri încărcare descărcare ale SSE pe parcursul anului este de 3. Costul SSE – $(250-3500) \text{ $/kWh} \times 342 \times 10^6 \text{ kWh} = 86 - 1200 \text{ mlrd \$SUA}$. Drept urmare, la prețurile SSE de azi, tarifele nivelate ale scenariului SRE+SSE sunt de 3.4 – 12 ori mai mari decât pentru SLB și Asincron.

Din cauza costului exorbitant al SSE, calea spre diminuarea acestora constă în: a) diminuarea până la 100 ori a capacității SSE; b) energia necesară - de acumulat în orele din gol a curbei de sarcină, când ea este ieftină. În graficele ce urmează este arătată poziționarea scenariului SRE+SSE în condițiile în care prețul energiei din orele de gol este aproape de zero.

Au fost identificate alte rezerve pentru diminuarea tarifului la scenariul SRE+SSE: utilizarea SSE pentru reglarea frecvenței, menținerea tensiunii în sistem, calității energiei, rezervei de sistem, promovarea smart-grid și a managementului sarcinii, etc.

Figura 1. Poziționarea scenariului SEFE+SSE față de SLB și Asincron când stocarea vine și de la energia din gol la preț aproape de zero



Notă: Asincr, 0.0 c discrep – corespunde cazul când punerea în exploatare a instalației Back-to-Back nu duce la diminuarea prețului de import a energiei electrice, iar Asincr, 0.6 c discrep – cazul, când punerea în exploatare a instalației respective aduce o descreștere a prețului energiei din import.

A fost realizată mostra convertizorului de frecvență cu un singur canal, care a demonstrat viabilitatea soluției elaborate de interconectare a două sisteme electroenergetice direct în curent alternativ.

Această soluție tehnică are și unele neajunsuri, ce țin de nivelul majorat de armonici, fapt ce impune conectarea elementelor inductive-capacitive adițional pentru a ameliora parametrii tensiunii de ieșire.

Pentru a ameliora calitatea conversiei de frecvență și a transferului de putere, a fost propusă o nouă variantă de secționare a înfășurărilor de comandă a transformatorului cu diferență de fază, precum și o nouă lege de dirijare cu cheile de putere în 24 de trepte de comutare, fără inversarea bobinei de control. Schema înfășurării de reglare propusă și legea de dirijare cu cheile de putere, sunt prezentate în Fig. 2.

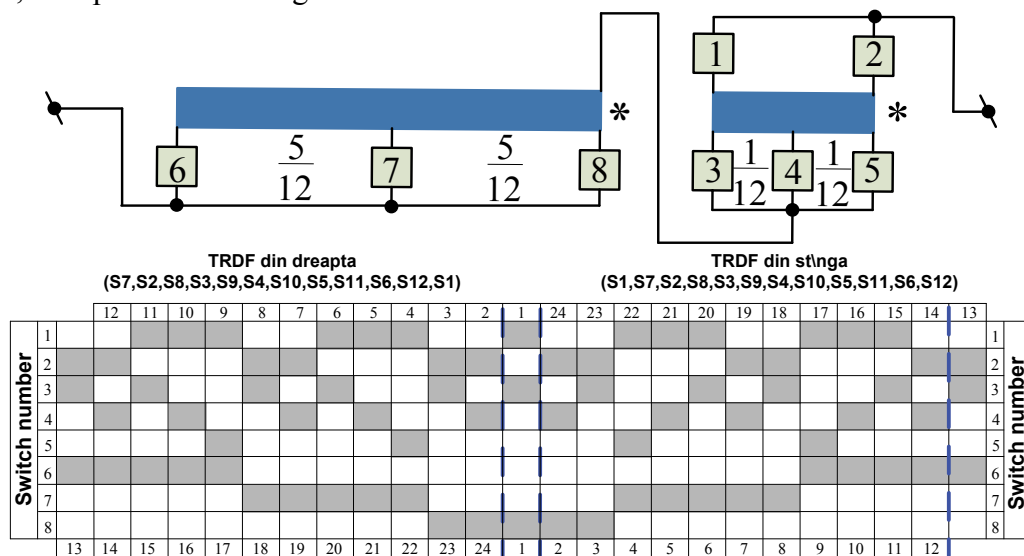


Fig.2. Schema înfășurării de reglare propusă și legea de dirijare cu comutatoarele de putere a convertorului cu două canale

Schema electrică a convertorului cu două canale în 24 de poziții de comutare, bazată pe strategie de dirijare "non-inversă" este prezentată în Fig.3. Schema are cu 12 chei de putere de reglare brută mai mult și cu 24 de comutatoare de reglare fină mai puțin comparativ cu convertorul cu un canal și inversie. De remarcat faptul, că puterea totală a comutatoarelor de reglare brută rămâne neschimbată, adică fiecare dintre ele este destinat comutării curentului în jumătate mai puțin.

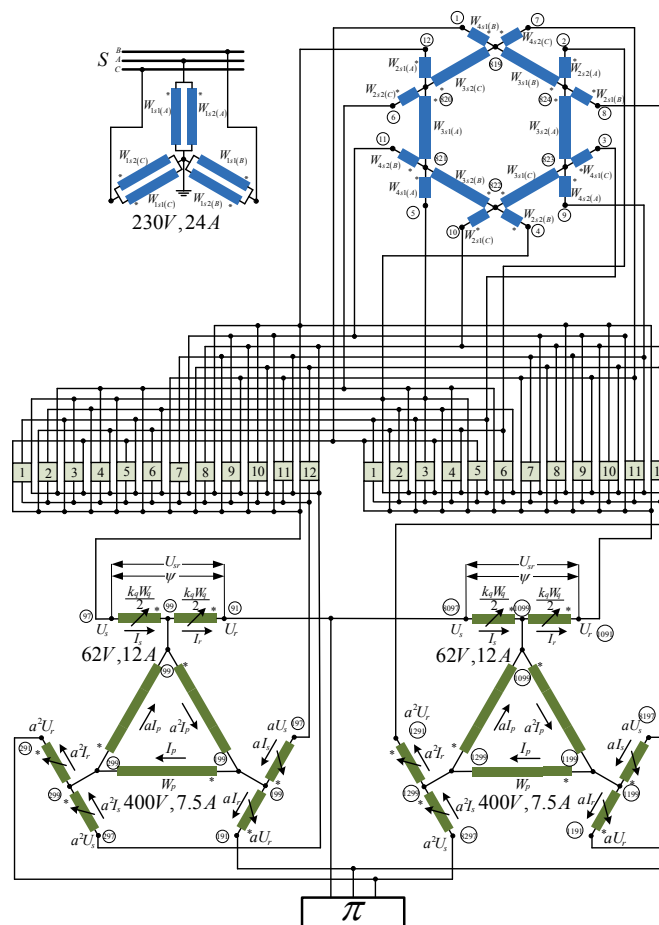


Fig.3. Schema electrică a convertorului cu două canale bazat pe strategia de dirijare "non-inversă"

Pentru determinarea eficienței noii strategii de reglare pe baza modelului construit pentru regimul de conversie al frecvenței de 60/50 Hz s-au efectuat încercări de calcul, rezultatele căruia sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1

Caracteristicile convertorului cu două canale cu o nouă înfășurare de reglare, bazat pe un transformator cu 6 faze, realizat conform schemei "poligon" cu diferite circuite de comutare și transformare a frecvenței 60/50Hz

Regimul de funcționare	Frecvența, Hz	$\partial P_s, \%$	$\partial P_r, \%$	$THD(I_s), \%$	$THD(I_r), \%$
Pentru sarcină activă	60/50	0.08	0.45	0.74	1.56
Pentru sistem	60/50	3.6	7.06	5.13	5.87
Pentru sistem prin reactor longitudinal	60/50	0.2	0.35	1.2	0.14
Pentru sistem prin reactoare longitudinale în canale	60/50	0.17	0.52	1.31	0.4

Convertorul construit în baza strategiei de reglare "non-inversă" este preferabil datorită celor mai bune caracteristici de conversie. Aceasta poate fi explicat printr-un regim de comutare mai "moale", datorită numărului total mai mic a comutatoarelor de putere din schemă, care generează excesuri de curent și tensiuni la comutare. În plus, convertorul de frecvență va fi mai ieftin datorită creșterii numărului elementelor electronice de putere.

Analiza comparativă a dependențelor a arătat, că strategia de dirijare "non-inversă" a convertorului cu două canale este mai eficientă.

Elaborarea și fundamentarea soluțiilor de reducere a consumului de combustibil primar pentru încălzire și preparare a apei menajere în clădiri cu utilizarea pompelor de căldură

1. **A fost elaborată** schema de interacțiune dintre mediul ambiant, pompa de căldură și sistemul de încălzire a clădirii (încăperii). Schema a servit drept un punct de plecare pentru elaborarea pompei de căldură. Pompa de căldură ((în continuare – PC), realizează legea calitativă de reglare a regimului de alimentare cu căldură a clădirilor (cu debit constant). Pompă de căldură de tip aer-apă, folosește dioxid de carbon ca agent frigorific și are acționarea compresorului, care este pus în mișcare prin arderea gazului în motor de gaze. Scopul lucrării este de a elabora o schemă în care poziția punctului de funcționare al compresorului pompei de căldură nu depinde de fluctuațiile debitului agentului de răcire, și pompa de căldură utilizează căldura produsă de motorul de gaze prin acționarea compresorului. Acest obiectiv este realizat prin utilizarea schimbătoarelor de căldură cu suprafață de schimb de căldură reglabilă. Aria suprafeței este reglată urmare a utilizării unui manșon intermediar pentru transfer de căldură între circuitele agentului frigorific și agentului termic. Manșonul este deplasat, de exemplu, prin acționare electrică pas cu pas. S-au stabilit condițiile în care manșonul poate fi considerat ca un corp termic subțire. Pentru majorarea COP-ului se utilizează schimbătorul de căldură, instalat la ieșirea ejectorului pompei de căldură. Ejectorul este amplasat între ieșirea vaporizatorului și ieșirea schimbătorului de căldură intermediar, conectat la răcitorul de gaze al pompei de căldură. În schimbătorul de căldură, fluidul de lucru este încălzit de căldura reziduală a motorului de gaze cu piston. Majorarea puterii termice a vaporizatorului la temperatura ridicată a apei din rețeaua de retur, se face prin includerea în circuitul pompei de căldură a răcitorului agentului frigorific care utilizează aerul exterior. S-a stabilit, că curbele evoluției temperaturilor peretelui schimbătorului de căldură și agentului de răcire încălzit pot fi approximate prin linii drepte, ceea ce simplifică sinteza sistemului de reglare. Pentru reglarea temperaturii la ieșirea schimbătorului de căldură intermediar este recomandat de folosit regulatorul cu legea de dirijare proporțional-integral, iar pentru a compensa pulsațiile debitului este necesar să se utilizeze un sistem de control combinat cu elemente de predicție. În cazul în care compresorul are două trepte, conectate în cascadă a fost elaborat un sistem automat de lubrifiere a compresoarelor.

2. **Au fost identificate** tipurile de vaporizatoare și răcitoare de gaze ale pompei de căldură cu dioxid de carbon ca agent frigorific în dependență de tipul sistemului de încălzire și răcire la funcționarea lor la sarcini variabile cu producerea concomitentă a căldurii și frigului la mai multe nivele ale temperaturii. În rezultatul analizei schemei de interacțiune dintre mediul ambiant, pompa de căldură și sistemul de încălzire a clădirii (încăperii) s-a constatat ca, reieșind din tendințele de dezvoltare a tehnologiilor de proiectare a schimbătoarelor de căldură (SC), criteriu important pentru elaborarea vaporizatorului și condensatorului sunt indiciile de controlabilitate ale SC, care includ în sine schimbătoarele de căldură cu plăci, schimbătoarele de căldură cu plăci-spirale, SC de tip ”țeavă în țeavă” și multe altele.

3. Pentru elaborarea sistemului de lubrifiere a pompei de căldură cu două trepte au fost elaborate din start cerințe față de acest sistem de dirijare. Pentru funcționarea eficientă a compresoarelor cu șurub și piston ale pompelor de căldură, trebuie de utilizat uleiul cu o anumită vâscozitate și consistență, care depinde în mod direct de temperatura acestuia. La răcire insuficientă a uleiului poate începe procesul de descompunere, ceea ce afectează în mod negativ asupra performanța echipamentului compresorului până eșecul acestuia. Pentru a reduce costul de reparare a compresoarelor cu pompă de căldură, circuitul de ulei trebuie să fie organizat corect. Principala cerință pentru un sistem de lubrifiere a compresorului cu dioxid de carbon este necesitatea de a utiliza uleiul, de exemplu, POE, care nu se amestecă cu dioxid de carbon, ceea ce simplifică proiectarea sistemului de control al lubrifierii.

4. Sistemul de lubrifiere elaborat constă dintr-un răcitor de ulei (încălzitor de ulei, în perioada rece a anului), regulatoare de nivel de ulei în carterul compresorului, sisteme de stabilizare a fluxului de ulei în circuitul de circulare a uleiului din fiecare compresor. Separatorul de ulei este echipat cu o unitate automată de scurgere a uleiului atunci când atinge un volum

predeterminat în separatorul de ulei. Uleiul este returnat fiecărui compresor pe o linie individuală. Pentru răcirea uleiului din compresor se utilizează un sistem de răcire cu aer, care este cel mai ieftin și deci mai avantajos.

5. Pentru a asigura, în conformitate cu condițiile de exploatare, debitele specificate ale uleiului în conducte la debite variabile ale agentului frigorific, în sistemul de dirijare sunt incluse supape de reglare, conectate în serie cu filtrele și regulatoarele de nivel de ulei din carterele compresoarelor. Pentru a dirija cu aceste supape, se propune un algoritm care utilizează un controler PID pentru a limita valorile minime și maxime ale vitezelor gazului și a regulatorului de debit a uleiului pentru asigurarea unui regim nominal de funcționare al sistemului de lubrifiere.

În rezultatul cercetarea indicatorilor tehnico-economici ai Sistemului centralizat combustibil-solar de alimentare cu căldură a unui grup de consumatori cu utilizarea acumulatorilor de căldură inter-sezoniere” au fost determinate:

- regimurile optime de funcționare termică și capacitățile instalate ale elementelor sistemului de alimentare cu căldură;
- influența dimensiunilor elementelor sistemului și a regimurilor lor termice asupra indicatorilor energetici și economici ale sistemului de alimentare cu căldură cu și fără utilizarea pompelor de căldură;
- posibilitatea economisirii resurselor energetice tradiționale la diverse regimuri termice și scheme ale sistemului centralizat combustibil-solar de alimentare cu căldură a unui grup de consumatori.

Au fost cercetate câteva variante ale sistemului centralizat combustibil-solar de alimentare cu căldură (încălzire și apă caldă) a unui grup de clădiri (de la 5 pînă la 5000) cu diversă destinație și clasă de eficiență energetică cu utilizarea acumulatorilor de căldură solară inter-sezoniere de mare capacitate.

Au fost elaborate câteva variante posibile ale schemelor sistemului centralizat combustibil-solar de alimentare cu căldură (încălzire și apă caldă) și a construcției acumulatorului de căldură inter-sezonier.

2019

Cercetare și elaborare a soluțiilor tehnice de perspectivă bazate pe tehnologii FACTS, cu implementarea noilor principii de reglare a parametrilor regimurilor rețelei la realizarea conceptelor SMART GRID în sistemele energetice moderne

1. Caracteristica obiectului de cercetare

Schema convertizorului de frecvență în două canale cercetat este prezentat în Figura 1.

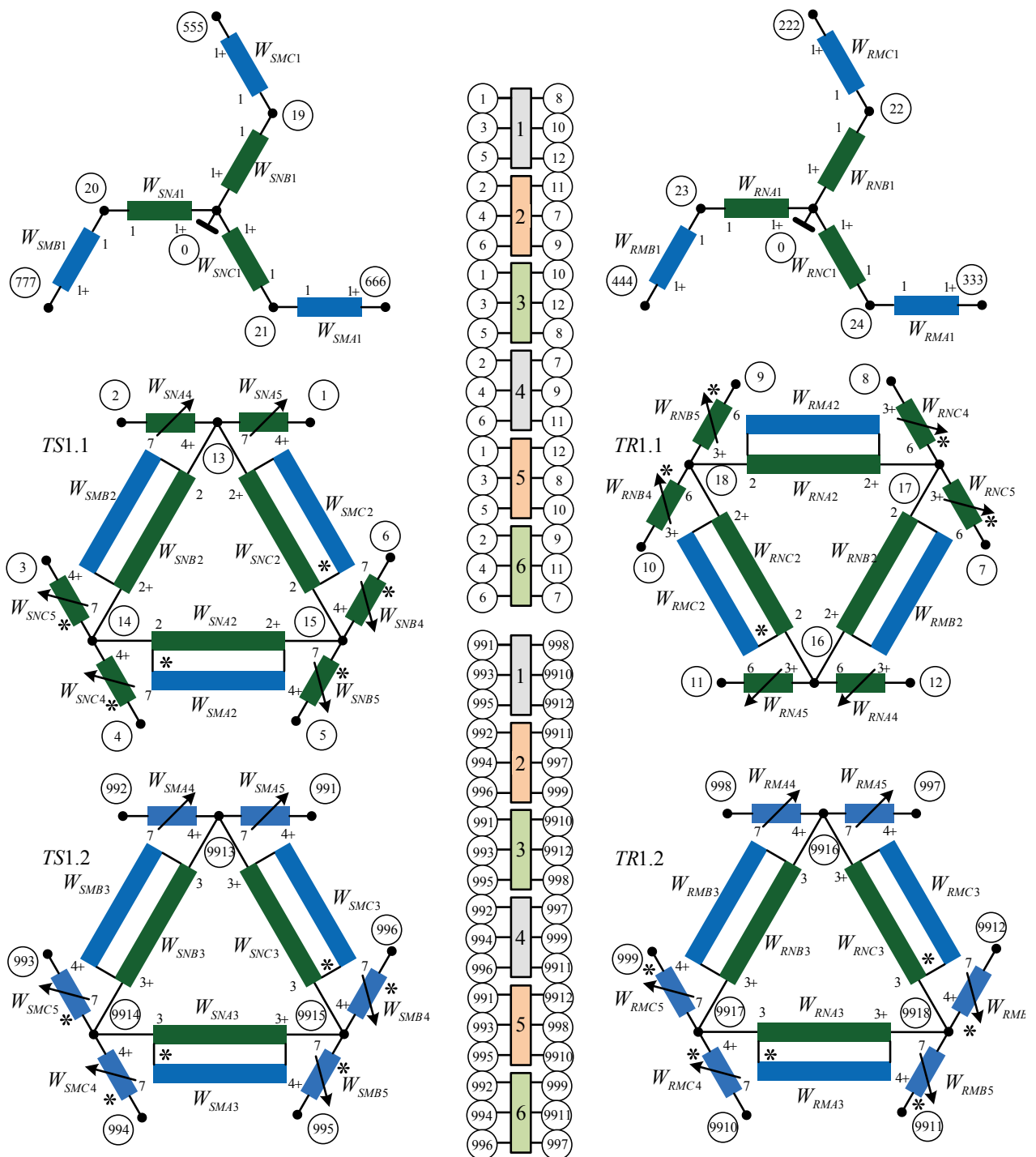


Figura 1. Schema cicloconverteurului static cu două canale bazat pe un circuit în zig-zag.

Fiecare canal al convertizorului static de frecvență este format din grupuri de transformatoare monofazate cu mai multe înfășurări SN și SM pe partea de transmitere și RN și RM pe partea de recepție, ale căror înfășurări primare sunt conectate într-un circuit de „zig-zag”. Conexiunea înfășurărilor primare în „zig-zag” este utilizată pentru suprimarea armoniciei a 3-a a curentului. Înfășurările secundare nereglabile ale instalațiilor transformatoare sunt conectate conform schemei „triunghi”, la vârfurile cărora sunt conectate înfășurările de control corespunzătoare, care reprezintă un bloc de reglare „fină”.

Convertorul cu două canale bazat pe schema „zig-zag” este construit prin analogie cu schema VPT (Figura 2) și permite reducerea de 2 ori a numărului de chei (comutatoare) de reglare „brută”, care nu se comutează la fiecare 60° ca înainte, ci la 120 de grade.

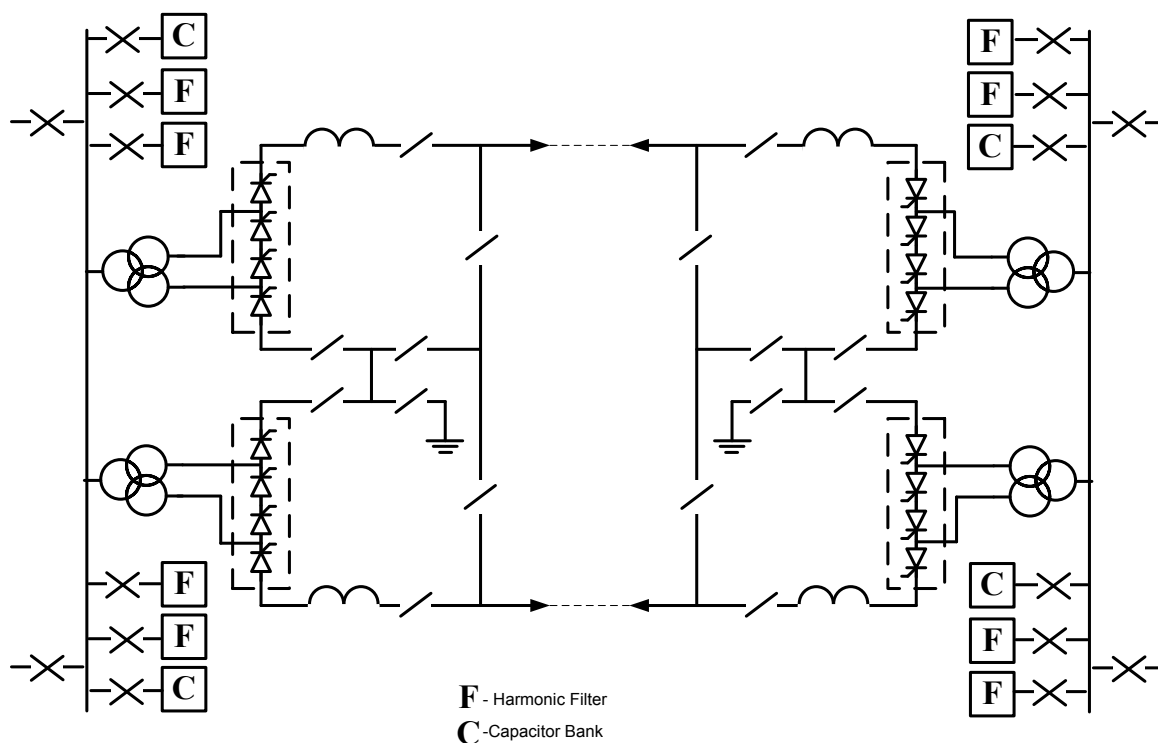


Figura 2. Diagrama de inserție a curentului constant DC („Back-to-Back”)

Pentru racordarea frecvenței, este necesară efectuarea unei rotații circulare a fazei tensiunii de ieșire în raport cu faza tensiunii de intrare. Un astfel de proces poate fi realizat pe baza instalațiilor statice de transformare care utilizează transformatoare transversal de rapel. Vectorul tensiunii de impuls suplimentar este situat la un unghi de 90° în raport cu vectorul tensiunii de fază a rețelei și oferă o deplasare de fază a tensiunii în intervalul:

$$\pm\psi = \arctg\left(\frac{U_n}{3 \cdot U_\phi}\right) = \pm 30^\circ, \quad (1)$$

unde U_n este tensiune liniară; U_ϕ - tensiune de fază.

La împărțirea unei perioade de racordare a frecvenței la fiecare 60°, obținem șase sectoare cu cu segmente liniare care descriu cercul. În consecință, pentru asigurarea rotirii circulare a fazei tensiunii la fiecare 60°, se va efectua comutarea cheilor de control „brut”.

Instalația propusă din Figura 1, este compusă din patru dispozitive transformatoare interconectate, notate pentru comoditate în descrierea proceselor aparente în ele prin: $TS1.1$, $TS1.2$, $TR1.1$, $TR1.2$. Sectoarele în care funcționează instalațiile sunt numerotate prin cifre romane. Convertorul (Figura 1) poate fi împărțit condiționat în două canale. Primul canal este format din unitățile de transformare $TS1.1$ și $TR1.1$, care sunt rotite unele față de altele într-un

unghi de 60° . Al doilea canal este format din $TS1.2$, $TR1.2$, care nu este deplasat unul față de celălalt. Diagrama vectorială de tensiune a instalațiilor transformatoare în starea lor inițială este prezentată în Figura 3.

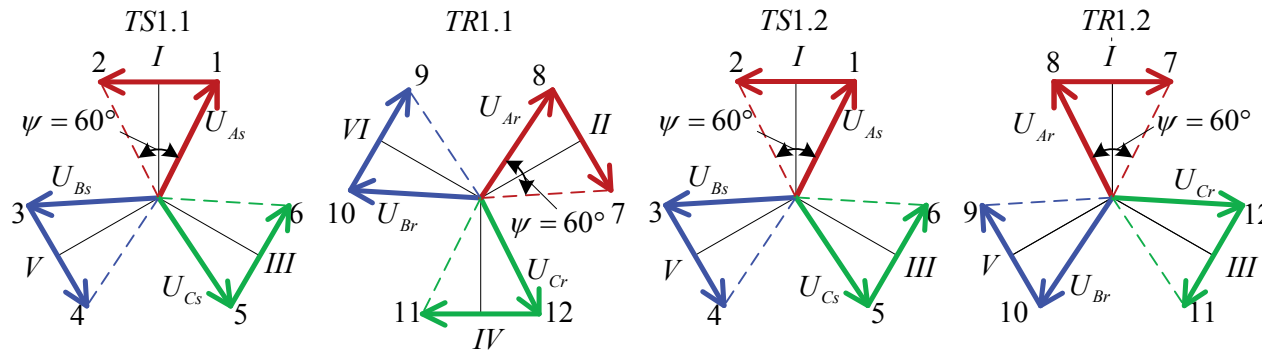


Figura 3. Diagrama vectorială de tensiune a instalațiilor transformatoare în stare inițială

În starea inițială, tensiunea de intrare U_{As} și tensiunea de ieșire U_{Ar} sunt deplasate pe fază cu un unghi de 30° , datorită faptului că înfășurările primare ale instalației sunt conectate în circuit de zig-zag, iar înfășurările de control „fin” de la tensiunile de intrare și de ieșire sunt incluse complet în schema instalației.

Procesul de rotație circulară a fazei tensiunii de ieșire în raport cu cea de intrare, este examinat pe exemplul fazei „A”. Schimbarea unghiului deplasării de fază între tensiunea de ieșire și intrare este determinată prin metoda de secționare și de poziția comutatearelor înfășurărilor de control „fin”. În cel de-al doilea canal al dispozitivului, este asigurată deplasarea tensiunii de fază cu 60° între tensiunea de ieșire și intrare (sectorul $I - TR1.2$), iar înfășurările de control sunt scoase din funcțiune. La sfârșitul procesului de reglare „fină” în cel de-al doilea canal, sunt declanșate cheile reglării „brute” ale ambelor canale. Drept urmare, al doilea canal este deconectat, iar primul canal (sectorul $II - TR1.1$) este pus în funcțiune. După punerea în funcțiune a primului canal este realizată reglarea „fină”, care oferă o deplasare de fază în continuare între tensiunea de ieșire și intrare cu un unghi de 60° . Rezultatul funcționării instalației în sectoarele I și II constă în asigurarea deplasării de fază de 120° între tensiunea de intrare și ieșire.

Funcționarea secvențială ulterioară a fiecărui canal al instalației, a comutatoarelor controlului „brut” și „fin” este asigurată de rotirea tensiunii fazei „A” de la un sector la altul. Diagramele de tensiune vectorială care ilustrează funcționarea instalației într-o singură rotație sunt prezentate în Figura 4.

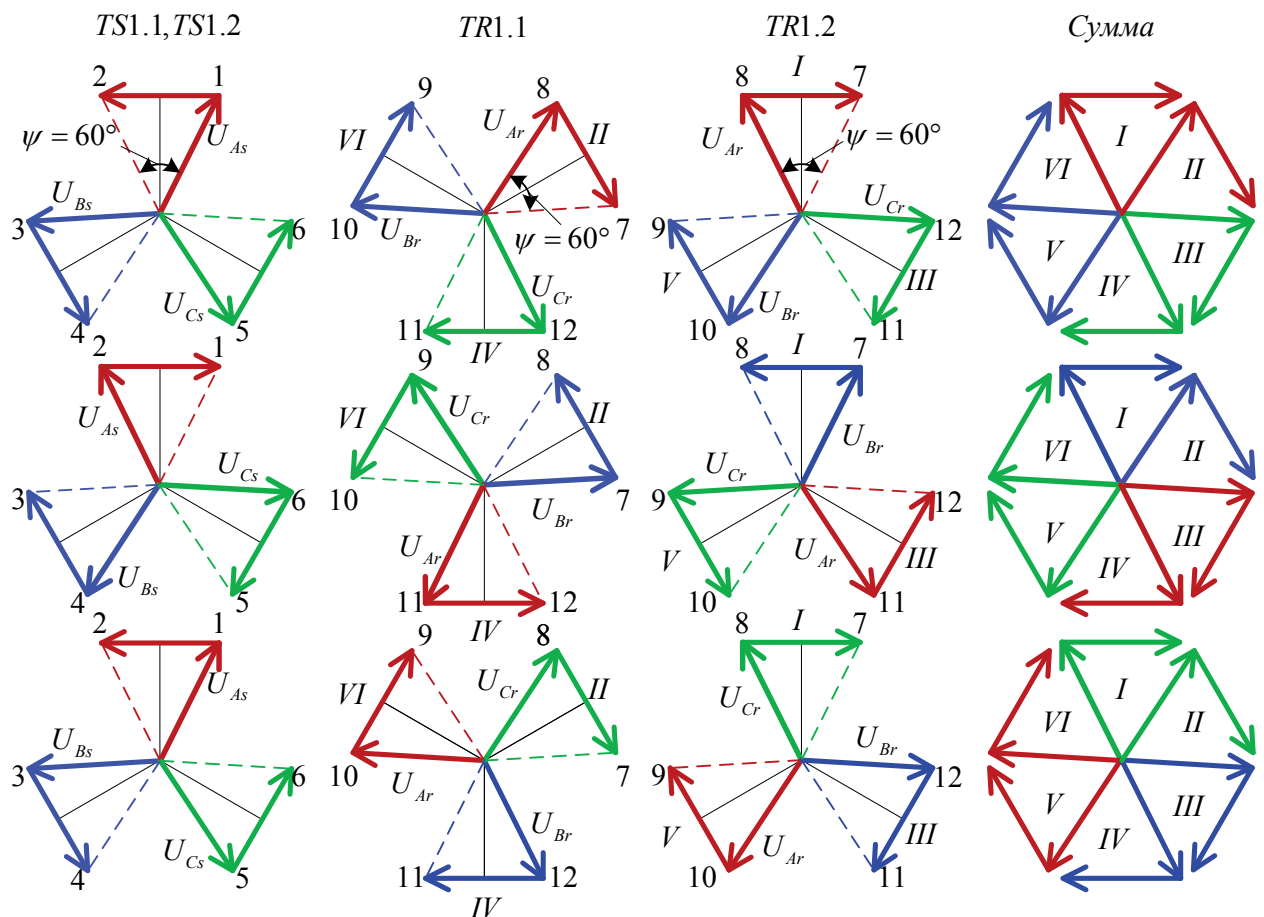


Figura 4. Diagramele vectoriale de tensiune care ilustrează funcționarea instalației într-o singură rotație

Din analiza diagramelor vectoriale prezentate în Figura 4 este vizibil că în timpul unei perioade de racordare a frecvenței, instalațiile *TR1.1* și *TR1.2* au făcut o rotație în raport cu starea lor inițială, iar instalațiile *TS1.1* și *TS1.2* au fost rotite cu un unghi de 180° în raport cu starea inițială.

