

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни

“Основи силової електроніки”

для студентів спеціальності

**141 – «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

спеціалізації «Електричні машини і апарати»,
«Електромеханічне обладнання енергоємних
виробництв»

усіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Основи силової електроніки» для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Електричні машини і апарати», «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» усіх форм навчання / Укладач Корнус Т.М. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 18с.

Укладач:

КОРНУС Т.М.

Рецензент:

ЖОРНЯК Л. Б.

Відповідальний за випуск:

АНДРІЄНКО П.Д.

Затверджено на засіданні кафедри
«Електричні та електронні апарати»
Протокол № 9 від 09.06.2017 р.

Рекомендовано до видання
НМК електротехнічного факультету.
Протокол № 8 від 29.03.2017 р.

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП.....	3
ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ І КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ.....	5
РЕКОМЕНДОВАНА КІЛЬКІСТЬ ЧАСУ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ.....	11
ОЦІНКА ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІНИ ОСЕ.....	12
МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	17
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	18

ВСТУП

"Основи сигової електроніки" є одним з базових спеціальних курсів для електротехнічних і електроенергетичних спеціальностей внз. Цей курс розрахований на вивчення впродовж двох семестрів і складається з трьох основних частин:

- перетворення змінного струму в постійний струм - випрямлячі;
- перетворення постійного струму в змінний струм - інвертори;
- регулювання частоти напруги або струму - перетворювачі частоти.

Зміст курсу і послідовність викладу матеріалу в ньому в цілому відповідає програмі дисципліни "Основи сигової електроніки" для електротехнічних спеціальностей внз.

Мета цього курсу полягає в тому, щоб дати студентам досить повне уявлення про перетворювачі, їх складові елементи, топологію, математичні описи, основні методи аналізу, розрахунку і раціонального вибору елементів, тобто в створенні науково-практичної бази для подальшого вивчення спеціальних дисциплін і безпосереднього застосування в подальшій практичній діяльності.

Завдання курсу полягають в освоєнні теорії фізичних явищ в перетворювачах і визначенні розрахункових співвідношень, що дозволяють по заданому режиму роботи споживача(навантаження) визначити електричні параметри для вибору напівпровідникових приладів, трансформаторів, фільтрів, дроселів і інших елементів, а також в привити практичних навичок використання методів аналізу і розрахунку електричних параметрів для вирішення широкого кола інженерних завдань.

В результаті вивчення курсу студент повинен знати основні методи аналізу і розрахунку фізичних процесів в елементах перетворювачів різної конфігурації і уміти застосовувати отримані знання з практики.

Знання і навички, отримані при вивченні цього курсу, є базою для освоєння дисциплін спеціальності 141 - "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

При вивченні дисципліни передбачається, що студент має відповідну математичну підготовку в області диференціального і інтегрального числення, комплексних чисел і тригонометричних

функцій, а також знайомий з теорією ланцюгів, що розглядаються в курсі "Теоретичні основи електротехніки".

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ І КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

Основні параметри і характеристики випрямлячів, їх класифікація

Тема 1. Вступ. Область застосування обладнання перетворювальної техніки. Етапи розвитку, сучасні тенденції та задачі в розвитку і удосконалюванні перетворювального обладнання.

Тема 2 . Призначення, основні складові частини та класифікація випрямлячів. Основні розрахункові параметри. Основні типи перетворювачів електроенергії.

Рекомендована література:

Базова: [1(с.5-14)],[2(с.5-10)],[3(с.4-8)],[5(с.125-127)];

Допоміжна: [7(с.8-22)],[11 (с.5-9)]

Контрольні питання

1. Назвіть в якій послідовності розвивалися перетворювачі.
2. У чому полягає завдання проектування преобразовательного пристрою?
3. У чому полягає зміст курсу "Основи силових електроніки"?
4. Намалюйте структурну схему перетворювача.
5. Назвіть напрями розвитку напівпровідникових приладів.
6. Перерахуйте достоїнства напівпровідникових перетворювачів.
7. Для чого призначений випрямляч?
8. Перерахуйте основні елементи випрямляча і їх призначення.
9. Сформулюйте основне завдання теорії випрямних пристроїв.
10. За якими ознаками класифікують випрямлячі?
11. Перерахуйте експлуатаційні характеристики випрямлячів

Однофазні випрямлячі

Тема 3. Однофазний однопівперіодний випрямляч. Робота на активно-індуктивне (ємносне) навантаження. Вимоги до обладнання. Область застосування.

