

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru

Cercetare și Dezvoltare _____

” ” _____ 2022

AVIZAT

Secția AȘM _____

” ” _____ 2022

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL

privind implementarea proiectului din cadrul Programului de Stat (2020-2023)


„Sisteme integrate autohtone de tracțiune electrică pentru
vehicule urbane de pasageri”

20.80009.5007.29

Prioritatea Strategică V „Competitivitate economică și tehnologii inovative”


Rector U.T.M.

dr. hab. Viorel BOSTAN
(numele, prenumele)


(semnătura)

Consiliul științific UTM

dr. hab. Vasile TRONCIU
(numele, prenumele)


(semnătura)

Conducătorul proiectului

Dr. Ilie NUCĂ
(numele, prenumele)


(semnătura)



Chișinău 2022

Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs (obligatoriu)

Dimensionarea, modelarea matematică, testarea modelelor fizice, elaborarea documentației tehnice a motorului asincron hexafazat de tracțiune

1. Obiectivele etapei anuale (obligatoriu)

1. Dezvoltarea modelului matematic și studiul teoretic al motorului asincron hexafazat de tracțiune
2. Dimensionarea și confecționarea modelelor fizice ale motorului asincron hexafazat cu diferite topologii ale înfășurări statorice
3. Dezvoltarea standului de încercări ale motoarelor asincrone hexafazate cu o placă de achiziție de date
4. Dezvoltarea metodelor avansate de testare ale motorului asincron hexafazat de tracțiune
5. Realizarea documentației tehnice a prototipului motorului asincron hexafazat de tracțiune
6. Dezvoltarea modelelor fizice al invertorului hexafazat pentru motorului asincron cu înfășurări simetrice și asimetrice
7. Dezvoltarea metodelor de acordare a reguletoarelor sistemelor hexafazate de tracțiune
8. Dezvoltarea softului pentru modelul fizic al invertorului hexafazat al motorului asincron cu înfășurări simetrice și asimetrice

2. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale (obligatoriu)

1. Dezvoltarea modelului matematic și studiul caracteristicilor de tracțiune al sistemului hexafazat de propulsie al electrobuzului
2. Analiza solenației înfășurării statorice a motorului asincron hexafazat cu diferite topologii ale înfășurări statorice
3. Dezvoltarea metodelor matematice de cercetare a perturbațiilor motorului asincron hexafazat
4. Dezvoltarea standului de încercări cu o placă de achiziție de date
5. Dimensionarea și bobinarea modelelor fizice ale motorului asincron hexafazat cu diferite topologii ale înfășurări statorice
6. Dezvoltarea metodelor de testare ale motorului asincron hexafazat de tracțiune
7. Dezvoltarea softului pentru modelul fizic al invertorului hexafazat cu un singur circuit electric simetric
8. Testarea modelului fizic al invertorului hexafazat cu un singur circuit electric simetric
9. Testarea modelelor fizice ale motorului asincron hexafazat de tracțiune
10. Analiza perturbațiilor cauzate de invertorul autonom hexafazat
11. Dimensionarea prototipului motorului asincron hexafazat de tracțiune
12. Realizarea documentației tehnice a prototipului motorului asincron hexafazat de tracțiune
13. Dezvoltarea metodelor de acordare a reguletoarelor sistemelor hexafazate de tracțiune
14. Elaborarea modelului fizic al invertorului hexafazat cu două circuite trifazate separate
15. Elaborarea algoritmului și softului de control al invertorului hexafazat cu două circuite trifazate separate

3. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. A fost dezvoltat modelul SimScape al sistemului de tracțiune hexafazat completat cu module mecanice pentru studiul caracteristicilor de tracțiune și energetica electrobuzului.
2. A fost dimensionat și confecționată macheta motorului asincron hexafazat cu puterea 2.2 kW și $2p=6$ cu posibilitatea modificării la suprafață a schemei înfășurării statorice.
3. A fost dimensionată o miniserie de motoare asincrone hexafazate cu puterea 120-180 kW, $2p=6$ și realizate schițele tehnice ale motorului de tracțiune pentru electrobuze
4. Prin metoda elementului finit s-a studiat tabloul câmpului magnetic al motorului asincron hexafazat cu diverse scheme ale înfășurării statorice
5. Cu aplicarea transformatei Fourier Rapidă (FFT) s-au analizat distorsiunile armonice ale curenților și tensiunilor și evaluarea calității de putere a sistemului de acționare hexafazat
6. A fost dezvoltată arhitectura sistemului informațional al standului de încercări dotat cu placă de achiziții, traductoare de tensiune și curenți, traductoare de cuplul și viteză
7. A fost elaborat programul de control al standului de încercări cu PLC și HMI și al softului pentru placa de achiziții USB-6000
8. A fost elaborată metoda inducției cu regenerare de testare pentru motoarele asincrone hexafazate de tracțiune
9. Au fost testate modelele fizice ale motorului asincron hexafazat de tracțiune prin metoda inducției cu recuperare
10. Au fost elaborate ecuațiile de funcționare și structura de reglare ale sistemului hexafazat de tracțiune pe baza invertorului hexafazat cu două circuite trifazate separate
11. Au fost determinate funcțiile de transfer ale elementelor și s-a elaborat structura de reglare a sistemului hexafazat de tracțiune pe baza acestora.
12. A fost elaborat modelul Simulink și realizate simulări pentru acordate regulatoarele sistemului sistemul hexafazat de tracțiune.
13. S-a confecționat modelul fizic al invertorului hexafazat pentru motorului asincron și s-au determinat metodele de alimentare al invertorului și aparatele de măsură pentru efectuarea testărilor
14. S-a dezvoltat și ajustat softul pentru modelul fizic al invertorului hexafazat cu un singur circuit electric simetric și control scalar
15. Au fost realizate încercări al invertorului hexafazat cuplat cu un motor asincron hexafazat cu înfășurarea statorică simetrică.

4. Rezultatele obținute (descriere narativă 3-5 pagini) anuale

4.1. Dezvoltarea modelului matematic și studiul caracteristicilor de tracțiune al sistemului hexafazat de propulsie al electrobuzului

Pentru studiul caracteristicilor de tracțiune al sistemului hexafazat de propulsie a fost dezvoltat modelul MatLab Simscape (fig.4.1.1,a) cu integrarea părții electrice și părții mecanice ale electrobuzului. Grupul motopropulsor al vehiculului, care include diferențialul, o cutie de viteze, osia și roata. Partea mecanică conține subansamblele axului de spate împreună cu cutia de transmisie (fig.4.1.1,b) și subansamblul mecanismului roții a VE (fig.4.1.1,c).

Pe fig.4.1.2 sub prezentate rezultatele simulării vehiculului cu sistem de tracțiune hexafazat și cutia mecanică cu raportul de transmisie $i=2.7$ pentru un ciclu standard FTP75: : a) curbele forței aerodinamice și a cuplului mecanic dezvoltat; b) puterii mecanice obținute nemijlocit la roțile vehiculului. Modelul elaborat poate fi aplicat optimizarea transmisie mecanice și estimarea eficienței energetice al vehiculai în întregime

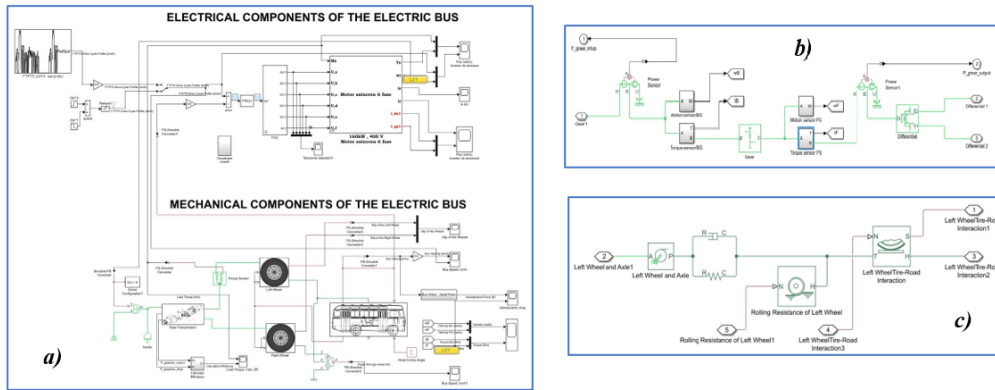


Fig.4.1.1. Modelul integrat Simscape al electrobusului cu sistem de tracțiune hexafazat

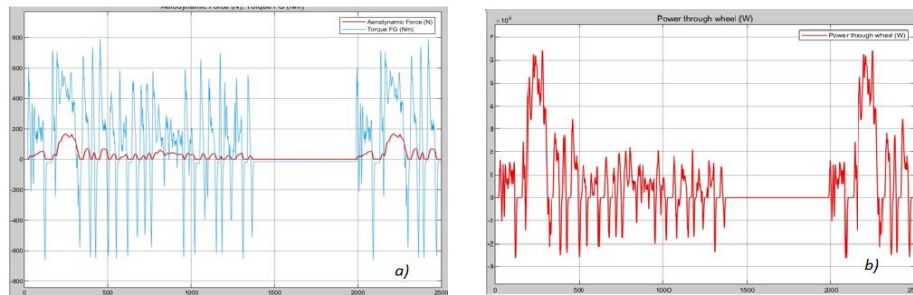


Fig.4.1.2. Rezultatele simulării al troleibuzului cu sistem de tracțiune hexafazat

4.2. Studiul câmpului magnetic al motorului asincron hexafazat cu diverite scheme ale înfășurării statorice

Pentru 3 scheme ale înfășurării statorice a) cu utilizarea softului FEMM a fost studiat câmpul magnetic b) al motorului asincron hexafazat 2,2 kW, $2p=6$ (fig.4.2.). La suprapunerea curbelor inducției electromagnetice din întrefier pentru înfășurarea hexafazată se observă devieri pentru scheme cu conexiune simetrică și asimetrică. Această problemă trebuie studiată mai aprofundat cu ajutorului analizei armonice.

