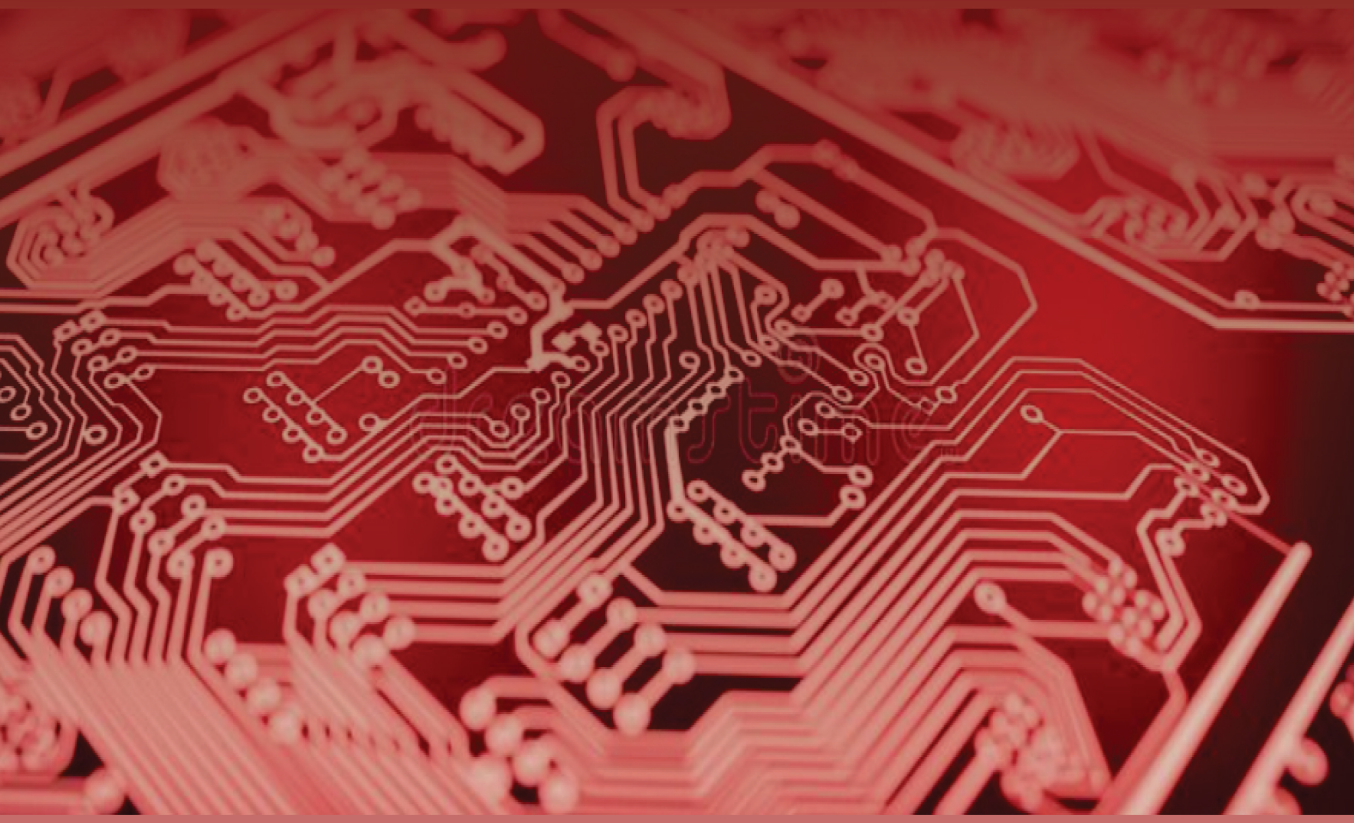
Natasha Bozhinovska

Sofia Temkova

# ELEKTRONIKA

## për vitin II (e dytë)

### Drejtimi i elektroteknikës/sektori i elektroteknikës



**Profili arsimor/kualifikimi**
**Elektroteknik - energjetikë**

**Natasha Bozhinovska,**
**Sofia Temkova**

# ELEKTRONIKA

Për vitin **II** (e dytë)

## Profili arsimor/kualifikimi
**Elektroteknik - energjetikë**

**drejtimi i elektroteknikës**
**sektori i elektroteknikës**

**ELEKTRONIKA**
Për vitin II (e dytë)
**Profili arsimor/kualifikimi**
Elektroteknik - energjetikë
drejtimi i elektroteknikës
sektori i elektroteknikës

**Autore**:
Natasha Bozhinovska
Sofia Temkova

**Recensentë**:
Fadil Ajredini
Toni Panov
Nikolla Deçev

**Ilustruese:**
Natasha Bozhinovska

**Titulli origjinal:**
**ЕЛЕКТРОНИКА**
учебник за II година
образовен профил/квалификација: Електротехничар – енергетичар
Наташа Божиновска
Софија Темкова

**Redaktor:** Refail Sulejmani

**Përkthyer nga gjuha maqedonase**:
Refail Sulejmani

**Redaktor profesional në gjuhën shqipe**:
Riza Etemi

**Lektor**:
Refail Sulejmani

**Botues:**
Ministria e Arsimit dhe Shkencës e Republikës së Maqedonisë së Veriut
rr. "Shën Kirili dhe Metodi" nr. 54 1000 Shkup.

**Rregullimi grafik-teknik:**
Vlladimir Mlladenovski – ARS STUDIO

**Vendi dhe viti i botimit:** Shkup, 2023

Me vendimin për lejimin e tekstit shkollor Elektronika për vitin e dytë profesioni/sektori i elektroteknikës, profili/kualifikimi i elektroteknikës – i energjetikës nr. 26-643/1, të datës 28.03.2023, miratuar nga Komisioni kombëtar i teksteve shkollore.

**PARATHËNIE**

Teksti shkollor **ELEKTRONIKA** për **vitin II (e dytë)** është rezultat i ndryshimeve në programet mësimore në kuadër të projektit për modernizimin e arsimit teknik. Përmbajtja e tekstit është përafruar me programin mësimor për lëndën **ELEKTRONIKA** për **vitin II (e dytë)** të arsimit, nga profesioni i elektroteknikës/sektori i energjetikës, për profilin/kualifikimin arsimor **Elektroteknik – energjetikë**, nga viti 2019. Gjatë përgatitjes së tekstit është përdorur doracaku "**Koncepti për përgatitjen e tekstit shkollor**" i nxjerrë nga Byroja për zhvillimin e arsimit dhe "**Koncepti për modernizimin e arsimit teknik**".

Për të përvetësuar me sukses përmbajtjet mësimore të këtij teksti shkollor kërkohet njohuri paraprake të lëndëve fizikë, matematikë, elektroteknikë, materiale elektroteknike dhe komunikim teknik. Për nga përmbajtja, teksti është konceptuar në tri tërësi: pjesa teorike, detyrat numerike dhe ushtrimet laboratorike.

Sipas planit mësimor pjesa teorike e tekstit ndahet në **6 njësi modulare**.

1. **Elementet në elektronikën e fuqisë.** Në fillim jepet klasifikimi i elementeve elektronike, simbolet grafike të tyre, pamja reale, shënimi i diodave gjysmëpërçuese, transistorëve unipolarë dhe bipolarë, tiristorëve, termistorëve, elementeve fotoelektrike dhe qarqeve të integruara. Shpjegohet edhe metoda e leximit të skemave elektronike dhe të dhënave të katalogut për elementet elektronike.

2. **Diodat**. Në fillim shpjegohet polarizimi i diodave dhe karakteristikat e tyre rrymë-tension. Aplikimi i diodës si ndërprerës, vetia stabilizuese e diodës Zener, dioda LED dhe fotodioda janë pjesë e përmbajtjes së kësaj njësie modulare. Është demonstruar realizimi i qarqeve të diodës: orientues, kufizues, stabilizues dhe qarqe logjike, duke kontrolluar funksionalitetin e elementeve në qarkun e diodës.

3. **Transistorët**. Ky modul shpjegon krijimin e transistorëve bipolarë dhe unipolarë duke përdorur kalimin PN, karakteristikat dhe parametrat e tyre, metodën e polarizimit dhe rolin e tyre si ndërprerës dhe përforcues.

4. **Tiristorët**. Shpjegohet parimi i funksionimit të tiristorëve, llojet e tiristorëve, karakteristikat e rrymës-tensionit dhe ngacmimi. Gjithashtu analizohet aplikimi i tiristorëve në elektroenergjetikë.

5. **Termistorët dhe elementet specifike elektronike**. Ky modul shpjegon parimin e punës së termistorëve dhe elementeve të veçanta elektronike fotorezistorë,

fototransistorë, fotogjeneratorë dhe varistorë. Aplikimi i termistorëve dhe elementeve të veçanta elektronike, si dhe analiza dhe ekzaminimi i qarqeve elektrike të tyre janë pjesë e përmbajtjes në këtë njësi modulare.

6. **Qarqet dhe pajisjet elektronike**. Në këtë modul shpjegohen llojet e qarqeve dhe pajisjeve elektronike në sektorin e energjisë dhe analizohen skemat e lidhjes së tyre. Gjithashtu është paraqitur aplikimi i qarqeve dhe pajisjeve elektronike në projekte për sisteme alarmi, sisteme video vrojtimi, si dhe lidhja e tyre në sistemet e sigurisë. Shpjegohet gjithashtu procedura për konfigurimin e softuerit për sistemet e sigurisë.

Rezultatet e të nxënit arrihen duke zhvilluar përmbajtje të përshtatshme që i përshtaten moshës së nxënësve dhe aftësive të tyre psikofizike. Në secilin modul ka përmbledhje që nxjerrin në pah momentet më të rëndësishme të çështjes së paraqitur më parë, kurse në fund ka pyetje për përcaktimin tematik të së njëjtës.

Në pjesën e tekstit me detyra numerike jepen shembuj dhe detyra të zgjidhura për t'u zgjidhur duke analizuar problemin dhe duke sintetizuar bazat e fituara teorike.

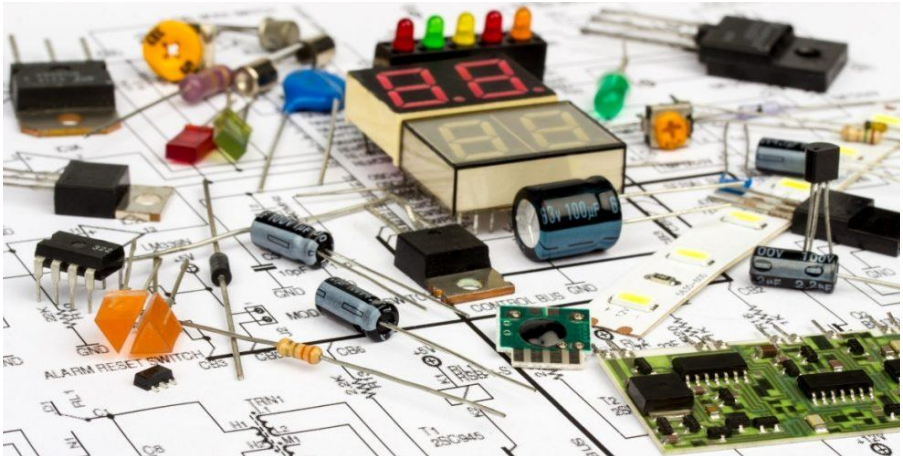
Në paraqitjen e përmbajtjes përdoren veprime të thjeshtuara matematikore dhe numër i madh i figurave dhe paraqitjeve grafike, të cilat duhet të mundësojnë përvetësim më të lehtë të materialit. Është marrë parasysh futja graduale e të përcaktimeve të reja, pyetjet dhe detyrat e kontrollit të njohurive, duke plotësuar kështu drejtimet e nevojshme didaktike.

Ushtrimet laboratorike lejojnë ekzaminimin dhe zbatimin praktik të skemave reale nga përmbajtja e moduleve.

Autorët shpresojnë se teksti shkollor do t'u përgjigjet nevojave të mësimdhënësve për mësimin lëndor si dhe nevojave të nxënësve për përvetësimin dhe përcaktimin e materialit.

Nga autoret

# NJËSIA MODULARE 1
# ELEMENTE NË ELEKTRONIKËN ENERGJETIKE



Duke mësuar përmbajtjen e kësaj njësie modulare, nxënësi do të fitojë njohuri themelore për komponentët elektronikë dhe do të jetë në gjendje:

- të klasifikojë elementet elektronike për aplikim në energjetikë;
- të njohë elementet elektronike të energjetikës bazuar në pamjen e tyre reale;
- të shpjegojë dallimet ndërmjet lidhjeve të elementeve;
- të lexojë skemat elektronike;
- të njohë simbolet grafike të elementeve elektronike të energjetikës;
- të vizatojë simbolet grafike të elementeve elektronike të energetikës;
- të lexojë të dhënat e katalogut për elementet elektronike të energjetikës.

## HYRJE

Elektronika është shkencë që merret me emetimin e elektroneve nga atomi, me sjelljen dhe efektet e tyre, si dhe me qarqet elektronike.

Elektronika mbulon një gamë jashtëzakonisht të gjerë të teknologjisë. Termi fillimisht u përdor për të studiuar sjelljen dhe lëvizjen e elektroneve në tubat elektronikë. Ky term mori kuptim më të gjerë me avancimin e njohurive për natyrën e elektroneve dhe mënyrën në të cilën lëvizja e këtyre grimcave mund të shfrytëzohet. Sot, shumë disiplina shkencore dhe teknike merren me aspekte të ndryshme të elektronikës. Kërkimet çuan në zhvillimin e elementeve kryesore elektronike si transistorët, qarqet e integruara, lazerët dhe fibrat optike.

Sot mund të pretendojmë me siguri se jemi bashkëkohës të një "revolucioni elektronik", i cili është po aq i rëndësishëm sa ishte revolucioni industrial në shekullin XIX. Ky emër përdoret për shkak të madhësisë dhe shtrirjes së ndryshimeve të shkaktuara nga zhvillimi i shpejtë i elektronikës – te njerëzit, në shtëpi, në vendin e punës, në arsim, jetëgjatësi, mënyrën e lindjes dhe vdekjes. Gjithashtu, për shkak të shpejtësisë me të cilën elektronika pushtoi botën, megjithëse ndikimi i saj më i madh ishte në hark kohor prej 40 vitesh. Gjithsesi, arsyeja më e rëndësishme e emërtimit "revolucion" është se sapo të fillojë, nuk mund të ndalet.

Çdo vit ne jemi të impresionuar nga numri në rritje i inovacioneve teknologjike që janë kryesisht rezultat i zhvillimit intensiv të komponentëve elektronikë. Megjithatë, zhvillimi i këtyre "mrekullive" është modest në raport me atë që pritet në të ardhmen nga prodhimi i komponentëve dhe qarqeve elektronike.

Teknologjia e prodhimit të komponentëve elektronikë vazhdon në drejtim të zvogëlimit të përmasave të tyre, deri në nivelin e molekulës, të ashtuquajtur elektronikë molekulare. Përveç rritjes së shkallës së integrimit, pra numrit të komponentëve në çip, gjithashtu është e rëndësishme të rritet shpejtësia e punës së tyre. Gjithsesi, kjo nënkupton zëvendësimin e materialeve ekzistuese me materiale të tjera, të reja, kështu që parimi i funksionimit të tyre do të jetë i ndryshëm.

# 1.1 KLASIFIKIMI I ELEMENTEVE ELEKTRONIKE

Elementet elektronike ndahen në dy grupe themelore: pasive dhe aktive.

**Elementet** pasive janë elementet që nuk kërkojnë energji nga burimi njëkahësh elektrik për të kryer funksionin e tyre.

**Elementet** aktivë janë elementet që për të kryer funksionin e tyre duhet të kenë furnizim me energji nga burimi njëkahësh.

Figura 1.1 tregon elementet bazë elektronike pasive dhe aktive.

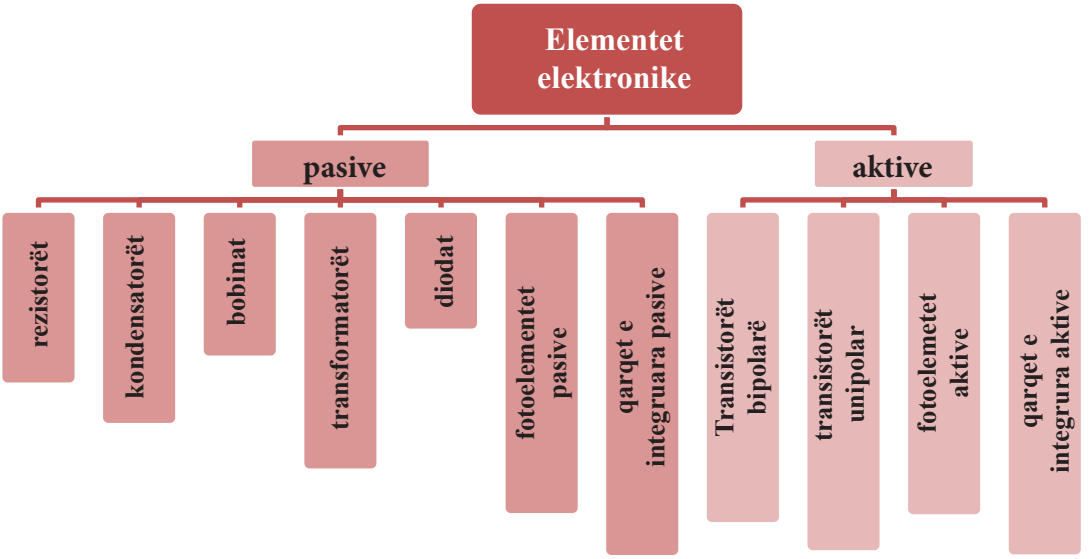



Figura 1.1: Klasifikimi i komponentëve elektronikë

Çdo komponent elektronik duhet të ketë lidhëse që e **lidhin** atë me komponentët e tjerë në qarkun elektrik. Në varësi të llojit të lidhjeve elektrike, komponentët elektronikë ndahen në: komponentë me priza dhe komponentë për montim në sipërfaqe (SMD). Dallimi midis këtyre dy llojeve mund të shihet në figurën 1.2.

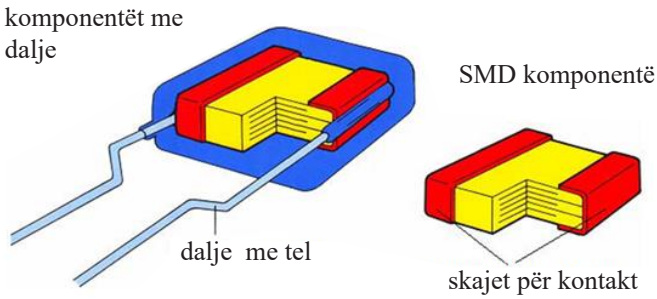



Figura 1.2: Kondensator qeramik me dalje dhe në performancë SMD

**Shtëpizat** e elementeve elektronike janë të nevojshme për t'i mbrojtur ato nga ndikimet e jashtme (lagështia, temperatura, dëmtimet mekanike). Përveç kësaj, shtëpizat bëhen në atë mënyrë që mundësojnë lidhjen e komponentit me pjesën tjetër të elementeve në qarkun elektronik. Për elementet me dalje lloji i tyre përcaktohet nga pamja (forma) e shtëpizës. Tek elementet SMD kjo nuk është e mundur, sepse ato kanë vetëm dy forma: paralelopiped dhe cilindër.

**Elementet elektronike gjysmëpërçuese në energjetikë** quhen edhe ventila energjetike gjysmëpërçuese. Ata kanë të paktën dy lidhëse ose priza, me të cilat lidhen në qarkun elektronik. Ka disa lloje: diodë, transistor bipolar, transistor MOSFET, tirisitor, etj.

Të gjithë këto elemente konsiderohen si ndërprerës, prandaj është e nevojshme të krahasohen karakteristikat e ndërprerësit ideal dhe real.

Karakteristikat e ndërprerësit ideal:

1. Rryma elektrike përmes ndërprerësit në gjendje të shkyçur është zero.
2. Tensioni elektrik i ndërprerësit në gjendjen e kyçur është zero.
3. Koha e kalimit (koha e tranzicionit) nga gjendja e kyçur në atë të çkyçur është zero.
4. Fuqia që zhvillohet (shpërndahet) në ndërprerës është 0, pra nuk ka humbje gjatë kalimit nga një gjendje në tjetrën.

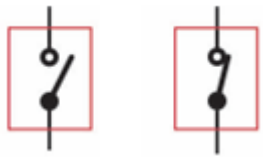



Figura 1.3: Një ndërprerës ideal

Karakteristikat e ndërprerësit real:

1. Në gjendjen e kyçur ka rënie të tensionit prej 1 deri në 2 V.
2. Ndodh shpërndarja e fuqisë, pra ka humbje gjatë kalimit nga një gjendje në tjetrën.
3. Ngrohja ndodh në frekuenca të larta komutimi (kalimi nga një gjendje në tjetrën).

## 1.2 DIODAT

Diodat bëhen nga materiale gjysmëpërçuese, zakonisht silic. Ato janë kombinim i silicit të llojit P dhe silicit të llojit N. Dioda ka dy kontakte (dalje): **anoda (A)** dhe **katoda (K).** Mund të gjendet në dy gjendje: polarizim direkt (përçon) dhe polarizim invers (nuk përçon), në varësi të potencialit të aplikuar në lidhëset e diodës. Puna e saj përshkruhet si më poshtë:

- ➢ Dioda përçon vetëm në një drejtim.
- ➢ Gjendja e kyçur e diodës varet nga tensioni në skajet e saj.

**Dioda drejtuese** në energjetikë ka strukturë PIN, ndryshe nga dioda drejtuese në elektronikë e cila ka strukturë PN. Në strukturën PIN, I tregon një shtresë gjysmëpërçuese të brendshme, e cila përdoret për tensione më të larta gjatë polarizimit të kundërt. Por kjo shtresë krijon rezistencë të konsiderueshme në gjatë polarizimit të drejtpërdrejtë të diodës, kështu që dioda energjetike kërkon ftohje për shkak të fuqisë së madhe të disipacionit (shpërndarjes së lartë të ngorhjes).

Kontaktet e diodës drejtuese janë shënuar në simbolin, figura 1.4. Dioda përçon vetëm në një drejtim, nga anoda në katodë.

Kontakti i  i katodës zakonisht shënohet me unazë. Vëmendje duhet t'i kushtohet drejtimit të lidhjes së diodës në skemat elektrike.

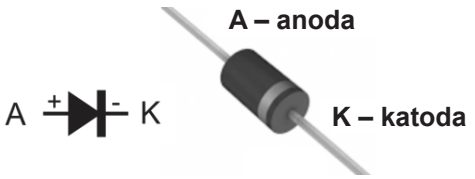



Figura 1.4: Simboli grafik dhe lidhjet e diodës drejtuese

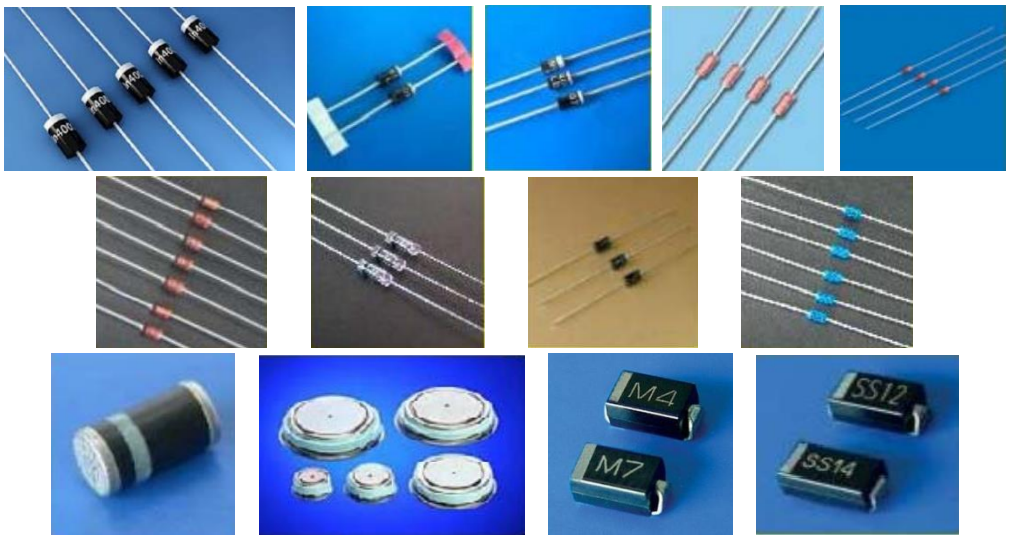



Figura 1.5: Llojet e ndryshme të diodave drejtuese

**Dioda Zener** është diodë silic me kontakte sipërfaqësore të destinuar për stabilizimin e tensionit njëkahësh elektrik. Për shkak të rritjes së përqindjes së papastërtive në zonat N dhe P, ka karakteristika më të mira në tensione inverse, ku është zona e punës. Për këto dioda karakteristike është Tensioni Zener, i cili i gjithashtu është i printuar në shtëpizën e tyre.

Kontaktet e diodës Zener janë shënuar në simbolin, figura 1.6. Diodat Zener lidhen në seri me rezistencë, në mënyrë që të kufizojnë rrymën elektrike që rrjedh nëpër to. Parametrat e tyre karakteristikë janë tensioni i shpimit dhe shpërndarja maksimale e fuqisë.


Figura 1.6: Simboli grafik dhe lidhjet e diodës Zener

Ashtu si te dioda drejtuese, katoda është e shënuar me unazë.

Figura 1.7: Lloje të ndryshme të diodave Zener

**Dioda kapacitive (varikap ose varaktor)** është diodë, kapaciteti i së cilës ndryshon me ndryshimin e tensionit në skajet e saj, domethënë sillet si kondensator i ndryshueshëm. Kjo arrihet duke ndryshuar strukturën e kalimit PN, ku ai sillet si dielektrik (jopërçues).