Тема 4. Однофазний двохпівперіодний випрямляч з нульовим виводом. Керований випрямляч з активним навантаженням. Регульовальна характеристика. Робота на активно-індуктивне навантаження. Безконечно велика індуктивність у колі навантаження. Врахування анодних індуктивностей. Вплив анодних індуктивностей на зовнішню характеристику. Вимоги до обладнання. Позитивна якість, недоліки, область застосування схеми.

Узагальнена зовнішня характеристика перетворювача у відносних одиницях.

Тема 5. Однофазний мостовий випрямляч. Порівняльний аналіз роботи на активну та активно-індуктивне навантаження. Вимоги до обладнання. Позитивна якість, недоліки, застосування.

Рекомендована література:

Базова: [1(с.15-189)], [2(с.48-147)], [3(с.40-93)], [5(с.127-147)], [6(с.93-109)];

Допоміжна: [7(с.55-82)], [8(с.142-186)], [11(с.25-78)]

Контрольні питання.

1. Намалуйте еквівалентну схему і тимчасові діаграми однофазного однонапівперіодного випрямляча.

2. Напишіть формулу для розрахунку середнього значення випрямленої напруги однофазного, однонапівперіодного випрямляча.

3. Напишіть рівняння зовнішньої характеристики однофазного, однонапівперіодного випрямляча.

4. По яких величинах вибирається вентиль?

5. Напишіть співвідношення між розрахунковою(типовий) потужністю трансформатора і активною потужністю навантаження P_d .

6. Перерахуйте недоліки однофазного, однонапівперіодного випрямляча.

7. Перерахуйте причини збільшення типової потужності трансформатора в порівнянні з потужністю постійних складових струму і напруги.

8. Намалюйте еквівалентні схеми випрямлячів з виведенням нульової точки трансформатора і мостового.

9. Чому випрямляч з нульовим виводом можна назвати двофазним?

10. Чи існує явище вимушеного намагнічення в сердечнику трансформатора випрямляча з нульовою точкою?

11. Чому середнє значення струму через діод в два рази менше постійної складової випрямленого струму?

12. Чому дорівнює зворотна напруга на діодах випрямлячів?

13. У скільки разів типова(розрахункова) потужність трансформатора перевершує активну потужність постійних складових?

14. Зображуйте зовнішню характеристику випрямляча з нульовим виведенням трансформатора.

15. Вкажіть полярність зовнішніх затисків випрямлячів. Обґрунтуйте свою відповідь.

16. Намалюйте криву випрямленої напруги випрямлячів.

17. Чому зворотна напруга на діоді мостового випрямляча в два рази менше ніж у випрямлячі з нульовою точкою?

18. Вкажіть переваги і недоліки мостової схеми випрямляча

19. Що таке період комутації? Від яких електромагнітних величин він залежить?

20. Намалюйте еквівалентну схему і тимчасові діаграми однофазного випрямляча з виведенням нульової точки трансформатора, з урахуванням індуктивності розсіяння обмоток.

21. Напишіть рівняння що дозволяє розрахувати кут комутації γ .

22. Напишіть рівняння зовнішньої характеристики випрямляча.

23. Що таке ЕДС випрямляча?

24. Чому зовнішня характеристика випрямляча падає?

25. Намалюйте еквівалентну схему і тимчасові діаграми однофазного мостового випрямляча з урахуванням індуктивності розсіяння обмоток.

Трьохфазні випрямлячі і еквівалентні багатофазні схеми.

Тема 6. Трьохфазна нульова схема. Вимоги до обладнання при з'єднанні обмоток трансформатора Y/Y , Δ/Y , Y/Z . Рекомендації до застосування. Керована схема. Безперервний, гранично-безперервний та переривистий режим. Розрахунок кута комутації струму вентилів.

Тема 7. Трифазна мостова схема. Робота на активне навантаження. Робота на активне-індуктивне навантаження. Зовнішня характеристика. Вимоги до обладнання. Позитивна якість, недоліки, область застосування.

Тема 8. Двійна трифазна зірка з вирівнювальним реактором. Режим роботи. Вимоги до обладнання. Зовнішня характеристика. Вимоги до обладнання. Позитивна якість, недоліки, область застосування.

Тема 9. Еквівалентні багатофазні схеми. Послідовне та паралельне з'єднання двох трифазних мостових випрямлячів. Позитивна якість, недоліки, область застосування.

Тема 10. Робота випрямляча на проти-ЕРС. Область застосування. Робота на активне навантаження та $L_d = \infty$. Заміна джерела проти-ЕРС еквівалентним активним опір.

