

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Құттыбай Н.Б.

Түрлендіру техникасы

«Өндірістік электроника және басқару жүйелері», «Радиотехника,
электроника және телекоммуникациялар» мамандықтары бойынша білім
алушы студенттерге арналған

Алматы

11 Дәріс

Тақырыбы: Заманауи технологиялар. Күштік модульдер, гибриді схемалар, даму тенденциялары

Дәрістің мақсаты мен міндеттері:

Дәрістің мақсаты: Заманауи технологиялар, күштік модульдер, гибриді схемалар және олардың даму тенденциялары туралы түсінік беру; күштік электронды құрылғылардың құрылымы мен жұмыс принциптерін, гибриді схемалардың қолдану салаларын және осы бағыттағы жаңа технологиялық жетістіктерді жүйелі түрде меңгеру.

Міндеттері:

1. Күштік модульдер мен гибриді схемалардың құрылымы мен жұмыс принциптерін түсіндіру.
2. Заманауи энергетикалық жүйелерде күштік модульдердің рөлін және олардың қолданылу салаларын талдау.
3. Гибриді схемалардың артықшылықтарын, құрылымдық ерекшеліктерін және тиімділігін көрсету.
4. Күштік модульдерде қолданылатын негізгі жартылайөткізгіш компоненттердің (IGBT, диод, тиристор және т.б.) жұмыс принципін түсіндіру.
5. Электр көліктері, инверторлар, түзеткіштер және энергия сақтау жүйелеріндегі модульдердің маңызын ашу.
6. Гибриді схемалардың энергетикалық тиімділік пен тұрақтылыққа әсерін түсіндіру.
7. Күштік электроникадағы заманауи даму тенденцияларын (интеллектуалды басқару, миниатюризация, экологиялық тиімділік) қарастыру.
8. Болашақ технологиялық бағыттарды және олардың энергетика саласындағы ықпалын талдау.

Түйінді ұғымдар мен терминдер

- Күштік модуль (Power Module) — жоғары токтар мен кернеулерді түрлендіру және басқару үшін қолданылатын жартылайөткізгіш құрылғы.
- Гибриді схема (Hybrid Circuit) — аналогты, цифрлық және қуат элементтерін бір жүйеге біріктіретін интеграцияланған құрылым.
- Инвертор (Inverter) — тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіретін электронды құрылғы.
- Түзеткіш (Rectifier) — айнымалы токты тұрақты токқа айналдыратын электронды құрылғы.
- IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) — жоғары қуатты басқаруға арналған транзистор түрі, MOSFET пен BJT артықшылықтарын біріктіреді.
- Thyristor (Тиристор) — үлкен қуатты басқаруға арналған жартылайөткізгіш құрылғы.

- Энергия тиімділігі (Energy Efficiency) — энергияны минималды шығынмен пайдалану дәрежесі.
- Микрожетек жүйесі (Microgrid) — автономды түрде жұмыс істей алатын шағын энергия жүйесі.
- Интеллектуалды басқару жүйесі (Intelligent Control System) — жүйенің жұмысын оңтайландыру үшін жасанды интеллект пен логикалық алгоритмдерді пайдаланатын басқару жүйесі.
- Миниатюризация (Miniaturization) — құрылғыларды ықшамдау және олардың өнімділігін арттыру үрдісі.
- Энергияны қалпына келтіру (Regenerative Energy) — тежелу немесе басқа процестер кезінде пайда болған энергияны қайта пайдалану әдісі.

Дәріс жоспары

Кіріспе

1. Күштік модульдер: түсінік және қолданылуы
2. Гибридті схемалар: түсінік және қолданылуы
3. Даму тенденциялары

Білімді бекітуге арналған сұрақтар

Қорытынды

Әдебиеттер тізімі

Кіріспе

Қазіргі заманғы энергетикалық жүйелер мен технологияларда күштік модульдер мен гибридті схемалар маңызды рөл атқарады. Олар жоғары қуаттарды басқару мен таратуға арналған тиімді шешімдер болып табылады, және индустрияда жаңа технологияларды енгізу үрдісі дамып келе жатқан сала болып табылады. Бұл лекцияда біз күштік модульдердің, гибридті схемалардың және олардың даму тенденцияларының маңыздылығын қарастырамыз.

