

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

4 Дәріс. Бір фазалы және үш фазалы түзеткіштердің жұмыс принциптері

Дәрістің мақсаты: Бір фазалы және үш фазалы түзеткіштердің жұмыс принциптерін, схемалық құрылымдарын және олардың қолдану салаларын түсіндіру; әртүрлі түзеткіш типтерінің артықшылықтары мен кемшіліктерін салыстыра отырып, қуат электроникасындағы негізгі түрлендіру үдерістерін түсінуін қалыптастыру.

1. КІРІСПЕ

Электр энергиясы – қазіргі қоғамның өмір сүруінің негізі. Көптеген электрондық құрылғылар, автоматтандырылған жүйелер және өндірістік жабдықтар тұрақты токпен (DC) жұмыс істейді, ал электр желілерінен алынатын ток айнымалы ток (AC) түрінде жеткізіледі. Сондықтан айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіру – электротехникалық және электроника салаларындағы маңызды міндеттердің бірі.

1.1. Айнымалы және тұрақты токтың айырмашылығы

❖ Айнымалы ток (AC) — бағыты мен амплитудасы уақытпен өзгертін ток. Ол электр станцияларында өндіріледі және ұзақ қашықтықтарға тиімді түрде жеткізіледі. Жиілік: 50 Гц (Қазақстанда).

❖ Тұрақты ток (DC) — бағыты мен шамасы тұрақты ток. Ол аккумуляторлардан, күн панельдерінен және түзеткіштер арқылы алынады.

1.2. Айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіру қажеттілігі

Көптеген құрылғылар, мысалы:

- ❖ компьютерлер мен теледидарлар,
- ❖ ұялы телефон зарядтағыштары,
- ❖ өнеркәсіптік басқару жүйелері,
- ❖ дәнекерлеу жабдықтары,
- ❖ тұрақты ток қозғалтқыштары

тек тұрақты токпен жұмыс істейді. Сондықтан бұл құрылғыларда түзеткіш құрылғылар орнатылған.

1.3. Түзеткіштер

Түзеткіш (ректификатор) — бұл айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіретін электрондық құрылғы. Ол жартылай өткізгіш элементтер — диодтар негізінде құрастырылады.

1.4. Түзеткіштердің түрлері

Түзеткіштер қолданылатын токтың түріне және схемалық шешімге байланысты екі негізгі түрге бөлінеді:

❖ Бір фазалы түзеткіштер

- Қарапайым және кішігірім қуатты құрылғыларда қолданылады.
- Бір фазалы айнымалы ток көзінен жұмыс істейді.
- Үй тұрмыстық техникасы, зарядтағыштар, шағын қуатты блоктарда кең таралған.

❖ Үш фазалы түзеткіштер

- Өнеркәсіптік, жоғары қуатты жүйелерде қолданылады.

- Электр қозғалтқыштарын, электролиз процесін, электрмен жабдықтаудың тұрақты ток жүйелерін қуаттандыру үшін пайдаланылады.

- Үш фазалы айнымалы ток көзімен жұмыс істейді.

1.5. Диодтың рөлі

Түзеткіштің негізінде диод жұмыс істейді — бұл тек бір бағытта ток өткізетін электрондық компонент. Айнымалы ток кезінде диод айнымалы кернеудің оң жартысында токты өткізеді, ал теріс жартысында өткізбейді. Осылайша, ток тек бір бағытта жүреді — бұл түзету деп аталады.

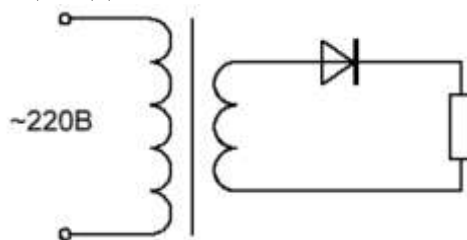
2. Бір фазалы түзеткіштер

Бір фазалы түзеткіштер — айнымалы токтың бір фазасын тұрақты токқа түрлендіретін құрылғылар. Бұл түзеткіштер көбінесе төмен қуатты құрылғыларда қолданылады: адаптерлерде, тұрмыстық техникаларда, зарядтағыштарда және т.б.

