

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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



SATBAYEV
UNIVERSITY

№3 ДӘРІС

Тақырыбы: Диодтардың көмегімен айнымалы кернеуді түзету және сүзгілеу

Оқытушы: Хабай А.

ELC5511 «Электроника және схемотехника»

Алматы 2025 ж.

Диодтардың көмегімен айнымалы кернеуді түзету және сүзгілеу



Сабақтың мақсаты мен міндеттері:



Сабақтың мақсаты:

Осы дәрістің негізгі мақсаттары:

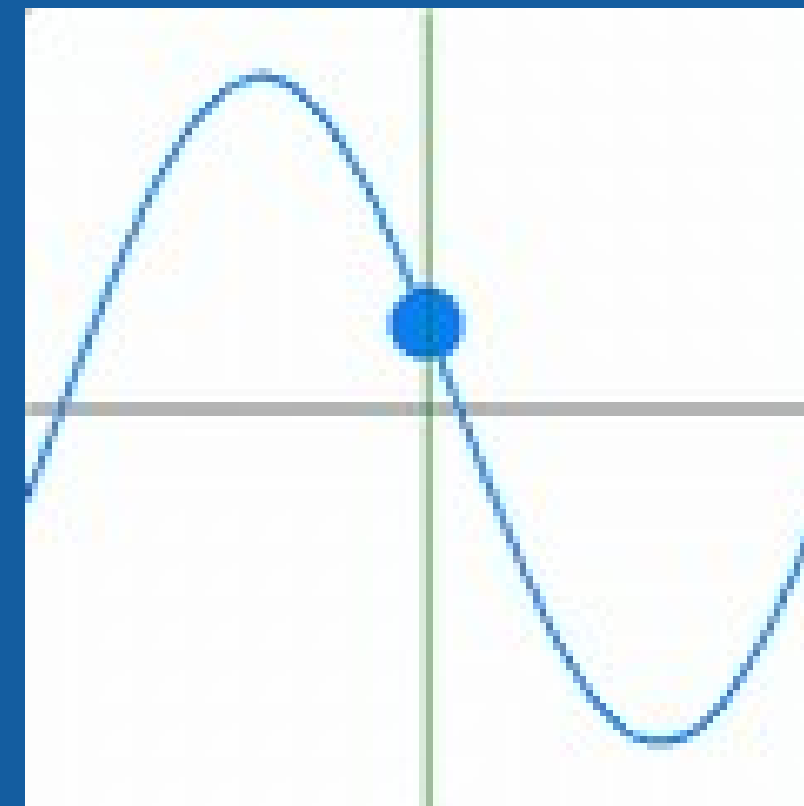
1. Дiodтардың түзеткіш схемалардағы жұмыс принципін түсіндіру.
2. Бір жартылай толқынды және екі жартылай толқынды түзеткіштің жұмысын салыстыру.
3. Түзетілген кернеудің сипаттамаларын талдау (орташа мәні, гармоникалық құрамы).
4. Конденсаторлық және LC сүзгілердің көмегімен пульсацияларды азайту әдістерін үйрету.
5. Дiodтарды кернеуді шектеу және тұрақтандыру схемаларында қолдануды көрсету.

Жоспар:

1. Кіріспе
2. Диодтардың көмегімен айнымалы кернеуді түзету
3. Түзетілген токтың пульсациясын тегістеу, сыйымдылық сүзгісі
4. П-тәрізді төмен өту сүзгісі
5. Диодты шектегіштер мен кернеуді ұстағыштар
6. Қорытынды
7. Бақылау сұрақтары