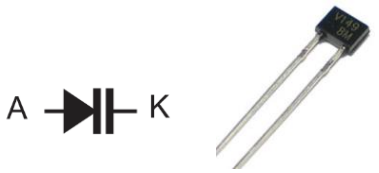



Figura 1.8: Simboli grafik dhe pamja reale e diodës varikap

**Dioda Shotki (Schottky)** fitohet duke formuar një kontakt midis një metali (alumini) dhe materiali gjysmëpërçues të llojit N. Ky bashkim lejon që rryma të rrjedhë në drejtim, nga anoda metalike në katodën gjysmëpërçuese. Në drejtim të kundërt dioda sillet si qark i hapur (i ndërprerë).

Në simbolin në figurën 1.9 janë shënuar kontaktet e diodës Shotki. Ajo karakterizohet nga një rënie e vogël e tensionit, nga 0,3 deri në 0,5 V.

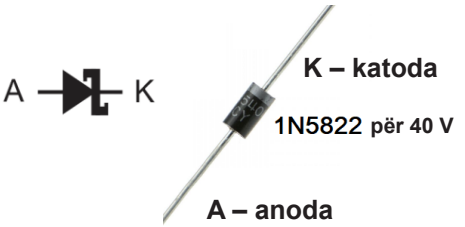



Figura 1.9: Simboli grafik dhe lidhjet e diodës Shotki

Ashtu si në diodën orientuesin, edhe në diodën Shotki më shpesh shënohet kontakti i katodës me unazë, sepse duhet pasur kujdes për drejtimin e lidhjes së diodës në skemat elektrike.

Figura 1.10: Lloje të ndryshme të diodave Shotki

Dioda **LED** (**L**ight **E**mitting **D**iode) punon në të kundërt të fotodiodës, domethënë rrymën elektrike që përçohet përmes saj e shndëron në dritë.
Intensiteti i dritës që do të lëshojë dioda është në proporcion të drejtë me intensitetin e e rrymës elektrike nëpër diodë.

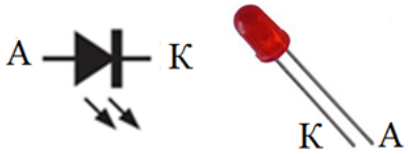



Figura 1.11: Simboli grafik dhe kontaktet e diodës LED

Kontaktet e diodës LED, të shënuar në simbolin në figurën 1.11, janë me gjatësi të ndryshme, për shkak të dallimit të tyre kur lidhen me elemente të tjera në qark elektrik. Kontakti më i gjatë i diodës LED është gjithmonë anoda.

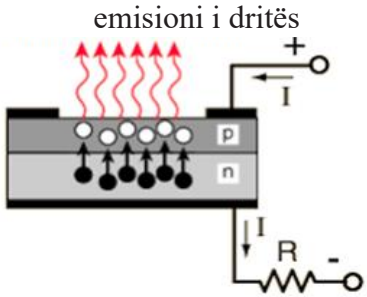



Figura 1.12: Struktura e diodës LED

Dioda LED, si dhe fotodiodat, përpunohen nga materiali gjysmëpërçues – arsenid galium. Shumë shpesh hasen në praktikë, përdoren në numër të madh ekranesh dhe instrumentesh laboratorike. Ato prodhohen në ngjyra të ndryshme.

Figura 1.13: Lloje të ndryshme të diodave LED

Dioda LED që krijojnë dritë koherente me spektër shumë të ngushtë quhen. **diodat Lazer**. Ato përdoren në sistemet e komunikimit optik dhe në CD player.

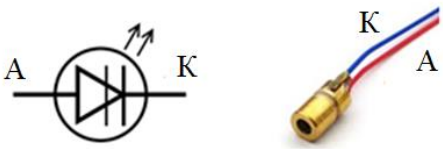



Figura 1.14: Simboli grafik dhe kontaktet e diodës lazer

Figura 1.15: Lloje të ndryshme të diodave lazer

Disa lloje të diodave lazer kanë tri kontakte, por njëri nuk përdoret. Kur lidhet me elemente të tjera në qark elektrik, **anoda** lidhet me potencial pozitiv, kurse **katoda** me potencial negativ, gjegjësisht tokëzohet.

**Dioda tunel** ka efekt tuneli përmes barierës së saj të kalimit pn, i cili arrihet duke rritur përqindjen e papastërtive. Kjo diodë karakterizohet nga zona e rezistencës negative, ku me rritjen e tensionit, rryma përmes diodës zvogëlohet.

Kontaktet e diodës tunel janë shënuar në simbolin në figurën 1.16.


Figura 1.16: Simboli grafik dhe kontaktet e diodës tunel

Dioda tunel karakterizohet nga shpejtësia e madhe, e cila shkakton kalimin e saj më të shpejtë nga një gjendje në tjetrën.

## MOS HARRO SE..!

- **Të gjitha elementet elektronike në energjetikë përdoren si ndërprerës.**
- **Dioda drejtuese përcjell rrymë elektrike vetëm në një drejtim, nga anoda kah katoda.**
- **Dioda Zener përdoret si stabilizues i tensionit njëkahësh elektrik.**
- **Dioda kapacitive sillet si kondensator i ndryshueshëm me ndryshimin e tensionit të lidhur nëpër skajet e saj.**
- **Dioda Shotki lejon që rryma të rrjedhë në drejtim, nga anoda metalike në katodën gjysmëpërçuese.**
- **Për diodën tunel më e rëndësishme është se rritja e tensionit në skajet e tij zvogëlon rrymën përmes tij.**
- **Dioda LED konverton rrymën elektrike që kalon nëpër të në energji drite.**

# 1.3 TRANSISTORËT

Termi transistor është formuar nga fjalët angleze TRANSferresISTOR, ose në përkthim "rezistencë kalimtare" ose rezistencë që mund të komandohet. Ndryshe nga diodat, transistorët janë komponentë elektronikë me tri kontakte. Ekzistojnë dy grupe transistorë: transistorë bipolarë (BJT) dhe **transistorë me efekt në fushë** (FET-Field Effect Transistor) ose transistorë unipolarë. Transistorët unipolarë kanë përmasa më të vogla dhe proces prodhimi më të thjeshtë se ata bipolarë, kështu që ata përdoren shpesh në praktikë.

## 1.3.1 TRANSISTORËT BIPOLARË

**Transistorët bipolarë** (**B**JT-**B**ipolar **J**unction **T**ransistor) kanë dy kalime-pn, tri kontakte dhe zakonisht janë prej silici. Në varësi të llojit të gjysmëpërçuesit, ekzistojnë dy lloje të transistorëve bipolarë – NPN dhe PNP, Figura 1.17.

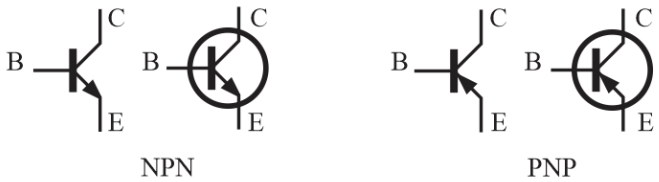



Figura 1.17: Simbolet grafike për transistorët bipolarë

Kontaktet dalin nga tri zona të transistorit:

1. Zona e transistorit nga e cila krijohen bartësit e elektricitetit, quhet **emiter** (E);
2. Zona në të cilën futen (injektohen) bartësit e elektricitetit, quhet **bazë** (B);
3. Zona në të cilën bartësit e elektricitetit vijnë përmes bazës, quhet **kolektor** (C).

Sa i përket strukturës së transistorëve bipolarë të përdorur në elektronikë, kolektori dhe emiteri janë në të njëjtën anë të komponentit. Emiterii dhe kolektori, në strukturën

e transistorëve bipolarë të cilët përdoren në energjetikë, janë të vendosur në anët e kundërta të komponentit, në mënyrë që t'i lejojnë ata të punojnë në tensione më të larta.

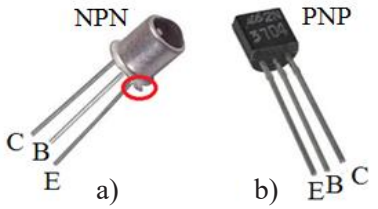



Figura 1.18: Kontaltet e transistorit me a) shtëpizë metalike; b) shtëpizë plastike të prerë

Te transistorët bipolarë me **shtëpizë metalike** (figura 1.18a), kontaktet (pinat) vendosen në mënyrë rrethore. Për lloj NPN më afër shenjës së shtëpizës është emiteri, pastaj baza, pastaj kolektori. Por, në llojin PNP kontaktet janë në renditje të kundërt. Sidoqoftë, jo të gjitha llojet kanë konfigurim standard të pinit, kështu që për lidhjen e duhur është e nevojshme të konsultoheni me listën e specifikimeve për transistorin e zgjedhur.

Te transistorët bipolarë me **shtëpizë plastike të prerë** (figura 1.18 b) kontakete e emiterit (E) dhe kolektorit (C) te transistorët NPN dhe NPN janë në pozicionin e kundërt. Lidhja e saktë e transistorit me elementet e tjera në qarkun elektrik është shumë e rëndësishme për funksionimin korrekt të tij dhe funksionimin e qarkut.

Karakteristika kryesore e transistorit bipolar është përforcimi, domethënë sinjali nga hyrja e transistorit përforcohet në daljen e transistorit.

Figura 1.19: Llojet e ndryshme të transistorëve bipolarë

## 1.3.2 TRANSISTORËT UNIPOLARË

Ekzistojnë dy lloje të transistorëve me efekt fushe: **FET me bashkim (JFETJunction FET)** dhe **MOSFET** (**M**etal-**O**xide **S**emiconductor **FET**).

**Transistorët FET me bashkim** (JFET-Junction Field Effect Transistor) punojnë duke shellur tension në skajet e tij, i cili formon fushë elektrike në sipërfaqen e gjysmëpërçuesit. Rryma që rrjedh nëpër transistor formohet vetëm nga një lloj bartësi të ngarkesës, prandaj ata klasifikohen në grupin e transistorëve unipolarë.

Në varësi të llojit të materialit gjysmëpërçues për pllakën, ekzistojnë dy lloje të transistorëve JFET: me kanal N dhe me kanal P. Ata kanë tri kontalte **source (S), gejt (G)** dhe **drain (D),** që korrespondojnë me kontaltet e emiterit, bazës dhe kolektorit të transistorëve bipolarë, figura 1.20.

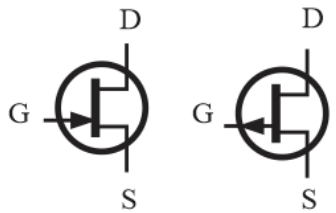



Figura 1.20: Simbolet grafike për JFET a) me kanal N; b) me kanal P

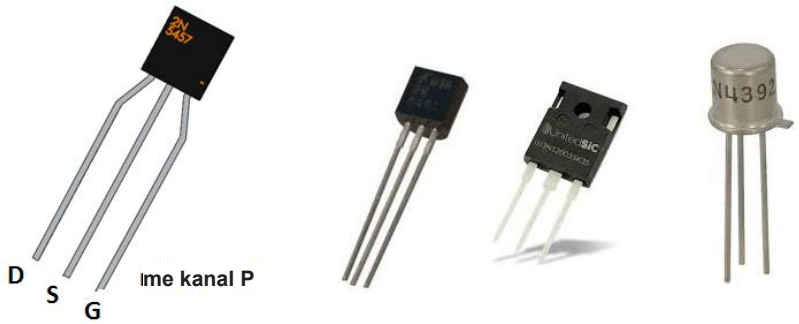



Figura 1.21: Lidhjet dhe llojet e JFET me kanal N

Ka ndryshime në kontatet e transistorit, në varësi të llojit të kanalit dhe llojit të transistorit. Prandaj, kur zgjidhet JFET i përshtatshëm dhe për lidhjen e saktë të tij në qark elektrik, është e nevojshme të lexohen specifikimet e dhëna nga prodhuesi.

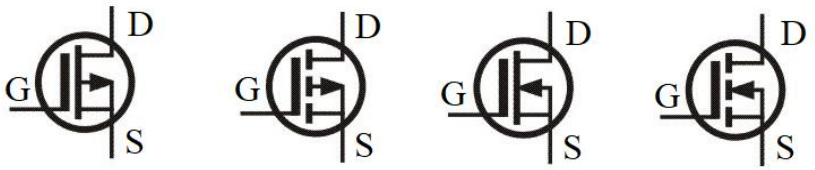
**Transistorët MOSFET** (Metal-Oxide Semicondubtor FET), ndryshe nga transistorët bipolarë, në të cilët në procesin e përcjelljes marrin pjesë dy lloje të bartësve të ngarkesës (elektrone dhe vrima), kanë vetëm një lloj bartësi të ngarkesës.

Avantazhi më i madh i transistorëve MOS është se ata janë komponente të kontrolluara nga tensioni, ndryshe nga transistorët bipolarë, të cilët kontrollohen nga rryma.

Transistorët MOS bëjnë pjesë në grupin e transistorëve me efekt fushe (FET – Field Effect Transistor), prandaj hasen edhe me emrin MOSFET.

Transistorët MOS kanë tri kontalte: source **(S), gejt (G)** dhe **drain (D),** që korrespondojnë me kontaktet e emiterit, bazës dhe kolektorit të transistorëve bipolarë.

Ekzistojnë dy lloje të transistorëve MOSFET: MOSFET me kanal të induktuar (kanal që krijoet gjatë polarizimit) dhe MOSFET me kanal të integruar (kanali i formuar gjatë procesit të prodhimit), Figura 1.22.




a) b) c) ç)

Figura 1.22: Simbolet e a) MOSFET me kanal të integruar të llojit P; b) MOSFET me kanal të induktuar i llojit P; c) MOSFET me kanal të llojit N të integruar; ç) MOSFET me kanal të induktuar të llojit N

Transistorët MOS në energjetikë (për tensione më të larta) kanë strukturë të ndryshme në krahasim me ata që përdoren për tensione të ulëta. Transistorët MOS në energjetikë kanë strukturë kanali vertikale, ku burimi dhe dalja janë në anët e kundërta të shtresës së silicit. Kjo e rrit aftësinë e transistorit për të punuar në tension të lartë.

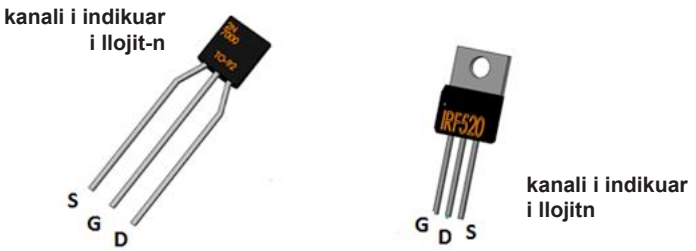



Figura 1.23: Kontaktet e transistorëve MOSFET

Në figurën 1.23 mund të shihet se shpërndarja e kontakteve (pinave) në dy lloje të ndryshme të transistorëve MOSFET, por për të njëjtin lloj – me kanal të llojit N

të induktuar, është i ndryshëm. Prandaj, kur zgjidhet një MOSFET përkatës dhe për lidhjen e tij të saktë në qark elektrik, është e nevojshme të lexohen specifikimet e dhëna nga prodhuesi.

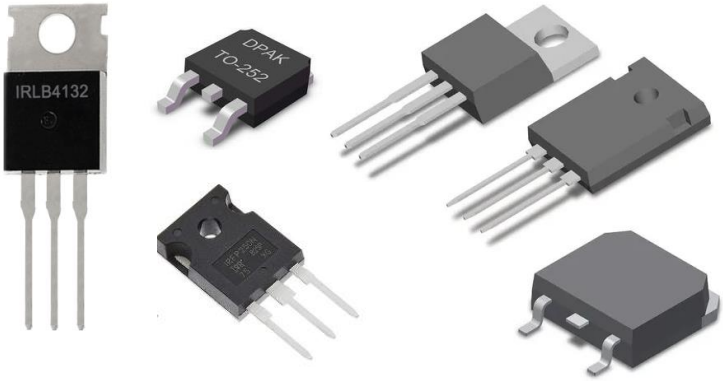



Figura 1.24: Llojet e ndryshme të transistorëve MOSFET

**Transistorët bipolarë me gejt të izoluar** (**IGBT**-**I**nsulated **G**ate **B**ipolar **T**ransistor) – kombinojnë avantazhet e transistorëve bipolarë (të bashuar) dhe transistorëve MOS. Transistorët IGBT kanë tri kontakte: **emiter (E), kolektor (C)** dhe **gejt (G),** që është elektroda komanduese, figura 1.25.

Transistori bipolar me gejt të izoluar komandohet nga tensioni i aplikuar në gejt. Ka rezistencë të lartë hyrëse si transistorët e e fuqishëm MOSFET, por humbje të ulëta të fuqisë si transistorët bipolarë. Këta transistorë i tejkalojnë pothuajse plotësisht transistorët BJT dhe MOS në aplikim, megjithatë, ata kanë mangësi të caktuar, që është rritja e kohës së shkyçjes kur punojnë si ndërprerës.

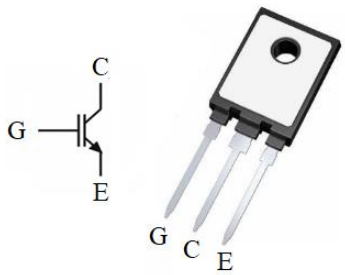



Figura 1.25: Simboli grafik dhe kontaktet e transistorit IGBT

Në figurën 1.25 tregohen gjithashtu kontaktet e IGBT transistori treal, por si edhe te MOSFET, për lidhjen e tij të saktë në qark elektrik është e nevojshme të lexohet specifikimi i dhënë nga prodhuesi.

Transistorët bipolarë me gejt të izoluar gjejnë aplikim të gjerë në pajisjet si inverterët, konvertuesit dhe furnizimet me energji, pra kudo ku transistorët bipolarë dhe MOSFET nuk mund të përdoren për shkak të mangësive të tyre.

Transistorët bipolarë me gejt të izoluar vendosen në kushineta (module), të cilat përdoren për t'i furnizuar ata me energji. Figura 1.26 tregon transistorët dhe modulet e përdorura për instalimin e tyre dhe furnizimin me energji elektrike.


Figura 1.26: Transistorët IGBT dhe modulet e tyre

**MOS HARRO SE..!**

- **Ekzistojnë dy grupe transistorësh: bipolarë dhe unipolarë.**
- **Transistori bipolar ka dy kalime PN dhe tri elektroda: emiter (E), bazë (B) dhe kolektor (C).**
- **Ekzistojnë dy grupe të transistorëve unipolarë: FET-të me bashkim dhe transistorët MOSFET.**
- **Transistorët unipolarë kanë tri kontaktee: source (S), gejt (G) dhe drain (D).**
- **Transistori bipolar me gejt të izoluar IGBT ka avantazhe ndaj dy llojeve të transistorëve: transistorëve bipolarë dhe MOSFET.**

## 1.4 TIRISTORËT

**Tiristori** është komponenti më i përdorur në energjetikë, veçanërisht në motorët elektrikë dhe konvertuesit e energjisë. Është element gjysmëpërçues me shumë shtresa, që përmban tri kalime PN. Për të "kyçur" duhet të marrë tension në gejt. Në fakt, ai sillet si dioda drejtuese e komanduar.

Tiristori ka tri kontakte: **anoda (A), katoda (K)** dhe **gejt (G)**, që është elektroda komanduese, figura 1.27.


Figura 1.27: Simboli grafik dhe lidhjet e tiristorit

Ashtu si dioda, tiristori përcjell rrymë elektrike vetëm në një drejtim, por ndryshe nga dioda mund të funksionojë në dy mënyra: si ndërprerës ose si orientues, në varësi nga elektroda komanduese - gejt.

Ekzistojnë disa lloje të tiristorëve, por ne do t'i përmbahemi atyre më të përdorur: **SCR, GTO, diak** dhe **triak**.

Tiristori **SCR** (**S**ilicon **C**ontrolled **R**ectifier) ka tri kalime PN dhe katër shtresa të materialit gjysmëpërçues silici, me strukturë P-N-P-N. Është menduar për funksionim me rryma dhe tensione të larta. Vlera tipik për rrymën është 1.5 kA, kurse për tensionin 10 kV, që korrespondon me fuqi prej 15 MW. Kjo fuqi mund të komandohet me rrymë të gejtit prej vetëm 1A.
Tiristori SCR ka tri kontakte: **anodë (A), katodë (K)** dhe **gejt (G).**


Figura 1.28: Kontaktet e tiristorit SCR

Punon si ndërprerës me dy gjendje:

- Përçon kur vjen rryma në gejt (në formën e impulsit të rrymës) dhe për aq kohë sa është i polarizuar direkt;
- Qëndron i kyçur për aq kohë sa ka rrymë të mjaftueshme në gejt, përndryshe shkyçet.

Tiristori SCR aplikohet për të kontrolluar furnizimin me energji me tension alternativ dhe njëkahësh elektrik për harxhues të ndryshëm. Përdoret për të hapur ose mbyllur qarkun ose për të kontrolluar energjinë te harxhuesi specifik.

Tiristori **GTO** (**G**ate **T**urn-**O**ff) komandohet nga rryma e gejtit. Kyçet me impuls pozitiv të rrymës dhe shkyçet me impuls negativ të rrymës  në gejt. Punon si ndërprerës.

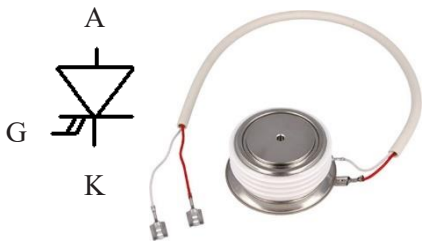


Figura 1.29: Simboli grafik dhe pamja reale e tiristorit GTO

Tiristori GTO ka tri kontakte: **anodë (A), katodë (K)** dhe **gejt (G).**

Tiristori GTO kalon nga një gjendje në tjetrën shumë më shpejt në krahasim me tiristorin SCR, por ka rënie më të lartë të tensionit në skajet  e tij.

**Diaku** (**Diac-Diode AC** switch) është element gjysmëpërçues me tri shtresa me dy kalime-PN, por ndryshe nga transistori, ai ka vetëm dy kontakte të shënuara me $\mathbf{A_1}$ dhe $\mathbf{A_2}$, figura 1.30.

Diaku është komponent elektronike që as komandon dhe as përforcon, por sillet si **dioda komutuese me dy drejtime** dhe mund të përçojë rrymë elektrike në të dy drejtimet.

Figura 1.30: Simboli grafik i diakut

Diaku zakonisht përdoret si element që aktivizon pajisje të tjera komutuese gjysmëpërçuese, më së shpeshti tiristor SCR ose triak.

Figura: 1.31 Diaku

**Triaku** (TRIAC) është element gjysmëpërçues më i përdorshëm dhe më i shpejtë, i cili mund të ndërpresë ose kontrollojë tension alternativ (AC) në të dy drejtimet e formës së sinusit. Kjo do të thotë se mund të kyçet edhe me tension pozitiv edhe negativ, të aplikuar në elektrodën e komanduese - gejt. Ka tri kontakte: **$T_1$, $T_2$** dhe **gejt (G)** (elektroda komanduese), figura 1.32.

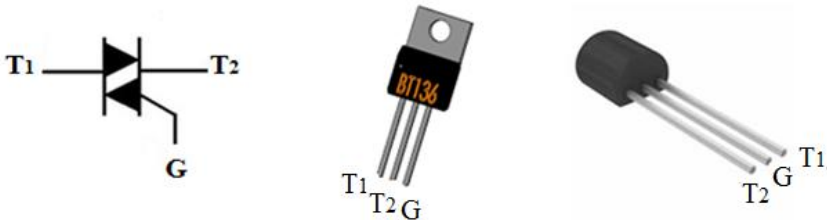



Figura 1.32: Simboli grafik dhe kontaktet e triakut

Ashtu si te elementet e mëparshme, meqenëse ekzistojnë lloje të ndryshme të triakut, për lidhjen e saktë të tij në qark elektrik është e nevojshme të lexohen specifikimet e dhëna nga prodhuesi.

Triaku përdoret për rregullimin e intensitetit të dritës, kontrollin e shpejtësisë së motorëve, etj. Gjithsesi, një nga problemet kur përdoret triaku për të kontrolluar këtë lloj qarku është se, si dioda, tiristori është element me njëkahësh, respektivisht ai e përçon rrymën elektrike vetëm në një drejtim, nga anoda në katodë.

Figura 1.33: Llojet të ndryshme triaku

## MOS HARRO SE..!

- **Tiristori përçon rrymë elektrike vetëm në një drejtim, por ndryshe nga dioda, ai mund të funksionojë në dy mënyra: si ndërprerës ose si orientues, në varësi të elektrodës komanduese- gejtit.**
- **Tiristori ka tri kontakte: anoda (A), katoda (K) dhe elektroda komanduese gejti (G).**
- **Dioda sillet si dioda komutuese dydrejtimëshe dhe përçon rrymë elektrike në të dy drejtimet.**
- **Triaku mund të ndërpresë ose kontrollojë një tension alternativ (AC) në të dy drejtimet.**

## 1.5 REZISTORËT ME NDRYSHIM JOLINEAR REZISTENCE

Rezistorët, rezistenca e të cilëve varet nga ndikimet e jashtme – temperatura, drita, fusha elektrike, forca mekanike, etj., përdoren gjerësisht në pajisjet elektronike. Ndryshimi i rezistencës nuk është linear me shkakun e ndryshimit të tij, prandaj quhen rezistorë jolinearë.

Figura 1.34 tregon llojet bazë të **rezistorëve jolinearë**.

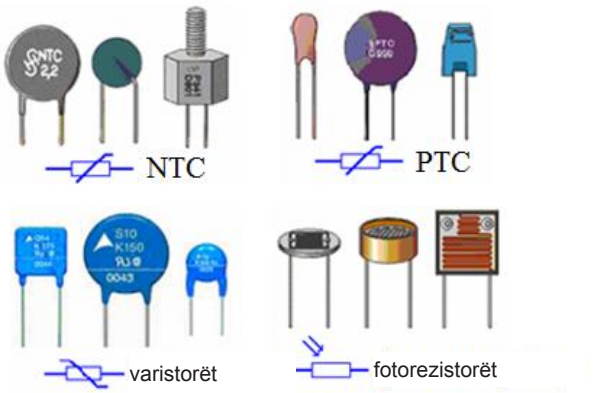



Figura 1.34: Rezistorët jolinearë

## 1.5.1 TERMISTORËT

**Termistorët** janë rezistorë, rezistenca e të cilëve ndryshon me temperaturën. Në varësi të mënyrës së ngrohjes, këta rezistorë ndahen në termistorë me ngrohje direkte dhe indirekte.

