

Түрлендіру техникасы

Дәріс 2. Күштік жартылай
өткізгіш элементтер

1. Кіріспе

Күштік жартылай өткізгіш элементтер — бұл электр энергиясын түрлендіру және басқару үшін қолданылатын электрондық компоненттер. Олар жоғары қуат деңгейлерінде тиімді жұмыс істей алады және қазіргі заманғы энергия жүйелерінің, жаңартылатын энергия көздерінің, өнеркәсіптік автоматтандыру жүйелерінің маңызды бөлігі болып табылады.

2. Күштік жартылай өткізгіш элементтердің түрлері

2.1 Диодтар

Диод — бұл токты бір бағытта өткізуге арналған жартылай өткізгіш элемент. Диодтардың негізгі түрлері:

- Түзеткіш диодтар**: айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіру үшін қолданылады.
- Шоттки диодтар**: төмен кернеу түсімі мен жоғары жылдамдықты қосу қасиеттеріне ие.
- Жылдамдықты диодтар**: жоғары жиілікте жұмыс істеуге арналған.

2.2 Тиристорлар

Тиристор — көп қабатты (PNPN) құрылымға ие және тек белгілі бір басқару сигналы арқылы ток өткізуді бастайды.

- SCR (Silicon-Controlled Rectifier)**: токты бір бағытта басқаруға мүмкіндік береді.
- GTO (Gate Turn-Off Thyristor)**: басқару сигналы арқылы токты тоқтату мүмкіндігі бар.

2.3 Транзисторлар

Транзисторлар тоқты күшейту және басқару үшін пайдаланылады.

- **BJT (Bipolar Junction Transistor)**: ток басқарылатын құрылғы, көбінесе төмен қуат қолданбаларында пайдаланылады.

- **MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)**: жылдамдығы жоғары және жоғары жиілікте жұмыс істеуге қабілетті.

- **IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)**: MOSFET пен BJT қасиеттерін біріктіреді, жоғары қуат қолданбаларында тиімді.

2.4 Симисторлар

Симистор — айнымалы тоқты екі бағытта басқаруға мүмкіндік беретін элемент. Ол көбінесе жарықтандыру және жылытқыштарды басқаруда қолданылады.

2.5 Опотиристорлар

Опотиристорлар — оптикалық сигнал арқылы басқарылатын тиристорлар. Олар жоғары электрлік оқшаулауды қажет ететін жүйелерде қолданылады.

3. Жұмыс принциптері

3.1 Диодтардың жұмыс принципі

Диод PN қосындысынан тұрады. Қолайлы кернеу түскенде, диод ток өткізеді, ал теріс кернеу кезінде ток өткізбейді.

3.2 Тиристорлардың жұмыс принципі

Тиристор қосымша басқару электроды арқылы қосылады. Ол ток өткізуді бастайды және тек жүктемедегі ток нөлге жеткенде ғана өшеді (SCR жағдайында).

3.3 MOSFET жұмыс принципі

MOSFET қақпасына кернеу бергенде, арна ашылады және ток өтеді. Қақпа кернеуі арқылы токтың мөлшерін басқаруға болады.

3.4 IGBT жұмыс принципі

IGBT — бұл MOSFET пен BJT-ның үйлесімі. Ол қақпа кернеуі арқылы үлкен қуатты басқаруға мүмкіндік береді.

4. Күштік элементтердің қолдану салалары

- **Электр энергиясын түрлендіру:** инверторлар, түрлендіргіштер.
- **Жаңартылатын энергия көздері:** күн және жел энергиясын электр энергиясына түрлендіру жүйелері.
- **Көлік:** электр көліктерінің қуат жүйелері.
- **Өнеркәсіптік автоматтандыру:** қозғалтқыштарды, роботтарды және өндіріс желілерін басқару.
- **Тұрмыстық техника:** теледидарлар, кондиционерлер, тоңазытқыштар.

5. Қазіргі заманғы жетістіктер

5.1 Wide-Bandgap материалдары

Жаңа материалдар, мысалы, кремний карбиді (SiC) және галлий нитридi (GaN), жоғары температурада және жоғары жиілікте жұмыс істеу қабілеттілігімен ерекшеленеді.

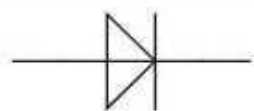
5.2 Жаңа технологиялар

Күштік элементтерді жобалаудағы жетістіктер:

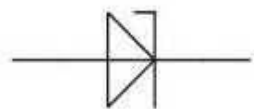
- Жоғары тиімділікке қол жеткізу.
- Қуатты жоғалтуды азайту.
- Көлемін кішірейту және салмағын азайту.

6. Қорытынды

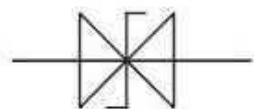
Күштік жартылай өткізгіш элементтер — бұл қазіргі заманғы электр энергиясын басқару жүйелерінің негізгі компоненттері. Олардың дамуы энергия тиімділігін арттырып, жаңартылатын энергия көздерін интеграциялауға мүмкіндік береді. Жаңа материалдар мен технологиялар арқылы болашақта бұл элементтердің қолдану аясы кеңейе түседі.



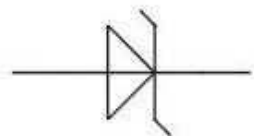
Общее обозначение (диоды
выпрямительные, универсальные,
импульсные и т.п.)



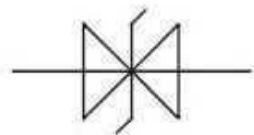
Стабилитрон односторонний



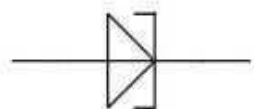
Стабилитрон двусторонний
(двуханодный стабилитрон)



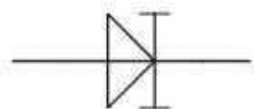
Ограничитель напряжения
односторонний



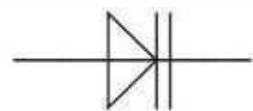
Ограничитель напряжения
двусторонний



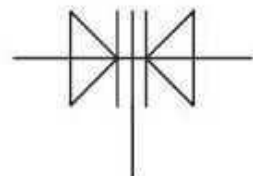
Диод туннельный



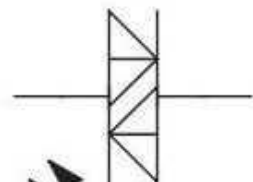
Диод обращенный



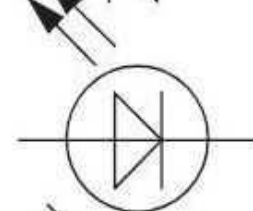
Варикап



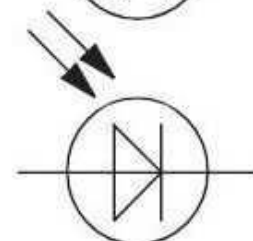
Варикапная сборка (два варикапа с
общим выводом катода)



