

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
«Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар» кафедрасы



SATBAYEV
UNIVERSITY

№11 ДӘРІС

Тақырыбы: «Электрондық құрылғылардың электрмен жабдықтау көздері: жіктелуі, түзеткіштер, стабилизаторлар және импульстік түрлендіргіштер»

Оқытушы: Хабай А.

ELC5511 «Электроника және схемотехника»

Алматы 2025 ж.



**Электрондық құрылғылардың
электрмен жабдықтау көздері:
жіктелуі, түзеткіштер,
стабилизаторлар және
импульстік түрлендіргіштер**



Дәрістің мақсаты мен міндеттері



1. Электрондық құрылғыларды электрмен жабдықтау көздерінің жіктелуін қарастыру.
2. Қайталама электрмен жабдықтау көздерінің (ҚЭҚК) негізгі сипаттамаларын түсіндіру.
3. Түзеткіштердің (бір жартылай периодты, екі жартылай периодты, көпірлік, үш фазалы) жұмыс принципін талдау.
4. Кернеу көбейткіштердің жұмысын және қолданылуын түсіндіру.
5. Стабилизаторлардың түрлерін (параметрлік, компенсациялық) салыстыру.
6. Импульстік қуат көздерінің (DC-DC және AC-DC) құрылымдық схемалары мен жұмыс принципін түсіндіру.

Мазмұны

1. Кіріспе
2. Қуат көздерінің жіктелуі
3. Қайталама электрмен қоректендіру көздері (ҚЭҚК) негізгі сипаттамалары
4. ҚЭҚК құрылымдық схемалары
5. Қорытынды
6. Бақылау сұрақтары

Кіріспе

Электрондық құрылғылардың дұрыс әрі сенімді жұмыс істеуі олардың электрмен қоректену көздерінің сапасына байланысты. Қуат көздері бастапқы (генераторлар, батареялар, күн элементтері) және қайталама (түзеткіштер, тұрақтандырғыштар, инверторлар, түрлендіргіштер) болып бөлінеді.

Қайталама электрмен қоректендіру көздері (ҚЭҚК) электрондық құрылғылардың талаптарына сай кернеу мен ток параметрлерін қамтамасыз етеді. Қазіргі заманғы электроникада импульстік қуат көздері (SMPS) кең қолданылады, себебі олар жоғары тиімділікке, аз массаға және көп функционалдыққа ие.

Қуат көздерінің жіктелуі

Электрондық құрылғылардың электрмен жабдықтау құралдары бастапқы және қайталама болып екіге бөлінеді. Бастапқы электрмен жабдықтау көздеріне емес энергияны электр энергиясына түрлендіретін құралдар жатады. Оларға мыналар кіретіндер электромеханикалық генераторлар, электрохимиялық көздер (батареялар, гальваникалық элементтер), фотоэлектрлік генераторлар (күн батареялары, фотоэлементтер), термоэлектрлік көздер. Алайда, бастапқы көздердің шығыс кернеуі көбінесе шамасы мен тұрақтылығы бойынша электрондық құрылғылардың талаптарына сәйкес келмейді. Мысалы, катодты-сәулелік түтікшесі бар теледидардың әртүрлі компоненттерін қоректендіру үшін әртүрлі кернеулер қажет. Радиоарна блогы үшін +12 В, кинескоп үшін +130 В және әулелендіру үшін +25 кВ. Осындай кернеулер жиынтығын қажетті қуат пен тұрақтылық деңгейімен қамтамасыз ету үшін қайталама электрмен қоректендіру көздері (ҚЭК) қолданылады.

Қайталама электрмен қоректендіру көздері (ҚЭК) бастапқы көздерден алынған энергияны электрондық құрылғылардың талаптарына сай түрлендіреді. Олар инверторлық және түрлендіргіш көздерге бөлінеді. Инверторлық ҚЭК айнымалы ток кернеуін тұрақты ток кернеуіне немесе керісінше түрлендіреді. Тзеткіштер айнымалы кернеуді (мысалы, ~220 В) тұрақты кернеуге түрлендіреді. Бұл тұрмыстық құрылғыларда жиі қолданылады. Айнымалы кернеу инверторлары: Тұрақты кернеуді (~12 В) айнымалы кернеуге (~220 В) түрлендіреді. Мұндай инверторлар автомобильдің борттық желісінен қуат алатын құрылғыларды немесе апаттық қуаттандыру кезінде сыртқы айнымалы кернеуді қамтамасыз ету үшін қолданылады. Түрлендіргіш ҚЭК бір кернеуді басқа кернеуге өзгертеді. Трансформаторлар айнымалы ток кернеуін басқа деңгейдегі айнымалы кернеуге түрлендіреді. Тұрақтандырғыштар тұрақты кернеуді түрлендіріп, оны тұрақтандырады. Кейбір түрлендіргіштерде инверторлар болуы мүмкін, және керісінше. Сондықтан ҚЭК-ті инверторлар мен түрлендіргіштерге бөлу шартты түрде ғана жүргізіледі.