Termistorët përdoren si sensorë të temperaturës. Ata përdoren në alarmet e zjarrit, furrat dhe frigoriferët. Përdoren gjithashtu për të matur temperaturën e ujit ose vajit, temperaturën e gazrave të nxjerrë ose temperaturën e brendshme të makinës, etj.

Ekzistojnë dy lloje themelore të termistorëve: me koeficient negativ të rezistencës së temperaturës (rezistorët NTC) dhe me koeficient pozitiv të rezistencës së temperaturës (rezistorët PTC ose pozistorët).

**Rezistorët NTC** janë termistorë me koeficient relativisht të madh të rezistencës së temperaturës negative. Zakonisht bëhen nga materiale gjysmëpërçuese okside polikristaline.


Figura 1.35: Rezistorët NTC

Trupi i rezistorit NTC është bërë në formën e shkopit, diskut ose perlës. Ndonjëherë, rezistorët miniaturë në formë perle vendosen në ampulë qelqi. Karakteristike është se kanë dalje (kontakte) shumë të gjata. Konzaktet e termistorëve nuk kanë polaritet dhe mund të lidhen në të dy drejtimet. Zakonisht, në qarqet elektrike, ato lidhen në seri me rezistencë, duke formuar një ndarës të tensionit.

Rezistencat në formë shufre kanë fuqi prej disa vatçsh, kurse fuqia e rezistorëve në formë disku është më së shumti 1W. Rezistencat në formë perle kanë fuqinë më të ulët, deri në disa mW.

**Rezistorët PTC** (pozistorët) janë termistorë me koeficient të lartë pozitiv të temperaturës së rezistencës. Më shpesh, pozistorët bëhen në bazë të qeramikës titanat të bariumit me strukturë polikristaline.

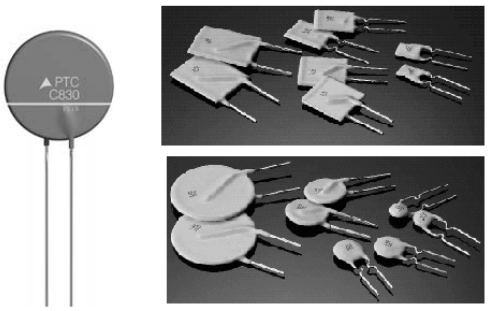



Figura 1.36 PTC: rezistorë kufizues të rrymës

Përdoren si kufizues të rrymës (për mbrojtje), si kufizues të temperaturës, për demagnetizimin e tubave katodik me ngjyra, për mbrojtjen e motorëve, për rregullimin e rrymës në telefoni, për mbrojtjen e linjave telefonike etj.


Figura 1.37: Rezistorët PTC për kufizim sensorik të temperaturës dhe kufizimin e rrymës në telefoni

Ashtu si për termistorët NTC, kontaktet e termistorëve PTC nuk kanë polaritet dhe mund të lidhen në të dy drejtimet. Zakonisht, në qarqet elektrike ata lidhen në seri me rezistencë, duke formuar ndarës të tensionit.

## 1.5.2 VARISTORËT

Figura 1.38: Simboli grafik i një varistori

**Varistorët** ose **VDR** (**V**oltage **D**ependent **R**esistor) janë rezistorë rezistenca e të cilëve ndryshon në mënyrë jolineare me ndryshimin e forcës së fushës elektrike, domethënë tensionit të lidhur me kontaktet e tij. Konkretisht, rezistenca e tyre zvogëlohet me rritjen e tensionit në skajet. Në literaturë dhe në skemat elektrike, ato hasen edhe me emërtimin **MOV** (**M**etal **O**xide **V**aristors).

Prodhohen nga oksidi i zinkut në dy forma: si bllok (katërkëndësh) ose disk (si kondensator). Përdoren kryesisht për stabilizimin e tensionit dhe mbrojtjen e qarqeve, veçanërisht në tensione më të larta. Ashtu si te të gjithë rezistorët e tjerë, kontatet e tyre nuk kanë polaritet dhe mund të lidhen në të dy drejtimet. Për të mbrojtur instalimin elektrik, lidhen në seri me siguresë dhe paralelisht me furnizimin me energji elektrike. Kur përdoren për të mbrojtur ndërprerësit gjysmëpërçuese, ata lidhen paralelisht me transistorin, MOSFET ose tiristorin.

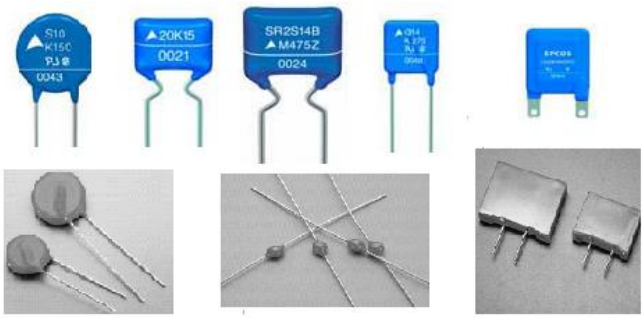



Figura 1.39: Varistorët

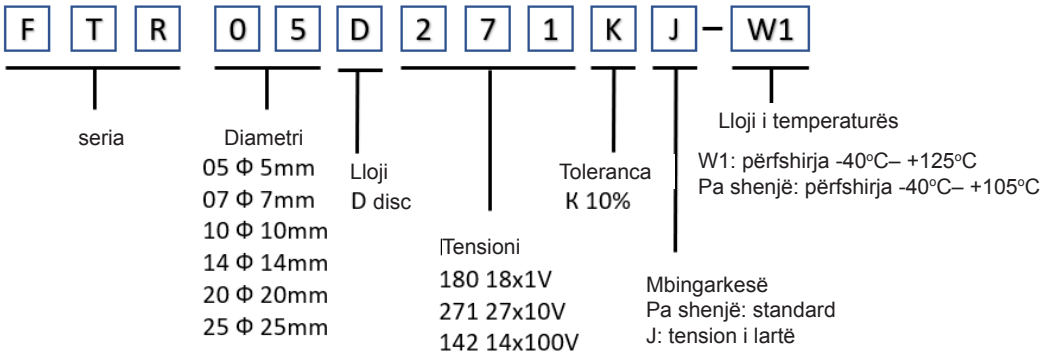



Figura 1.40: Shënimi i varistorëve

**MOS HARRO SE..!**

- **Termistorët janë rezistorë, rezistenca e të cilëve ndryshon me ndryshimin e temperaturës.**
- **Ekzistojnë dy lloje themelore të termistorëve: rezistorët NTC dhe rezistorët PTC.**
- **Varistorët janë rezistorë, rezistenca e të cilëve zvogëlohet me rritjen e tensionit në skajet e tij.**

# 1.6 ELEMENTET FOTOELEKTRIKE

Kur e ndriçojmë gjysmëpërçuesin, në të rritet përqendrimi i bartësve shumicë dhe pakicë. Ky është i ashtuquajturi **efekti i brendshëm fotoelektrik**.

**Fotodioda** punon në parimin e rrjedhjes së fotorrymës përmes saj, kur bariera e kalimit -PN ekspozohet ndaj dritës. Intensiteti i fotorrymës është në proporcion të drejtë me intensitetin e dritës që e shkakton atë. Kjo diodë mund të përdoret për të kthyer sinjaleve të dritës në sinjale elektrike.

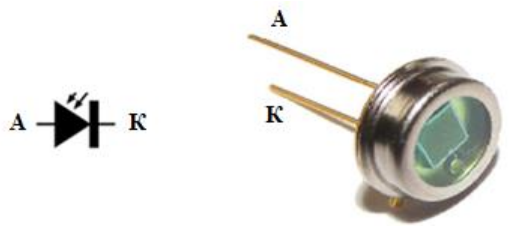



Figura 1.41: Simboli grafik dhe kontaktet e fotodiodës

Fotodioda ka dy kontakte : **anodën (A)** dhe **katodën (K)**, të shënuara në simbolin, figura 1.41. Kontaktet e fotodiodës janë me gjatësi të ndryshme, për t'i dalluar kur lidhen me elemente të tjera në qark elektrik. Kontakti më i gjatë i diodës është gjithmonë anoda. Lidhja e fotodiodës është shumë e thjeshtë, katoda është e lidhur me tension pozitiv, kurse anoda përmes një rezistence tokëzimi. Kur drita bie në fotodiodë, ajo shkakton rrymë elektrike që rrjedhë përmes rezistencës, e cila shkakton rënie të tensionit në skajet e diodës.

Fotodiodat zakonisht prodhohen nga materiali gjysmëpërçues – arsenid i galiumit. Kjo diodë është element i rëndësishëm në familjen e komponentëve fotoelektronikë, të cilët në praktikë gjejnë aplikim shumë të madh në kabllot optike. Ato lejojnë transmetimin e një sasie të madhe informacioni në distanca të gjata pa dobësuar sinjalin. Ato përdoren gjithashtu në mediumet për ruajtjen e të dhënave.

Figura 1.42: Llojet të ndryshme fotodiodash

**Fotorezistorët** (**LDR**-**L**ight **D**ependent **R**esistor) janë rezistorë gjysmëpërçues, rezistenca e të cilëve ulet nën ndikimin e dritës. Funksionimi i fotorezistorëve gjysmëpërçues bazohet në efektin e fotopërçimit (efekti i brendshëm fotoelektrik). Bëhen nga sulfidi i kadmiumit, selenidi i kadmiumit, sulfidi i zinkut, kurse për zonën e rrezatimit infra të kuqe nga sulfuri i plumbit, antimonid indium, etj. Më shpesh materiali rezistent aplikohet në substrat izolues, kurse më pas mbulohet me material transparent.

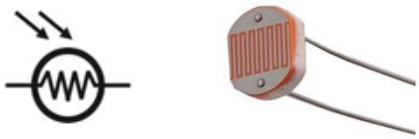


Figura 1.43: Simboli grafik dhe pamja reale e fotorezistorit

Ashtu si me të gjithë rezistorët e tjerë, kontaktet e tij nuk kanë polaritet dhe mund të lidhen në të dy drejtimet.

**Fototransistori** fitohet duke shtuar një emiter të vogël në fotodiodë. Ka kalim të madh kolektori dhe drita kryesisht vepron në kalimin e kolektorit. Transistori është i mbyllur në shtëpizë transparente, në mënyrë që drita të bjerë në strukturën e transistorit. Ka dy kontakte: **emiter (E)** dhe **kolektor (C).**

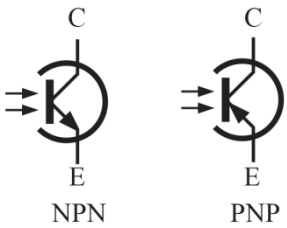



Figura 1.44: Simboli grafik i fototransistorit NPN dhe PNP


Figura 1.45: Fototransistori dhe konzaktet e tij

Kolektori është kontakti më i gjatë i fototransistorit.

**Fotogjeneratori (celula solare)** krijon forcë elektromotore nën ndikimin e dritës. Në fakt është *fotodiodë që nuk është e lidhur me burim të jashtëm të energjisë*. Gjatë kalimit të elektroneve të lira nga P në zonën N të diodës, ekuilibri çrregullohet, kështu që **anoda** elektrizohet pozitivisht dhe **katoda** negativisht. Me kalimin e skajeve (anodës dhe katodës) rrjedh rrymë, që do të thotë se dioda sillet si **gjenerues i energjisë elektrike**.


Figura 1.46: Simboli i celulës solare dhe pamja e saj reale

Me fjalë të tjera, kjo diodë, e cila quhet celulë solare (celulë fotovoltaike), e shndërron energjinë solare në energji elektrike. Duke lidhur një numër të madh celulash solare paralelisht dhe në seri, fitohen **panele solare** me energji të mjaftueshme elektrike për të furnizuar disa harxhues më të vegjël.

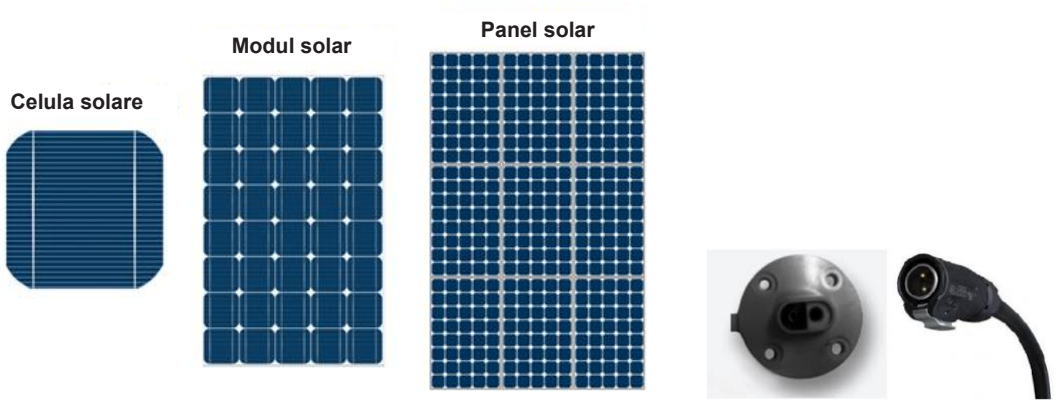



Figura 1.47: Kontakti solar (porta) dhe konektori

**MOS HARRO SE..!**

- **Rryma elektrike rrjedh nëpër fotodiodë kur ajo ekspozohet ndaj dritës.**
- **Fotorezistorët janë rezistorë, rezistenca e të cilëve zvogëlohet nën veprimin e dritës.**
- **Fototransistori ka dy kontakte: emiterin (E) dhe kolektor (C).**
- **Celula solare konverton energjinë solare në energji elektrike dhe punon si fotogjenerator.**

# 1.7 QARQET E INTEGRUARA

**Qarku i integruar** është qark elektrik kompleks, i përbërë nga shumë elemente të vendosura në një substrat të përbashkët, me qëllim që të përfshihen në sisteme më komplekse si komponent i vetëm. Ai përbën një qark elektrik me komponentë të ndryshëm, si transistorë, rezistorë, kondensatorë. Qarku i integruar përbëhet nga **shtëpiza** e bërë nga plastika ose qeramika, dalje me ndihmën e të cilëve montohet në tabelë të printuar dhe **çipi** në qendër të qarkut të integruar, në të cilin janë të integruar të gjitha elementet. Çipi lidhet me daljet e qarkut të integruar me tela shumë të hollë, Figura 1.48.

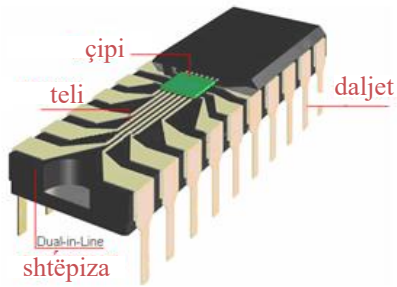



Figura 1.48: Elementet e qarkut të integruar

Numri i daljeve varet nga lloji i qarkut të integruar, respektivisht nga funksioni i tij dhe ai numër është i standardizuar për funksione të ndryshme. Është funksioni i qarkut të integruar që përcakton ndarjen e qarqeve të integruara në: **analoge** (për shembull, përforcues operacional), **digjitale** (për shembull, procesor) dhe **hibride** (për shembull, konvertuesit A/D dhe D/A).

## 1.7.1 LLOJET E INTEGRIMIT

Pas zbulimit të transistorit, i cili çoi në revolucionin elektronik, qarqet e integruara janë më përgjegjës për zhvillimin e teknologjisë kompjuterike. Ato kanë shkaktuar zhvillim shumë të shpejtë teknologjik, prandaj shpejtësia dhe fuqia e tyre janë vazhdimisht në rritje, falë numrit gjithnjë në rritje të komponentëve në to.

Kompleksiteti i qarqeve të integruara matet me **shkallën e integrimit**, e cila paraqet numrin e elementeve bazë (transistorëve) në qark.

Sipas shkallës së integrimit, qarqet e integruara ndahen në:

- **SSI** (Small Scale Integration) – qarqe me shkallë të vogël integrimi, deri në 100 transistorë;
- **MSI** (Medium Scale Integration) – qarqe me shkallë të mesme integrimi, nga 100 deri në 1000 transistorë;
- **LSI** (Large Scale Integration) – qarqe me shkallë të madhe integrimi, nga 1000 deri në 10000 transistorë;
- **VLSI** (Very Large Scale Integration) – qarqe me shkallë shumë të madhe integrimi, nga 10.000 deri në 100.000 transistorë;
- **ULSI** (Ultra Large Scale Integration) – qarqe me shkallë integrimi jashtëzakonisht të madhe, mbi një milion transistorë;
- **$U^2LSI^3$** (Integrimi Ultra-Ultra Large Scale) – qarqe me shkallë integrimi jashtëzakonisht më të madhe, mbi një miliardë transistorë në qark të integruar.

Numri i madh i transistorëve gjithashtu shkakton shpërndarje të madhe të fuqisë. Prandaj, veçanërisht me ULSI dhe $U^2LSI^3$ është e nevojshme të ftohen këto qarqe të integruara.

Ftohja bëhet duke instaluar pajisje ftohëse (për shembull, ventilatorë).
Sipas dizajnit teknologjik, qarqet e integruara ndahen në: **monolite** dhe **hibride**.

**Qarqet e integruara monolite** janë qarqe të integruara më të përdorura. Quhen edhe qarqe të integruara planare, figura 1.49.

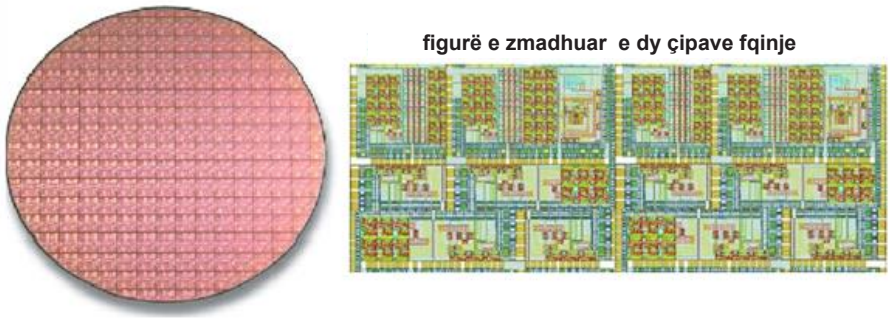



Figura 1.49: Teknologjia planare – një numër i madh qarqesh të integruara në një pllakë gjysmëpërçues

Figura 1.50: Qarqet e integruara monolite

Në varësi të kompleksitetit dhe funksionit, dimensionet e çipit të qarqeve të integruara monolite mund të jenë nga disa $mm^2$ në mbi 350 $mm^2$.

**Qarqet e integruara hibride** janë kombinim i qarqeve monolite dhe elementeve të qarkut të bërë në teknikën e filmit të trashë ose të hollë. Qarqet aktive (çipi) bëhen në teknologjinë planare dhe shtohen në substrat pasiv me të cilin janë lidhur. Në varësi të llojit të nënshtresës, dallohen qarqet e integruara hibride me shtresë të trashë dhe të hollë, Figura 1.51.

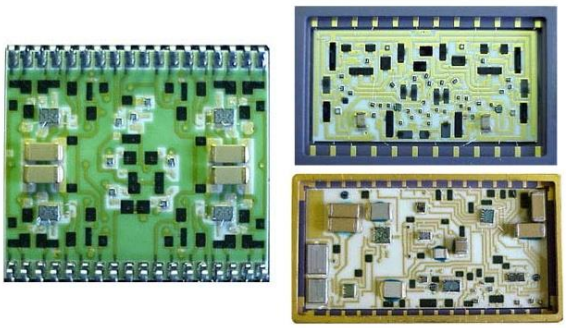


Figura 1.51: Qarqet e integruara hibride me shtresë të trashë dhe me shtresë të hollë

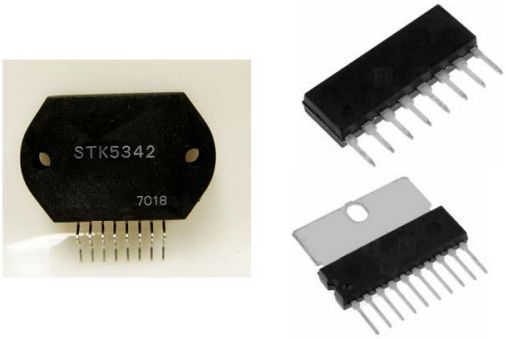


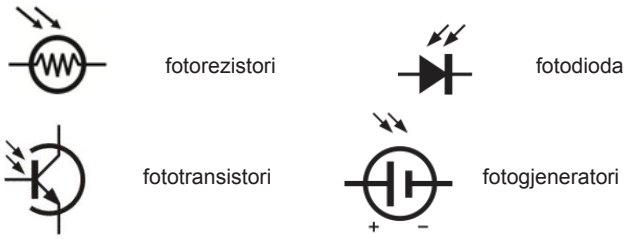

Figura 1.52: Llojet e ndryshme të qarqeve të integruara hibride

# 1.8 SKEMAT ELEKTRONIKE

Skemat elektronike janë paraqitje e lidhjes së caktuar elektronike, me lidhjen e elementeve përkatëse elektronike në njësi të vetme. Elementet elektronike në skema tregohen me simbolet e tyre grafike. Leximi i tyre paraqet njohjen e elementit, përcaktimin e funksionit dhe rolit të tij në montimin të caktuar elektronik. Për leximin e saktë të diagrameve elektronike është e nevojshme njohja paraprake e simboleve të elementeve elektroteknike dhe sinjaleve në diagramin elektrik.

Tabela 1.1: Simbolet grafike të elementeve elektronike energjetike

| | |
|---|---|
| **Diodat** | Dioda drejtuese; Dioda e Shotki; Dioda Zener; Tunel dioda; dioda LED; Dioda varaktore kapacitative |
| **Transistorë bipolarë** | transistor i llojit PNP; transistor i llojit NPN |
| **Transistorë unipolarë** | JFET P-kanal; JFET N-kanal; MOSFET me kanal të ndërtuar të llojit-P; MOSFET me kanal të indikuar të llojit-P; MOSFET me kanal të ndërtuar të llojit-N; MOSFET me kanal të indikuar të llojit-N |

| Elementet fotoelektrike | |
|---|---|
| |   |

## 1.8.1 QARKU PER KYÇJE TË DRITAVE LED ME FOTORESISTOR

Funksioni i skemës së qarkut elektronik për kyçjen e diodës LED me fotorezistor: dioda LED duhet të kyçet dhe të sigurojë ndriçim, vetëm nëse nuk ka ose ka dritë natyrale të pamjaftueshme.

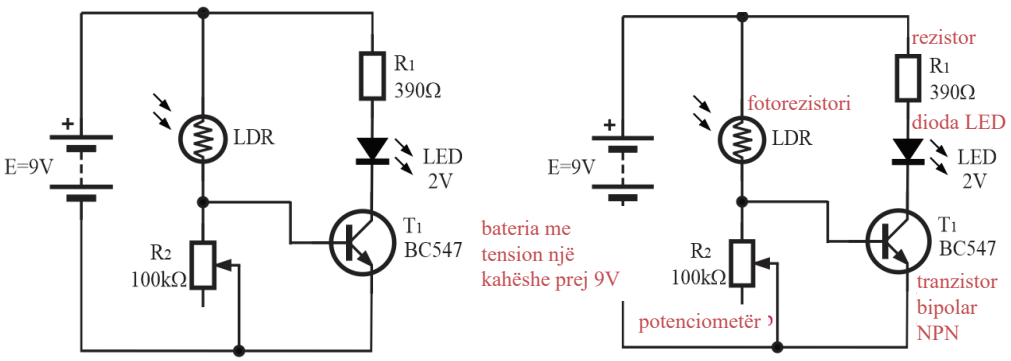



Figura 1.53: Kyçja e diodës LED me fotorezistor

1. **Analiza** e këtij qarku paraqet identifikimin e elementeve në skemë.
2. **Përcaktimi i funksionit dhe rolit të elementeve** në skemë sipas pozicionit dhe karakteristikave të tyre:

**Bateria** është burim i tensionit njëkahësh elektrik prej 9V për furnizimin e qarkut.

**Fotorezistori** (LDR) ka për detyrë të regjistrojë dritën që bie në sipërfaqen e tij dhe, në përputhje me rrethanat, duke ndryshuar rezistencën e vet për të shkaktuar ndryshim të rezistencës në degën në të cilën është vendosur. Ai e kyç ose shkyç transistorin $T_1$.

**Potenciometri** si rezistencë e ndryshueshme dhe së bashku me LDR përdoret për të përshtatur rezistencën totale të nevojshme për kyçjen e transistorit.

**Transistori bipolar NPN** T1përdoret si ndërprerës për të kyçur diodën LED.

**Rezistori $R_1$** është për rregullimin e fuqisë së rrymës elektrike në degë me diodën LED. Gjithashtu është mbrojtja e saj.

**LED** dioda kyçet në kushte të caktuara: transistori përçon, tensioni në skajet e tij të jetë 2 V dhe nëpër të të rrjedh rryma elektrike.