Din cele de mai sus rezultă că procesul de racordare a frecvenței în această etapă nu poate fi considerat finalizat, deoarece dispozitivele de pe partea sistemului de alimentare nu au finalizat o rotație completă, prin urmare, procesul de rotație a fazei tensiunii de ieșire în raport cu tensiunea de intrare pe instalațiile *TR1.1* și *TR1.2* trebuie repetat, asigurând o rotație dublă a tensiunii de ieșire. Diagramele vectoriale ale tensiunilor ambelor canale ale convertorului în procesul de reglare „brută” cu comutare la fiecare 120° sunt prezentate în Figura 5.

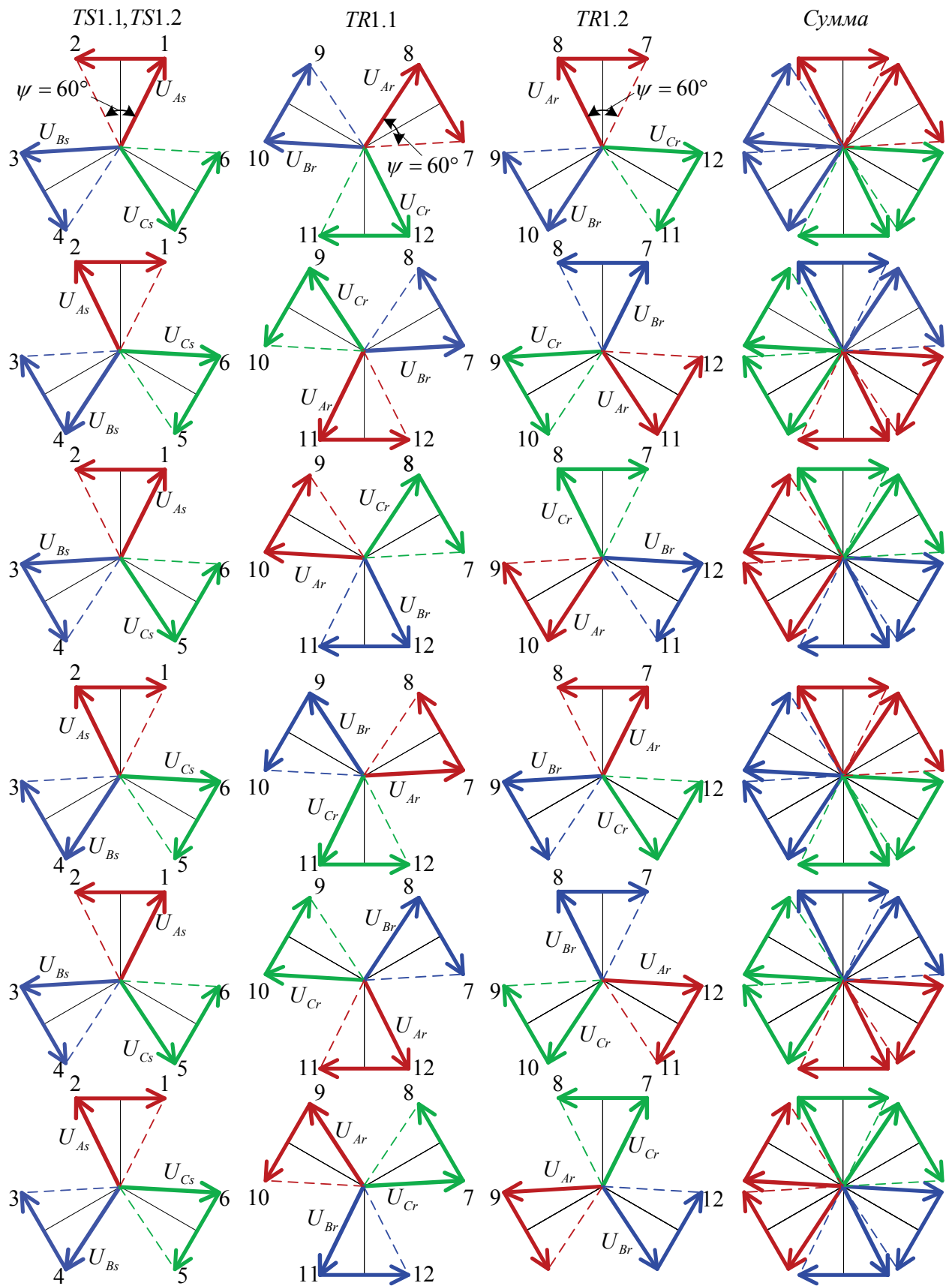


Figura 5. Diagrame vectoriale care explică strategia de reglare „brută”

Legea de dirijare cu cheile comutatoare de putere, corespunzătoare strategiei de reglare „brută”, este prezentată în Figura 6.

S1	$N_{\hat{e}_p}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S2	$N_{\hat{e}_p}$	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
S3	$N_{\hat{e}_p}$	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
S4	$N_{\hat{e}_p}$	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73
S5	$N_{\hat{e}_p}$	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
S6	$N_{\hat{e}_p}$	144	143	142	141	140	139	138	137	136	135	134	133	132	131	130	129	128	127	126	125	124	123	122	121

Figura 6. Legea de dirijare cu cheile comutatoare de putere la reglare „brută”

Înfășurările de comandă ale convertizorului static de frecvență reprezintă o unitate-bloc de reglare „fină”, format dintr-o înfășurare de reglare secționată corespunzător cu un set de comutatoare de putere. Pentru cercetare, sunt elaborate două variante de secționare a înfășurărilor de reglare și legile de reglementare:

1. Cheia comutatoare de putere și legea de control, ce realizează o strategie de reglare în 24 de poziții. Pasul de comutare este de 5° . Schema și legea de control sunt prezentate în Figura 6 și 7, respectiv.

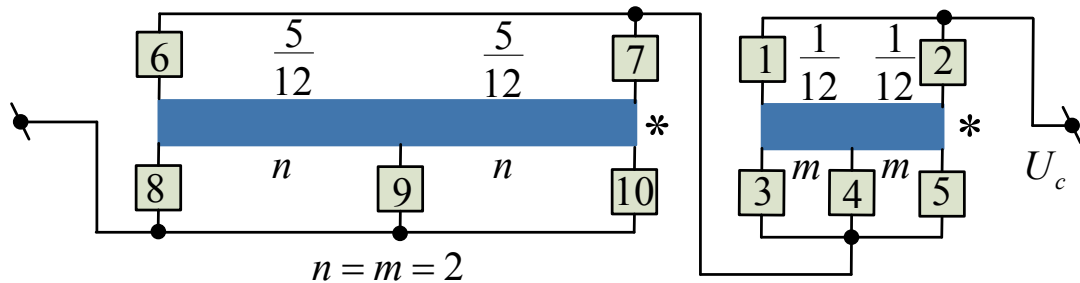


Figura 6. Înfășurarea de control a convertizorului cu secționare în 24 de poziții de comutare

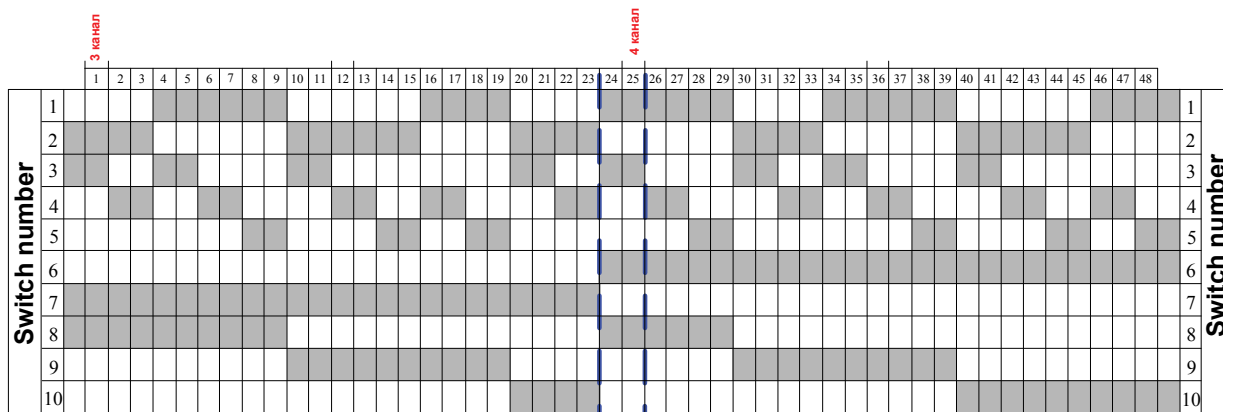


Figura 7. Strategia de control a convertizorului cu rezoluția pasului de 5°

Legea de control cu cheia comutatoare de putere la realizarea strategiei de reglare în 48 de poziții. Pasul de comutare este de $2,5^\circ$. Schema de comutare și legea de control sunt prezentate în Figura 8 și 9, respectiv.

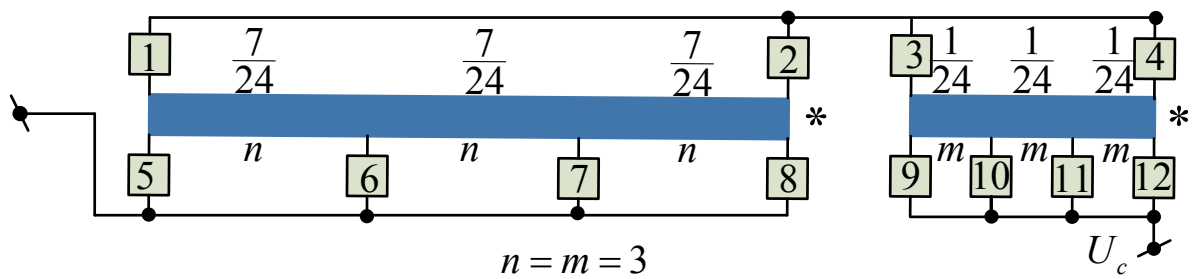


Figura 8. Înfășurarea de control a convertizorului secționat în 48 de poziții de comutare

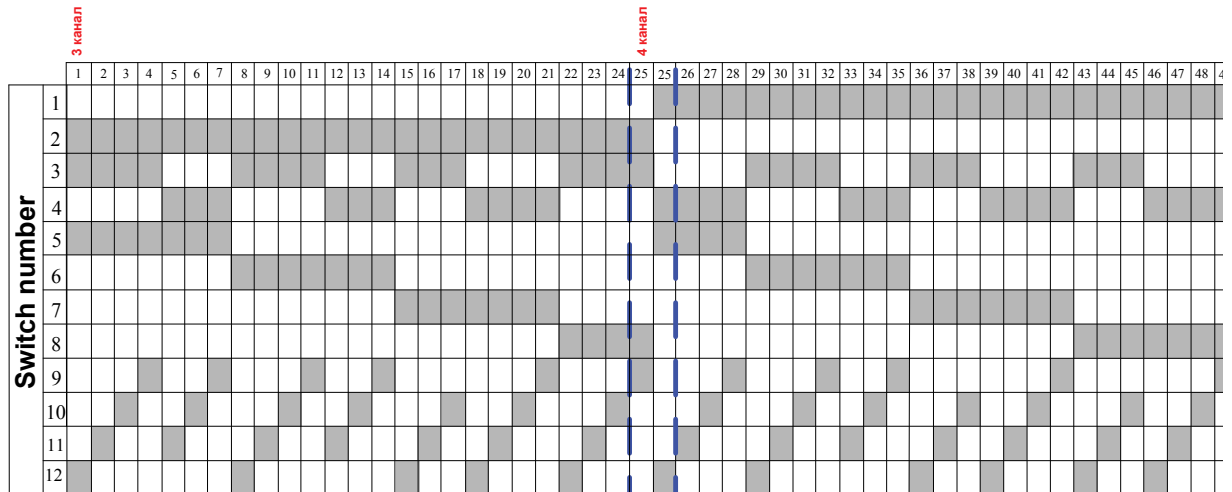


Figura 9. Strategia de control a convertizorului cu rezoluția pasului de 2,5°

Secționarea înfășurării și legea comutării la 48 de poziții permit reducerea pasului de trecere de la 5 grade (la comutarea cu 24 de poziții) la 2,5 grade și poate îmbunătăți calitatea conversiei. Avantajul comutării elaborate, comparativ cu cel tradițional, este că în timpul reglării numărul cheilor conectate în serie în funcțiune rămâne întotdeauna egal cu 4, indiferent de numărul treptelor de reglare, ceea ce ameliorează semnificativ indicatorii de fiabilitate.

Pentru schemele de control propuse sunt valabile următoarele expresii:

Gradul maxim de discreditate a înfășurării de comandă – n , gradul minim de discreditate a înfășurării de comandă – m .

Tensiunea bobinei de control

$$U_c = mU_m + nU_n \quad (2)$$

Tensiunea secțiunii înfășurării de comandă cu pasul minim de discreție

$$U_m = \frac{U_c}{m + n(1 + 2m)} = \frac{U_c}{p} \quad (3)$$

Tensiunea secțiunii înfășurării de comandă cu pasul maxim de discreție

$$U_n = (1 + 2m)U_m \quad (4)$$

Numărul total al treptelor de reglare

$$q = 1 + 2[m + n(1 + 2m)] \quad (5)$$

2. Condiții de simulare

Parametrii regimurilor înfășurărilor convertizorului static sunt acceptați după cum urmează:

$$U_{SM1} = U_{SN1} = U_{RM1} = U_{RN1} = 133V ;$$

$$I_{SM1} = I_{SN1} = I_{RM1} = I_{RN1} = 24A ;$$

$$U_{SM2} = U_{SN2} = U_{RM2} = U_{RN2} = 345V ;$$

$$I_{SM2} = I_{SN2} = I_{RM2} = I_{RN2} = 7A ;$$

$$U_{SM3} = U_{SN3} = U_{RM3} = U_{RN3} = 345V ;$$

$$I_{SM3} = I_{SN3} = I_{RM3} = I_{RN3} = 7A ;$$

$$U_{SM4} = U_{SN4} = U_{RM4} = U_{RN4} = 57,5V ;$$

$$I_{SM4} = I_{SN4} = I_{RM4} = I_{RN4} = 12A ;$$

$$U_{SM5} = U_{SN5} = U_{RM5} = U_{RN5} = 57,5V ;$$

$$I_{SM5} = I_{SN5} = I_{RM5} = I_{RN5} = 12A .$$

Experimentele de calcul au fost realizate în baza modelelor structurale de simulare, cu respectarea următoarelor condiții:

- timpul estimat de simulare $t = 2$ secunde;
- tensiunea sistemului de recepție și transmisie $U_s = U_r = 230V$;
- unghiul sistemului de transmitere $\delta_s = 0^\circ$;
- puterea activă a fost transmisă de la sistemul energetic S la sistemul energetic R ;
- valoarea puterii active transmise constituie $P_r = 5700W \pm 10\%$;
- curentul la ieșirea instalației pentru toate încercările de calcul a fost menținut la un nivel de $I_r = 24A \pm 10\%$, care corespunde valorii nominale;
- unghiul de transmisie a fost schimbat pe partea sistemului de recepție datorită reglării cu semn negativ în intervalul $\delta_{sr} = 0^\circ \div -60^\circ$;
- corelațiile de frecvență ale sistemelor de recepție și transmisie sunt acceptate după cum urmează: 60-50Hz, 50-60 Hz, 50-49,6 Hz;
- în funcție de condițiile experimentului de calcul, puterile sistemelor de transmitere și primire erau raportate între ele fiind 1:1, 1:10, 1:100, 1:1000;
- Parametrii modelelor structurale de simulare sunt acceptate ținând cont de posibilitatea creării unei mostre de laborator al convertorului.

Procesul de cercetare a cuprins efectuarea următoarelor experimente:

- funcționarea convertorului pentru sarcină activă;

- funcționarea convertorului pentru sistemul de recepție printr-o LEA la treizeci de grade;
- funcționarea convertorului în sistemul de recepție prin intermediul inductorului (drosel).

Pentru analiza calității conversiei de frecvență și a transmisiei de putere, s-au utilizat următorii parametri de regim:

- gradul de stabilitate (deviere) al puterii active transmise pe sistemul de transmisie $\partial P_s, \%$ și de recepție $\partial P_r, \%$;
- coeficientul de distorsiune armonică a curentului pe sistemul de transmisie $THD(I_s), \%$ și de recepție $THD(I_r), \%$.

3. Regimuri de funcționare a instalației la sarcină activă

Condițiile realizării experimentului de calcul:

- alimentarea sarcinii este realizată de sistemul de transmisie S cu parametrii descriși în capitolul 2;
- convertorul este modelat conform schemei din Figura 1;
- legile de reglare „brută” și „fină” sunt prezentate în Figurile 6, 7, și, respectiv, Figurile 8, 9;
- valoarea sarcinii constituie $R_H = 90\Omega$, care asigură sarcina nominală a instalației;
- realizarea experimentului de calcul pentru coraporturi de frecvență, menționate în capitolul 2;
- alimentarea sarcinii active a fost realizată conform schemelor din Figura 10 și 11.

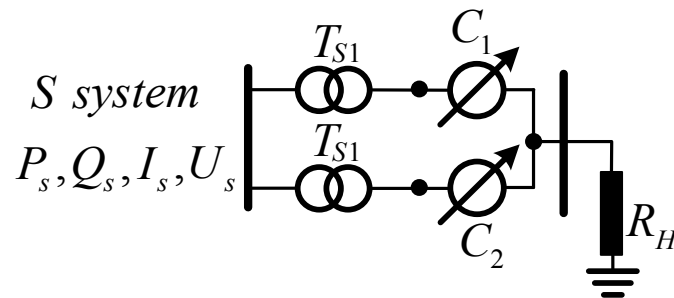


Figura 10. Schema experimentului de funcționare a convertorului cu 2 canale pentru sarcină activă

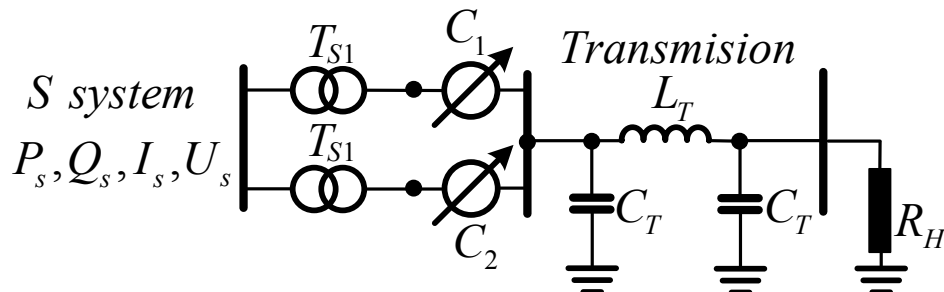


Figura 11. Schema experimentului de funcționare a convertorului cu 2 canale pentru sarcină activă prin LEA 30°

Rezultatele experimentelor de calcul sub aspectul curbelor (undelor) pentru conversia a 60Hz la 50Hz și cu diverse discretitudini ale reglării „fine” (*a* - pentru 24 poziții de comutare, *b* - pentru 48 poziții) la alimentarea sarcinii active conform schemei din Figura 10, sunt prezentate

de exemplul din Figura 12-15. Rezultatele obținute a experimentelor de calcul cu alte combinații de frecvențe și variante de conectare la sarcină, sunt prezentate sub forma oscilogramelor și tabelelor din Anexa 1.

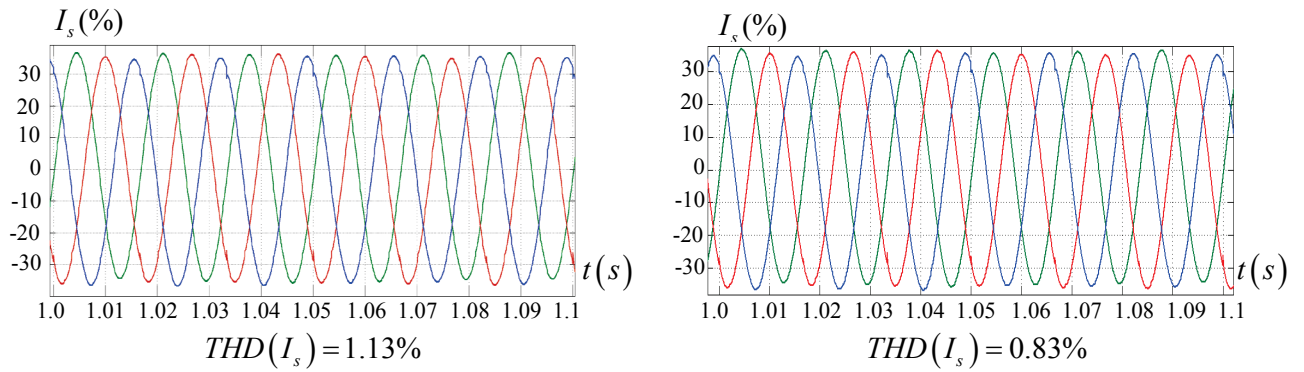


Figura 12. Oscilogramele curenților la sistemul de transmisie I_s

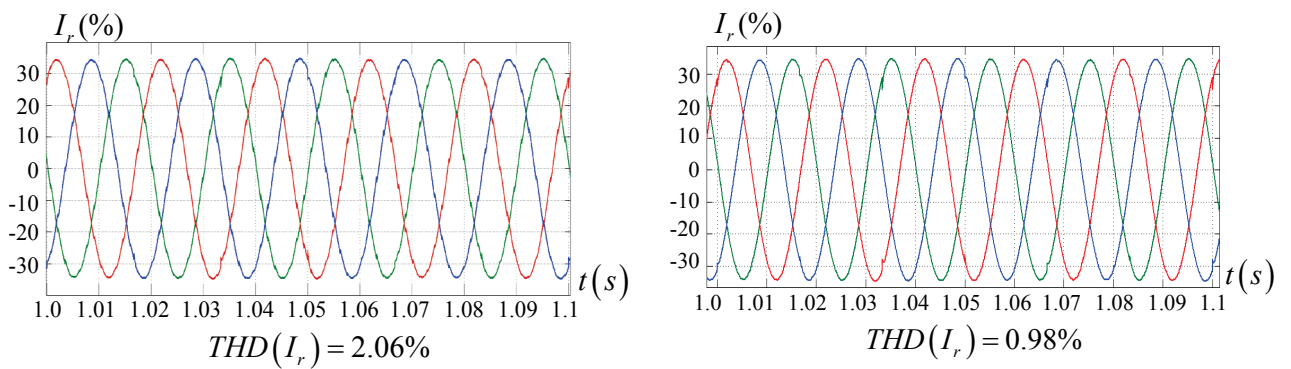


Figura 13. Oscilogramele curenților la sistemul de recepție I_r

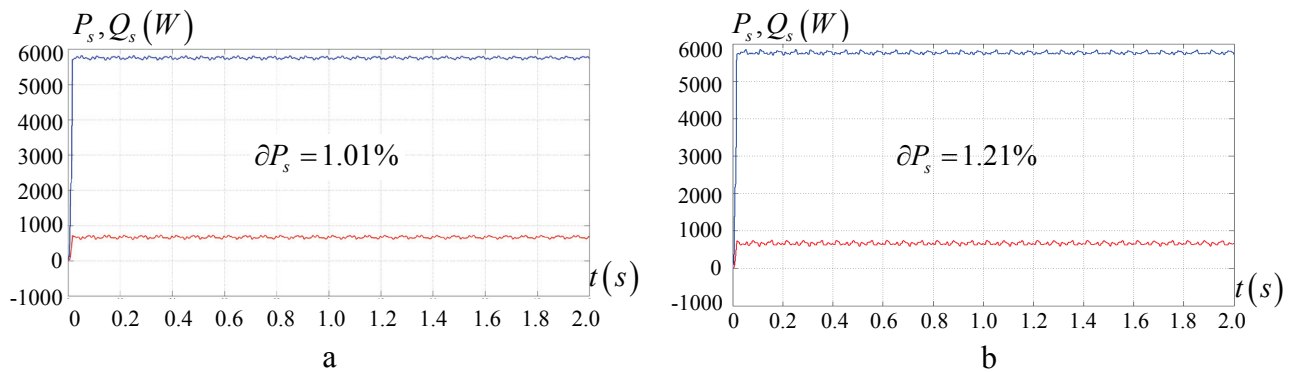


Figura 14. Puterea activă și reactivă la sistemul de transmisie

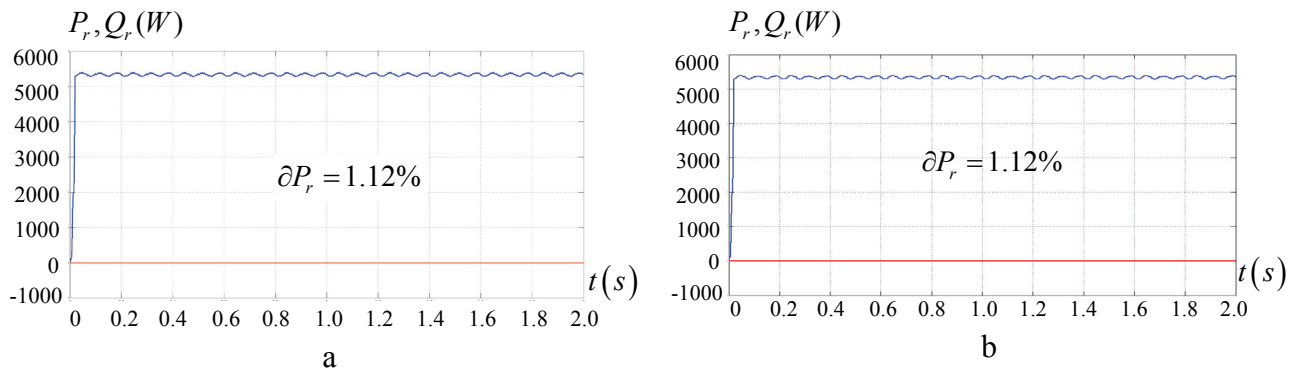


Figura 15. Puterea activă și reactivă la sistemul de recepție

În baza datelor din Anexa 1 pentru analiză comparativă în Figurile 16-19 sunt date histograme pentru diferite frecvențe de alunecare și cu diferite discretități ale „reglării fine”. Parametrii de funcționare cu indicele „L” sunt indicați pentru varianta de alimentare a sarcinii conform schemei din Figura 11, iar fără indice - Figura 10.

Prin litere sunt marcate:

a - gradul de stabilitate al puterii active transmise, b - este coeficientul de distorsiune neliniară a curentului pe sistemul de transmisie $THD(I_s), \%$ și de recepție $THD(I_r), \%$.

