

CONSILIUL NAȚIONAL PENTRU ACREDITARE ȘI ATESTARE

INSTITUTUL DE ENERGETICĂ al ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI

APROB:

Academician **Valeriu CANȚER**
Președinte al Consiliului Național pentru
Acreditare și Atestare
Data aprobării de către Comisia de atestare a
CNAA:
L.Ș.

APROB:

Dr. hab. **Vladimir BERZAN**
Director al Institutului de Energetică al AȘM
Data aprobării de către Consiliul științific al
instituției: 30.03.2010
L.Ș.

PROGRAMA

examenului de doctorat la specialitatea
05.09.12 Electronică de putere mare; dispozitive și sisteme de convertizare a energiei

Chișinău 2010

Autori:

1. **Berzan Vladimir**, d.h.în tehnică, cercetător științific superior, director al Institutului de Energetică al Academiei de Științe a Moldovei
2. **Olesciuk Valentin**, d.h.în tehnică, cercetător științific principal, laboratorul Echipamente electroenergetice și electronic de putere, Institutul de Energetică al Academiei de Științe a Moldovei.

Recenzenți:

1. **Ciuru Tudor**, dr. în tehnică. Confer. universitar, Catedra Electromecanica, Universitatea Tehnică a Moldovei
2. **Tîrșu Mihai**, d.ș.t., șeful laboratorului Echipamente electroenergetice și electronic de putere al Institutului de Energetică al AȘM

Programa a fost examinată și recomandată de Comisia de experți în domeniu a CNAA:

Președinte:
Dr. hab., membru corespondent, prof.
universitar Valentin MUSTEAȚA

” ”

2010

Programa a fost examinată și recomandată de Seminarul științific de profil la specialitatea 05.14.02 – Centrale electrice (partea electrică), rețele electrice, sisteme electroenergetice și dirijarea lor:

Președinte:
Dr. hab., prof. universitar Mihai CHIORSAC

” ”

2010

Programa include compartimentele de bază la specialitatea 05.09.12 -[Electronică de putere mare; dispozitive și sisteme de convertizare a energiei, revăzută și completată cu luarea în considerație a trecerii la noul plan de studiu conform Procesului de la Bologna](#) în formarea specialiștilor de cea mai înaltă calificare în cadrul prelungirii studiilor superioare prin masterat și doctorantură.

I. Recomandări metodice generale

1.1. Cerințe de ordin general

Scopul studierii disciplinei constă în aprofundarea cunoștințelor necesare pentru activitatea de cercetare teoretică și experimentală a proceselor electrice și electromagnetice în convertoarele de energie electrică cu semiconductori și în instalațiile tehnice și tehnologice proiectate și realizate în baza convertoarelor statice de energie electrică. Este necesar ca competitorul să însușească și să fie apt de a utiliza metodele moderne de cercetare și proiectare a convertoarelor cu semiconductori, să efectueze cercetări aplicative, precum și să prelucreze rezultatele obținute în cadrul cercetărilor, urmate de concluzii și recomandări privind utilizarea complexă a echipamentelor în baza electronicii de putere.

Doctorandul trebuie să cunoască realizarea constructivă a elementelor și subsansamblurilor convertoarelor de energie, componentelor contemporane electronice (microprocesoare, microcontrolere, componentele discrete electrice și electromagnetice-rezistoare condensatoare, transformatoare, etc). Doctorandul trebuie să cunoască bazele acționărilor electrice și sistemele de comandă, reglare, protecție și automatizare în baza convertoarelor de energie electrică, metodele de analiză teoretică și experimentală a proceselor de conversie (redresare, inversare, modulare-demodulare etc.) în instalațiile electronicii de putere, de optimizare a convertoarelor și de modelare matematică și fizică a instalațiilor de conversie a energiei electrice. Este necesar ca să cunoască metode, algoritme, programe de calcul și concepții de dirijare, care ar asigura o imagine adecvată în modelele matematice a esenței fizice a fenomenelor electromagnetice și a legilor de funcționare a instalațiilor electronicii de putere.

Doctorandul trebuie să posede metode contemporane privind efectuarea investigațiilor teoretice și experimentale, de prelucrare și analiză a rezultatelor obținute cu evaluarea nivelului de credibilitate a lor și trebuie să aibă nivelul profesional necesar pentru a îndeplini aceste lucrări de cercetare, proiectare, montaj și exploatare a echipamentelor respective, utilizate în diverse ramuri ale economiei naționale.

1.2. Compartimentele de bază ale programei examenului de doctorat (orientative):

- Circuitele de putere ale convertoarelor electronicii de putere.
- Analiza proceselor tranzitorii în convertoare
- Metode și mijloace de comandă, reglare, protecție și diagnosticare a elementelor electronice de putere
- Acționări electrice automatizate cu convertoare a electronicii de putere
- Stabilitatea și compatibilitatea electromagnetică a convertoarelor cu rețeaua și cu consumatorul.