## 1.8.2 QARKU KOMUTUES ME TIRISTOR PËR KYÇJE TË DIODËS LED

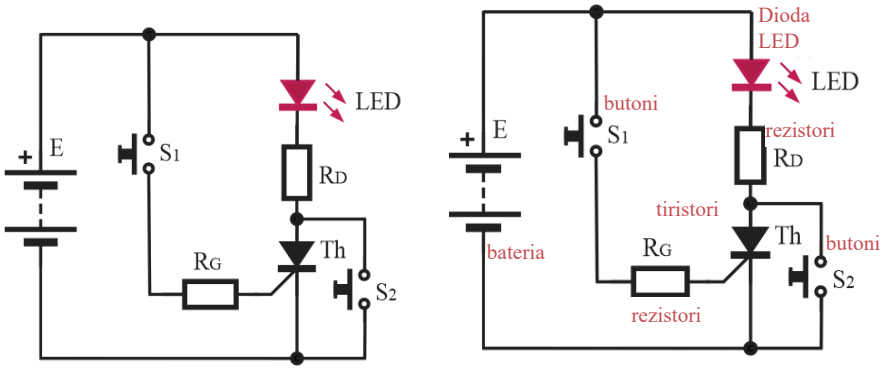



Figura 1.54 Kyçja e diodës LED me tiristor

1. **Analiza** e këtij qarku paraqet identifikimin e elementeve në skemë.
2. **Përcaktimi i funksionit dhe rolit të elementeve** në skemë sipas pozicionit dhe karakteristikave të tyre:

**Bateria** ***E*** është burim njëkahësh  i tensionit elektrik për të furnizuar qarkun.

**Rezistori** $R_G$ e rregullon rrymën në degën e butonit për kyçjen e dritës dhe elektrodën komanduese të tiristorit.

**Rezistori** $R_D$ e rregullon intensitetin e rrymës elektrike në degë me diodën LED.

**Butonat** $S_1$ dhe $S_2$, përkatësisht, janë për kyçjen dhe shkyçjen e tiristorit, domethënë dritës. Butoni $S_1$ e mbyll degën kah elektroda komanduese e tiristorit dhe siguron rrymë elektrike në elektrodën komanduese, që do të thotë kyçje, domethënë përcjellje e tiristorit. Butoni $S_2$ i lidh shkurt anodën dhe katodën e tiristorit, domethënë e shkyçet atë.

**Tiristori** $T_H$ përdoret si ndërprerës për harxhuesin, diodën LED. Është e lidhur në seri me diodën, kështu që nëse është në gjendje përcjellëse, e kyç atë. Prandaj, mospërçimi i tij nënkupton shkyçjen e diodës.

**Dioda LED** është harxhues, domethënë burim drite.

## MOS HARRO SE..!

- **Ekzistojnë tre lloje të qarqeve të integruara: analoge, digjitale dhe hibride.**
- **Kompleksiteti i qarqeve të integruara matet me shkallën e integrimit, i cili përfaqëson numrin e transistorëve në qark.**
- **Sipas dizajnit teknologjik, qarqet e integruara ndahen në: monolite dhe hibride.**
- **Elementet elektronike në skema paraqiten me simbolet e tyre grafike.**
- **Për leximin e saktë të skemave elektronike është e nevojshme njohja paraprake e simboleve të elementeve elektroteknike dhe sinjaleve në diagramin elektrik.**

## 1.9 TË DHËNAT KATALOGE

Të gjitha elementet elektronike janë të kategorizuara në katalogë përkatës, sipas emërtimit, materialit, funksionit dhe aplikimit të tyre. Sot më së shumti përdoren katalogët elektronikë, për shkak të disponueshmërisë së tyre dhe përditësimit (plotësimit) më të thjeshtë të tyre me të dhëna të reja. Në tabelën 1.2 jepen disa të dhëna nga parametrat e katalogut të llojeve të caktuara të diodave, në tabelën 1.3 të dhënat me parametrat e katalogut për disa lloje transistorësh dhe në tabelën 1.4 të dhënat e katalogut për triak.

Tabela 1.2: Të dhënat e katalogut për diodat

| Të dhënat e katalogut për diodat orientues | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Shënimi** | **Rryma maksimale e polarizimit direkt (A)** | **Tensioni direkt (V)** | **Rryma e polarizimit të kundërt (mA)** | **Tensioni i anasjelltë (V)** | **Temperatura maksimale e lejuar ($^0$C)** |
| **AX101** | 0.5 | <0.5 | <0.02 | 40 | 45 |
| **AX102** | 0.5 | <0.6 | <0.03 | 60 | 45 |
| **BY50A** | 20 | 1,2 | 1 | 100 | 175 |
| **BY50B** | 20 | 1,2 | 1 | 200 | 175 |
| **1N4001** | 1 | 1,1 | 0.01 | 50 | 175 |
| **1N4002** | 1 | 1,1 | 0.01 | 100 | 175 |
| **1N5407** | 3 | 1,3 | / | 1000 | 175 |

| Të dhënat e katalogut për diodat Zener | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Shënimi** | **Tensioni Zener Uz (V)** | **Toleranca (%)** | **Shpërndarja maksimale e lejuar e energjisë (W)** | **Rryma maksimale e lejuar në polarizimin e kundërt (µA)** |
| **SZ10 N27VL** | **27** | **/** | **5** | **10** |
| **SZ10N N40VL** | **40** | **±10** | **6** | **10** |

Tabela 1.3: Të dhënat e katalogut për transistorët bipolarë

| **Shënimi** | **$I_c$ Rryma e kolektorit (A)** | **Tensioni *UBE (V)*** | **Aplikacion** |
|---|---|---|---|
| **A*C*187k** | 1 | 25 | Transistor NF |
| **AL102** | 6 | 130 | Transistor i fuqisë |
| **BD139** | 1.5 | 100 | Transistor i fuqisë |

Tabela 1.4: Të dhënat e katalogut triak

| **Emërtimi** | **Tensioni i ndërprerjes (V)** | **Rryma e kyçjes (A)** | **Tensioni i gejtit (V)** |
|---|---|---|---|
| **Q6006LH4TP** | 600 V | 6 | 1,3 |
| **Q6006LH6TP** | 800 V | 16 | 1,3 |
| **OT415Q** | 600 V | 12 | 1 |
| **BTA308X-800C0.127** | 800 V | 8 | 1 |
| **CLA80MT1200NHB** | 1.2 kV | 88 | 1,3 |
| **CLA40MT1200NPB** | 1.2 kV | 44 | 1,3 |

## Pyetje për verifikimin e njohurive nga Moduli 1

1. Cilat elemente elektronike janë pasive?
2. Cilat elemente elektronike janë aktive?
3. Çfarë do të thotë që elementi elektronik të punojë si ndërprerës?
4. Pse vendosen elementet elektronike në shtëpiza?
5. Cili është funksioni i diodës drejtuese?
6. Sa kontakte kanë diodat?
7. Cilat janë kontaktet e diodës?
8. Cili është ndryshimi midis diodave elektronike dhe diodave energjetike?
9. Sa lloje të transistorëve ekzistojnë?
10. Sa kontakte kanë transistorët?
11. Cilat janë kontaktet e transistorëve bipolarë?
12. Cilat janë kontaktet e transistorëve unipolar?
13. Cilat janë përparësitë e transistorit bipolar me gejtt të izoluar ndaj llojeve të tjera?
14. Cilat janë kontaktet e transistorit IGBT?
15. Për çfarë përdoren tiristorët në energjetikë?
16. Cili lloj tiristori sillet si dioda dydrejtimëshe?
17. A kanë polaritet kontaktet e termistorëve?
18. Si ndryshon rezistenca e termistorit PTC?
19. Cili fotoelement quhet celulë solare?
20. Cili është ndryshimi midis varistorit dhe fotorezistorit?
21. Cili është ndryshimi midis fotodiodës dhe diodës LED?
22. Sa kontakte ka fototransistori?
23. Çka është leximi i skemës elektronike?
24. Ku gjenden të dhënat për lloj të caktuar elementi?
25. Çka do të thotë shënimi i elementit elektronik?

# VERIFIKIMI TEMATIK

## I Pyetje me rrumbullaksim
## (Rrethoni përgjigjet e sakta)

1. Cili element elektronik ka një kalim- PN dhe dy daljet?

   a) dioda
   b) tiristori
   c) transistori

2. Daljet e transistorëve bipolarë janë:

   a) sourse, drain dhe gejt
   b) anoda dhe katoda
   c) emiteri, baza dhe kolektori

3. Daljet e transistorëve unipolarë janë:

   a) anoda dhe katoda
   b) sourse, dreain dhe gejt
   c) emiteri, baza dhe kolektori

4. Daljet e tiristorit shënohen:

   a) G, D, S
   b) A, K, G
   c) E, B, C

5. Tiristori me tri elektroda është:

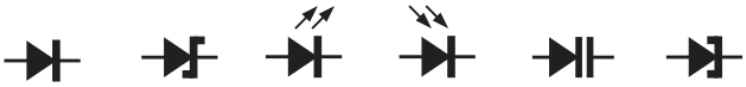
   a) diak
   b) triak
   c) emiter, bazë dhe kolektor

6. Rezistenca e rezistorëve PTC varet nga:

   a) ndriçimi
   b) temperatura
   c) presioni mjedisor

## II Pyetje me lidhje

7. Lidh simbolet grafike me diodat përkatëse:



1 2 3 4 5 6

Dioda varikap _____

Dioda drejtuese _____

Dioda Zener _____

Fotodioda _____

Dioda LED _____

Dioda tunel _____

8. Lidh simbolet grafike me transistorët përkatës:

1 2 3 4

FET me kanal-N _____

Transistor-PNP _____

FET me kanal- P _____

Transistor-NPN _____

9. Lidhn simbolet grafike me elementet përkatëse:

Tiristor _____

Diak _____

Triak _____

## II Pyetje me plotësim

10. Nga gjysmëpërçuesi i llojit-P i diodës del elektroda e quajtur _____, kurse nga gjysmëpërçuesi i llojit- N, elektroda _____.

11. Elementet elektronike me tri kalime-PN quhen _____.

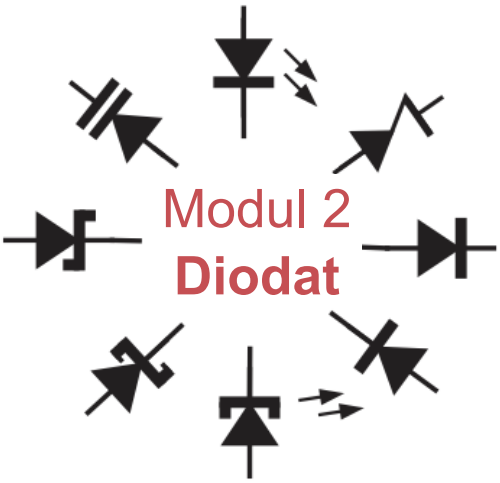
12. Tiristori që përçon në dy drejtime quhet _____.

13. Tiristori që ka elektrodë komanduese quhet _____.

14. Elementet elektronike që janë të ndërlidhura mes veti dhe ndodhen në shtëpizë quhen _____.

# Njësia modulare 2

# Diodat




**Me mësimin e përmbajtjes së kësaj njësie modulare, nxënësi do të përvetësojë njohuri themelore të qarqeve me dioda dhe do të jetë në gjendje:**

- të lexojë të dhënat e katalogut;
- të shpjegojë polarizimin e diodave;
- të paraqesë karakteristikat e komponentëve elektronikë në formë grafike;
- të shpjegojë parimin e punës së diodave;
- të përcaktojë rregjimin e punës;
- të dallojë llojet e diodave dhe aplikimin e tyre;
- të paraqes diodën si ndërprerës;
- të shpjegojë vetinë stabilizuese të diodës Zener;
- të tregojë simbolet e komponentëve në qarqet me dioda;
- të diskutojë parimin e punës së orientuesit gjysmëvalor me një diodë ;
- të diskutojë parimin e punës së kufizuesit me një diodë;
- të zgjidhë detyra dhe të analizojë grafikisht qarqet e diodave;
- të realizojë ushtrime praktike me qarqe të thjeshta diodike.

## 2.1 KALIMI-PN


**Gjysmëpërçuesi i llojit N përftohet duke futur atome pesëvalente (të quajtur donorë) në rrjetën kristalore të germaniumit ose silicitt, ndërsa elektronet janë bartësit kryesorë të ngarkesës elektrike.**

**Me futjen e atomeve trevalente (të quajtura akceptorë) në strukturën kristalore të germaniumit ose të silicit, fitohet gjysmëpërçuesi i llojit P, ndërsa vrimat janë bartësit kryesorë të ngarkesës elektrike.**

Gjysmëpërçuesit e llojit N dhe P individualisht nuk janë shumë të përdorshëm. Efekti shumë më interesant arrihet kur të dy llojet e gjysmëpërçuesve kombinohen me njëri-tjetrin në kristal në disa mënyra. Në atë rast kalimi fizik i zakonshëm i dy llojeve të kristaleve nuk është i përdorshëm, por në kristal të vetëm, i cili tashmë përmban papastërti të një lloji (i ashtuquajturi substrat), papastërtitë e llojit të kundërt futen nga njëra anë e kristal, por me përqendrim shumë më të lartë. Për shembull, akceptorët futen në substrat të llojit N ose, anasjelltas, donorët në substrat të llojit P. Për shkak të përqendrimit më të lartë, papastërtitë e reja ndryshojnë llojin e gjysmëpërçuesit në pjesën e kristalit ku futen. Në këtë mënyrë formohet struktura gjysmëpërçuese e quajtur kalimi-**PN**. Ai ka gjysmëpërçues të llojit P në njërën anë dhe gjysmëpërçuesi të llojit N në anën tjetër.

Të imagjinojmë se kalimi i dy gjysmëpërçuesve sapo është formuar. Kjo gjendje është paraqitur në Figurën 2.1 dhe mund të ekzistojë vetëm në momentin e imagjinuar të krijimit.

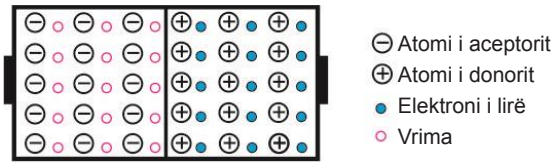



Figura 2.1: Kristal i kalimit-PN

Në të vërtetë, e dimë se përqendrimi i elektroneve në anën N është shumë më i lartë se përqendrimi i vrimave, kurse në anën P përqendrimi i vrimave është shumë më i lartë se përqendrimi i elektroneve. Kjo krijon gjendje të çekuilibrit të fortë të përqendrimit për shkak të së cilës elektronet lëvizin në anën P, ndërsa vrimat lëvizin në anën N. Lëvizja e tillë bëhet pa ndikime të jashtme sipas të ashtuquajturit parimi i

difuzionit. Parimi i difuzionit thotë se grimcat të cilat lirisht mund të lëvizin në hapësirë, gjithmonë përpiqen të arrijnë përqendrim të barabartë në të gjithë hapësirën.

Megjithatë, lëvizja e elektroneve dhe vrimaeve në anët e kundërta në kalimin PN nuk zgjat derisa përqendrimet të barazohen në të gjithë hapësirën, sepse ato rikombinohen sapo kalojnë anën tjetër të kalimit. Në këtë mënyrë, rreth kalimit krijohet një zonë pa elektrone dhe vrima të lira (d.m.th. pa bartës të lirë të ngarkesës elektrike). Në atë zonë mbeten vetëm jonet akceptore dhe donore, të cilat janë gjithashtu bartës të ngarkesës elektrike, por janë të palëvizshme sepse janë të lidhur në rrjetë. Zona e krijuar në këtë mënyrë quhet zona e ngarkesës hapësinore. Me hyrjen e elektroneve dhe vrimave në anët e kundërta të kalimit- PN, zona zgjerohet deri në momentin kur vendoset ekuilibri dhe hyrja e mëtejshme ndalohet.

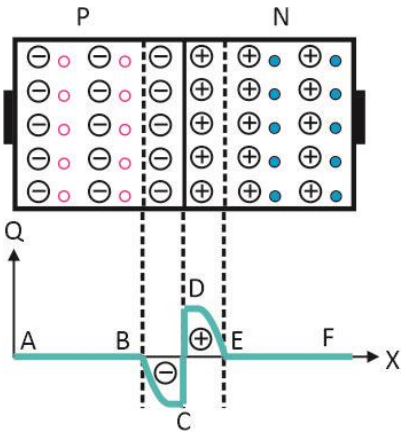


Figura 2.2: Shpërndarja e dendësisë së ngarkesës

Kjo situatë është paraqitur në figurën 2.2. Në figura tregohet gjithashtu shpërndarja e ngarkesave përgjatë gjysmëpërçuesit të kalimit-PN. Pjesa A-B është gjysmëpërçuesi standard i llojit P, në të cilin ekziston një ekuilibër (barazia e përqendrimeve) midis ngarkesës negative në jonet akceptore dhe ngarkesës pozitive të vrimave.

Pjesa E-F është gjysmëpërçuesi standard i llojit N me ekuilibër midis ngarkesës pozitive të joneve donatore dhe ngarkesës negative të elektroneve. Prandaj pjesët A-B dhe E-F janë elektrikisht neutrale (ngarkesa totale në ato pjesë është 0). Në pjesën B-C ka vetëm jone akceptore nga gjysmëpërçuesi P, kurse në pjesën D-E vetëm jone donore nga gjysmëpërçuesi N. Midis këtyre ngarkesave të lidhura shfaqet fusha elektrike $E_1$ e cila, në fakt, është arsyeja e ndalimit të hyrjes së mëtejshme të elektroneve dhe vrimave në anët e kundërta. Kjo është arsyeja pse zona e ngarkesës hapësinore quhet edhe zona e pengesës (barrierës). Në të vërtetë, nëse vëmë re se fusha drejtohet nga ana N në anën P të kalimit (nga ngarkesat jonike pozitive në ato negative), atëherë është e qartë se ajo

do të veprojë në elektronet me forcë të drejtuar nga P në anën N dhe do t'i pengojë ato të kalojnë – do t'i kthejë ato nga kalimi në anën N. Gjithashtu pengon vrimat në mënyrë të ngjashme, por tani me forcë në drejtim të kundërt (nga kalimi në anën P), sepse ato janë bartës të ngarkesës pozitive.

Rajoni i barierës është shumë i ngushtë dhe zakonisht është i rendit 1μm. Fusha që krijohet në të, shkakton shfaqjen e ndryshimit potencial të brendshëm midis dy skajeve të rajonit, i njohur si barierë potenciale. Në mënyrë simbolike tregohet nga burimi $U_B$ në figurën 2.3.

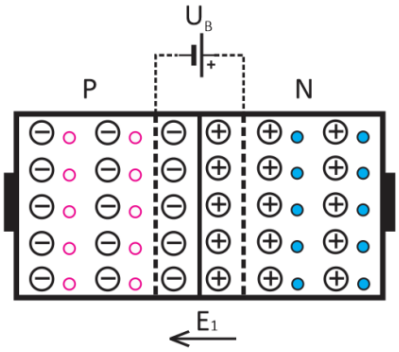


Figura 2.3: Barriera potenciale në kalimin PN

Është interesante të theksohet se mungesa e bartësve të lirë të energjisë elektrike në rajonin e barierës e bën atë të sillet si izolues. Nga ana tjetër, papastërtitë e futura në gjysmëpërçues e bëjnë anën P përcjellës relativisht të mirë, por po ashtu edhe papastërtitë e futura në anën N. Kombinimi i dy përçuesve të ndarë nga një izolator në fakt përbën kondensator, kurse në këtë rast ai është në formën e kondensatorit pllakor. Kapaciteti i tij llogaritet sipas formulës së njohur për kondensatorin pllakor:

$$C = \frac{\varepsilon \cdot S}{d} \qquad (2.1)$$

ku $S$ përfaqëson zonën e kalimit, $d$-gjerësinë e zonës së barierës, kurse $\varepsilon$ konstantën dielektrike.

Sa u përket bartësve dytësorë, fusha e brendshme elektrike mundëson kalimin e tyre nëpër kalim dhe formohet rryma e elektroneve dytësore dhe rryma e vrimave dytësore. Por është vetëm një pjesë e parëndësishme e rrymës totale që, nën veprimin e fushës elektrike, anulon rrymën që do të dilte nga difuzioni për shkak të dallimeve të mëdha në përqendrime në të dy anët e kalimit PN. Në këtë mënyrë, kalimi-PN mbahet në ekuilibër.

Hulumtoni efektin e fushës elektrike në grimcat e ngarkuara pozitivisht dhe negativisht!

## MOS HARRO SE..!

- Kalimi-PN është strukturë gjysmëpërçuese e formuar duke futur akceptorë në substrat të llojit N ose, anasjelltas, donorë në substrat të llojit P.
- Barriera është rajon pa elektrone dhe vrima të lira.
- Nëse poli pozitiv i burimit është i lidhur me kontaktin e rajonit P, kurse poli negativ në kontaktine rajonit N, kalimi PN është direkt i polarizuar.
- Në kalimin PN të polarizuar jopërçues, rrjedh rryma e vogël, rryma e bartësve dytësorë të ngarkesës, vrimat në rajonin N dhe elektronet në rajonin P. Kjo rrymë ka vlerë shumë të vogël, sepse numri i bartësve dytësore në raport me bartësit kryesorë të ngarkesës është i vogël.

## 2.2 POLARIZIMI I DIODËS

Përfaqësuesi i parë dhe themelor në mesin e elementeve elektronike të bazuara në kalimin PN është dioda gjysmëpërçuese. Struktura dhe simboli grafik i diodës janë dhënë në figurën 2.4.

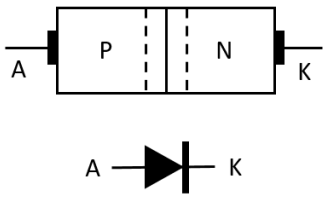



Figura 2.4: Struktura dhe simboli grafik i diodës

Kontakti metalik në pjesën P quhet anodë dhe shënohet me shkronjën A, kurse në pjesën N është katoda e shënuar me K. Karakteristika kryesore e diodës është, si në kalimin- PN, se lejon që rryma elektrike të rrjedhë vetëm në një drejtim nga anoda në katodë.

Dioda është e polarizuar në drejtimin përçues ose direkte, kur poli pozitiv i burimit të tensionit është i lidhur me anodën dhe ai negativ me katodën. Polarizim të anasjelltë ose jopërçues kemi kur poli pozitiv i burimit lidhet me katodën, kurse negativi me anodën e diodës. Nëse burimi i tensionit njëkahësh elektrik lidhet me kontaktet metalikë në skajet e kristalit të kalimit PN, brenda kristalit do të krijohet fusha elektrike E, të cilën do ta quajmë të jashtme. Nën ndikimin e tij, në kalimin-PN do të ndodhin ndryshime të ndryshme, në varësi të mënyrës se si është lidhur burimi.

## Dioda e polarizuar direkt

Nëse poli pozitiv i burimit është i lidhur me kontaktin e rajonit P, kurse poli negativ i kontaktit të rajonit N (figura 2.5), fusha e jashtme elektrike $E$ do të ketë drejtim të kundërt me fushën e brendshme $E_I$.

Nën ndikimin e fushës rezultante, bariera potenciale zvogëlohet, vrimat nga rajoni P do të zhvendosen në rajonin N dhe elektronet nga rajoni N lëvizin në rajonin P, kështu që rryma $I_D$ rrjedh. Kalimi-PN bëhet përçues, domethënë polarizohet në drejtimin përçues. Që kalimi-PN të bëhet praktikisht përçuese, është e nevojshme që rryma $I_D$ të ketë forcë të rendit 1μA. Tensioni në të cilin do të rrjedhë kjo rrymë quhet tension i kyçjes së diodës dhe vlera e tij varet nga materiali gjysmëpërçues. Për germanium është 0,3 V, kurse për silicin 0,7 V.

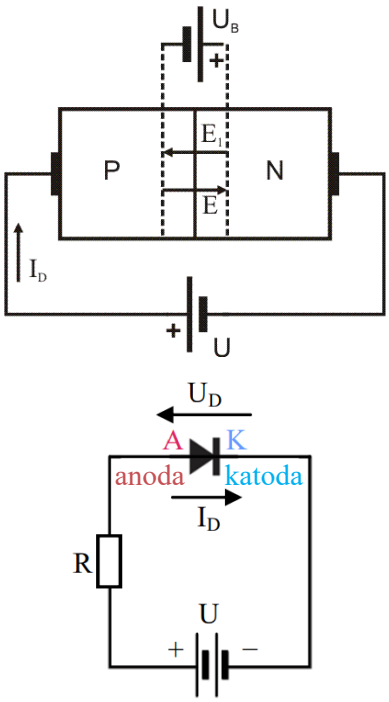



Figura 2.5: Kalimi PN i polarizuar në drejtimin përçues

## Dioda e polarizuar invers

Kur ndryshoni polaritetin e burimit, drejtimi i fushës së jashtme E gjithashtu është i kundërt (figura 2.6) dhe drejtimi i saj përkon me drejtimin e fushës së brendshme $E_I$.

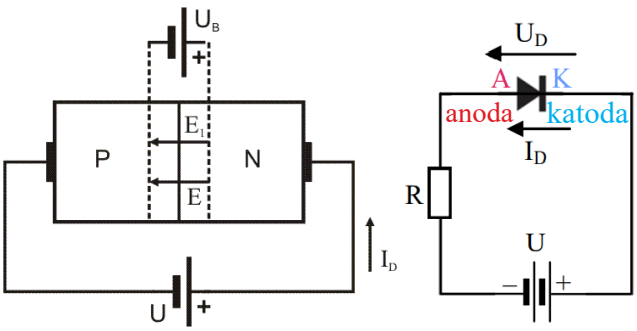



Figura 2.6: kalmi-PN i polarizuar në drejtimin jopërçues

Tani bariera potenciale bëhet më e madhe, zona e pengesës më e gjerë, kështu që elektronet dhe vrimat bazë do të jenë edhe më të vështira për ta kaluar. Në këtë gjendje, kalimi-PN është i polarizuar në drejtimin jopërçues. Megjithatë, në kalimin-PN me polarizim jopërçues, rrjedh rrymë e vogël. Ajo është rryma e bartësve të dytësor të ngarkesës, vrimave në rajonin N dhe elektroneve në rajonin P. Kjo rrymë ka vlerë shumë të vogël, sepse numri i atyre dytësore në raport me bartësit kryesorë të ngarkesës është i vogël. Është interesante të theksohet se ajo rritet me rritjen e temperaturës, e cila ndikon në sjelljen e elementeve elektronike ku aplikohet kalimi-PN.

## 2.3 KARAKTERISTIKA RRYMË-TENSIONIT E DIODËS

Karakteristika statike e diodës (figura 2.7a) përshkruan më së miri situatën në polarizimin direkt dhe invers të diodës. Është karakteristikë rrymë-tensioni që tregon varësinë e rrymës së diodë $I_D$ nga tensioni njëkahësh elektrik në skajet e saj $U_D$, në temperaturë të caktuar konstante të ambientit (figura 2.7b).