Электрондық құрылғыларды сенімді электрмен жабдықтау үшін бастапқы көздерден алынған энергия қайталама электрмен қоректендіру көздерінде түрлендіріледі. Инверторлар мен түрлендіргіштер құрылғылардың тұрақты әрі қауіпсіз жұмысын қамтамасыз етеді.

Қайталама электрмен қоректендіру көздері (ҚЭҚК) негізгі сипаттамалары

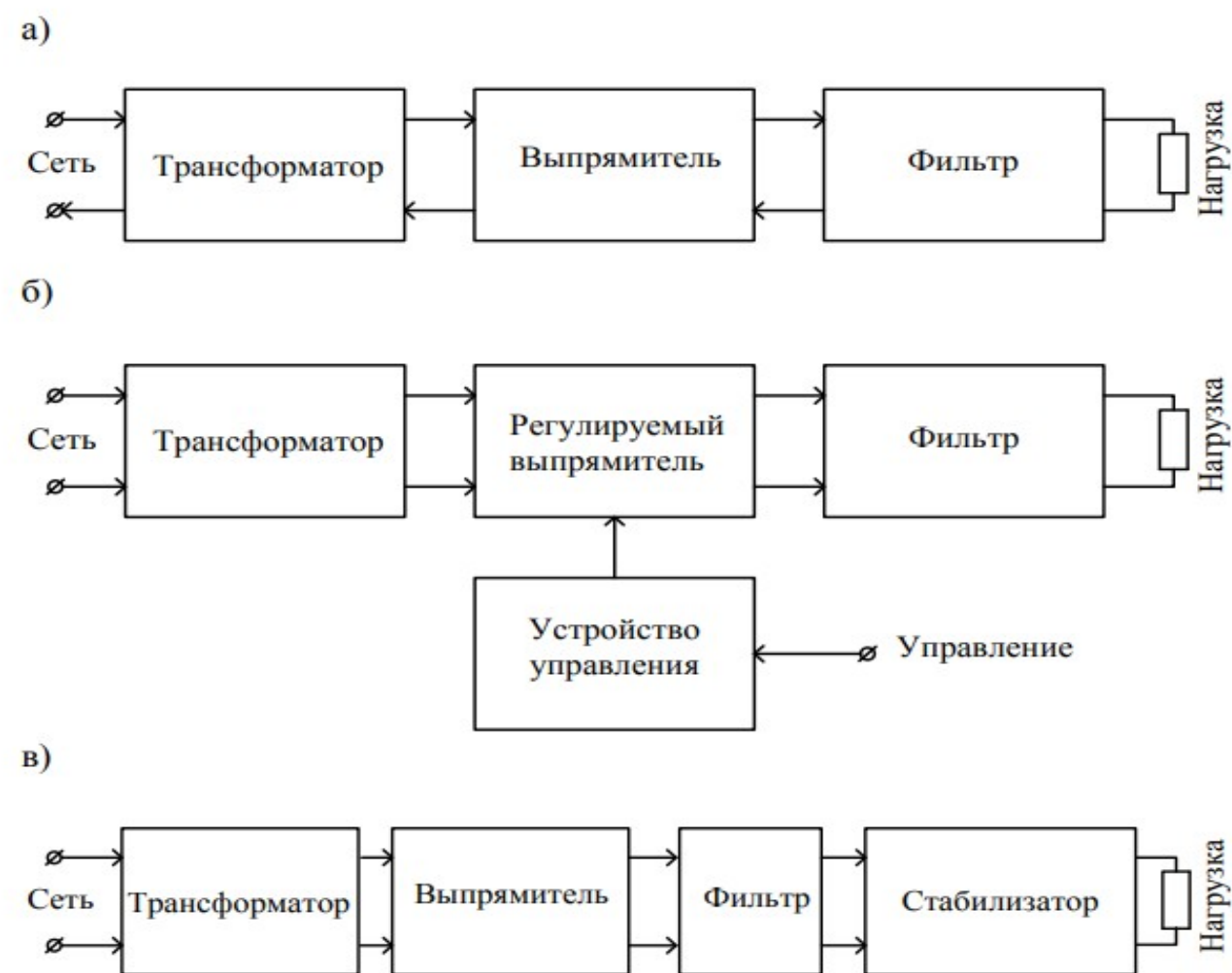
Қайталама электрмен қоректендіру көздерінің (ҚЭҚК) сипаттамалары үш негізгі топқа бөлінеді: кіріс, шығыс және пайдалану сипаттамалары.