2.1. Жарты толқынды түзеткіш (бір диодпен)

Жұмыс принципі:

Бұл схемада тек бір диод пайдаланылады. Диод айнымалы токтың оң жартысында ашылады (өткізеді), ал теріс жартысында жабылады (өткізбейді). Осылайша, ток тек оң жарты толқын кезінде ғана жүктемеге беріледі, ал теріс жарты толқын кезінде ток тоқтайды.



Артықшылықтары:

- ❖ Өте қарапайым құрылым.
- ❖ Диод саны — 1, сондықтан арзан.
- ❖ Орын аз қажет етеді, қарапайым жобалар үшін қолайлы.

Кемшіліктері:

- ❖ Тек жарты толқынды ғана пайдаланады → қуаттың жартысы ғана қолданылады.

- ❖ Шығыс кернеуіндегі пульсациялар (ауытқулар) жоғары.
- ❖ Ток «үзіліп» келеді → конденсатор немесе сүзгі қажет.
- ❖ Тиімділігі төмен — тек 40–45% шамасында.

Қолдану саласы:

- ❖ Қарапайым индикаторлар, жарқыл шамдары, сенсорлар.
- ❖ Электрондық сағаттар, арзан қуат көзі схемалары.

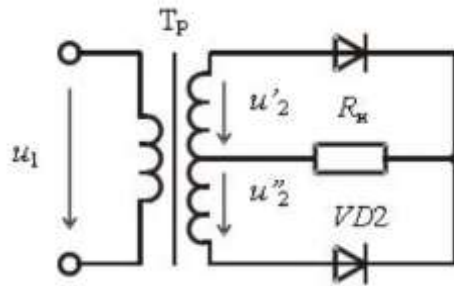
2.2. Толық толқынды түзеткіш (орталық шығу нүктесімен)

Жұмыс принципі:

Бұл схема трансформатордың екі қайталама орамасы мен екі диодты қолданады. Орталық нүкте (ортақ шығыс) бар.

- ❖ Бірінші жарты толқында бірінші диод токты өткізеді.

- ❖ Екінші жарты толқында екінші диод токты өткізеді.
- ❖ Екі жарты толқын да жүктемеге беріледі — ток бағыты бірдей сақталады.



Артықшылықтары:

- ❖ Екі жарты толқынды да пайдаланады → тиімділігі жоғары.
- ❖ Шығыс кернеуі біршама тұрақты.
- ❖ Ток үзіліссіз көрінеді (жартылай болса да).

Кемшіліктері:

- ❖ Трансформатордың орталық шығу нүктесі қажет.
- ❖ Трансформатор көлемді және қымбат болуы мүмкін.
- ❖ Диодтар кернеудің екі еселенген жүктемесіне төтеп беруі керек.

Қолдану саласы:

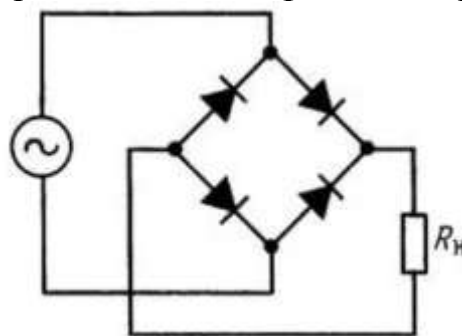
- ❖ Орташа қуатты адаптерлер.
- ❖ Лампалар мен аналогтық құрылғылар.

2.3. Көпірлік түзеткіш (Грең схемасы)

Жұмыс принципі:

Бұл ең кең таралған толық толқынды түзеткіш. Ол 4 диод пен бір фазалы айнымалы ток көзінен тұрады. Диодтар арнайы түрде қосылған — көпір схемасы.

- ❖ Әр жарты толқында екі диод токты өткізеді: біреуі жоғарыдан, біреуі төменнен.
- ❖ Нәтижесінде, екі жарты толқын да жүктемеге бір бағытта беріледі.