Двунаправленный диод

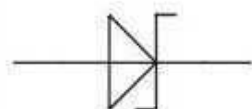


Светодиод

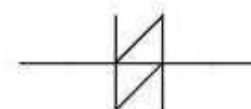


Фотодиод

Нестандартные обозначения



Диод Шоттки

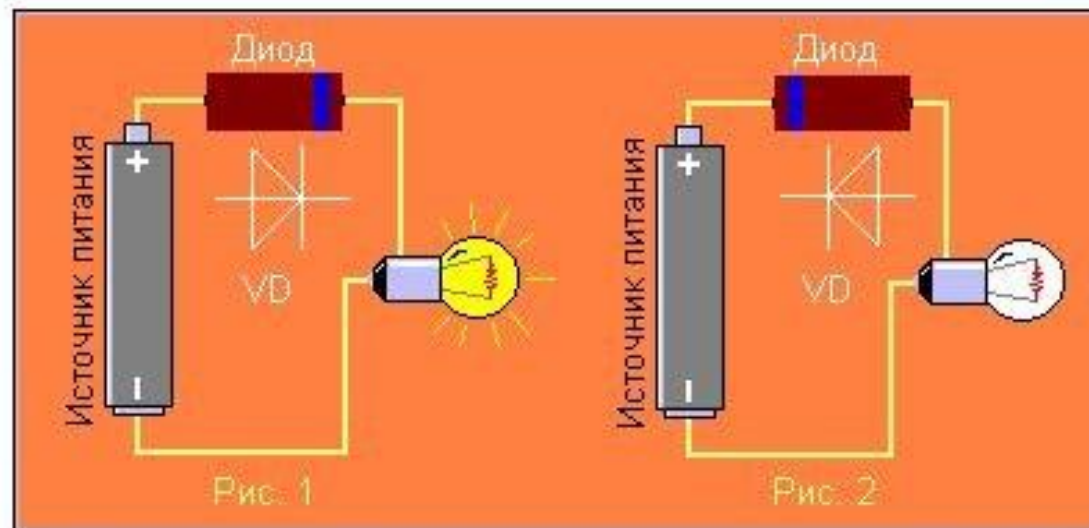
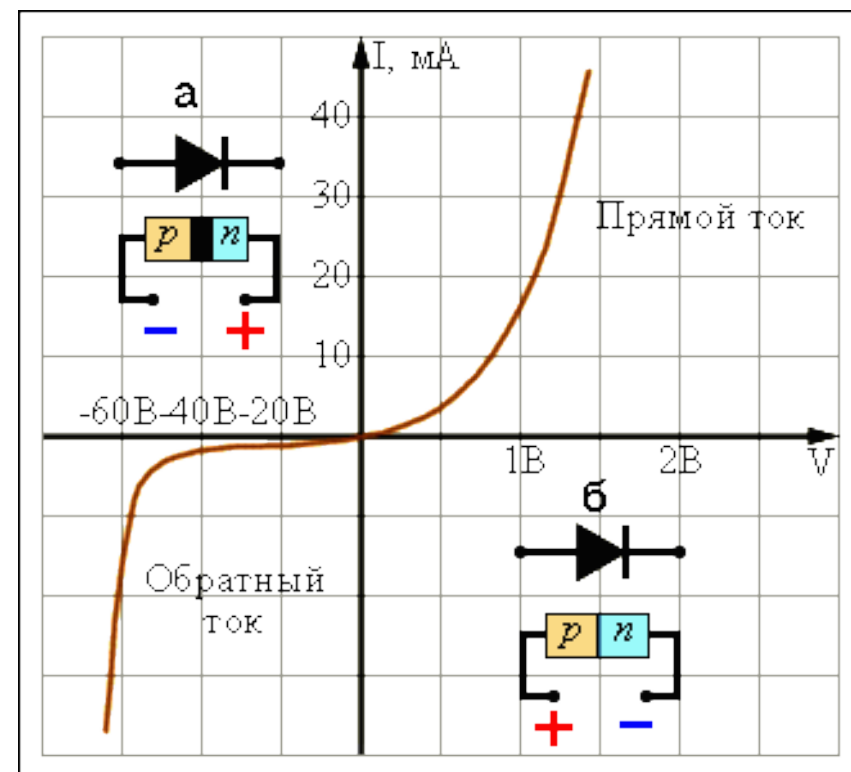
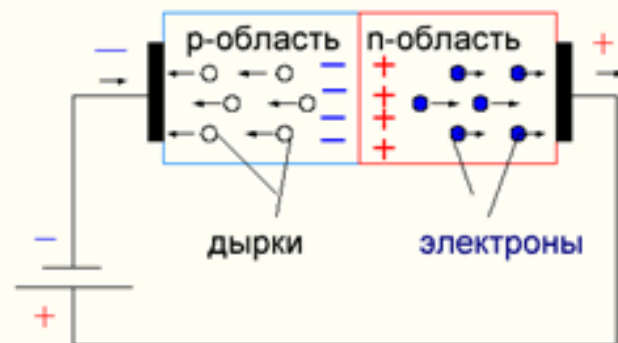
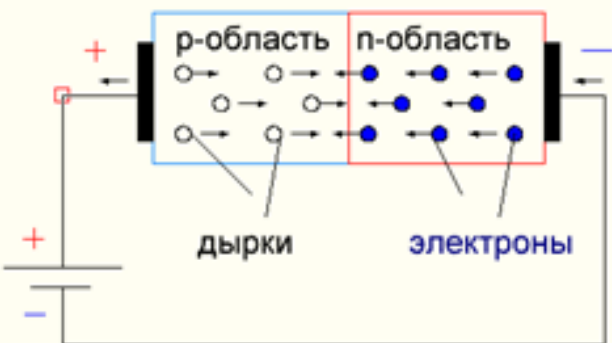