Кіріс сипаттамаларына бастапқы қуат көзінің түрі (қуат желісі немесе батарея), қоректендіру кернеуінің тұрақсыздығы мен жиілігі, айнымалы кернеу көзінің фазаларының саны, сондай-ақ кернеу гармоникасының рұқсат етілген коэффициенті жатады.

Шығыс сипаттамаларына шығыс кернеулерінің мәндері мен тұрақсыздығы, әр арна бойынша жүктеме тогы немесе шығыс қуаты, кіріс пен шығыс арасындағы гальваникалық оқшаулау және шамадан тыс жүктемеден немесе шығыс кернеуінің жоғарылауынан қорғаудың болуы кіреді.

Пайдалану сипаттамаларына жұмыс температурасының диапазоны, рұқсат етілген салыстырмалы ылғалдылық пен қысым, механикалық жүктемелерге төзімділік, пайдалы қуаттың ҚЭҚК көлеміне қатынасына тең үлес қуаты және сенімділік жатады.

ҚЭҚК құрылымдық схемалары



8.1-сурет. Трансформаторлық кірісі бар ҚЭҚК құрылымдық схемалары: реттелмейтін түзеткішпен (а), реттелетін түзеткішпен (б), тұрақтандырғышпен (в).

Қолданылатын электр энергиясының барлық бастапқы көздері екі негізгі топқа бөлінеді: айнымалы кернеу көздері және тұрақты кернеу көздері. Айнымалы кернеу көздері – бұл синусоидалы кернеу көздері, олардың номиналды кернеу мәндері тұрақты және әдетте 110 В, 127 В, 220 В немесе 380 В құрайды. Жиіліктері 50 Гц, 60 Гц, 400 Гц немесе 1000 Гц болуы мүмкін. Тұрақты кернеу көздері – бұл 1,5 В гальваникалық элементтер, аккумуляторлар және күн батареялары. Олардың номиналды кернеу мәндері 6 В, 12 В, 24 В және 48 В болуы мүмкін.