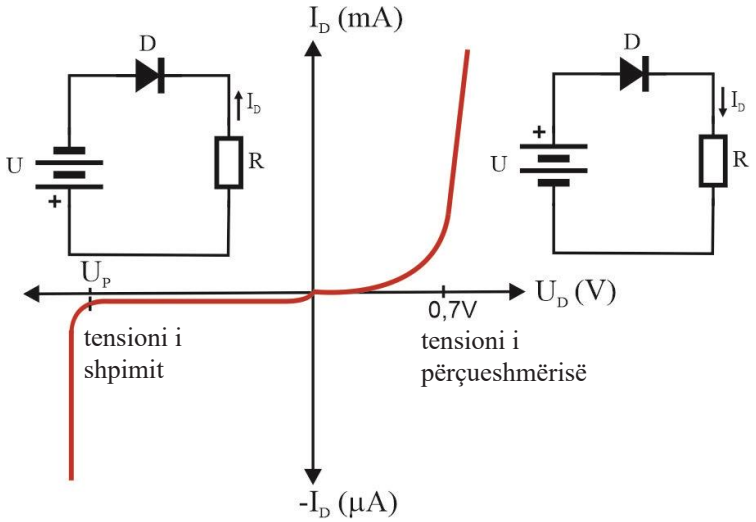



Figura 2.7: Karakteristika statike e diodës e ashtuquajtura karakteristikë rrymës-tensionit

Karakteristika e diodës së polarizuar direkt tregohet në kuadrantin e parë. Mund të ndahet në tri zona (figura 2.8).

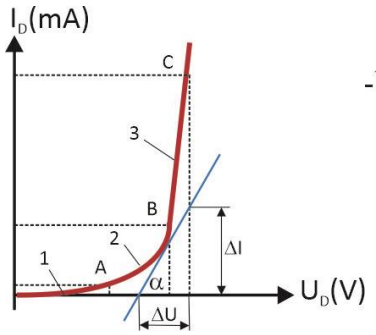



Figura 2.8: Karakteristika e diodës së polarizuar direkt- përçuese

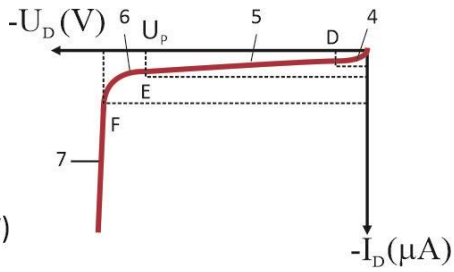



Figura 2.9: Karakteristika e diodës së polarizuar invers

**Zona e parë**, nga fillimi i koordinatave deri në pikën A, është zonë e tensioneve shumë të ulëta. Këtu kemi të bëjmë me tensione prej disa dhjetëra milivolt, ndërsa rryma arrin vlera më të vogla se mikroamper. Afër fillimit të koordinatave, ajo është drejtvizore dhe më pas kthehet në parabolë.

Në **zonën e dytë**, forma e karakteristikës më tepër i përgjigjet procesit të detektimit. Ajo shtrihet nga pika A deri në pikën e tensionit të kyçjes së diodës (B), i cili, të përsërisim, është 0.3V për germaniumin dhe 0.7V për silicin.

**Zona e tretë**, nga pika B në pikën C, është zonë me rryma të mëdha. Këtu tensioni në skajet e diodës nuk ndryshon ndjeshëm në një brez të gjerë të ndryshimit të rrymës. Rezistenca e diodës ndryshon me ndryshimin e tensionit direkt, të aplikuar në diodë. Përcaktohet nga pjerrësia e karakteristikës në atë pikë:

$$rd = \frac{\Delta U_D}{\Delta I_D} \quad \text{.....(2.2)}$$

Karakteristika e diodës së polarizuar invers tregohet në kuadrantin e tretë të sistemit koordinativ. Edhe kjo mund të ndahet në disa zona (figura 2.9).

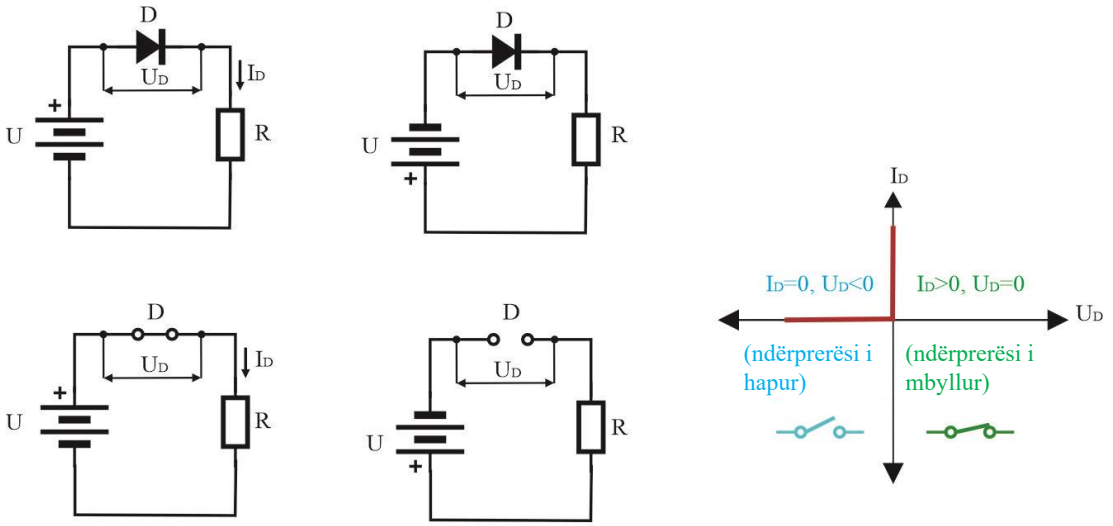
**Zona numër 4**, nga 0 në pikën D, është identike me zonën numër 1, kalimi i dy zonave sillet në mënyrë simetrike dhe për këtë arsye në tensione të ulëta nuk ka paraqitje të drejtimit.

Në **zonën numër 5**, nga pika D në pikën E, rryma e inverse i afrohet një vlere konstante, të quajtur rryma e ngopjes inverse. Rezistenca e diodës në këtë zonë është shumë e madhe, por nuk bëhet kurrë e pafundme.

**Zona 6**, nga pika E në pikën F, është zona e lakimit të karakteristikës. Këtu, me rritje të vogël të tensionit të kundërt, rryma e kundërt fillon të rritet. Në diodat e silicit kjo zonë është shumë e ngushtë, kurse në diodat e germaniumit është më e gjerë. Vlera e tensionit invers maksimal të lejueshëm $U_{BR}$ ndodhet në fillim të lakimit të karakteristikës.

Në **zonën 7**, ndodh shpimi i kalimit PN të diodës, gjatë së cilës rryma inverse rritet shumë. Shpimii diodës mund të jetë për arsye termike ose elektrike.

Karakteristika e përcaktuar rrymë-tension e diodës i referohet një diode fizikisht reale. Për analizën e shumë qarqeve elektronike përdoret modeli i **diodës ideale**, e cila në drejtimin direkt ka rezistencë zero është përcjellës i përsosur (figura 2.10 a), kurse në drejtim invers rryma e saj është zero dhe ka rezistencë të pafundme (figura 2.10 b). Ky përafrim i karakteristikës së tij është dhënë në figurën 2.10 c). Dioda ideale vepron si **ndërprerës pa kontakt** –ndërprerës i mbyllur kur është e polarizuar direkt dhe ndërprerës i hapur kur është e polarizuar invers. Ky model i segmentit linear i i kënaq rezultatet në regjimin e sinjalit të madh, domethënë tensionet në qark janë shumë herë më të larta se tensioni i diodës gjatë polarizimit direkt.




a) polarizimi direkt (ndërprerësi i mbyllur)

b) polarizimi invers (ndërprerësi i hapur)

C) karakteristika statike e diodës

Figura 2.10: Karakteristika e diodës ideale

Nga analiza e karakteristikës rrymë-tension të diodës, rezulton se ajo është ventil i pakontrollueshme që përçon rrymën vetëm në një drejtim (nga anoda në katodë), ndërsa në polarizimin e kundërt merr tensionin negativ, invers.

kënaq rezultatet në regjimin e sinjalit të madh, domethënë tensionet në qark janë shumë herë më të larta se tensioni i diodës gjatë polarizimit direkt.

## MOS HARRO SE..!

- Karakteristika kryesore e diodës është se lejon që rryma elektrike të rrjedhë vetëm në një drejtim nga anoda në katodë.
- Dioda polarizohet në drejtimin e përçueshmërisë ose direkt, kur poli pozitiv i burimit të tensionit është i lidhur me anodën, kurse ai negativ me katodën.
- Polarizim invers ose jopërçues të diodës kemi kur poli pozitiv i burimit është i lidhur me katodën, kurse poli negativ me anodën e diodës.
- Karakteristika e rrymës-tensionit të diodës përfaqëson varësi të rrymës së diodës nga tensioni njëkahësh elektrik në skajet e saj, në temperaturë të caktuar konstante të ambientit.

## 2.4 KLASIFIKIMI I DIODAVE

Sot hasim disa lloje diodash, në varësi të materialeve nga të cilat bëhen dhe qëllimit të tyre. Sipas qëllimit dallohen: dioda drejtuese, kufizuese, komutuese, diodën Zener, fotodiodën, diodën LED, diodën kapacitive e të tjera (figura 2.11).

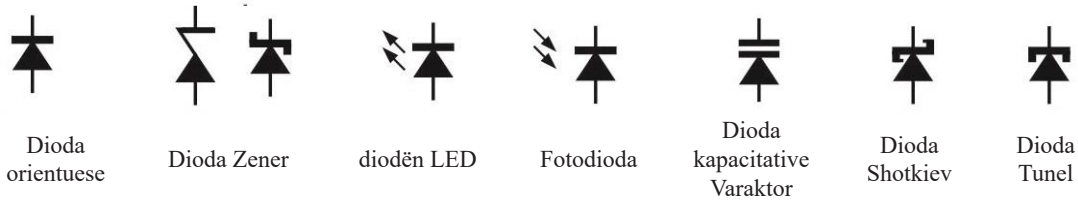



Figura 2.11: Paraqitja skematike e llojeve të diodave gjysmëpërçuese

**Dioda drejtuese**. Karakteristika kryesore e diodës drejtuese është se lejon që rryma elektrike të rrjedhë vetëm në një drejtim nga anoda në katodë. Në drejtim të kundërt, rryma e kundërt rrjedh nëpër diodë shumë herë më e vogël se rryma në drejtimin përcjellës. Vetia drejtuese e diodës përdoret në *pajisjet që konvertojnë rrymën alternative në rrymë njëkahëshe.* Këto pajisje quhen drejtuese.

**Dioda Zener**. Dioda Zener ka ndryshim të vogël të tensionit në skajet e saj për ndryshime të mëdha të rrymës në polarizim të kundërt. Kjo veti *përdoret në qarqet elektronike për stabilizimin e tensionit njëkahësh elektrik*. Diodat Zener prodhohen për tensione stabilizimi nga 3 në 75 V, por tensionet jashtë këtij brezi (deri në 200 V) janë gjithashtu të mundshme.

**Dioda LED.** **Dioda LED** ose **diodë që lëshon dritë** (emri vjen nga shkurtesa e shprehjes angleze **L**ight **E**mitting **D**iode – dioda që emiton dritë) është burim drite. Parimi i funksionimit të diodës LED bazohet në vetinë e elektronit për të emituar energji nga një zonë e caktuar e spektrit të dukshëm, kur kalon nga niveli energjie më i lartë në nivel më të ulët. Kërkon burim të jashtëm furnizimi. Në procesin e krijimit të dritës, të quajtur elektrolumineshencë, dioda LED polarizohet në mënyrë përcjellëse. Ngjyra e rrezatimit LED varet nga materiali i prodhimit, mund të jetë e kuqe, jeshile, e verdhë, blu, etj. *Dioda LED ka shpejtësi më të shpejtë të kyçjes dhe shkyçjes, e cila e lejon atë të përdoret për të transmetuar informacion digjital përmes fibrave optike me shpejtësi të lartë. Dioda LED me ngjyrë ultra të bardhë e ndritshme me tension prej 3 V dhe fuqi prej rreth 1 W përdoret në pajisjet e ndriçimit.* Pajisjet e ndriçimit me fuqi më të lartë (12 W, 24 W, etj.) fitohen me lidhjen serike të një numri më të madh të diodave të tilla.

**Fotodioda**. Fotodioda, si fotodetektorët e tjerë, ka për detyrë të shndërrojë rrezatimin e dritës në sinjal elektrik. Në mënyrë ideale, sinjali elektrik duhet të jetë proporcional me intensitetin e dritës që ndryshon përçueshmërinë e saj. Rryma që rrjedh në diodë, kur ajo nuk është e ndriçuar, quhet rrymë e errët. *Një nga aplikimet më të njohura është si celulë solare në të cilën akumulohet energjia e marrë nga drita. Fotodiodat gjenden kryesisht në sistemet e alarmit. Ato përdoren gjithashtu në pajisje për zbulimin e shkronjave, objekteve të dukshme dhe të padukshme, në kodues dhe komunikime optike.* Arsenidi i silici ose galiumit, antimonidi i indiumit, arsenidi i indiumit, selenidi i plumbit dhe sulfuri i plumbit përdoren zakonisht si materiale për prodhimin e fotodiodave.

**Dioda kapacitative.** Kjo diodë sillet si kondensator i ndryshueshëm, pasi ndryshimi i kapacitetit arrihet duke ndryshuar tensionin në skajet e tij. Kapaciteti arrihet duke pasur rajon të zbrazët të kalimit- PN që vepron si dielektrik. *Përdoret më së shumti në marrës të radios dhe TV.*

**Dioda Shotki** Diodat Shotki përftohen duke aplikuar gjysmëpërçues të llojit N (katodë) drejtpërdrejt në metal (anodë), domethënë, ato nuk përfaqësojnë kalim PN. Kjo shmang ekzistencën e rrymës së kundërt, rezistenca në gjendje përcjellëse bëhet shumë e vogël, ndërsa shpejtësia e korrigjimit rritet. Pragu i përcjelljes së këtyre diodave është dy herë më i ulët se pragu i përcjelljes së diodave të silicit dhe është (0,3-0.4) V. Përdoren si elemente komutuese në qarqet digjitale, të cilat në gjendjen

e “hapur” kanë rezistencë pafundësisht të lartë, kurse në gjendjen “të mbyllur” rezistencë pafundësisht të vogël.

**Dioda tunel**. Dioda tunel është diodë me efekt tuneli, e cila arrihet me përqendrim më të lartë të papastërtive, duke rritur në këtë mënyrë fuqinë e bartësve të ngarkesës dhe ata depërtojnë barrierën (procedurë e ngjashme me shpimin e tunelit). Në figurën 2.12 tregohet karakteristika rrymë- tension e diodës tunel. Në këtë diodë zona e karakteristikës midis pikave A dhe B është me interes, e cila quhet “rajoni i rezistencës negative”, sepse rritja e tensionit nëpër diodë e zvogëlon rrymën përmes saj.

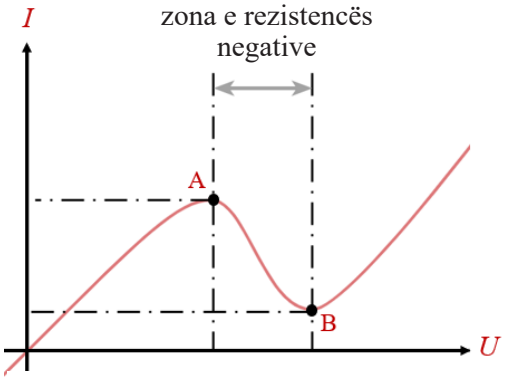



Figura 2.12: Karakteristika e rrymë-tension e diodës tunel

Ky rajon lejon përdorimin e diodave tunel në qarqet komutuese dhe përforcuese, kurse më së shpeshti në *oscilatorë*. Dioda tunel është diodë me shpejtësi të lartë dhe ka aplikime në oscilatorët në *rajonin e mikrovalës dhe për oscilatorët e relaksimit.*

Në tabelën 2.1 tregohet pjesa e katalogut për diodat, i cili përbëhet nga katër kolona në të cilat, në kolonën e parë dhe të dytë jepet emërtimi dhe kodi i diodës, në kolonën e tretë jepet materiali nga i cili është bërë, kurse në kolonën e fundit është përshkrimi dhe aplikimi i diodës.

Tabela 2.1: Pjesë e një katalogu për llojet e diodave

| Shenja | Kodi | Materiali | Përshkrim i shkurtër i elementit |
|---|---|---|---|
| **AA** | 119 | Ge | diodë demodulator, omike e lartë 30 V, 35 mA |
| **AA** | 133 | Ge | diodë universale, 130 V, 50 mA |
| **BA** | 159 | Si | ndërprerës me diodë, 1000 V/1 A, 300 ns |

Në internet mund të gjeni katalogë për dioda nga prodhues të ndryshëm. Të krijohet tabelë të dhënash për diodat e mëposhtme 1N 4007, 1N 4148, BY 500/400, PBY 266, BY 50!

## MOS HARRO SE..!

- Dioda drejtuese lëshon rrymë elektrike vetëm në një drejtim, nga anoda në katodë. Është pjesë integrale e drejtuesve.
- Dioda Zener – ndryshim të vogël të tensionit gjatë ndryshimeve të mëdha të rrymës në polarizimin e kundërt. Përdoret për stabilizimin e tensionit.
- Fotodioda e konverton energjinë e dritës në sinjal elektrik.
- Dioda LED e konverton rrymën elektrike që kalon nëpër të në energji drite.
- Dioda kapacitative e ndryshon kapacitetin e saj në varësi të madhësisë së tensionit të kundërt të lidhur në skajet e saj.
- Dioda PIN e ndryshon rezistencën e saj duke ndryshuar rrymën përmes saj. Përdoret si element ndërprerës.
- Dioda tunel – në karakteristikë ka zonë të rezistencës negative – duke rritur tensionin në skajet e diodës, rryma përmes saj zvogëlohet. Zbatohet te oscilatorët.

## 2.5 QARQET E DIODAVE

### 2.5.1 DREJTUES ME DIODA

Vetia e diodës për të lëshuar rrymë në një drejtim lejon aplikimin e saj në pajisjet që shërbejnë për marrjen e tensioneve njëkahëshe nga tensioni alternativ i rrjetit elektrik (të ashtuquajturit rregullues). Nevoja për rregullues lind nga fakti se shumë pajisje elektronike funksionojnë me tensione të furnizimit njëkahësh.

Rregullatorët janë qarqe elektronike konvertuese që konvertojnë rrymën alternative në rrymë njëkahëshe. Pajisjet drejtuese mund të ndahen sipas mënyrës së lidhjes me rrjetin alternativ, sipas karakterit të tensionit në dalje dhe sipas shkallës së kontrollit.

Sipas metodës së lidhjes me rrjetin alternativ, dallohen:

- njëfazor dhe
- shumëfazorë.

Sipas mënyrës së shfrytëzimit të energjisë nga rrjeti alternativ, pajisjet drejtuese mund të jenë:

- gjysmë valë dhe
- valë të plota.

Sipas shkallës së drejtimit dallohen:

- pajisje drejtuese të pakontrolluar që përdorin dioda si ventil,
- pajisje orientuese gjysmë të kontrolluara në të cilat diodat dhe tiristorët përdoren si ventil,
- pajisje orientuese të kontrollueshme në të cilat tiristorët përdoren si ventil.

Tek rregullatorët e pakontrolluar mund të arrihet ndryshim në tensionin e daljes duke ndryshuar tensionin alternativ në hyrje ose duke ndryshuar ngarkesën. Në rregullatorët e kontrollueshëm ndryshimi në tensionin e daljes arrihet duke ndryshuar momentin e fillimit të përcjelljes së tiristorëve. N figurën 2.13 tregohet bllok -diagrami i pajisjes komplekse për furnizimin me energji nga rrjeti i tensionit alternativ duke përdorur transformatorin e rrjetit. Kjo pajisje kryen tre funksione themelore: ndryshimin e tensionit të rrjetit me transformator, drejtimin dhe stabilizimin e tensionit të daljes.


Figura 2.13: Bllok-skema e rregullatorit

Me ndihmën e transformatorit arrihet përshtatja e tensionit të hyrjes në drejtues dhe ndarja galvanike e rrjetit elektrik nga ngarkesa që furnizohet. Transformatori ka mbështjellje primare dhe ose më shumë mbështjellje dytësore, nga të cilat fitohen tensione të ndryshme dytësore. Tensionet dytësore fitohen si produkt i tensionit primar dhe raportit të transformimit *n*:

$$n = \frac{N_{SEK}}{N_{PRIM}} \quad \text{.....(2.3)}$$

ku me *N* shënohet numri i mbështjelljeve primare dhe dytësore.

Me drejtuesin kryhet funksioni i shndërrimit të energjisë alternative në rrymë të vazhdueshme.

Filtri redukton pulsimet e tensionit dhe rrymës të daljes së harxhuesit $R_L$.

Rregullatorët e pakontrolluar janë rregulator në të cilët diodat përdoren si ventil. Ekzistojnë dy lloje të drejtuesve me dioda njëfazore që konvertojnë tensionin alternativ njëfazor në tension njëkahësh dalës, edhe atë:

- rregullator njëfazor gjysmëvalor dhe
- rregullator njëfazor me valë të plotë.

## 2.5.1.1 DREJTUESIT NJËFAZOR GJYSMËVALOR

Drejtuesi më i thjeshtë njëfazore me diodë përbëhet nga dioda D e lidhur në seri me harxhuesin në qark të përfaqësuar nga rezistori $R_P$ (figura 2.14).

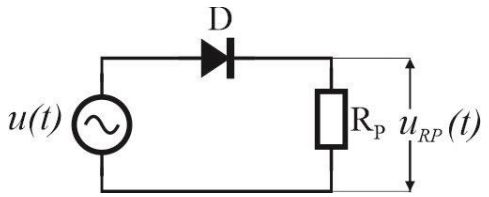



Figura 2.14: Drejtues gjysmëvalor me diodë

Burimi alternativ i tensionit sinusoidal $u(t)$ është i lidhur me hyrjen e qarkut dhe harxhuesi $R_P$ është i lidhur me daljen. Qarku do të analizohet gjatë gjysmë cikleve pozitive dhe negative të tensionit alternativ të hyrjes $u(t)$.

Për të thjeshtuar analizën, dioda do të zëvendësohet me ekuivalentin e saj ideal. Gjatë gjysmë-periodës pozitive të tensionit të hyrjes $u(t)$, anoda e diodës do të jetë në potencial më të lartë se katoda e saj.

Dioda do të jetë e polarizuar direkt, e përfaqësuar nga ndërprerës i mbyllur, nuk ka rënie të tensionit në skajet e saj, por rryma do të rrjedhë përmes saj në drejtim nga anoda në katodë. Ajo është njëkohësisht rryma përmes harxhuesit $R_P$ me drejtimin e treguar në figurën 2.15.

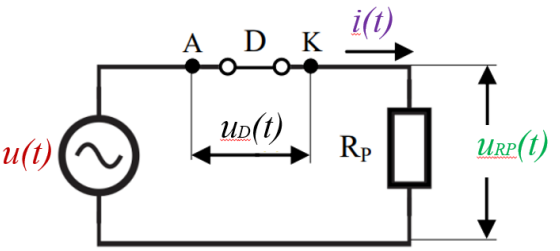



Figura 2.15: Drejtuesi gjysmëvalor me dioda gjatë gjysmëperiodës pozitive të burimit $u(t)$

Në intervalin kohor nga T/2 në T të tensionit $u(t)$, katoda e diodës do të jetë në potencial më të lartë se anoda e saj. Dioda do të jetë e polarizuar invers, e përfaqësuar nga një ndërprerës i hapur dhe rryma nuk do të rrjedhë nëpër qark (figura 2.16). Nuk ka rënie të tensionit në harxhuesin $R_P$. Tensioni i diodës do të jetë identik me tensionin e lidhur $u(t)$.

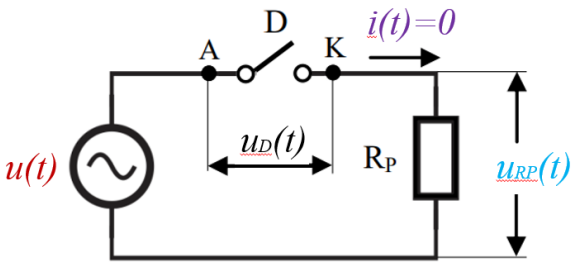



Figura 2.16: Drejtues gjysmëvalor me diodë gjatë kohës së gjysmëperiodës negative të burimit $u(t)$

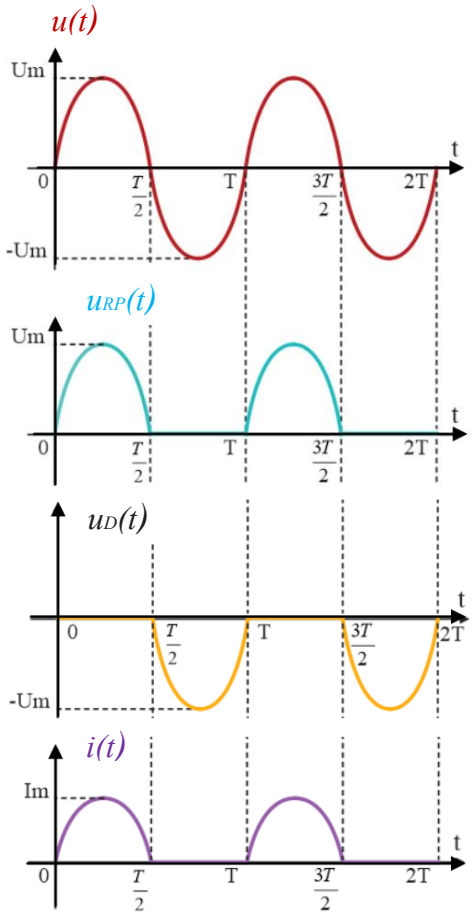



Figura 2.17: Format valore të madhësive karakteristike

Në figurën 2.17 tregohen format valore të tensionit sinusoidal të hyrjes $u(t)$, tensionit të harxhuesit $_{URP}(t)$, tensionit të diodës $uD(t)$ dhe rrymës $i(t)$ të drejtuesit gjysmëvalor gjatë dy periudhave kohore. Në intervalin kohor nga 0 në T/2, si dhe nga T në 3T/2 (për shkak të periodicitetit të tensionit sinusoidal) të tensionit $u(t)$, tensioni i harxhuesit është $_{URP}(t)= u(t)$, ndërsa në intervalin kohor nga T/2 në T (3T/2 deri në 2T) tensioni i harxhuesit është $_{URP}(t)=0$.