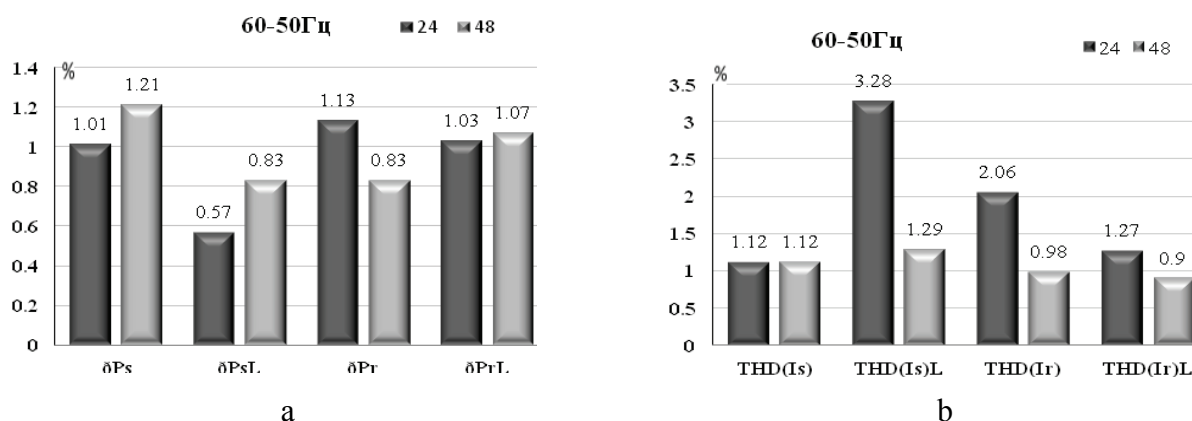


Figura 16. Diagramele parametrilor regimului care determină calitatea conversiei la transmiterea puterii de la un sistem de 60 Hz la o sarcină activă cu funcționare la 50 Hz

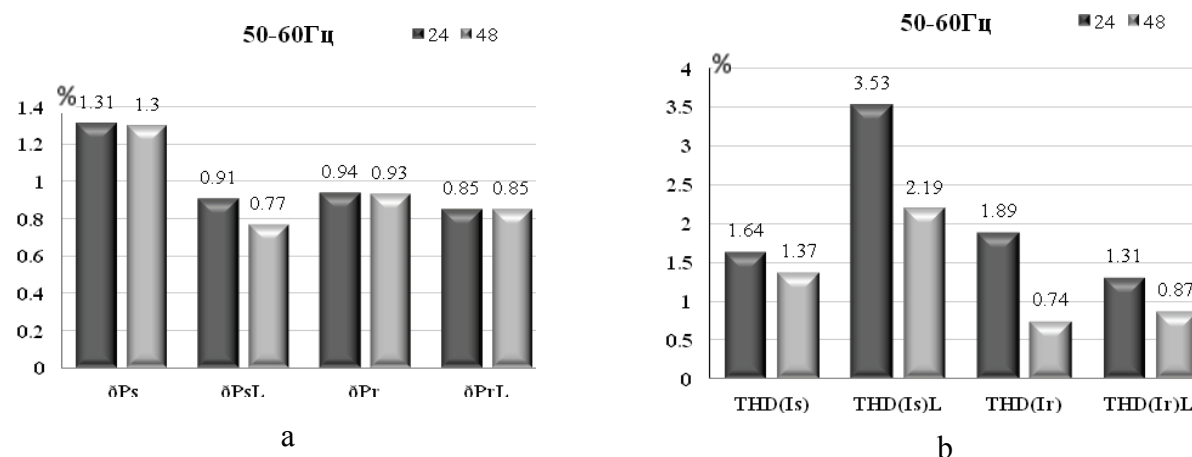


Figura 17. Diagramele parametrilor regimului care determină calitatea conversiei la transmiterea puterii de la un sistem de 50 Hz la o sarcină activă cu funcționare la 60 Hz

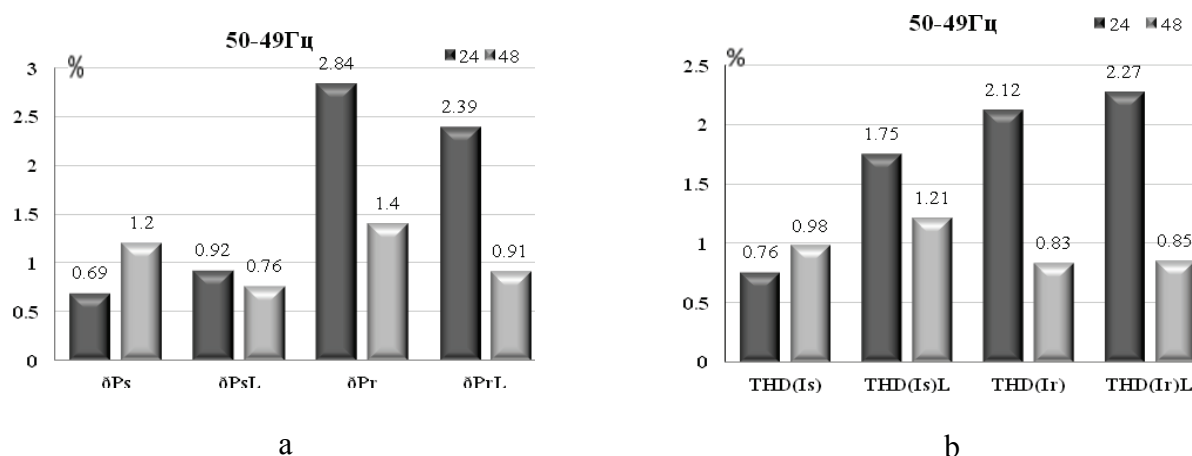


Figura 18. Diagramele parametrilor regimului care determină calitatea conversiei la transmiterea puterii de la un sistem de 50 Hz la o sarcină activă cu funcționare la 49 Hz

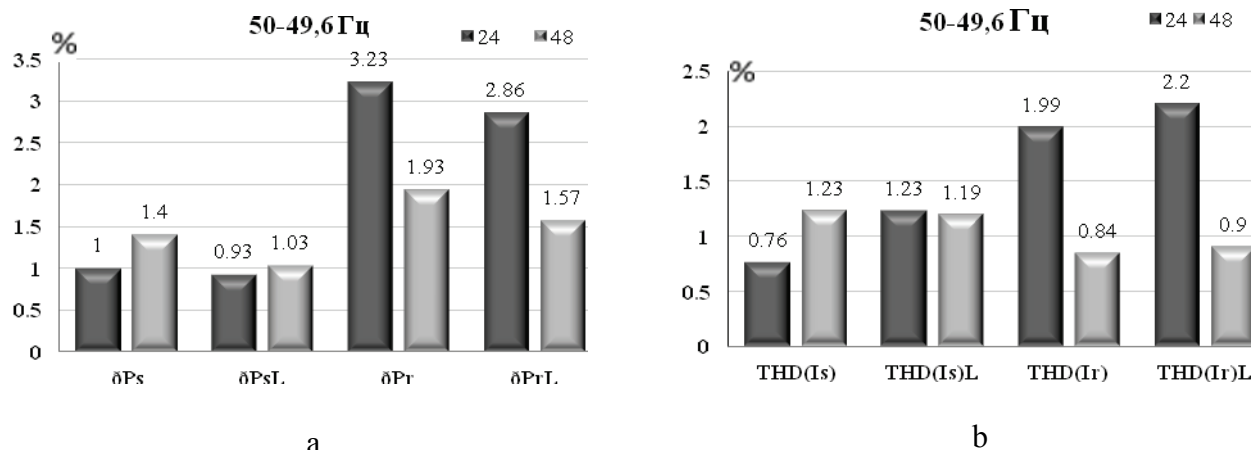


Figura 18. Diagramele parametrilor regimului care determină calitatea conversiei la transmiterea puterii de la un sistem de 50 Hz la o sarcină activă cu funcționare la 49,6 Hz

Analizând rezultatele experimentelor de calcul, putem deduce următoarele concluzii:

- la funcționarea pentru sarcină, valoarea fluctuațiilor de putere la sistemul de primire cu o lege de comutare la 48 de poziții este mai mare, decât la una cu 24 de poziții cu diferite tipuri de conversie a frecvenței. În plus, cu cât diferența este mai mare, cu atât frecvența de alunecare este mai mică. Aceeași natură a fluctuației de putere este observată la funcționare pentru o sarcină activă prin LEA, singura diferență fiind că valoarea absolută a devierii de la medie scade cu aproximativ 30-40%;

- pe sistemul de recepție, utilizarea reglării în 48 de poziții este mai eficientă decât controlul cu 24 de poziții. Efectul maxim este observat la o frecvență de alunecare de 0,4 și 1 Hz. Însă, de remarcat faptul că, în acest caz, abaterea este semnificativ mai mică decât la conversia la 10 Hz. La o frecvență de alunecare de 10 Hz, mărimea fluctuației de putere este apropiată ca valoare atât la alimentarea sarcinii prin LEA, cât și fără aceasta.

În general, la diferite frecvențe de alunecare între sistemele de transmisie și recepție, gradul de oscilație este:

- pentru sistemul de transmisie se află în intervalul $0,69 \div 1,4\%$, iar la funcționare prin linii electrice – în intervalul $0,57 \div 1,03\%$,
- pentru sistemul de recepție se află în intervalul $0,83 \div 3,23\%$, iar la funcționare prin LEA – în intervalul $0,85 \div 2,86\%$.

Reieșind de mai sus expuse, putem concluziona despre un nivel suficient de ridicat al stabilității puterii transmise în procesul de conversie a frecvenței.

La analiza $THD(I_s)$ a curenților din sistemul de transmitere se poate concluziona că variantele cu 24 și 48 poziții de reglare sunt aproximativ egale. Este evident că cea mai mică valoare a coeficientului de denaturare neliniară apare în cazul unei frecvențe de alunecare de 0,4 și 1 Hz. Iar valoarea maximă este la transmiterea puterii de la o frecvență joasă la una înaltă (50-60 Hz).

- Conectarea sarcinii prin LEA duce la o creștere semnificativă (mai mult de 2 ori) a coeficienților de denaturare neliniară a curenților de pe sistemul de transmisie pentru varianta de reglare în 24 de poziții, și nu crește semnificativ la 48 de poziții. Trebuie remarcat faptul că la alimentarea sarcinii printr-o linie electrică de transmisie, conversia la varianta de 48 poziții de control asigură o scădere semnificativă a THD, comparativ cu reglarea în 24 de poziții pentru toate regimurile de transformare. Intervalul de reducere a THD poate ajunge la $0,5 \div 2,0\%$;
- Pentru sistemul de recepție, conversia la 48 de poziții de comutare în toate regimurile de conectare a sarcinii și combinații de frecvență este mult mai eficientă decât reglarea cu 24 de poziții. Scăderea coeficientului de distorsiune a curentului THD poate ajunge la $1,0 \div 1,3\%$;
- Efectul maxim de reducere a THD pentru controlul în 48 poziții este observat la sarcină cu o frecvență de alunecare de 0,4 și 1 Hz.

4. Funcționarea convertorului în sistemul de recepție prin LEA la treizeci de grade

Condițiile de simulare:

- Schema experimentului este prezentată în Figura 20;
- puterea este transferată de la sistemul S la sistemul R cu parametri descriși capitolul 2 printr-un convertor conectat în serie la o LEA de treizeci de grade;
- faza tensiunii a sistemului de recepție s-a schimbat în diapazonul negativ pentru a menține sarcina nominală a convertorului;
- instalația a fost controlată conform strategiilor de reglare „brută” și „fină” prezentate în Figura 3, 4 și, respectiv, în Figura 6, 8;
- experimentul de calcul a fost efectuat pentru raporturi de frecvențe și puteri ale sistemelor de transmisie și recepție menționate la capitolul 2.

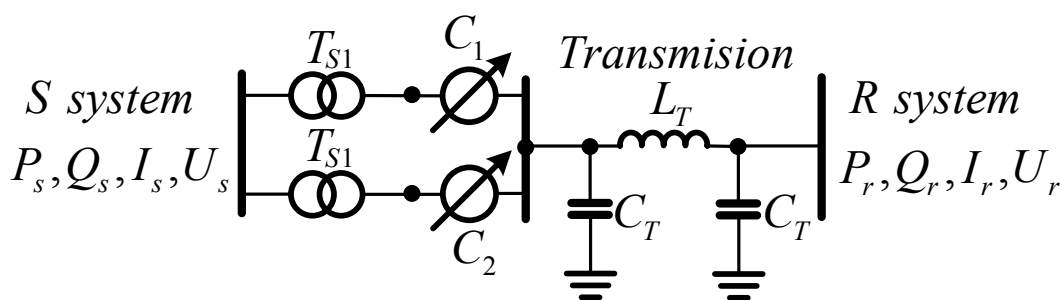


Figura 20. Schema experimentului la funcționarea convertorului cu 2 canale printr-o LEA de treizeci de grade

Rezultatele experimentelor de calcul sub aspectul oscilogramelor de conversie de la 60 Hz la 50 Hz și diverse treptre discretizate ale reglării „fine” în conformitate cu schema din Figura 20, sunt prezentate prin oscilograme și tabele din Anexa 2. Pe baza datelor din Anexa 2 pentru o analiză comparativă în Figurile 21-24 sunt date dependențele parametrilor de funcționare la diferite frecvențe de alunecare și discretitudine a „controlului fin” pentru diferite combinații a puterilor sistemelor energetice de recepție și transmisie.

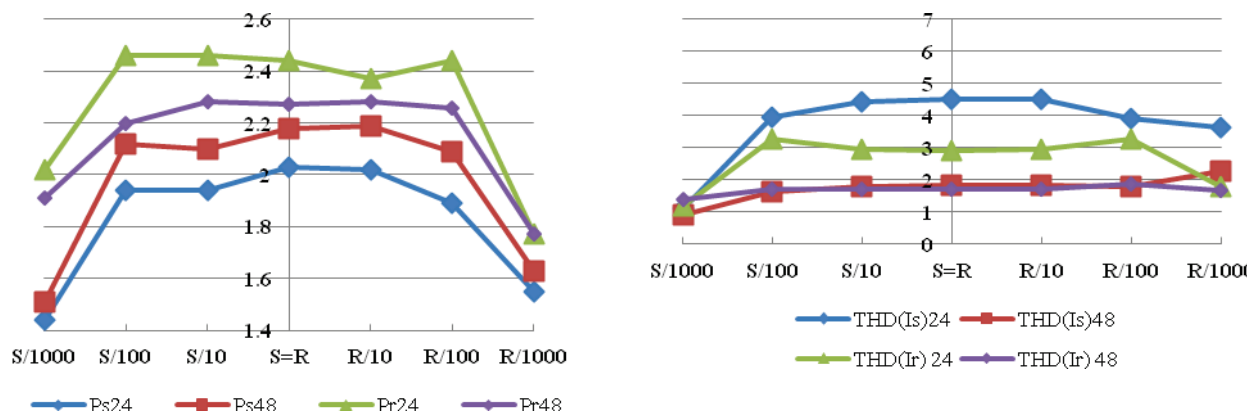


Figura 21. Curbele valorilor parametrilor regimurilor care determină calitatea conversiei în dependență de raportul de putere al sistemelor de transmisie ($S(60Hz)$) și recepție ($R(50Hz)$)

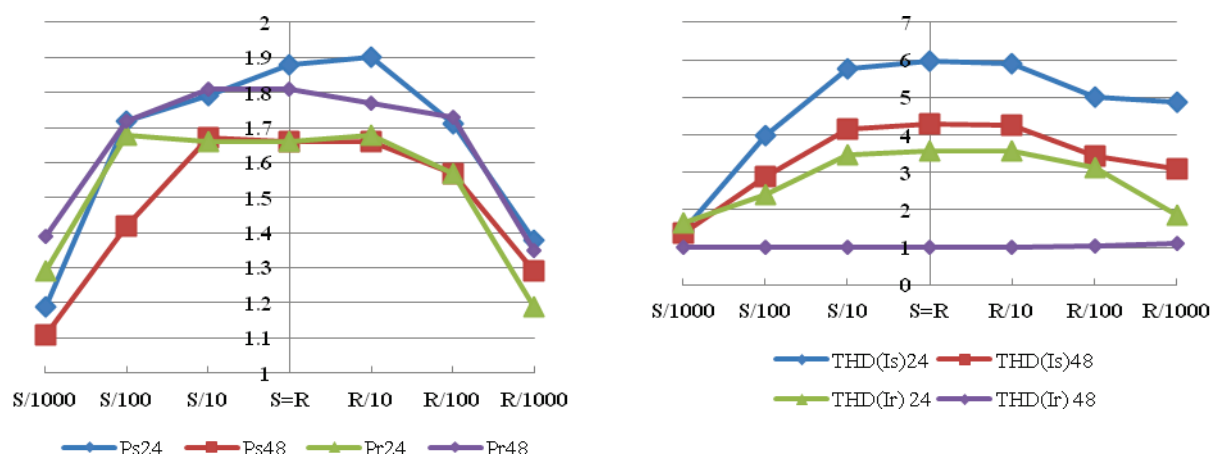


Figura 22. Curbele valorilor parametrilor regimurilor care determină calitatea conversiei în dependență de raportul de putere al sistemelor de transmisie ($R(50Hz)$) și recepție ($S(60Hz)$)

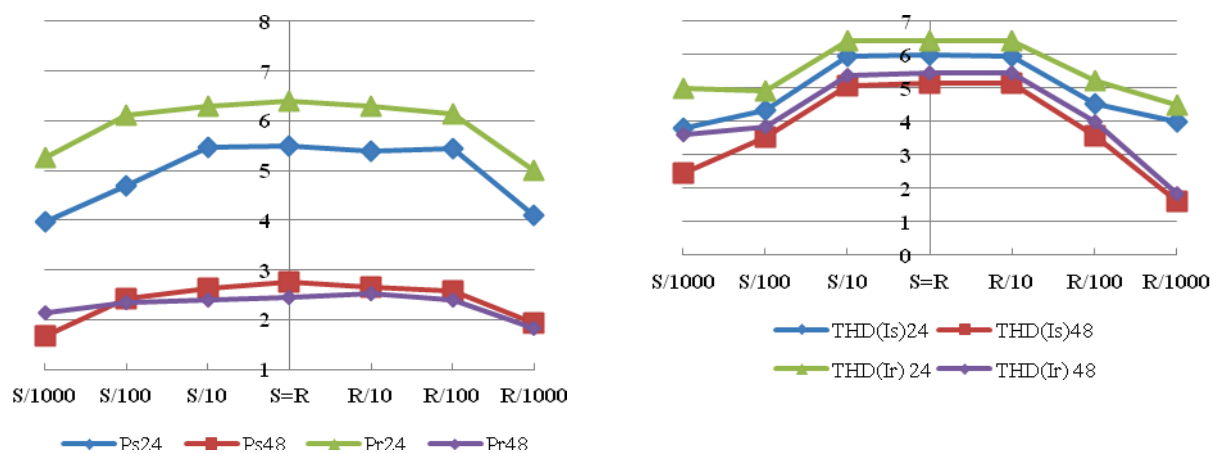


Figura 23. Curbele valorilor parametrilor regimurilor care determină calitatea conversiei în dependență de raportul de putere al sistemelor de transmisie ($R(50Hz)$) și recepție ($R(49Hz)$)

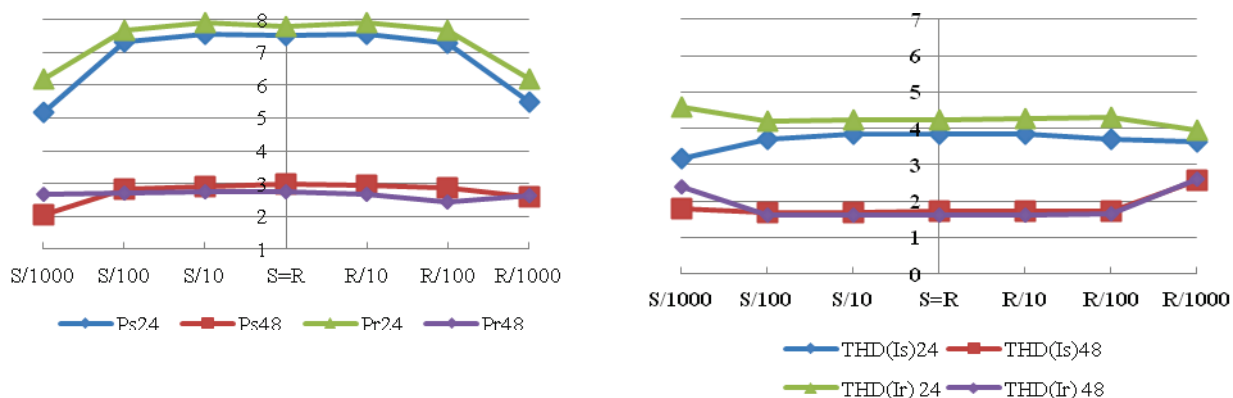


Figura 24. Curbele valorilor parametrilor regimurilor care determină calitatea conversiei în dependență de raportul de putere al sistemelor de transmisie ($R(50\text{Hz})$) și recepție ($R(49.6\text{Hz})$)

Analizând rezultatele experimentelor de calcul, putem ajunge la următoarele concluzii:

- valorile maxime ale oscilațiilor de putere activă la toate frecvențele de alunecare examinate sunt observate la egalitatea puterilor sistemelor de transmisie și recepție, cât la reglare cu 24 de poziții, atât și pentru 48 poziții;
- fluctuațiile de putere activă tind să scadă odată cu creșterea diferenței dintre capacitățile sistemului și ating valori minime la raporturi de 1/1000, ceea ce poate indica eficiența convertoarelor la conectarea de surse mici cu o frecvență de funcționare instabilă (SRE) la sistemul energetic;
- fluctuațiile puterii active sunt cu atât mai intense, cu cât frecvența de alunecare este mai mică între sistemele unificate. Astfel, la o diferență de frecvență de 10 Hz, diapazonul oscilării puterii active (vezi Fig. 21, 22) este de 1,1-2,5% în dependență de direcția transmisiei și la frecvența de alunecare de 0,4-1 Hz este de 1,5-8 % (vezi Fig. 23, 24);
- la frecvențe reduse de alunecare la 48 de poziții de comutare, procentul de oscilație a puterii active este semnificativ mai mic decât în cazul legii de control prin 24 de poziții (de 2-2,5 ori), pentru diferența de frecvență de 10 Hz, deosebirea de funcționare a convertorului de 48 și 24 de poziții nu este așa vizibilă;
- valori maxime ale coeficientului distorsiunii armonice de curent la toate frecvențele de alunecare sunt observate la egalitatea puterilor sistemelor unificate pentru legile de control examinate (Figura 21-23). O excepție este cazul conversiei 50-49,6 Hz, unde valorile coeficientului de distorsiune armonică se modifică ușor la schimbarea puterii sistemelor unificate;
- valoarea coeficientului de distorsiune armonică a curentului este semnificativ mai mică pentru reglarea în 48 de poziții. Acest lucru se observă mai ales la frecvențe joase de alunecare (Figura 21-24);

- coeficientul de distorsiune armonică a curentului curent depinde de direcția de transmitere a puterii de la un sistem cu o frecvență ridicată la un sistem cu o frecvență joasă sau invers.

În general, analiza parametrilor care caracterizează calitatea transformării (Figura 21-24) permite să concluzionăm că legea controlului cu 48 de poziții este mai eficientă. Trebuie menționat că eficiența controlului în 48 de poziții este atât mai mare, cu cât este mai mică diferența de frecvență a sistemelor unificate.

5. Funcționarea convertorului în sistemul de recepție prin inductor (drosel)

Pentru cercetarea influenței inductanței longitudinale L_R asupra calității conversiei la diferite frecvențe de alunecare și diverse discretitudini ale reglării „fine”, s-au efectuat experimente de calcul conform schemei din Figura 25 cu instalarea unui inductor (bobină de reactanță) longitudinal după convertor în direcția sistemului de recepție.

În procesul experimentului era schimbată inductanța droselilor, iar caracteristicile funcționării convertizorului au fost, de asemenea, fixate. Rezultatele experimentale sunt prezentate în tabelele din Anexa 3. Pe baza rezultatelor din Anexa 3, sunt construite dependențele gradului de stabilitate a puterii transmise și THD a curentului pe partea sistemului de transmisie și de recepție de valoarea inductanței droselui cu o valoare constantă a puterii transmise și limitând unghiul de transmisie la 60° (Figura 26-29).

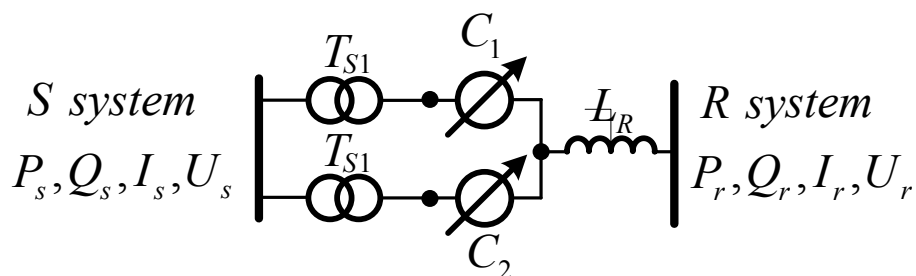


Figura 25. Schema experimentului de calcul

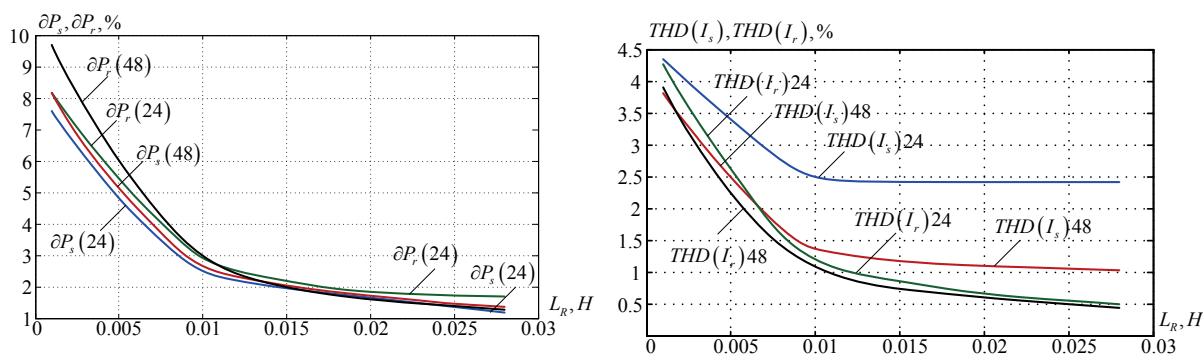


Figura 26. Gradul de oscilație a puterii active și coeficientul de distorsiune armonică a curenților la conversia de 60/50 Hz

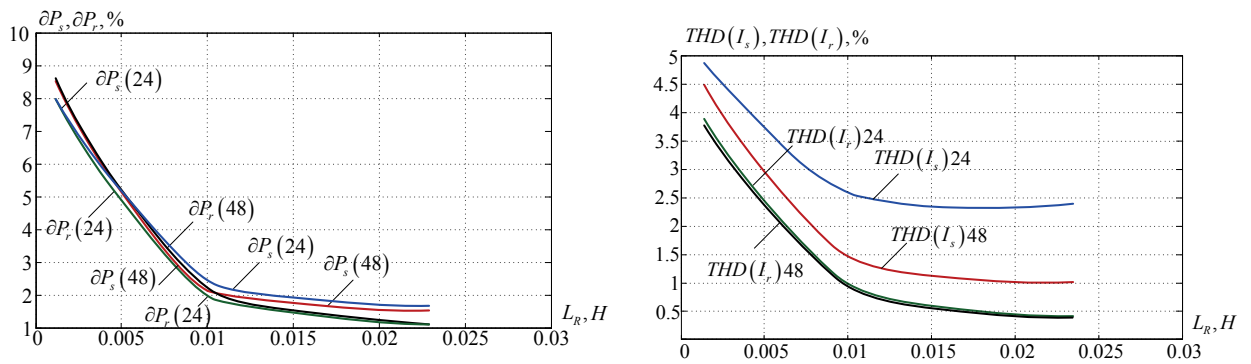


Figura 27. Gradul de oscilație a puterii active și coeficientul de distorsiune armonică a curenților la conversia de 50/60 Hz

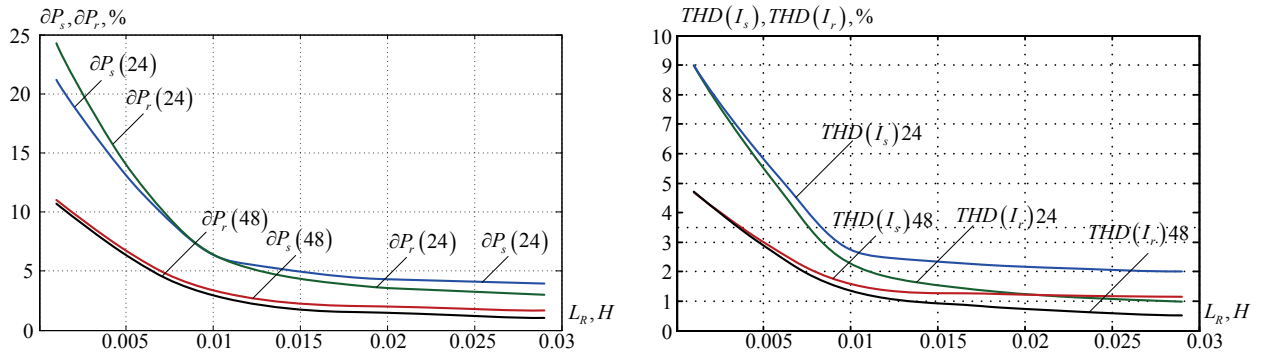


Figura 28. Gradul de oscilație a puterii active și coeficientul de distorsiune armonică a curenților la conversia de 50/49 Hz

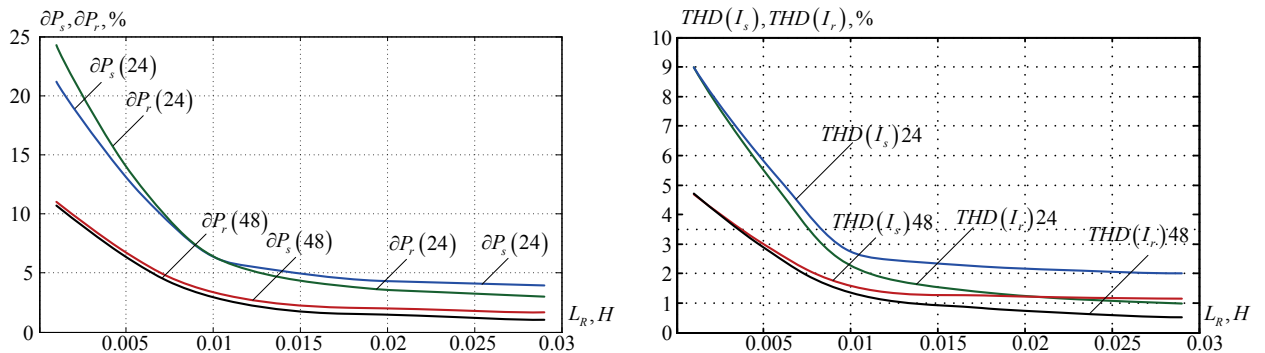


Figura 29. Gradul de oscilație a puterii active și coeficientul de distorsiune armonică a curenților la conversia de 50/49,6 Hz

Analiza dependențelor prezentate duce la concluzia despre eficacitatea utilizării unui inductor longitudinal la instalarea lui după convertizor în direcția sistemului de recepție în ceea ce privește îmbunătățirea calității conversiei. În plus, într-o analiză comparativă a dependențelor din Figurile 26-29 putem concluziona, de asemenea, că utilizarea bobinelor de reactanță este mai eficientă la realizarea strategiei de comutare cu 48 de poziții, comparativ cu o strategie de control pe 24 de poziții a unui convertor cu două canale.

Rezultatele unei analize comparative a parametrilor de transformare în cele mai eficiente regimuri sub formă de histograme sunt ilustrate pentru puteri și curenți în Figura 30, și Figura 31, respectiv.