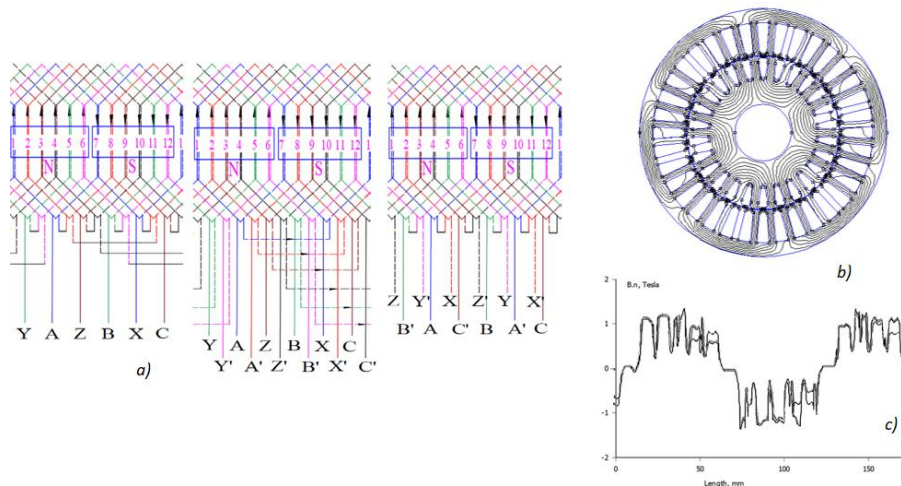


Fig.4.1.2. Schemele înfășurării statorice și tabloul câmpului magnetic

Conform sarcinilor a fost dimensionată o miniserie de motoare de tracțiune electrobuze cu puterea 120-180 kW, $2p=6$ și au fost realizate schițe ale desenelor tehnice acferente (Anexa 2A).

4.3. Dezvoltarea metodelor matematice de cercetare a perturbațiilor motorului asincron hexafazat

Compatibilitatea electromagnetică reprezintă un factor important la dezvoltarea sistemelor de tracțiune ale vehiculelor electrice, este reglementată conformitate standardului IEEE 1459-2010 și necesită calcularea puteri aparente, active, reactive și distorsionante S, P, Q, D , respectiv. Puterile de distorsionare și aparente, cât și factorul de putere PF (atât pentru armonica fundamentală, cât și la nivel global – pentru toate armonicile) sunt definite și aplicate fiecărei faze separat

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}; D = (V_{e1}^2 \cdot I_{eH}^2) + (V_{eH}^2 \cdot I_{e1}^2) + (V_{eH}^2 \cdot I_{eH}^2); PF = P/S,$$

unde H – ordinul armonic, V_{e1}, V_{eH} și I_{e1}, I_{eH} - valorile efective ale fundamentalei și armonii H a tensiunii sau curentului. Pentru calculul armonicilor s-a folosit transformata Fourier Rapidă (FFT). Evaluarea distorsiunii armonice a semnalului fundamental se face prin distorsiune armonică totală THD a curentului și tensiunii fiecărei faze. Pentru curentul și tensiunea de fază (fig.4.3.1) în tab.4.3.1 este prezentate calculele componentelor puterii și a factorului de putere al sistemului hexafazat inverter-motor asincron (tab.4.3.2).

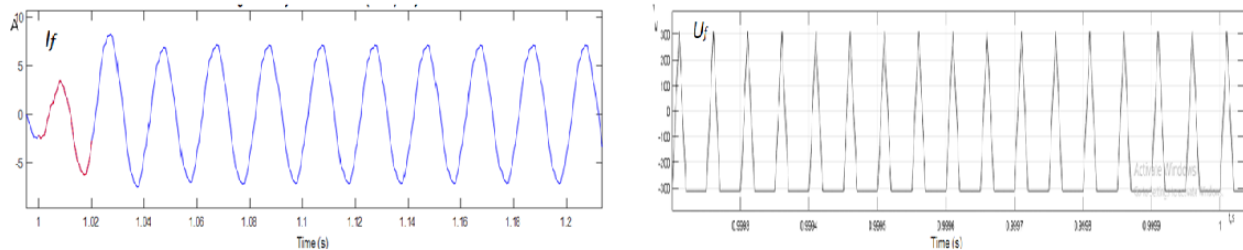


Fig.4.3.1. Curbele curentului și fazei statorice

Tab.4.3.1. Calculul componentelor puteri și a factorului de putere

Fază	Putere activă		Putere reactivă		Putere deforma-	Putere aparentă		Factor de putere
	Total	Fundam	Total	Fundam		Total	Fundam	
	kW		VAr		VArD	kVA		-
1	1.33	1.28	13.32	12.72	3.94	13.386	12.784	0.096
2	0.97	0.86	13.17	8.92	9.69	13.206	8.961	0.065
3	1.01	0.99	7.98	7.68	1.36	8.044	7.744	0.123
4	1.33	1.28	13.32	12.72	3.94	13.386	12.784	0.096
5	0.97	0.86	13.17	8.92	9.69	13.206	8.961	0.065
6	1.01	0.99	7.98	7.68	1.36	8.044	7.744	0.123

Rezultatele arată că modelul este simetric pe cele 2 perechi de 3 faze ale sistemului hexafazat. Puterea activă fundamentală este mai mică decât totală, adică există distorsiuni care încălzesc activ sistemul. La pornirea sistemului puterea reactivă este mult peste puterea activă a motorului, fapt ce afectează și factorul de putere total

4.4. Sinteza structurilor de control a sistemului hexafazat de tracțiune pe baza inverterului hexafazat cu două circuite trifazate separate

În funcție de schema înfășurării hexafazate statorice ale motorului asincron pot fi dezvoltate sisteme de control al inverterului hexafazat cu un singur circuit de control pentru toate fazele defazate simetric cu 60 gr.electrice și sisteme de control individual pentru două circuite trifazate separate și

defazate reciproc cu 30 sau 60 gr.electrice. La această etapă este dezvoltată structura de comandă a sistemului pe baza inverterului hexafazat cu două circuite trifazate separate prezentat pe baza funcțiilor de transfer. Modelul Simulink și rezultatele simulării sistemului hexafazat de tracțiune pe baza funcțiilor de transfer sunt prezentate în fig.4.4.1 a) și b). Parametrii reguletoarelor sistemului de control cu două circuite trifazate separate au fost calculați prin metoda Ziegler-Nicols.

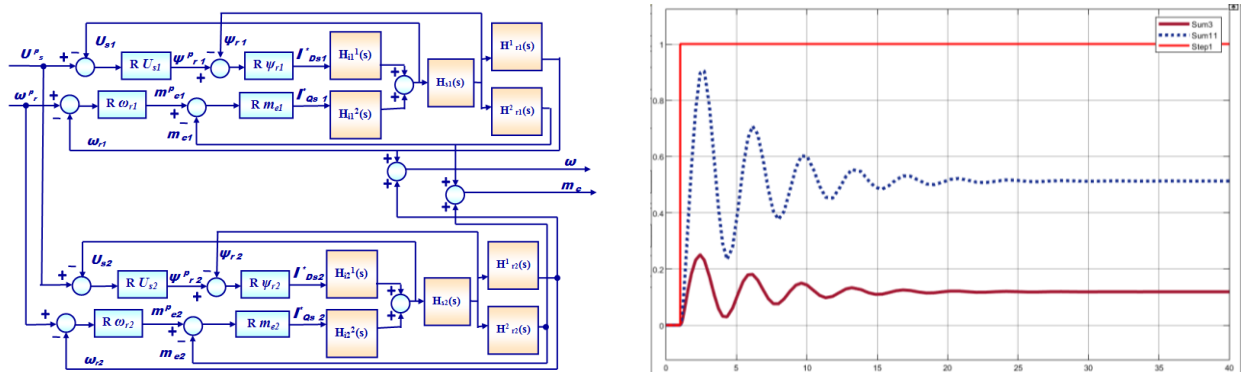


Fig.4.4.1. Modelul Simulink a) și rezultatele simulării b) al sistemului hexafazat de tracțiune

Acordarea reguletoarelor sistemelor hexafazate de tracțiune are o importanță majoră pentru asigurarea stabilității funcționării și a calității procesului de reglare a vitezei și a cuplului motorului asincron

4.5. Dezvoltarea standului de încercări cu o placă de achiziție de date

Pentru studiul experimental al sistemului hexafazat "Convertor static-Motor asincron" a fost dezvoltat sistemul informațional al standului specializat de încercări în baza unei plăci de achiziție de date tip USB-6000, traductoare de curenți și tensiuni, traductor cuplu și viteză unghiulară, Pentru ridicarea caracteristicilor mecanice dinamice sistemul de măsurare include un traductor electronic de cuplu/viteză model ZHKY2050B, instalat mecanic la arborii cuplați ai motorului testat și a frâneli electromecanice (fig.4.5.1), iar ieșirile sunt conectate la un PC prin intermediul unui bloc de adaptare și afișare.