Forma valore e rrymës përmes harxhuesit $i(t)$ ka të njëjtën formë si tensioni i harxhuesit $_{URP}(t)$ por me amplitudë më të vogël. Meqenëse rryma kalon përmes harxhuesit vetëm gjatë një gjysmë cikli, ky drejtues quhet drejtues gjysmëvalor.

Nga analiza e kryer mund të vërehet se tensioni i diodës është identik me tensionin e hyrjes, kur ai është jopërçues. Kjo është arsyeja pse është e nevojshme që të ndërtohet

qark me dioda që ka tension shpimi më të lartë se tensioni i lidhur në hyrje në mënyrë që të mos shpohet. Diodat e silicit përdoren zakonisht në qarqet drejtuese.

Në qark gjatë kohëzgjatjes së një periudhe, rrjedh vlerë mesatare e rrymës së njëkahëshe, e cila llogaritet sipas:

$$I_{SR} = \frac{I_m}{\pi} = 0{,}32 I_m \quad \text{.....(2.4)}$$

Ku me $I_m$ është shënuar amplituda e rrymës, ndërsa tensioni njëkahësh sipas:

$$U_{Rp} = \frac{U_m}{\pi} \quad \text{.....(2.5)}$$

ku $U_m$ është amplituda e tensionit të alternativ.

Kjo rrymë mund të paraqitet si e përbërë nga një komponent i vazhdueshëm $I_{SR}$ dhe disa komponentë harmonikë, i pari prej të cilëve ka amplitudë më e madhe. Raporti i këtyre dy komponentëve përcakton faktorin e valëzimit si masë e cilësisë së pajisjes së furnizimit me energji elektrike. Për orientues të mirë, **faktori i valëzimit** duhet të jetë sa më i vogël që të jetë e mundur.

Drejtuesi gjysmëvalor ka faktor valëzim 1.21 dhe rrymë mesatare të ulët duke e bërë atë drejtues të klasës më të ulët. Rryma e ndërmjetme, si komponentë njëkahëshe, e magnetizon bërthamën e transformatorit dhe e sjell atë në ngopje, duke rritur humbjet në hekur.

## 2.5.1.2 DREJTUESI NJËFAZOR ME VALË TË PLOTË

Drejtuesi me valë të plotë ka karakteristika më të mira se drejtuesi me gjysmëvalor. Mund të ndërtohet në dy variante: me 2 dioda drejtuese dhe me 4 dioda drejtuese të ndërlidhura në konfiguracion ure, të njohur si **kalim i Grecit**.

Në figurën 2.18 tregohet skema e drejtuesit me valë të plotë me dy dioda, i cili punon si dy drejtues gjysmëvalor në antifazë dhe furnizojnë të njëjtin harxhues.

Drejtuesi përbëhet nga transformatori me dalje të mesme në mbështjelljen dytësore, domethënë me dy sekondarë dhe dy dioda $D_1$ dhe $D_2$. Tensionet në sekondarët e transformatorit $u_{AB}$ dhe $UCC$ kanë të njëjtën amplitudë, por fazë të kundërt. Harxhuesi përfaqësohet nga rezistori R.

Anodat e diodave (pikat A dhe C) janë të lidhura me skajet e mbështjelljes dytësore të transformatorit. Katodat e diodave janë të lidhura me njërin skaj të harxhuesit R, kurse skaji tjetër i harxhuesit është i lidhur me daljen e mesme të spirales sekondare (pika B).

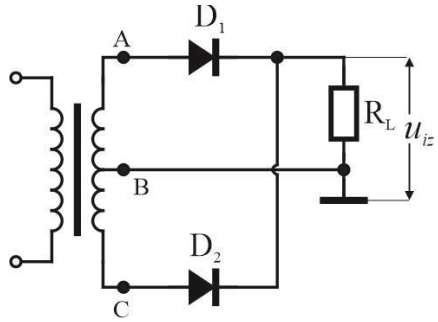



Figura 2.18: Drejtuesi me valë të plotë me dy dioda

Gjatë gjysmë-ciklit pozitiv të tensionit $u_{AB1}$, dioda $D_1$ polarizohet direkt dhe rryma $i_1$ rrjedh nëpër harxhuesin R në drejtim nga pika A në pikën B (figura 2.19). Në të njëjtën kohë tensioni *Ucc* është negativ, dioda $D_2$ është e polarizuar invers dhe as rryma nuk kalon nëpër të (në figurë është paraqitur si qark i hapur).

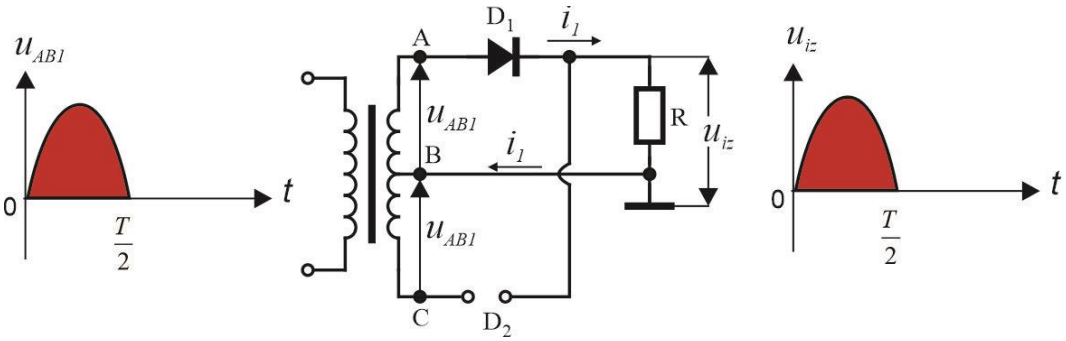



Figura 2.19: Drejtuesi me valë të plotë me dy dioda gjatë gjysmëperiodës pozitive

Gjatë gjysmëperiodës negative të tensionit $u_{AB2}$, dioda $D_2$ polarizohet direkt dhe rryma $i_2$ rrjedh nëpër harxhuesin R në drejtim nga pika C në pikën B (figura 2.20).

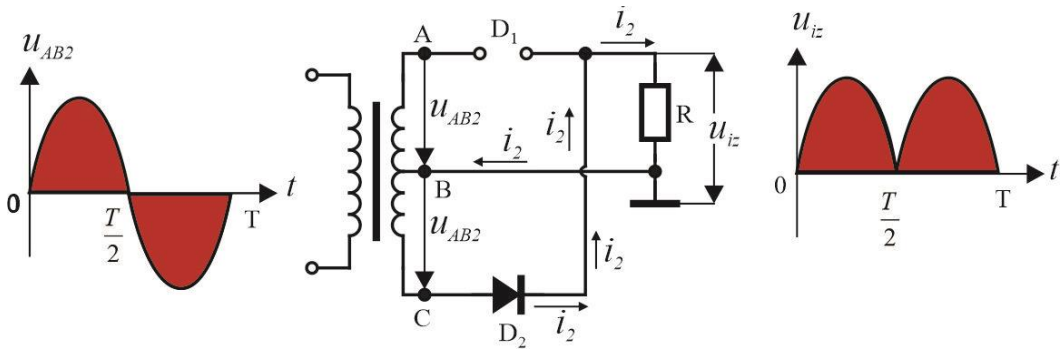



Figura 2.20: Drejtuesi me valë të plotë me dy dioda gjatë gjysmëperiodës negative

Në të njëjtën kohë tensioni $u_{AB2}$ polarizon në mënyrë inverse diodën $D_1$ dhe as rryma nuk kalon nëpër të (në figurë është paraqitur si qark i hapur).

Rryma përmes harxhuesit do të rrjedhë në të njëjtin drejtim gjatë të dy gjysmë periodave të tensionit të hyrjes. Kjo është arsyeja pse ky drejtues quhet orientues me valë të plotë.

Në figurën 2.21 tregohen format valore të tensionit $u_{AB}$ dhe tensionit të daljes gjatë dy periudhave të drejtuesit me valë të plotë me dy dioda.

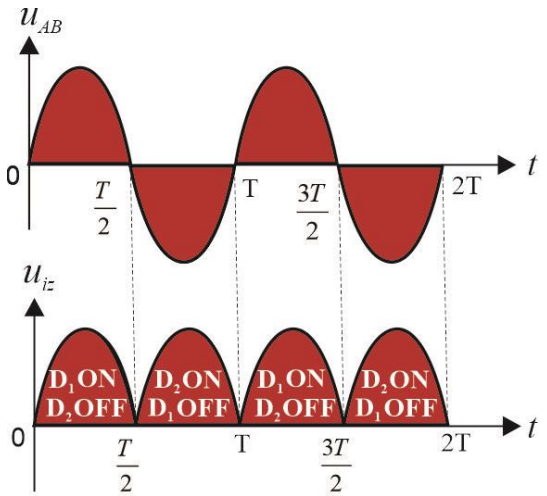



Figura 2.21: Format valore të tensionit të drejtuesit me valë të plotë me dy dioda

Këto karakteristika tregojnë se drejtuesi me valë të plotë është shumë më i mirë se drejtuesi gjysmë-valor, me ndryshimin se ai përdor sekondar me dalje të mesme pak më të shtrenjtë. Por kjo është arsyeja pse transformatori nuk ka "shtytje të zbrazur", rryma rrjedh në sekondarin e transformatorit gjatë dy gjysmë periodave dhe në drejtime të kundërta, kështu që bërthama e transformatorit magnetizohet nga njëra dhe demagnetizohet nga rryma tjetër gjatë secilës periudhë të tensionit.

Në atë mënyrë zvogëlohen humbjet në hekur dhe për të njëjtën fuqi ky transformator ka dimensione dhe peshë më të vogël në krahasim me transformatorin drejtues gjysmëvalor.

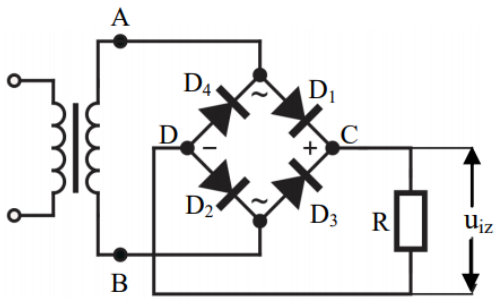



Figura 2.22: Drejtuesi me valë të plotë me katër dioda – Ura e Grecit

Disavantazhi i kësaj skeme është përdorimi i transformatorit me dalje të mesme, i cili është më i shtrenjtë se transformatori me një sekondar. Performanca e drejtuesit me valë të plotë në konfigurim urë e kapërcen këtë pengesë. Skema e drejtuesit gjysmë-valë në konfigurimin e urës përbëhet nga transformatori me një sekondar dhe katër dioda të lidhura në urë – Grecit (figura 2.22).

Për punën e saktë të drejtuesit duhet t'i kushtohet vëmendje mënyrës së lidhjes së diodave. Tensioni alternativ $u_{AB}$ nga sekondari i transformatorit është i lidhur me njërën diagonale të urës dhe harxhuesi R është i lidhur me diagonalen tjetër.

Gjatë gjysmë-periodës pozitive të tensionit $u_{AB}$, pika A është në potencial më të lartë se pika C, kështu që diodat $D_1$ dhe $D_2$ polarizohen direkt dhe rryma rrjedh nëpër harxhuesin R në drejtim nga pika A, përmes C, përmes pikës D në pikën B (figura 2.23). Në të njëjtën kohë diodat $D_3$ dhe $D_4$ janë të polarizuara në mënyrë inverse dhe as rryma nuk kalon nëpër to (në figurë ato përfaqësohen si qark i hapur).

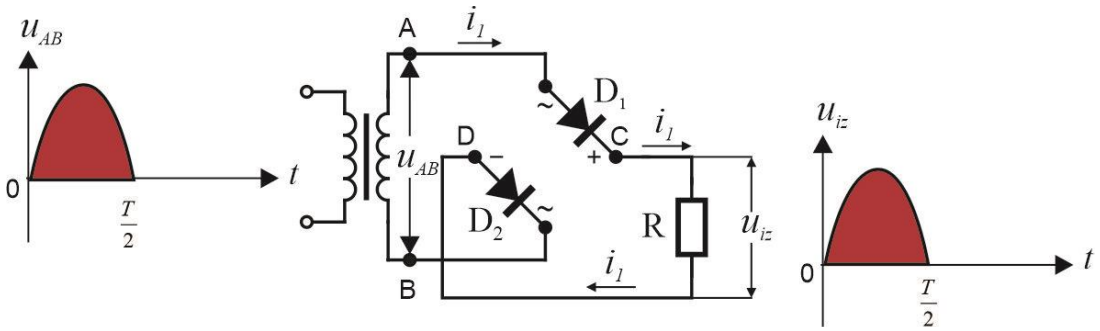



Figura 2.23: Drejtuesi me valë të plotë me katër dioda gjatë gjysmëperiodës pozitive

Gjatë gjysmë-periodës negativ të tensionit $u_{AB}$, pika C është në potencial më të lartë se pika A, kështu që diodat $D_1$ dhe $D_2$ janë të polarizuara invers dhe as rryma nuk do të rrjedhë nëpër to. Në këtë rast diodat $D_3$ dhe $D_4$ polarizohen direkt dhe rryma $i_2$ rrjedh përmes harxhuesit R në drejtim nga pika B, përmes C, përmes pikës D në pikën A (figura 2.24).

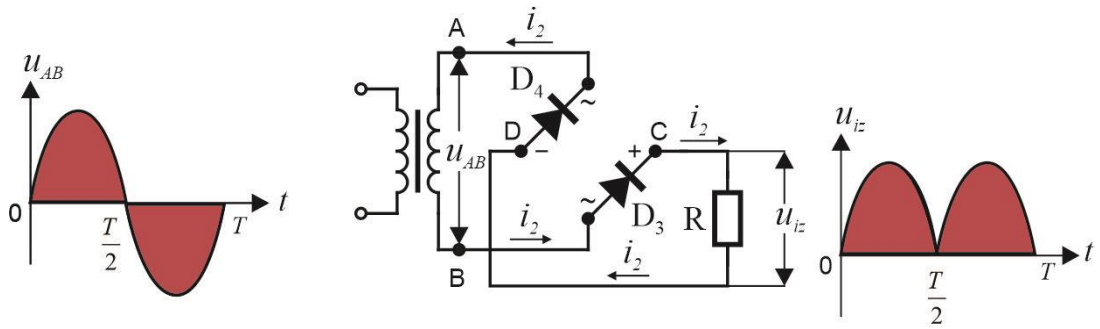



Figura 2.24: Drejtuesi me valë të plotë me katër dioda gjatë gjysmëperiodës negative

Format valore të tensionit $u_{AB}$ dhe tensionit dalës $u_{IZ}$ gjatë dy periudhave të drejtuesit me valë të plotë me katër dioda janë të njëjta me format valore të tensionit të drejtuesit me dy dioda të paraqitur në figurën 2.21.

Rryma totale gjatë një periudhe të tensionit alternativ, është shuma e rrymave që rrjedhin nëpër harxhues gjatë gjysmëciklit pozitiv $i_1$ dhe negativ $i_2$:

$$i = i_1 + i_2 \qquad (2.6)$$

kurse për vlerën mesatare të tij fitohet:

$$I_{SR} = \frac{2I_m}{\pi} = 0{,}64 I_m \qquad (2.7)$$

Rryma që rezulton është dyfishi i rrymës mesatare të drejtuesit gjysmëvalor, që do të thotë një faktor më i mirë i valëzimit, i cili është 0.48.

Një avantazh tjetër i kalimit të Grecit ndaj drejtuesit me valë të plotë me dy dioda është dyfishimi i tensionit invers maksimal të diodës, i cili është i barabartë me vlerën maksimale të tensionit në sekondar të transformatorit dhe ka të njëjtën formë valore si tensioni primar i transformatorit.

Konfigurimi i urës së diodës, i njohur si kalimi Grec, është i vendosur në shtëpizë të vetme me katër kontakte: dy janë të shënuara me shenjën "~" dhe dy të tjerat me "+" dhe "-". Kontaktet me shenjën "~" janë pikat e lidhjes së anodës dhe katodës së dy diodave, kontakti me shenjën "+" është pika ku lidhen katoda, kurse kontakti "-" është pika e lidhjes së anodës. prej dy diodash (figura 2.25). Ato tregohen në dy mënyra: BXCY dhe BXCY/$Y_1$, ku X është numër që e tregon atë vlerë efektive që mund të lidhet me kontaktet "~", Y numër që tregon rrymën direkte maksimale përmes kalimit të Grec pa një ftohës, shprehur në mA, kurse $Y_1$ me ftohës.

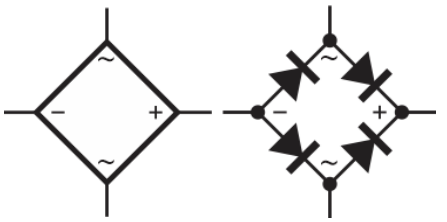


Figura 2.25: Simboli i kalimit të Grecit

Të dy drejtuesit me valë të plotë japin të njëjtën rrymë mesatare dhe kanë të njëjtin faktor valëzimi, megjithatë, drejtuesi me valë të plotë me konfigurim urë përdor transformatorë të thjeshtë, kështu që përdoret më shpesh në praktikë.

## 2.5.1.3 DREJTUESI SHUMËFAZOR

Drejtuesi me valë të plotë njëfazore nuk mund të sigurojnë tension më të lartë se 63,7 % e amplitudës së tensionit të hyrjes. Gjithashtu, për shkak të faktorit relativisht të ulët të shfrytëzimit dhe faktorit të madh të valëzimit, këta drejtues përdoren në kushte relativisht të ulëta të fuqisë, deri në 15 kW. Për funksionimin me fuqi më të larta përdoren drejtues trefazorë dhe shumëfazorë, të cilët mund të realzohen si qarqe me dalje të ndërmjetme ose si ura dreejtuese.

Në figurën 2.26 a) tregohet diagrami parimor i drejtuesit trefazor me lidhje të mesme, ndërsa diagramet përkatëse janë dhënë në figurën 2.26 b).

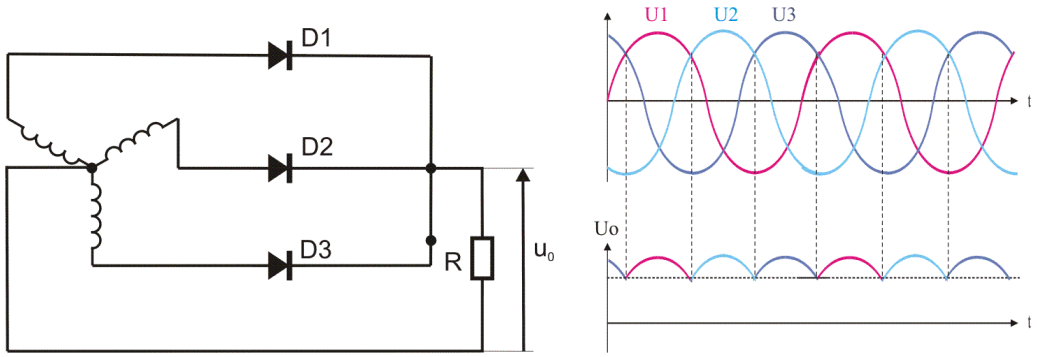



Figura 2.26: Drejtuesi trefazor me dalje të mesme: a) skema elektrike; b) format valore të tensioneve të diodës dhe harxhuesit

Vlera mesatare e rrymës përmes një diode do të jetë 3 herë më e ulët se vlera mesatare e rrymës përmes harxhuesit dhe përcaktohet nga relacioni:

$$I_{D(1)} = \mathrm{Im}\frac{1}{\pi}\sin\frac{\pi}{3} \qquad (2.8)$$

Një nga problemet themelore që shfaqet me drejtuesit trefazorë me dalje të mesme është se përmes secilës mbështjellje të sekondarit të transformatorit rryma rrjedh vetëm në një drejtim. Përmirësim në karakteristika arrihet gjithashtu nëse përdoren drejtues trefazorë të lidhur si urë. Në atë rast rryma rrjedh nëpër bobina në të dy drejtimet. Prandaj, valëzimi do të ulet dhe vlera njëkahëshe elektrike e tensionit të daljes do të rritet. Sidoqoftë, diodat do të përçojnë për 1/3 e periudhës së tensionit të hyrjes.

Diagrami elektrik i thjeshtuar i drejtuesit trefazor me urë është paraqitur në figurën 2.27.

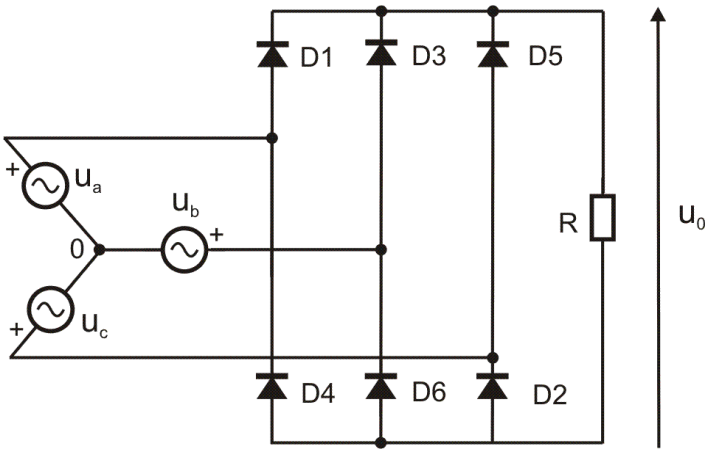



Figura 2.27: Drejtuesi trefazor me urë

Bëni kërkim për vlerat e parametrave për lloje të ndryshme drejtuesish, shkruani ato në tabelë dhe analizoni të dhënat e marra!

## MOS HARRO SE..!

- Me pajisjen e furnizimit me energji elektrike kryhen tre funksione themelore: ndryshimi i tensionit të rrjetit me transformator, drejtimi dhe stabilizimi i tensionit në dalje.
- Raporti ndërmjet vlerës efektive dhe mesatare të rrymës alternative përmes harxhuesit përcaktohet si faktori i valëzimit i cili është masë e cilësisë së pajisjes së furnizimit me energji elektrike.
- Drejtuesi gjysmëvalor ka diodë drejtuese që kalon rrymë vetëm gjatë gjysmë peridoës së tensionit alternativ.
- Drejtuesi gjysmëvalor ka faktor valëzim prej 1.21.
- Drejtuesi me valë të plotë realizohet me dy ose katër dioda drejtuese në kalimin e Grecit;
- Me drejtuesin e valës së plotë, fitohet faktor valëzimi prej 0.48.

## 2.5.2 KUFIZUESIT ME DIODA

Në elektronikë shpesh ka nevojë të kufizohet rritja/rënia e tensionit mbi/nën një vlerë të caktuar. Qarqet elektronike që kryejnë këtë funksion quhen **kufizues (të aq. Limiterë).** Në ta përdoret vetia komutuese e diodës. Në varësi të mënyrës së lidhjes së diodës, pra polarizimit të saj, tensioni i daljes do të ketë të njëjtën formë si tensioni i hyrjes me kufizim të caktuar. Kufizimi mund të jetë nga lart, nga poshtë ose nga të dyja anët. Nëse burimi i tensionit njëkahësh elektrik si tension referencë $U_R$ është i lidhur në seri me diodën në qark, do të merret kufizues i nivelit të tensionit nën ose mbi vlerën e tensionit të referencës.

Kufizuesit e njëanshëm realizohen me lidhje serike të një rezistence dhe diode. Në varësi të vendosjes së diodës në raport me burimin e tensionit, fitohen kufizues serik dhe paralelë.

Në figurën 2.28 tregohet kufizuesi paralel nga lart. Dioda D përdoret si element komutues, domethënë në polarizimin direkt si ndërprerës i mbyllur dhe gajtë atij invers – i hapur.

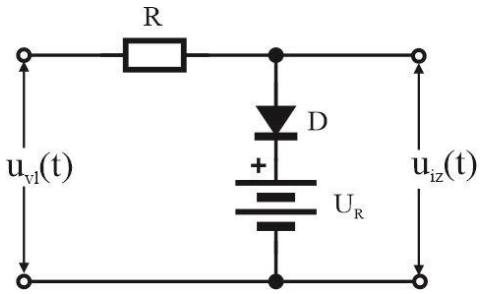



Figura 2.28: Kufizuesi paralel nga lart

Në analizën e parimit të funksionimit, do të merren tensionet hyrëse që variojnë nga vlerat negative "të mëdha" në vlerat "të mëdha" pozitive, ku dioda do të zëvendësohet me ekuivalentin e saj ideal.

Për $u_{vl}<0$ dioda do të polarizohet invers, do të zëvendësohet në qark nga modeli i saj –ndërprerësi i hapur, nuk do të rrjedhë rrymë në qark sepse nuk ka asnjë harxhues të lidhur me daljen, nuk do të ketë rënie të tensionit në të gjithë rezistorin R dhe tensioni i hyrjes bartet në dalje, pra $U_{IZ}=U_{VL}$. Karakteristika e transferimit (varësia e daljes nga hyrja) do të ketë formë lineare ($y=x$) (figura 2.29). Dalja do të ndjekë hyrjen derisa tensioni i hyrjes të arrijë vlerën e tensionit të burimit njëkahësh elektrik $U_R$.