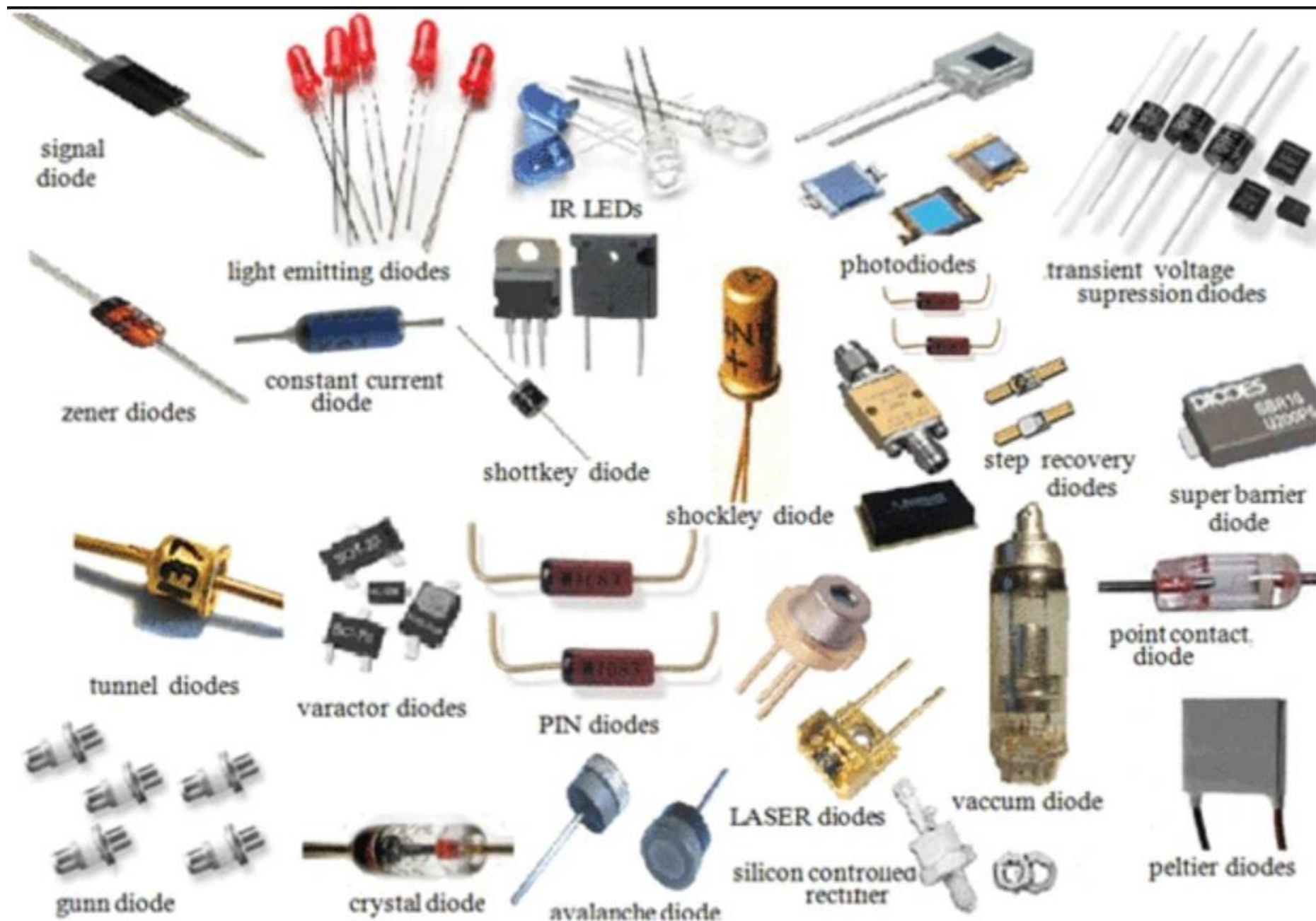
Двусторонний
ограничитель
напряжения

Полупроводниковый диод

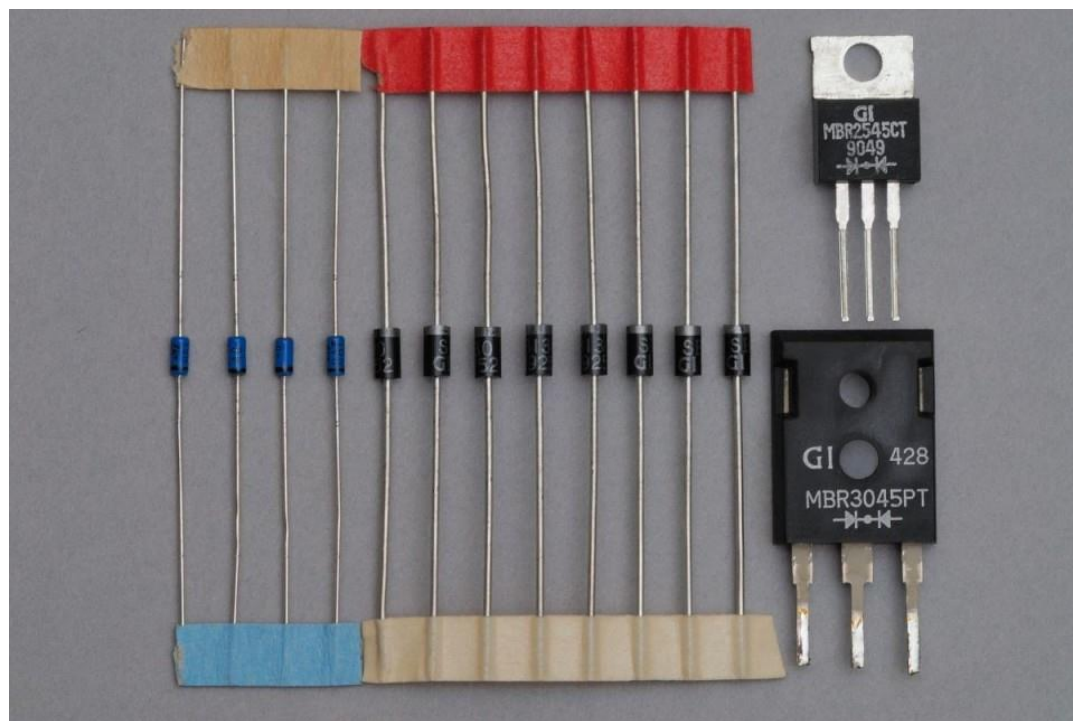
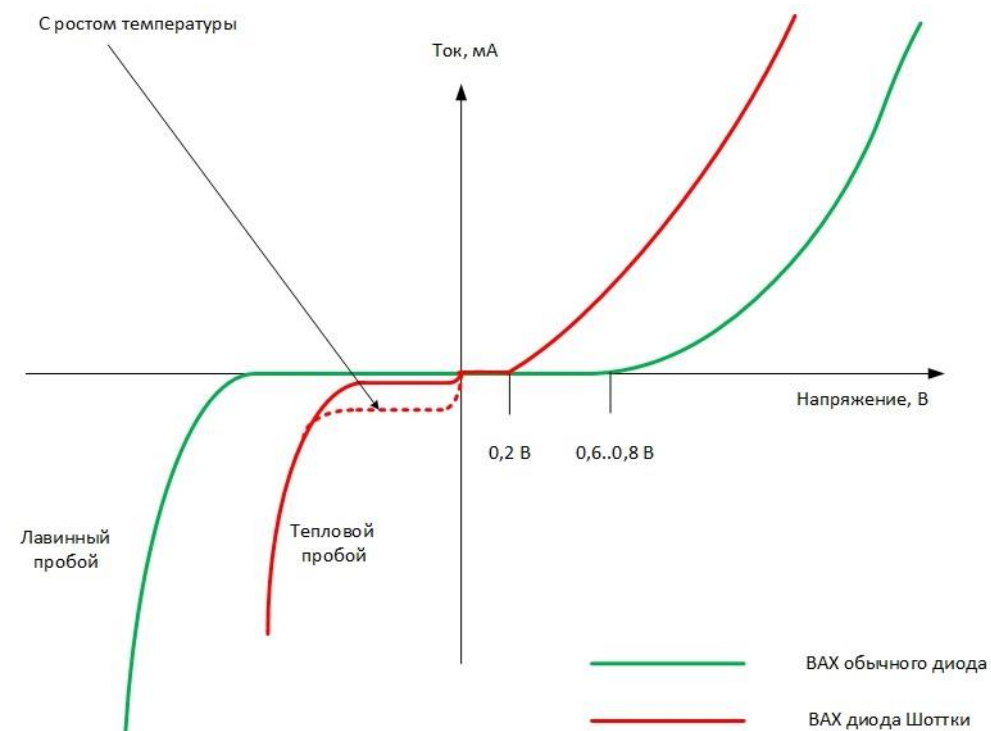
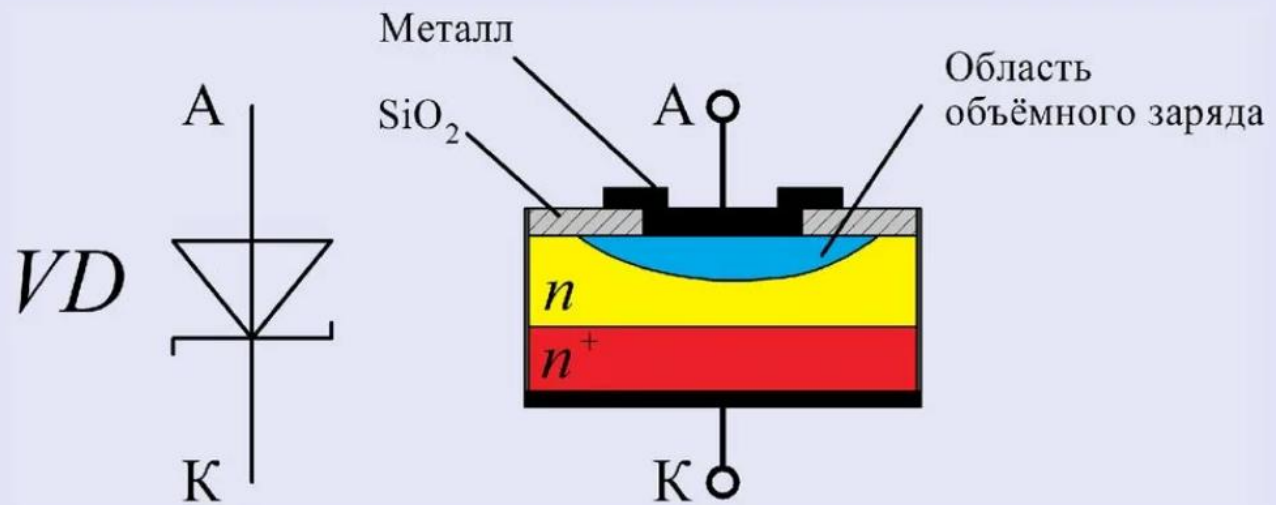
р-п переход включен в прямом направлении