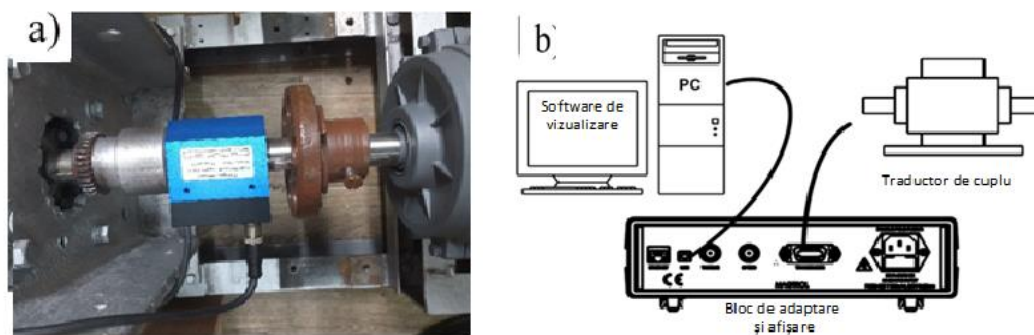


Fig.4.5.1 Instalarea și conectarea traductorului de cuplu

Prin intermediul controlerului PLC 1200 SIMATIC și interfața HMI KTP900 Basic programate în TIA Portal este controlată partea de forță a standului (fig.4.5.2).

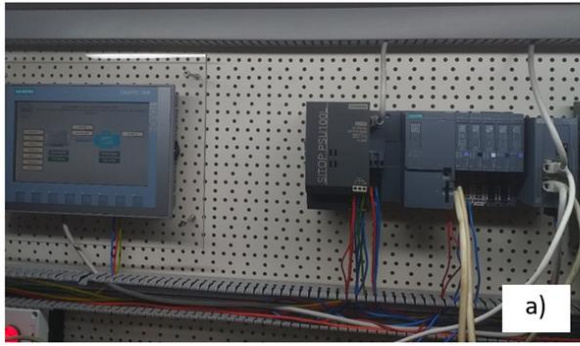


Fig.4.5.2. Vederea generală a PLC-ului și a interfeței HMI de interacțiune cu standul de încercări

4.5. Elaborarea metoda inducției cu regenerare și testarea motoarelor asincrone hexafazate de tracțiune

Pentru realizarea programului standard de încercări a motorului de tracțiune hexafazat a fost argumentată și elaborată metoda inducției cu recuperare (fig.4.5.1). conform căreia un sistem trifazat al înfășurării statorice hexafazate este alimentat de la o sursă trifazată sinusoidală sau de la un convertor electronic trifazat și funcționează în regim motor, iar al doilea sistem trifazat – în

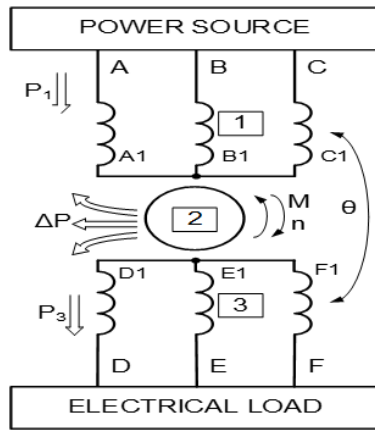


Fig.4.5.1. Schema de principiu a metodei inducției cu recuperare de testarea

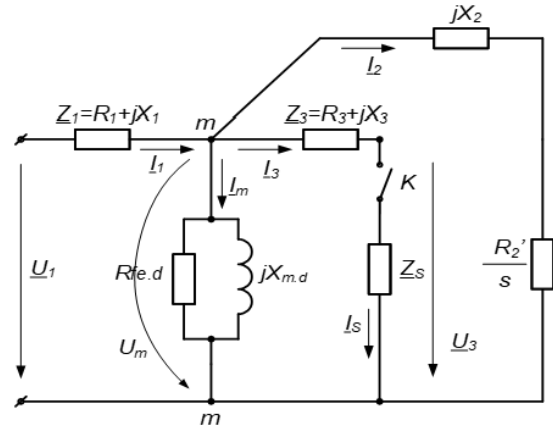


Fig.4.5.2. Schema echivalentă a motorului hexafazat în regim de inducție cu recuperare

regim generator, mers în gol sau în scurtcircuit. Cu argumente teoretice a fost propusă o schemă echivalentă a motorului hexafazat în regim de inducție cu recuperare (fig.4.5.2). Conform metodei au fost efectuate serii de încercări experimentale și au fost determinate pierderile în fier, suplimentare PLL sub sarcină și armonice cauzate de convertorul electronic, cât și parametrii motorului asincrone hexafazat (fig.4.5.3). A fost creat un algoritm de calcul al parametrilor motorului hexafazat cu aplicarea metodei propuse. În detalii au fost studiate componentele pierderilor totale care afectează eficiența energetică mașinii hexafazate.

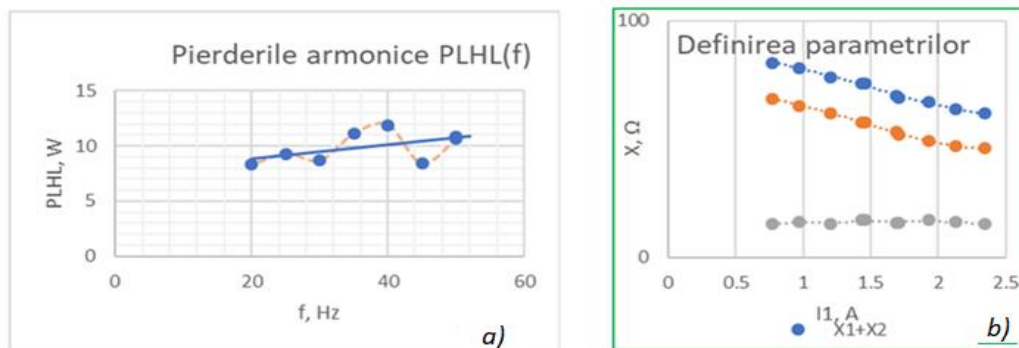


Fig.2. Determinarea experimentală a pierderilor suplimentare armonice (a) și a parametrilor motorului b)

Metoda propusă de testare a motoarelor hexafazate este una simplă (nu necesită o sursă de energie hexafazată cu tensiune sinusoidală și a doua mașină electrică de încărcare) și substanțial se reduce consumul de energie în timpul încercărilor.

4.7. Testarea modelului fizic al invertorului hexafazat cu un singur circuit electric simetric

În timpul încercărilor sistemului hexafazat inverter – motor (fig.4.7.1,a) s-au măsurat și vizualizat mărimile și formele tensiunilor și curenților la ieșire. Vizualizarea și înregistrarea formelor de undă s-a efectuat cu ajutorul osciloscopului electronic cu patru canale de tipul Fluke. În rezultat au fost obținute formele de undă la ieșirea unui sistem simetric trifazat fig.4.7.1,b). În fig.4.7.1,c este prezentată forma tensiunii unei faze cu PWM, iar în 4.7.1,d - spectrul armonicilor curenților ai unui sistem trifazat a înfășurării statorice hexafazate.