Кіріспе

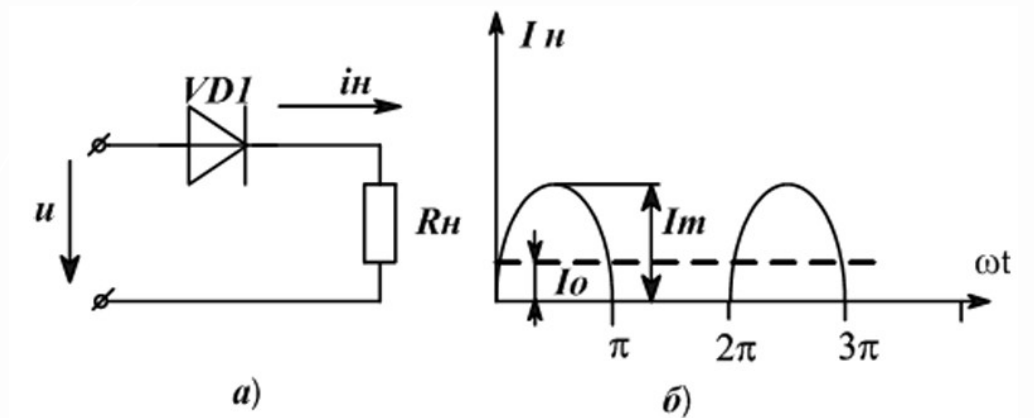
Айнымалы ток (АС) табиғатында бағытын үнемі өзгертіп тұрады. Көптеген электрондық құрылғылар тұрақты токпен (DC) жұмыс істейтіндіктен, айнымалы токты түзету – электроникадағы негізгі міндеттердің бірі. Бұл процесте жартылай өткізгішті диодтар кеңінен қолданылады. Диод тек бір бағытта ток өткізу қасиетіне ие болғандықтан, оларды жартылай толқынды және толық толқынды түзеткіш схемаларда қолдануға болады. Түзеткіштерді сүзгі элементтерімен бірге пайдалану пульсацияларды азайтып, тұрақты кернеу алуға мүмкіндік береді.



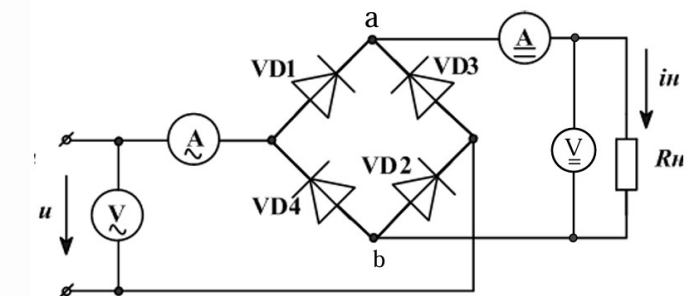
Диодтардың көмегімен айнымалы кернеуді түзету

Айнымалы токтың табиғаты бойынша бағыты уақыттың әрбір жарты кезеңінде өзгереді. Түзеткіштің мақсаты – айнымалы токты бір бағытта ағатын тұрақты токқа (DC) айналдыру. Бұл процесс үшін жартылай өткізгіш диодтар пайдаланылады. Диодтар тек бір бағытта ток өткізу қасиетіне ие болғандықтан, оларды айнымалы токты түзету үшін кеңінен қолданады. Жартылай толқынды түзеткіште тек оң жарты кезең қолданылып, кері бағыттағы токты өткізбей тастайды. Диод тек оң жарты толқын кезінде ашылады (ток өткізеді), ал теріс жарты толқын кезінде жабылады (ток өткізбейді). Қуатты тікелей ток түзеткіш диодтар ондаған амперге жетуі мүмкін. Теориялық зерттеулер кезінде түзету процестерін талдау үшін нақты диодтың орнына вольт-амперлік сипаттамасы (BAC) тікбұрышты болып келетін идеал диод моделі қолданылады (1.17a - сурет.).

1.51a-суретте Бір жартылай кезеңнің ең қарапайым схемасы көрсетілген резисторлық жүктеме үшін жұмыс істейтін түзулер. Кіріс кернеуі $U_t = U_m \sin(\omega t)$ болғанда, резисторлы жүктемедегі (R_N) ток пен кернеу оң жарты толқындарда көрінеді (1.51б-сурет). Диодтың ашылу және жабылу сәттері кернеу мен токтың нөлден өту нүктелерімен сәйкес келеді. Екі жартылай толқынды түзетудің көпірлік схемасында (1.52-сурет) кіріс кернеуі $U_t = U_m \sin(\omega t)$ болғанда, жүктемедегі ток әр жарты кезеңде оң бағытта болады және оның пішіні екі жарты толқыннан тұрады (9.4-сурет).