р-п переход включен в обратном направлении





Types of Diode

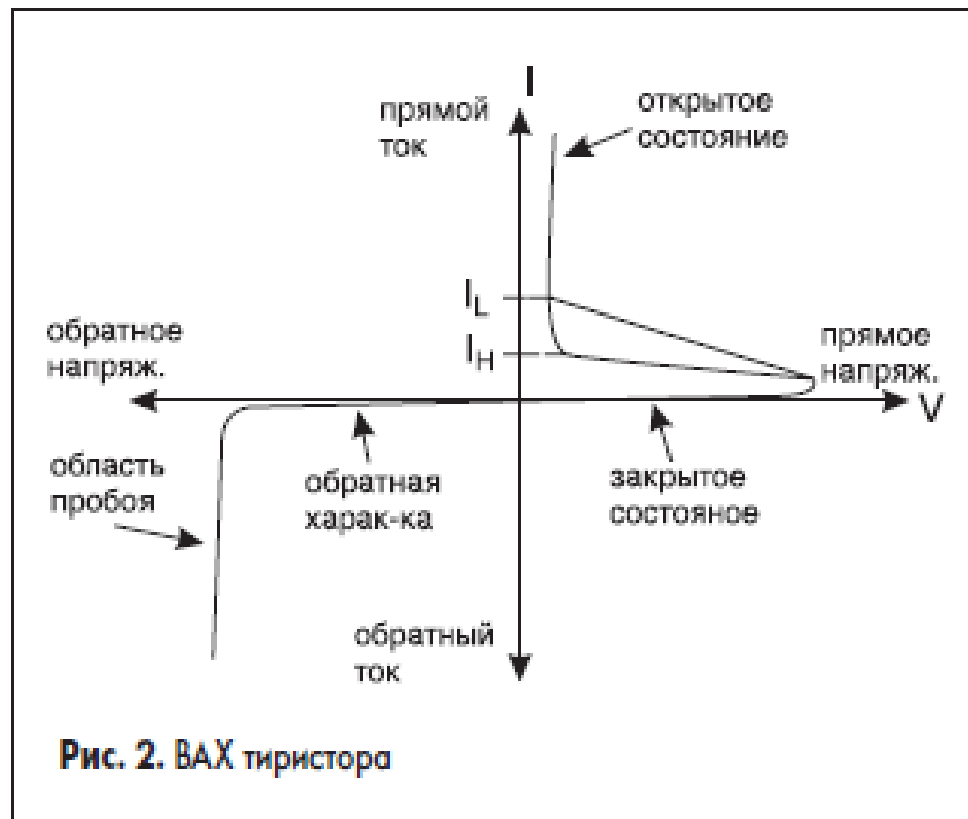
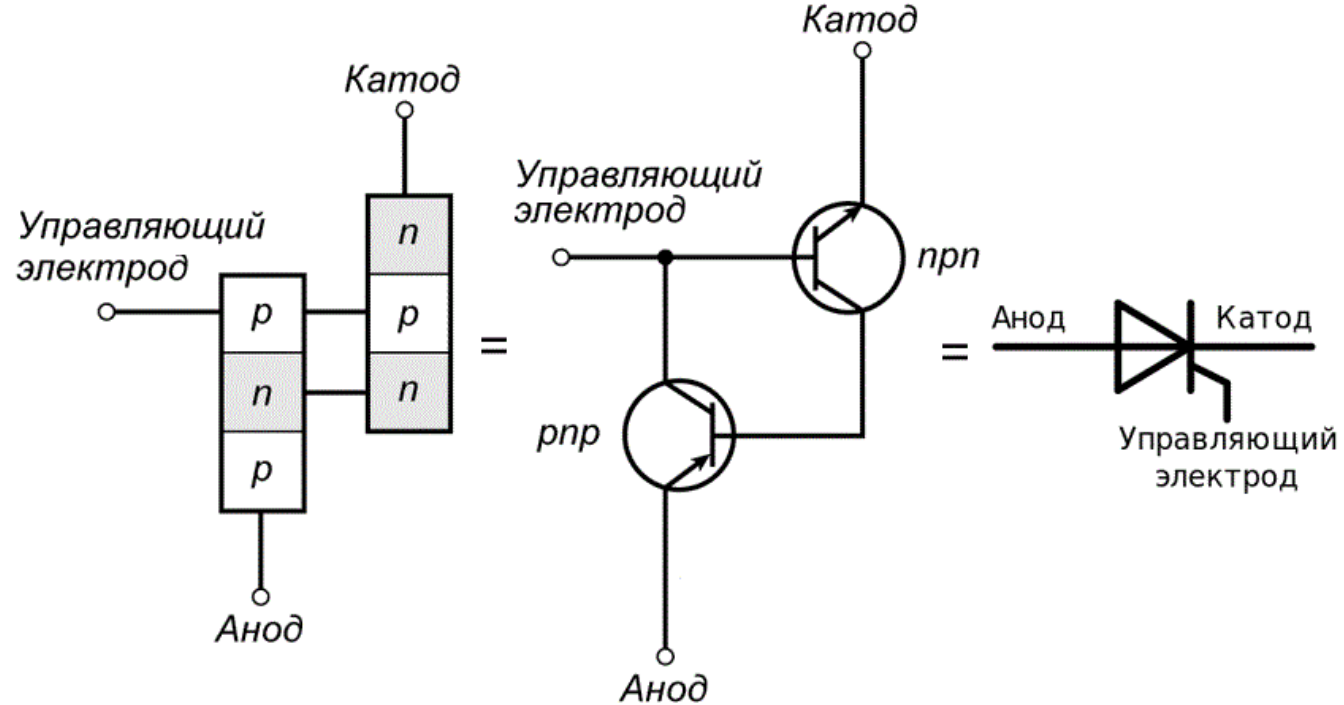


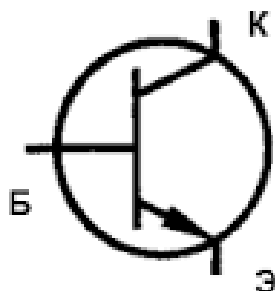
- SCR (Кремний басқарылатын түзеткіш):**

- SCR тоқты бір бағытта өткізеді.
- Ол тек сыртқы басқару сигналының (Gate электродындағы) әсерімен қосылады.
- Қосылғаннан кейін ток үздіксіз жалғасады, егер сыртқы кернеу болмаса немесе ток нөлге жетсе, ток тоқтайды.

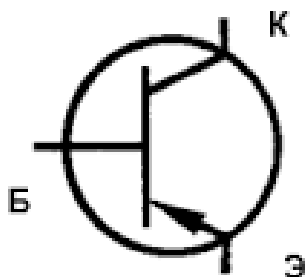
- GTO (Қақпа арқылы өшірілетін тиристор):**

- GTO тоқты басқару сигналының көмегімен тоқтатуға қабілетті.
- Бұл SCR-ға қарағанда артықшылық береді, себебі ол тоқты кез келген уақытта өшіруге мүмкіндік береді.