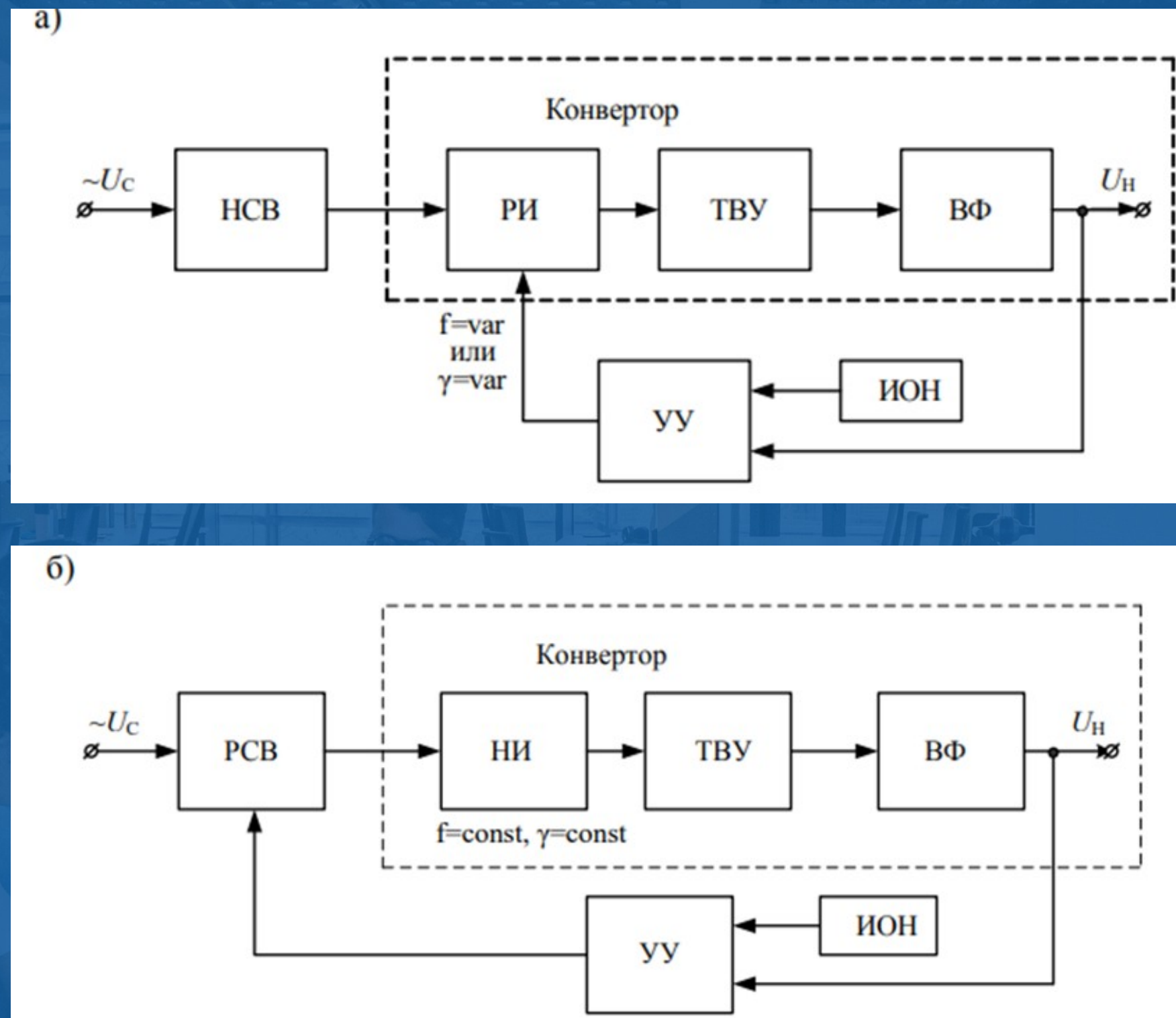
Қайталама электрмен қоректендіру көздерінің (ҚЭҚК) жалпыланған құрылымдық схемасы суретте 8.1-де көрсетілген. Бұл схема электр энергиясын айнымалы ток желісінен қуат трансформаторы арқылы алатын ҚЭҚК жұмысын сипаттайды.

Тиімділік пен меншікті қуатты арттыру үшін жоғары жиілікті кернеу инверторларын қамтитын импульстік ҚЭҚК (қайталама электрмен қоректендіру көздері) әзірленіп кеңінен қолданылады. 8.2-суретте реттелмейтін желілік түзеткіш (РЖТ) және желінің түзетілген кернеу түрлендіргіші бар ҚЭҚК құрылымдық схемасыда көрсетілген. Схеманың құрылымында түрлендіргіш жоғары жиілікте жұмыс істейтін реттелетін RI инверторынан тұрады (жиілігі 20 кГц-тен 100 кГц-ке дейін), сондай-ақ, трансформаторлық түзеткіш торабы, жоғары жиілікті сүзгі, басқару схемасы берілген. Шығыс кернеуін тұрақтандыру үшін U басқару схемасы қолданылады. Бұл схема Un (ҚЭҚК шығыс кернеуі) мен тірек көзінің кернеуі арасындағы айырмашылықты анықтайды. Осы айырмашылық қателік сигналы ретінде қалыптасады және RI инверторының жиілігін (f_{var}) немесе импульстардың тұрақтылық коэффициентін ($\gamma = \text{var}$) реттеу үшін пайдаланылады.

Түрлендіргіштер трансформаторлық инверторлар негізінде жүзеге асырылады. Бір тактілі трансформаторлық түрлендіргіш бір токты трансформатор пайдаланылады. Екі тактілі трансформаторлық түрлендіргіш екі тактілі трансформатор пайдаланылады.