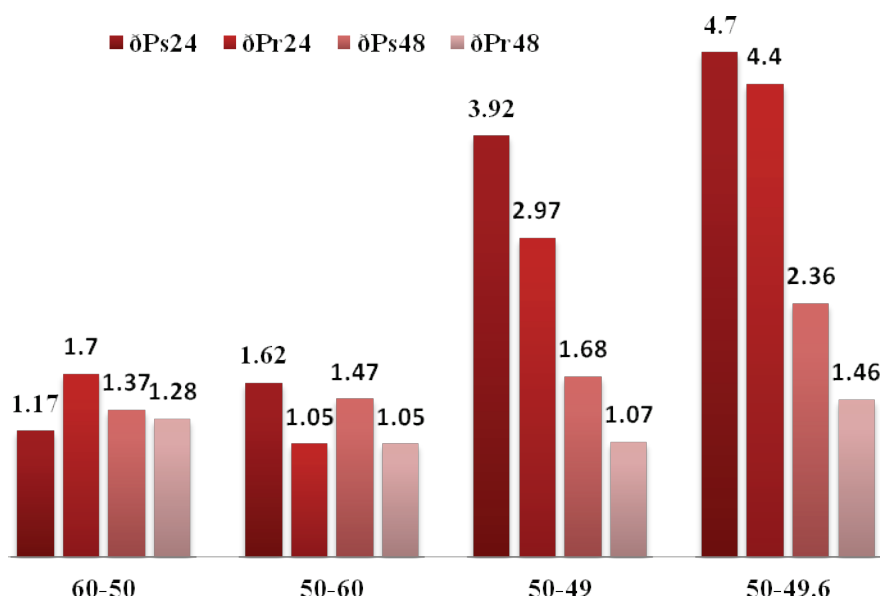


Figura 30. Gradul de oscilație a puterii active la diferite frecvențe de alunecare și gradul de discretitate a reglării

Analizând datele din Figura 30, putem concluziona că la unghiul de transmisie maxim admis, pe măsură micșorării frecvenței de alunecare, calitatea procesului de conversie pentru puterea activă se deteriorează. Aceasta se referă atât pentru sistemele energetice de transmisie, cât și pentru recepție, atât cu reglare de 24, cât și cu 48 de poziții.

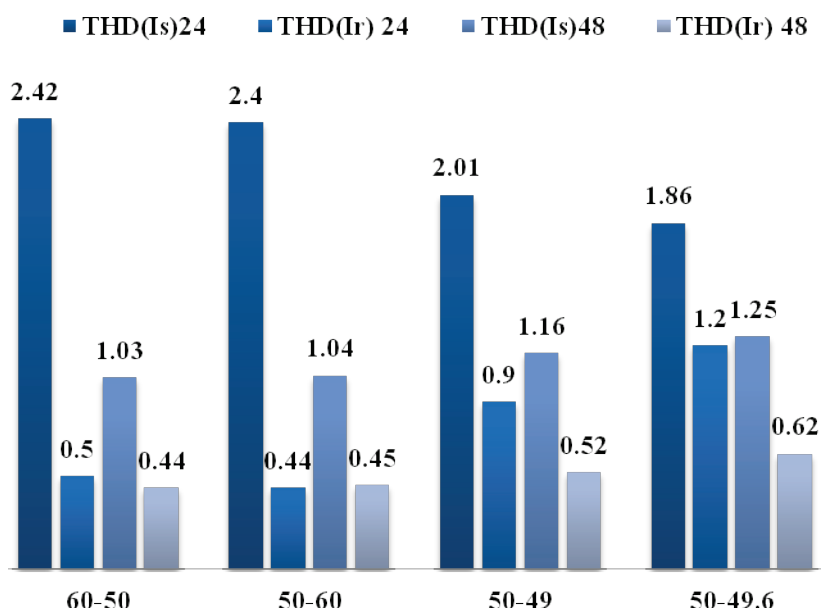


Figura 31. Coeficientul de distorsiune armonică a curenților la diferite frecvențe de alunecare și gradul de discretitudine a reglării

Din informațiile prezentate în Figura 31, putem concluziona că există un avantaj clar al strategiei de control cu 48 de poziții la toate frecvențele de alunecare. Acest efect este mai evident la frecvențele de alunecare de 10 Hz. De menționat că, în acest caz, valorile

coeficientului de distorsiune armonică rămân aproximativ la același nivel, indiferent de frecvența de alunecare dintre sistemele de transmitere și recepție.

Analiza surselor de balansare a energiei intermitente produsă de sursele eoliene (SEE) și fotovoltaice (SEFE), integrate la diferit grad în sistemul electroenergetic național

Rezultatele calculelor efectuate sunt reflectate în Tabelele 3-1 – 3-3 și Figurile 3-1 – 3-3-

Tabelul 3-1. Prețul energiei nivelat pentru 10 ani, 2020-2030, cenți/kWh

		Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5
1	70%SRE+SSE(5%SRE+25%Imp)	11.10	11.10	9.47	9.47	11.10
2	70%SRE+SSE(30%Imp)	11.14	11.13	9.50	9.50	11.13
3	70%SRE+30%TG	9.49	9.59	7.80	7.96	9.05
4	100%TG	7.50	8.32	7.43	8.25	7.73
5	SLB	6.45	6.45	6.38	6.38	6.45
6	As(0.6c/kWh)	6.86	6.86	6.80	6.80	6.86
7	As(0 c/kWh)	7.34	7.34	7.27	7.27	7.34

Tabelul 3-2. Emisiile de CO2 totale în anii 2020-2030, MtCO2

		Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5
1	70%SRE+SSE(5%SRE+25%Imp)	16.10	16.10	16.10	16.10	16.10
2	70%SRE+SSE(30%Imp)	17.08	17.08	17.08	17.08	17.08
3	70%SRE+30%TG	17.08	17.08	17.08	17.08	17.08
4	100%TG	44.01	54.08	44.01	54.08	54.08
5	SLB	30.84	30.84	30.84	30.84	30.84
6	As(0.6c/kWh)	30.84	30.84	30.84	30.84	30.84
7	As(0 c/kWh)	30.84	30.84	30.84	30.84	30.84

Tabelul 3-3. Prețul pentru una tCO2 care duce la egalarea după costuri a scenariului 3-6 și 3-7

Variantele	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5
Prețul pentru una tCO2 care duce la egalarea economică a scenariilor 3 si 6, \$/tCO2	91.8	97.3	27.4	35.6	77.7
Prețul pentru una tCO2 care duce la egalarea economică a scenariilor 3 si 7, \$/tCO2	74.3	79.9	9.9	18.15	60.25

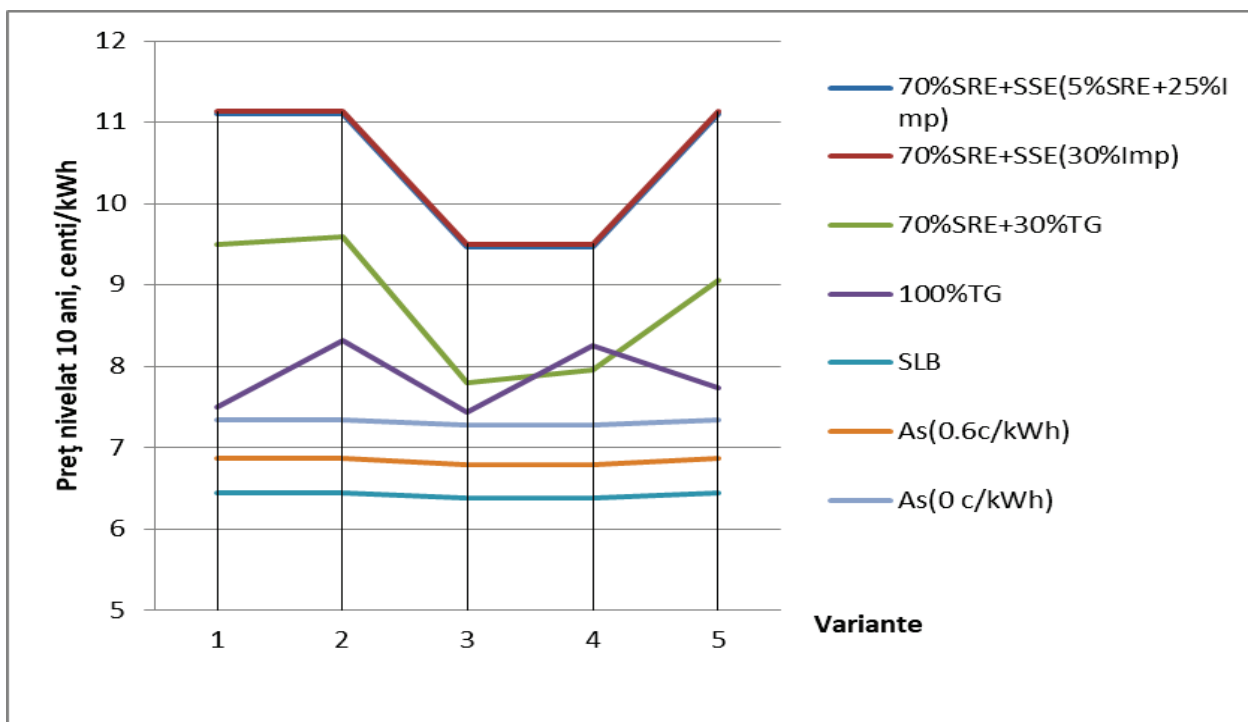


Figura 3-1. Prețul nivelat pentru anii 2020-2030 a energiei produse în cele 7 scenarii de acoperire a cererii de energie, în 5 variante de modificare a parametrilor cheie a surselor examinate

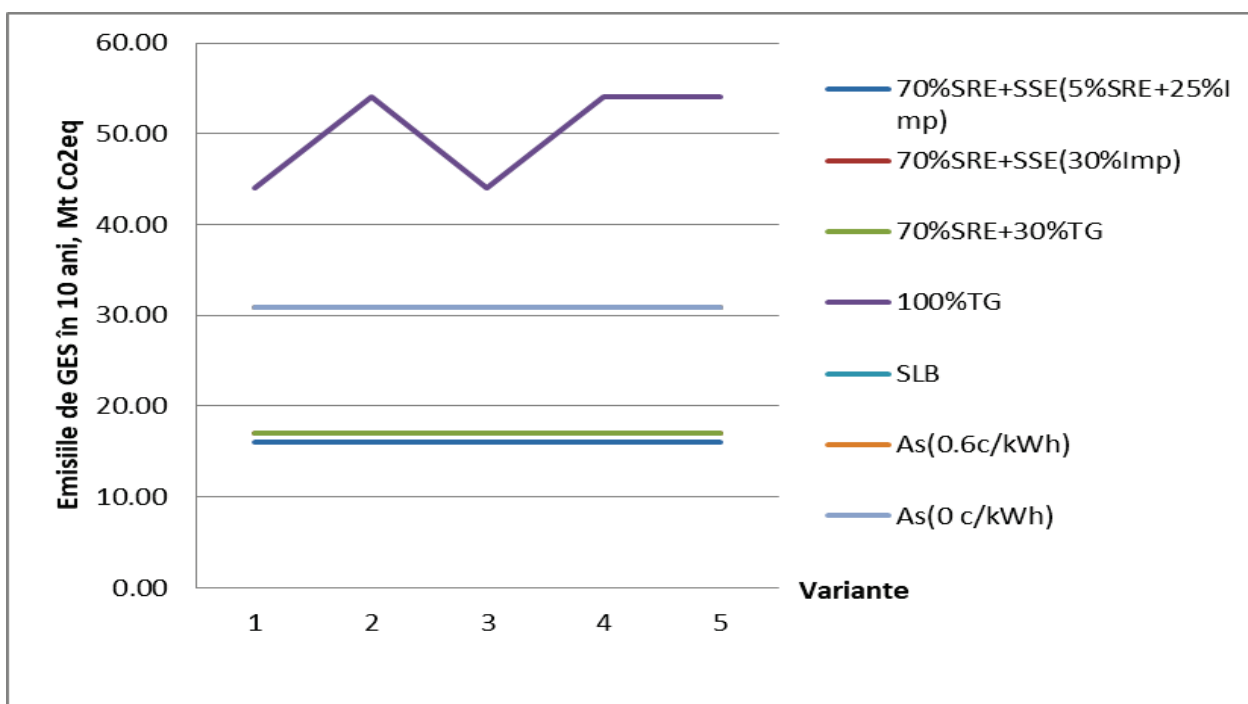


Figura 3-2. Emisiile de GES în 10 ani în cele 7 scenarii de acoperire a cererii de energie, în 5 variante de modificare a parametrilor cheie a surselor examinate

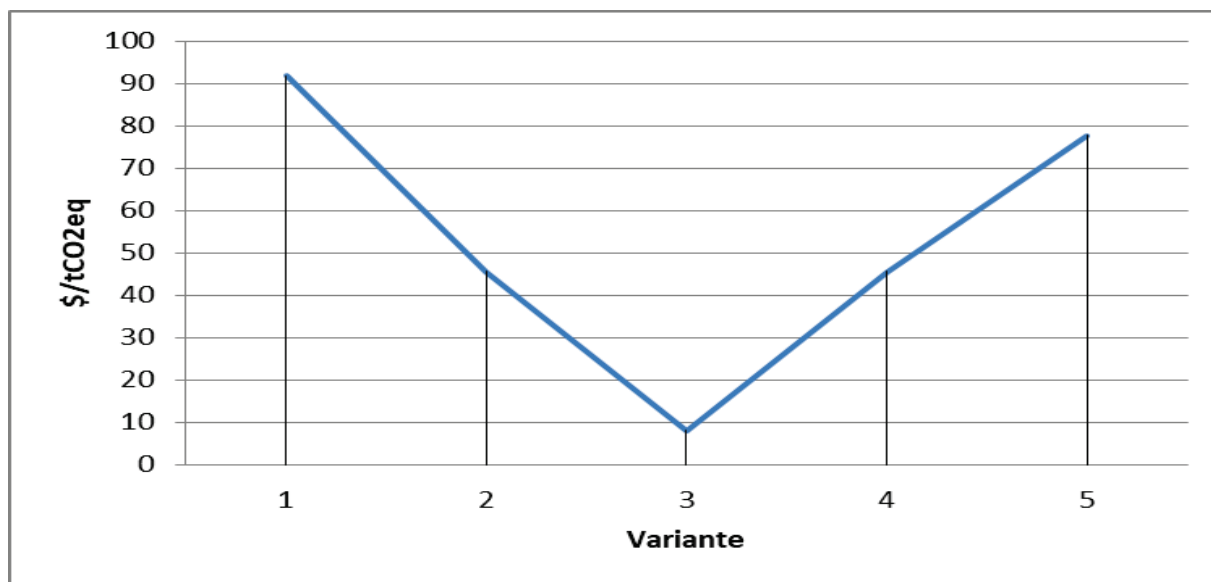


Figura 3-3. Pretul la una tCO₂eq care duce la egalarea după costuri a scenariului 3 și 6

După cum putem observa din Tab. 3-1 și Fig. 3-1, scenariul 70%SRE+SSE(5%SRE+25%Imp) și 70%SRE+SSE(30%Imp) se disting prin cele mai mari prețuri, depășind pe următorul scenariu cu cele mai înalte prețuri, 70%SRE+30%TG, cu cca 14-19%, în dependență de valorile parametrilor cheie considerate, adică în dependență de variantele examinate. Contribuția cea mai însemnată la atingerea unor așa înalte prețuri revine costurilor pentru SSE. Adică, înlocuirea SSE cu turbine pe gaze constituie, din punct de vedere economic, o soluție mult mai fezabilă, decât aplicarea de SSE în tehnologia descrisă în /1/⁶ (bateriile Li-ion și Redox).

La rândul său, scenariul 70%SRE+30%TG depășește cu 7-28% scenariul asincron de racordare la ENTSO-E, valoarea decalajului fiind dependentă de varianta de parametri cheie considerată, precum și de diferența dintre prețul energiei importate din est și cea din vest, aflată în limitele 0-0,6 cenți/kWh, cea din vest asumată a fi mai ieftină în acest interval de prețuri. Energia produsă în scenariul 70%SRE+30%TG este mai scumpă și față de scenariul în care toată cererea de energie este acoperită prin arderea gazelor naturale la TG, cu excepția variantei 4, în care se asumă că investiția specifică pentru SEE este mai mică de aproape două ori față de media stabilită de IRENA în prezent, egală cu 1455 \$/kW (Varianta 1, 2 și 5), lucru puțin probabil chiar și în viitorul îndepărtat.

Cel mai mic preț la energie este obținut în Scenariul Liniei de Bază, în care nu se prevăd careva investiții, iar prețul energiei de import corespunde celui din est. În legătură cu acest din urmă scenariu este important de subliniat că contribuția cea mai însemnată la stabilirea lui, de 5,28 cenți/kWh, aparține prețului producerii energiei la CTEM. În condițiile în care această centrală ar produce energia cu un preț al gazelor naturale oficial stabilit pentru R. Moldova, prețul energiei la această sursă nu ar trebui să fie mai mic de 6,8 cenți/kWh, fapt ce naște întrebări la capitolul achitării gazelor naturale consumate de centrala în cauză.

În ce privește reducerile de GES, acest aspect poate fi examinat în baza datelor prezentate în Tab. 3-2, din care observăm că cel mai înalt nivel de emisii se atestă în scenariul 4, variind de la 44,01 MtCO₂ (randamentul TG fiind de 39,2%) până la 54,08 MtCO₂ (randamentul TG de 30%), cu, respectiv, 30-43% mai mult, decât în scenariile 5,6,7 și cu 61-68% mai mult, decât în scenariile 1,2,3. Scenariul în cauză nu presupune promovarea SRE, iar cererea de energie este acoperită prin arderea gazelor naturale importate la TG și centralele convenționale existente. Adică, acest scenariu nu asigură atât securitatea energetică, dat fiind că se bazează pe combustibilul din import, cât și atingerea obiectivelor de atenuare a emisiilor de carbon. Din motivele enumerate, scenariul nominalizat este exclus din ulterioara examinare.

⁶ Ion Comendant and other. Identifying the opportunity to meet the Republic of Moldova Electricity Demand by Combining Renewable Energy Sources and Energy Storage Systems. SIEMEN Conference. Chisinau, 10 October, 2019. 6 pages.

După cum este arătat în Tab. 3-2, cel mai mic nivel de emisii de GES sunt înregistrate în scenariile 1,2,3 care asigură o reducere de emisii față de scenariile 5,6,7 de cca 45%. Dat fiind că scenariile 1 și 2 se bazează pe aplicarea SSE, care sunt foarte scumpe și duc la un preț pentru energia electrică inacceptabil pentru economia țării, din perspectiva asigurării unei securități energetice relativ decente și atingerii unor reduceri de carbon aflate în corespundere cu obiectivele Contribuției Naționale Determinate, merită atenție promovarea scenariului 3, care presupune acoperirea cererii de energie în proporție de 70% din SRE, iar 30% prin intermediul TG. Dat fiind că scenariul dat este mai scump, decât scenariul asincron, promovat la moment de autorități, el fiind mai ieftin cu 23-30% decât scenariul 3, dar care se distinge și printr-un nivel de emisii a GES mai mare cu 45% decât scenariul 3, merită atenție a afla prețul reducerilor de CO₂ care asigură egalitatea economică a scenariului 3 cu cel asincron. În Tab 3-3 sunt prezentate aceste prețuri pentru toate cinci variante de parametri cheie examinate. În cel mai rău caz, prețul CO₂ ar trebui să fie de 74,3-91,8 \$/tCO₂, ceea ce corespunde construcției de TG cu investiții specifice de 801 \$/kW și randamentul de 39,2%. Se atestă o micșorare a prețului pentru reducerea de CO₂ în variantele în care are loc reducerea investițiilor specifice pentru SRE (Var. 3 și Var. 4). Pentru comparație, prețul admisibil pentru o tonă de reduceri a emisiilor de CO₂ în UE la data de 11.09.2019 a fost de 25,5 Euro sau cca 28 \$/tCO₂⁷. În același timp, Fondul Verde pentru Climă a stabilit pragul de investiții pentru reducerea unei tone de CO₂ la nivelul de 230 \$/tCO₂⁸. Astfel că scenariul 3 ar putea avea toate șansele să fie realizat în R. Moldova.

Toate calculele efectuate mai sus au avut ca suport nivelul de producere a energiei eoliene și fotovoltaice corespunzător condițiilor meteo a României, care sunt considerate asemănătoare R. Moldova. În vederea obținerii unor date cât mai aproape de cele reale, a fost examinată producerea orară a energiei eoliene și fotovoltaice din această țară pe parcursul a cinci ani, 2014-2018. Drept urmare a fost constatat, că indicele de capacitate a acestor 2 surse regenerabile de energie a variat în limitele specificate în Tab. 3-4, valoarea medie fiind de 27,2% pentru sursele eoliene și 17,4% pentru sursele fotovoltaice. Considerăm că până la acumularea de suficientă experiență de utilizare a SRE în R. Moldova, aceste valori ar trebui aplicate la stabilirea palierelor de prețuri în licitațiile pentru construcția de SRE în țară, în proiectări și evaluări respective.

Cercetarea funcționării complexului de consum de căldură, înzestrat cu pompă de căldură cu schimbătoare de căldură cu suprafață variabilă de schimb de căldură

1. A fost elaborat modelul static și dinamic ale unui schimbător de căldură de tip țevă în țevă, cu o inserție cu conductivitate termică înaltă, plasată între țevi, precum și în modelele sunt luate în considerare proprietățile termofizice ale agenților termici, rezistența termică între inserție și țevi, debitele, temperaturile și presiunile mediilor mobile și dimensiunile aparatului.

2. A fost elaborată metodologia pentru rezolvarea ecuațiilor diferențiale și integrale ale staticii schimbătorului de căldură cu o inserție cu o conductivitate termică înaltă, ce permite exprimarea analitică a raportului valorilor integrale medii ale temperaturilor purtătorilor de căldură în schimbătorul de căldură, în funcție de lungimea schimbătorului de căldură, care dă posibilitatea construirii unui sistem de dirijare cu schimbătorul de căldură cu o suprafață de schimb de căldură variabilă, de determinat domeniile raționale de aplicare a unor astfel de schimbătoare de căldură, cu luarea în considerație față de cerințele la rapiditatea și calitatea proceselor tranzitorii.

3. Au fost obținute funcțiile de transfer ale schimbătoarelor de căldură de tip cocurent și contracurent pentru canalul „temperatura la ieșirea mediului încălzit” - „temperatura agentului termic (mediului încălzit) la intrarea în schimbătorul de căldură”.

⁷ <https://markets.businessinsider.com/commodities/co2-european-emission-allowances>

⁸ GCF/B.09/07 23 February 2015. Further Development of the Initial Investment Framework: Sub-Criteria and Methodology.

4. Folosind mediul de simulare Matlab și mediul de simulare grafic Simulink, s-a stabilit că procesele tranzitorii, care apar datorită perturbațiilor temperaturii mediului de încălzire la intrarea schimbătorului de căldură cu utilizarea atât ca regulatorul PID, cât și cu legătura de corecție secvențială inclusă după regulatorul PID, sunt aperiodice precum și o bloc de corecție consecutiv reduce perioadă a procesului de tranziție cu 40-60%.

4. Rezumat

A fost elaborată schema principală a convertorului de frecvență, care are destinația de interconectare a 2 sisteme electroenergetice direct în curent alternativ. Au fost determinați parametrii tehnici ai dispozitivului. Pentru regimurile static și dinamic au fost elaborate legile de dirijare cu convertorul. A fost elaborată și determinată structura modelului în Matlab (Simulink) pentru convertorul de frecvență în baza IPC (Interphase Power Controller) cu transformatorul de armonizare a frecvențelor din trei module luând în considerație influența complexului de măsurări. Au fost obținute și analizate caracteristicile de lucru și de reglare a dispozitivului studiat și s-a realizat analiza rezultatelor la componența armonică a curentului de lucru la ieșirea convertorului cu rotație circulară.

În baza rezultatelor prealabile obținute a fost schimbată legea de dirijare cu convertizorul, fără a modifica schema principală a dispozitivului și s-a introdus discretizarea pasului de dirijare cu cheile electronice la 1 grad. Aceasta a fost posibil datorită utilizării metodicii nesimetrice de dirijare. Sistemul a fost divizat în reglaj brut și fin – 6 sectoare de 60 de grade, și în interiorul fiecărui sector a câte 1 grad. Aceasta a dus la îmbunătățirea indicilor componenței armonice a tensiunii și curentului. În baza dispozitivului expus mai sus a fost simulată legătura electrică a frecvenței variabile cu scopul de a influența la lungimea de undă a transmisiunii electrice. Se poate de schimbat capacitatea de transmisiune cu dirijare. Au fost simulate aceste efecte la frecvențele 50Hz, 40Hz și 20Hz.

Au fost elaborate strategii de control și înfășurări secționare care asigură 48 de poziții de comutare în fiecare sector la 120° de reglare „brută” cu pasul de discreție $2,5^\circ$ și o strategie de control care asigură 24 de poziții de comutare în fiecare sector la 120° al reglării „brute” cu discrețitudine de 5° .

Au fost construite și racordate modele structurale de simulare a convertoarelor cu două canale cu 48 și 24 de poziții de comutare, pe baza cărora s-au efectuat experimentele de calcul. Rezultatele încercărilor au ilustrat fezabilitatea ideii de a construi un convertor de frecvență bazat pe schema instalației propuse. Calitatea conversiei a fost evaluată la diferite frecvențe de alunecare între sistemele de transmitere și recepție în diferite condiții de conectare a instalației. Este demonstrat că parametrii calității conversiei sunt semnificativ diferiți pentru 48 și 24 de trepte de comutare la diferite frecvențe de alunecare între sistemele energetice de transmisie și de recepție.

Pentru majorarea gradului de flexibilitate a instalației elaborate s-a elaborat o nouă configurație Interphase Power Controller (IPC), care permite un diapazon larg de dirijare prin divizare conductivităților conjugate ale elementelor de bază pe module elementare, care la rândul său sunt dirijate de chei electronice. Au fost elaborate legile de dirijare asupra modulelor elementare, care asigură conexiunea controlată prin putere și frecvență între sistemele electroenergetice, ce funcționează asincron. A fost efectuată o analiză complexă a parametrilor de funcționare a dispozitivului în procesul de convertizare la diferite combinații de frecvențe ale sistemelor de transmisie și recepție, atât în regimurile statice cât și în cele dinamice. Sunt elaborate domeniile corespunzătoare ale regimurilor existente pentru diferite legi de dirijare ale convertorului. Varianta propusă, asigură o posibilitate mai largă de reglare a tensiunii de fază (în comparație cu UPFC) la standarde asemănătoare pentru limitele de varietate a modulului admise. A fost realizată mostra convertizorului de frecvență, iar cercetarea efectuată și analiza rezultatelor, a arătat importanța soluțiilor tehnice propuse și au demonstrat avantajele economice comparativ cu soluțiile tradiționale de interconectare în curent continuu (back-to-back).

Au fost dezvoltate două modele de calcul: 1) Modelul de simulare a dependenței tarifului mediu la energia electrică, aplicat consumatorilor finali, de mai mulți factori efectivi; 2) Modelul de

simulare a dependenței tarifului suportabil la energia electrică pentru păturile social vulnerabile de evoluția creșterii PIB, structura consumului de energie raportat la numărul de consumatori respectivi, nivelul sărăciei, etc.

Drept urmare a calculelor și analizelor efectuate a fost stabilit că toate scenariile de dezvoltare a surselor de energie electrică, care asigură securitatea energetică, nu pot asigura un tarif mai mic, decât cel suportabil de populația săracă. Pentru ca aceasta din urmă să poată achita energia consumată sunt necesare indemnizații respective. Astfel, pentru cazul în care s-ar fi înregistrat o creștere a PIB-ului de 3,26%, egală cu media înregistrată în anii precedenți, subvenția, în cazul realizării celui mai rezonabil scenariu de racordare asincronă la ENTSO-E va constitui cca 100 milioane lei anual până în 2019, iar pornind cu 2020 indemnizația va trebui majorată până la 150 milioane lei, descrescând până la 120 milioane lei către anul 2033. În cazul realizării scenariului "autobalansare" subvențiile vor trebui majorate de cel puțin 1,5 ori. În scenariul de racordare sincronă la ENTSO-E indemnizațiile sunt mai mici, însă, acest scenariu are puține șanse a fi realizat în următorii 10-15 ani.

În urma analizei curbei sarcinii de consum a sistemului electroenergetic național aferente anilor 2012-2016 a fost stabilit că aceasta a avut o tendință de aplatizare. Față de anul 2012 în 2015 factorul de sarcină a crescut cu 13,6%, iar în 2016 - cu 7,6%, ceea ce semnifică la creșterea eficienței energetice în economia națională. În lipsa tarifelor zonale, fenomenul are ca explicații aplicarea de tehnologii avansate, cum ar fi implementarea de lămpi de iluminat de tip LED, aparate casnice eficiente energetic, etc., - pe de o parte, pe de alta - utilizarea tot mai largă a aparatelor de aer condiționat, ceea ce a diminuat discrepanța dintre cantitatea energiei zilnic consumate în timpul iernii de cea în timpul verii.

Prin punerea în aplicare a tarifelor zonale, lipse la moment, ar putea fi atinsă o importantă reducere de putere generatoare în sistemul energetic național, egală cu până la 60 MW, echivalentă cu puterea CET-1 sau cu cca 30% a puterii CET-2. A fost stabilit că stimulentele spre aplicarea tarifelor zonale scade considerabil cu apropierea de la sursa de generare din import sau CTM către nivelul de tensiune 0,4kV. Astfel, dacă la energia din import se înregistrează un raport dintre prețul energiei în orele de vârf la cel din gol, egal cu 7,2, atunci după ce această energie se combină cu cea produsă pe malul drept, raportul în cauză scade până la 2,6, ca apoi să se diminueze până la 2,3 pentru consumatorii racordați la rețeaua de transport și 1,6 pentru consumatorii racordați la rețelele de distribuție de 0,4 kV. 4. În condițiile în care 100% din energia produsă în orele de vârf ar fi fost transferată în orele de gol, prețul mediu al energiei achiziționate de la furnizori s-ar fi redus cu 29%, cu referință la anul 2016, iar tariful energiei la consumatorii casnici s-ar fi redus de la 199 bani/kWh la 162 bani/kWh, adică cu 19%.

S-a stabilit numărul solicitat de cicluri încărcare-descărcare pentru acumulatoarele de energie (AE), capacitatea acestora, a altor performanțe relevante curbelor de producere a energiei eoliene și fotovoltaice spre satisfacerea cererii de energie de la SRE pe parcursul anului.