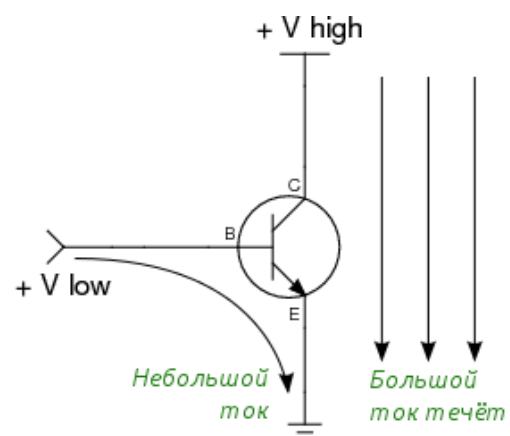
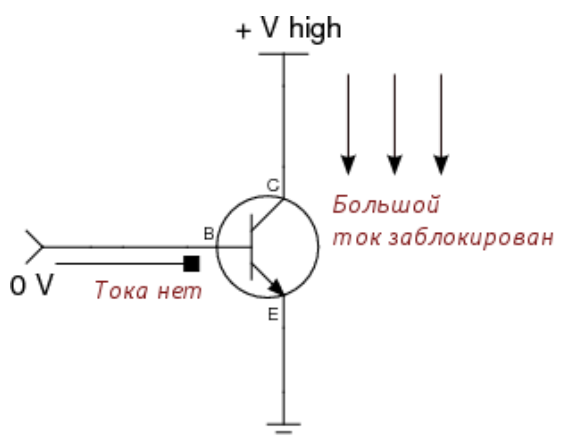
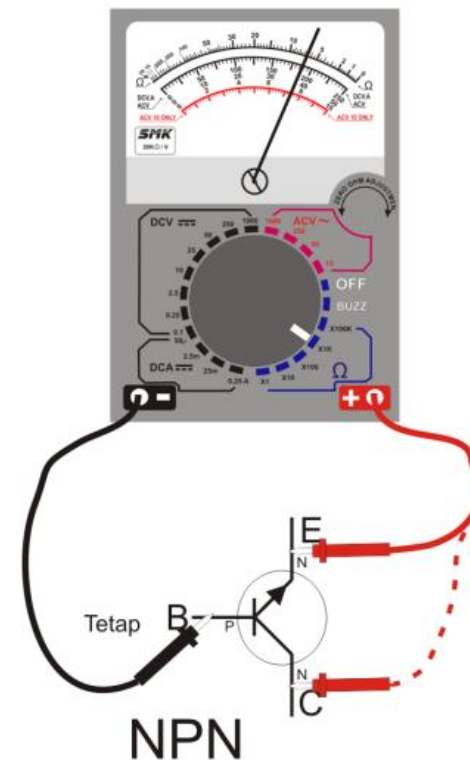
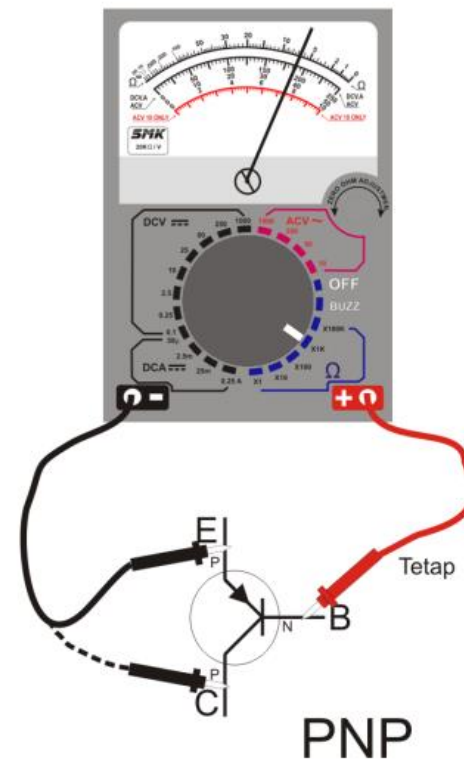




