

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра	Промислова і біомедична електроніка
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 176 «Мікро- та наносистемна техніка»
Освітня програма	Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія
Форма навчання	Денна
Навчальна дисципліна	Силова електроніка для відновлюваних енергетичних систем
Семестр	1

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ТА ЗАВДАНЬ, ВКЛЮЧЕНИХ ДО**  
**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ БІЛЕТІВ ІЗ ДИСЦИПЛІНИ**

Кількість білетів \_\_\_\_\_

Затверджено на засіданні кафедри  
протокол № 5 від 27.11.2023р.

Зав. кафедрою



Сергій КРИВОШЕЄВ

Екзаменатор



Ольга ХОЛОД

## Модуль 1

1. Поняття напівпровідникового діода. Структура. Пряма та зворотна напруга діода.
2. Вольт-амперна характеристика силового діода. Основні параметри.
3. Паралельне та послідовне з'єднання діодів.
4. Динамічні характеристики включення/виключення діодів.
5. Поняття біполярного транзистора. Структура. Режими роботи. Схеми включення.
6. Вольт-амперна характеристика силового біполярного транзистора. Основні параметри.
7. Динамічні характеристики включення/виключення силового біполярного транзистора.
8. Поняття польового транзистора. Класифікація. Структура силового MOSFET – транзистора.
9. Основні параметри MOSFET. Динамічні характеристики включення/виключення силового MOSFET – транзистора. MOSFET-модулі.
10. Поняття IGBT- транзистора. Структура. Основні параметри.
11. Динамічні характеристики включення/виключення силового IGBT- транзистора. IGBT – модулі. Покоління IGBT- транзисторів.
12. Поняття тиристора. Структура одно операційного тиристора. ВАХ тиристора. Основні параметри.
13. Динамічні характеристики тиристора. Схеми примусового вимкнення тиристорів.
14. Структура GTO – тиристора. Захисні ланцюги тиристорів.
15. GCT та IGCT тиристори.
16. Однофазна однокатна схема некерованого випрямляча. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Переваги та недоліки схеми.
17. Однофазна двокатна нульова схема некерованого випрямляча. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Переваги та недоліки схеми.
18. Однофазна двокатна мостова схема некерованого випрямляча. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Переваги та недоліки схеми.
19. Трифазна трипульсна нульова схема некерованого випрямляча. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Переваги та недоліки схеми.
20. Трифазна шестипульсна мостова схема некерованого випрямляча. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Переваги та недоліки схеми.
21. Гармоніки в кривій вихідної напруги некерованого випрямляча. Згладжуючі фільтри. Зовнішні характеристики.
22. Однофазна мостова схема керованого випрямляча. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Робота на активне та активно-індуктивне навантаження. Регульовальна характеристика. Кут керування. Вплив на роботу індуктивності мережі живлення. Кут комутації.
23. Трифазна нульова схема керованого випрямляча. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Робота на активне та активно-індуктивне навантаження. Вплив на роботу індуктивності мережі живлення.
24. Трифазна шестипульсна мостова схема керованого випрямляча. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Робота на активне та активно-індуктивне навантаження.
25. Трифазна шестипульсна мостова схема керованого випрямляча. Регульовальна характеристика. Зовнішня та обмежувальна характеристики. Залежність кута комутації від кута керування.
26. Струми мережі. Поняття коефіцієнта несинусоїдальності. Спотворення напруги мережі.
27. Гармоніки в кривій вихідної напруги. Пульсації струму навантаження. Розрахунок зрівняльного струму в паралельних схемах керованих випрямлячів.
28. Паралельна та послідовна схеми дванадцятипульсного керованого випрямляча.
29. Двадцятичотирьохпульсні схеми керованих випрямлячів.
30. Однофазні схеми тиристорних регуляторів змінної напруги. Робота тиристорних регуляторів змінної напруги на активне та активно-індуктивне навантаження. Основні рівняння.
31. Трифазні схеми тиристорних регуляторів змінної напруги.
32. Види модуляції. Імпульсний перетворювач, що знижують напругу. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння.