Au fost elaborate sisteme de producere a energiei termice în sistemele de aprovizionare cu căldură și cu apă caldă a sectorului locativ, precum și a căldurii și frigului la utilizarea pompelor de căldură multifuncționale în industria de prelucrare a produselor lactate, cu utilizarea integrată a surselor cu potențial termic scăzut și a surselor regenerabile de energie (SRE).

Soluția propusă dă posibilitate de a economisi gaz natural, livrat la CET în volum de cca 25% (pentru condițiile mun. Chișinău) pe parcursul anului.

Penetrarea SRE în sistemul electroenergetic național este dictată pe de o parte de angajamentele țării spre reducerea gazelor cu efect de seră, pe de alta – de necesitatea atingerii securității energetice în lipsa propriului combustibil fosil. În studiul de față se trasează ca obiectiv realizarea scenariului 100%SRE. S-a dovedit că doar 70% din energia produsă de SRE poate servi pentru acoperirea directă a sarcinii de consum. Celelalte 30% urmând a fi generate de la alte surse. În vederea elucidării acestora din urmă și identificării celui mai fezabil opțiuni în acest sens au fost examinate 7 scenarii de dezvoltare a surselor de energie pentru care au fost aplicate 5 variante de modificare a parametrilor cheie ale scenariilor respective. Drept urmare, a fost identificat scenariul prin care 70% din cerere este acoperită direct de la SRE, celelalte 30% fiind produsă de turbine pe gaze. Proiectul în cauză este mai scump, decât scenariul asincron de

racordare la ENTSO-E aflat în proces de promovare la moment. Însă, dacă se reușește vinderea reducerilor de CO₂ cu un preț aflat în limitele 74,3-91,8 \$/tCO₂, atunci scenariul în cauză devine mai competitiv, decât cel asincron. Având în vedere că Fondul Verde pentru Climă a stabilit pragul de investiții pentru reducerea unei tone de CO₂ la nivelul de 230 \$/tCO₂, există toate șansele ca prin angajarea cu acest Fond scenariul 70%SRE+30%TG să fie unul cu sorți de izbândă

A doua soluție tehnică propusă permite majorarea COP-ului instalației în mediu la 5,3. A fost elaborată construcția unei mari instalații termice solare pentru încălzirea apei pe baza colectoarelor solare de tip flux și low-cost care oferă consumatorilor energie termică cu un preț mai mic decât cel al surselor tradiționale.

5. Concluzii

A fost stabilit, că toate scenariile de dezvoltare a surselor de energie electrică, care asigură securitatea energetică, nu pot asigura un tarif mai mic, decât cel suportabil de populația săracă. Pentru ca aceasta din urmă să poată achita energia consumată sunt necesare indemnizații respective. Astfel, pentru cazul în care s-ar fi înregistrat o creștere a PIB-ului de 3,26%, egală cu media înregistrată în anii precedenți, subvenția, în cazul realizării celui mai rezonabil scenariu de racordare asincronă la ENTSO-E va constitui cca 100 milioane lei anual până în 2019, iar pornind cu 2020 indemnizația va trebui majorată până la 150 milioane lei, descrescând până la 120 milioane lei către anul 2033. În cazul realizării scenariului "autobalansare" subvențiile vor trebui majorate de cel puțin 1,5 ori. În scenariul de racordare sincronă la ENTSO-E indemnizațiile sunt mai mici, însă, acest scenariu are puține șanse a fi realizat în următorii 10-15 ani. Rezultatele obținute vor permite Guvernului R. Moldova să prevadă impactul social de pe urma implementării proiectului de racordare a R. Moldova la ENTSO-E, precum și să stabilească măsuri concrete de depășire a acestui impact negativ asupra păturilor social vulnerabile.

A fost elaborat modelul Simulink al instalației de interconexiune a sistemelor energetice direct în curent alternativ. Rezultatele arată, că acest lucru este posibil și costurile instalației vor fi cu mult mai reduse ca cele pentru instalațiile back-to-back.

S-a propus o variantă de schemă a unui convertor de frecvență cu două canale bazat pe un transformator de rapel cu rotație circulară a fazei tensiunii de ieșire realizată în conformitate cu schema „zig-zag - triunghi”

Au fost realizate investigații cu privire la influența reactoarelor cu comutare longitudinală asupra caracteristicilor calitative ale conversiei pentru putere și frecvență, s-a dovedit eficiența utilizării lor și s-au determinat valorile optime ale inductanțelor echipamentului reactorului. În general, analiza parametrilor care caracterizează calitatea conversiei, la fel, ne permite să concluzionăm că legea controlului pe 48 de poziții este eficientă.

A fost stabilit că dacă se reușește vinderea reducerilor de CO₂ cu un preț aflat în limitele 74,3-91,8 \$/tCO₂, atunci scenariul 70%SRE+30%TG devine mai competitiv, decât cel asincron, actualmente promovat de R. Moldova. Având în vedere că Fondul Verde pentru Climă a stabilit pragul de investiții pentru reducerea unei tone de CO₂ la nivelul de 230 \$/tCO₂, există toate șansele ca prin angajarea cu acest Fond scenariul 70%SRE+30%TG să fie unul cu sorți de izbândă.

A fost demonstrat că nivelul cererii de energie care poate fi acoperită direct de la SRE, fie prin stocarea energiei SRE în SEE poate fi majorat prin creșterea ponderii de energie fotovoltaică în tandemul surse eoliene+surse fotovoltaice. Identificarea acestei ponderi optime constituie subiectul unui studiu separat.

Soluțiile tehnice elaborate privind includerea pompelor de căldură împreună cu SER în circuitul de asigurare cu energie permit majorarea securității energetice și reducerea gazelor naturale la CET-uri cu până la 25%, precum și conduc la majorarea COP până la 5,3.

Soluțiile tehnice propuse de elaborarea a încălzitoarelor de apă cu acumulate de căldură permit reducerea consumului de energie, acestea fiind dotate cu sistem de urmărire după soare.

În prezent, opțiunea asincronă de racordare la ENTSO-E este considerată una cea mai rezonabilă soluție de dezvoltare a surselor de energie electrică în R. Moldova. Însă diferența dintre investițiile pentru realizarea scenariului asincron și cel sincron este imensă și egală cu cca 411 milioane USD, echivalentă cu valoarea investițiilor pentru construcția a cca 1370 km linii de înaltă tensiune 330-400 kV, sau 8220 km de LEA 110kV.

Calcululele au arătat că recuperarea discrepantei investiționale a scenariului asincron față de scenariul sincron poate avea loc într-o perioadă de 6-10 ani, dar cu condiția ca prețul energiei venite din est, adică din Ucraina sau CTEM, să fie la nivelul de 1,65-2,05 cenți/kWh, preț, cu certitudine, irealizabil.

A fost prezentată o nouă configurație Interphase Power Controller (IPC), care permite un diapazon larg de dirijare prin divizare conductivităților conjugate ale elementelor de bază pe module elementare, care la rândul său sunt dirijate de chei electronice. Au fost elaborate legile de dirijare asupra modulelor elementare, care asigură conexiunea controlată prin putere și frecvență între sistemele electroenergetice, ce funcționează asincron.

A fost elaborat un transformator de reglare care asigură aceleași variante de acțiuni de dirijare în formă de tensiune suplimentară reglabilă, ca și FACTS controller, care a fost numit UPFC (Unified Power Flow Controller), dar pe bază mai simplă și accesibilă de realizare. Mai mult decât atât, varianta propusă, asigură o posibilitate mai largă de reglare a tensiunii de fază (în comparație cu UPFC) la standarde asemănătoare pentru limitele de varietate a modulului admise. Cercetarea efectuată și analiza rezultatelor, a arătat importanța soluțiilor tehnice propuse

Au fost elaborate noi sere energo-eficiente. Eficiența energetică a serelor elaborate se datorează schimbării în timp a spațiului aerian interior prin schimbarea distanței dintre sol (plante) și acoperișul serelor, micșorând astfel esențial cheltuielile de căldură, în deosebi la faza inițială, și nu numai, de creștere a plantelor.

Sistemele de stocare a energiei produse de sursele eoliene și fotovoltaice sunt capabile să îndeplinească întreaga cerere de energie, acoperită la moment din import. Țara dispune de suficiente rezerve de energie eoliană și fotovoltaică pentru a satisface cererea de energie pentru mulți ani înainte. Însă la moment, SSE sunt scumpe pentru a realiza un atare obiectiv. Totodată, tandemul SEFE+SSE poate fi fezabil/ competitiv cu alte scenarii de dezvoltare a surselor de energie electrică, scenariul liniei de bază și asincron, în condițiile în care capacitatea SSE este stabilită astfel ca să acumuleze nu numai energia venită de la SEFE, ci și cea produsă de sursele tradiționale în orele de gol, când energia este mai ieftină de peste patru ori față de prețul mediu al energiei generate pe parcursul zilei. Diminuarea adițională a tarifului în scenariul SRE+SSE se așteaptă a avea loc în urma utilizării SSE și pentru: reglarea frecvenței; menținerea tensiunii în sistem, calității energiei, rezervei de sistem; promovarea smart-grid și a managementului sarcinii, etc.;

S-a propus o variantă a schemei unui convertor de frecvență cu un singur canal bazat pe un transformator cu diferență de fază cu rotație circulară a fazei tensiunii de ieșire;

S-a elaborat înfășurarea de reglare și strategia de dirijare, care oferă 30 de poziții de comutare în fiecare sector de reglare brută de 60°, cu discreție de 2°, precum și bobina de reglare și

strategia de control care oferă 24 de poziții de comutare din fiecare sector de reglare brută de 60° , cu discreție de 2.5° .

Au fost construite și ajustate modele de imitație structurală a convertoarelor cu un singur canal în 30 și 24 poziții de comutare, pe baza cărora au fost realizate experimentele de calcul. Rezultatele experimentelor au ilustrat fezabilitatea construirii unui convertizor de frecvență bazat pe un transformator static cu rotație circulară a fazei. A fost evaluată calitatea conversiei la diferite frecvențe de alunecare între sistemele de transmisie și recepție, în diferite condiții de conectare a instalației. Sunt trase concluzii cu privire la necesitatea îmbunătățirii atât a instalației în sine, cât și a strategiei de dirijare pentru ameliorarea calității transformării. Se demonstrează că parametrii de calitate a conversiei diferă ușor la 30 și 24 trepte de comutare.

În cadrul elaborării soluțiilor tehnice de ameliorare a calității conversiei în frecvență și transfer de putere fără utilizarea unor filtre speciale, a fost propusă o variantă a convertorului cu două canale cu deplasare de fază de 30 de grade între canalele de tensiune. A fost creat și testat un model de simulare. Pe baza rezultatelor experimentelor computaționale, sa demonstrat că utilizarea schemei convertizorului cu 2 canale poate reduce semnificativ oscilațiile puterii active la transmitere în procesul coordonării frecvențelor. S-a tras concluzia, că realizarea schemei transformatorului cu 6 faze care alimentează convertorul, nu afectează calitatea conversiei în frecvență.

Au fost realizate cercetări privind efectul diferitor scheme de reactoare conectate longitudinal asupra caracteristicilor calitative ale conversiei puterii și frecvenței, a fost dovedită eficiența utilizării lor și au fost găsite inductanțele optime ale echipamentului reactorului.

S-s propus o nouă variantă de secționare a bobinelor de reglare ale transformatorului cu diferență de fază, precum și o nouă lege de control pentru comutatoarele de putere, care permit la asigurarea a 24 trepte de comutare, excluderea inversării înfășurării de comandă și reducerea semnificativă a numărului elementelor de putere în schema cu 2 canale. Pe modelul creat au fost efectuate o serie de experimente, rezultatele căruia au arătat avantajul incontestabil al schemei "non-inverse" a convertorului cu două canale. Schema merită inclusă în lista oficială a controlorilor FACTS ca entitate independentă separată.

A fost elaborată schema de interacțiune dintre mediul ambiant, pompa de căldură și sistemul de încălzire a clădirii (încăperii) și au fost identificate tipurile de vaporizatoare și răcitoare de gaze ale pompei de căldură cu dioxid de carbon ca agent frigorific în dependență de tipul sistemului de încălzire și răcire la funcționarea lor la sarcini variabile cu producerea concomitentă a căldurii și frigului la mai multe nivele ale temperaturii. În rezultatul analizei schemei de interacțiune dintre mediul ambiant, pompa de căldură și sistemul de încălzire a clădirii (încăperii) s-a constatat ca, reieșind din tendințele de dezvoltare a tehnologiilor de proiectare a schimbătoarelor de căldură (SC), criteriu important pentru elaborarea vaporizatorului și condensatorului sunt indiciile de controlabilitate ale SC, care includ în sine schimbătoarele de căldură cu plăci, schimbătoarele de căldură cu plăci-spirale, SC de tip "țevă în țevă" și multe altele.

Au fost adaptate modelele matematice de calculare a eficienței conversiei radiației solare în energia termică la furnizarea centralizată a căldurii consumatorilor de grup.

A fost elaborat software pentru calcularea regimurilor termice, parametrilor energetici și economici ale sistemului centralizat combustibil-solar de alimentare cu căldură, dar și a valorilor limită ale investițiilor în Sistemele de Alimentare cu Energie Solară, demonstrând rentabilitatea proiectelor acestor sisteme.

În urma cercetărilor s-a stabilit că îmbunătățirea eficienței sistemelor de alimentare cu căldură cu instalații cu pompă de căldură (IPC) poate fi realizată prin:

- creșterea eficienței pompei de căldură (de exemplu, prin creșterea COP-ului) prin schimbarea circuitului hidraulic (termic);
- asigurarea unor modalități raționale de includere a IPC în circuitul termic al sistemului, ceea ce asigură o creștere a eficienței întregului sistem;
- coordonarea parametrilor de ieșire a condensatorului IPC cu sarcina (prin coordonare înseamnă realizarea temperaturilor la ieșire a condensatorului, care corespund condițiilor variabile de funcționare ale sarcinii);
 - coordonarea parametrilor evaporatorului IPC cu parametrii mediului înconjurător, la care este realizat COP-ul maximal al IPC.

6. Participarea în programe și proiecte internaționale (ORIZONT 2020, SCOPES, JOP, IRSIS, NATO, etc.), inclusiv propunerile prezentate/câștigate în cadrul concursurilor naționale și internaționale cu tangență la tematica cercetării proiectului realizat

2015

3 - proiecte concurs STCU: LMDEE- 1 proiect (Berzan V.; Ermurachi Iu.); LEEEP- 1 proiect (Zaițev D., Calinin L., -Tîrșu M); LEESRE -1 (V.Burciu) (examinare)

1 - Proiect H2020. Tema - ISSI-5-2015, Tipul acțiunii – CSA, Numărul propunerii – 710167, acronimul – CORSI (COnnecting Research to Society for better Impact). 10 țări formează consorțiul, iar lider este Italia.

1- propunere de proiect la H2020, tema LCE-6 “Big Data ontology for ICT integration of TSO and DSO” a fost începută însă nu s-a finalizat, deoarece s-a destrămat consorțiul.

1- propunere de proiect - AITT

2016

1 - proiect concurs STCU: LEEEP- 1 proiect (Zaițev D., Calinin L., -Tîrșu M); (examinare)

1 - Proiect H2020. Apel- EE12-2017 „4ward Energy”. Împreună cu Austria și Germania – **este în curs de evaluare**

1- Propunere de proiect în cadrul concursului “EU/EBRD DCFTA Programme for Georgia, Moldova and Ukraine - Verification Consultant, Procurement Ref.: 63373”.

Participanți – IE AȘM și ALLPLAN GmbH (Austria) – **câștigat**

1- Proiect depus la BEI pentru acordarea serviciilor de instruire și audit energetic pentru clienții instituției financiare TLF. Manager de proiect – Mihai Tîrșu. **Este câștigat.**

1- Proiect depus în cadrul concursului anunțat de UNDP “**International Training and Technical Assistance Program (TTAP) for Moldovan Solid Biomass Private Sector**”. Karner Andreas, Austria și IE AȘM – Mihai Tîrșu – **în curs de evaluare**

1- Proiect în consorțiu cu 5 companii: BBH-Germania - Lider, IE ASM, Ekotermija Lituania, REC-Ungaria și IKEM-Germania, s-a aplicat la tenderul anunțat de Delegația Europeană în Moldova: Contract notice: EuropeAid/137962/DH/SER/MD “**Support to modernisation of the Energy Sector in the Republic of Moldova**»

3 - proiecte concurs MD-UA: LEEEP- 2 proiecte, LED – 1 proiect – 1 proiect câștigat

2 – Proiecte MD-RO: LDMEE și LEEP – un proiect câștigat

1- Proiect manifestări științifice — câștigat

2017

1 - proiecte concurs STCU: LMEE- 2 proiecte (Proiect 6321 “Multifunctional Converters with Advanced Methods of Synchronous Space-Vector Modulation”, Conducător dr.hab. V.Olesciuk; Proiect 6374 “Manufacture and testing of a new inverter prototzpe for direct connection to MV network”, Conducător dr.hab.V.Berzan

2 - Proiect echipamente “Echipament de testare a conductibilității termice”, Conducător dr. M.Tîrșu

3. La Brussels s-a participat cu o prezentare la atelierul de lucru numărul 2 “Circuitul economic”, cu tematica “Utilizarea apelor pluviale pentru clădirile publice” Ideea de proiect a fost agreată de mai multe țări și acum este lansat procesul de stabilire a consorțiului

4. Concursul CSI pentru cea mai bună publicație științifică, “Trei lucrări au fost înaintate”, Conducător, dr.hab. V.Berzan

5. Elaborarea curiculei privind utilizarea colectoarelor solare. Concurs anunțat de AEE.

2018

Proiecte concurs H2020- 2 proiecte - H2020-LC-SC3-2018-2019-2020 Participatory Approaches Toward energy Audit Implementation and Sustainability (PATHwAIS), Proposal ID 842038 ; Conducător dr. M.Tîrșu, Consorțiu din 14 țări; H2020-LC-SC3-2018-2019-2020 Transforming Energy

Poor Consumers to Prosumers (TrEPoCoP), *Proposal ID 842949* Conducător dr. M.Țîrșu, Consorțiu din 14 țări.

Proiect SOFT (transfrontalier), din cadrul Programului Operațional Comun România – Republica Moldova 2014-2020, OT2-sprijin pentru educație, cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare, la tema; “Cercetarea și promovarea generării de înaltă eficiență prin trigenerare, bazate pe utilizarea resurselor regenerabile solare, pentru obținerea energiei electrice, termice și a frigului, inclusiv achiziția echipamentului”. Conducător, dr. M.Țîrșu

Propunere de proiect bilateral Moldova-Bielorusia “Evaluarea Potențialului de Implementare a Concepției Generării Distribuite ”, Conducător, dr. M.Țîrșu

Participare la tender lansat de EBRD “*Support to the Government of Ukraine on updating its Nationally Determined Contribution (NDC)*”, *Project number: 73790 (hereinafter: Assignment)* în consorțiu cu Technology Cooperation Group SRL

Tender privind elaborarea auditului energetic și documentației de proiect pentru sistemul de iluminat public din s.Feștelița, Conducător dr. M.Țîrșu

Tender privind “Support for Competitive Procurement of Renewables in Moldova” în consorțiu cu organizația DLA Piper. Conducător, dr. M.Țîrșu

Participare la tender organizat de USAID - Assessment of Local Power Generation Options, SQL-72011718R00002, Conducător, dr. M.Țîrșu. A fost câștigat

2019

Proiecte concurs H2020- 1 proiect -

LC-SC3-EE-8-2018-2019 **Participatory appRoachEs towards Audits ImpLementation and sustainability (PREVAIL)**; Conducător dr. M.Țîrșu, Consorțiu din 14 țări; lider consorțiu **Czech Technical University, Faculty of Civil Engineering (CTU)**, Consorțiu din 14 țări;

Tender “Support for the Implementation of Renewable Energy Auctions in Moldova”, **Partener - decon international GmbH**, Conducător, dr. M.Țîrșu

Participare la tender lansat de EBRD “**Moldova-Romania Power Interconnection Phase I**”, în parteneriat cu compania WSP, Serbia, conducător M.Țîrșu

Tender Ex-post evaluation of the Moldova Energy and Biomass Project (Phase I and II), EuropeAid/138778/DH/SER/multi, în parteneriat cu DT Global, Germania, Conducător dr. M.Țîrșu

Tender privind “Romania – Horizon Innovation Financing Facility – Verification Consultant” în consorțiu cu ALLPLAN, Austria. Conducător, dr. M.Țîrșu

Participare la tender organizat de EBRD “Green Economy Financing Facility in Moldova - Proiect Consultant / Project No.: 79367, Conducător, dr. M.Țîrșu

GGF Technical Assistance Facility represented by **Finance in Motion GmbH**, finanțat de BEI, implementator **BTL LEASING**, conducător M.Țîrșu

7. Lista lucrărilor publicate în cadrul proiectului de cercetare

2015

Monografii naționale:

1. Timofte, N. In-Depth Review of Energy Efficiency Policy of Moldova (2015). ISBN 978-905948-177-0.
2. Андронатий Н.Р. Применение гибридных вычислительных систем и вычислительного эксперимента при методах математического моделирования (МММ) различных процессов. Ch. Institutul de Energetică al AȘM. 2015. Tipografia Academiei de Științe a Moldovei. 176 p.

Articole din reviste naționale:

– categoria B,

1. ANDRONATI, N. Dezvoltarea tehnologiilor – baza economiei durabile? *Problemele Energeticii Regionale*. Institutul de Energetică al Academiei de Științe, Chișinău, Republica Moldova. 2015, 28(2), 96-107. ISSN 1857-0070.
2. BOȘNEAGA, V.; SUSLOV, V. Investigarea modurilor asimetrice a transformatorului-regulator de fază combinat cu trei faze și miez din trei coloane. *Problemele Energeticii Regionale*. Institutul de Energetică al Academiei de Științe, Chișinău, Republica Moldova. 2015, 27(1), 38-52. ISSN 1857-0070.
3. BOȘNEAGA, V.; SUSLOV, V. Investigarea regimurilor nesimetrice a transformatorului de reglare a decalajului de fază cu trei coloane cu schemă de conexiune “zig-zag dublu invers” cu comutarea la punctul neutru. *Problemele Energeticii Regionale*. Institutul de Energetică al Academiei de Științe, Chișinău, Republica Moldova. 2015, 27(1), 1-10. ISSN 1857-0070.
4. CALININ, L.; ZAIȚEV, D.; CALOȘIN, D.; GOLUB, I. Dirijarea regimului de regulatorul parametric de putere de tip UIPC (Unified Interphase Power Controller) cu utilizarea convertorului electromecanic. *Problemele Energeticii Regionale*. Institutul de Energetică al Academiei de Științe, Chișinău, Republica Moldova. 2015, 29(3), 18-25. ISSN 1857-0070.
5. CALININ, L.; ZAIȚEV, D.; TÎRȘU, M.; GOLUB, I. Regimuri de funcționare a regulatorului parametric de putere. *Problemele Energeticii Regionale*. Institutul de Energetică al Academiei de Științe, Chișinău, Republica Moldova. 2015, 27(1), 19-26. ISSN 1857-0070.
6. CALININ, L.; ZAIȚEV, D.; TÎRȘU, M.; GOLUB, I.; MORARU, L. Transformator trifazat de reglare a decalajului de fază cu reglare în punctul neutru. *Problemele Energeticii Regionale*. Institutul de Energetică al Academiei de Științe, Chișinău, Republica Moldova. 2015, 27(1), 11-18. ISSN 1857-0070.
7. CHIORSAC, M.; TURCUMAN, L.; TURTURICA, N. Principiul de elaborare a protecției prin relee a liniilor electrice aeriene cu autocompensare la scurtcircuite nesimetrice dintre fazele apropiate. *Problemele Energeticii Regionale*. Institutul de Energetică al Academiei de Științe, Chișinău, Republica Moldova. 2015, 29(3), 64-68. ISSN 1857-0070.
8. ȘIT, M.; BURCIU, V. Sistemul combinat pentru încălzire și preparare a apei calde ce include CET-uri și pompe de căldură. *Problemele Energeticii Regionale*. Institutul de Energetică al Academiei de Științe, Chișinău, Republica Moldova. 2015, 29(3), 69-76. ISSN 1857-0070.
9. ȘIT, M.; ȘIT, B. Instalație cu pompa de căldură multifuncțională pentru fabricii de procesare a laptelui. *Problemele Energeticii Regionale*. Institutul de Energetică al Academiei de Științe, Chișinău, Republica Moldova. 2015, 28(2), 53-58. ISSN 1857-0070.
10. ȘIT, M.; ȘIT, B. Sistemul combinat de aprovizionare cu energie al întreprinderilor de procesare a cărnii. *Problemele Energeticii Regionale*. Institutul de Energetică al Academiei de Științe, Chișinău, Republica Moldova. 2015, 27(1), 50-56. ISSN 1857-0070.
11. БОШНЯГА, В.; СУСЛОВ, В. *Исследование несимметричных режимов трех-sterежневого фазоповоротного трансформатора по схеме «двойной обратный зигзаг» с переключением в нейтралі.* *Problemele Energeticii Regionale*, 2015, 29(1), 1-10. ISSN 1857-0070.

12. КАЛИНИН, Л.; ЗАЙЦЕВ, Д.; КАЛОШИН, Д.; ГОЛУБ, И. Характеристики управления режимом параметрического регулятора мощности на основе электромеханического преобразователя. *Problemele energeticii regionale* 2015, 3(29), p.18-27 ISSN 1857-0070

Articole în culegeri naționale

1. БОШНЯГА В., СУСЛОВ В. Моделирование трехфазных трансформаторных устройств с трёхстержневым магнитопроводом для инженерных расчётов несимметричных режимов при различных схемах соединения обмоток. Сборник научных трудов ИЭ АНМ "Analele" за 2011-2014.

Articole în culegeri internaționale

Rapoarte publicate la congrese, conferințe, simpozioane internaționale

1. BOȘNEAGA, V.; SUSLOV, V.; POSTOLATI, V. Mathematical Model of Flexible Alternating Current Link Based on Phase-Shifting Transformer with Circular Rotation of the Phase Angle. A 10-a Conferință Internațională SIELMEN-2015. Culegere de articole, 6-8 octombrie 2015, 171-177. ISBN 978-606-567-284-0.
2. CHIORSAC, M.; TURCUMAN, L.; TURTURICA N. Principiul de elaborare a protecției prin relee a LEA cu autocompensare la s.c. nesimetrice dintre fazele apropiate. A 10-a Conferință Internațională SIELMEN-2015. Culegere de articole, 6-8 octombrie 2015, 195-198. ISBN 978-606-567-284-0.
3. ERMURATSCHII, V.; GRIȚAI, M.; OLEȘCIUK, V. Practical Research of Two Structures of Agricultural Solar Installations. A 10-a Conferință Internațională SIELMEN-2015. Culegere de articole, 6-8 octombrie 2015, 536-540. ISBN 978-606-567-284-0.
4. KALININ, L.; ZAITSEV, D.; GOLUB, I.; TIRSHU, M.; SPIVAK, V. The model and characteristics of circular phase convertor. *SIELMEN 2015. 10th International Conference and Exhibition on Electromechanical and Power Systems*
5. KALININ, L.; ZAITSEV, D.; TIRSHU, M.; GOLUB, I. Моделирование циклоконвертора на базе фазорегулятора с круговым преобразованием. "Интеллектуальные энергетические системы – ESS'15" 9-12 июня, 2015 г. Киев, Украина
6. ȘIT, M.; BURCIU, V.; IOȘER, A.; ȘIT, B.; TIMCENCO, D. Heat Pump Installation for Dairy Plants. A 10-a Conferință Internațională SIELMEN-2015. Culegere de articole, 6-8 octombrie 2015, 533-536. ISBN 978-606-567-284-0.
7. TÎRȘU, M.; CALININ, L.; ZAITEV, D.; GOLUB, I.; SPIVAC, V. The model and characteristics of circular phase convertor. A 10-a Conferință Internațională SIELMEN-2015. Culegere de articole, 6-8 octombrie 2015, 180-184. ISBN 978-606-567-284-0.
8. TÎRȘU, M.; POSTORONCĂ, S.; MARTNOS, I. Possibilities to increase the energy efficiency of buildings. A 10-a Conferință Internațională SIELMEN-2015. Culegere de articole, 6-8 octombrie 2015, 547-549. ISBN 978-606-567-284-0.
9. БОШНЯГА, В., СУСЛОВ, В. Исследование режимов несимметричных замыканий трехфазного трехстержневого трансформатора-фазорегулятора. Сборник трудов 8 международной конференции «Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов», Благовещенск, 27-29 мая 2015 г. С.164-170. ISBN 978-5-93493-240-5

Teze ale comunicărilor la congrese, conferințe, simpozioane, în culegeri internaționale

1. CTITOR, R. Analiza funcțional-cost în energetică. Conferința științifică Internațională a Doctoranzilor. *Tendențe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători*, 10 martie 2015, Chișinău, UnAȘM. Resp.ed. M. DUCA. Ch.: Artpoligraf, 2015, 33. ISBN 978-9975-3036-4-4.
2. FEDORCENCO, G. Estimarea securității energetice a regiunii. Conferința științifică Internațională a Doctoranzilor. *Tendențe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători*, 10 martie 2015, Chișinău, UnAȘM. Resp.ed. M. DUCA. Ch.: Artpoligraf, 2015, 31. ISBN 978-9975-3036-4-4.
3. IVAȘIN, D. Calculul regimului nesimetric în rețeaua trifazată. Conferința științifică Internațională a Doctoranzilor. *Tendențe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători*, 10 martie 2015, Chișinău, UnAȘM. Resp.ed. M. DUCA. Ch.: Artpoligraf, 2015, 37. ISBN 978-9975-3036-4-4.

4. КАЛОШИН, Д. Согласование параметрического регулятора мощности с линией электропередач. Conferința științifică Internațională a Doctoranzilor. *Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători*, 10 martie 2015, Chișinău, UnAȘM. Resp.ed. M. DUCA. Ch.: Artpoligraf, 2015, 31. ISBN 978-9975-3036-4-4.