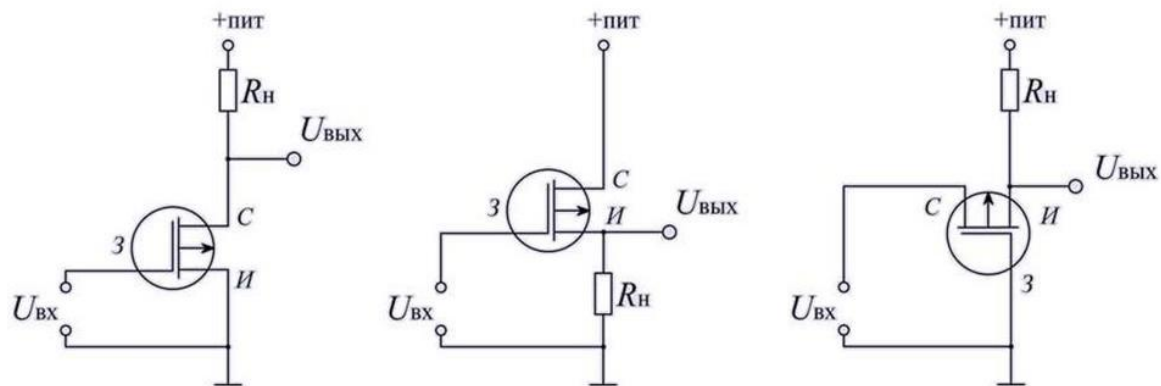
Биполярный
NPN-транзистор



Биполярный PNP-
транзистор



Варианты включения полевого транзистора



а) Общий исток

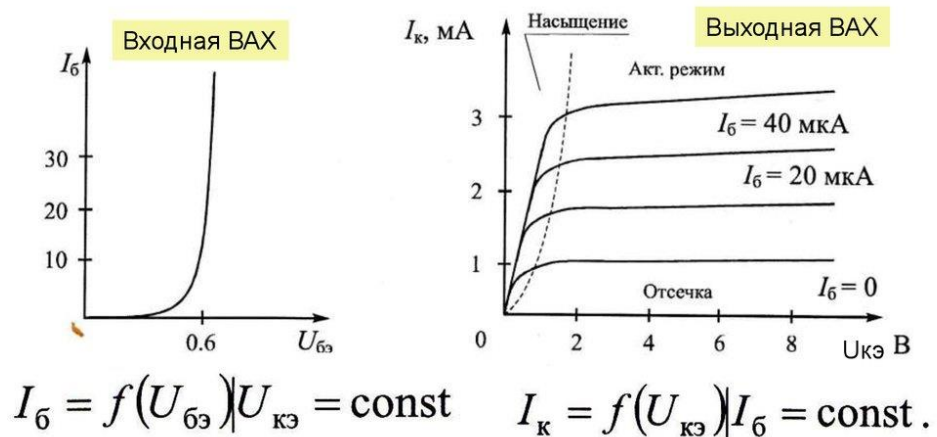
б) Общий сток

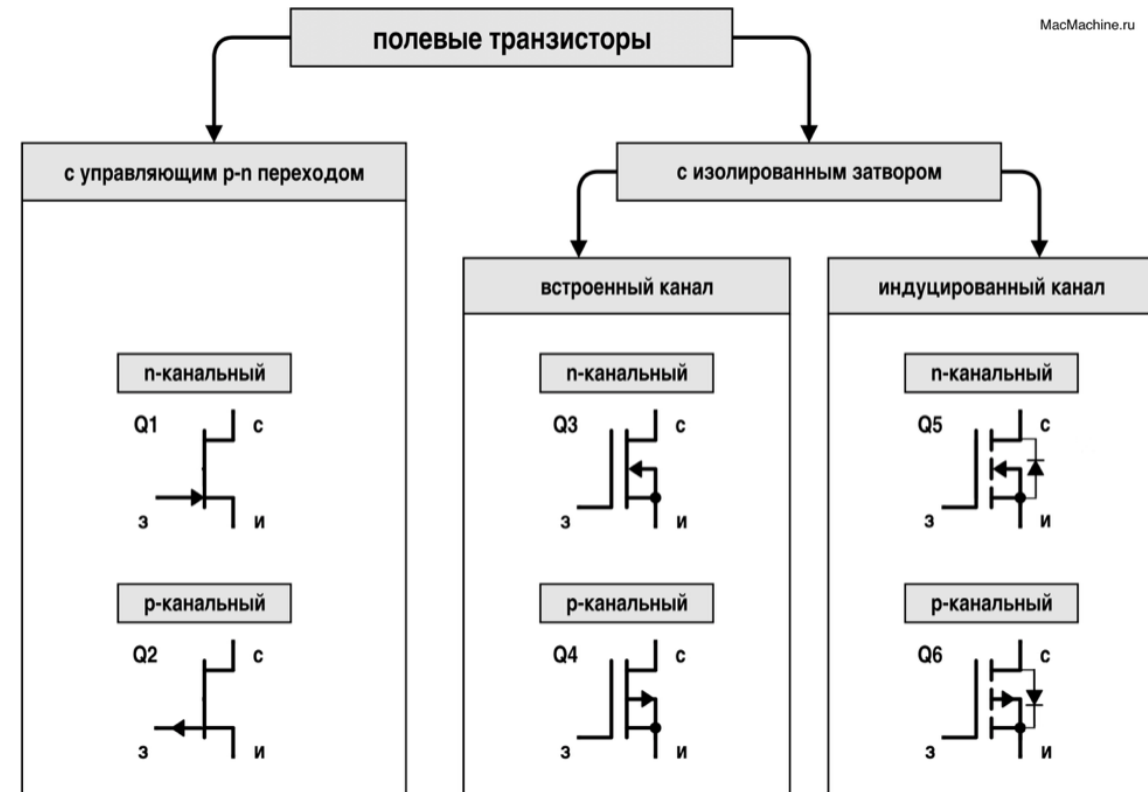
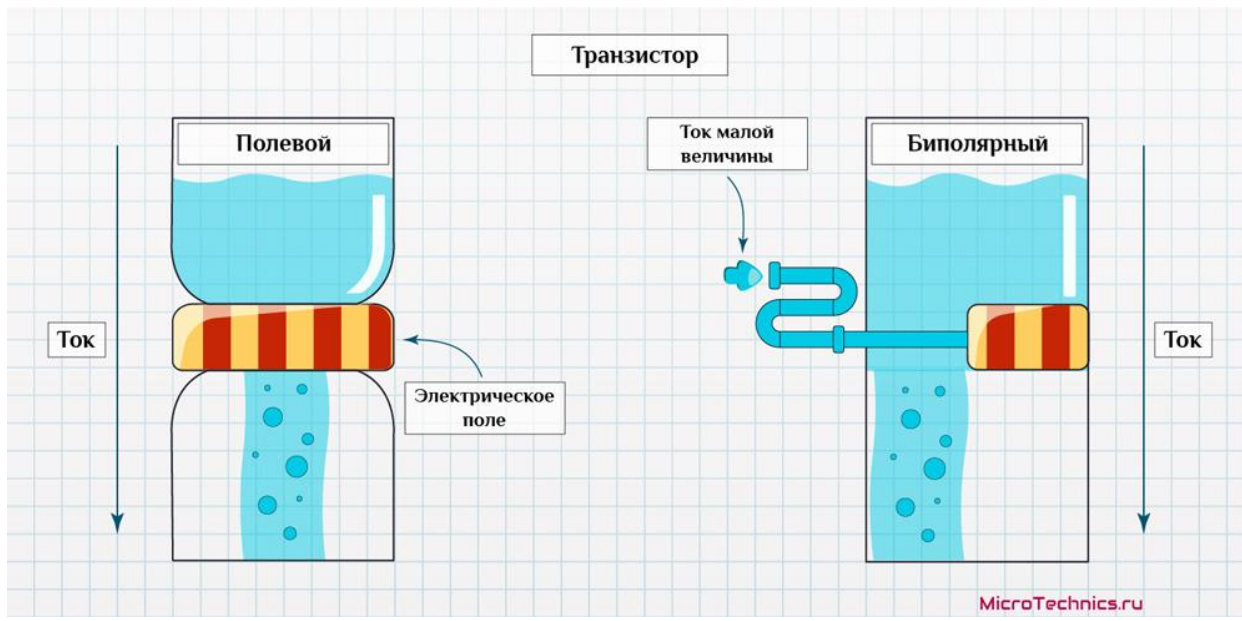
в) Общий затвор

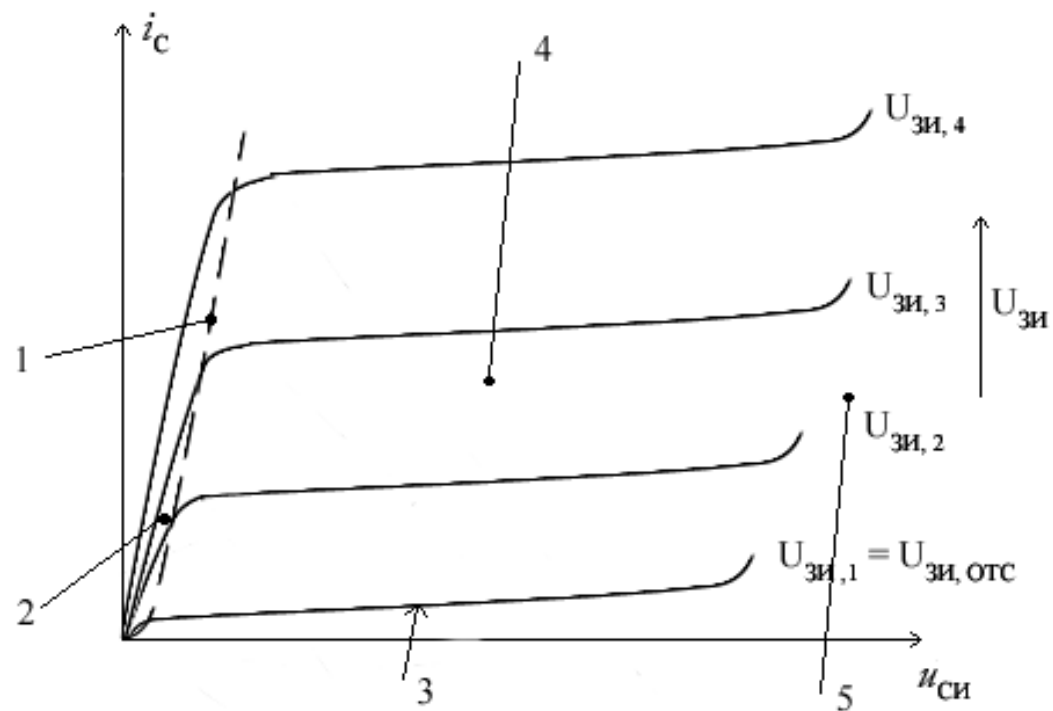
ТИПЫ КОРПУСОВ ТРАНЗИСТОРОВ



Вольтамперные характеристики биполярных транзисторов







1 - линия начала насыщения, 2 - омическая область,
3 - область отсечки, 4 - область насыщения,
5 - область пробоя

