

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 141 – "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

" Силові перетворювачі автоматизованих електроприводів "

**180 год. / 5 кредити ЕКТС
(30 год. лекцій, 30 год. практичних занять)**

Завдання для поточного та підсумкового контролю

Питання для модульного контролю

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Мета та задачі вивчення дисципліни.
2. Сформулюйте найголовніші узагальнені техніко-економічні вимоги до елементів силових перетворювачів автоматизованого електроприводу.
3. Сформулюйте методологію складання рівнянь для окремих елементів силових перетворювачів АЕП.
4. Класифікація статичних напівпровідникових регульованих перетворювачів.
5. Види тиристорних перетворювачів напруги, їх переваги та недоліки.
6. Поясніть, що таке випрямляч. Для чого призначені випрямлячі?
7. Наведіть структурну схему випрямляча і поясніть призначення його функціональних вузлів.
8. Назвіть ознаки, за якими класифікують випрямлячі.
9. Наведіть найбільш розповсюджені схеми випрямлячів, поясніть їх будову.
10. Які експлуатаційні характеристики і параметри притаманні випрямлячам?
11. Наведіть схему і поясніть принцип дії однофазного двопівперіодного випрямляча з нульовим виводом при роботі на активне навантаження.
12. Наведіть схему і поясніть принцип дії однофазного мостового випрямляча при роботі на активне навантаження.
13. Наведіть схеми і поясніть роботу двополярного випрямляча.
14. Наведіть основні розрахункові співвідношення для однофазних випрямлячів.
15. За якими показниками порівнюють роботу різних схем випрямлячів?
16. Від чого залежать форми струмів і напруг в різних точках схем і співвідношення між електричними параметрами?
17. Побудуйте спрощену функціональну схему керованого випрямляча і поясніть призначення кожного з елементів.
18. Виконайте порівняльний аналіз особливостей однофазних силових схем керованих випрямлячів.
19. Поясніть, у яких випадках застосовують трифазні випрямлячі
20. Наведіть схему Міткевича і поясніть принцип її роботи.
21. Наведіть схему Ларіонова і поясніть принцип її роботи. На схемі вкажіть анодну і катодну групи вентилів, покажіть контур протікання струму для будь-якого конкретного моменту часу.

22. Порівняйте схему Міткевича зі схемою Ларіонова. У яких випадках яка з них більш придатна і чому?
23. Виконайте порівняльний аналіз особливостей багатofазних силових схем керованих випрямлячів
- трифазна нульова;
 - трифазна симетрична мостова;
 - несиметрична трифазна мостова схема з нульовим діодом;
 - несиметрична трифазна мостова.
24. Назвіть причини виникнення режимів переривчастих струмів і поясніть їх вплив на вигляд зовнішніх характеристик випрямлячів.
25. Поясніть сутність роботи керованих випрямлячів в основних режимах роботи
- у режимі випрямлення,
 - у режимі інвертування.
 - у режимі перекидання інвертора.
26. Поясніть особливості електромагнітних процесів у трифазній неререверсивній нульовій схемі випрямлення.
27. Визначте корисний ефект випрямлення в трифазній неререверсивній нульовій схемі випрямлення.
28. Поясніть особливості електромагнітних процесів в трифазній неререверсивній нульовій схемі випрямлення у випадку виконання її на тиристорах.
29. Поясніть особливості електромагнітних процесів у трифазній неререверсивній мостовій схемі випрямлення.
30. Визначте корисний ефект випрямлення в трифазній неререверсивній мостовій схемі випрямлення.
31. Поясніть особливості електромагнітних процесів в трифазній неререверсивній мостовій схемі випрямлення у випадку виконання її на тиристорах.
32. Поясніть вплив комутаційних процесів на електромагнітні процеси в трифазній неререверсивній мостовій схемі випрямлення у випадку виконання її на тиристорах.
33. Визначте вплив комутаційних процесів на показники ефективності трифазної неререверсивної мостової схеми випрямлення.
34. Поясніть, яким чином формуються криві вихідної напруги в одно- й трифазних схемах випрямлення.
35. Якими показниками характеризують вміст гармонічних в вихідних напругах й струмах різних схем випрямлення?
36. Поясніть, яким чином формуються криві струму первинної обмотки трансформатора в схемах некерованих і керованих випрямлячів.
37. Надайте характеристику гармонічному складу кривої струму первинної обмотки трансформатора в схемах некерованих і керованих випрямлячів.
38. Запропонуйте заходи, які б поліпшили гармонічний склад первинних струмів трансформаторів й вихідних напруг випрямлячів.
39. Поясніть особливості електромагнітних процесів при переході випрямляча від режиму випрямлення до режиму інвертування.
40. Наведіть регульовальну характеристику тиристорного керованого випрямляча і поясніть характер її залежності при лінійних змінах кута керування.