1.51 -сурет. Бір толқынды түзеткіштің схемасы



1.52 - сурет. Екі толқынды түзеткіштің схемасы

Түзетілген токтың пульсациясын тегістеу, сыйымдылық сүзгісі

Түзетілген жартылай толқынды схеманың қалыпты жұмыс істеуі үшін айнымалы кернеу тұрақты кернеуге айналуы қажет, ал кернеудің орташа мәніне қатысты пульсациялар минималды болуы керек. Қарапайым түзеткіш схемасында толқындарды тегістеу үшін конденсаторлық сүзгі қолданылады. Бір жартылай толқынды түзету схемасының сыйымдылық сүзгісі болған жағдайда жұмысын қарастырайық (1.53-сурет). Диод ашық күйде болады, егер $\omega t_1, \omega t_2, \omega t_3$ (1.53а-сурет) уақыт мезеттерінде кіріс кернеуі $e(t) = U_m \sin(\omega t)$ конденсатордағы кернеуден үлкен болса. Осы сәтте диод ашылады, ал конденсатор зарядталады. Диод арқылы өтетін ток I_d жүктемеден (R_N) өтетін ток пен конденсатордың зарядталу тогының қосындысына тең болады. t_2 уақытында диод арқылы өтетін ток нөлге тең болғанда, диод жабылады. Осыдан кейін t_2 ден бастап t_3 ке дейін R_N жүктемесі арқылы конденсатор разрядталады.

Диодтың жабылу бұрышы: $\omega t_2 = \pi - \arctan(\omega R_N C)$, мұнда ω – бұрыштық жиілік, R_N – жүктеме резисторы, C – конденсатор сыйымдылығы. Диод жабылғаннан кейінгі кернеу (конденсатордың разрядталу заңдылығы):