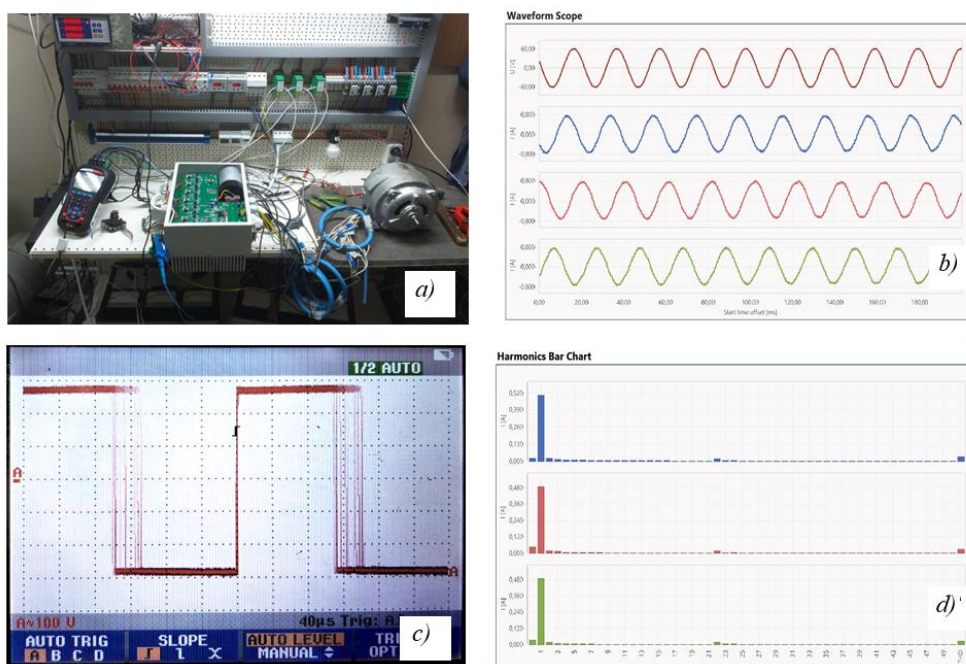


Fig.4.7.1. Vederea generală și formele de undă ale tensiunilor și curenților a invertorului hexafazat

În baza acestor încercări a fost ajustat algoritmul și programul de control scalar al invertorului hexafazat cuplat cu un motor asincron hexafazat

5. Diseminarea rezultatelor obținute **în proiect** în formă de publicații (obligatoriu)

A. Lucrări editate în 2021, dar indexate în BDI SCOPUS și IEEE Xplore în luna decembrie 2021

1. Nuca Iurie, Nuca Ilie, Cazac Vadim, Burduniuc Marcel et al. Harmonic Decomposition and Power Quality Analysis of a Six-Phase Induction Motor Traction Drive with Fast Fourier Transform. *Proceedings of the 2021 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), October 6-8, 2021*. Iași-Chișinău, pp.433-437. IEEE Catalog Number: CFP21L58-ART. ISBN: 978-1-6654-0078-7. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=571904B97S4#>
2. Tarlajanu A. Development of Vector Control Structures for Traction Systems with Six-Phase Asynchronous Motors. *Proceedings of the 2021 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), October 6-8, 2021*. Iași-Chișinău, pp.129-134. IEEE Catalog Number: CFP21L58-ART. ISBN: 978-1-6654-0078-7. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=571904B97S4#>
3. Todos Petru, Terteza Ghenadie, Nuca Ilie, Cazac Vadim et al. Acceptance Testing of the Six-Phase Asynchronous Machines. *Proceedings of the 2021 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), October 6-8, 2021*. Iași-Chișinău, pp.511-516. IEEE Catalog Number: CFP21L58-ART. ISBN: 978-1-6654-0078-7. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=571904B97S4#>
4. Nuca Ilie, Turcanu Adrian, Cazac Vadim. Development of Powertrain System Model for Urban Passenger Vehicle Simulations. *Proceedings of the 2021 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), October 6-8, 2021*. Iași-Chișinău, pp.534-537. IEEE Catalog Number: CFP21L58-ART. ISBN: 978-1-6654-0078-7. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=571904B97S4#>

B. Lucrări publicate în 2022

1. Petru Todos, Ilie Nuca, Andrei Chiciuc, Vadim Cazac, Marcel Burduniuc. *Electromechanical engineering education and science in Republic of Moldova// Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Engineering* 67(1) 2022, p.256-257, DOI: 10.24193/subbeng.2022.1.25. ISSN: 2734-7680.
2. Burduniuc, Marcel; Nuca, Ilie; Cazac, Vadim; Ambros, Tudor; Mangos, Octavian. *Magnetic field analysis in asynchronous motors with six-phase windings*. Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering . Tome XX, 2022, Fascicule 3., p.55-60. 6p. ISSN 1584 – 2665. <https://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2022/ANNALS-2022-3-07.pdf>
3. Ilie Nuca, Vadim Cazac, Cornel Gherțesci, Iulian Rotari, Vlad Railen, Anatol Melnic. *Modernization Solutions for the Trolleybus Traction Stations in the Chisinau Municipality*. Proceedings of the International Conference on Electrical and Power Engineering EPE 2022, Iași, 20-22 October 2022
4. Iurie Nuca, Ilie Nuca, Petru Todos, Vadim Cazac, Dusan Kostic, *Power Quality Indices of Six-Phase Asynchronous Motor Drive Prototype*, CNAE 2022, Timisoara, Romania Journal of Electrical Engineering of Politechnics of Timisoara <http://www.jee.ro/index.php/jee>
5. Alexandru Tarlajanu. *Methodological and instrumental support to development of electric traction systems with asynchronous motor*. *Revistai Journal of Engineering Science*, Octombrie, 2022 (în curs de editare).

6. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului (obligatoriu)
- ❖ Impactul științific al cercetărilor realizate în cadrul proiectului. Au fost elaborate și dezvoltate modele matematice complexe pentru studiul câmpului magnetic al mașinilor asincrone hexafazate cu înfășurării statorice simetrice și asimetrice și pentru studiul perturbațiilor electromagnetice ale sistemului hexafazat ”inverter-motor asincron”, structuri topologice și de control ale invertoarelor hexafazate, propusă o metodă inovativă de determinare experimentală a parametrilor și pierderilor de putere ale motorului asincron hexafazat cu consum minim de energie, elabora un model SimScape al vehiculului electric cu sistem de tracțiune hexafazat și cu considerarea pierderilor reale în tot lanțul energetic ”sursă-roți”.
 - ❖ Impactul economic. În baza cercetărilor a fost dimensionată și realizate schițele tehnice pentru o gamă specifică de motoare asincrone hexafazate pentru tracțiunea troleibuzelor, elaborată metodologia de proiectare și fabricare a invertoarelor hexafazate care vor fi transmise producătorilor locali cu activități aferente. La solicitarea agenților economici a fost realizat un studiu de fezabilitate privitor la modernizarea și eficientizarea energetică a stațiilor de tracțiune troleibuze din Chișinău, inclusiv cu considerarea regimului de recuperare a energie de frânare a troleibuzelor.
 - ❖ Impactul social se demonstrează prin implicare cu o cotă de 40% în proiect a tinerilor cercetători, printre care sunt trei doctoranzi și doi absolvenți de master recenți. Pe tematica proiectului au fost realizate 3 teze de master (Leonid Damian, Mihai Guțu, Lucian Grușac) și 2 teze de licență (Grigore Guțu, Ian Zabrodni).
7. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului (obligatoriu)
- Cercetările în cadrul proiectului se realizează în laboratorul specializat de convertoare și sisteme de tracțiune ale vehiculelor electrice (sala 2-103, Departamentul Inginerie Electrică, UTM), dotat cu calculatoare performante, internet, standuri de încercări și echipamente moderne de măsurare (Anexa 2B).
8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)
- Cu ÎTȘ INFORMBUSINESS se conlucrează referitor la elaborarea, confecționarea și cercetarea machetei experimentale a inverterului hexafazat.
 - Cu uzina Electromaș din Tiraspol se lucrează în eventualitatea producerii în serie motoarelor asincrone de tracțiune.
 - Compania Electromotor-Service este contractă pentru rebobinarea motoarelor de serie trifazate în motoare asincrone hexafazate, iar compania VOLTA este principalul furnizor de materiale și echipamente necesare pentru realizarea proiectului.
 - La solicitarea firmei, echipa proiectului ELTRAC a realizat un studiu de fezabilitate pentru modernizarea și majorarea eficienței energetice a stațiilor de tracțiune troleibuze din Chișinău, inclusiv cu utilizarea energiei recuperative a sistemului de tracțiune electrică (Anexa 2C).
9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)
- ❖ Cercetări și publicații comune cu echipa de compatibilitate electromagnetică și calitate a puterii, Departamentul Inginerie Electrică, Energetică și Aerospațială, Facultatea de Inginerie

Electrică, Universitatea din Craiova

- ❖ Cercetări și publicații comune cu echipa de tracțiune electrică, Departamentul Acționări Electrice și Utilizarea Energiei Electrice, Facultatea de Inginerie Electrică și Energetică, Universitatea Tehnică din Iași
- ❖ Pregătirea tinerilor cercetători prin programele de master și doctorat cu dublă diplomă, Departamentul de Electrotehnică, Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava
- ❖ Promovarea proiectului în cadrul conferințelor științifice organizate de Facultatea de Inginerie din Reșița a UBB din Cluj-Napoca, Facultatea de Inginerie Electrică a UP Timișoara