II. Conținutul programei

Cuvinte-cheie: *Redresor, invertor, convertor, microprocesor, microcontroler, generator de impulsuri, convertor de curent continuu, convertor de curent alternativ, modulare, amplitudine, frecvență, durata impulsului*

2.1. Circuitele de putere ale convertizoarelor cu semiconductori

- 2.1.1 Redresoare necomandate și comandate.
- 2.1.2 Redresoare comandate reversibile și nereversibile.
- 2.1.3 Invertoare autonome de tensiune.
- 2.1.4 Invertoare autonome de curent.
- 2.1.5 Invertoare cu modularea amplitudinii impulsurilor.
- 2.1.6 Invertoare cu modularea duratei impulsurilor.
- 2.1.7 Invertoare de rezonanță
- 2.1.8 Particularitățile de elaborare a convertoarelor cu transistoare.
- 2.1.9 Convertoare de frecvență cu circuit de curent continuu.
- 2.1.10 Convertoare de frecvență fără circuit de curent continuu (cicloconvertoare).
- 2.1.11 Variatoare de curent continuu cu funcționare prin impulsuri.
- 2.1.12 Generatoare a impulsurilor de mare putere.
- 2.1.13 Regulate (variatoare) de tensiune de curent continuu și curent alternativ.
- 2.1.14 Convertoare de curent continuu cu circuit intermediar de curent alternativ de frecvență înaltă (conversie dublă)

2.2. Analiza proceselor tranzitorii în convertoare

Cuvinte-cheie: *Circuite electrice neliniare, convertoare cu structura vvariabilă, metode de calcul a convertoarelor, modelarea matematică, procese tranzitorii, medii de programare*

- 2.2.1 Analiza circuitelor și proceselor de comutație
- 2.2.2 Circuitele de putere ale convertoarelor ca elemente neliniare.
- 2.2.3 Convertoarele cu structura constantă și variabilă
- 2.2.4 Metode de calcul și cercetare a convertoarelor electronicii de putere
 - Metode de stare;
 - Metoda de frecvență;
 - Metoda componentelor separate și modificările ei;
 - Metoda ecuațiilor în diferențe finite, utilizarea funcțiilor discrete și a transformatei discrete Laplace;
 - Metoda planului complex;
 - Metoda funcțiilor de comutație;
 - Metoda fazorilor spațiali și a sistemelor fixe și rotative de coordonate;
 - Analiza armonică, transformata Fourier.
- 2.2.5 Metode topologice de analiză a convertoarelor.
- 2.2.6 Sistemul de modelare MATLAB SIMULINK și alte medii de simulare matematică a proceselor tranzitorii
- 2.2.7 Modelarea matematică a convertoarelor la calculator

2.3. Metode și dispozitive de comandă, reglare, protecție, programare a convertoarelor electronice de putere

Cuvinte-cheie: *Reglatoare, transductoare, convertoare, sisteme de comandă,, microprocesoare, microcontrolere, dispozitive de memorie, intrare-ieșire,timer, magistrale de date și de adrese.*

- 2.3.1 Sisteme de comandă ale redresoarelor.
- 2.3.2 Sisteme de comandă ale invertoarelor autonome
- 2.3.3. Luarea in considerație a proprietăților inerțiale ale elementelor electronicii de putere.
- 2.3.4 Sisteme de reglare automată a convertoarelor electronicii de putere
- 2.3.5 Mijloace hard și softuri ale sistemelor de comandă și reglare
- 2.3.6 Dirijarea de sistem în baza tehnicii microelectronice
- 2.3.7 Sisteme de comandă cu microprocesoare și microcontrolere programabile

2.4 Acționări electrice automatizate cu convertoare a electronicii de putere

Cuvinte-cheie: *Acționări electrice reglabile (AER) comanda secvențială, comanda sacalară și vectorială, sisteme de acționare în cascadă*

- 2.4.1 Acționări electrice reglabile cu redresoare comandate reversibile și nereversibile
- 2.4.2 Acționări electrice reglabile cu variatoare de tensiune de curent continuu (choppere)
- 2.4.3 Acționări electrice reglabile cu variatoare de tensiune de curent alternativ
- 2.4.4 Acționări electrice reglabile cu motoare asincrone alimentate de la convertoare a electronicii de putere
- 2.4.5 Acționări electrice reglabile cu motoare sincrone alimentate de la convertoare a electronicii de putere
- 2.4.6 Acționări electrice reglabile cu motoare speciale alimentate de la convertoare a electronicii de putere
- 2.4.7 Acționări electrice reglabile cu cascadă subsincronă și suprasincronă (cu alimentare dublă prin cicloconvertoare)
- 2.4.8 Acționări electrice reglabile ale mecanismelor industriale (pe ramuri)
- 2.4.9 Acționări electrice reglabile de tracțiune electrică feroviară, urbană și cu electromobile alimentate de la convertoare a electronicii de putere
- 2.4.10 Comanda acționărilor electrice reglabile cu microprocesoare
- 2.4.11 Comanda vectorială a acționărilor electrice reglabile