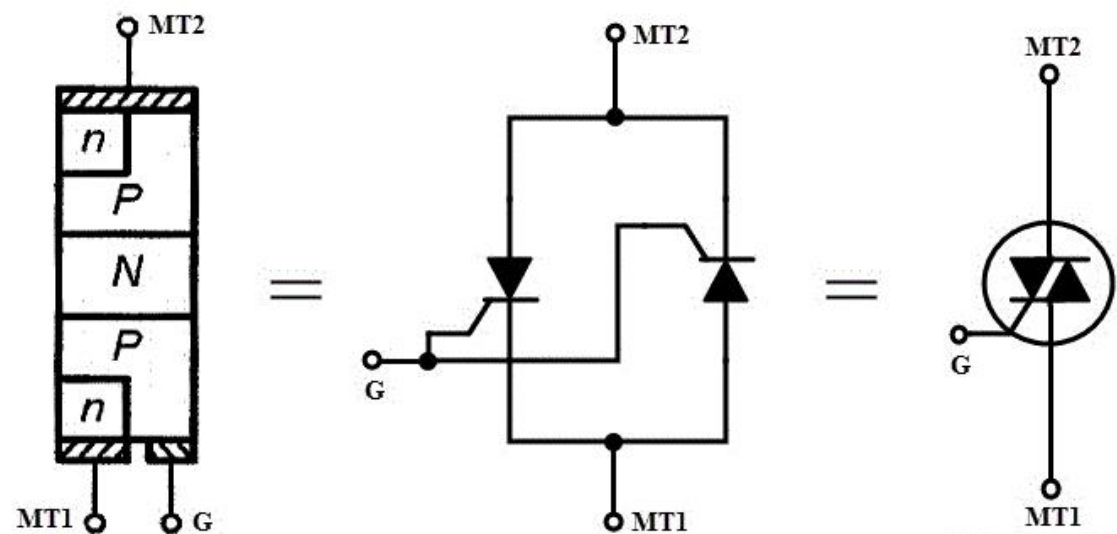
а)

Корпуса для сквозного монтажа



Корпуса для поверхностного монтажа





V_{DRM} – максимальное напряжение при прямом включении (D – direct, прямой)
 V_{RRM} – максимальное напряжение при обратном включении (R – reverse, обратный)
 I_{DRM} – максимальный ток при прямом включении
 I_{RRM} – максимальный ток при обратном включении
 I_H – ток удержания (Hold – держать, удерживать)



1. Диодтар: Айнымалы тоқты тұрақты токқа түрлендіру (түзеткіш диодтар)

Қолдану саласы:

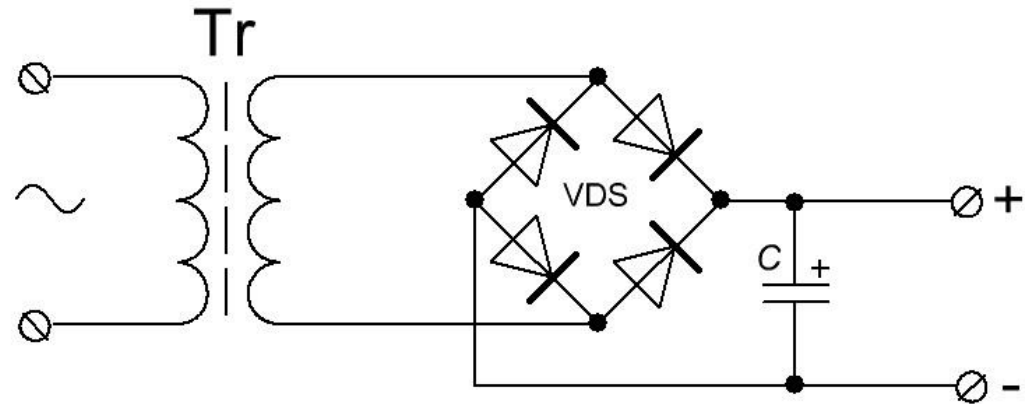
- Телефон зарядтағыштары
- Компьютерлердің қуат блоктары
- Автомобиль генераторлары

Мысал: Телефонды зарядтау құрылғысы.

Зарядтау құрылғысы айнымалы тоқты (220 В) тұрақты токқа (5 В) түрлендіреді. Бұл түрлендіру кезінде түзеткіш диод қолданылады. Диод айнымалы токтың тек бір бағытын өткізіп, тұрақты ток алуға мүмкіндік береді.

Жұмыс принципі:

- Айнымалы токтың оң жарты толқынында диод ток өткізеді (алға бағытталған кернеу).
- Теріс жарты толқынында диод ток өткізбейді (кері кернеу).
- Нәтижесінде тек оң жарты толқындар өтіп, айнымалы ток тұрақты токқа айналады.



2. Тиристорлар: Жарықтандыруды басқару (диммерлер)

Қолдану саласы:

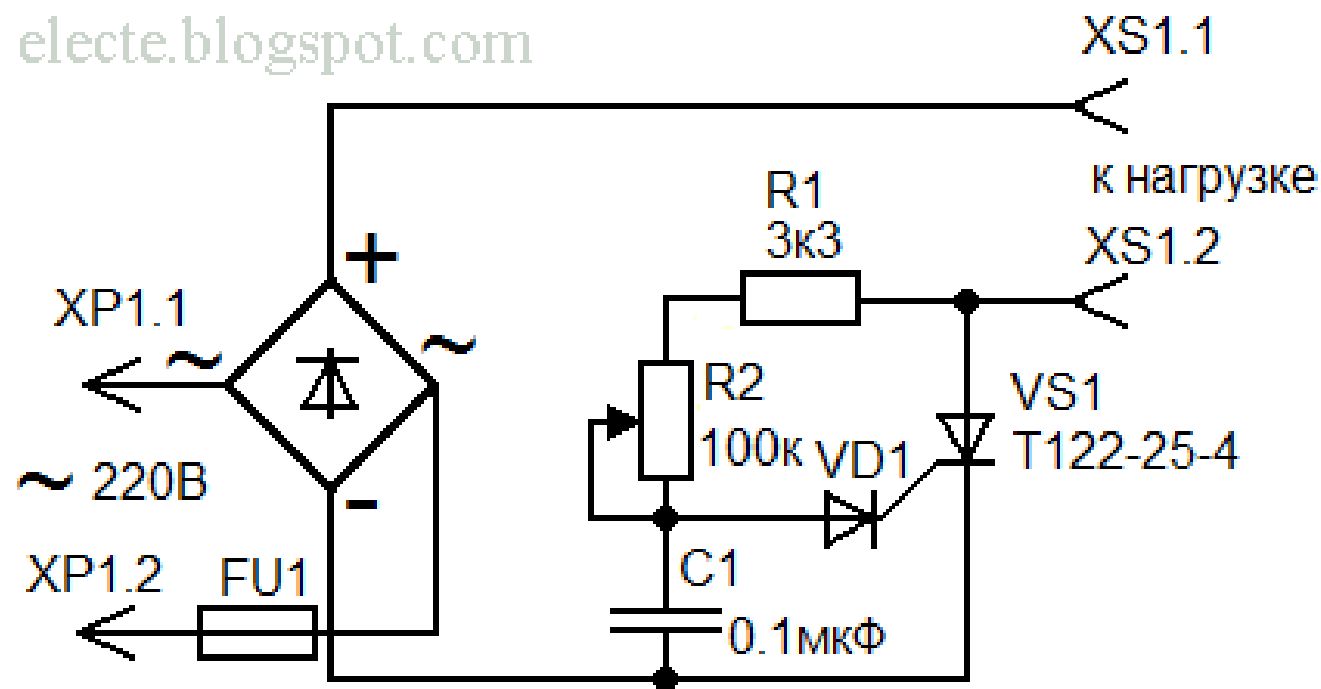
- Жарықтың жарықтығын реттейтін диммерлер
- Электр жылытқыштарының қуатын басқару
- Айнымалы ток қозғалтқыштарын басқару

Мысал: Бөлмедегі жарықтың жарықтығын басқару үшін қолданылатын диммер.

Диммер тиристор арқылы электр тогын басқарады, нәтижесінде шамның жарықтығы өзгереді.

Жұмыс принципі:

- Тиристор электр тогын тек басқару сигналы берілген кезде өткізеді.
- Диммерде басқару сигналының фазасы өзгертіліп, токтың өту уақыты қысқарады немесе ұлғаяды. Бұл жарықтың жарықтығына әсер етеді.