41. Дайте визначення системам керування перетворювачів і поясніть вимоги, що до них висуваються.
42. Що таке система імпульсно-фазного керування (СІФК)? Для чого застосовують такі системи? Які види СІФК Ви знаєте?
43. Наведіть структурну схему і поясніть принцип роботи СІФК з горизонтальним керуванням.
44. Поясніть, у чому полягає принцип дії СІФК з вертикальним керуванням. Наведіть структурну схему такої СІФК і поясніть призначення її вузлів.
45. На основі яких типових електронних пристроїв може бути побудована СІФК з вертикальним керуванням?
46. Поясніть специфіку побудови і принцип дії СІФК з цифровим керуванням.
47. Вкажіть переваги цифрової СІФК перед СІФК аналогової дії
48. Побудуйте структурну схему багатоканальної системи керування і поясніть призначення елементів.
49. Поясніть асинхронний принцип імпульсно-фазового керування перетворювачами і побудуйте функціональну схему системи керування.
50. Поясніть будову і принцип роботи системи імпульсно-фазового керування тиристорними перетворювачами.
51. Поясніть сутність коефіцієнта потужності випрямляча.
52. Побудуйте і поясніть криві залежності коефіцієнта зсуву від кута керування α й кута комутації γ в керованих випрямлячах.
53. Запропонуйте заходи, які б підвищили значення коефіцієнта потужності при регулюванні вихідної напруги керованих випрямлячів.
54. Дайте характеристику способам керування швидкістю двигунів постійного струму.
55. Побудуйте структурну схему реверсивного тиристорного перетворювача з контактним перемикачем у ланцюзі обмотки якоря і поясніть його роботу.
56. Побудуйте сполучені зовнішні характеристики реверсивного тиристорного перетворювача постійного струму і поясніть їх.
57. Поясніть особливості спільного керування вентильними комплектами реверсивного тиристорного перетворювача постійного струму.
58. Поясніть причини виникнення зрівняльних струмів в реверсивних ТП і заходи по їх зменшенню.
59. Поясніть особливості роздільного керування вентильними комплектами реверсивного тиристорного перетворювача постійного струму.
60. Побудуйте і поясніть статичні характеристики керованих випрямлячів.
61. Побудуйте і поясніть динамічні характеристики керованих випрямлячів.
62. Дайте визначення імпульсних перетворювачів напруги, їх різновидів, сфери застосування, переваг та недоліків.
63. Надайте характеристику неререверсивних імпульсних перетворювачів постійної напруги (І П П Н) першого типу. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.
64. Надайте характеристику способам регулювання вихідної напруги неререверсивних І П П Н:
 - широтно-імпульсне регулювання (Ш І Р);
 - частотно-імпульсне регулювання (Ч І Р).

65. Надайте характеристику послідовному імпульсному перетворювачу постійної напруги. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

66. Надайте характеристику нереверсивних імпульсних перетворювачів постійної напруги (І П П Н) другого типу. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

67. Надайте характеристику паралельному імпульсному перетворювачу постійної напруги. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

68. Особливості роботи паралельного І П П Н в режимі рекуперативного гальмування електричної машини.

69. Надайте характеристику нереверсивних імпульсних перетворювачів постійної напруги (І П П Н) третього типу. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

70. Особливості роботи нереверсивних імпульсних перетворювачів постійної напруги (І П П Н) третього типу в режимах

- почергової комутації;
- з перекриттям.

(Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки).

71. Надайте характеристику одно- та багатотактним І П П Н. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

72. Надайте характеристику способам керування ключами реверсивних імпульсних перетворювачів постійної напруги (І П П Н):

- за симетричного керування;
- за несиметричного керування;
- за почергового керування.

(Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки).

73. Надайте характеристику І П П Н на одноопераційних тиристорах. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

74. Поясніть сутність основних принципів штучної комутації в реверсивних І П П Н:

- у схемах із паралельною комутацією;
- у схемах із послідовною комутацією.

75. Особливості роботи послідовного І П П Н з Ш І М та паралельним вузлом штучної комутації. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

76. Особливості роботи І П П Н з Ш І М та послідовним вузлом штучної комутації. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

77. Особливості роботи І П П Н з Ч І М та послідовним вузлом штучної комутації. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

78. Надайте загальну характеристику властивостей І П П Н та перспективам їх розвитку.
79. Обґрунтуйте доцільність застосування системи джерело струму-двигун (ДС–Д) в сучасному електроприводі.
80. Особливості принципу роботи трифазного джерела струму на основі індуктивно-ємнісного перетворювача.
81. Особливості принципу роботи джерела струму на основі керованого перетворювача напруги охопленого:
- додатним зворотним зв'язком;
 - від'ємним зворотним зв'язком.
82. Побудуйте функціональну схему системи тиристорний перетворювач – двигун (ТП–Д) та поясніть її.
83. Побудуйте структурну схему системи тиристорний перетворювач – двигун (ТП – Д) та поясніть її.
84. Яким чином регулюється зрівняльний струм у тиристорному електроприводі при спільному керуванні групами реверсивного ТП.

Контрольні питання до 2-го модуля

1. Дайте характеристику способам регулювання швидкості двигунів в електроприводах змінного струму.
2. Які особливості має електродвигун змінного струму, як об'єкт керування?
3. Поясніть основну складність, яка виникає при створенні автоматизованих систем керування електроприводами змінного струму.
4. Назвіть принципи побудови схем перетворювачів для керування приводом змінного струму і поясніть їх сутність,
 - параметричне регулювання в ланцюзі статора;
 - широтно-імпульсне регулювання в ланцюзі ротора;
 - регулювання шляхом введення в ланцюг ротора двигуна додаткової ЕРС;
 - частотне керування.
6. Визначте найбільш перспективний принцип керування приводами змінного струму і поясніть чому?
7. Поясніть особливості використання пристрої плавного пуску на основі тиристорного регулятора напруги для пуску асинхронних двигунів.
8. Поясніть сутність бустерного пуску асинхронних двигунів, його переваги та недоліки.
9. Побудуйте функціональну схему пристрою, де використовується замкнена САР моменту, і який дозволяє сформулювати лінійний закон зростання швидкості.
10. Дайте визначення перетворювачів частоти, їх різновидів, сфери застосування, переваг та недоліків.
11. Дайте загальну характеристику перетворювачам частоти, які використовуються в системах частотного керування електродвигунами.
12. Дайте характеристику способам регулювання частоти й напруги в перетворювачах частоти.
13. Поясніть особливості електромагнітних процесів у веденому мережею інверторі.