Teze ale comunicărilor la congrese, conferințe, simpozioane, în culegeri naționale

1. MOCAN, E.; RUSU, I. Calcularea pierderilor de căldură în zona climatică a Republicii Moldova. *Tezele celei de-a 68-a Conferință științifică a studenților și masteranzilor*, 11 martie 2015, Chișinău UASM, 76. ISBN 978-9975-64-268-2.
2. RUSU, I.; MOCAN, E. Particularitățile captării energiei termice din sol în schimbătorul vertical de căldură. *Tezele celei de-a 68-a Conferință științifică a studenților și masteranzilor*, 11 martie 2015, Chișinău UASM, 75-76. ISBN 978-9975-64-268-2.
3. TIMOFTE, N. Analiza cadrului național de politici și programe în domeniul eficienței energetice și utilizării SER în contextul participării R. Moldova în Comunitatea Energetică și a Acordului de Asociere între UE și RM ratificate pe 02.07.2014. *Tezele celei de-a 68-a Conferință științifică a studenților și masteranzilor*, 11 martie 2015, Chișinău UASM, 76-77. ISBN 978-9975-64-268-2.

Publicații electronice

1. COMENDANT, I. Identificarea soluțiilor de acoperire a cererii de energie electrică a Republicii Moldova, care ar cuprinde surse alternative și de import.

Lista brevetelor obținute

1. BURCIU, Vitalie; BERZAN, Vladimir; ȘIT, Mihail; ANISIMOV, Vladimir; BURCIU, Andrei. Carcasă pentru seră. Brevet nr. 876, BOPI nr. 2/2015.
2. BURCIU, Vitalie; BERZAN, Vladimir; ȘIT, Mihail; ANISIMOV, Vladimir; BURCIU, Andrei. Carcasă pentru seră. Brevet nr. 877, BOPI nr. 2/2015.
3. ȘIT, M.; IOȘER, Anatoli.; ȘIT, Boris; IOISER, Andrei. Pompă de căldură cu tub de vârtejuri. Brevet de invenție MD 4208.

Hotărâri de acordare a brevetelor

1. BURCIU, V., BERZAN, V., ȘIT, M., TÎRȘU, M., BURCIU, A. Hotărâre nr. 8194 din 2015.08.21, Instalație solară pentru producerea energiei.
2. CALININ, L.; ZAIȚEV, D.; TÎRȘU, M.; GOLUB, I. Hotărâre pozitivă Nr. 8272 (2015.11.19)

Lista cererilor depuse de eliberare a brevetelor

1. ANISIMOV, Vladimir; BURCIU, Vitalie; BERZAN, Vladimir; CARETNICOV, Alexandr; ERMURATSCHII, Vladimir. Centrală termoeoliană. Nr. depozit: s 2015 0111.
2. BURCIU, Vitalie; BERZAN, Vladimir; ȘIT, Mihail; TÎRȘU, Mihai; BURCIU, Andrei. Instalație solară pentru producerea energiei. Nr. depozit: s 2015 0052.

2016

– monografii (naționale / internaționale),

1. BÎCOVA, E.; BREGA, V.; TARITA, A.; MUNTEANU, V.; PANA-CARP, S.; MARIUS, T. *Report on National Greenhouse Gas Inventory System in the Republic of Moldova. United Nations Development Progr. (UNDP). Ch. : Bons Offices, 2016. 176 p. ISBN 978-9975-87-050-4.*
2. MUNTEANU, V.; LEKOYIET, S.; SCORPAN, V.; ȚĂRANU, M.; COMENDANT, I.; ȚĂRANU, L.; BICOVA, E.; POSTOLATY, V.; KIRILLOVA, T.; MORARU L. *First Biennial Update Report of the Republic of Moldova under the United Nations Framework Convention on Climate Change.* Min. of Environment, United Nations Environment Progr. (UNEP); - Ch. : Bons Offices, 2016. 220 p. ISBN 978-9975-87-078-8.
3. MUNTEANU, V.; LEKOYIET, S.; SCORPAN, V.; ȚĂRANU, M.; COMENDANT, I.; ȚĂRANU, L.; BICOVA, E.; POSTOLATY, V.; KIRILLOVA, T.; MORARU L. *Primul Raport Bienal Actualizat al Republicii Moldova:* Min. Mediului al Rep. Moldova / Progr. Națiunilor Unite pentru Mediu (UNEP); Ch. : Bons Offices, 2016. 200 p. ISBN 978-9975-87-080-1.

4. ȚĂRANU, M.; BÎCOVA, E.; BREGA, V.; TĂRÎȚĂ, A.; MUNTEANU V.; PANĂ-CARP, S. *Raport privind Sistemul național de inventariere a emisiilor de gaze cu efect de seră în Republica Moldova*. Ch. : Bons Offices, 2016. – 188 p. ISBN 978-9975-87-049-8.
- **manuale/ dicționare/ lucrări didactice (naționale / internaționale),**
1. ZAIȚEV, D.; CHIORSAC, M.; TURTURICA, N. *Надежность электроэнергетических систем и систем электроснабжения. (методические указания) : ИТИ ПГУ им.Т.Г. Шевченко. кафедра электроэнергетики и электротехники.* – Тирасполь: 2016. – 68с.
2. CALOȘIN, D.; DOBROVOLISCAIA, O.; ZAIȚEV, D.; CHIORSAC, M.; TURTURICA, N. *Методические указания по организации выполнения оформления и защиты всех видов отчетной документации студентов по всем направлениям подготовки кафедры „Электроэнергетики и электротехники” : ИТИ ПГУ им.Т.Г. Шевченко. кафедра электроэнергетики и электротехники.* – Тирасполь: 2016. – 80с.

articole din alte reviste editate în străinătate,

1. BOȘNEAGA, V.; SUSLOV, V. *Реакторно-конденсаторное устройство для управляемой передачи мощности между несинхронно работающими энергосистемами.* 10-я Международная Научно-техническая Конференция «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве», Москва, 24-25 мая 2016 г., Инновации в Сельском Хозяйстве Теоретический и научно-практический журнал, 2 (17)/2016, стр.266-275. ISSN 2304-4926.

– **articole din reviste naționale:**

– **categoria B,**

1. BOȘNEAGA, V.A.; SUSLOV, V.M. Dispozitiv tip reactor-condensator cu trei elemente pentru legătură flexibilă a sistemelor energetice asincrone. *Problemele energeticii regionale*. 2016, **31**(2), 39-47. ISSN 1857-0070
2. BURDO, O.G.; ȘIT, M.L.; ZÎCOV, A.V.; REZNICENCO, D.N.; JURAVLEOV, A.A. Tehnologiile de furnizare adresată a energiei și transformatoarelor de căldură în producerea produselor alimentare. *Problemele Energeticii Regionale*. 2016, **31**(2), 55-68. ISSN 1857-0070
3. GOLUB, I.V.; ZAIȚEV, D.A.; ZUBAREVA, I.G. Instalația modificată pentru reglare a decalajului de fază cu două transformatoare realizată în baza schemei clasice cu un singur transformator de tip „Delta Connection”. *Problemele Energeticii Regionale*. 2016, **30**(1), 25-30. ISSN 1857-0070
4. GOLUB, I.V. Dispozitiv cu un transformator de reglare a fazei pentru dirijarea fluxurilor de putere în rețelele electrice. *Problemele energeticii regionale*. 2016, **31**(2), 1-10. ISSN 1857-0070
5. ȘIT, M.L.; JURAVLEOV, A.A.; DOROȘENCO, A.V.; GONCEARENCO, V.A. Sisteme de alimentare cu energie termică și cu frig pentru întreprinderile din avicultură. *Problemele Energeticii Regionale*. 2016, **30**(1), 89-99. ISSN 1857-0070

– **Rapoarte publicate / Teze ale comunicărilor la congrese, conferințe, simpozioane, în culegeri (naționale / internaționale),**

1. BÎCOVA, E.; KIRILLOVA, T., ȚĂRANU, M. *Analiza tendinței modificării emisiilor de gaze cu efect de seră în sectorul cu ardere mică din Republica Moldova : materialele Conf. șt. cu participare intern.* “Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare”, Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. “Logosprint”, 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
2. BÎCOVA, E.; KIRILLOVA, T. *Анализ влияния прироста потребления биомассы на общие выбросы загрязняющих веществ.* Сборник трудов Юбилейной 10-ой Международной научно-технической конференции „Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве”, ВИЭСХ, 6 р, Москва 24 - 25 мая 2016 ISSN 2304-4926
3. BÎCOVA, E.; KIRILLOVA, T. *Informativ Inventory Report, Energy sector, 1990-2014.* “Air Quality Governance in ENPI East Countries Europe” Aid/129522/C/SER/Multi MWH Emission Inventory. Assessment of pollutants on based EMEP-2013 in Energy sector. “Improving the national emission inventory system in the context of emissions reporting under the LRTAP Convention”. “Air Quality Governance in the ENPI East Countries AIR-Q-GOV”, **2016** http://ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/status_reporting/2016_submissions/
4. BÎCOVA, E.; ȘPAC, N.; GRODEȚCHI, M. *Abordarea prognozei pe termen scuri a consumului de combustibil în analiza securității energetice la nivel național.* Teze a 69-a Conferință științifică a studenților și masteranzilor UASM, 23 martie 2016, Chișinău. Ch.: Editura UASM. –pp.88-90. ISBN 978-9975-64-281-1
5. BÎCOVA, E. *Разработка индикаторов энергетической безопасности для описания сектора ВИЭ.* Сборник докладов «Возобновляемые источники энергии- потенциал,

- достижения, перспективы», 3 международный семинар экспертов, Минск, 25-27 мая 2016, с.50-58. Электронная публикация. CD-ROM.
6. BOSNEAGA V.; SUSLOV V. *Two-element's reactor-condenser device for flexible Link of alternating current systems*. The 10th International Conference on Industrial Power Engineering, Bacau, Romania, CIEI 2016, 2-4 June
 7. BOȘNEAGA, V.; SUSLOV, V. *Modelarea regimurilor asimetrice a transformatoarelor de reglare a fazei cu trei coloane*: materialele Conf. șt. cu participare intern. "Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare", Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. "Logosprint", 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
 8. BOȘNEAGA, V.; SUSLOV, V. *Interconectarea flexibilă a două sisteme de current alternativ în baza elementelor dirijate L și C*: materialele Conf. șt. cu participare intern. "Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare", Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. "Logosprint", 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
 9. BURCIU, V.; TÎRȘU, M.; ȘIT, M.; BURCIU, A. *Centrală solară de mare altitudine pentru producerea energiei*: materialele Conf. șt. cu participare intern. "Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare", Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. "Logosprint", 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
 10. CHIORSAC, M.; TURCUMAN, L.; TURTURICA, N. *Calculul mărimilor electrice pentru protecția prin relee a liniilor electrice multifazate*: materialele Conf. șt. cu participare intern. "Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare", Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. "Logosprint", 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
 11. COMENDANT, I. *Energy Security and the Consumers' Capacity to Pay for it* : WEC Central & Eastern Europe Regional Energy Forum 13th Edition – FOREN 2016. "Safe and Sustainable Energy for the Region". 12-16 iunie. Costinești, România
 12. COMENDANT, I. *Oportunitățile de promovare a centralelor electrice de termoficare în Republica Moldova*: materialele Conf. șt. cu participare intern. "Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare", Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. "Logosprint", 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
 13. ERMURAȚCHI, V.; EREMENCOV, N.; EFREMOV, V. *Studii parametrice ale caracteristicilor clădirii izolate seismic cu sistemul aerian de termoaprovizionare solară*: materialele Conf. șt. cu participare intern. "Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare", Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. "Logosprint", 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
 14. ERMURAȚCHI, V.; EREMENCOV, N.; EFREMOV, V. *Calcularea coeficienților optimi de transfer termic pentru elementele de protecție exterioară ale clădirii privind alimentarea cu căldură prin utilizarea surselor regenerabile de energie din punct de vedere economic*: materialele Conf. șt. cu participare intern. "Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare", Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. "Logosprint", 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
 15. ERMURAȚCHI, V. *Высокоэффективный и недорогой солнечный нагреватель воды бытового назначения*. Сборник докладов «Возобновляемые источники энергии- потенциал, достижения, перспективы», 3 Международный Семинар Экспертов, Минск, 25-27 мая 2016, с.177-190. Publicație electronică. CD-ROM
 16. ERMURAȚCHI, V. *Экспериментальные исследования солнечных энерго-сберегающих теплиц с краткосрочными аккумуляторами тепла*. Сборник трудов Юбилейной 10-ой Международной научно-технической конференции „Энергообеспечение и Энергосбережение в Сельском Хозяйстве”, Москва 24 - 25 мая 2016 ISSN 2304-4926
 17. ERMURAȚCHI, V. *Концепция сейсмически изолированного коттеджа с активной солнечной архитектурой и сезонным аккумулятором тепла*. Сборник трудов Юбилейной 10-ой Международной научно-технической конференции „Энергообеспечение и Энергосбережение в Сельском Хозяйстве”, Москва, 24 - 25 мая 2016 ISSN 2304-4926
 18. GOLUB, I. *Soluții tehnice de reglare și dirijare a fluxurilor de putere în rețeaua de curent alternativ*. Teze a 69-a Conferință științifică a studenților și masteranzilor UASM, 23 martie 2016, Chișinău. Ch.: Editura UASM. –pp.88-90. ISBN 978-9975-64-281-1.
 19. KALININ, L.; ZAIȚEV, D.; TIRSU, M.; GOLUB, I. *Simulation of the mode of frequency adjustable electric connection* : WEC Central & Eastern Europe Regional Energy Forum 13th Edition – FOREN 2016. "Safe and Sustainable Energy for the Region". 12-16 iunie. Costinești, România
 20. KALININ, L.; ZAIȚEV, D.; TÎRȘU, M.; GOLUB, I. *Perspective de perfecționare a strategiei de dirijare cu procesul de conversie directă a frecvenței curentului alternativ în baza transformatorului de reglare a decalajului de fază*: materialele Conf. șt. cu participare intern. "Energetica Moldovei

2016. Aspecte regionale de dezvoltare”, Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. “Logosprint”, 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
21. ROBU, S. *Enabling Policies to Promote Financing Renewable Energy Investments*. Seventh International Forum on Energy for Sustainable Development. Baku, Azerbaijan. 18-21 October 2016.
 22. ROBU, S. *Energy Efficiency in Public Buildings. Workshop: "Cooling, Air Conditioning, Ventilation"*. 7th International EUREM Conference“, House of the German Economy, Berlin (DIHK), 24-25 October 2016.
 23. ROBU, S. *Meeting the Challenge of Sustainable Energy*. 25th UN Committee on Sustainable Energy: Geneva, UN. 28-30 September 2016.
 24. ROBU, S. *Pathways to Sustainable Energy - Exploring Alternative Outcomes* is being published. It provides an overview of your collective views to date. UN Energy Week. 19-22 Aprilie 2016. Geneva, 2016.
 25. ROBU, S.; PANFIL, I.; MORRISON, R. *UNIDO EnMS Implementation Programme – Achievements and Lessons Learnt in Republic of Moldova*. Vienna Energy Management Expert Group Meeting, 23-27 May 2016. Vienna, Austria, 2016.
 26. SPEIAN, A.; POSTORONCĂ, S. *Panouri publicitare LED cu caracteristici sporite de prezentare a informației vizuale și consum redus de energie electrică: materialele Conf. șt. cu participare intern.* “Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare”, Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. “Logosprint”, 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
 27. ȘIT, M.; JURAVLEOV, A.; BURCIU, V. *Energy supply system for slaughtering and meat processing plant using traditional and green energy sources* : WEC Central & Eastern Europe Regional Energy Forum 13th Edition – FOREN 2016. “Safe and Sustainable Energy for the Region”. 12-16 iulie. Costinești, România
 28. ȘIT, M.; BURCIU, V.; JURAVLEOV, A. *Pompele de căldură cu dioxid de carbon pentru agricultură, industria alimentară și încălzire* : materialele Conf. șt. cu participare intern. “Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare”, Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. “Logosprint”, 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
 29. TIMOFTE, I.; TIMOFTE, N. *Integration of Power Transmission System of The Republic of Moldova in ENTSO-E* : WEC Central & Eastern Europe Regional Energy Forum 13th Edition – FOREN 2016. “Safe and Sustainable Energy for the Region”. 12-16 iulie. Costinești, România
 30. TIMOFTE, N. *Energy Efficiency Developments in the Republic of Moldova following the Accession to the Energy Community* : WEC Central & Eastern Europe Regional Energy Forum 13th Edition – FOREN 2016. “Safe and Sustainable Energy for the Region”. 12-16 iulie. Costinești, România
 31. TIMOFTE, I.; CARPOV, B. *LEA Smardan – Vulcănești ca alternativă de interconexiune a sistemelor electroenergetice ale Republicii Moldova și României: materialele Conf. șt. cu participare intern.* “Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare”, Chișinău, 29 septembrie – 02 octombrie 2016. Ch. : Tipogr. “Logosprint”, 2016. 639 p. ISBN 978-9975-4123-5-3
 32. TÎRȘU, M.; *Will China Bring Nuclear Power to Moldova?* <http://www.eurasianet.org/node/79476>
 33. TÎRȘU, M. *RES integration in buildings Moldova*. Triple-helix conference on bio-based economy. Supporting the development of bio-based economy partnerships in the Danube Region through a triple-helix approach, 19- 20 July 2016, Budapest, Hungary
 34. TÎRȘU, M. *Energia și oportunități de obținere a ei*. Conferința Republicană științifico-practică „Tendințe moderne în formarea competențelor socio-umane” cu prilejul aniversării a 152 ani a liceului Gh.Asachi, Chisinau, 24 februarie 2016
 35. TÎRȘU, M.; COMENDANT, I. *Substituirea becurilor ineficiente cu altele de tip LED*. United Nations Development Programme, Ministry of Environment of the Republic of Moldova, NAMA-Net, Low Emission Capacity Building (LECB) Programme. Presentation and consultation of the First draft of PDD NAMAs, Chisinau, aprilie 2016
 36. TÎRȘU, M.; COMENDANT, I. *Promovarea iluminatului eficient în R.Moldova*. Prezentarea proiectelor NAMA și foilor de parcurs privind implementarea acestora pe termen scurt, mediu și lung. Low Emission Capacity Building (LECB) Programme, Chișinău, octombrie 2016

2017

monografii (naționale / internaționale),

TÎRȘU, M., CALININ, L., ZAIȚEV, D., GOLUB, I., KALOSHIN D., *Means and methods for active and reactive power exchange/regulation* Monografie, LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG Haroldstr. 14, pp.137, <https://www.lap->

manuale/ dicționare/ lucrări didactice (naționale / internaționale),

articole din alte reviste editate în străinătate,

articole din reviste naționale:

categoria A,

1. COMENDANT, I.T.; Impactul economic și de securitate a interconectării sistemelor electroenergetice. *Problemele Energeticii Regionale*. 2017, 34(2) 149-159. ISSN 1857-0070
2. HUMEN, M., SPIVAK, V., TIRSU, M., MESHANINOV, S., HUMEN. T. Telecommunication system for improving the reliability of energy regions. *Problemele energeticii regionale*, 2017 33(1), 23-35. ISSN 1857-0070
3. ȘIT M.L.; JURAVLEV A.A. Sistemul de stabilizare automată a presiunii în amonte a vaporizatorului pompei de căldură multifuncțională. *Problemele Energeticii Regionale*, 1(33) 2017, pp. 93-99.
4. ȘIT M.L.; STARICOV A.V.; JURAVLIOV A.A.; TIMCENCO D.V. Pompa de căldură cu temperaturile multiple ale condensatoarelor și vaporizatoarelor și cu compresoarele conectate în cascadă. *Problemele Energeticii Regionale*, 2(34) 2017, pp. 91-98.
5. KALININ, L.; ZAITSEV, D.; TIRSHU, M.; GOLUB, I. The characteristics of the phase-turn transformer, made according to the scheme "polygon". *Problemele Energeticii Regionale*, 2017 35 (3) ISSN 1857-0070

categoria B,

1. DUCA, Gh.; POSTOLATI, V.; TÎRȘU, M.; GRODEȚCHI, M.; STRATAN, A.; GUTIU, T. Un model nou de stabilire a tarifelor în energetică, economie și servicii *AKADEMOS*, 2(45) 2017, .36-42. ISSN 1857-0461.

Rapoarte publicate / Teze ale comunicărilor la congrese, conferințe, simpozioane, în culegeri

1. BOSNEAGA, V.; SUSLOV, V. *Transformer Device for Flexible Connection of Asynchronous AC Power Systems Using Semiconducting Switching with PWM*. Proceedings- 2017 International Conference on Modern Power Systems (MPS 2017), Cluj-Napoca, Romania 6-9 June 2017, IEEE Catalog Number: CFP17MPR-POD, ISBN 978-1-5090-6565-3 (Papers 042, Scopus)
2. UDREA (ZACHIA), O., TOLEA, A., LAZAROIU, Gh., TIRSU, M., GALBURA V., *Possibilities of Connection for the Offshore Wind Power Plants*. Proceedings of The 7th International Conference on Modern Power Systems (MPS), Cluj-Napoca, Romania, 2017, June 6-9, pp.1-6, <http://ieeexplore.ieee.org/document/7974467/>, DOI: 10.1109/MPS.2017.7974467
3. BOSNEAGA, V.; SUSLOV, V. *18-pulse Transformer Device for Flexible Connection of Asynchronous Power Systems*. Proceedings- 2017 International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN 2017), Chișinău, Republic of Moldova October 11-13, 2017.-pp. 070-077. DOI: 10.1109/SIELMEN.2017.8123304 (Raportul ID 24, va fi inclus în SCOPUS).
4. CIUPĂGEANU, M., LĂZĂROIU, Gh., TÎRȘU, M. *Carbon Dioxide Emissions Reduction by Renewable Energy Employment in Romania*. Proceedings of The 11th International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN 2017), 11 October 2017 Iasi / 12-13 October 2017, Chisinau, pp.281-285, <http://ieeexplore.ieee.org/document/8123333/>, DOI: 10.1109/SIELMEN.2017.8123333
5. KALININ, L., ZAITSEV, D., TIRSU, M., KALOSHIN, D., LAZAROIU Gh. *The Interphase Power Controller. Static and Dynamic aspects*. Proceedings of The 8th International Conference on Energy and Environment (CIEM), 19-20 October, 2017, Bucharest, Romania, pp.87-91, <http://ieeexplore.ieee.org/document/8120843/> DOI: 10.1109/CIEM.2017.8120843
6. LUPU, M., TIRSU M., *Analysis Concerning Replication of PV Projects in the Republic of Moldova*. Proceedings of The 11th International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN 2017), 11 October 2017 Iasi / 12-13 October 2017, Chisinau, pp.220-222, <http://ieeexplore.ieee.org/document/8123344/>, DOI: 10.1109/SIELMEN.2017.8123344
7. POSTORONCA, Sv., TIRSU M., The potential of micro grids concept implementation

- in the Republic of Moldova . Proceedings of The 11th International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN 2017), 11 October 2017 Iasi / 12-13 October 2017, Chisinau, pp.216-219, <http://ieeexplore.ieee.org/document/8123343/>, DOI: 10.1109/SIELMEN.2017.8123343
8. SIMA, C., LAZAROIU, Gh., DUMBRAVA, V., TIRSU, M. *A Hybrid System Implementation for Residential Cluster*. Proceedings of The 11th International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN 2017), 11 October 2017 Iasi / 12-13 October 2017, Chisinau, pp.275-2806, <http://ieeexplore.ieee.org/document/8123332/>, DOI: 10.1109/SIELMEN.2017.8123332
 9. TÎRȘU, M., ZAITSEV, M., GOLUB, I., CALININ, L., LAZAROIU, Gh. *Estimation of the Wind Power Plants Capacity to be Integrated in Actual Power System of Moldova*. Proceedings of The 11th International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN 2017), 11 October 2017 Iasi / 12-13 October 2017, Chisinau, pp.223-226, <http://ieeexplore.ieee.org/document/8123322/>, DOI: 10.1109/SIELMEN.2017.8123322
 10. DUMBRAVA, V., LAZAROIU, Gh., LEVA, S., BALABAN, G., TELICEANU, M., TÎRȘU, M. *Photovoltaic production management in stochastic optimized microgrids*. U.P.B. Sci. Bull., Series C, Vol. 79, Iss. 1, 2017, ISSN 2286-3540, Bucharest, Romania, p.225-244,
 11. KALININ, L., ZAITSEV, D., TIRSU, M., KALOSHIN, D. *The new variant of adaptive Interphase Power Controller with a wide range of controllability*. Proceedings of The 7th International Conference on Modern Power Systems (MPS), Cluj-Napoca, Romania, 2017, June 6-9, pp.1-5, <http://ieeexplore.ieee.org/document/7974381/>, DOI: 10.1109/MPS.2017.7974381
 12. EFREMOV, C., TÎRȘU, M. *Recuperarea energiei termice din aerul ventilat*. Conferința studențească UTM, 2017.
 13. HAMÎȚCHI, V., TÎRȘU, M. *Utilizarea deșeurilor menajere solide ca sursă de energie alternativă*. Conferința studențească UTM, 2017.
 14. TÎRȘU, M., UZUN, G. *Renewables as important energy source for Moldova*. The EuroBiotech Journal, Volume , Issue , pp.
 15. TÎRȘU, M. *Situația energetică în țară și posibilități de majorare a securității energetice*. <http://www.vedomosti.md/news/mihaj-tyrshu-energoresursy-budut-dorozhat-poetomu-nado-uderz>
 16. TIRSU, M. *Перспективы развития области возобновляемых источников энергии в Молдове*. <https://ava.md/2017/02/14/perspektivy-razvitiya-oblasti-vozobnovlyaemyh/>
 17. TIRSU, M. EURONEST: Programe și mecanisme dezvoltate în Republica Moldova pentru decarbonizarea sectorului energetic. 23 mai 2017 incinta Parlamentului Republicii Moldova, Adunarea Parlamentară EURONEST.
 18. TÎRȘU, M., *Will China Bring Nuclear Power to Moldova?* <http://www.eurasianet.org/node/79476>
 19. КИОРСАК М.В.; ШИТ М.Л.; ПОГОРЛЕЦКИЙ В.М, *Влияние несинусоидальности кривых тока и напряжения на активную и внутреннюю индуктивность проводов ЛЭП*. Доклады итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава инженерно-технического института Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко. г. Тирасполь, 26-27 января 2017 г., с.16-18.

2018

- **manuale/ dicționare/ lucrări didactice (naționale / internaționale)**
- 1. ЯЗЛОВЕЦКИЙ Л.Е., ЗАЙЦЕВ Д.А., СТЕПКА О.Г., ЛУКАШЕВИЧ Е.Б. **Методические указания к лабораторным работам "Электрические машины"**. Recenzenți: Погорлецкий В.М., Федорченко С.Г. , Universitatea „Т. Șevcenco” din Tiraspol- 2018. 0,4 c.t.
- capitole în monografii și culegeri (naționale / internaționale),
- **articole din alte reviste editate în străinătate,**
- 1. TÎRȘU, M.; UZUN G. Renewables as important energy source for Moldova. The Eurobiotech Journal, Review, Environmental technology. © 2018 European Biotechnology Thematic Network Association, nr. 2, Issue 1, 1-6, Online ISSN 2564-615X. <https://www.degruyter.com/view/j/ebtj.2018.2.issue-1/ebtj-2018-0004/ebtj-2018-0004.xml?format=INT>.
- 2. БОШНЯГА, В.А., СУСЛОВ, В.М. Прямой метод расчета параметров двухэлементного симметрирующего устройства для однофазной нагрузки .«Електротехнічні та комп'ютерні системи»,2018, № 28 (104), с.39-43. №1, ISSN 2221-3805.
- **articole din reviste naționale:**
- **categoria A,**
- 1. SIT, M. Pulsed Nonlinear Automatic Control System for Guidance of a Caterpillar Tractor Unit in Vineyards. Problemele energeticii regionale, 2018. 36(1), 114-124. ISSN 1857-0070.

2. GONCIAROV, O; JURAVLEV, A; BURCIU, V; TIMCENCO, D. Pompă de căldură cu schimbătoare de căldură cu suprafața variabilă de schimb de căldură. Problemele energiei regionale, 2018. 37(2), 114-124. ISSN 1857-0070.
 3. ПОСТОЛАТИЙ, В.М., БЕРЗАН, В.П., БЫКОВА, Е.В., БОШНЯГА, В. А., СУСЛОВ, В.М., ЕРМУРАКИ, Ю.В., ГРИГОРАШ, Г., ГАВРИЛАШ, М., ИСТРАТЕ, М. Оценка обмена мощностью по ВЛ 110 кВ румынской и молдавской энергосистем . Problemele energiei regionale, 2 (37) 2018, с.46-61.
 4. СУСЛОВ, В.М., БОШНЯГА, В.А. Методика определения параметров схемы замещения многообмоточного трансформатора в виде многолучевой звезды . Problemele energiei regionale. 2 (37) 2018, с. 14-19.
- **categoria B,**
- **Rapoarte publicate / Teze ale comunicărilor la congrese, conferințe, simpozioane, în culegeri**
1. COMENDANT, I., PREPELIȚĂ, I., TURCUMAN, L. Identification of DSM potential and benefits in the Republic of Moldova. 14 Regional Energy Forum, Costinesti, Romania 10-14 June 2018 ISSN-L 2284-9491.
 2. TÎRȘU, M., LUPU, M. Aspects on the use of different electric power sources for water pumping for irrigation in the agricultural sector of the Republic of Moldova. 14 Regional Energy Forum, Costinesti, Romania 10-14 June 2018 ISSN-L 2284-9491.
 3. CIUPAGEANU, D.; LAZAROIU, Gh.; BERBECE V.; TIRSU M.; GALBURA V. Modeling and control of a low power wind turbine. 2018 International Conference on Development and Application Systems (DAS) – 14th edition, 24-26 of May 2018, Suceava, DOI: 10.1109/DAAS.2018.8396065 http://www.dasconference.ro/files/program_DAS2018.pdf.
 4. COMENDANT, I. Progress on NDC Implementation in Moldova. Regional Dialogue on Nationally Determined Contribution for Eastern Europe, Caucasus, and Central Asia. Tbilisi, Georgia. 20-24 of May 2018.
 5. LĂZĂROIU, Gh.; MIHĂESCU, L.; PÎȘĂ I.; NEGREANU, G.; CIUPĂGEANU, D.; BONDREA, A.; BERBECE, V.; GALBURĂ, V.; TÎRȘU, M. Experiments on the energy characteristics of poultry manure. 7th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development, 31 of May-02 of June, Drobeta Turnu Severin, Romania, 2018, p.91-94.
 6. LĂZĂROIU, Gh.; PANAIT, C.; MIHĂESCU, L.; TÎRȘU, M.; DUMBRAVĂ, V.; NEGREANU, G.; PÎȘĂ, I. Holistic of renewable energy sources impact and solutions for interconnection to the power system. 7th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development, 31 of May-02 of June, Drobeta Turnu Severin, Romania, 2018, p.467-472.
 7. SIMA, C.; LAZAROIU, Gh.; DUMBRAVA, V.; TIRSU, M.; GALBURA, Victor. Integration of Renewable Energy Sources using Generation Expansion Planning. 2018 International Conference on Development and Application Systems (DAS) – 14th edition, 24-26 of May, Suceava, DOI: 10.1109/DAAS.2018.8396065 http://www.dasconference.ro/files/program_DAS2018.pdf.
 8. SIMA, C.; LAZAROIU, Gh.; DUMBRAVA, V.; TIRSU, M.; GALBURA, V. Modeling and control of a DC motor. 7th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development, 31 of May-02 of June, Drobeta Turnu Severin, Romania, 2018, p.499-504.
 9. ROBU, S. "Detection of Market Power to Analyze Energy Security", Pathways to Sustainable Energy: Stakeholder Consultation Workshop, 5-6 March, 2018, Energy Community Secretariat, Vienna, Austria.
 10. ROBU, S. "The possible role of Small and Modular Reactors to Paris commitments of the Republic of Moldova", Proceedings of 12th International Conference of the Croatian Nuclear Society, Zadar, Croatia, June 3-6, 2018 <http://www.nuclear-option.org/>.
 11. ROBU, S; TARITA, A. "National Challenges For Energy Efficient Refrigeration And Air Conditioning", Workshop on ozone layer-friendly, climate-friendly and energy-efficient refrigeration and air-conditioning. Antalya, Turkey, 9-12 October 2018: <http://www.ozonactionmeetings.org/europe-and-central-asia-annual-meeting-ozone-officers-antalya-turkey-11-12-october-2018>.
 12. ROBU, S. "Gender gap reduction by improving energy efficiency", Regional workshop for Macedonia, Albania and Moldova. Skopje, Macedonia, 06-10 November 2018.
 13. ROBU, S. „Energy scenarios for Sustainable Development in the Belarus-Moldova-Ukraine Region”, Ninth International Forum On Energy For Sustainable Development, 12-15 November 2018 Kyiv, Ukraine: <https://energyforum.org.ua/>.