33. Імпульсний перетворювач, що підвищує напругу. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння.
34. Реверсивний імпульсний перетворювач. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Однополярна та двополярна широтно-імпульсна модуляція.
35. Однофазний автономний мостовий інвертор напруги. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Однополярна та двополярна широтно-імпульсна модуляція.
36. Однофазний напівмостовий інвертор напруги. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння.
37. Однофазний трьохрівневий автономний інвертор напруги з відсікаючими діодами. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння.
38. Трифазний інвертор напруги з амплітудним керуванням, з синусоїдальною ШІМ, з векторною ШІМ.
39. Паралельний автономний інвертор струму. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння.
40. Однофазний та трифазний мостовий автономний інвертор струму з відсіченими. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння.
41. Автономний інвертор струму на повністю керованих ключах. . Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння.

## Модуль 2

1. Базові структури багаторівневих інверторів. Основні принципи формування вихідної напруги багаторівневих інверторів.
2. Багаторівневі інвертори з декількома рівнями напруги джерела постійного струму і фіксуєними діодами
3. Багаторівневі інвертори з плаваючими конденсаторами.
4. Каскадні схеми з послідовним з'єднанням інверторів та з паралельним з'єднанням інверторів
5. Каскадні схеми з безпосереднім з'єднанням вихідних кіл інверторів та з вихідним підсумовуючим трансформатором
6. Асиметричні каскадні схеми багаторівневих інверторів та гібридні схеми багаторівневих інверторів
7. Каскадні схеми із з'єднанням інверторів через фази навантаження.
8. Однофазний активний випрямляч напруги. . Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Системи керування.
9. Трифазний активний випрямляч напруги. . Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Системи керування.
10. Однофазний активний випрямляч струму. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Системи керування.
11. Трифазний активний випрямляч струму. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Системи керування.
12. Поняття електромагнітної сумісності. Пасивні фільтро-компенсуючі пристрої.
13. Силові активні фільтри. Класифікація. Схеми. Основні методи побудови алгоритмів керування.
14. Поняття безпосереднього перетворювача частоти. Класифікація. Трифазно-однофазний БПЧ. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння. Системи керування.
15. Перетворювачі частоти на базі автономного інвертора напруги. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння.
16. Перетворювачі частоти на базі автономного інвертора струму. Схема. Принцип роботи. Часові діаграми роботи. Основні рівняння.
17. Призначення та основні вимоги до систем керування.
18. Системи керування перетворювачами з природною комутацією.
19. Системи керування перетворювачами з примусовою комутацією;
20. Системи керування з елементами штучного інтелекту.
21. Фотоелектричне перетворення енергії - сучасні досягнення та перспективи. МРРТ. Необхідність узгоджуючого перетворювача.
22. Модульний принцип. Необхідність режиму джерела струму.
23. Типові рішення: типові потужності, частоти, напруги. Режими ZVS, ZCS, резонансні.
24. Система комбінованого електроживлення з використанням сонячних батарей.

25. Перетворювачі для систем з резервними акумуляторами. Переваги буферних рішень (на прикладі залізниць).
26. Особливості високо вольтових пристроїв - послідовно - модульне з'єднання низько вольтових (1700 В) приладів.
27. Обернені перетворювачі. Режими ZVS, ZCS.
28. Особливості низько вольтових та високо вольтових рішень, у т.ч. розділена комутація.
29. Перетворювачі для вітроенергетики. Типові рішення для систем перетворення. Схеми fixed-speed WECS, variable-speed WECS
30. Схеми AC-coupled hybrid generation system, DC-coupled hybrid generation system
31. Схеми SCIG/PMSG-based, DFIG-based.
32. Схеми ВЕУ АМ типу ТГ-1000. Принципи функціонування, вимоги до перетворювачів.

10. Процедури інформаційної безпеки мереж автоматизації
11. Визначення системи управління енергією та системи диспетчерське управління та збір даних
12. Телекомунікаційні протоколи систем SCADA
13. Архітектура та переваги цифровізованих електричних підстанцій
14. Використання технології синхронних вимірювань на підстанції
15. Використання технології синхронних вимірювань для систем моніторингу, захисту та управління на великих територіях
16. Види кібернетичних атак на енергомережі
17. Поняття кібернетичних ризиків
18. Індекс безпеки для оцінювання ризиків у розумних мережах
19. Метод розрахунку вектора атаки для розумних мереж
20. Метод оцінювання впливу на основі моделювання розумної мережі