14. Поясніть принцип роботи однофазного веденого інвертора з виводом нульової точки трансформатора.
15. Визначте вплив комутаційних процесів на показники ефективності однофазного веденого інвертора з виводом нульової точки трансформатора.
16. Побудуйте узагальнену регульовальну і вхідну характеристику керованого перетворювача, веденого мережею і поясніть їх.
17. Визначте коефіцієнт потужності керованого перетворювача, веденого мережею.
18. Поясніть принцип роботи трифазного мостового веденого інвертора.
19. Як впливають процеси комутації на характеристики й показники трифазного мостового веденого інвертора.
20. Назвіть основні типи регульованих асинхронних електроприводів з двигунами з короткозамкненим ротором та поясніть їх сутність.
21. Побудуйте узагальнену функціональну схему частотно-регульованого електропривода та поясніть принцип її роботи.
22. Надайте класифікацію системам частотно-регульованого електропривода.
23. Виконайте порівняльний аналіз властивостей частотно-регульованих електроприводів.
24. Побудуйте узагальнену функціональну схему векторного керування та поясніть принцип її роботи.
25. Побудуйте функціональну схему перетворювача для електроприводів змінного струму з АД з короткозамкненим ротором виконану на двоопераційних приладах.
26. Проаналізуйте ефективність застосування частотно-регульованих асинхронних електроприводів на основі IGBT — інверторів із мікроконтролерною системою керування.
27. Проаналізуйте особливості побудови тиристорних перетворювачів частоти з безпосереднім зв'язком, гармонічний склад в вхідних і вихідних кривих напруг та струмів, переваги і недоліки.
28. Особливості побудови тиристорних перетворювачів частоти з проміжною ланкою постійного струму, їх типи і вимоги, що висуваються до них.
29. Проаналізуйте основні типові функціональні схеми перетворювачів частоти з автономними напруги (ПЧ з АІН).
30. Побудуйте функціональну схему АІН з ШІМ та поясніть її роботу.
31. Побудуйте функціональну схему АІН з ШІМ та антипаралельною схемою керованого ТП та поясніть її роботу.
32. Побудуйте функціональну схему АІН з ШІМ та додатковим опором R і поясніть її роботу.
33. Побудуйте функціональну схему АІН з ШІМ та симетричною схемою силового кола ПЧ і поясніть її роботу.
34. Поясніть принцип роботи схеми АІН, складеного за однофазною мостовою схемою з використанням двоопераційних тиристорів при
 - амплітудному способі регулювання,
 - широтно-імпульсному регулюванні,
 - широтно-імпульсній модуляції.
35. Поясніть принцип роботи схеми трифазного мостового інвертора, складеного на шести двоопераційних тиристорах (GTO) та шести діодах зворотного моста,

- у випадку побудови лінійної напруги на ділянці $\lambda_i = 60 - 120^\circ$ при з'єднанні навантаження в зірку або трикутник
 - у випадку побудови лінійної напруги на ділянці $\lambda_i = 120 - 180^\circ$ при з'єднанні навантаження в зірку або трикутник,
36. Побудуйте функціональну схему АІН з між вентильною комутацією тиристорів, діодами, які відсікають, та зворотним діодним мостом і поясніть її роботу.
 37. Побудуйте функціональну схему АІН з індивідуальною комутацією силових тиристорів та широтно-імпульсною модуляцією вихідної напруги і поясніть її роботу.
 38. Поясніть особливості протікання електромагнітних процесів у схемі однофазного мостового паралельного інвертора струму.
 39. Проаналізуйте особливості побудови зовнішньої характеристики однофазного мостового паралельного інвертора струму.
 40. Проаналізуйте типові функціональні схеми перетворювачів частоти з автономним інвертором струму (ПЧ з АІС).
 41. Поясніть особливості роботи схеми роботи ПЧ з АІС на синхронну машину.
 42. Побудуйте функціональну спрощену схему роботи ПЧ з АІС на синхронну машину і поясніть її роботу..
 43. Поясніть особливості роботи схеми роботи ПЧ з АІС на асинхронний двигун.
 44. Побудуйте функціональну схему системи керування ТП частоти з АІС на одноопераційних тиристорах і поясніть її роботу.
 45. Поясніть особливості роботи САК, що реалізує регулювання частоти за розімкнутим принципом із використанням закону $U/f = \text{const}$.
 46. Поясніть особливості роботи схема САК із контролем частоти ротора.
 47. Поясніть особливості роботи САК, що реалізує замкнутий принцип регулювання потоку і моменту із використанням закону $U/f = \text{const}$.
 48. Поясніть особливості роботи схеми САК, що реалізує принцип керування інвертором напруги.
 49. Поясніть особливості роботи схеми САК, що реалізує принцип керування інвертором струму.
 50. Як впливає вибір базового ключового елемента у конструюванні перетворювача будь-якого типу на його побудову?
 51. Дайте загальну характеристику ситуації в силовій електроніці і її вплив на стан сучасного автоматизованого електропривода.
 52. Дайте загальну характеристику приладам силової електроніки у сфері струмів, що комутуються, до 50 А.
 53. Дайте загальну характеристику приладам силової електроніки у сфері струмів, що комутуються, понад 50 А.
 54. Які важливі задачі дозволяє вирішувати розвиток якісної силової напівпровідникової техніки на транзисторах IGBT і тиристорах IGCT в регульованому електроприводі.