14. POSTOLATI, V., BERZAN, V., BÎKOVA, E., BOȘNEAGA, V., SUSLOV, V., ERMURACHI, I., GRIGORAȘ, G., GAVRILAȘ, M., ISTRATE, M. Posibilitățile de utilizare a dispozitivelor de reglare a fazei pentru conectarea la operare paralelă a sistemelor electroenergetice din Moldova ȘI România prin liniile de 110 kv. 14 Regional Energy Forum, Costinesti, Romania 10-14 June 2018 ISSN-L 2284-9491.
15. COMENDANT, I. Provocările integrării surselor regenerabile de energie în sistemul electroenergetic național. Conferința: „Spații publice neutilizate – platformă de cooperare pentru ferme solare”. Chișinău, 5 noiembrie 2018.
16. TÎRȘU, M. Analiza impactului centralelor termice individuale (CTI) pe gaze naturale asupra sănătății publice și a mediului ambiant. Conferința Internațională Științifico - practică "Încălzirea Urbană Eficientă: "Soluții și Provocări". 19 octombrie 2018. Chișinău.
17. ERMURAȚCHI, V., OLEȘCIUK, V. Cercetarea parametrică a indicatorilor tehnico-economici a sistemelor solare de termoficare centralizată. Conferința Tehnico - Științifică Internațională "Tehnologii digitale și mijloace tehnice robotizate destinate sectorului agricol". Moscova. 5-6 decembrie 2018.
18. ERMURAȚCHI, V., OLEȘCIUK, V. Metoda de determinare a grosimii optimale a stratului și a tipului de termoizolare a elementelor pentru sistemele și dispozitivele heliatermale. Conferința Tehnico - Științifică Internațională "Tehnologii digitale și mijloace tehnice robotizate destinate sectorului agricol". Moscova. 5-6 decembrie 2018.
19. CIUPAGEANU, DANA-ALEXANDRA, LAZAROIU, GH., BERBEC, V., TIRSU, M., GALBURA, V. Modeling and control of a low power wind turbine. 2018 International Conference on Development and Application Systems (DAS) – 14th edition, 24-26 mai, Suceava, DOI: 10.1109/DAAS.2018.8396065 http://www.dasconference.ro/files/program_DAS2018.pdf

Brevete de invenție.

1. COLESNIC, I., BERZAN, V., CIALBAȘ, O., POSTORONCĂ, Sv., ANISIMOV, V. Metoda de detectare a rupturilor tijelor de armatură ale pilonilor din beton armat ai liniilor electrice. Brevet de invenție de scurtă durată Nr. 1250, BOPI 4/2018.
2. TÎRȘU, M., TELEUȚĂ, A., BERZAN, V., POSTOLATI, V., POSTORONCA, S., BABICI, V., ANISIMOV, V. Procedeu de obținere a căldurii cu utilizarea arcului electric. Brevet de invenție de scurtă durată Nr. 1236, BOPI 2/2018.
3. COLESNIC, I., ANISIMOV, V. Metoda de detectare a deteriorărilor tijelor de armatură ale pilonilor din beton armat ai liniilor electrice. Brevet de invenție de scurtă durată Nr. 1280, BOPI 8/2018.

Hotărâre de eliberare a brevetului de invenție

Cereri de eliberare a brevetelor de invenție

1. CIALBAȘ O.; BERZAN V.; POSTOLATI V., ANISIMOV V. Procedeu de orientare a modulelor fotovoltaice. Cerere de brevet de invenție de scurtă durată s 2018 0034 din 2018.04.04.
 2. BERZAN V.; DAUD V., ANISIMOV V. Arzător multiduzional. Cerere de brevet de invenție de scurtă durată s 2018 0042 din 2018.05.03.
- ȘIT, M., JURAVLIOV, A., BURCIU, V., ȘIT, B. Schimbător de căldură cu suprafața de schimb de căldură reglabilă. s 2018 0085 din 2018.10.05.

2019

– manuale/ dicționare/ lucrări didactice (naționale / internaționale)

1. КИОРСАК М.В., ЗАЙЦЕВ Д.А., ТУРТУРИКА Н.Н. ТАРАНУЦА. Теоретические основы электротехники. Часть I-II. (методические указания к выполнению лабораторных работ). ИТИ ПГУ им.Т.Г. Шевченко. кафедра электроэнергетики и электротехники. – Тирасполь: 2019. – 6,5 с.т.
2. КИОРСАК М.В., ЗАЙЦЕВ Д.А., ТУРТУРИКА Н.Н. Теоретические основы электротехники. Часть III-IV. (методические указания к выполнению расчетно-графических работ). ИТИ ПГУ им.Т.Г. Шевченко. кафедра электроэнергетики и электротехники. – Тирасполь: 2019. – 5,5 с.т.

- capitole în monografii și culegeri (naționale / internaționale),

1. Ion Comendant și alții. *Raportul Bial Doi către CONUSC. Componenta atenuare. 2019.* <http://www.clima.md/lib.php?l=ro&idc=82&>

2. M.TÎRȘU, M.LUPU, SV.POSTORONCA. Studiu privind barierele și oportunitățile de dezvoltare a SACET în mun.Bălți., 25.10.2019

– **articole din alte reviste editate în străinătate,**

1. TÎRȘU, M.; UZUN G. Renewables as important energy source for Moldova. The Eurobiotech Journal, Review, Environmental technology. © 2018 European Biotechnology Thematic Network Association, nr. 2, Issue 1, 1-6, Online ISSN 2564-615X. <https://www.degruyter.com/view/j/ebtj.2018.2.issue-1/ebtj-2018-0004/ebtj-2018-0004.xml?format=INT>.
2. БОШНЯГА, В.А., СУСЛОВ, В.М. Прямой метод расчета параметров двухэлементного симметрирующего устройства для однофазной нагрузки .«Електротехнічні та комп'ютерні системи»,2018, № 28 (104), с.39-43. №1, ISSN 2221-3805.

– **articole din reviste naționale:**

– **categoria A,**

1. КАЛИНИН Л.П., ЗАЙЦЕВ Д.А., ГОЛУБ И.В., ТЫРШУ М. С. Применение дросселей для повышения качества работы статического преобразователя частоты . Problemele Energeticii Regionale 1 (39) 2019 Electroenergetica pp.34-42, ISSN 1857-0070.
2. ȘIT M.L., PAȚIUC V.I., JURAVLIOV A.A., BURCIU V.I., TIMCENCO D.V. Dirijarea schimbătorului de căldură cu suprafața variabilă de schimb de căldură. *Problemele Energeticii Regionale*. 2019, 1(39) ,90-101. http://journal.ie.asm.md/assets/files/09_01_39_2019.pdf,
DOI:10.5281/zenodo.2650427 (IF 0.243, Science Index PIIH)

– **categoria B,**

1. M.TÎRȘU, M.LUPU. Rezumatul studiului privind barierele și oportunitățile de dezvoltare a SACET în mun.Bălți, Conferința tehnico-științifică cu participare internațională „Inginerie și educație”, ediția a III-a, Republica Moldova, 19 decembrie 2019.

– **Rapoarte publicate / Teze ale comunicărilor la congrese, conferințe, simpozioane, în culegeri**

1. L.P. KALININ, D.A. ZAITSEV, M.S. TIRSU, D.N. I.V. GOLUB. The Opportunities for Efficiency Increase of Phase-Shifting Transformers in Power Transmission Operational Modes . 2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT-Europe), 29 September to 2 October 2019, Bucharest, Romania., DOI: [10.1109/ISGTEurope.2019.8905480](https://ieeexplore.ieee.org/document/8905480), <https://ieeexplore.ieee.org/document/8905480>.
2. CALININ L.P., ZAITSEV D.A., TIRSU M.S., GOLUB I.V. Investigation of the possibilities of increasing the frequency converter efficiency based on the phase-shift transformer. 2019 8th International Conference on Modern Power Systems (MPS), 21-23 May 2019, Cluj-Napoca, Romania, DOI: [10.1109/MPS.2019.8759785](https://ieeexplore.ieee.org/document/8759785), <https://ieeexplore.ieee.org/document/8759785>
3. Sergiu Robu, “Previous experience with energy modelling in Moldova. Current situation of the Moldovan Energy System to be used as inputs for the Energy System Model (TIMES)” “TIMES – Moldova „Scenario Formulation Workshop”, Chisinau, 2019.
4. Sergiu Robu, ”Fostering national alignment via National Cooling Strategies: linking HPMPs, NDCs, energy policies”. Workshop ”Energy-Efficient and Climate-Friendly Refrigeration and Air Conditioning,, Paris, Franța, 20 - 23 februarie 2019
5. Sergiu Robu, “Stakeholder Consultation Workshop – Input from Experts / Subregional focus”. Workshop on “Pathways to Sustainable Energy” Geneva, Mai 2019
6. Sergiu Robu, ”Approaches to developing policies on affordable and energy efficient housing, urban planning, and smart cities”. Workshop on Green City, “Training Workshop on housing management and energy efficiency in buildings. Promoting Sustainable Development Goals on Urban Development Housing and Land Management”, Minsk, Mai 2019.
7. Sergiu Robu,” National Sustainable Energy Action Plans – from Commitments to Actions”, “10th International Forum on Energy for Sustainable Development” Bangkok, Thailand, UN Conference Center, 7 - 8 October 2019.
8. Progress in the Areas of Energy Efficiency and Renewable Energy in Selected Countries of

9. UNECE issues recommendations to accelerate energy efficiency and renewable energy shift in Eastern and South-Eastern Europe, Central Asia and Russian Federation. Published: 23 September 2019 http://www.unece.org/info/media/presscurrent-press-h/sustainable-energy/2019/unece-issues-recommendations-to-accelerate-energy-efficiency-and-renewable-energy-shift-in-eastern-and-south-eastern-europe-central-asia-and-russian-federation/doc.html?fbclid=IwAR0FdvY9QOLHsSJOWkuY0nwV71Oed6-Tq_KqF4SsYciCFNd5NFbd4KDVks4
10. Energy Efficiency in Buildings. <http://www.unece.org/energywelcome/areas-of-work/energy-efficiency/activities/energy-efficiency-in-buildings.html>
11. Sergiu Robu, "Pathways to Sustainable Energy: Presentations and results of recommendations". 28th Session of the Committee on Sustainable Energy and Workshop on "understanding the role of natural gas in achieving 2030 Agenda", Geneva, 24-27 September 2019.
12. I. Comendant, Iu. Prepelita, Lilia Turcuman. Identifying the opportunity to meet the Republic of Moldova Electricity Demand by Combining Renewable Energy Sources and Energy Storage System. Conferința SIELMEN, 9-10 octombrie 2019, Chișinău, 6 pagini, 9-11 October 2019. DOI: 10.1109/SIELMEN.2019.8905836. Chișinău, 6 pages. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8905836>
13. COLESNIC I., ANISIMOV V. Metoda de detectare a deteriorărilor tijelor de armătură ale pilonilor din beton armat al liniilor electrice. Brevet 1280. *Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT -2019. Catalog oficial, p. 57*
14. TÎRȘU M., TELEUȚĂ A., BERZAN, V., POSTOLATI V., POSTORONCĂ S., ANISIMOV V., BABICI V. Procedeu de obținere a căldurii cu utilizarea arcului electric. Brevet 1236. *Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT -2019, p 58*
15. БОШНЯГА, В. А.; СУСЛОВ, В. И. Исследование несимметричных режимов работы 4-х обмоточного преобразовательного трансформатора, содержащего схему скользящего треугольника. В Сборнике «Управляемые электропередачи», Труды Лаборатории управляемых электропередач за 2018-2019 г. Выпуск №10 (25). Составители Е.В. Быкова, В.П. Берзан. Кишинев, Типогр. Гос. Университета. 2019, с.29-39

Brevete de invenție.

1. BERZAN, V., DAUD, V., ANISIMOV, V. *Arzător cu duză multiplă*. Hotărâre de eliberare a brevetului de invenție nr. 9282 din 2019.06.13..

Hotărâre de eliberare a brevetului de invenție

Cereri de eliberare a brevetelor de invenție

1. ERMURATSCHI V., BURCIU V., ANISIMOV V. *Acumulator hybrid al căldurii solare*. Cerere s 2019 0024 din 2019.02.25.
2. ANISIMOV V., BERZAN, V., LOCȘIN V. *Dispozitiv pentru demonstrarea distribuției a curentului electric pe lățimea electrodului în timpul electrolizei prin metoda dinamicii electrochimice*. Cerere s 2019 0063 din 2019.06.26.

8. Fișa de prezentare a rezultatelor proiectului de cercetare

I. Sumarul activităților proiectului realizate

<i>Activități planificate</i>		<i>Activități realizate și rezultate noi obținute în cadrul proiectului (150 de cuvinte)</i>
2015		
1	Elaborarea soluției de principiu a instalației de interconexiune a sistemului energetic direct în curent alternativ prin modelare matematică și simulări a comportamentului sistemelor comutate.	Este elaborată schema principală a convertorului. Sunt determinați parametrii tehnici ai dispozitivului. Pentru regimurile static și dinamic sunt obținute legile de dirijare a convertorului. Sunt elaborate și propuse recomandări pentru diminuarea armonicilor superioare la valori diferite ale devierilor de frecvență ale sistemelor energetice în conectare. Sunt determinate domeniile de definiție ale regimului la transmiterea puterilor active și reactive și la armonizarea frecvențelor. Este elaborată și determinată structura modelului SPS a convertorului de frecvență în baza IPC cu transformatorul de armonizare a frecvențelor din trei module luând în considerație influența complexul de măsurări. Este asamblat și ajustat modelul Simulink al convertorului de frecvență. Sunt obținute și analizate caracteristicile de lucru și de reglare a dispozitivului studiat. Este efectuată analiza rezultatelor la componența armonică a curentului de lucru la ieșirea convertorului cu rotație circulară.
2	Elaborarea soluțiilor de realizare constructivă a serelor solare ergo-eficiente	Au fost cercetate soluțiile tehnice și tehnologice tradiționale și inovative de realizare constructivă ale serelor solare ergo-eficiente. Au fost construite două modele funcționale ale serelor solare ergo-eficiente, demonstrând astfel micșorarea în timp a spațiului lucrativ al serelor, și, deci, micșorarea esențială a cheltuieli enorme pentru menținerea temperaturilor necesare, mai ales la faza inițială de creștere a plantelor. Eficiența energetică a serelor elaborate se obține datorită schimbării în timp a spațiului aerian interior prin schimbarea distanței dintre sol (plante) și acoperișul serelor.
3	Elaborare soluții tehnice de majorare a performanței mijloacelor de dirijare cu fluxurile de energie în rețea	În a. 2015, pentru continuarea studiilor au fost selectate 2 opțiuni de scheme de conectare a bobinelor transformatorului pentru reglarea decalajului de fază - una cu potențial de fază pe cleme a înfășurărilor de reglare (schema transformatorului pentru reglarea decalajului de fază cu conectarea bobinelor în zig-zag cu triunghi), și alta – cu comutare în regiunea neutrlui. Au fost compuse în cadrul modelului elaborat schemele menționate de conexiune pentru investigație, pentru ambele scheme au fost executate calculele diferitor moduri asimetrice (sarcină dezechilibrată, scurt-circuit și rupturi de fază), și investigate caracteristicilor lor specifice, precum și petrecută analiza rezultatelor obținute. A fost evidențiat, că pentru ambele tipuri de scheme este caracteristic apariția modurilor asimetrice (în special în cazul scurtcircuitelor), asociate cu apariția fluxului magnetic de secvență homo-polară, care trebuie să fie luat în considerare la proiectarea astfel de dispozitive. Adăugător a fost elaborat un model simplificat al unei conexiuni flexibile de curent alternativ între două sisteme energetice cu aceleași frecvențe nominale, realizate prin utilizarea transformatorului de reglare a fazei cu rotație

		circulară. Modelul a permis executare analizei simplificate a fluctuațiilor de putere instantanee și valorilor lor în linia de transport a energiei electrice la reglarea discretă a decalajului de fază. Rezultatele obținute au fost descrise în rapoartele tehnico-științifice întocmite, au fost totodată prezentate pentru publicare 4 articole științifice și pregătite rezumate pentru o conferință internațională în România.
4	Analiza posibilităților de eficientizare a pompelor de căldură și utilizarea acestora împreună cu sursele regenerabile de energie pentru diminuarea consumului de energie în clădiri și industrie.	În baza experienței mondiale și cercetărilor efectuate au fost elaborate sisteme de producere: - a energiei termice în sistemele de aprovizionare cu căldură și cu apă caldă a sectorului locativ; - a căldurii și frigului la utilizarea pompelor de căldură multifuncționale în industria de prelucrare a produselor lactate, cu utilizarea integrată a surselor cu potențial termic scăzut și a surselor regenerabile de energie (SRE). Prima soluție tehnică propusă constă în aceea că instalația cu pompă de căldură este alcătuită din două pompe de căldură, și anume: - pentru încălzire spațiului locativ; - pentru prepararea apei calde. Cazul dat prevede utilizarea unei anumite părți de căldură a apei retur din rețeaua termică ca sursă de căldură cu potențial termic scăzut pentru pompele de căldură, utilizate în punctele termice centrale ale orașului (municipiului) în perioadă de încălzire în paralel cu SRE, utilizate în calitate de unealtă de majorare a coeficientului de performanță termică (COP) a pompelor de căldură. Totodată, în perioada de intersezon și în perioada de vară pompa de căldură pentru prepararea apei calde funcționează numai cu utilizarea SRE. Soluția propusă dă posibilitate de a economisi gaz natural, livrat la CET în volum de cca 25% (pentru condițiile mun. Chișinău) pe parcursul anului. A doua soluție tehnică propusă constă în aceea că în schema instalației de pasteurizare și răcire a laptelui sunt introduse circuite suplimentare între schimbătoarele de căldură și legătura între ele cu elementele principale ale instalației, ceea ce permite majorarea COP-ului instalației în mediu cu 5,3.
5	Identificarea ponderii rezonabile a capacității surselor locale și de import la acoperirea cererii de energie pe viitor	În vederea realizării obiectivului au fost dezvoltate două modele de calcul: 1) Modelul de simulare a dependenței tarifului mediu la energia electrică, aplicat consumatorilor finali, de mai mulți factori efectivi; 2) Modelul de simulare a dependenței tarifului suportabil la energia electrică pentru păturile social vulnerabile de evoluția creșterii PIB, structura consumului de energie raportat la numărul de consumatori respectivi, nivelul sărăciei, etc. Drept urmare a calculelor și analizelor efectuate a fost stabilit că toate scenariile de dezvoltare a surselor de energie electrică, care asigură securitatea energetică, nu pot asigura un tarif mai mic, decât cel suportabil de populația săracă. Pentru ca aceasta din urmă să poată achita energia consumată sunt necesare îndemnizații respective. Astfel, pentru cazul în care s-ar fi înregistrat o creștere a PIB-ului de 3,26%, egală cu media înregistrată în anii precedenți, subvenția, în cazul realizării celui mai rezonabil scenariu de racordare asincronă la ENTSO-E va constitui cca 100 milioane lei anual până în 2019, iar pornind cu 2020

		îndemnizația va trebui majorată până la 150 milioane lei, descrescând până la 120 milioane lei către anul 2033. În cazul realizării scenariului ”autobalansare” subvențiile vor trebui majorate de cel puțin 1,5 ori. În scenariul de racordare sincronă la ENTSO-E îndemnizațiile sunt mai mici, însă, acest scenariu are puține șanse a fi realizat în următorii 10-15 ani
6	Elaborarea soluțiilor tehnice de realizare a încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare).	Au fost elaborate: - cerințele tehnice față de încălzitoarele de apă cu acumulator de căldură, utilizate în sistemele de producere și consum al căldurii în clădiri; - modelele matematice ale încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare) pentru calcularea regimurilor termice; - software pentru calcularea regimurilor termice de lucru ale încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare); A fost: - confecționarea mostrei experimentale a încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare); - obținute date experimentale a temperaturii și volumului apei calde la diverse condiții meteorologice ale încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare) pe parcursul anului; - determinați indicatorii eficienței energetici, economici și ecologici ale încălzitorului de apă cu acumulator de căldură (cu urmărire după soare)
2016		
1	Cercetarea proprietăților și caracteristicilor instalației de convertizare directă a frecvenței în baza instalației de reglare a decalajului de fază.	A fost schimbată legea de dirijare, fără a modifica schema principială a dispozitivului și am adus discretizarea cheii electronice până la 1 grad. Aceasta a fost posibil datorită utilizării metodei nesimetrice de dirijare. Sistemul este divizat în reglaj brut și fin. În sectoare peste 60 de grade, se conectează electronica de putere, care permite ajustarea tensiunii de ieșire în raport cu cea de intrare. Pentru aceasta a fost propusă înfășurarea de dirijare din 15 secții, care permite conectarea a 15 poziții, plus reversul. În total - 30 de poziții. De aici se îmbunătățesc indicii componenței armonice a tensiunii și curentului. Alt capitol - în baza dispozitivului expus mai sus a fost efectuată legătura electrică a frecvenței variabile cu scopul de a influența la lungimea de undă a transmisiunii electrice. Se poate de schimbat capacitatea de transmisiune cu dirijare. Au fost simulate aceste efecte la frecvențele 50Hz, 40Hz și 20Hz.
2	Determinarea dependenței dintre nivelul de competiție pentru energia cea mai ieftină și investițiile necesare pentru atingerea acestui nivel.	Investițiile pentru realizarea scenariului asincron de racordare a R. Moldova la ENTSO-E nu se recuperează, adică nu se justifică economic, servind doar pentru a asigura securitatea energetică. Securitatea energetică, însă, poate fi realizată prin soluții mai ieftine. Sunt construite pe ideea racordării sincrone a sistemului electroenergetic național la cel european. Înțelegând dificultatea scenariului sincron, schema de implementare a acestuia este propusă a fi construită în formatul „cvaziracordare”, adică scenariul va fi realizat, însă va funcționa în regim „Standby”, schema de funcționare în continuare a sistemului electroenergetic național rămânând cea tradițională. Și din alt punct de vedere, rețelele electrice de transport actuale sunt mult depreciate. Prin scenariul sincron „Standby” noile rețele vor fi

		construite astfel, ca la momentul potrivit acestea să dezlocuiască cele total depreciate. Momentul potrivit ar putea coincide cu cel aferent racordării sincrone la ENTSO-E a sistemelor Ucrainei și R. Moldova, prognozat a avea loc peste cca 15 ani.
3	Cercetarea gradului de integrare a surselor regenerabile în eficientizarea consumului de energie a clădirilor și altor ramuri ale industriei.	A fost efectuată analiza comparativă a proceselor în care sunt utilizate SRE și surse de energie cu potențial termic scăzut, asigurarea matematică cu softul pentru calcularea și construirea grafică a indicilor energetici în sectorul comunal și industrial cu utilizarea pompelor de căldură și a SRE, scheme tehnologice de aprovizionare cu energie a proceselor tehnologice de prelucrare industrială a produselor și utilizarea SRE, schema hidraulică a pompelor de căldură pentru producerea concomitentă a căldurii și frigului. Elaborarea schemei de pasteurizare și răcire a laptelui cu posibilitatea producerii apei de gheață și a apei calde. S-a constatat, că pompele de căldură sunt mai energoeficiente și pot fi utilizate în sistemele energetice ale clădirilor.
4	Cercetări teoretice a unei case individuale eficiente energetic și seismic rezistentă.	Au fost elaborate modele matematice pentru calcularea energiei termice și electrice de către convertizoarele radiației solare amplasate în interiorul casei energetice și ecologice. Casa este amplasată pe un acumulator de căldură. Momentul inovativ aici este sistemul de încălzire/răcire cu aer, spre deosebire de cele existente, cu lichide. Este exclusă problema coroziiei. Nu sunt scurgeri. Acoperișul casei este alcătuit din colectoare, care se montează foarte repede, cu convectoare, schimbătoare de aer etc. acumulatorii de sezon sunt în subsolul casei. Căldura este preluată de podea. Sunt excluse schimbătoarele de căldură.
5	Analiza perspectivei aprovizionării Republicii Moldova cu gaze naturale de pe piața gazelor naturale ale României	Gazoductul Iași-Ungheni reprezintă doar o parte a proiectului de integrare a pieții energetice a RM în piața Europeană. În acest context și în baza angajamentelor RM, sectorul gaze naturale moldovenesc trece printr-o perioadă de transformare esențială a modului de operare. În această perioadă se realizează trecerea: de la monopolul natural-la piața gazelor naturale; de la un singur operator integrat pe segmente de furnizare, transport și distribuție-la divizarea operațională și legală a activităților de furnizare, transport și distribuție și participarea multiplelor companii pe fiecare segment; de la prețuri la gaze naturale stabilite în baza indexării la prețurile produselor petroliere – la prețuri formate pe piață în funcție de cerere și ofertă la gaze naturale; de la contracte de lungă durată de aprovizionare cu gaze naturale –la contracte săptămânale / lunare / trimestriale / anuale; de la o singură sursă de aprovizionare cu gaze naturale-la multiple surse și direcții.
2017		
1	Elaborarea și cercetarea convertorului de frecvență simetric cu un singur canal și două grade de libertate la dirijarea cu puterea realizat în baza tehnologiei IPC.	A fost prezentată o nouă configurație Interphase Power Controller (IPC), care permite un diapazon larg de dirijare prin divizare conductivităților conjugate ale elementelor de bază pe module elementare, care la rândul său sunt dirijate de chei electronice. Au fost elaborate legile de dirijare asupra modulelor elementare, care asigură conexiunea controlată prin putere și frecvență între sistemele electroenergetice, ce funcționează asincron. Au mai fost elaborate și modele imitate a convertorului, pe baza cărora au fost efectuate experimente, care au

		permis reproducerea proceselor de comutare, ce determină calitatea funcționării convertorului. A fost efectuată o analiză complexă a parametrilor de funcționare a dispozitivului în procesul de convertizare la diferite combinații de frecvențe ale sistemelor de transmisie și recepție, atât în regimurile statice cât și în cele dinamice. Sunt elaborate domeniile corespunzătoare ale regimurilor existente pentru diferite legi de dirijare ale convertorului. A fost elaborat un transformator de reglare care asigură aceleași variante de acțiuni de dirijare în formă de tensiune suplimentară reglabilă, ca și FACTS controller, care a fost numit UPFC (Unified Power Flow Controller), dar pe bază mai simplă și accesibilă de realizare. Mai mult decât atât, varianta propusă, asigură o posibilitate mai largă de reglare a tensiunii de fază (în comparație cu UPFC) la standarde asemănătoare pentru limitele de varietate a modulului admise. Cercetarea efectuată și analiza rezultatelor, a arătat importanța soluțiilor tehnice propuse.
2	Identificarea potențialului, beneficiilor și provocărilor aplicării Managementului sarcinii (DSM) în R. Moldova.	1. În urma analizei curbei sarcinii de consum a sistemului electroenergetic național aferente anilor 2012-2016 a fost stabilit că aceasta a avut o tendință de aplatizare. Față de anul 2012 în 2015 factorul de sarcină a crescut cu 13,6%, iar în 2016 - cu 7,6%, ceea ce semnifică la creșterea eficienței energetice în economia națională. În lipsa tarifelor zonale, fenomenul are ca explicații aplicarea de tehnologii avansate, cum ar fi implementarea de lămpi de iluminat de tip LED, aparate casnice eficiente energetic, etc., - pe de o parte, pe de alta - utilizarea tot mai largă a aparatelor de aer condiționat, ceea ce a diminuat discrepanța dintre cantitatea energiei zilnice consumate în timpul iernii de cea în timpul verii. 2. Prin punerea în aplicare a tarifelor zonale, lipse la moment, ar putea fi atinsă o importantă reducere de putere generatoare în sistemul energetic național, egală cu până la 60 MW, echivalentă cu puterea CET-1 sau cu cca 30% a puterii CET-2. 3. A fost stabilit că stimulentele spre aplicarea tarifelor zonale scade considerabil cu apropierea de la sursa de generare din import sau CTEM către nivelul de tensiune 0,4kV. Astfel, dacă la energia din import se înregistrează un raport dintre prețul energiei în orele de vârf la cel din gol, egal cu 7,2, atunci după ce această energie se combină cu cea produsă pe malul drept, raportul în cauză scade până la 2,6, ca apoi să se diminueze până la 2,3 pentru consumatorii racordați la rețeaua de transport și 1,6 pentru consumatorii racordați la rețelele de distribuție de 0,4 kV. 4. În condițiile în care 100% din energia produsă în orele de vârf ar fi fost transferată în orele de gol, prețul mediu al energiei achiziționate de la furnizori s-ar fi redus cu 29%, cu referință la anul 2016, iar tariful energiei la consumatorii casnici s-ar fi redus de la 199 bani/kWh la 162 bani/kWh, adică cu 19%.
3	Elaborarea termotransformatorului (pompei de căldură) multifuncțional (TIM) pentru producerea simultană a căldurii și a frigului, cu un raport reglabil între puterea căldurii și puterea frigului în procesul tehnologic de producere.	Au fost identificate: - procesele tehnologice din complexul agroindustrial în care pot fi utilizate pompe de căldură multifuncționale. Pe bază informației obținute au fost determinate: a) regimurile termice ale proceselor tehnologice identificate în care pot fi utilizate TIM; b) condițiile, în care utilizarea TIM este