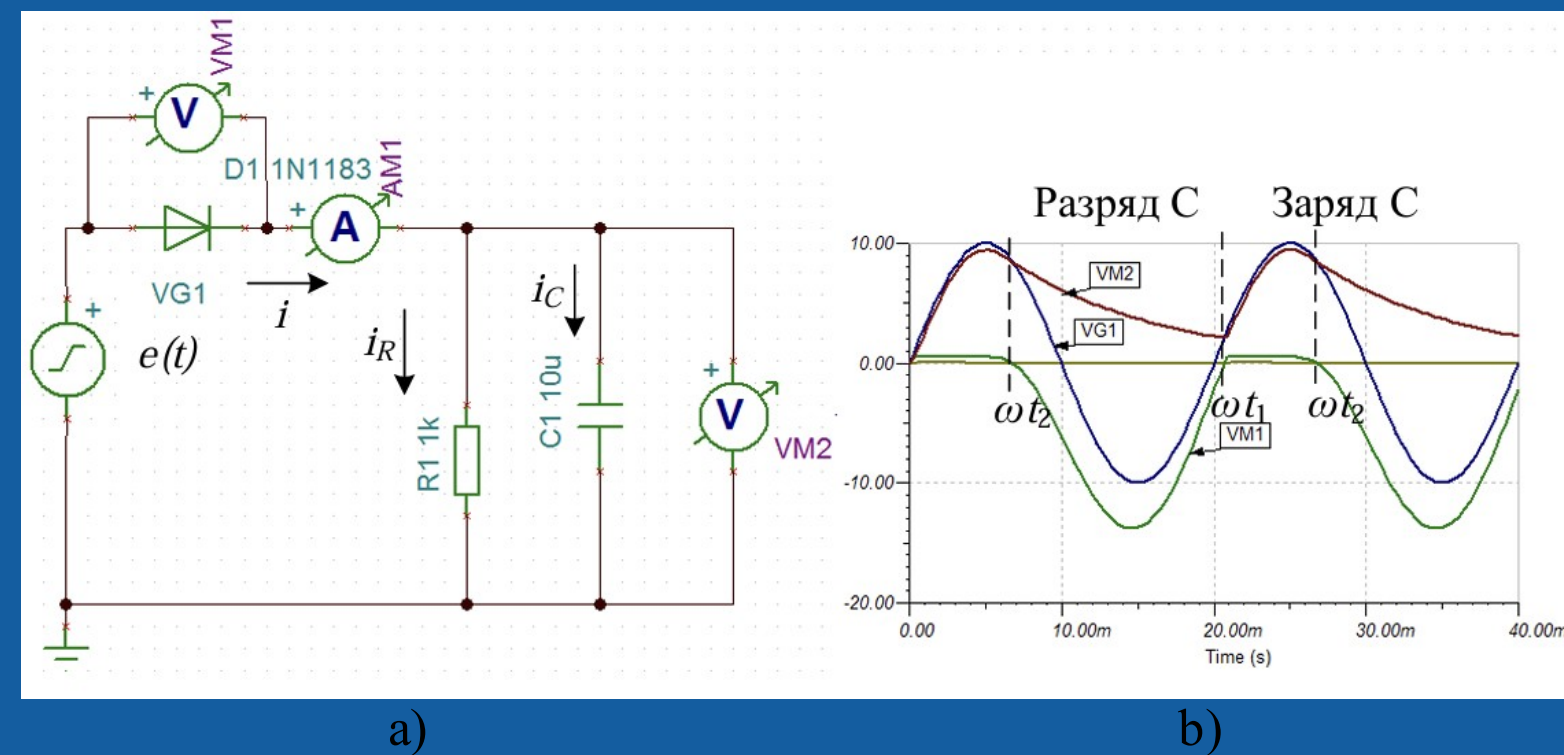
$$U_C = U_m \sin(\omega t_2) e^{-\frac{(t-t_1)}{R_N C}} \quad \text{мұндағы } U_m \sin(\omega t_2) - \text{диод жабылған кездегі конденсатордағы кернеу.}$$

Схема кернеуінің сипаттамасы: VM2 вольтметрмен өлшенген кернеу $U_C(t)$ конденсатордағы разряд процесін көрсетеді (1.53б-суретте көрсетілген). t_1 уақыт мезетінде кіріс кернеуі $e(t)$ конденсатордағы кернеуге тең болғанда, диод қайта ашылады, ал конденсатор зарядталу процесін қайта бастайды.

Диодтың ашылу сәтін анықтау үшін келесі теңдеу жазылады: $U_C(t_1) = U_m \sin(\omega t_1)$ мұнда t_1 – диодтың қайта ашылу мезеті. Бұл процестің нәтижесінде түзетілген кернеу тұрақты кернеуге жақын болады, ал пульсация деңгейі конденсатор сыйымдылығының (C) және жүктеме резисторының (R_N мәндеріне байланысты азаяды.

$$U_m \sin(\omega t_1) = U_m \sin(\omega t_2) e^{-\frac{\pi \omega t_1 \omega t_1}{\omega t_1 q}} \quad (1.15)$$