1. Күштік модульдер: түсінік және қолданылуы

Күштік модульдер — бұл қуатты электронды құрылғылар, олар электр энергиясын басқару, түрлендіру және тарату үшін қолданылады. Әдетте, бұл модульдер жоғары токтар мен кернеулермен жұмыс істей алатындықтан, олар қуатты трансформаторлар, инверторлар, түзеткіштер және басқа да қуат жүйелерінде пайдаланылады. Күштік модульдер энергияны түрлендіруде, басқаруда және таратуда маңызды рөл атқарады, әсіресе жаңартылатын энергия көздері, электр көліктері мен автоматтандырылған жүйелерде.

Қолданылуы

1) Энергетика: жаңартылатын энергия көздерінен энергияны түрлендіру

Күштік модульдер жаңартылатын энергия көздерінен алынған энергияны тиімді түрде басқаруға мүмкіндік береді. Бұл тұрғыда олар күн, жел және басқа да энергия көздерінен алынған тұрақсыз қуатты тиімді түрде түрлендіріп, оны желілерге немесе автономды жүйелерге беру үшін қолданылады. Мысалы:

❖ Күн энергиясы жүйелерінде күштік модульдер күн панельдерінен алынған тұрақсыз DC (тікелей ток) энергияны AC (айнымалы ток) энергияға түрлендіру үшін пайдаланылады. Мұндай жүйелерде инверторлар мен DC-DC түрлендіргіштер жұмыс істейді, олар энергияны тиімді түрлендіреді және сол арқылы жүйенің жұмыс тиімділігін арттырады.

❖ Жел энергиясы жүйелерінде жел турбиналарының электрогенераторларынан алынған электр қуаты күштік модульдер арқылы басқарылып, желіге берілетін қуаттың тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

2) Электр көліктері: электр қозғалтқыштарын басқару

Электр көліктері электр қозғалтқыштарын қуаттайтын компоненттерді қолданады, ол үшін күштік модульдер өте маңызды. Мұнда күштік модульдер қозғалтқыштың жұмысын басқаруға арналған инверторлар мен басқа да түрлендіргіштерден тұрады. Олар:

❖ Қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттеу: Күштік модульдер электр көліктерінің қозғалтқыштарының қуатын өзгертіп, оның жылдамдығын басқаруға мүмкіндік береді.

❖ Батареяны басқару: Күштік модульдер энергияның батареяға тиімді түрде жинақталуын және оның қажетті уақытта қозғалтқышқа берілуін қамтамасыз етеді.

❖ Энергияның қалпына келуі: Қозғалтқыштар тежелген кезде, күштік модульдер қуатты қайтадан батареяға жібереді, бұл көліктің тиімділігін арттырады.

3) Электр станциялары мен қуат тарату жүйелері: қуат сапасын бақылау

Күштік модульдер электр станцияларында қуаттың сапасын бақылау және тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін қолданылады. Олар үлкен қуаттарды түрлендіру мен таратуға қабілетті болғандықтан, электр станциялары мен тарату жүйелерінде маңызды орын алады.

❖ Қуаттың тұрақтылығы: Күштік модульдер жүйенің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қуаттың тұрақты деңгейін бақылап, қысқа уақыттық өзгерістерге жауап береді.

❖ Жоғары кернеу мен токты басқару: Электр станцияларында үлкен қуаттармен жұмыс істегенде, күштік модульдер жоғары кернеу мен токты басқаруға мүмкіндік береді, бұл құрылғылардың қауіпсіз және тиімді жұмыс істеуіне жағдай жасайды.

4) Инверторлар мен түзеткіштер: энергияны түрлендіру және тұрақтандыру

Күштік модульдер инверторлар мен түзеткіштерде маңызды рөл атқарады. Инверторлар тұрақты электр қуатын айнымалы электр қуатына түрлендіреді (мысалы, күн жүйелерінде), ал түзеткіштер айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіреді (мысалы, электр станцияларында немесе зарядтау станцияларында).

❖ Инверторлар электр жүйелерінде электр қуатының сапасын арттырады, өйткені олар қуаттың айнымалы және тұрақты түрлеріне өзгерістер енгізуге көмектеседі. Бұл энергетикалық жүйелердің тиімділігін арттырып, оның тұрақтылығын сақтайды.