8.2-суретте (б) фазалық реттелетін тиристорларды қолданатын реттелетін желі және түзеткішпен, сондай-ақ реттелмейтін инвертормен ҚЭҚК схемасы көрсетілген. Мұндай схемада кернеуді тұрақтандыру кіріс кернеуін реттеу арқылы жүзеге асырылады.

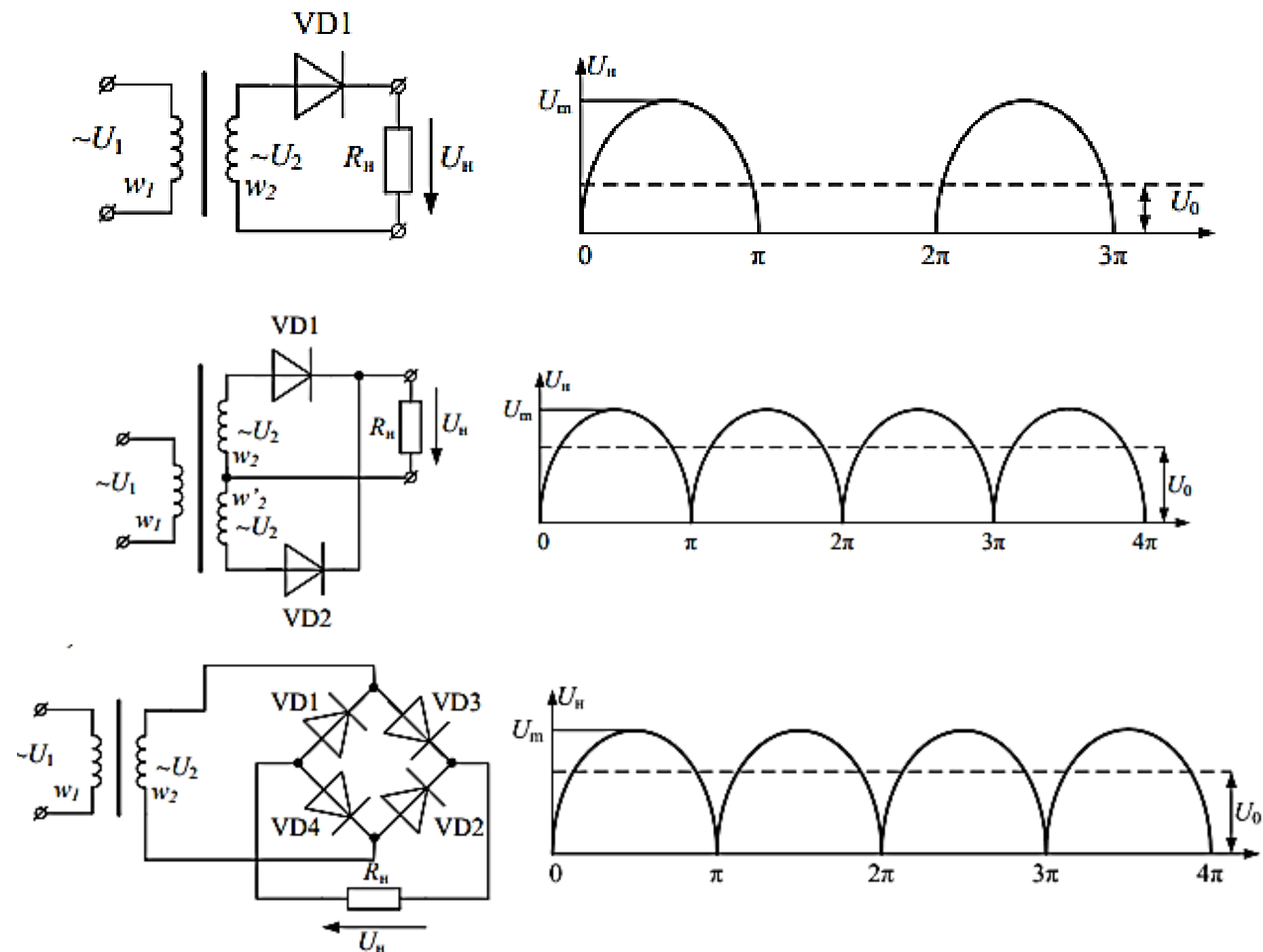
Инверторлардың жұмысы суреттегі инверторлар түзетілген желілік кернеулермен жұмыс істейді (бір фазалы желі үшін шамамен 300 В, үш фазалы желі үшін 530 В). Импульстардың пішінінің өзгеруі сүзу тиімділігін төмендетеді. Бұл жағдай ҚЭҚК массасы мен өлшемдерін арттыруға әкеледі. Кернеу түрлендіру және тұрақтандыру ол кернеу түрлендіру және тұрақтандыру функцияларын біріктіру схеманың оң шешімі болып табылады. Бұл басқару тізбегін жеңілдетіп, кілттердің санын азайтады, нәтижесінде құрылғының тиімділігі артады.