Жартылай толқынды түзеткіш сүзгі



1.53- сурет. Сыйымдылығы бар бір жартылай толқынды түзеткіш
сүзгі

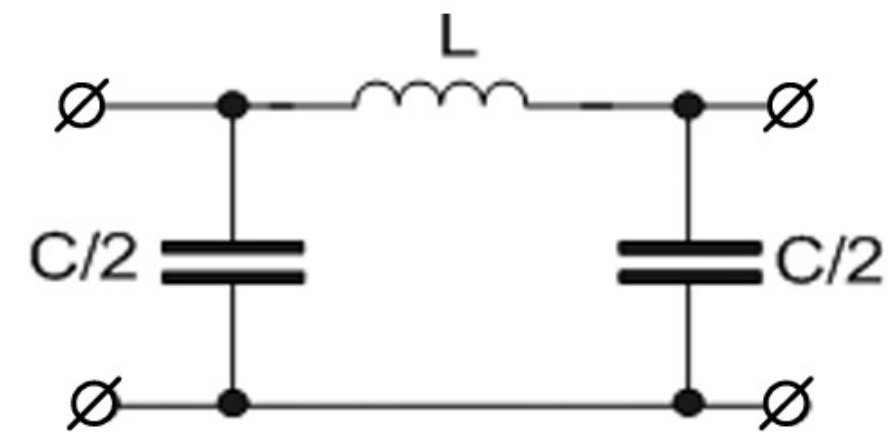
П-тәрізді төмен өту сүзгісі

Пульсацияны тегістеуді жақсарту үшін төменгі сүзгілерді қолданыңыз тұрақты компоненттерді өткізетін және гармоникалық компоненттерді әлсірететін жиілікті сигналдар. U-тәрізді төменгі жиілікті сүзгі түзеткіштің арасына кіреді және жүктемеге.

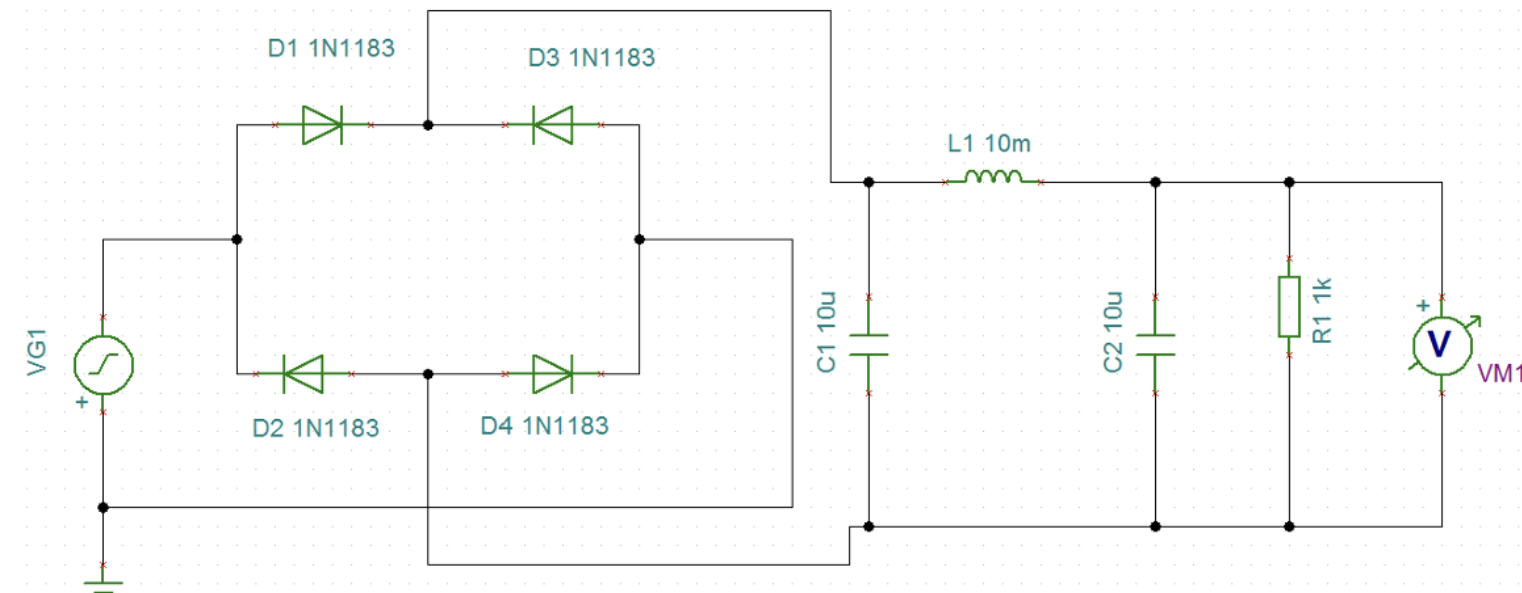
Ең үлкен пульсацияларды тегістеу симметриялық сүзгіде алынады. «К» типті сүзгі үшін параметр $k = \sqrt{\frac{L}{C}} =$
 $R_H, \underline{Z}_1 = j\omega L, 2\underline{Z}_2 = -j\frac{2}{\omega C}.$