		energoeficientă; - schemele hidraulice ale TTM. Au fost elaborate: - schema hidraulică a TTM; - schema de încorporare a TTM în procesele tehnologice legate de producerea căldurii și a frigului; - soft-ul pentru calcularea și construirea grafică a indicilor energoeconomiști a TTM, precum și a sistemului de dirijare a lui; - sisteme de dirijare a TTM, optimizate după criteriul de minimum de pierderi de energie și exergie și identificați indicii de performanță a sistemului de dirijare a TTM elaborat; - condițiile economice și energetice de utilizare a TTM în complexul agroindustrial; - eficiența economică de utilizare a TTM. Rezultatele noi obținute constau în elaborarea schemei hidraulice a TTM, a schemei de încorporare a TTM în procesele tehnologice legate de producerea căldurii și a frigului, precum și a sistemelor de dirijare a TTM, optimizate după criteriul de minimum de pierderi de energie și exergie.
4	Cercetarea instalației termice solare (colectorului solar) de mare capacitate.	Au fost determinate și cercetate: - opțiunile posibile a construcției instalației termice solare de mare capacitate; - dimensiunile de gabarit ale instalației termice solare de mare capacitate în cazul urmăririi după soare și fără aceasta; - influența regimului de temperatură a instalației termice solare asupra indicilor lui energetici și economici, precum și asupra indicilor sistemului de încălzire în cazul utilizării pompelor de căldură; - cota parte a energiei solare la alimentarea cu căldură a clădirilor cu diferite măsuri de protecție termică. Au fost elaborate: - construcția unei mari instalații termice solare pentru încălzirea apei pe baza colectoarelor solare de tip flux și low-cost care oferă consumatorilor energie termică cu un preț mai mic decât cel al surselor tradiționale; - modelele matematice pentru calculul eficienței conversiei radiației solare în energie termică când consumul lichidului este fix sau variabil. - softul pentru calcularea regimurilor termice, precum și a performanței energetice și economice a instalației termice solare de mare capacitate. Rezultatele noi obținute constă în elaborarea construcției unei mari instalații termice solare pentru încălzirea apei pe baza colectoarelor solare de tip flux și low-cost care oferă consumatorilor energie termică cu un preț mai mic decât cel al surselor tradiționale.
5	Elaborarea soluțiilor constructive ale serelor solare energo-eficiente.	Au fost cercetate soluțiile tehnice și tehnologice tradiționale și inovative de realizare ale serelor solare energo-eficiente. Sa constatat ca serele solare tradiționale nu sunt energo-eficiente, datorita spatiilor mari care necesita cheltuieli enorme pentru menținerea temperaturilor necesare, mai ales la faza inițială de creștere a plantelor. In rezultatul cercetărilor au fost elaborate noi sere energo-eficiente. Eficiența energetică a serelor elaborate se obține datorită schimbării în timp a spațiului aerian interior prin schimbarea distanței dintre sol (plante) și acoperișul serelor, micșorând astfel esențial

		cheltuielile de căldură, în deosebi la faza inițială, și nu numai, de creștere a plantelor.
2018		
1.	Elaborarea variantelor optime de realizare a convertizorului de frecvență și a sistemului centralizat combustibil-solar de alimentare cu căldură, a modelului de calcul a acumuloarelor de energie, optimizarea vaporizatoarelor și răcitoarelor de gaz ale PC și analiza datelor statistice privind consumul total de energie utilizat în sectorul agricol.	S-a elaborat schema de structură a convertizorului de frecvență, inclusiv a sistemului și a strategiei de comandă, s-au determinat elementele constructive ale lui, s-a realizat modelul de simulare. S-a elaborat un model de calcul, care permite simularea dependenței prețului energiei electrice produse de SRE în tandem cu stocarea energiei pe termene scurte și lungi, precum și impactul acestui preț asupra tarifului la energia electrică. S-a elaborat metoda pentru selectarea tipurilor de vaporizatoare și răcitoare de gaz ale PC cu dioxid de carbon ca agent frigorific. S-au elaborat variantele posibile ale schemelor sistemului centralizat a combustibil-solar de alimentare cu căldură și al construcției acumulatorului de căldură inter-sezonier. S-au colectat date statistice privind consumurile totale de energie, utilizate în sectorul agricol, precum și la suprafețele totale irigate pe tipuri de culturi agricole.
2.	Calculul componentelor mostrelor experimentale, identificarea tehnologiilor de acumulare a energiei, elaborarea unui sistem automat de lubrifiere a PC și a unui program de calcul al indicatorilor energetici și economici pentru sistemului centralizat combustibil-solar, estimarea surselor de energie pentru irigare.	S-a calculat și s-au realizat componentele electronice și electromagnetice ale instalației convertizorului de frecvență, inclusiv cu asamblarea echipamentelor de comutare și comandă. Pentru fiecare tip de acumulator de energie s-au identificat parametrii tehnici și economici. S-a elaborat un sistem automat de lubrifiere pentru sistemul de compresoare, conectate în cascadă a PC. S-au adaptat modelele matematice de calcul a eficienței conversiei radiației solare în energia termică la furnizarea centralizată a căldurii pentru consumatorii de grup. S-a elaborat calculul tehnico - economic privind varianta cea mai optimă de alimentare cu energie a stațiilor de irigare.
3.	Asamblarea, ajustarea și testarea mostrelor, stabilirea performanțelor tehnice a acumuloarelor de energie, optimizarea termo-economică a schimbătoarelor recuperative de căldură ale PC, cercetarea indicatorilor energetici și economici ale sistemului centralizat combustibil-solar de alimentare cu căldură, studiu de caz pentru irigarea terenurilor agricole cu diferite geometrii.	S-a realizat asamblarea și testarea tuturor modulelor mostrei convertizorului, inclusiv cu încercările de rigoare. S-a stabilit numărul solicitat de cicluri încărcare-descărcare pentru acumuloarele de energie (AE), capacitatea acestora, a altor performanțe relevante curbelor de producere a energiei eoliene și fotovoltaice spre satisfacerea cererii de energie de la SRE pe parcursul anului. S-au calculat caracteristicile schimbătoarelor recuperative de căldură și sinteza sistemului lor de control. S-a determinat influența dimensiunilor elementelor sistemului și a regimurilor lor termice asupra indicatorilor energetici și economici ale sistemului de alimentare cu căldură cu și fără utilizarea pompelor de căldură. S-au selectat pompele de irigare în funcție de necesități.
4.	Generalizarea rezultatelor obținute, concluzii și recomandări. Pregătirea raportului anual.	S-a efectuat analiza comparativă a rezultatelor experimentale și a celor obținute prin simulare cu elaborarea recomandărilor de rigoare pentru convertizorul de frecvență. Au fost stabiliți parametrii AE, la atingerea cărora este justificată acoperirea cererii de energie în R. Moldova în baza promovării tandemului SRE-AE și elaborate recomandă. Au fost elaborate soluții tehnice și efectuată analiza termodinamică, tehnico-economică de funcționare a PC destinate încălzirii și preparării apei calde de consum în clădiri la utilizarea diferitor tipuri de SRE. S-au determinat economiile posibile a resurselor energetice tradiționale la diverse regimuri termice și scheme ale sistemului centralizat combustibil-solar

		de alimentare cu căldură a unui grup de consumatori. S-au elaborat recomandări privind utilizarea SER pentru irigare. A fost realizat raportul anual.
		2019
1	<i>Analiza surselor de balansare a energiei intermitente produsă de sursele eoliene (SEE) și fotovoltaice (SEFE), integrate la diferit grad în sistemul electroenergetic național</i>	Dezvoltarea de mai departe a surselor eoliene și fotovoltaice se ciocnește de lipsa capacității țării în producerea energiei de balansare în orele în care vântul și razele solare sunt insuficiente pentru acoperirea cererii de energie. Studiul efectuat a avut ca obiectiv identificarea din punct de vedere economic a celor mai cunoscute surse de balansare. În vederea elucidării lor, au fost examinate 7 scenarii de dezvoltare a surselor de energie electrică până în anul 2040: 1. 70%SRE+SSE(5%SRE+25%Imp); 2. 70%SRE+SSE(30%Imp); 3. 70%SRE+30%TG; 4. 100%TG; 5. SLB; 6. As(0.6c/kWh); 7. As(0 c/kWh). Fiecare dintre scenarii au fost examinate în cinci variante de modificare a investițiilor specifice și randamentului producerii energiei. Pentru calcularea acestora a fost dezvoltat un model de calcul respectiv și identificați parametrii tehnici și economici a surselor respective. A fost determinat că scenariile 70%SRE+SSE(5%SRE+25%Imp) și 70%SRE+SSE(30%Imp) se disting prin cele mai mari prețuri, depășind pe următorul scenariu cu cele mai înalte prețuri, 70%SRE+30%TG, cu cca 14-19%. Contribuția cea mai însemnată la atingerea unor așa înalte prețuri revine costurilor pentru SSE. Adică, înlocuirea SSE cu turbine pe gaze constituie, din punct de vedere economic, o soluție mult mai fezabilă, decât aplicarea de SSE, cele mai fezabile până în 2030 (bateriile Li-ion și Redox) luate în calcul. La rândul său, scenariul 70%SRE+30%TG depășește cu 7-28% scenariul asincron de racordare la ENTSO-E, valoarea decalajului fiind dependentă de varianta de parametri cheie considerată, precum și de diferența dintre prețul energiei importate din est și cea din vest, aflată în limitele 0-0,6 cenți/kWh, cea din vest asumată a fi mai ieftină în acest interval de prețuri. Energia produsă în scenariul 70%SRE+30%TG este mai scumpă și față de scenariul în care toată cererea de energie este acoperită prin arderea gazelor naturale la TG, cu unele excepții. A fost stabilit că dacă se reușește vinderea reducerilor de CO2 cu un preț aflat în limitele 74,3-91,8 \$/tCO2, atunci scenariul 70%SRE+30%TG devine mai competitiv, decât cel asincron, actualmente promovat de R. Moldova. Având în vedere că Fondul Verde pentru Climă a stabilit pragul de investiții pentru reducerea unei tone de CO2 la nivelul de 230 \$/tCO2, există toate șansele ca prin angajarea cu acest Fond scenariul 70%SRE+30%TG să fie unul cu sorți de

		izbândă. A fost demonstrat că nivelul cererii de energie care poate fi acoperită direct de la SRE, fie prin stocarea energiei SRE în SEE poate fi majorat prin creșterea ponderii de energie fotovoltaică în tandemul surse eoliene+surse fotovoltaice. Identificarea acestei ponder optime, constituie subiectul unui studiu separat.
2	Cercetarea funcționării sistemelor combustibil-solare descentralizate de alimentare cu căldură a unei case cu utilizarea acumulatorilor de căldură cu diferite capacități energetice	S-a studiat: - literatura tehnică privind sarcina temei. - schemele funcționale ale sistemelor combustibil-solare descentralizate de alimentare cu căldură (încălzire și apă caldă) a unei clădiri cu utilizarea acumulatorilor de căldură cu diferite capacități energetice. S-a elaborat: - câteva variante posibile ale schemelor funcționale ale sistemului combustibil-solar descentralizat de alimentare cu căldură (încălzire și apă caldă) a unei case individuale și a construcției acumulatorilor de căldură; - indicatorii tehnici și economici ale sistemului combustibil-solar descentralizat de alimentare cu căldură (căldură și apă caldă) SSAC a unei case, și anume: a investițiilor inițiale și totale în SSAC, a costului energiei, a termenului de rentabilitate a investițiilor, a indicelui de profit al proiectelor SSAC, cu și fără pompe de căldură; - modele matematice pentru calcularea indicatorilor tehnici și economici (ITE) ale sistemelor solare-combustibile de alimentare cu căldură ale caselor individuale construite anterior (în anii 60 ai secolului XX) cu și fără pompe de căldură (PC) cu acumulatori de căldură (AC) de diferite capacități energetice; - modele matematice și programe de calcul și sau calculat ITE pentru sistemele solare, care asigură alimentarea casei doar cu apă caldă (ACC), precum și care asigură alimentarea casei individuale atât cu apă caldă (ACC) cât și cu căldură; - modele matematice pentru calcularea valorilor limită ale investițiilor în Sistemele Solare de Încălzire (SSÎ), care determină punctul de rentabilitate a proiectelor acestor sisteme. Programul a fost elaborat în mediul Delphi folosind sistemul Turbo Pascal. S-a cercetat: - indicatorii tehnici și economici ale sistemului descentralizat combustibil-solar de alimentare cu căldură. S-a determinat: - influența dimensiunilor elementelor sistemului și a regimurilor lor termice asupra indicatorilor energetici și economici ale sistemului descentralizat de alimentare cu căldură a unei clădiri, cu și fără utilizarea pompelor de căldură;

		- posibilitatea economisirii resurselor energetice tradiționale la diverse regime termice și scheme ale sistemului combustibil-solar descentralizat de alimentare cu căldură (încălzire și apă caldă) a unei clădiri cu utilizarea acumulatorilor de căldură cu diferite capacități energetice, cu și fără utilizarea pompelor de căldură. Rezultatele noi obținute constau în: - adaptarea modelelor matematice bine-cunoscute pentru calcularea indicatorilor energetici și economici ai SSÎ ale caselor individuale și clădiri; - elaborarea unui program pentru calcularea indicatorilor energetici și economici ai SSÎ pentru consumatorii descentralizați pentru condițiile climatice și economico-financiare ale Moldovei; - elaborarea modelelor matematice pentru calcularea valorilor limită ale investițiilor în SSÎ, care determină punctul de rentabilitate a proiectelor acestor sisteme.
3	<i>Cercetare și elaborare a soluțiilor tehnice de perspectivă bazate pe tehnologii FACTS, cu implementarea noilor principii de reglare a parametrilor regimurilor rețelei la realizarea conceptelor SMART GRID în sistemele energetice modern</i>	1. Se propus o variantă de schemă a unui convertor de frecvență cu două canale bazat pe un transformator de rapel cu rotație circulară a fazei tensiunii de ieșire realizată în conformitate cu schema „zig-zag - triunghi”; 2. Au fost elaborate strategii de control și înfășurări secționare care asigură 48 de poziții de comutare în fiecare sector la 120° de reglare „brută” cu pasul de discreție 2,5° și o strategie de control care asigură 24 de poziții de comutare în fiecare sector la 120° al reglării „brute” cu discreție de 5°. 3. Au fost construite și racordate modele structurale de simulare a convertoarelor cu două canale cu 48 și 24 de poziții de comutare, pe baza cărora s-au efectuat experimentele de calcul. Rezultatele încercărilor au ilustrat fezabilitatea ideii de a construi un convertor de frecvență bazat pe schema instalației propuse. Calitatea conversiei a fost evaluată la diferite frecvențe de alunecare între sistemele de transmitere și recepție în diferite condiții de conectare a instalației. Este demonstrat că parametrii calității conversiei sunt semnificativ diferiți pentru 48 și 24 de trepte de comutare la diferite frecvențe de alunecare între sistemele energetice de transmisie și de recepție. 4. S-a realizat un studiu asupra regimurilor de funcționare ale convertorului la coordonarea frecvențelor sistemelor de alimentare cu diferite capacități. Se demonstrează că fluctuațiile puterii active tind să scadă odată cu creșterea diferenței dintre puteri, ceea ce poate indica eficiența convertoarelor la conectarea surselor mici cu o frecvență de funcționare instabilă (de exemplu, turbine eoliene) la sistemul energetic. Trebuie menționată eficiența reglării în 48 de poziții, care este atât mai mare, cu cât este mai

mică diferența de frecvențe a sistemelor îmbinate la orice raport de putere.
5. Au fost realizate investigații cu privire la influența reactoarelor cu comutare longitudinală asupra caracteristicilor calitative ale conversiei pentru putere și frecvență, s-a dovedit eficiența utilizării lor și s-au determinat valorile optime ale inductanțelor echipamentului reactorului. În general, analiza parametrilor care caracterizează calitatea conversiei, la fel, ne permite să concluzionăm că legea controlului pe 48 de poziții este eficientă.

II. Relevanța rezultatelor științifice obținute (până la 200 de cuvinte).

Se evidențiază valoarea teoretică, în comparație cu lucrările existente în țară și peste hotare, a rezultatelor științifice teoretice fundamentale, se evidențiază eficiența tehnico-economică ori socială, recomandările principale vizând implementarea rezultatelor științifice aplicative și a elaborărilor tehnico-științifice executate, importanța și impactul lor asupra dezvoltării științei, economiei și culturii naționale a R. Moldova, beneficiarii rezultatelor.

Cercetările efectuate asupra convertizorului de frecvență au o importanță majoră pentru elaborarea soluțiilor la interconexiunile a două sisteme electroenergetice cu posibilitatea transmiterii puterii active într-un regim cu eficiență sporită, pierderi minime și minim impact asupra funcționării ambelor sisteme, bazate pe transformatoarele convertizorului, dar și reducerea costurilor acestor aparate specifice.

Pentru valorificarea sporită a surselor energiei regenerabile ce ține de partea electrică este pretutindeni dovedit efectul conceptului elementelor de stocare prin utilizarea acumulatorilor electrice, din motivul caracterului destul de intermitent al generării a asemenea tip de energie. Modelul de calcul elaborat în cadrul acestor lucrări permite obținerea tabloului de evoluare a prețului la energia electrică în urma implementărilor acestor tehnologii.

În sistemele moderne termoeenergetice tot mai mare utilizare capătă dioxidul de carbon ca agent frigorific, condiționat de natura toxică a freonilor. Cercetările pe această dimensiune au permis elaborarea unui nou sistem de lubrifiere a compresoarelor pompelor termice conectate în cascadă.

Reieșind din realitatea costurilor reduse ale sistemelor de surse regenerabile termice solare comparativ cu cele electrice, au fost efectuate lucrări asupra îmbinării funcționării sistemelor menționate cu cele tradiționale destinate furnizării energiei termice și a apei calde de consum, cu estimarea efectului economic de utilizare a lor în diferite regimuri.

Soluțiile elaborate privind utilizarea SER în domeniul sectorului agrar (irigare) deschid noi oportunități de reducerea a dependenței energetice a țării, dar și a creșterii competitivității sectorului

III. Volumul total al finanțării

*Finanțarea planificată (mii lei) **15878,7***

Executată (mii lei) 17004,8

IV. Volumul cofinanțării (mii lei)

0

V. Lista colaborărilor inițiate în cadrul proiectului

- Acord de colaborare tehnico-științifică cu Universitatea națională din Harikov de economie orășenească "A.N.Beketov".
- Acord de colaborare cu Î.C.S. "RED UNION FENOSA" S.A.
- Acord de colaborare cu A.O. "Centrul pentru Analiză, Supraveghere și Protecție în domeniul Energetic" și SRL "Elital-Garant"
- Acord de colaborare cu ANRE și Uniunea Societăților Tehnico-Științifice din Moldova
- Acord de colaborare cu IDSI
- Acord de colaborare cu Societatea comercială Fly Ren Energy Company S.R.L, AȘM și IGFP.
- Protocol de parteneriat cu Centrul pentru Promovarea Energiilor Regenerabile și Eficiență Energetică, INCE "Constantin C. Krițescu"
- Memorandum de colaborare cu TERMOELECTRICA S.A.
- Acord de colaborare trilateral cu Institutul de Electromecanică și Management energetic din Odessa și cu Universitatea Tehnică a Moldovei – Facultatea Energetică și Inginerie Electrică
- În proces de încheiere este Memorandumul cu Institutul de Proiectări "Energoproiect"

- Întâlnire cu Adriana Vasile din România, Iași, Nicolae Covalenco și Ion Negură Confederația Sindicatelor. Inițierea unui proiect transfrontalier Moldova-România.
- Întâlnire cu Chris August, Director, Senior Banking Specialist&Development Consultant (UK) și Vadim Kuzyk, ROM Expert (Results Oriented Monitoring), Neighbourhood (Brussels) privind promovarea liniei de creditare GGF pentru proiectele verzi, Finance in Motion,
- Întâlnire cu Dr.George Giannakidis, Grecia, Consultant energetic și Adrian Twomey, Finlanda, Expert în sectorul energetic. Tema abordată: „Instrumentele de modelare a dezvoltării sectorului energetic: Markal, Times, WASP, EMPEP, LEAP etc.” Posibilitatea creșterii capacității personalului IE de modelare a scenariilor dezvoltării sectorului energetic și instalarea softului licențiat la IE
- Institutul de Energetică a stabilit relații de colaborare cu Institute for Sustainable Energy Policies - ISEP, Saneicho 3-9, Shinjuku, Tokyo 160-0008, Japan (Institutul pentru Politici Energetice Durabile), în special cu cercetătorul - șef, Dr. Hironao Matsubara
- Memorandum cu CET-Nord S.A., Bălți

VI. Lista evenimentelor organizate / la care s-a participat în cadrul proiectului

- A 4-a Conferință internațională “Energy Smart Systems 2015” împreună cu Academia Națională de Știință a Ucrainei, 9-12 iunie, 2015;
- Masa rotundă MOLDENERGY- 2015: „Soluții inteligente de integrare a surselor distribuite de generare”. Organizatori IE, AEE și Proiectul Energie și biomasă.
- Seminar internațional „Eficiență energetică: tendințe și perspective”, Raport la invitație cu denumirea „Situția în domeniul eficienței energetice a Moldovei și instrumente de promovare”. Organizator Gas Natural Fenosa
- Masa rotundă la Moldoexpo în cadrul expoziției INFOINVENT- 2015 cu tema : „Bursa invențiilor și a tehnologiilor noi din domeniul Eficienței Energetice și valorificarea SER”. Organizatori AITT și IE AȘM
- Conferința moldo-poloneză “„Научные и практические аспекты получения энергии из возобновляемых источников, а также социальный, экономический и экологический интерес ее использования”, 23 octombrie 2015.
- A 3-a Conferință internațională “Moldova Energetică – 2016. Aspecte regionale de dezvoltare”
- Seminarul științifico-practic, 19.07.2017. Aspecte inovatoare de dezvoltare ale sectorului energetic din Republica Moldova
- Seminarul științifico-practic „Abordări de prognozare a indicatorilor în Energetică și în Economie”
- VII Conferința științifico-practică în memoriam. I. I. MARTÂNENKO. «Энергообеспечение технологических процессов», dedicată jubileului a 85-ani a Universității Agrotehnologice de Stat Tavrisheschii or. Melitopol, 8-9 iunie 2017
- Atelierul de lucru „Provocări privind viitorul sistemului de încălzire din Chișinău”.
- Masa rotundă cu genericul ”**Impactul centralelor termice individuale pe gaze naturale asupra sănătății publice și a mediului ambiant**”
- Masa rotundă cu genericul „Soluții inovative de conversie a energiei regenerabile”.
- **МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА» ЕЛТЕКС – 2018, Odessa; Ucraina**
- “ELECTROTECHNIC AND COMPUTER SYSTEMS: THEORY AND PRACTICE” ELTECS-2019, Odessa; Ucraina
- Atelier de lucru “Descoperire antreprenorială” în sectorul energetic privind identificarea nișelor de specializare inteligentă
- Masa rotundă cu genericul ” **Studiul privind barierele și oportunitățile de dezvoltare a SACET în mun. Bălți**”, 25.10.2019

Lista evenimentelor la care s-a participat

- ✓ Participare la M3-131-A-15 Energy Security Strategic Awareness Course, organizat în Munchen de către NATO SCHOOL Oberammergau
- ✓ Atelier de lucru privind inventarul național al emisiilor de gaze cu efect de seră - Sectorul energetic, spre a fi prezentat de Republica Moldova către CONUSC în 2015
- ✓ Participare la școala de vară (stagiere): “Integrating Bioresources and Waste in Urban and Rural Energy Systems”, ESEIA international summer school 2015, Faculty of Sciences and Technology, Universidade Nova de Lisboa, 13-24 iulie 2015

- ✓ Atelier de lucru "Cooperation opportunities within Horizon 2020: RDI and Scientific DIASPORA" Chișinău, Republica Moldova
- ✓ Atelier de lucru „EU4Energy Governance: High-level Policy Talks on Energy Efficiency in Moldova”
- ✓ “Orașe verzi durabile în Republica Moldova – catalizarea investițiilor pentru orașe verzi durabile în Republica Moldova utilizând o abordare holistă și integrată de planificare urbană”
- ✓ Proiectul „Republica Moldova: activități privind pregătirea celei de a patra comunicări naționale și primului raport bienal actualizat către Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la schimbarea climei (CONUSC)”
- ✓ Institutul de Standardizare din Moldova, Ministerul Economiei și Infrastructurii, Agenția de Eficiență Energetică
- ✓ Participarea la ”Programul de formare a Managerilor Energetici Europeni – EUREM”, organizat în cadrul proiectului european de consolidare a încrederii între locuitorii ambelor maluri ale râului Nistru. Cursul include 160 de ore academice de lecții teoretice și 40 de ore lucru practic pentru elaborarea proiectului în domeniul eficienței energetice
- ✓ Atelier de lucru „Angajarea RM cu Fondul Verde pentru Climă și identificarea priorităților naționale investiționale de adaptare și atenuare la schimbările climatice”, Ministerul Agriculturii, Dezvoltării Regionale și Mediului
- ✓ Atelier de lucru “Renewables Readiness Assessment for the Republic of Moldova”
- ✓ Atelier de lucru “Renewable Policies Implementation in the Republic of Moldova”
- ✓ Atelier de lucru „A.SPIRE- cooperation opportunities and financing tools”, Agenția pentru Eficiența Energetică
- ✓ Atelier de lucru “Solutions for Moldavian electricity grid interconnection with EU ENTSO-E network and integration into EU internal energy market”
- ✓ Forumul mondial al energiei FOREN 2018, Costinești, România
- ✓ Atelier de lucru „Continuarea dialogului cu părțile interesate din Republica Moldova care susțin dezvoltarea energiei regenerabile, cu focusarea spre identificarea acțiunilor specifice pentru a impulsiona pregătirea țării și înlăturarea barierelor pentru dezvoltarea domeniului”
- ✓ Bilateral cooperation Italy – Moldova “Strengthening the competencies in the energy efficiency sector”
- ✓ Conferința Internațională "The 3rd Eastern partnership E-Infrastructures Conference EaPEC2018
- ✓ Conferința "Încălzirea urbană eficientă: Soluții și provocări"
- ✓ Conferința tehnico-științifică „Problemele actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului, ediția a IX-a” Chișinău. M. Tîrșu a prezentat raportul „Analiza impactului CTI asupra sănătății publice și mediului ambiant”
- ✓ Participare la [EU4Energy Policy Forum: Energy Efficiency Forum Workshop on Cross-border Power System Integration](#) și [EU4Energy Policy Forum: Energy Efficiency Forum](#).
- ✓ Participare la evenimentul organizat de Ministerul Economiei și Infrastructurii și Agenția Internațională pentru Energie Regenerabilă (IRENA), privind rezultatele proiectului de **Evaluare a Disponibilității Regenerabilelor (Renewables Readiness Assessment - RRA)**
- ✓ SEMINAR de finalizare a Proiectului „Republica Moldova: activități privind pregătirea celui de al doilea raport bienal actualizat către Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la schimbarea climei”. Prezentare privind **Proгноza emisiilor de gaze cu efect de seră de la sectorul 1 ”Energie” până în 2030. Politici și măsuri de reducere a emisiilor de GES**
- ✓ EU4Energy Governance: Seminar de susținere în dezvoltarea cerințelor minime de performanță energetică în clădiri
- ✓ Atelier de lucru „Chișinău – Oraș Verde – Planificare Strategică”. Identificarea ideilor și acțiunilor necesare de dezvoltat pentru Chișinău pentru a deveni „verde”

VII. Lista de mobilități efectuate în cadrul proiectelor

- Participarea la cursul de instruire “EU Energy Efficiency certification systems and quality standards” în Italia, Torino
- Curs de instruire în specializarea inteligentă „TAIEX Multi-Country Workshop on Smart Specialisation in the Enlargement and Neighbourhood Regions”., Harikov

VIII. Informații despre infrastructura utilizată în realizarea proiectului

Proiectul se realizează în cadrul a 2 laboratoare, care dețin 21 calculatoare dotate cu softuri necesare, inclusiv specializate pentru simulări. Realizarea proiectului se desfășoară în 10 birouri și un laborator de încercări. Laboratorul de încercări este dotat cu echipament necesar pentru realizarea de mostre, inclusiv aparate moderne de măsură și control.

IX. Dificultăți/ impedimente apărute pe parcursul realizării proiectului

Nu au fost

X. Beneficiarul (ministere, instituții de stat sau private, întreprinderi etc.)

Ministerul Economiei și Infrastructurii; [Ministerul Agriculturii](#), Dezvoltării Regionale și Mediului; Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică; Agenția pentru Eficiență Energetică, S.A. „Termoelectrica”.

Director proiectului Tîrșu Mihai, dr., conf.cerc.

(nume, prenume, grad, titlu științific)

(semnătura)

Șeful laboratorului Zaițev Dmitrii, dr., conf.cerc.

(nume, prenume, grad, titlu științific)

(semnătura)