8.2-сурет. Реттелетін импульсті ҚЭҚК құрылымдық схемалары инвертормен (А) және реттелетін түзеткішпен (Б)

Қуат көзін түзеткіштер

Түзеткіштер айнымалы кернеуді тұрақты кернеуге түрлендіруге қызмет етеді. Түзеткішке мыналар кіруі мүмкін. Желінің кернеуін қажетті мәнге түрлендіретін және қуат желісінен жүктемені гальваникалық оқшаулауды қамтамасыз ететін қуат трансформаторы, диодтар мен тиристорлар бар клапан блогы, сүзгі құрылғысы, кернеу тұрақтандырғышы т.б. Импульстік кернеу көздерінде қуат трансформаторы жоқ және оның функцияларын жоғары жиілікті трансформатор орындайды.

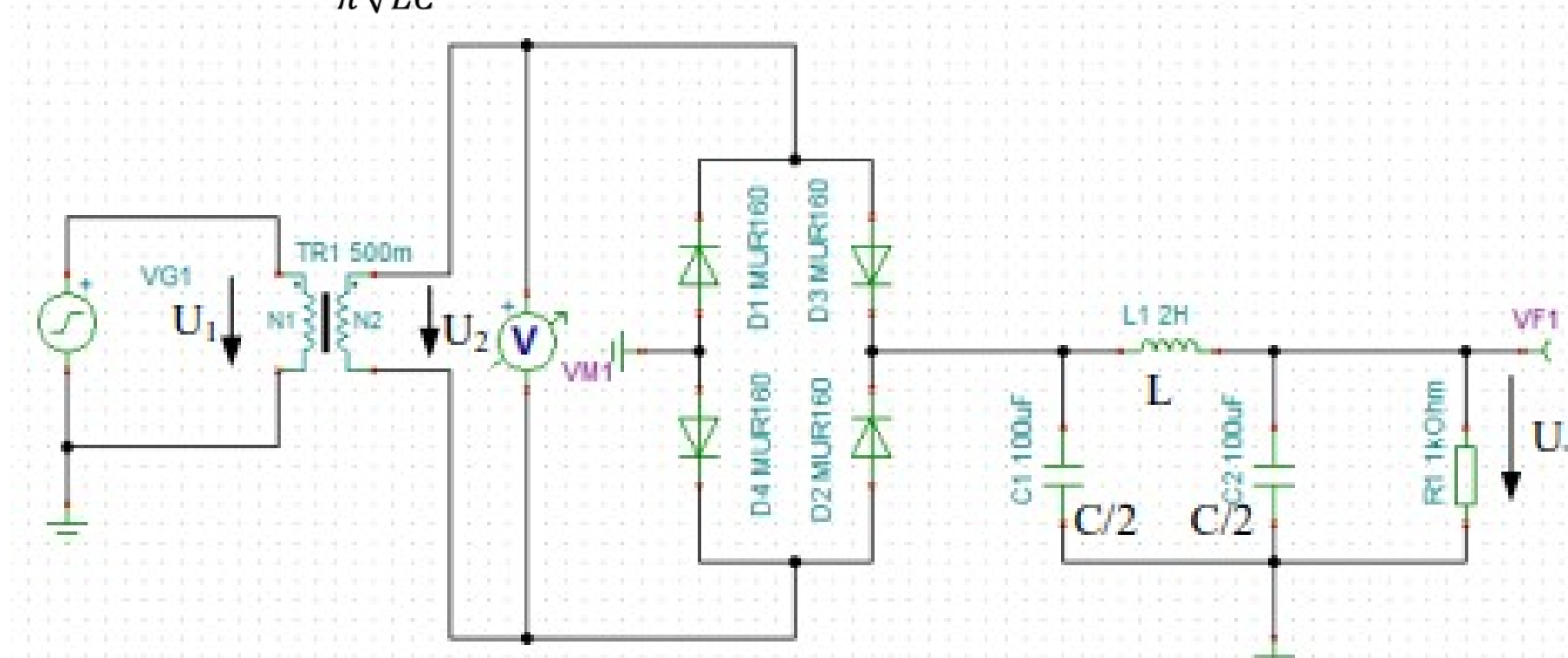


8.3- сурет. Бір фазалы түзеткіштердің схемалары а) Бір жартылай периодты түзеткіш ә) ортаңғы нүктенен бұрылатын екі жартылай периодты б) екі толқынды көпір.