Гармоникалық кернеуді беру коэффициенті толқындардың құрамдас бөліктерін формула бойынша есептеуге болады:

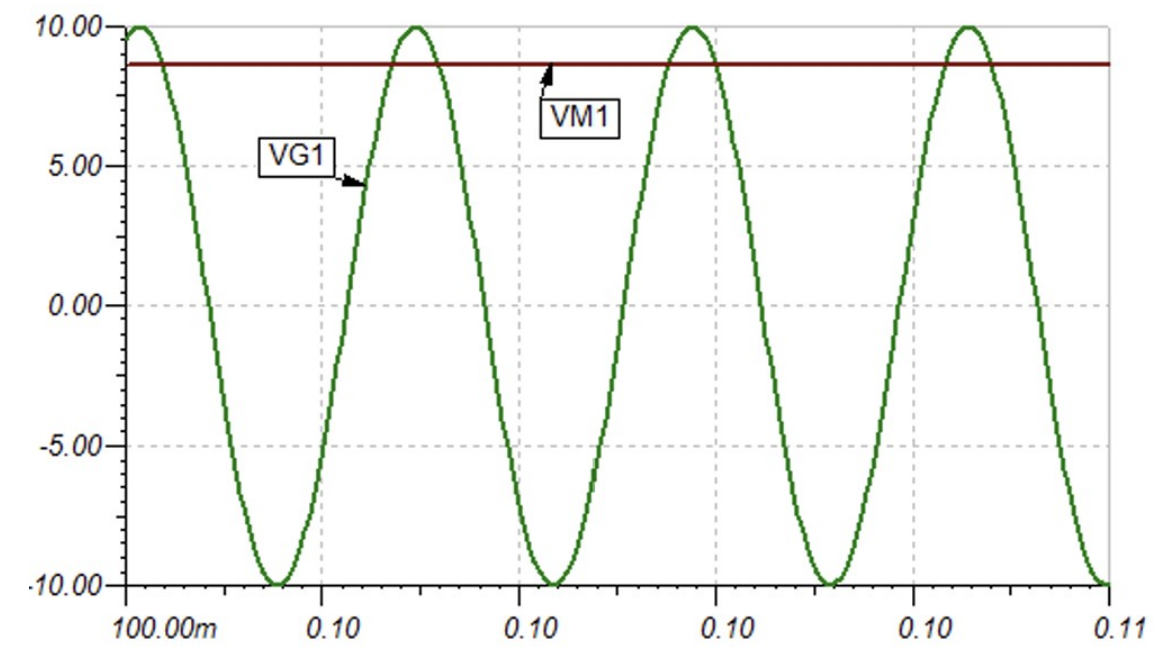
$$K_U(\omega) = \left| \frac{R_H}{\left(1 + \frac{\underline{Z}_1}{2\underline{Z}_2}\right) \cdot R_H + \underline{Z}_1} \right| \quad (1.16)$$