3. MOSFET: Электромобильдердегі қозғалтқыштарды басқару

Қолдану саласы:

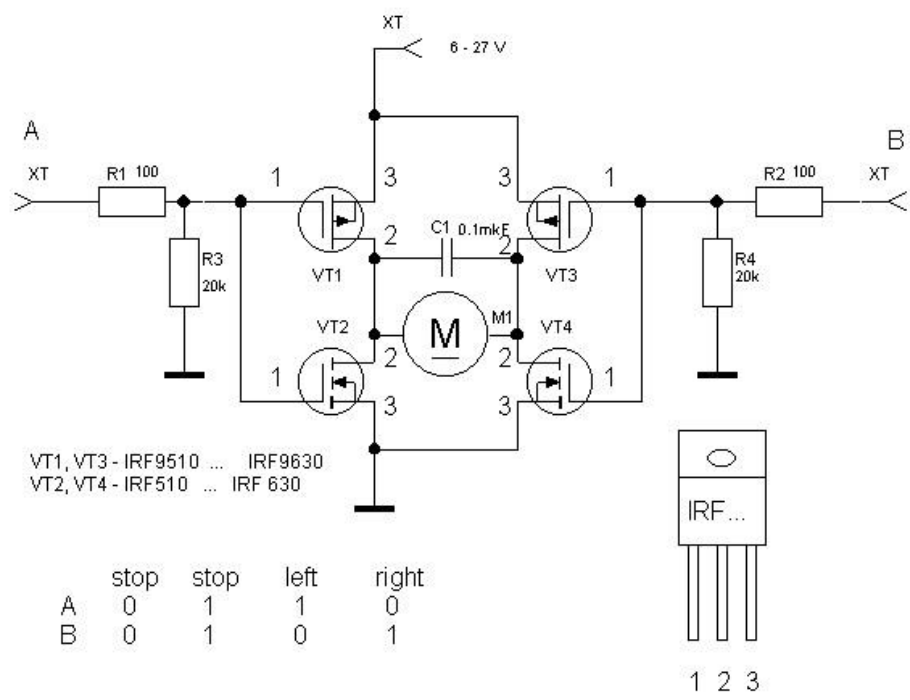
- Электромобильдер
- Желдеткіштерді жылдамдық бойынша басқару
- Қуатты түрлендіргіштер

Мысал: Электромобильдің қозғалтқышын басқару.

MOSFET электромобильдің қозғалтқышына қажетті қуатты қамтамасыз етеді. Оның жылдам қосылып-өшірілуі қуатты тиімді басқаруға мүмкіндік береді.

Жұмыс принципі:

- MOSFET-ке қақпа (gate) арқылы кернеу берілгенде, арна ашылады және ток өтеді.
- Токтың мөлшері gate кернеуімен реттеледі. Бұл қозғалтқыштың жылдамдығы мен қуатын басқаруға мүмкіндік береді.



4. IGBT: Жел энергиясын электр энергиясына түрлендіру

Қолдану саласы:

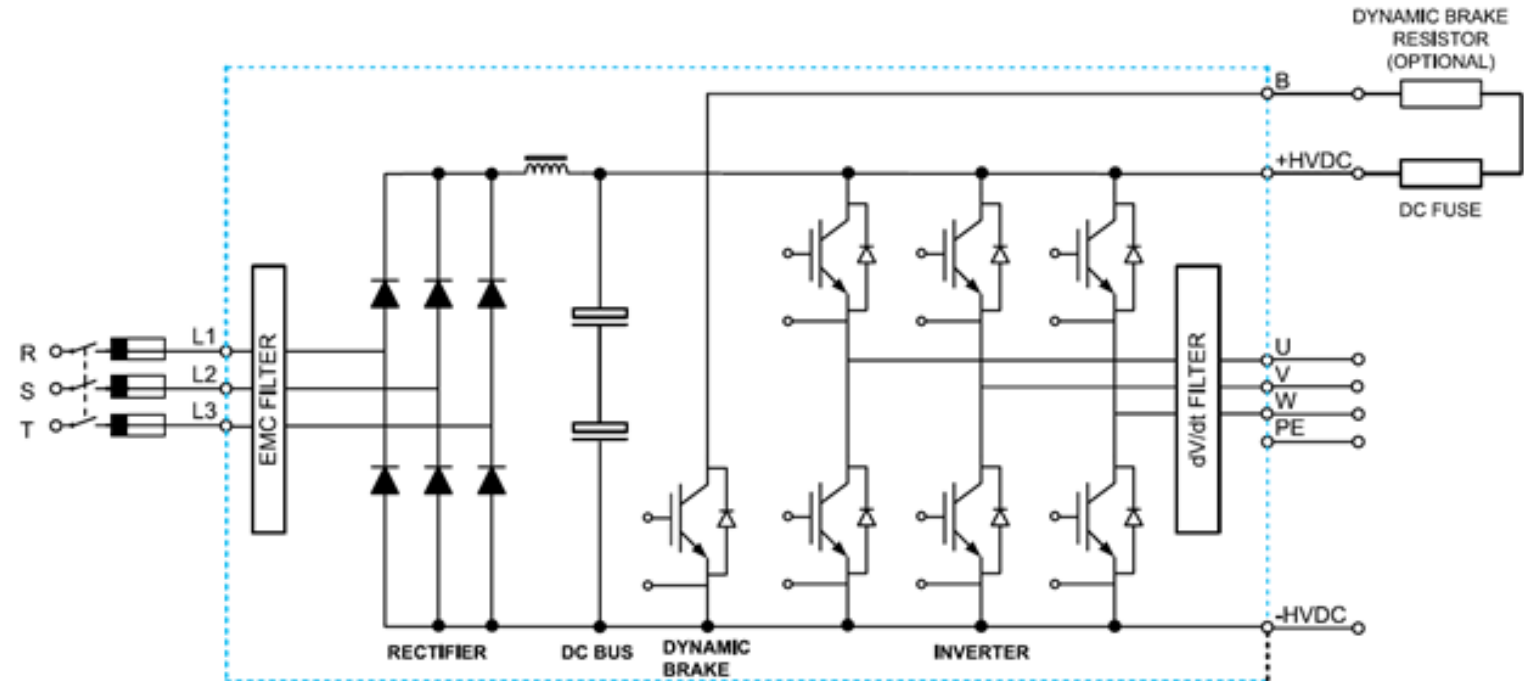
- Жел турбиналары
- Күн панельдері
- Өнеркәсіптік электр қондырғылары

Мысал: Жел турбиналарындағы инвертор.

Жел турбиналары айнымалы токты өндіреді, бірақ оны тұрақты токқа түрлендіріп, кейін қайтадан айнымалы токқа (қажетті жиілікте) ауыстыру керек. Бұл процесте IGBT қолданылады.

Жұмыс принципі:

- IGBT басқару сигналы арқылы токты қосып-өшіруге қабілетті.
- Ол токтың жоғары қуатын төмен қуатпен басқаруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде, турбинадан алынған энергия желіге тиімді түрде жеткізіледі.



5. Симисторлар: Үйдегі электр құрылғыларын басқару

Қолдану саласы:

- Электр плиталары
- Қыздырғыштар
- Желдеткіштер

Мысал: Электр плитасының температурасын басқару.

Симистор электр плитасының жылуын реттеу үшін қолданылады. Ол айнымалы токтың екі жарты толқынында да жұмыс істей алады.

Жұмыс принципі:

- Симистор белгілі бір басқару сигналы берілген кезде ток өткізеді.
- Басқару сигналы токтың өткен уақытына әсер етеді, нәтижесінде құрылғының қуаты реттеледі.