Екі жарты периодты көпірлік түзеткіш

8.7-суретте MUR160 жоғары вольтты диодтары бар екі жартыпериодты көпірлік түзеткіштің моделі көрсетілген. Түзеткіштің пробой кернеуі 600В. $\frac{n_2}{n_1} = 0,5$ арақатынасымен төмендеткіш трансформатор қолданылған. Желінің кіріс әрекеттік кернеуі 220В, кіріс кернеуінің амплитудасы $U_{m1}=310В$. Түзетілген кернеудің пульсацияларын тегістеу үшін RC және LC фильтрлері қолданылады. 8.7-суретде төменгі жиілікті LC-фильтр (ТЖС) П-тәрізді тегістеу схемасында қолданылған. Мұндай төмен жиілікті сүзгінің каноникалық схемасында **L**, **2C**, және **2C** элементтері негізгі компоненттер болып табылады. Кескін жиілігі (**fc**) келесі формула бойынша есептеледі:

$$f_c = \frac{1}{\pi\sqrt{LC}} \quad (8.21)$$

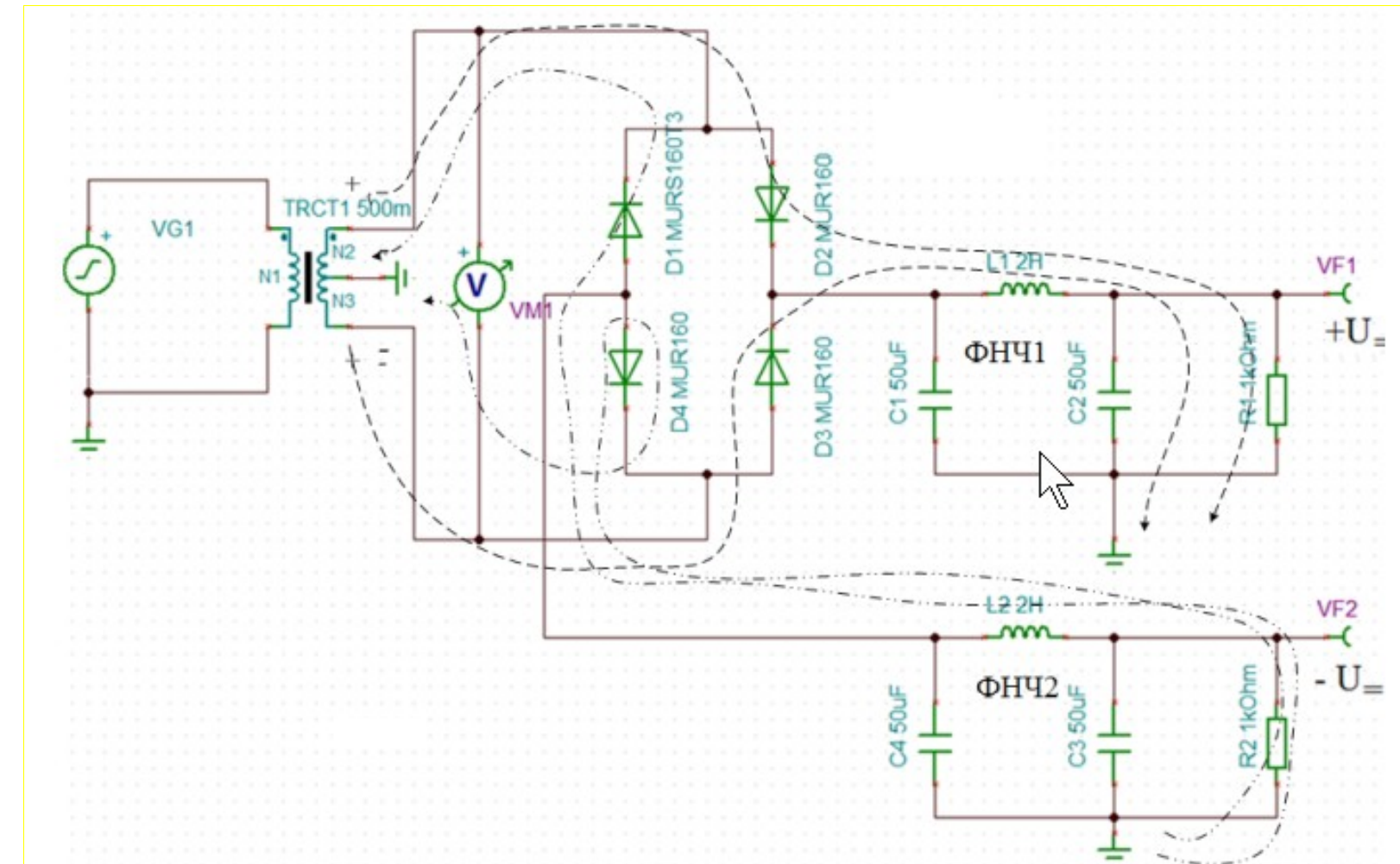


8.7-сурет. Екі жартыпериодты көпірлік түзеткіш схемасы фильтрімен

Екі полярлы көпірлік түзеткіш

Екі полярлы түзеткіш N2 орамында оң кернеу пайда болғанда, ток VD2 диоды арқылы өтеді, R1 жүктемесінің оң шығуынан жерге, содан кейін ортаңғы шығуға қосылады. Трансформатор N3 орамында оң кернеу кезінде ток VD3 диоды арқылы өтеді, төмен жиілікті сүзгі 1 (ТЖС1) фильтрі, R1 жүктемесінің оң шығуымен. N2 орамында теріс кернеу кезінде ток жерден R2 жүктемесінің теріс шығуына, ТЖС2 фильтрімен, VD1 диоды арқылы трансформатордың екінші орамасының ортаңғы шығуына өтеді. N3 орамында теріс кернеу кезінде ток жерден R2 жүктемесінің теріс шығуына, ТЖС2 фильтрімен, VD4 диоды арқылы трансформатордың ортаңғы шығуына өтеді.