1.55- сурет. П-тәрізді LC төменгі жиілікті сүзгі



1.56- сурет. LC сүзгісі бар екі жартылай толқынды түзеткіш моделі

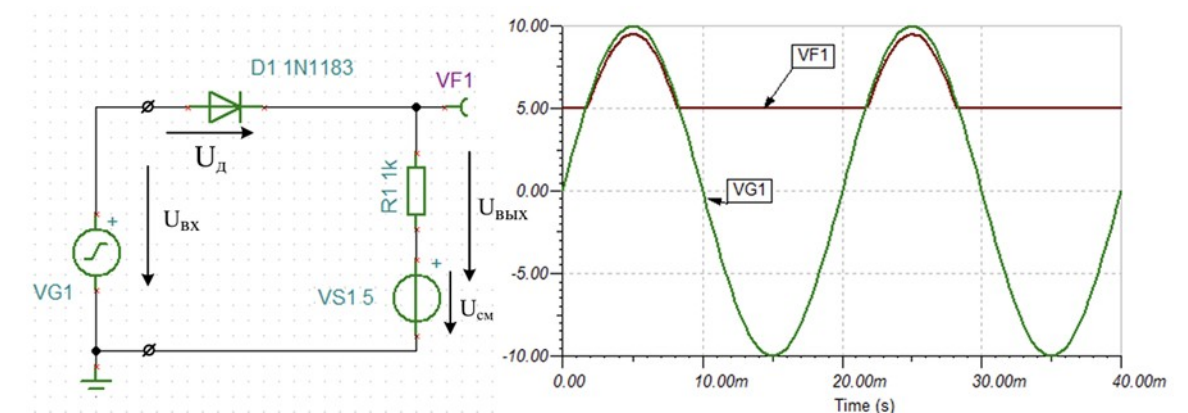


1.57- сурет. LC сүзгісі бар түзеткіш кернеу диаграммалары

Диодты шектегіштер мен кернеуді ұстағыштар

Көптеген электронды тізбектер кірісті шектеуді талап етеді кернеу және оның бір бөлігін ғана пайдаланыңыз. Ол үшін шектеулі қолданылады диодтардағы толтырғыштар. Біз қарастырған түзеткіштер де синусоидалы сигнал негізінен тек оң жарты толқындарды өткізіп жіберетін шектеулер ретінде жұмыс істеді.

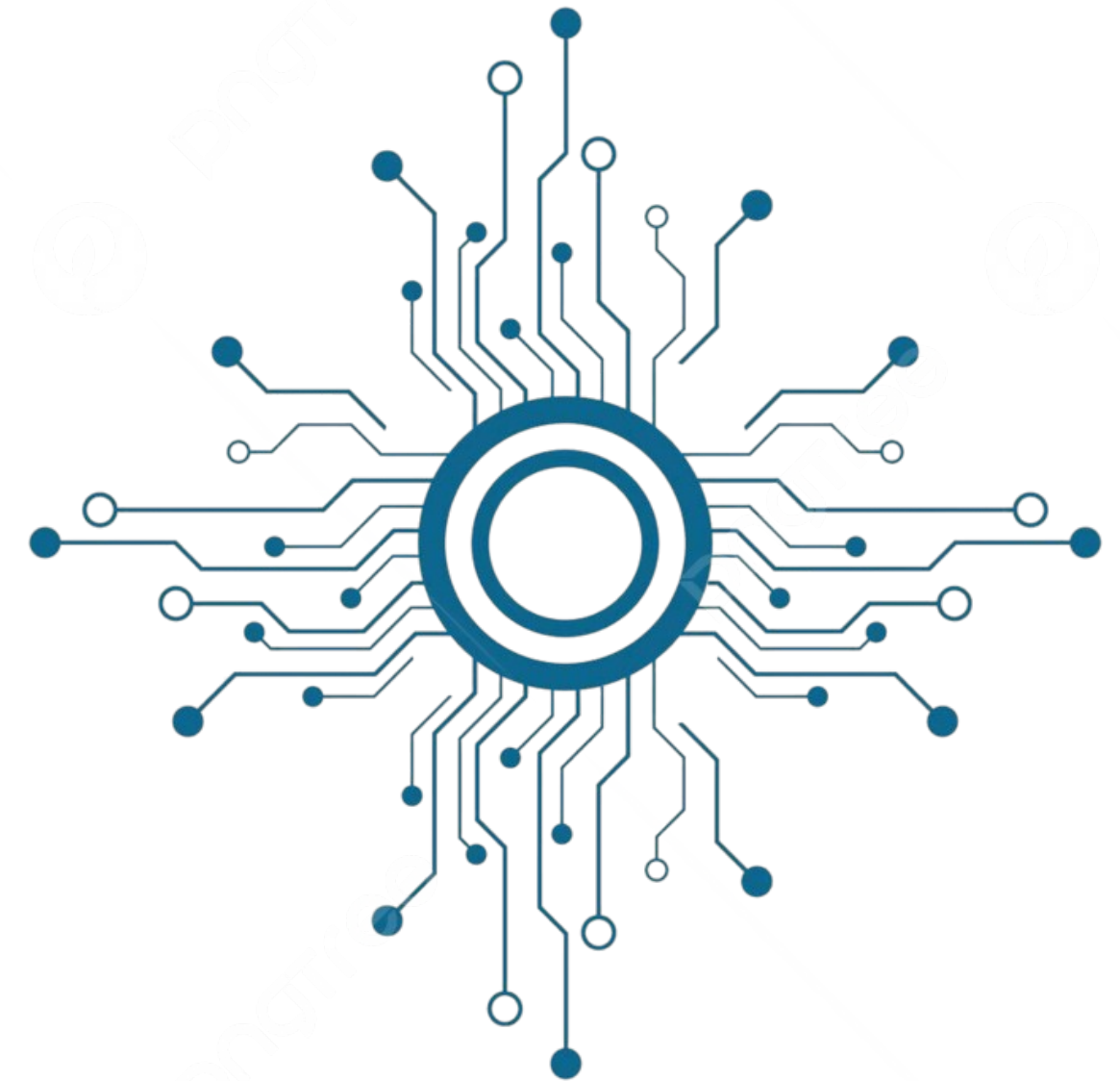
1.58 суретте тізбекті шектегіштің схемасы көрсетілген, онда ром диод жүктемемен қатар қосылады.