10. Dificultățile în realizarea proiectului

- ✓ Livrarea cu întârziere a unor echipamente și utilaje, cauzată de războiul din Ucraina
- ✓ Volumul insuficient de finanțare a Proiectului de Stat din contul proiectului instituțional aferent

11. Diseminarea rezultatelor obținute **în proiect** în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor, reflectate în p. 6)

- ❖ Nuca Iurie. IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility & Signal/Power Integrity (EMCSI), 2022 Spokane, USA/ *Determination of Electromagnetic Noise from a Power Supply Substation of Railway Traction Systems* (prezentare orală)

Lista forurilor la care au fost prezentate rezultatele obținute în cadrul proiectului de stat (Opțional):

- Manifestări științifice internaționale (în străinătate)
 - ❖ Expoziția ICE-USV, Suceava – Lucian Grusac, Octavian Mangos, Artiom Moldovan
- Manifestări științifice internaționale (în Republica Moldova)
- Manifestări științifice naționale
 - ❖ Noaptea cercetătorilor europeni – *UTM, 30 septembrie 2022*
 - ❖ Ziua Internațională a Științei pentru Pace și Dezvoltare - *Academia de Științe a Moldovei, 10 noiembrie 2022*
- Manifestări științifice cu participare internațională

12. Aprecieri și recunoașterea rezultatelor obținute **în proiect** (premier, medalii, titluri, alte aprecieri). (Opțional)

- ❖ Petru Todos/Profesor emerit UTM
- ❖ Lucian Grusac/Salonul ICE-USV, Suceava, iulie 2022/Medalia de aur
- ❖ Octavian Mangos/Salonul ICE-USV, Suceava, iulie 2022/Medalia de aur
- ❖ Artiom Moldovan/Salonul ICE-USV, Suceava, iulie 2022/Medalia de aur

13. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute **în proiect** în mass-media (Opțional):

- *Machetele Invertorului și motorului asincron hexafazate* au fost prezentate la evenimentele și expozițiile promovate în mass-media
 - ❖ Festivalul Ziua Mondială a Mediului- *Asociația Jurnaliștilor de Mediu și Turism Ecologic, Valea morilor, 4 iunie 2022*
 - ❖ Noaptea cercetătorilor europeni – *UTM, 30 septembrie 2022*
 - ❖ Ziua Internațională a Științei pentru Pace și Dezvoltare - *Academia de Științe a Moldovei, 10 noiembrie 2022*
 - Pagina facebook a Departamentului Inginerie Electrică UTM
<https://www.facebook.com/inginerieelectrica/>
14. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2022 de membrii echipei
- ❖ CAZAC Vadim, Elaborarea sistemelor electromecanice pentru industria firelor metalice. Teză de doctorat, conf.univ., dr. NUCA Ilie , Decizia ANACE C din 22.12.2021
15. Materializarea rezultatelor obținute **în proiect** (Opțional)
- Rezultatele cercetărilor în cadrul proiectului s-au materializat prin realizarea unui stand de încercări invertoarelor și motoarelor asincrone hexafazate, dotat cu PLC, HMI, traductoare digitale și a softului pentru procesarea automată a măsurătorilor.
 - Au fost confecționate mostre ale invertorului hexafazat simetric și a motoarelor asincrone cu înfășurări hexafazate simetrice și asimetrice.
 - A fost dimensionată o miniserie de motoare asincrone hexafazate de tracțiune pentru troleibuze/electrobuze și realizate schițele tehnice respective.
 - A fost elaborat și implementat algoritmul/programul de control scalar al invertorului hexafazat
 - Au fost editate la tipografie 3 lucrări metodico-didactice pentru studenții din domeniul ingineriei electrice
16. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2022
- ❖ Todos Petru/Membru al comisiei MEC pentru elaborarea Standardelor de Calificare din Învățământul Superior
 - ❖ Todos Petru/Membru al comisiei ANACEC ”Învățământ Superior”.
 - ❖ Todos Petru/Membru de onoare al Comitetului științific al Conferinței Internaționale Electrical and Power Engineering EPE, octombrie, 2022, Iași, România;
 - ❖ Todos Petru/Membru de onoare al Academiei de Științe Tehnice din România.
 - ❖ Tarlajanu Alexandu/ Membru al Consiliului Național de Metrologie., Ministerul Economiei
 - ❖ Ambros Tudor/ membru al Comitetului științific național al Conferinței Naționale de Acționări Electrice CNAE, mai 2022, Timișoara, România
 - ❖ Ambros Tudor/ membru de onoare al Comitetului științific al Conferinței Internaționale Electrical and Power Engineering EPE, octombrie, 2022, Iași, România
 - ❖ Nuca Ilie/Președinte al Comitetului Național de Electrotehnică IEC
 - ❖ Nuca Ilie/membru al Comitetului științific național al Conferinței Naționale de Acționări Electrice CNAE, mai 2022, Timișoara, România
 - ❖ Nuca Ilie/membru al Comitetului științific internațional al Conferinței Internaționale Electrical and Power Engineering EPE, octombrie, 2022, Iași, România
 - ❖ Nuca Ilie/Expert al programului de Retehnologizare și Eficiențe Energetică, ODA,
 - ❖ Cazac Vadim/Expert al programului de Retehnologizare și Eficiențe Energetică, ODA.

17. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect (obligatoriu).

Subiectul programului de cercetare ELTRAC se referă la dezvoltarea și cercetarea sistemelor performante de tracțiune pentru troleibuze/electrobuze, constituite din convertoare statice și motoare asincrone hexafazate. Pentru anul 2022 au fost planificate și realizate acțiuni axate în principal pe elaborarea și cercetarea motoarelor asincrone cu înfășurări simetrice și asimetrice hexafazate.

În acest context au fost dimensionate și elaborate mostre ale motorului asincron hexafazat în baza motorului de serie 2.2 kW, $2p=6$. Prin metoda elementului finit și softul FEMM pentru comparare a fost obținut tabloul câmpului magnetic al motorului cu înfășurarea statorică trifazată și două variante hexafazate. A fost dimensionată o miniserie de motoare de tracțiune troleibuze/electrobuze cu puterea 120-180 kW, $2p=6$ și au fost realizate schițe tehnice aferente.

Standul de încercări al sistemului hexafazat "Convertor static-Motor asincron" a fost dotat cu o placă de achiziție de date, traductoare de curenți și tensiuni, traductor cuplu/viteză unghiulară, iar controlul este asigurat de PLC 120 SIMATIC și HMI, programe în TIA Portal.

Pentru determinarea experimentală a parametrilor schemei echivalente și a pierderilor de putere al motorului asincron hexafazat a fost elaborată și aprobată metoda inducției cu recuperare, cu alimentarea de la o sursă trifazată sinusoidală fără utilizarea sarcinii mecanice de încărcare.

Pentru inverterul hexafazat cu două circuite trifazate au fost determinate funcțiile de transfer, elaborat modelul Simulink pentru acordarea reguletoarelor. A fost elaborat algoritmul/programul de control scalar și implementat pe mostra inverterului hexafazat de 5 kVA, pentru care au fost realizate măsurări și au fost obținute formele de undă ale curenților la ieșirea unui sistem simetric trifazat, forma tensiunii unei faze cu PWM și spectrul armonicilor curenților a înfășurării statorice hexafazate.

Pentru analiza influenței perturbațiilor motorului asincron hexafazat au fost elaborat paratul matematic de calcul a distorsiunii armonice totale THD a curenților și tensiunilor de fază, a puteri aparente, active, reactive și distorsionante, a factorului de putere.

A fost dezvoltat modelul complex al electrobuzului cu integrarea sistemului hexafazat de tracțiune și a părții mecanice cu includerea diferențialului, cutiei de viteze, osiilor și roților. Modelul elaborat poate fi aplicat optimizarea transmisie mecanice, studiul caracteristicilor de tracțiune și estimarea eficienței energetice al vehiculului în întregime

Rezultatele acestor cercetări au fost diseminate prin 9 publicații științifice, 4 conferințe și 4 expoziții internaționale.

The subject of the ELTRAC research program refers to developing and researching high-performance traction systems for trolleybuses/electric buses consisting of static converters and six-phase asynchronous motors. For 2022, actions focused mainly on developing and researching asynchronous motors with symmetrical and asymmetrical six-phase windings

were planned and carried out.

In this context, samples of the six-phase asynchronous motor based on the 2.2 kW series motor, $2p=6$, were dimensioned and developed. Through the finite element method and the FEMM software for comparison, the magnetic field table of the motor with the three-phase stator winding and two six-phase variants was obtained. A miniseries of trolleybus/electric bus traction motors with the power of 120-180 kW, $2p=6$ was dimensioned, and related technical sketches were made.