❖ Түзеткіштер айнымалы токтың кернеуін тұрақты токқа айналдырып, оны энергия сақтау жүйелеріне немесе қажетті жүктемеге береді.

Құрылымдық ерекшеліктері

1) Жартылайөткізгішті компоненттер

Күштік модульдер әртүрлі жартылайөткізгішті компоненттерден тұрады, олар жоғары токтар мен кернеулермен жұмыс істейді. Бұл компоненттер қуаттың дұрыс басқарылуы мен түрлендірілуі үшін өте маңызды. Кейбір негізгі компоненттер:

❖ Диодтар: Кернеу түсуіне қарсы тұратын компоненттер болып табылады. Олар энергияның бір бағытта ағуына мүмкіндік береді, бұл қуатты басқару үшін маңызды.

❖ Транзисторлар: Транзисторлар қуатты реттеу үшін қолданылады, олар айнымалы токтың үлкен токтармен басқарылуына мүмкіндік береді.

❖ Thyristorлар: Бұл компоненттер жоғары қуатта жұмыс істей алатын және бірнеше рет басқаруға мүмкіндік беретін құрылғылар. Олар токты үздіксіз немесе тоқтату режимінде басқара алады.

❖ IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor): IGBT транзисторы қуатты басқаруда кеңінен қолданылады, себебі ол жоғары қуатты басқару мүмкіндігіне ие және оның реакция жылдамдығы жоғары.

2) Жоғары өткізгіштік

Күштік модульдер жоғары өткізгіштікке ие болуы керек, өйткені олар үлкен токтарды өткізе алады. Мұндай өткізгіштік үшін қымбат және жоғары сапалы материалдар (мысалы, кремний, мыс, күміс) пайдаланылады. Бұл материалдар жоғары температураға төзімді және қуаттың тиімді өтуін қамтамасыз етеді.

3) Жоғары қуаттылық

Күштік модульдер жоғары қуатты өңдеуге қабілетті болуы керек, өйткені олар энергияны тиімді түрде түрлендіру және басқару үшін үлкен токтар мен кернеулермен жұмыс істейді. Мұндай модульдер:

- ❖ Қуаттың тиімді басқарылуын қамтамасыз етеді.
- ❖ Жүйелердің өнімділігін арттырады, бұл әсіресе жаңартылатын энергия көздерінен алынған энергияны қолдану кезінде маңызды.
- ❖ Қуаттың жоғалуын азайтады, себебі жоғары қуаттарды басқару кезінде энергияның тиімді түрде таралуын қамтамасыз етеді.



2. Гибридіті схемалар: түсінік және қолданылуы

Гибридіті схемалар — бұл әртүрлі электрондық компоненттерді (мысалы, аналогты және цифрлық элементтерді, түрлі қуат түрлендіргіштерді) бір жүйеге біріктіру арқылы құрылатын күрделі және жоғары тиімділікке ие құрылғылар. Мұндай схемалар әртүрлі технологиялық шешімдерді біріктіріп, жүйенің жалпы өнімділігін, сенімділігін және функционалдық мүмкіндіктерін арттыруға мүмкіндік береді.

Гибридіті схемалар жоғары қуат деңгейлерінде де, кішігірім автономды жүйелерде де бірдей тиімді жұмыс істей алады. Олардың басты ерекшелігі — әртүрлі техникалық әдістер мен компоненттерді біріктіру арқылы жүйенің әлсіз тұстарын азайтып, күшті жақтарын күшейту.

Қолданылуы

1) Энергетикалық тиімділікті арттыру

Гибридіті схемалар энергияның шығынын азайту және жүйелердің жұмыс тиімділігін арттыру мақсатында кеңінен қолданылады. Мысалы:

❖ Энергия сақтау және түрлендіру жүйелерінде гибриді схемалар батареялар, суперконденсаторлар және күн энергиясы жүйелерін біріктіріп, қуаттың үздіксіз және тиімді берілуін қамтамасыз етеді.

❖ Интеллектуалды энергия басқару жүйелерінде әртүрлі қуат көздерінен алынған энергияны оңтайлы түрде пайдалану үшін гибриді басқару алгоритмдері қолданылады.