1.58- сурет. Сериялық диодты шектегіш

Қорытынды:

Диодтар – электрондық құрылғылардың негізгі элементтерінің бірі және олардың жұмысы көптеген маңызды функцияларды қамтамасыз етеді. Диодтар айнаымалы токты тұрақты токқа түрлендіру үшін түзеткіш схемаларда қолданылады, бұл құрылғыларды тұрақты токпен қоректендіруге мүмкіндік береді. Сүзгі элементтерімен бірге қолданылғанда, олар кернеуді тұрақтандырып, пульсацияны азайтады. Шектеуші схемаларда диодтар сигналдың белгілі бір деңгейден аспауын қамтамасыз етеді, бұл құрылғыларды артық кернеуден қорғауға және сигнал пішінін түзетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, Zener диодтары тұрақты кернеуді ұстап тұрып, тұрақтандырғыш ретінде қызмет етеді. Диодтардың қарапайымдылығы, сенімділігі және әртүрлі міндеттерге икемділігі оларды электротехниканың ажырамас бөлігі етеді. Құрылғылардың жұмыс тұрақтылығы мен тиімділігін арттыру үшін диодтарды дұрыс таңдау және қолдану маңызды.



Қайталау сұрақтары:

1. Диодтың тоқты тек бір бағытта өткізу қасиеті түзеткіш схемаларда қалай қолданылады?
2. Бір жартылай толқынды түзеткіштің артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?
3. Екі жартылай толқынды (көпірлік) түзеткіштің бір жартылай толқынды түзеткіштен айырмашылығы неде?
4. Түзетілген токтағы пульсацияны азайту үшін қандай сүзгілер қолданылады?
5. Конденсатордың сыйымдылығы пульсация деңгейіне қалай әсер етеді?
6. LC сүзгісінің артықшылығы қандай жағдайларда көрінеді?
7. Диодты шектегіш схемалар не үшін қолданылады?
8. Zener диодының тұрақтандырғыш ретіндегі рөлі неде?

Назарларыңызға рақмет!