The test bench of the six-phase system "Static converter-Asynchronous motor" was equipped with a data acquisition board, current and voltage transducers, torque/angular velocity transducer, and the control is provided by SIMATIC PLC 120 and HMI programs in TIA Portal.

For the experimental determination of the parameters of the equivalent scheme and the power losses of the six-phase asynchronous motor, the method of induction with recuperation was developed and approved, with the supply from a sinusoidal three-phase source without the use of mechanical load.

The transfer functions were determined for the six-phase inverter with two three-phase circuits, and the Simulink model was developed for tuning the regulators. The scalar control algorithm/program was developed and implemented on the sample of the 5 kVA six-phase inverter, for which measurements were made and the waveforms of the currents at the output of a symmetrical three-phase system, the voltage form of a phase with PWM and the spectrum of currents harmonics of the six-phase stator winding were obtained.

For the analysis of the influence of disturbances of the six-phase asynchronous motor, the mathematical apparatus for calculating the total harmonic distortion THD of phase currents and voltages, of apparent, active, reactive and distorting powers, of the power factor was developed.

The complex model of the electric bus was developed with the integration of the six-phase traction system and the mechanical part, including the differential, gearbox, axles, and wheels. The developed model can be applied to the optimization of mechanical transmission, the study of traction characteristics and the estimation of the vehicle's energy efficiency.

The results of these researches were disseminated through 9 scientific publications, 4 conferences and 4 international exhibitions.

18. Recomandări, propuneri

- ❖ *Majorarea volumului de finanțare din contul proiectelor instituționale pentru realizarea sarcinilor proiectului de stat.*

Conducătorul de proiect _____ / NUCA Ilie

Data: _____

LȘ

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul de referință în cadrul proiectului din Programul de Stat**

**Sisteme integrate autohtone de tracțiune electrică
pentru vehicule urbane de pasageri**

1. **Monografii** (recomandate spre editare de consiliul științific/senatul organizației din domeniile cercetării și inovării)

1.1. monografii internaționale

1. NIȚUCĂ, Costică, NUCA, Ilie, PLEȘCA, Adrian Traian, CHIRIAC, Gabriel, CAZAC, Vadim, BURDUNIUC, Marcel. *Improving the cross-border public transportation using electric buses supplied with renewable energy*: București: Tritonic Books, 2022. ISBN 978-606-749-584-3

1.2. monografii naționale

2. Capitle în monografii naționale/internaționale

3. Editor culegere de articole, materiale ale conferințelor naționale/internaționale

4. Articole în reviste științifice

4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

1. Petru Todos, Ilie Nuca, Andrei Chiciuc, Vadim Cazac, Marcel Burduniuc. *Electromechanical engineering education and science in Republic of Moldova*. STUDIA UNIVERSITATIS BABEȘ-BOLYAI, Engineering 67(1) 2022, p.256-257, DOI: 10.24193/subbeng.2022.1.25. ISSN: 2734-7680.
2. Burduniuc, Marcel; Nuca, Ilie; Cazac, Vadim; Ambros, Tudor; Mangos, Octavian. *Magnetic field analysis in asynchronous motors with six-phase windings*. Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering . Tome XX, 2022, Fascicula 3., p.55-60. 6p. ISSN 1584 – 2665. <https://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2022/ANNALS-2022-3-07.pdf>
3. Ilie Nuca, Vadim Cazac, Cornel Gherțesci, Iulian Rotari, Vlad Railen, Anatol Melnic. *Modernization Solutions for the Trolleybus Traction Stations in the Chisinau Municipality*. Proceedings of the International Conference on Electrical and Power Engineering EPE 2022, Iași, 20-22 October 2022
4. Iurie Nuca, Ilie Nuca, Petru Todos, Vadim Cazac, Dusan Kostic, *Power Quality Indices of Six-Phase Asynchronous Motor Drive Prototype*, CNAE 2022, Timisoara, Romania Journal of Electrical Engineering of Politechnics of Timisoara <http://www.jee.ro/index.php/jee>

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei

5. A. Tarlajanu. *Methodological and instrumental support to development of electric traction systems with asynchronous motor*. Journal of Engineering Science, Octombrie, 2022 (în curs de editare).

4.4. în alte reviste naționale

5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

7. P. -M. Nicolae, I. -D. Nicolae, I. Nuca and M. -S. Nicolae, *Determination of Electromagnetic Noise from a Power Supply Substation of Railway Traction Systems*, 2022 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility & Signal/Power Integrity (EMCSI), 2022, pp. 619-624, doi: 10.1109/EMCSI39492.2022.9889567

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

Notă: vor fi considerate teze și nu articole materialele care au un volum de până la 0,25 c.a.

8. Alte lucrări științifice (recomandate spre editare de o instituție acreditată în domeniu)

8.1.cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

8.3. atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)

9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții

10. Lucrări științifico-metodice și didactice

10.1. manuale pentru învățământul preuniversitar (aprobate de ministerul de resort)

10.2. manuale pentru învățământul universitar (aprobate de consiliul științific /senatul instituției)

10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice

1. RACHIER, Vasile; CAZAC, Vadim. *Controlere și automate programabile*. Indicații metodice pentru orele practice și de seminar. Editura „Tehnica-UTM” Chișinău 2022. ISBN 978-9975-45-770-5.

Disponibil: http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/19992/Controlere-automate-programabile-Ind-pract_DS.pdf?sequence=1

2. NUCA, Ilie; CAZAC, Vadim. *Modelarea matematică a sistemelor electromecanice*. Indicații metodice privind efectuarea lucrărilor de laborator. Editura „Tehnica-UTM” Chișinău 2022. ISBN 978-9975-45-781-1. Disponibil: [https://www.bookchamber.md/carti-in-curs-de-aparitie-martie-2022/\(Anexa 15\)](https://www.bookchamber.md/carti-in-curs-de-aparitie-martie-2022/(Anexa%2015))
3. NUCA, Ilie; NUCA, Iurie; CAZAC, Vadim. *Acționarea electrică reglabilă a sistemului de pompare*. Indicații metodice privind efectuarea lucrărilor de laborator. Editura „Tehnica-UTM” Chișinău 2022. ISBN 978-9975-45-799-6 Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/20546>

NOTĂ:

- Datele bibliografice se redactează în conformitate cu standardul SM ISO 690:2012 Informare și documentare. Reguli pentru prezentarea referințelor bibliografice și citarea resurselor de informare.
- Pentru fiecare lucrare va fi indicat depozitul electronic internațional, național sau instituțional în care aceasta este înregistrată, precum și **adresa electronică la care poate fi accesată lucrarea.**



Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare
(la data raportării)

Cifrul proiectului: 20.80009.5007.29

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune 2022	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii conform statelor	211180	568,1		568,1
Contribuții și prime de asigurări obligatorii	212100	136,3		136,3
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710			
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	6,5	+3,5	10,0
Servicii editoriale	222910			
Servicii de protocol	222920			
Servicii de cercetări științifice contractate	222930			
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	25,0	-3,5	21,5
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110	48,1		48,1
Procurarea activelor nemateriale	317110			
Procurarea combustibilului, carburanților și lubrifianților	331110			
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110			
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
Procurarea altor materiale	339110			
TOTAL		784,0		784,0

Notă: În tabel se prezintă doar categoriile de cheltuieli din contract ce sunt în execuție și modificările aprobate (după caz)


Rector U.T.M.


(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

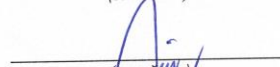
Contabil (economist)


(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect


(semnătura)

Dr. Ilie NUCĂ

(numele, prenumele)