Осылайша, әр периодта R1 жүктемесінде оң шығу кернеуінің екі жарты периоды пайда болады, ал R2 жүктемесінде теріс шығу кернеуінің екі жарты периоды пайда болады.



8.9-сурет. Екі полярлы түзеткіштегі ток бағыттары

Қорытынды:

Электрондық құрылғылардың электрмен жабдықтау көздері **бастапқы және қайталама** болып бөлінеді.

ҚЭҚК құрамына **трансформатор, түзеткіш, сүзгі, стабилизатор** кіреді.

Түзеткіштер айнымалы токты тұрақты токқа айналдырады, ал сүзгілер пульсацияны азайтады.

Стабилизаторлар жүктемедегі кернеудің тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Импульстік қуат көздері (SMPS) дәстүрлі сызықты көздерге қарағанда тиімділігі жоғары, қазіргі электроникада кеңінен қолданылады.

Қуат көздерінің сапасы мен сенімділігі — электрондық құрылғылардың үздіксіз әрі қауіпсіз жұмысының кепілі.

Бақылау сұрақтары

1. Қуат көздері қандай түрлерге бөлінеді? Бастапқы және қайталама көздердің айырмашылығы неде?
2. ҚЭҚК-нің кіріс, шығыс және пайдалану сипаттамалары қандай?
3. Бір жартылай периодты және екі жартылай периодты түзеткіштің артықшылықтары мен кемшіліктерін салыстырыңыз.
4. Үш фазалы көпірлік түзеткіштің ерекшелігі неде?
5. Кернеу көбейткіштердің жұмыс принципі қандай?
6. Параметрлік және компенсациялық стабилизаторлардың айырмашылықтарын атаңыз.
7. Импульстік қуат көздерінің сызықты көздерге қарағанда артықшылықтары қандай?
8. DC-DC түрлендіргіштің төмендеткіш (buck) және жоғарылатқыш (boost) түрлерінің жұмыс принциптерін салыстырыңыз.
9. AC-DC импульстік қуат көздерінде трансформатор қандай қызмет атқарады?
10. Электрондық құрылғыларда сенімді қуат көздерін қолдану не үшін маңызды?

Назарларыңызға
рақмет!