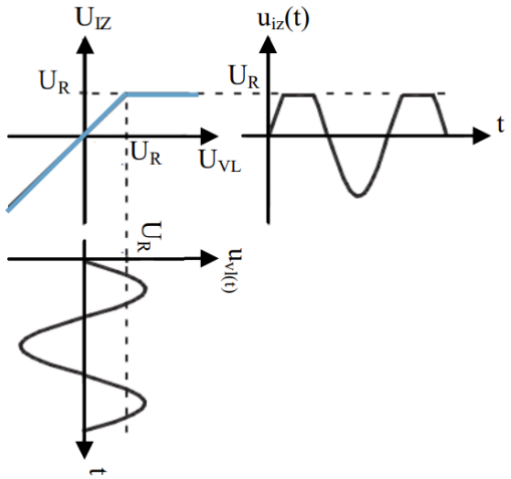



Figura 2.29: Karakteristika e transferimit të kufizuesit paralel nga lart

Për tensionet hyrëse $u_{vl}>0$, dioda do të polarizohet direkt, duke e zëvendësuar atë në qark me qark të shkurtër. Në atë moment tensioni i daljes lidhet drejtpërdrejt, paralelisht, me skajet e burimit referent $U_R$, pra $U_{IZ}=U_R$. Karakteristika e transferimit do të jetë paralele me boshtin $x$ ($y=konst.$).

Kufizuesi paralel nga poshtë (figura 2.30) merret nëse, në skemën e figurës 2.28, dioda D dhe burimi i referencës $U_R$ janë të lidhura në drejtim të kundërt.

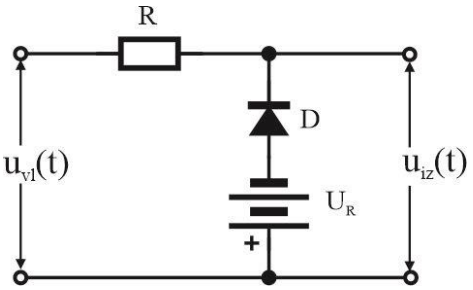



Figura 2.30: Kufizuesi paralel nga poshtë

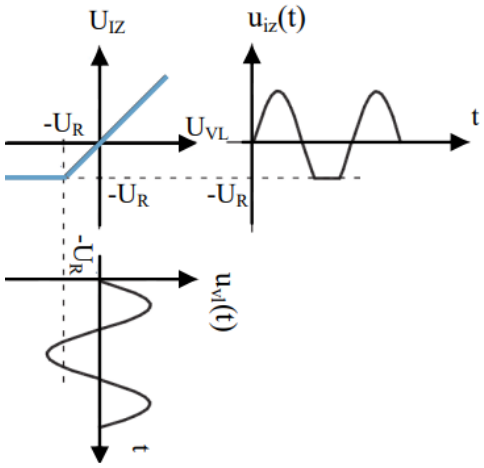



Figura 2.31: Karakteristika e transferimit të kufizuesit paralel nga poshtë

Analiza është identike me kufizuesin e diodës paralele nga sipër. Për tensionet hyrëse $u_{vl}$<– $U_R$ dioda është direkt e polarizuar (qark i shkurtër), $U_{IZ}$=– $U_R$, ndërsa për tensionet hyrëse më të mëdha se ai referent, dioda është e polarizuar invers dhe nuk rrjedh rrymë në qark, dalja ndjek hyrjen (Figura 2.31).

I njëjti efekt arrihet me kufizues të serisë së diodës ku dioda është e lidhur në seri me tensionin e hyrjes.

Nëse ka nevojë për të kufizuar tensionin e daljes njëkohësisht nga lart dhe poshtë, në nivele të njëjta ose në nivele të ndryshme referimi, përdoren kufizues të dyanshëm.

Në figurën 2.32 tregohet diagrami elektrik i kufizuesit të dyanshëm. Dy paraqitjet e mëparshme janë integruar në degën paralele.

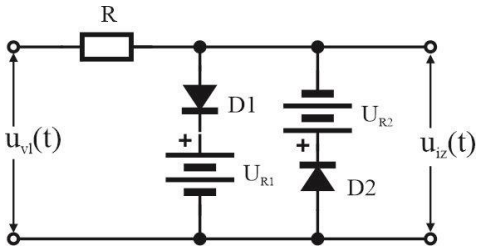



Figura 2.32: Kufizuesi i dyanshëm

Për të përcaktuar formën e karakteristikës së transferimit (figura 2.33), analiza do të kryhet në tre hapa.

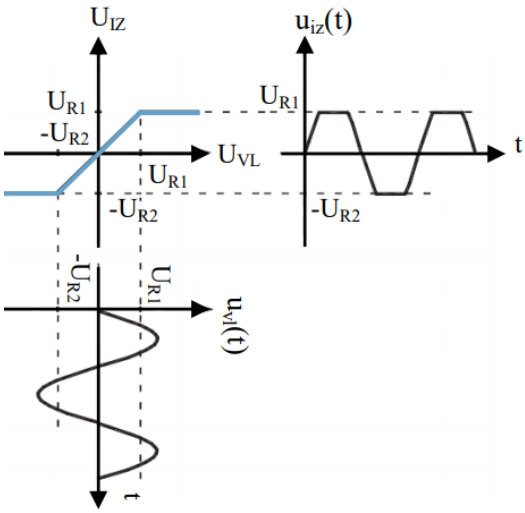



Figura 2.33: Karakteristika e transferimit e kufizuesit të dyanshëm

1. Për vlerat e tensioneve hyrëse $u_{vl}$<-$U_{R2}$, katoda e diodës $D_2$ është në potencial më të ulët se anoda e saj duke e bërë atë të përçueshme. Zëvendësohet nga një ndërprerës i mbyllur, ku tensioni i daljes lidhet paralelisht me burimin $U_{R2}$ ($U_{IZ}$=-$U_{R2}$). Në të njëjtën

kohë dioda $D_1$ ka polarizim invers, meqenëse katoda është e lidhur me polin pozitiv të burimit të referencës $U_{R1}$, as rryma nuk kalon nëpër të dhe është e barabartë me ndërprerës të hapur. Qarku i rrymëa në qark nga tensioni i hyrjes mbyllet përmes diodës $D_2$, burimit të referencës $U_{R2}$ dhe rezistorit R.

2. Për tensionet e hyrjes $-U_{R2}<u_{vl}$, dioda $D_2$ do të jetë e polarituar invers, dioda $D_1$ mbetet e shkyçur derisa tensioni i hyrjes të arrijë vlerën e burimit $U_{R1}$. Dy diodat janë ekuivalente me ndërprerës të hapur, kështu që tensioni i daljes e ndjek tensionin hyrës $U_{IZ}=U_{VL}$ (pjesa lineare e karakteristikës së transferimit).

3. Për tensionet hyrëse $-U_{R2}>u_{vl}$ anoda e $D_1$ do të jetë në potencial më të lartë se katoda e saj, do të kyçet, ndërsa dioda $D_2$ mbetet e shkyçur. Në këto kushte në qark tensioni i daljes do të lidhet paralelisht me burimin $U_{R1}$ ($U_{IZ}=U_{R1}$).

Tensioni i përftuar i daljes kufizohet nga lart në vlerën $U_{R1}$ dhe nga poshtë në $-U_{R2}$.

Bazuar në sa u tha më sipër, vizatoni karakteristikat e transferimit të llojeve të kufizuesve të definuar nëse nuk përfshihen burimet referente të tensionit!

## MOS HARRO SE..!

- Qarqet elektronike që kufizojnë rritjen e tensionit mbi një vlerë të caktuar quhen kufizues.
- Kufizuesit mund të jenë të njëanshëm (nga lart ose poshtë) dhe të dyanshëm.

## 2.5.3 STABILIZATORËT E TENSIONIT ME DIODA

Dioda Zener sipas ndërtimit është diodë silici me përqindje të shtuar të papastërtive kimike në gjysmëpërçuesit e llojit P dhe N. Ajo ka të njëjtat veti si dioda drejtuese në polarizimin direkt. Në tensione më të mëdha se tensioni i përçueshmërisë Up, rryma rrjedh nëpër të. Ato ndryshojnë sipas zonave të tyre të punës, për diodat drejtuese kufizimi është në tensionin maksimal invers, kurse për diodat Zener rryma maksimale inverse. Nëpër diodën Zener rrjedh rrymë në intensitet të madh në tensione më të mëdha se tensioni i invers i shpimit $U_{BR}$. Ky tension quhet **tensioni Zener**.

Në figurën 2.34 tregohet karakteristika rrymë- tension e diodës Zener. Duke shtuar papastërti kimike në gjysmëpërçuesit e llojit P dhe N, arrihet pjerrësi më e madhe dhe më e mprehtë e lakores në pjesën e tensionit të shpimit. Në rajonin e shpimit, me ndryshime të mëdha të rrymës përmes diodës $\Delta I_D$, ndryshimet në tensionin në skajet e saj $\Delta U_D$ janë shumë të vogla.

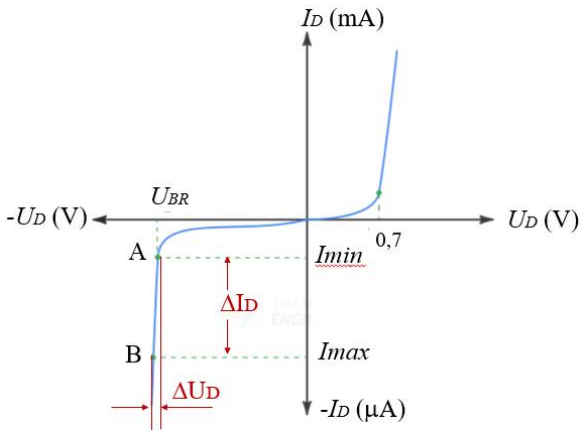



Figura 2.34: Karakteristika rrymë-tension e diodës Zener

Rajoni stabilizues i diodës Zener është në intervalin nga *Imin* në *Imax*. Në rryma më të ulëta se *Imin*, dioda Zener e humb efektin e saj stabilizues dhe nuk rrjedh rrymë në qark. Kur punohet në rajonin e shpimit, dioda nuk dëmtohet. Kur tejkalohet vlera e *Imax*, ndodh shpimi i cili është i pakthyeshëm, d.m.th shkatërrimi i diodës. Dioda Zener, si element i cili në karakteristikë në rajonin e shpimit ka vetinë e efektit stabilizues, në skajet për të mbajtur një tension konstant që praktikisht nuk varet nga rryma, përdoret në pajisjet e quajtura stabilizues të tensionit.

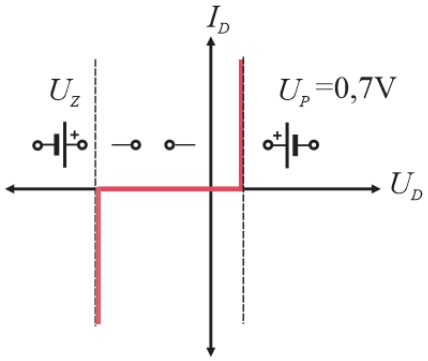



Figura 2.35: Karakteristika e përafërt rrymë-tension e diodës Zener

Në polarizimin direkt dioda Zener mund të përafrohet me burim direkt $U_P$=0.7V, ndërsa në polarizimin invers për tensione më të ulëta se tensioni i shpimit me ndërprerës të hapur dhe për tensione më të larta me burim direkt $U_Z$ me polaritet si në figurën 2.35. Madhësia e tensionit Zener përcaktohet gjatë procesit të prodhimit. Diodat Zener prodhohen me tensione shpimi nga disa volt në disa qindra volt. Diodat me tension Zener prej 6-15 V me fuqi deri në 1 W përdoren më shpesh.

Stabilizuesi më i thjeshtë i tensionit i bërë me rezistor $R_1$, dioda Zener ZD (element që në karakteristikën në rajonin e shpimit ka vetinë të mbajë tension konstant në skajet) dhe rezistenca e harxhuesit $R_P$, është paraqitur në figurën 2.36. Qarku duhet të sigurojë tension të stabilizuar për harxhuesin $R_P$.

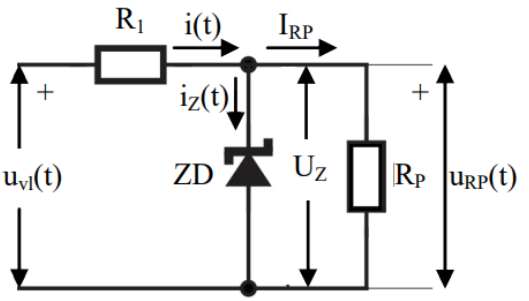



Figura 2.36: Stabilizuesi i tensionit me diodë Zener

Tensioni i pastabilizuar i hyrjes $U_{VL}$ duhet të jetë më i madh se tensioni i stabilizimit të diodës Zener $U_Z$. Sipas Ligjit të Dytë të Kirkovit, madhësia e rezistorit $R_1$, e cila shërben për të kufizuar rrymën, përcaktohet:

$$R_1 = \frac{U_{VL} - U_{RP}}{I} \quad (2.9)$$

ku për rrymën $I$ vlen:

$$I = I_Z + I_{RP} \quad (2.10)$$

ndërsa për rrymën $I_{RP}$ :

$$I_{RP} = \frac{U_{RP}}{R_P} \quad (2.11)$$

Në ndryshimin në tensionin e harxhuesit mund të vij nga ndryshimi i tensionit të pastabilizuar të hyrjes $U_{VL}$ ose për shkak të një ndryshimi në rrymën $I_{RP}$, i shkaktuar nga një ndryshim në rezistencën e ngarkesës $R_P$.

Nëse ka rritje të tensionit të pastabilizuar të hyrjes $U_{VL}$, rryma I e rezistorit $R_1$ do të rritet. Tani dioda Zener hyn në veprim, kështu që rryma e saj $I_Z$ do të rritet, ndërsa rryma $I_{RP}$ dhe tensioni $U_{RP}$ mbeten të pandryshuar. Në rastin e uljes së tensionit të pastabilizuar, procesi zhvillohet në drejtim të kundërt, kështu që rryma përmes diodës Zener zvogëlohet.

Kur ka ndryshim në rezistencën e harxhuesit $R_P$, përpjekja për të ndryshuar rrymën $IRP$ kompensohet nga një ndryshim në rrymën e diodës Zener $I_Z$. Nëse rezistenca e rezistort $R_P$ zvogëlohet, rryma $I_{RP}$ rritet për të mbajtur të pandryshuar tensionin $U_{RP}$, ndërsa rryma $I_z$ zvogëlohet dhe anasjelltas.

Në të dy shembujt tensioni $U_{RP}$ mbetet i pandryshuar, domethënë është i stabilizuar.

Përdorimi i këtij stabilizuesi është i kufizuar nga rryma e lejuar e diodës Zener dhe zakonisht jep rezultate të mira për rryma prej disa mA. Sa i përket tensionit, diodat Zener me të njëjtën forcë të lejuar të rrymës mund të lidhen në seri dhe me kombinim të përshtatshëm mund të merret tensioni i kërkuar.

Analizoni diagramin elektrik të stabilizuesit të tensionit me dioda Zener dhe shikoni lidhjen e tensionit të stabilizuar që rezulton me shënimin e diodës Zener!

## MOS HARRO SE..!

- Dioda Zener funksionon në zonën e tensionit të shpimit gjatë polarizimit invers.
- Në rajonin e shpimit dioda Zener ka vetinë të mbajë tensionin konstant në skajet.
- Diodat Zener përdoren në pajisjet për stabilizim të tensionit.
- Për funksionimin e duhur të diodës Zener si stabilizues i tensionit, kërkohet kufizim i $I_{ZMAX}$ dhe $I_{ZMIN}$.

## 2.5.4 QARQET LOGJIKE ME DIODA

Qarqet digjitale funksionojnë me sinjale që janë të vazhdueshme në kohë, por diskrete në vlerë. Në elektronikën digjitale zakonisht përdoren sinjale digjitale binare, të cilat kanë vetëm dy nivele të ndryshme të tensionit, të lartë dhe të ulët, të cilat interpretohen nga shifrat 0 dhe 1.

Qarqet logjike janë qarqe digjitale në të cilat elementet gjysmëpërçuese funksionojnë në regjimin e ndërprerës të punës. Në daljen e qarkut logjik, fitohen dy vlera të tensionit $U_{OL}$ ose $U_{OH}$, domethënë nga gjendjet, "1" – niveli logjik i lartë (**High**) ose "0" – niveli logjik i ulët (**Low**). Sipas funksionit logjik që kryejnë, ekzistojnë lloje të ndryshme të qarqeve logjike. Funksioni logjik themelor mbledhja realizohet me **qark logjik OSE (OR)**, ndërsa funksioni logjik shumëzimi me **qark logjik DHE (AND)**. Qarqet tjera logjike fitohen duke kombinuar qarqet logjike themelore.

Qarku për realizimin e veprimit të mbledhjes logjike me dy hyrje është paraqitur në figurën 2.37 a). Ai përbëhet nga dy dioda $D_1$ dhe $D_2$, të cilat përmes ndërprerësve A dhe B lidhen me burim energjie *Ucc* dhe harxhuesin që përfaqësohet nga rezistori R. Në varësi të kombinimeve të ndërprerësve, fitohen katër gjendje të polarizimit të diodave $D_1$ dhe $D_2$. Gjatë analizimit të qarkut, diodat do të jenë ekuivalente me modelin e ndërprerësit ideal. Niveli logjik i ulët në dalje merret vetëm me kushtin që të dy ndërprerësit të jenë të hapur (logjika 0), domethënë nuk sillet tension në anodat e diodave dhe ato janë të polarizuara invers. Në qark nuk rrjedh rrymë dhe tensioni i daljes ka vlerë prej 0 V (figura 2.37 b). Nëse ndonjë nga ndërprerësit është i mbyllur (logjika 1), tensioni *Ucc* aplikohet në anodën e diodës, me ç'rast ajo do të jetë e polarizuar direkt. Nëpërmjet qarkut të shkurtër të diodës (ekuivalente me polarizimin direkt), tensioni *Ucc* sillet në dalje. Figura 2.37 c) tregon një nga tre kombinimet e ndërprerësve (A i mbyllur, B-i hapur) kur dalja e qarkut është niveli i tensionit të lartë (logjika 1). E njëjta analizë kryhet në rastin e kombinimeve të tjera ku të paktën një nga ndërprerësit është i mbyllur. Gjatë analizimit të funksionimit të qarkut, u morën dioda ideale.

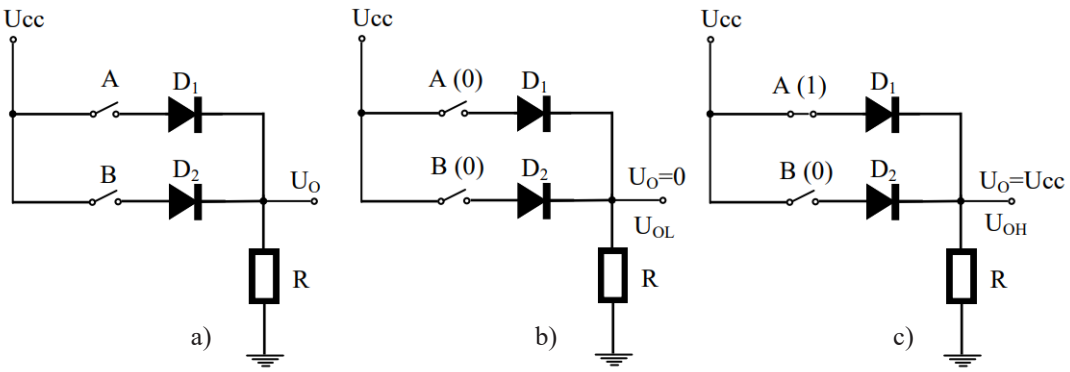



Figura 2.37: Qarku OSE: a) diagrami elektrik; b) gjendja e nivelit dalës të ulët; c) gjendja e nivelit dalës të lartë

Tabela e vërtetësisë së qarkut logjik OSE me gjendjet hyrëse të të dy hyrjeve A dhe B, funksioni i mbledhjes logjike dhe gjendja e sinjalit të daljes $U_0$ janë paraqitur në figurën 2.38 a), ndërsa në figurën 2.38 b) simboli grafik i tij.

| gjendjet hyrëse | | Funksioni i shtimit logjik | gjendja e daljes Uo |
|---|---|---|---|
| A | B | | |
| 0 | 0 | 0+0=0 | 0 |
| 0 | 1 | 0+1=1 | 1 |
| 1 | 0 | 1+0=1 | 1 |
| 1 | 1 | 1+1=1 | 1 |

a)


b)

Figura 2.38: Qarku OSE: a) tabela e vërtetësisë; b) simboli grafik

Në figurën 2.39 tregohet qarku logjik me diodë DHE me dy hyrje dhe dalje. Ndryshe nga qarku OSE, ndërprerësit janë të lidhur me tokëzimin, që do të thotë se sinjali i hyrjes është në 0 logjike kur ndërprerësi është i mbyllur. Vetëm në rastin kur të dy ndërprerësit janë të hapur (1 logjik), nuk rrjedh rrymë në qark, nuk ka rënie të tensionit në rezistorin R, kurse furnizimi me energji elektrike *Ucc* transferohet në dalje (*Uo=Ucc*), gjendja 1 logjike (figura 2.39 b). Nëse ndonjë nga ndërprerësit është i mbyllur (logjika 0), dioda përkatëse zëvendësohet nga qarku i shkurtër, rryma rrjedh në qark, ndërsa dalja lidhet drejtpërdrejt me masën gjendja e 0 logjike (figura 2.39 c).

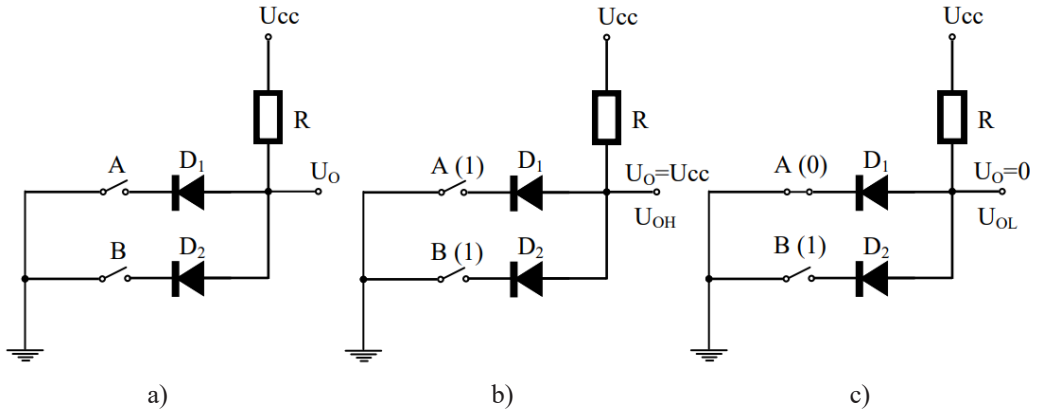



Figura 2.39: Qarku DHE: a) skema elektrike; b) gjendje e nivelit dalës të lartë; c) gjendja e nivelit dalës të ulët.

Në figurën 2.40 tregohet tabela e vërtetësisë (a) dhe simboli grafik i qarkut logjik DHE (b).

| Gjendjet hyrëse | | Funksioni logjik shumëzimi | Funksioni logjik Uo |
|---|---|---|---|
| A | B | | |
| 0 | 0 | 0x0=0 | 0 |
| 0 | 1 | 0x1=0 | 0 |
| 1 | 0 | 1x0=0 | 0 |
| 1 | 1 | 1x1=1 | 1 |

a)


b)

Figura 2.40: Qarku DHE a) tabela e vërtetësisë; b) simboli grafik

Në paketë programore për simulimin e funksionimit të qarqeve logjike, vendosni të gjitha gjendjet hyrëse dhe shikoni gjendjen e daljes së qarkut logjik DHE dhe OSE!

## MOS HARRO SE..!

- Në daljen e qarkut logjik fitohen dy vlera të tensionit $U_{OL}$ ("0" niveli logjik i ulët – Low) ose $U_{OH}$ ("1" niveli logjik i lartë – High).
- Nëse ndonjë nga ndërprerësit në qarkun logjik OSE është i mbyllur (1 logjike), në dalje meret tensioni *Ucc*.
- Nëse ndonjë nga ndërprerësit në qarkun logjik DHE është i mbyllur (0 logjike), dioda përkatëse zëvendësohet nga qarku i shkurtër, rryma rrjedh në qark, ndërsa dalja lidhet direkt me tokën – gjendja logjike 0.

## Pyetje për të verifikuar njohuritë nga Moduli 2

1. Çfarë paraqet kalimi PN?
2. Si mund të polarizohet kalimi PN?
3. Me cilin pol të burimit duhet të lidhet anoda e diodës në mënyrë që të kalojë rryma nëpër të?
4. Me cilin pol të burimit duhet të lidhet katoda e diodës që të polarizohet invers?
5. Çfarë është karakteristika statike?
6. Si polarizohet dioda në kuadrantin e parë të karakteristikës së saj statike?
7. Cila diodë përdoret për stabilizimin e tensionit njëkahësh?
8. Cila diodë punon në rajonin e shpimit?
9. Ku përdoren diodat Shotki?
10. Cila diodë është fotodetektor?
11. Ku përdoren fotodiodat?
12. Cilat dioda përdoren në fibra optike për shkak të shpejtësisë së lartë të kyçjes dhe shkyçjes?
13. Cila diodë ka veti të ndryshojë kapacitetin e saj duke ndryshuar tensionin e aplikuar në skajet e saj?
14. Cilat dioda përdoren në ndriçuesit?
15. Ku përdoren diodat tunel?
16. Përcaktoni modelin ideal të diodës.
17. Në cilin polarizim dioda përafrohet me ndërprerës të mbyllur?
18. Si të përafrohet dioda në polarizimin invers?
19. Me cilat pajisje kufizohet ngritja e tensionit mbi një vlerë të caktuar?
20. Cilat pajisje përdoren për marrjen e tensionit njëkahësh nga ai alternative?
21. Cili drejtues është projektuar vetëm me një diodë?
22. Në cilin drejtim kalon rryma nëpër diodë, në raport me kontaktet e saj, gjatë polarizimit direkt?
23. Cilat janë funksionet themelore të pajisjeve të furnizimit me rrymë alternative?
24. Cila është detyra e transformatorit të rrjetit?
25. Përcaktoni termin "faktor i valëzimit".
26. Sa është vlera e faktorit të valëzimit për gjysmëvalë dhe sa për drejtues me valë të plotë?
27. Cili është avantazhi i drejtuesit me valë të plotë me katër dioda ndaj një drejtuesi me valë të plotë me dy dioda?