2) Желілік және автономды жүйелер

Гибриді схемалар желілік байланысты қамтамасыз ету үшін және энергияның сенімді резервін сақтау мақсатында автономды жүйелерде қолданылады. Олар:

❖ Микрожетек жүйелерінде (microgrid) әртүрлі энергия көздерін (күн, жел, дизель генераторы) бір жүйеге біріктіріп, энергияның үздіксіздігін қамтамасыз етеді.

❖ Автономды электрмен жабдықтау жүйелерінде күн панельдері мен аккумуляторлар сияқты көздерді үйлестіріп, энергия тапшылығы туындаған жағдайда резервтік қуат көзі ретінде қызмет етеді.

3) Автомобиль өнеркәсібі

Электр және гибриді көліктерде гибриді схемалар негізгі рөл атқарады. Олар:

❖ Қозғалтқыш пен батарея жүйесін үйлестіріп басқарады. Электр қозғалтқыштарының және іштен жанатын қозғалтқыштардың бірге жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

❖ Энергияны қайта қалпына келтіру жүйелерін (регенирация) басқарады. Мысалы, тежелу кезінде алынған энергияны қайтадан батареяға сақтау мүмкіндігін береді.

❖ Энергияны тұтынуды оңтайландырады, осылайша көліктің жүріс қашықтығын ұзартады және отын шығынын азайтады.

Артықшылықтары

1) Жоғары тиімділік

Гибриді схемалар әртүрлі қуат көздерін тиімді үйлестіру арқылы жүйенің жалпы тиімділігін арттырады. Бұл дегеніміз:

❖ Қуаттың аз шығындалуы.

❖ Энергияны ең аз шығынмен түрлендіру және сақтау.

❖ Қажет болғанда энергияны ең тиімді көзден алу.

2) Қуаттың тұрақтылығы

Гибриді жүйелер бірнеше қуат көздерінен энергия алып жұмыс істейтіндіктен, бір көз істен шыққан жағдайда да жүйе жұмысын жалғастыра алады. Бұл әсіресе:

❖ Қуаттың сапасы мен сенімділігі маңызды болатын өндірістік кәсіпорындарда.

❖ Электрмен қамтамасыз ету үздіксіз болуы керек медициналық немесе байланыс жүйелерінде өте маңызды.

3) Қоршаған ортаға әсерінің төмендеуі

Энергияны тиімді басқару арқылы гибриді схемалар:

❖ Отын шығынын азайтады, бұл көмірқышқыл газының атмосфераға бөлінуін азайтады.

❖ Жаңартылатын энергия көздерін көбірек қолдануға мүмкіндік береді, бұл дәстүрлі энергия көздеріне тәуелділікті төмендетеді.

❖ Жасыл энергетикаға көшу процесін жеделдетеді, яғни экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етеді.

Құрылымдық ерекшеліктері

❖ Көп деңгейлі архитектура: Гибридті схемаларда көбіне әртүрлі деңгейдегі түрлендіргіштер (DC-DC, DC-AC, AC-DC) және энергия сақтау құрылғылары біріктіріледі.

❖ Интеграцияланған басқару жүйелері: Гибридті схемаларда қуатты тиімді басқару үшін интеллектуалды басқару алгоритмдері (мысалы, MPPT, fuzzy logic, AI негізіндегі жүйелер) жиі қолданылады.

❖ Модульдік құрылым: Компоненттерді оңай ауыстыруға және жүйені кеңейтуге мүмкіндік береді.

❖ Температура мен жүктемеге тұрақтылығы: Гибридті схемалар көбінесе әртүрлі температуралық және жүктеме жағдайларында да тұрақты жұмыс істеуге қабілетті.

3. Даму тенденциялары

Қазіргі уақытта күштік модульдер мен гибридті схемалар түрлі салаларда жаңа технологиялар мен инновациялар арқылы дамып келеді. Бұл даму келесі негізгі бағыттарда көрінеді:

1) Жаңартылатын энергия көздері: Күн, жел және басқа жаңартылатын энергия көздерінен алынған энергияның көлемі өсіп келеді. Осыған байланысты күштік модульдер мен гибридті схемалар жаңартылатын энергия жүйелерін басқаруда маңызды рөл атқарады.

2) Жоғары қуаттылықтағы компоненттер: Жоғары қуаттылықтағы полупроводниковые компоненттер, мысалы, жаңа материалдар мен конструкциялар қолдану арқылы модульдердің қуаттылығы мен тиімділігін арттыру мүмкіндігі пайда болды. Мұндай компоненттер көмегімен тиімділік жоғарылайды және олардың өмір сүру ұзақтығы ұзартылады.