Артықшылықтары:

- ❖ Орталық нүктесі жоқ трансформатормен жұмыс істей алады.
- ❖ Екі жарты толқынды да толық пайдаланады.
- ❖ Жүктемеге тұрақты және үздіксіз ток беріледі.
- ❖ Тиімділігі жоғары (75–80%).

Кемшіліктері:

- ❖ Диод саны — 4 → күрделірек және біршама қымбат.

❖ Әр диодтың кернеу түсуі (шамамен 0.7 В) шығыс кернеуді аздап төмендетеді.

❖ Күшті жүктемеде қызуы мүмкін — салқындату қажет.

Қолдану саласы:

❖ Барлық заманауи адаптерлер мен қуат блоктарында.

❖ Компьютерлік БП, тұрмыстық электроника.

❖ Жарықтандыру жүйелері, тұрақты ток қозғалтқыштарын қоректендіру.

3. Үш фазалы түзеткіштер

Үш фазалы түзеткіштер – бұл үш фазалы айнымалы ток көзінен тұрақты ток алу үшін қолданылатын құрылғылар. Олар әдетте өндірістік жабдықтарда, қуатты қозғалтқыштарда, инверторлар мен тұрақты ток электроприводтарында кеңінен пайдаланылады.

Айырмашылығы — олар бір фазалы түзеткіштерге қарағанда:

❖ Жиілігі жоғары пульсация береді (яғни, ток біркелкірек).

❖ Тиімділігі жоғары.

❖ Шығыс кернеуі тұрақтырақ.

❖ Қуат көлемі үлкен болуы мүмкін.

3.1. Үш диодты жарты толқынды түзеткіш

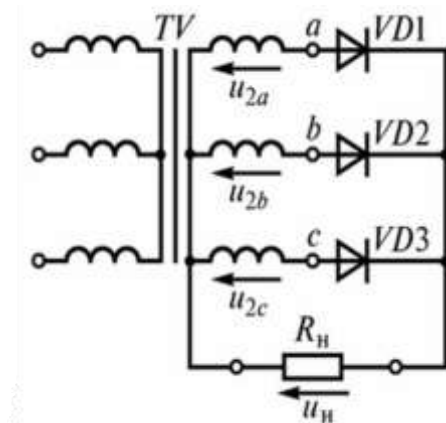
Жұмыс принципі:

Бұл схема үш диодтан тұрады. Әр диод айнымалы ток көзінің бір фазасына қосылған: А, В, және С.

❖ Үш фазалы токта әр фазаның кернеуі синусоидалы және фаза бойынша 120° -қа ығысқан.

❖ Әр мезетте ең жоғары моменттік кернеуге ие фаза ғана жүктемеге ток береді.

❖ Осы фазаға жалғанған диод ашылып, жүктеме арқылы ток жібереді, ал қалған екеуі жабық тұрады.



Артықшылықтары:

❖ Қарапайым және арзан схемалық шешім.

❖ Пульсация жиілігі — жоғарырақ (бір фазалы жарты толқынды түзеткішке қарағанда):

• Егер желі жиілігі 50 Гц болса, онда шығыс пульсациясы $3 \times 50 = 150$ Гц болады.

- ❖ Ток жеткілікті біркелкі — жүктеме үшін тиімдірек.

Кемшіліктері:

- ❖ Шығыс кернеу тек жарты толқынмен шектеледі → толық қуатты пайдаланбайды.
- ❖ Шығыс токтың пульсациясы әлі де бар, конденсатор немесе фильтр қажет.
- ❖ Әр фазаның қуаты жеке пайдаланылғандықтан, үш фазаның толық симметриялық қуаты қолданылмайды.

Қолдану саласы:

- ❖ Қарапайым үш фазалы қуат көздері.
- ❖ Төменгі және орташа қуатты өндірістік жүйелер.
- ❖ Тест стендтері, қосымша қоректендіру блоктары.