Рекомендована література:

Базова: [1(с.15-189)], [2(с.48-147)], [3(с.40-93)], [5(с.127-147)], [6(с.93-109)];

Допоміжна: [7(с.55-82)], [8(с.142-186)], [11(с.25-78)]

Контрольні питання

1. Чому для живлення споживачів середньої і великої потужності застосовують трифазні випрямлячі?

2. Намалуйте принципову схему заміщення і тимчасові діаграми трифазного випрямляча з нульовим виводом.

3. Напишіть формули, що виражають електричні параметри випрямляча.

4. Чому в трифазному випрямлячі із з'єднанням обмоток трансформатора зірка -зірка і з виведенням нульової точки трансформатора існує магнітний потік вимушеного намагнічення? Як необхідно з'єднати обмотки трансформатора щоб уникнути магнітного потоку намагнічення?

5. Намалюйте принципову схему трифазного мостового некерованого випрямляча.

6. Намалюйте тимчасові діаграми ЕДС вторинної обмотки трансформатора і вкажіть послідовність перемикання діодів випрямного моста. Поясніть цю послідовність.

7. Яку форму мають імпульси анодних струмів при $L_d \rightarrow \infty$ і $L_\gamma = 0$?

8. Чи існує явище вимушеного намагнічення сердечника трансформатора в трифазній бруківці схемі випрямляча?

9. Напишіть співвідношення між максимальною зворотною напругою на діоді і постійній складовій випрямленої напруги.

10. Напишіть співвідношення між потужністю P_d , постійних складових струму I_d і напруга U_d і типовою потужністю S_t трансформатора.

7. Намалюйте тимчасову діаграму випрямленої напруги і виведіть формулу для обчислення середнього значення випрямленої напруги U_d .

11. Чому трифазний мостовий випрямляч називають шестипульсним?

12. Чому дорівнює коефіцієнт пульсацій трифазного мостового випрямляча по першій гармоніці?

Залежні інвертори. Перетворювальне обладнання, вищі гармоніки, енергетичні характеристики. Автономні інвертори та статичні перетворювачі частоти.

Тема 11. Інвертор, відомий мережею. Перехід від режиму випрямлення до режиму інвертування. Зовнішня характеристика. Кут відновлення замикаючих властивостей тиристора. Особливості розрахунку схем. Область застосування залежних інверторів.

Тема 12. Трансформатори для перетворювального обладнання. Функції, режими роботи, вимоги, особливості конструкції. Облік активних опорів обмоток та індуктивностей розсіяння при розрахунку перетворювачів. Вищі гармоніки кривої випрямленої напруги. Вищі гармоніки в кривій первинного струму. Енергетичні характеристики перетворювачів. Коефіцієнт корисної дії. Коефіцієнт потужності. Шляхи поліпшення енергетичних показників.

Тема 13. Способи комутації тиристорів автономних інверторів (АІ). Класифікація АІ: за схемою перетворювання; за способом комутації; за способом керування; за типом електромагнітних процесів. Однофазний паралельний інвертор струму. Аналіз електромагнітних процесів. Розрахункові співвідношення. Умови застосування. Зовнішня характеристика. Інвертори напруги на повністю керованих вентилях. Однофазний мостовий інвертор. Аналіз електромагнітних процесів. Розрахункові співвідношення. Принципи створення перетворювачів частоти. Перспективи застосування.

Рекомендована література:

Базова: [2(с.221-282)], [3(с.116-152)], [5(с.147-148,158-162)], [6(с.151-170)];

Допоміжна: [7(с.116-145)], [8(с.215-218,221-279)], [9(с.26-3857-63,101-105)], [10(с.23-80)], [11]

Контрольні питання

1. Що таке кут β ?
2. Умови переходу від режиму випрямлення до режиму інвертування.
3. У якому напрямі струму навантаження підключено джерело ЕДС для випрямного і інверторного режимів?
4. У яких квадрантах знаходиться зовнішня характеристика випрямляча і інвертора?
5. Що таке кут обмежувальна характеристика залежного інвертора?
6. Які особливості мають трансформатори для перетворювального обладнання?
7. Який порядок найбільшій гармоніки у

8. Напишіть співвідношення між порядком вищій гармоніки в кривій первинного струму кількістю пульсацій випрямленої напруги.
9. Що таке коефіцієнт корисної дії?
10. Що таке коефіцієнт потужності?
11. Чим відрізняється автономний інвертор від інвертора, відомого мережею?
12. Для чого потрібен вузол комутації?
13. Чим відрізняється автономний інвертор струму від інвертора напруги?
14. Що таке перетворювач частоти? Принципи створення.