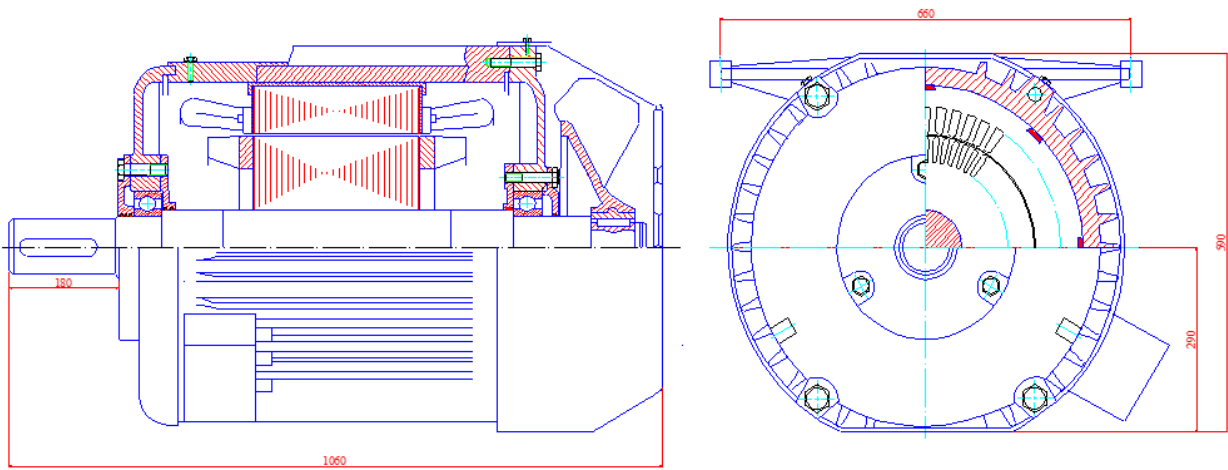
Anexa 2A

**REZULTATELE PROIECTĂRII
MINISERIEI DE MOTOARE ASINCRONE HEXAFAZATE DE TRACȚIUNE
PENTRU TROLEIBUZE/ELECTROBUZE**

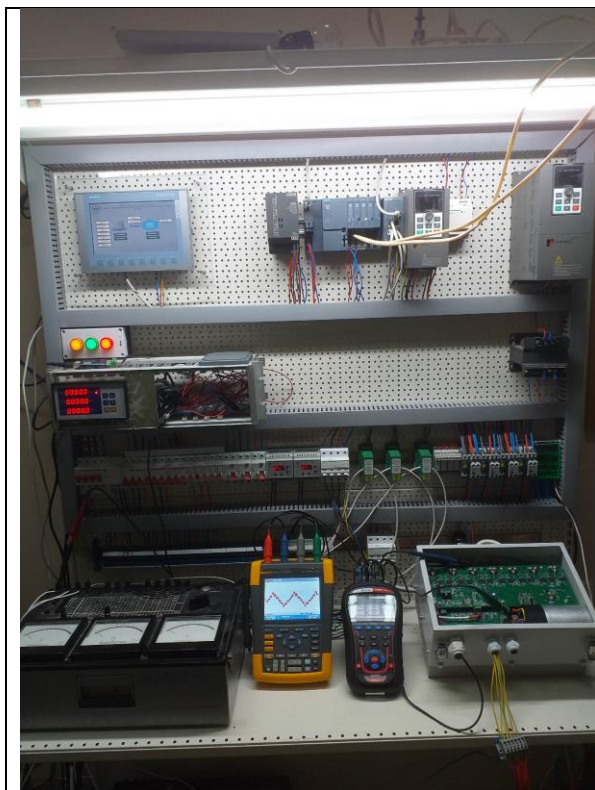
a) Date tehnice ale motoarelor asincrone hexafazate de tracțiune proiectate

Date nominale ale Motorului Asincron de Tracțiune cu 6 faze					
Puterea utilă	P_2 , kW	120	140	160	180
Tensiunea de fază	U_{1f} , V	220			
Numărul de faze	m_1	6			
Numărul de poli	$2p$	6			
Frecvența	f , Hz	50			
Dimensiuni de bază ale MAT					
Diametrul exterior al statorului	D_a , m	0,35	0,45	0,49	0,52
Diametrul interior al statorului	D , m	0,252	0,324	0,353	0,374
Pasul polar	τ , m	0,132	0,17	0,185	0,196
Lungimea întrefierului	l_δ , m	0,323	0,296	0,28	0,269
Numărul de creștături statorice	Z_1	72			
Numărul de creștături rotorice	Z_2	62			
Întrefier	δ , mm	0,5	0,7	0,8	0,8
Rezultate obținute					
Randament	η	0,91	0,931	0,934	0,931
Factorul de putere	$\cos\varphi$	0,84	0,892	0,892	0,889
Curent de pornire	I_p	3,66	6,21	5,877	5,3
Cuplu de pornire	M_p	1,2	1,748	1,497	1,258

b) Vederea generală a motorului asincron hexafazat de tracțiune 180 kW



Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului ELTRAC

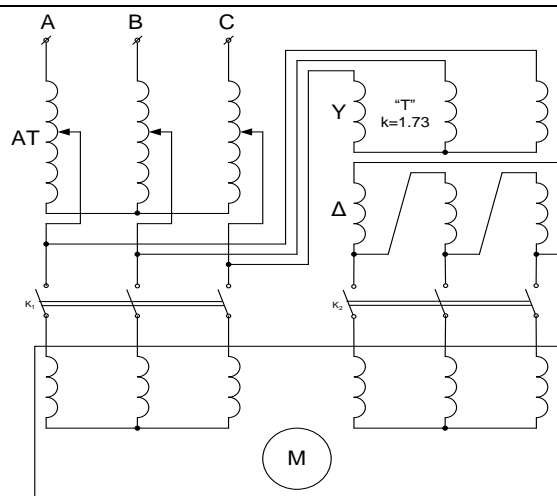


Standul de universal de încercări

Volumul programului de încercări depinde de tipul testării. Cele mai cuprinzătoare sunt testările de acceptare, aplicate la elaborarea tipurilor noi de mașini, la introducerea unor modernizări tehnologice în fabricație și după reparații capitale. Aceste testări pot cuprinde până la 35 de diferite teste.

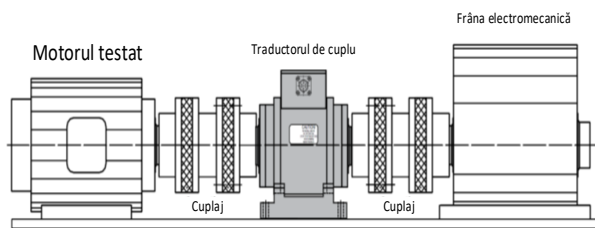
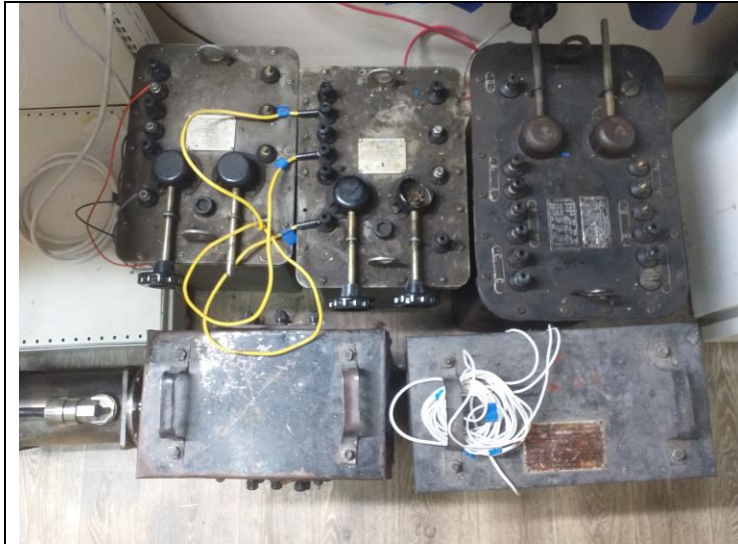
Printre acestea ca determinante se evidențiază:

- încercările la funcționare fără sarcină (în gol),
- încercările la funcționare în scurtcircuit (cu rotorul blocat),
- încercările la funcționare sub sarcină,
- încercările la suprasarcină și definiere a curentului și cuplului inițial de pornire,
- încercări la rezistență dielectrică a izolației între faze și în raport cu carcasa.



Sursă de alimentare hexafazătă sinusoidală

În calitate de sursă hexafazătă este un ansamblu constituit dintr-un autotransformator model: ATMH-32-220-75 pentru reglarea tensiunii de alimentare și un transformator adăugător model: TC 2.5/0.5, (U_n 400/40 VAC) pentru stabilirea defazajului necesar dintre grupurile de faze.



Platforma de măsurare a caracteristicilor mecanice a motorului testat.

Sistemul de măsurare a caracteristicilor mecanice este bazat pe un traductor de cuplu și viteză. Motorul testat este un motor asincron Model: **AGM 100 L 4a** trifazat rebobinat în motor asincron hexafazat cuplat la o mașină de curent continuu de tip: **II31 M** ($P_n=3\text{kW}$, $n=3000$ (rot/min)) care funcționează în regim de generator. Cuplarea motorului supus încercărilor se realizează prin intermediul a două cuple ce intermediază traductorul de cuplu și viteză.



Modulul de adaptare și afișare a cuplului de sarcină și vitezei

Producătorii oferă mai multe module de adaptare și afișare, care afișează cuplul, viteza arborelui și puterea. Blocul de adaptare și afișare vine în complet cu Softwareul **Sensorcon** de vizualizare și înregistrare a cuplului și vitezei de rotație.