2.5. Stabilitatea și compatibilitatea electromagnetică a convertoarelor cu rețeaua și cu consumatorul

Cuvinte-cheie: *Stabilitatea sistemelor , stabilitatea la devieri mici, stabilitatea la devieri mari, calitatea energiei, componentele puterii, filtre indici de calitate*

- 2.2.1. Stabilitatea sistemelor automate neliniare și discrete.
- 2.2.2. Stabilitatea la devieri mici și la devieri mari.
- 2.2.3. Analiza stabilității sistemelor de reglare automată a convertoarelor.
- 2.2.4. Indicii de calitate pentru tensiunile și curenții nesinusoidali.
- 2.2.5. Componentele puterii sumare în circuitele cu semiconductoare.
- 2.2.6. Metode de formare a tensiunii de intrare a convertoarelor.
- 2.2.7. Metode de formare a curentului de intrare al convertorului.
- 2.2.8. Filtre pasive și active .

III. Literatura de specialitate (de bază)

1. Vasile A. Electronica industrială: Componente și circuite electronice de bază. București: Cavallioti, 2004.- 264p.
2. Muntean N. Conversoare statice. Timișoara: Politehnica, 1998. 278p.
3. Erickson R. W., Maksimovic D. Fundamentals of power electronics.-2nd edn., Kluwer Academic, 2001
4. Mohan N., Undeland T. M., Robbins W. P. Power electronics.- 2nd edn., John Wiley & Sons, 1995.
5. Розанов Ю.К., Рябчинский М. В., Квасюк А. А. Силовая электроника: Учебник для вузов.- М.: Изд-во МЭИ, 2007.- 632с.
6. Мелешин В. И. Транзисторная преобразовательная техника. - М.: Техносфера, 2005.-632 с.
7. Лукин А.В., Кастров М.Ю., Малышков Г.М. и др. Преобразователи напряжения силовой электроники .- М.: Радио и связь, 2004.- 416 с.
8. Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, а.2003.- 664 с.
9. Челноков В.Е., Евсеев Ю.А. Физические основы работы силовых полупроводниковых приборов. М.: Энергия, 1975.
10. Толстов Ю.Г., Теврюков А.А. Теория электрических цепей. М.: Высш. шк., 1971.
11. Матханов П.Н. Основы анализа электрических цепей. Нелинейные цепи. М.: Высш. шк., 1977.
12. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. М.: Высш. шк., 1982.
13. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. М.: Энергия, 1977.
14. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. Основы преобразовательной техники. М.: Высш. шк., 1981.
15. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. М.: Высш. шк., 1982.
16. Алексеенко А.Г., Шагурий И.И. Микросхемотехника. М.: Радио и связь, 1982.
17. Микропроцессоры. Кн. 1: Архитектура и проектирование микроЭВМ, организация вычислительных процессов /Под ред. Л.Н. Преснухина. М.: Высш. шк., 1986.

IV. Bibliografia suplimentară

1. Sisteme de comandă ale acțiunilor electrice / Teorie de aplicații ” – Chișinău, UTM, 2003 – 324 p.
2. Dan Floricău „ Sisteme de comandă pentru conversoare statice de putere ” – Ed. Printech, București, 1997 – 150 p.
3. F. Soran, D. O. Kisch, G. M. Sîrbu „ Modelarea sistemelor de conversie a energiei ” – Ed. ICPE, București, 1998 – 150 p.
4. Gaitan, A. Grour „ Familia de microcontrolere MSC – 51 ” – Ed. Universității din Suceava, 1997 – 166 p.
5. Arpod Kelemen, Maria Imecs „ Electronica de putere ” – Ed. Didactica și pedagogica, București, 1983 – 542 p.
6. M. P. Diaconescu, I. Graur. „ Conversoare statice / Baze teoretice, elemente de proiectare și aplicații ”- Ed. Gh. Asachi, Iași, 1996 – 362 p.
7. Bitoleanu, S. Ivanov, M. Popescu „ Conversoare statice ” – Ed. INFOMED Craiova, 1997 – 347 p.

8. Dimitrie Alexa, Octavian Hrubaru „, Aplicații de convertoare statice de putere ” – Ed. Tehnica, București, 1989 – 283 p.
9. Mihai D „, Comenzi numerice pentru sisteme electromecanice ” – Ed. Didactica Nova, Craiova, 1996 – 462 p.
10. Голубцов С., Кириченкова А. В. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. М.: Солон – Пресс, 2004 – 302 p Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. Преобразовательная техника. – Киев: Высшая шк., 1983.-424с.
11. Толстов Ю.Г. Автономные инверторы тока.-Г.:Энергия.-1978.-208с
12. Джюджи Л., Пелли Б. Силовые полупроводниковые преобразователи частоты: Теория, характеристики, применение.– Г.: Энергоатомиздат, 1983.-400с.
13. Жемеров Г.Г. Тиристорные преобразователи частоты с непосредственной связью. Г.: Энергия, 1977.