3.2. Алты диодты көпірлі (толық толқынды) түзеткіш

Жұмыс принципі:

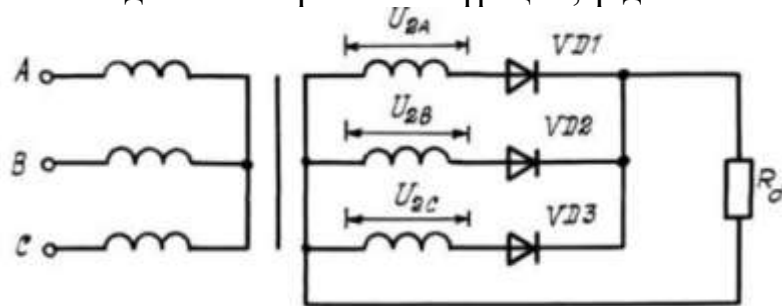
Бұл — үш фазалы түзеткіштің ең кең таралған түрі. Мұнда 6 диод қолданылады. Диодтар екі топқа бөлінеді:

- ❖ Жоғарғы үштік — фаза А, В, С-мен байланысқан (оң бағыттағы ток үшін).
- ❖ Төменгі үштік — фаза А, В, С-мен байланысқан (теріс бағыттағы ток үшін).

Әр сәтте ток тек екі диод арқылы өтеді:

- ❖ Біреуі жоғарғы жағынан ең жоғары оң кернеулі фазаға қосылған.
- ❖ Екіншісі төменгі жағынан ең төмен теріс кернеулі фазаға қосылған.

Нәтижесінде, барлық фазалар арасындағы кернеу айырмашылығы толығымен пайдаланылады және жүктемеге тұрақты, үздіксіз ток беріледі.



Артықшылықтары:

- ❖ Жоғары тиімділік — барлық фаза жұптарының кернеу айырмасы толық пайдаланылған.
- ❖ Пульсация жиілігі жоғары:
 - Егер желі жиілігі 50 Гц болса → шығыс пульсациясы $6 \times 50 = 300$ Гц болады.
- ❖ Жүктемеге өте біркелкі және тұрақты ток беріледі.
- ❖ Тұрақты ток машиналарына және қуатты құрылғыларға жоғары сапалы қорек көзі.

Кемшіліктері:

- ❖ Схема күрделірек, 6 диод қажет.

❖ Диодтарға жоғары кернеу мен ток түседі → жақсы салқындату және сүзгілеу қажет.

❖ Құрылғы көлемі мен құны жоғары болуы мүмкін.

Қолдану саласы:

❖ Өндірістік қуат көздері.

❖ Электр жетектер, дәнекерлеу құрылғылары, айналдыру жүйелері.

❖ Инверторлар, жоғары қуатты батарея зарядтағыштары.

❖ ЖЭК (күн, жел) жүйелеріндегі тұрақты токтың көзі.

Қорытынды:

Бір фазалы және үш фазалы түзеткіштер — айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіруге арналған маңызды құрылғылар болып табылады. Бір фазалы түзеткіштер қарапайым және арзан болғанымен, пульсациясы жоғары және тиімділігі төмен, ал үш фазалы түзеткіштер — өндірістік мақсаттарда кеңінен қолданылатын, тұрақты және біркелкі ток беретін, жоғары тиімділігімен ерекшеленетін жүйелер. Түзеткіштер энергиямен қамтамасыз етуде, автоматтандыруда және электрондық құрылғыларда кеңінен қолданылады.

Әдебиеттер тізімі:

1. Беляев С.М. Электротехника и электроника. — М.: Высшая школа, 2018.
2. Киселев А.А. Промышленная электроника. — СПб.: Питер, 2020.
3. Малинин Н.Н. Электроника. Основы теории и практики. — М.: Академия, 2017.
4. Sedra A.S., Smith K.C. Microelectronic Circuits. — Oxford University Press, 2020.
5. Rashid M.H. Power Electronics: Circuits, Devices and Applications. — Pearson, 2014.
6. Назаров Е.Е., Садыков А.Ж. Электротехникалық құрылғылар және жүйелер. — Алматы: Қазақ университеті, 2019.
7. Трофимов Ю.Н. Электроприводы и силовая электроника. — М.: Лань, 2021.