РЕКОМЕНДОВАНА КІЛЬКІСТЬ ЧАСУ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ

Назва теми	Кількість годин
Тема 1. Вступ. Область застосування. Етапи розвитку, сучасні задачі удосконалювання перетворювального обладнання	2
Тема 2. Призначення, основні складові частини, класифікація, основні розрахункові параметри. і типи перетворювачів електроенергії.	6
Тема 3. Однофазний однопівперіодний випрямляч	6
Тема 4. Однофазний двохпівперіодний випрямляч з нульовим виводом. Узагальнена зовнішня характеристика перетворювача у відносних одиницях	6
Тема 5. Однофазний мостовий випрямляч	6
Тема 6. Трьохфазна нульова схема	10
Тема 7. Трифазна мостова схема	8
Тема 8. Двійна трифазна зірка з вирівнювальним реактором	8
Тема 9. Еквівалентні багатофазні схеми	8
Тема 10. Робота випрямляча на проти-ЕРС	4
Тема 11. Інвертор, відомий мережею	10
Тема 12. Трансформатори для перетворювального	12

обладнання. Вищі гармоніки кривої випрямленої напруги. і первинного струму. Енергетичні характеристики перетворювачів	
Тема 13. Автономні інвертори (AI). Принципи створення перетворювачів частоти. Перспективи застосування	20
Итого:	106

ОЦІНКА ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІНИ ОСЕ

I. Для отримання оцінки "задовільно", студентові необхідно знати відповіді на наступні питання:

1. Що таке електричний перетворювач?
2. Що таке випрямляч?
3. Що таке залежний інвертор?
4. Що таке автономний інвертор?
5. Що таке інвертор струму?
6. Що таке інвертор напруги?
7. Що таке резонансний інвертор?
8. Що таке перетворювач частоти?
9. Які параметри визначають вимоги до вибору силового вентиля?
10. Які параметри визначають вимоги до вибору силового трансформатора?
11. Основні складові частини випрямляча.
12. Що таке діюче значення струму, що періодично повторюється?
Написати формулу.
13. Що таке середнє значення струму, що періодично повторюється?
Написати формулу.
14. Що таке потужність P_d ?
15. Що таке зовнішня характеристика випрямляча?
16. Що таке регульовальна характеристика випрямляча?
17. Що таке кут управління?
18. Що таке кут природного включення випрямляча?
19. Умови включення і виключення ідеального вентиля.
20. Чому дорівнює повна первинна потужність трансформатора?

21. Чому дорівнює повна вторинна потужність трансформатора?
22. Чому дорівнює типова потужність трансформатора?
23. Що таке кут комутації?
24. Рівняння зовнішньої характеристики випрямляча, працюючого на активно-індуктивне навантаження з $L_d = \infty$, у відносних одиницях.
25. Намалювати схему однофазного однонапівперіодного випрямляча.
26. Намалювати схему однофазного двонапівперіодного випрямляча з нульовим виводом.
27. Намалювати схему однофазного мостового випрямляча.
28. Намалювати схему трифазного випрямляча з нульовим виводом.
29. Намалювати схему трифазного мостового випрямляча.
30. Намалювати схему подвійного трифазного випрямляча із зрівняльним реактором.
31. Що таке режим безперервного струму навантаження перетворювача?
32. Що таке режим переривчастого струму навантаження перетворювача?
33. Що таке режим гранично-безперервного струму навантаження перетворювача?
35. Що таке однокатна схема?
35. Що таке двокатна схема?
36. Принцип побудови еквівалентних багатофазних схем.
37. З якою метою застосовують еквівалентні багатофазні схеми?
38. Умови перехід від режиму випрямлення до режиму інвертування.
39. Що таке кут β для залежного інвертора?
40. Що таке кут δ для інвертора?
42. Функції трансформатора для преобразовательной установки.
42. Чому дорівнює ККД випрямляча?
43. Що таке коефіцієнт потужності?
44. Що таке коефіцієнт спотворень?
45. Для чого потрібний контур комутації в автономному інверторі(АІ)?
46. Що таке вимушене намагнічення трансформатора?
47. Для чого потрібний фільтр у випрямлячі?
48. Для чого потрібний фільтр в автономному інверторі?
59. Для чого потрібна система управління перетворювачем?