Specificații generale:

- Autodiagnosticare încorporată

- Indicator de suprasarcină
- Funcția de tarare
- Interfață de comunicare RS-232
- Semnalele de ieșire ale canalelor de cuplu și viteza arborelui



Traductorul de cuplu și viteză

Traductorul utilizat este de model ZHKY2050B cu capacitatea de 200 Nm și are principiul de funcționare a transformatorului diferențial, bazat pe proporționalitatea cuplului și inductanța rezultată din deformare. Este format din doi cilindri concentrici situați pe arbore pe ambele laturi ale zonei concentrațiile de deformare a arborelui și două bobine de stator concentrice atașate la carcasă. Sensorul optic citește viteza din partea angrenată a mecanismului direct la sistemul de măsurare.



Analizator de rețea trifazat

Măsurările la standul de încercări se propune de a fi realizate cu un dispozitiv portabil în trei faze analizor de calitate a puterii MI2884, în special conceput pentru înregistrarea energiei, detectarea armonicilor, fazorilor și anomalii ale formelor de undă în instalație pur și simplu prin conectarea dispozitivului. Energy Master XA model MI 2884 servește ca instrument perfect pentru mult timp înregistrarea termenului și postarea ulterioară prelucrarea datelor înregistrate. Analizatorul permite utilizatorului analize la fața locului și verificări ale datelor. Butoanele la îndemână Quick Set face instrumentul mai mult ușor de utilizat și permit prezentare mai rapidă a datelor. Pachetul software pentru PC este PowerView3 și permite analiza detaliată a datelor înregistrate, citire direct de pe cardul de memorie microSD, analiza înregistrărilor pe termen lung și crearea automată a raport de testare profesională.



Placa de achiziție USB – 6000

USB-6000 este un dispozitiv DAQ multifuncțional. Oferă intrări și ieșiri analogice și digitale și un contor de 32 de biți. USB-6000 oferă funcționalități de bază pentru aplicații precum înregistrarea simplă a datelor, măsurători portabile și experimente de laborator. Dispozitivul are o carcasă mecanică ușoară și este alimentat prin USB pentru o portabilitate ușoară. Driverul NI-DAQmx inclus și utilitarul de configurare simplifică configurarea și măsurările.



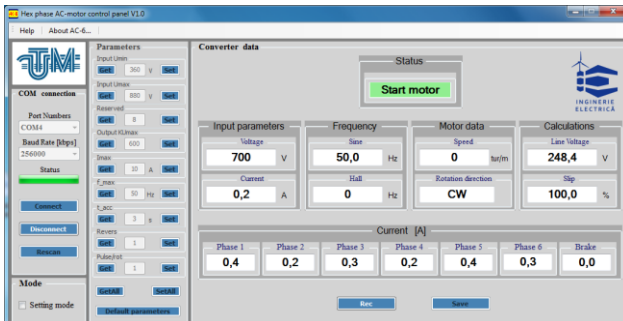
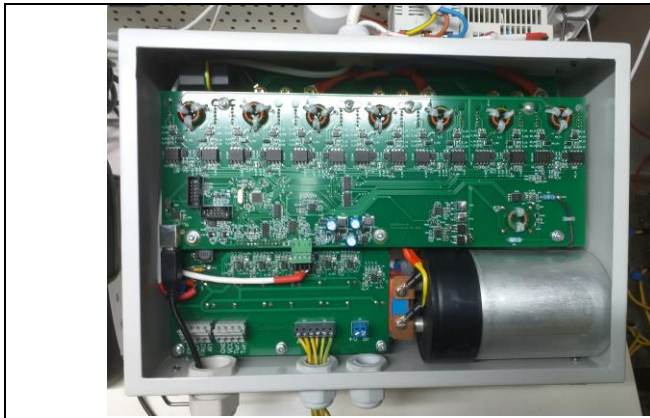
Traductoarele de curent

Traductoare de curent din seria CR5400 sunt traductoare cu efect Hall AC/DC, sunt concepute pentru a oferi o ieșire bipolară care proporțional reflectă (urmează) forma de undă a curentului măsurat. Aceste traductoare sunt în mod special vizate pentru a fi utilizate în aplicații unde este necesară detectarea curentului multimod. Tot o dată aceste traductoare sunt compatibile cu placa de achiziției USB-6000



Osciloscop universal 4 canale

Fluke 190-204 este osciloscop portabil cu patru canale cu clasa de siguranță CAT III 1000 V / CAT IV 600 V. Fluke ScopeMeter 190-204 combină un nivel fără precedent de performanță, robustețe și portabilitate cu lățime de bandă de 200 MHz și rate de eșantionare în timp real de până la o rezoluție de 2,5 GS/s și 200 ps pentru a capta zgomotul și alte perturbări. Acest model dispune de memorie profundă de până la 10.000 de măsurări pe canal; astfel încât se poate de examinat părți foarte mici ale formei de undă în detaliu.



Invertor hexafazat

Invertorul hexafazat a fost proiectat și elaborat în cadrul proiectului și reprezintă o sursă de curent alternativ hexafazată simetrică.

Puterea nominală este de 10kW tensiunea de eșire $U_{ieș.} = 0-400[V]$, frecvența de eșire este în diapazonul de $f_{ieș.} = 0-400 [Hz]$.

Invertorul are interfață USB pentru a comunica cu calculatorul de la standul de laborator tot o dată conține și o interfață grafică prin intermediul căreia pot fi înregistrați parametrii de funcționare a motorului testat.

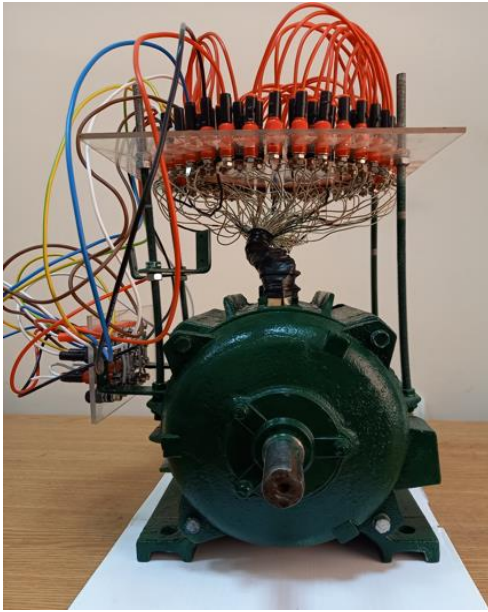


Echipamentul de control a standului de încercări

Controlul standului de încercări este realizat pe baza unui PLC din seria 1200 SIMATIC ET200SP de pe standul de încercări și Interfața HMI model: KTP900 Basic prin intermediul căreia controlăm starea frânei și a motorului încercat.

Tot o dată pe interfața HMI putem monitoriza curenții pe toate cele 6 faze a motorului încercat și temperatura frânei și a motorului încercat. Viteza și cuplul dezvoltat de motor de asemenea poate fi vizualizat și înregistrat.

Interfața HMI a fost elaborată în cadrul proiectului cu ajutorul softului TIA Portal. Tot o dată această interfață poate fi modificată și ajustată după necesitățile proiectului.



**Macheta motorului asincron hexafazat
 $P_2=2,2 \text{ kW}$, $U_f=220 \text{ V}$, $f_1=50 \text{ Hz}$. $2p=6$.**

Deasupra machetei este montată o placă cu borne la care sunt scoase toate capetele bobinelor, ceea ce permite modificarea numărului de faze (3 sau 6) sau montarea schemei înfășurării hexafazate deip simetric sau asimetric.

**EXTRAS din Procesul Verbal
al ședinței Consiliului Științific UTM
din 15 noiembrie 2022**

Prezenți: 15 membri ai Consiliului științific al UTM – dr. hab., prof. univ. Tronciu Vasile, dr., conf. univ. Siminiuc Rodica, dr. hab., prof. univ. Bostan Viorel; acad. Bostan Ion; dr. hab., prof. univ. Bugaian Larisa dr. hab., prof. univ. Stoicev Petru; dr. hab., prof. univ. Tatarov Pavel; dr. hab., prof. univ. Valeriu Dulgheru; dr. hab., prof. univ. Rusu Ion; dr. hab., prof. univ. Albu Svetlana; dr., prof. univ. Șontea Victor; dr., conf. univ. Zaporojan Sergiu, dr., conf. univ. Moraru Vasile, dr., conf. univ. Stratan Ion, doctorandă Railean Daniela.

S-A DISCUTAT: audierea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2022 în cadrul proiectului Program de Stat: **20.80009.5007.29 "Sisteme integrate autohtone de tracțiune electrică pentru vehicule urbane de pasageri"**, Conducător de proiect: **dr. Ilie Nucă**.

S-A DECIS: aprobarea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2022 în cadrul proiectului Program de Stat: **20.80009.5007.29 "Sisteme integrate autohtone de tracțiune electrică pentru vehicule urbane de pasageri"**.



Președinte al CȘ UTM,
Vasile TRONCIU, dr. hab., prof. univ.

Secretar al CȘ UTM,
Rodica SIMINIUC, dr., conf. univ.