3) Интеллектуалды басқару жүйелері: Қуат модульдерін интеллектуалды басқару жүйелерімен біріктіру үрдісі күшейіп келеді. Бұл жүйелер жүйелердің жұмысын оңтайландыруға, қуат шығынын азайтуға және тұрақты жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

4) Миниатюризация: Жаңа технологиялар мен материалдар арқасында құрылғылардың көлемі азайып, олардың тиімділігі жоғарылайды. Бұл индустриялық қолданбалар үшін маңызды артықшылықтар береді.

5) Қоршаған ортаға әсерді азайту: Экологиялық таза және тиімді технологияларды дамыту үрдісі күшейіп келеді. Бұл өз кезегінде экологиялық әсерді төмендетуге, энергия шығынын азайтуға және қоршаған ортаға әсерді минимизациялауға мүмкіндік береді.

Білімді бекітуге арналған сұрақтар

1. Күштік модуль дегеніміз не және ол қандай мақсатта қолданылады?
2. Күштік модульдердің негізгі құрылымдық элементтерін атаңыз.
3. Энергетика саласында күштік модульдердің қандай рөл атқаратынын түсіндіріңіз.
4. Күн және жел энергиясы жүйелерінде күштік модульдер қандай функцияларды орындайды?
5. Электр көліктерінде күштік модульдердің маңызы неде?
6. Инверторлар мен түзеткіштердің жұмыс принципін салыстырыңыз.
7. Гибридті схемалардың артықшылықтары қандай?
8. Гибридті схемаларда энергия тиімділігі қалай қамтамасыз етіледі?
9. Микрожетек жүйелерінде гибридті схемалардың рөлі қандай?
10. Гибридті көліктерде гибридті схемалар қандай функция атқарады?
11. Гибридті схемалар мен күштік модульдердің экологиялық тиімділігі неде?
12. Заманауи күштік электроникада қолданылатын материалдар мен технологиялардың даму тенденцияларын атаңыз.
13. Интеллектуалды басқару жүйелері гибридті схемалардың тиімділігін қалай арттырады?
14. Миниатюризация үрдісінің өнеркәсіптегі артықшылықтарын түсіндіріңіз.
15. Болашақта күштік модульдер мен гибридті схемалардың қандай жаңа қолдану бағыттары дамуы мүмкін?

Қорытынды:

Қазіргі заманда күштік модульдер мен гибридті схемалар энергетикалық жүйелердің тиімділігін арттыруға, қуат көзіне тәуелділікті азайтуға және экологиялық мәселелерді шешуге көмектеседі. Бұл технологиялар энергияны тиімді пайдалану, тұрақты және тұрақты жұмыс істеу үшін маңызды құралдар болып табылады. Жаңа даму тенденциялары мен инновациялар күтілуде, олардың энергетика саласын әрі қарай трансформациялау мүмкіндігін көрсетіп отыр.

Әдебиеттер тізімі:

1. Бакаев С.Т., Оразбаев К.Р. "Электронды құрылғылар және микросхемалар" — Алматы: Қазақ университеті, 2018.
2. Rashid, M. H. "Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications" — Pearson Education, 2013.
3. Болатов Е.Ж., Жанабаев А.С. "Электрэнергетикадағы түрлендіргіш техника" — Алматы: Эверо, 2021.
4. Mohan, N., Undeland, T. M., Robbins, W. P. "Power Electronics: Converters, Applications, and Design" — John Wiley & Sons, 2002.
5. Bimal K. Bose. "Modern Power Electronics and AC Drives" — Prentice Hall, 2001.
6. Пак Н.И., Березовский И.И. "Полупроводниковые приборы и их применение в преобразовательной технике" — Москва: Энергия, 1980.

7. Wu, Bin. "High-Power Converters and AC Drives" — Wiley-IEEE Press, 2006.
8. Шахов А.М. "Күштік электроника негіздері" — Алматы: Білім, 2019.
9. Emadi, Ali. "Energy-Efficient Electric Motors and their Applications" — Marcel Dekker, 2004.
10. Jovitha Jerome. "Power Electronics: Devices, Circuits, and Industrial Applications" — CRC Press, 2018.