П. Для отримання оцінки "добре", студентові необхідно знати відповіді на наступні питання:

Відповіді на усі питання п. І.

Крім того:

50. Діаграми електромагнітних процесів в однофазному однонапівперіодному випрямлячі, працюючому на активне навантаження.
51. Діаграми електромагнітних процесів в однофазному однонапівперіодному випрямлячі, працюючому на активно-індуктивне навантаження.
52. Достоїнства, недоліки, умови застосування однофазного однонапівперіодного випрямляча.
53. Діаграми електромагнітних процесів в однофазному двонапівперіодному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активне навантаження.
54. Діаграми електромагнітних процесів в однофазному двонапівперіодному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активно-індуктивне навантаження з нескінченною індуктивністю.
55. Достоїнства, недоліки, умови застосування однофазного двонапівперіодного випрямляча з нульовим виводом.
56. Діаграми електромагнітних процесів в однофазному мостовому випрямлячі, працюючому на активне навантаження.
57. Діаграми електромагнітних процесів в однофазному мостовому випрямлячі, працюючому на активно-індуктивне навантаження.
58. Достоїнства, недоліки, умови застосування однофазного мостового випрямляча.
59. Діаграми електромагнітних процесів в трифазному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активне навантаження.
60. Діаграми електромагнітних процесів в трифазному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активно-індуктивне навантаження.
61. Достоїнства, недоліки, умови застосування трехфазного випрямляча з нульовим виводом.
62. Діаграми електромагнітних процесів в трифазному мостовому випрямлячі, працюючому на активне навантаження.
63. Діаграми електромагнітних процесів в трифазному мостовому випрямлячі, працюючому на активно-індуктивне навантаження.

64. Достоїнства, недоліки, умови застосування трифазного мостового випрямляча.
65. Діаграми електромагнітних процесів в подвійному трифазному випрямлячі із зрівняльним реактором, працюючому на активне навантаження.
66. Діаграми електромагнітних процесів в подвійному трифазному випрямлячі із зрівняльним реактором, працюючому на активно-індуктивне навантаження.
67. Достоїнства, недоліки, умови застосування подвійного трифазного випрямляча із зрівняльним реактором
68. Принцип побудови і роботи еквівалентних послідовних багатофазних схем.
69. Принцип побудови і роботи еквівалентних паралельних багатофазних схем.
70. Рекомендації до застосування еквівалентних послідовних і паралельних багатофазних схем.
71. Робота випрямляча з активним навантаженням на противоЕДС.
72. Робота випрямляча з активно-індуктивним навантаженням на противоЕДС.
73. Принцип переходу випрямляча з випрямного в інверторний режим. Діаграми електромагнітних процесів.
74. Баланс потужності в перетворювачі.
75. Що таке потужність спотворень?
76. Гармонійний склад первинного струму.
77. Що таке одноопераційні і двоопераційні СПП?
78. Особливості трансформаторів для преобразовательных установок.
79. Класифікація автономних інверторів за схемами перетворення.
80. Класифікація автономних інверторів за способом комутації.
81. Класифікація автономних інверторів за способом управління.
82. Класифікація автономних інверторів за типом електромагнітних процесів.

III. Для отримання оцінки "відмінно", студентові необхідно знати відповіді на наступні питання:

Відповіді на усі питання п.п. I і II.

Крім того:

83. Виведення розрахункових співвідношень для вибору вентильного і трансформаторного устаткування в однофазному

одноразового періодному випрямлячі, працюючому на активне навантаження.

84. Виведення розрахункових співвідношень для вибору вентиляційного і трансформаторного устаткування в однофазному одноразового періодному випрямлячі, працюючому на активно-індуктивне навантаження.

85. Виведення розрахункових співвідношень для вибору вентиляційного і трансформаторного устаткування в однофазному дворазового періодному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активне навантаження.

86. Виведення розрахункових співвідношень для вибору вентиляційного і трансформаторного устаткування в однофазному дворазового періодному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активно-індуктивне навантаження.

87. Виведення розрахункових співвідношень для вибору вентиляційного і трансформаторного устаткування в однофазному мостовому випрямлячі, працюючому на активне навантаження.

89. Виведення розрахункових співвідношень для вибору вентиляційного і трансформаторного устаткування в трифазному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активне навантаження.

90. Виведення розрахункових співвідношень для вибору вентиляційного і трансформаторного устаткування в трифазному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активно-індуктивне навантаження.

91. Визначення функціональних залежностей первинних струмів і потоків вимушеного намагнічення трансформатора при з'єднанні обмоток за схемою Δ/Y в трифазному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активне навантаження.

92. Визначення функціональних залежностей первинних струмів і потоків вимушеного намагнічення трансформатора при з'єднанні обмоток за схемою Y/Y в трифазному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активне навантаження.

93. Визначення функціональних залежностей первинних струмів і потоків вимушеного намагнічення трансформатора при з'єднанні обмоток за схемою Y/Z в трифазному випрямлячі з нульовим виводом, працюючому на активне навантаження.

94. Виведення розрахункових співвідношень для вибору вентиляного і трансформаторного устаткування в трифазному мостовому випрямлячі, працюючому на активно-індуктивне навантаження.
95. Виведення розрахункових співвідношень для вибору вентиляного, трансформаторного і реакторного устаткування в подвійному трифазному випрямлячі із зрівняльним реактором, працюючому на активно-індуктивне навантаження.
96. Залежність потужності зрівняльного реактора в подвійному трифазному випрямлячі із зрівняльним реактором від кута управління.
97. Зовнішня характеристика залежного інвертора.
98. Обмежувальна характеристика залежного інвертора.
99. Гармонійний склад кривої випрямленої напруги випрямляча.
100. Розрахунок коефіцієнта корисної дії.

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни „Основи силових електроніки” для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» усіх форм навчання / Укладачі Корнус Т.М., Скрупська Л.С. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 24с.

2. METHODOICAL DIRECTIONS to laboratory works execution on the course of "PRINCIPLES OF POWER ELECTRONICS" for students of the specialty 141 - «Power engineering, electrical engineering and electromechanics» for all study forms / Authors: T. KORNUS, L. SKRUPSKA – Zaporizhzhya: ZNTU, 2016. – p.24.

3. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни „Основи силових електроніки” для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» усіх форм навчання / Укладач Корнус Т.М., Скрупська Л.С. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 16с.

4. METHODOICAL DIRECTIONS to course designing execution on the discipline "THE PRINCIPLES OF POWER ELECTRONICS" for students of the specialty 141 - «Power engineering, electrical engineering and electromechanics» for all study forms / Authors: T. KORNUS, L. SKRUPSKA – Zaporizhzhya: ZNTU, 2016. – p.16

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Полупроводниковые выпрямители. Под ред. Ковалева Ф.И. и Мостковой Г.П. – М.: Энергия, 1978. – 405 с.
2. Руденко Г.А. Основы преобразовательной техники/ Г.А.Руденко, В.И. Сенько, И.М. Чиженко. – М.: Высшая школа, 1980 – 430 с.
3. Розанов Ю.К. Основы силовой электроники / Ю.К. Розанов. – М.: Энергоатомиздат, 1992 – 296 с.
4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320с.
5. Герман-Галкин С.Г. Силовая электроника: Лабораторные работы на ПК/ С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: Учитель и ученик, КОРОНА принт, 2002. – 304с.
6. Справочник по преобразовательной технике. Под ред И.М. Чиженко. – К.: Техніка, 1978 – 447с.

Допоміжна

7. Энергетическая электроника: Справочное пособие. Пер. с нем. под ред. Лабунцова В.А. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 464 с.
8. Попков О.З. Основы преобразовательной техники / Попков О.З. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 200 с.
9. Беркович Е.И. Тиристорные преобразователи высокой частоты / Беркович Е.И., Ивенский Г.В. и др. – Л.: Энергия, 1973. – 200 с.
10. Бедфорд Б. Теория автономных инверторов. Пер. с англ. / Бедфорд Б., Хофт Р. – М.: Энергия, 1968. – 346 с.
11. Жуйков В.Я. Автоматизированное проектирование силовых электронных схем/ В.Я. Жуйков и др. – К.: Техніка, 1988. – 184 с.
12. Кулинич Ю.М. Электронная преобразовательная техника: учеб. Пособие/ Кулинич Ю.М. – М.: ФГБУ, 2015. – 204 с.
13. Корнус Т.М. Программа для компьютерного моделирования электрических процессов в тиристорных цепях/ С.М. Тиховод, Т.М. Корнус // Електротехніка та електроенергетика. – 2002 . – № 1. – С. 54-62.
14. Корнус Т.М. Моделирование пуска тиристорного преобразователя для питания обмотки возбуждения турбогенератора / Корнус Т.М., Тиховод С.М. // Електротехніка та електроенергетика .—2011.-- № 2.--С. 33-37.