28. Cili është funksioni i filtrit drejtues?
29. Pse rryma rrjedh vetëm gjatë gjysmës së periodës në drejtuesit gjysmëvalor?
30. Çfarë lidhet me hyrjen dhe çfarë me daljen e drejtuesit të tensionit?
31. Në cilin polarizim të diodës Zener pothuajse nuk ndryshon tensioni në skajet e saj gjatë ndryshimeve të mëdha të rrymës?
32. Si lidhet harxhuesi në lidhje me diodën Zener në qarkun e stabilizimit të tensionit?
33. Çka ndodh me diodën Zener në tensione më të mëdha se tensioni i shpimit?
34. Cili tension quhet tension Zener?
35. Cilat dioda përdoren në qarqet e stabilizimit të tensionit?
36. Cila diodë punon në rajonin e shpimit?
37. Në cilin polarizim dioda LED lëshon dritë?
38. Pse është e nevojshme të lidhen rezistenca në qarkun e diodës LED?
39. Nga se varet ngjyra e dritës LED?
40. Ku përdoren diodat LED?
41. Cilat dioda e shndërrojnë energjinë elektrike në energji drite?
42. Çfarë duhet të lidhet në qark për të kufizuar rrymën nëpër diodën LED?
43. Cili është ndryshimi midis fotodiodës dhe diodës që lëshon dritë?
44. Cilat dioda detektojnë dritën?
45. Cila diodë përdoret në sistemet e alarmit?
46. Ku përdoren fotodiodat?
47. Cilat dioda e shndërrojnë dritën në energji elektrike?
48. Në cilin polarizim të fotodiodës rrjedh rryma e errësirës kur në sipërfaqen e saj nuk bie dritë?
49. Cilat gjendje logjike përcaktohen në qarqet digjitale?
50. Cili operacion logjik realizohet nga qarku logjik me diodë OSE?
51. Me cilin qark logjik me diodë realizohet operacioni logjik i shumëzimit?
52. Cili qark logjik prodhon nivel të lartë logjik në daljen e tij vetëm kur të dy hyrjet janë në nivel të lartë logjik?
53. Cili qark logjik jep nivel të lartë logjik në daljen e tij nëse të paktën një hyrje është në nivel të lartë logjik?

# VERIFIKIMI TEMATIK

## I Pyetje me rrumbullaksim
## (Rrethoni përgjigjet e sakta)

1. Në cilin polarizim të kalimeve të diodës ajo është e polarizuar direkt?
   a) $\phi_A > \phi_K$
   b) $\phi_A = \phi_K$
   c) $\phi_A < \phi_K$.

2. Cilat dioda punojnë në polarizim invers, në tensione më të larta se tensioni i shpimit të diodës, pa e shkatërruar atë?
   a) Dioda drejtuese
   b) Diodë Zener
   c) Diodë Varikap

3. Elementet që përdoren në instrumentet për matjen e ndriçimit janë:
   a) fotodiodat
   b) fotorezistorët
   c) fototransistorët
   ç) foto gjeneratorët

4. Elementet gjysmëpërçuese me aftësi për të kthyer energjinë e rrezatimit të dritës drejtpërdrejt në energji elektrike quhen:
   a) fotogjeneratorë
   b) fotorezistorë
   c) fototransistorë
   ç) termistorë

5. Si pjesë përbërëse e invertorëve përdoren:
   a) fotodiodat
   b) termistorët
   c) fotorezistorët

## I Pyetje me lidhje

6. Lidhni simbolet elektrike me elementet:

a) b) c) ç) d)

1. Dioda Varikap _____
2. Dioda Zener _____
3. Dioda LED ____
4. Dioda drejtuese ____

7. Lidhni elementet specifike elektronike me aplikimin e tyre si:

| | |
|---|---|
| 1. Termistorët | a) Matësit e dritës_____ |
| 2. Fotogjeneratorët | b) Sensorët e temperaturës _____ |
| 3. Fotorezistorët | c) Celula solare _____ |

## II Pyetje me plotësim

8. Karakteristika statike e tiristorit përcaktohet si varësia e _____ përgjatë tiristorit nga _____ në skajet e tij për vlera të ndryshme të _____.

9. Karakteristika statike e diodës me polarrizim direkt është paraqitur në kuadrantin _____, ndërsa në polarizimin invers të diodës, në kuadrantin _____.

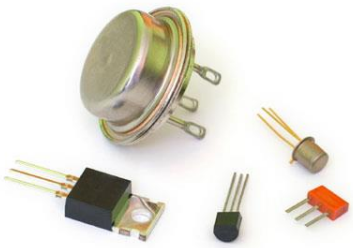
10. Kontakti i diodës në anën gjysmëpërçuese të llojit P quhet _____ dhe shënohet me _____, ndërsa në anën gjysmëpërçuese të llojit N quhet _____ dhe shënohet me _____.

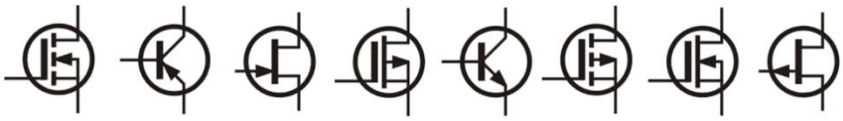
11. Elementet elektronike, vetitë elektrike të të cilëve varen nga ndryshimi i energjisë së rrezatimit të dritës quhen _____.

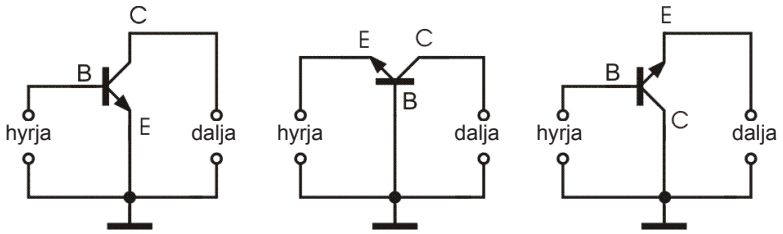
12. Dioda LED lëshon dritë në polarizimin _____.

13. Në fotodiodë rrjedh rryma e errësirës gjatë polarizimit _____.

# NJËSIA MODULARE 3
# TRANSISTORËT







**Me mësimin e përmbajtjes së kësaj njësie modulare, nxënësi do të fitojë njohuri themelore për transistorët dhe do të jetë në gjendje:**

- të dallojë llojet e transistorëve;
- të shpjegojë aplikimin e llojeve të ndryshme të transistorëve;
- të shpjegojë polarizimin e transistorëve bipolarë dhe unipolarë;
- të përcaktojë fushat e punës së transistorëve bipolarë dhe unipolarë;
- të shpjegojë karakteristikat statike dhe dinamike të transistorëve;
- të paraqesë karakteristikat e transistorëve;
- të aplikojë transistorin si përforcues dhe ndërprerës;
- të shpjegojë zbatimin e qarqeve logjike me transistorë.

Në analizë do të përdorim shenjat në vijim të madhësive njëkahëshe:
$U_{BE}$ – tension kolektor – emiter
$U_{BE}$ – tension bazë – emiter
$U_{CC}$ – tensioni i burimit të furnizimit të kolektorit
$U_{BB}$ – tensioni i burimit të furnizimit të bazës
$I_C$ – rryma e kolektorit
$I_B$ – rryma e bazës
$I_E$ – rryma e emiterit

Në rregjimin dinamik të punës të transistorit, zbatohet mënyra e mëposhtme e shënimit të tensioneve dhe rrymave:

$U_{BE}$, $U_{CE}$, $U_B$, $U_C$, $I_B$, $I_C$, $I_E$ – vlera konstante njëkahëshe;
$u_{vl}$, $u_{be}$, $u_{ce}$, $u_{iz}$, $i_b$, $i_c$, $i_e$ – komponenta e ndryshueshme (sinjali i vogël);
$U_{vl}$, $U_{be}$, $U_{ce}$, $U_{iz}$, $I_b$, $I_c$, $I_e$ – amplituda e sinjalit të vogël;
$u_{BE}$, $u_{CE}$, $i_B$, $i_C$, $i_E$ – vlera totale (e përgjithshme) (njëkahëshe + sinjali i vogël).

# 3.1 NOCIONI PËR TRANSISTORIN


**Komponentët elektronikë mund të jenë aktivë ose pasivë. Komponentët aktivë janë ata komponentë që kërkojnë energji nga burimi njëkahësh elektrik për të kryer funksionin e tyre. Në komponentet aktive përfshihen: transistorët bipolarë dhe unipolarë, përforcuesit operacionalë, mikroprocesorët dhe qarqet e integruara.**

*Çfarë ndodh kur dy kalime PN kombinohen në gjysmëpërçuesi? Në drejtim, qysh në vitin 1948 dy shkencëtarët amerikanë Bretejn dhe Berdin punuan dhe arritën të krijojnë element të ri elektronik, i quajtur transistor. Transistori i parë i silicit u prodhua në vitin 1954 nga kompania* ***Texas Instruments****. Më pas vjen zhvillimi i shpejtë i teknologjisë së gjysmëpërçuesve që rezulton në lloje të ndryshme transistorësh.*

*Teoria e* ***transistorëve me efekt në fushë*** *ose* ***FET*** *(Field Effect Transistor) u zhvillua midis vitit 1920 dhe 1930, që është shumë përpara zbulimit të transistorëve bipolarë. Dizajni origjinal i FET kishte një pllakë alumini mbi të cilën ishin vendosur dy pllaka gjysmëpërçuese. Kontaktet metalike vendosen në anën tjetër të pllakave. Ndërmjet pllakës së aluminit dhe kontakteve metalike futet tensioni, i cili formon fushë elektrike në sipërfaqen e gjysmëpërçuesit. Me këtë tension mund të kontrollohet rrjedha e rrymës midis kontakteve metalike. Teknologjia e zhvilluar e pastrimit të materialeve gjysmëpërçuese në mënyrë të pamjaftueshme nuk lejoi që ideja të realizohej plotësisht.*

*Deri në vitin 1952 fizikani amerikan Viliem Shokli prezantoi* ***FET*** *me shtresa (****JFET*** *–* ***J****unction* ***F****ield* ***E****ffect), në të cilin pllaka e aluminit zëvendësohet nga kalimi PN.*

Emri transistor është marrë duke kombinuar dy fjalë angleze **TRANS**fer res**ISTOR**, që do të thotë rezistencë transferuese, ose më saktë, rezistencë që mund të kontrollohet. Transistorët mund të ndahen në dy grupe themelore: transistorë bipolarë (**BJT** – **B**ipolar **J**unction **T**ransistor) dhe transistorë unipolarë ose me efekt në fushë (**FET** – **F**ield **E**ffect **T**ransistor) (figura 3.1). Të dy grupet kanë ndërtim të ngjashëm duke përdorur kalime PN, por me parim të ndryshëm funksionimi.

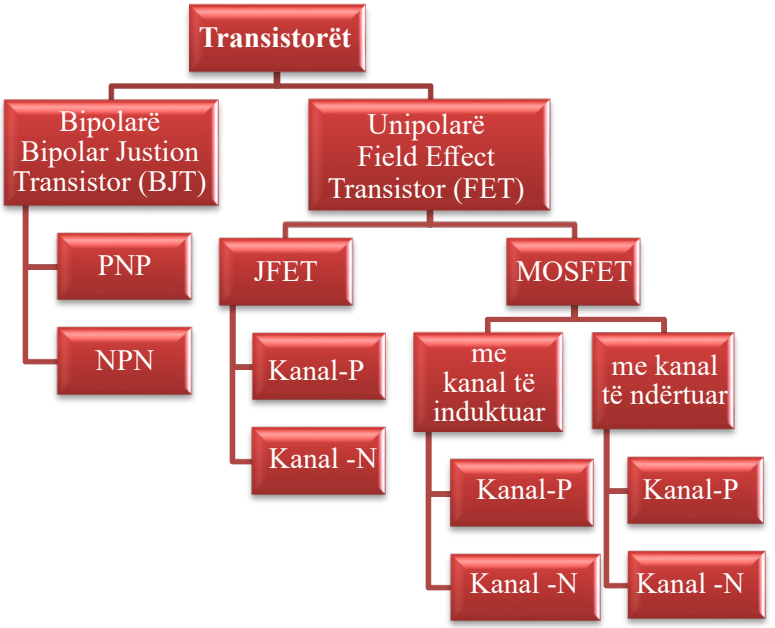



Figura 3.1: Llojet e transistorëve

Sipas mënyrës së punës, transistorët e të dy grupeve mund të ndahen në përforcues dhe ndërprerës.

## 3.2 LLOJET E TRANSISTORËVE BIPOLARË

Transistorët bipolarë janë elemente gjysmëpërçuese me dy kalime PN dhe tri elektroda (kontakte): **emiter (E), bazë (B)** dhe **kolektor (C)**. Në varësi të mënyrës së lidhjes së kalimeve PN, janë të mundshme dy variante, të emërtuara NPN dhe PNP.

Rryma e transistorit, e cila rrjedh nga kolektori në emiter, përmes dy kalimeve PN, formohet nga dy llojet e bartësve të ngarkesës elektrike: elektronet e polarizuara negativisht dhe vrimavrimat e polarizuara pozitivisht.

Transistori NPN përbëhet nga dy rajone të llojit N të vendosura midis gjysmëpërçuesit të llojit të kundërt, llojit P. Mund të paraqiten si kalim i dy kalimeve-PN me rajone të përbashkëta P, domethënë kalimi i dy diodave me emiter të përbashkët. Struktura e tij dhe simbolet grafike janë dhënë në figurën 3.2.

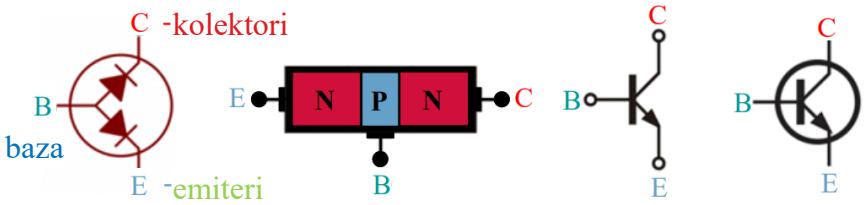



Figura 3.2: Struktura dhe simbolet grafike të transistorit NPN

Rajoni i mesëm i transistorit është caktuar si **bazë (B)** dhe në konstruksionin e transistorit ka gjerësi shumë më të vogël se dy rajonet e tjera.

Njëri skaj i rajonit N është caktuar si **emiter (E)**, është zona nga e cila emetohen elektronet që udhëtojnë nëpër bazën (B) dhe mblidhen në skajin e kundërt të transistorit, i caktuar si **kolektor (C)** nën kushtin e polarizimit të transistorit që do të shpjegohet në tekstin në vijim.

Për kuptim më të mirë të proceseve, do të përdorim një paraqitje grafike të transistorit NPN, të dhënë në figurën 3.3. Nga figura shihet se pas përfundimit të procesit të formimit të monokristalit krijohen dy barriera potenciale dhe dy zona të barierës me fushat e brendshme $E_1$ dhe $E_2$ me drejtime të kundërta.

Njëra është në kalimin e emiter-bazë, e cila quhet **kalim i emiterit**, kurse tjetra është në kalimin ndërmjet bazës dhe kolektorit, që quhet **kalim i kolektorit**. Metoda e formimit të barrierave është identike me atë të përshkruar tashmë për diodat në njësinë modulare 2.

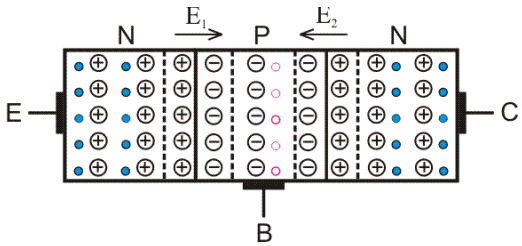



Figura 3.3: Paraqitja grafike e transistorit NPN

Në figurë është dhënë shpërndarja reale fizike e rajoneve gjysmëpërçuese të transistorit NPN (figura 3.4).

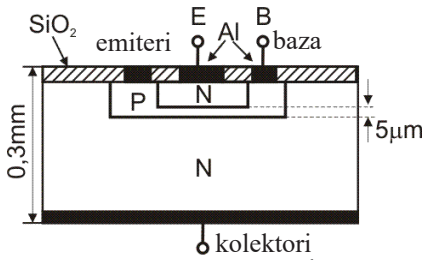



Figura 3.4: Renditja fizike e rajoneve gjysmëpërçuese të transistorit NPN

Gjerësia e bazës ndërmjet emiterit dhe kolektorit për disa lloje transistorësh është deri në disa μm, kurse kalimi ndërmjet gjysmëpërçuesve P dhe N është rreth 1μm. Sipërfaqet e kalimeve bazë-kolektor dhe bazë-emiter nuk janë të barabarta. Sipërfaqja e kalimit të kolektorit është disa herë më e madhe se sipërfaqja e kalimit të emiterit. Kjo është e nevojshme në mënyrë që kolektori të mund të mbledhë të gjitha elektronet që vijnë një nga emiteri.

Metoda e formimit të kalimeve PN duke futur përqendrime më të larta të papastërtive të llojit të kundërt në substrat të një lloji të caktuar gjysmëpërçuesi, të përshkruar për diodat zbatohet gjithashtu për prodhimin e transistorëve modernë. Nga figura 3.4 shihet se shtresa bazë është formuar në kolektor dhe shtresa emitere është formuar në bazë. Kjo do të thotë se përqendrimi i akceptorëve në bazë është më i lartë se përqendrimi i donorëve në kolektor dhe përqendrimi i donorëve në emiter është më i lartë se përqendrimi i akceptorëve në bazë. Kjo na tregon se **<u>në polarizimin e direkt të kalimit të emiterit, emiteri do të injektojë (emetojë) shumë më tepër elektrone në bazë sesa baza injekton vrima në emiter.</u>** Kjo veti, së bashku me gjerësinë shumë të vogël të bazës, janë kontribuesit kryesorë në efektin e transistorit.

Transistori PNP përbëhet nga dy rajone të llojit P të vendosura midis gjysmëpërçuesit të llojit të kundërt, të llojit N. Mund të përfaqësohet si kalim i dy kalimeve PN me rajone të përbashkëta N, domethënë kalimi i dy diodave me kolektor të përbashkët. Struktura dhe simboli grafik i tij janë dhënë në figurën 3.5.

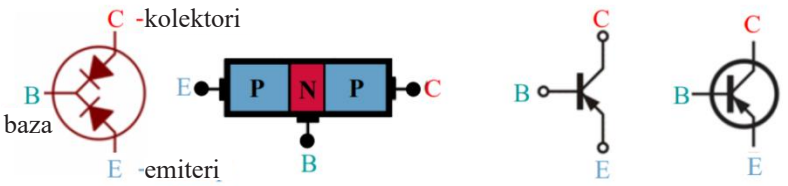



Figura 3.5: Struktura dhe simboli grafik i transistorit PNP

I gjithë konstruksioni i tij është i njëjtë me konstruksionin e transistorit NPN, me ndryshimin se gjysmëpërçuesit P dhe N ndryshojnë vendet. Këtu emiteri dhe kolektori janë të llojit P dhe baza është e llojit N. Kalimet PN vendosen në mënyrë që fushat e brendshme $E_1$ dhe $E_2$ tani të tregojnë drejtimin e kundërt me atë të transistorit NPN (figura 3.6).

Përqendrimi i akceptorëve në emiter është shumë më i lartë se përqendrimi i donorëve në bazë, kurse ai, nga ana tjetër, është shumë më i lartë se përqendrimi i akceptorëve në kolektor, që do të thotë se **rryma kryesore këtu është rryma e vrimave.**

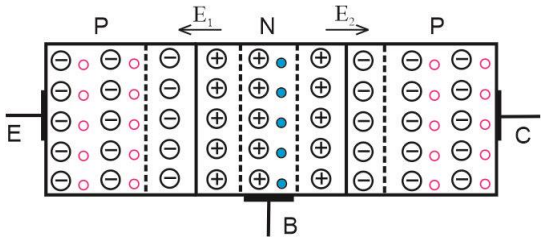


Figura 3.6: Paraqitja grafike e transistorit PNP

Diskutimi i mëparshëm i transistorit NPN mund të zbatohet edhe për transistorin PNP. Tani në vend të elektroneve, emiteri do të lëshojë vrima që kalojnë përmes bazës së hollë dhe kalojnë në kolektor. Ata tani përfaqësojnë bartësit kryesorë të rrymës në transistor.

## 3.3 LLOJET E TRANSISTORËVE UNIPOLARË

Ekzistojnë dy lloje të transistorëve unipolarë ose FET (Field Effect Transistor): FET me **kalim (JFET)** dhe **MOSFET**.

Transistorët me efekt në fushë, ose FET, kanë karakteristika të ngjashme me transistorët bipolarë. Ata kanë tri kontakte që korrespondojnë me kontaktet e transistorëve bipolarë (figura 3.4). Këto janë lidhëset **drejn D** (dalja), **gejt G** (porta) dhe **sourse S** (burimi), që korrespondojnë me kolektorin, bazën dhe emiterin.

Struktura e FET është paraqitur në mënyrë skematike në Figurën 3.7. Ajo përbëhet nga një pllakë e hollë me prerje drejtkëndore të gjysmëpërçuesit silic të llojit N ose P. Në dy sipërfaqet e kundërta (vertikalisht të kundërta në figurë) të tabelës, aplikohet gjysmëpërçuesi, i kundërt me atë nga i cili është bërë pllaka dhe formohen dy kalime PN.

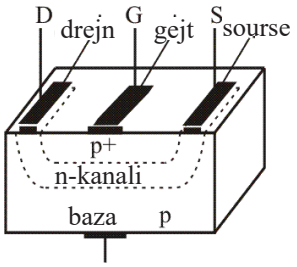



Figura 3.7: Struktura e FET-it

Këto dy rajone janë të lidhura me njëra-tjetrën përmes kontakteve metalike dhe përfaqësojnë elektrodë hyrëse, të quajtur **gejt (G).** Në skajet e tjera të tabelës vendosen kontaktet metalike për daljet **drejn (D)** dhe **sourse (S).** Pjesa e ngushtë e pllakës ndërmjet burimit dhe daljes quhet **kanal**.

Në varësi të llojit të gjysmëpërçuesit në tabelë, mbi të cilin aplikohet gjysmëpërçuesi i llojit të kundërt, dallohen **FET me kanal N** me gjysmëpërçues të llojit N në tabelë (figura 3.8 a) dhe **FET me kanal P**, me gjysmëpërçues i llojit P në tabelë (figura 3.8 b).

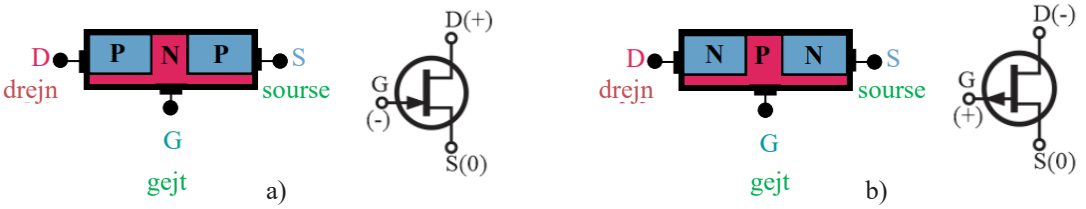



Figura 3.8: Struktura fizike e a) me kanal N dhe b) JFET me kanal P dhe simboleve të tyre grafike

Transistorët e bashkuara me efekt në fushë kanë disa veti që i bëjnë ata superiorë ndaj transistorëve bipolarë në disa aplikime. Këto janë: rezistencë më e lartë në hyrje, zhurmë e brendshme më e ulët, dimensione më të vogla dhe përforcim më i lartë i tensionit, si faza dalëse.

Te MOSFET është përmirësim mbi disa veçori të JFET. Emri **MOSFET** është shkurtim i **M**etal **O**xide **S**emikonductor **FET**, kurse mund të ketë gjithashtu përcaktimin IGFET (Insulated Gate FET), që do të thotë FET me gejt të izoluar. Ndërtimi i tij është i ngjashëm me atë të JFET me ndryshimin se nën pllakën e gejtit vendoset një shtresë dioksidi silici (xhami), i cili vepron si izolues dhe e ndan elektrikisht portën nga nënshtresa (figura 3.9). Ekzistojnë dy lloje të transistorëve MOSFET: MOSFET me kanal të induktuar (kanale të krijuara gjatë polarizimit) dhe MOSFET me kanale të ndërtuara (kanale të ndërtuara gjatë procesit të prodhimit).

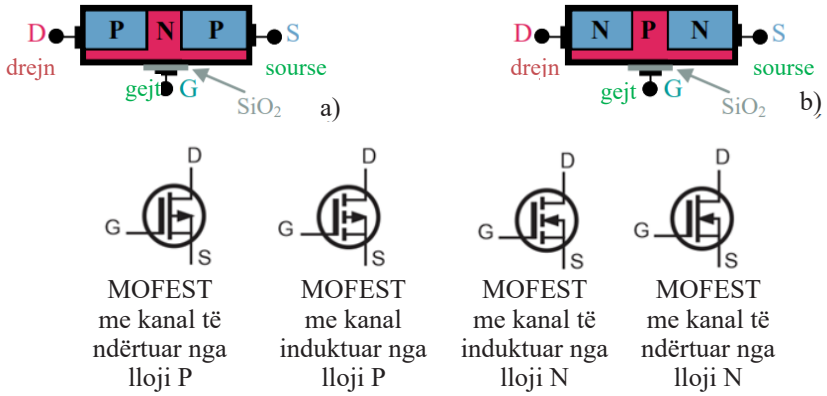



Figura 3.9: Struktura e MOSFET-it me kanal N, a) dhe kanal P b) dhe simbolet grafike

Karakteristika kryesore e këtij transistori është se rryma përmes tij formohet vetëm nga një lloj ngarkese, prandaj quhen edhe **unipolar**. Një tjetër ndryshim në krahasim me transistorët bipolarë është në mënyrën e drejtimit të rrymës. Rryma e daljes së transistorit bipolar kontrollohet nga rryma hyrëse, kurse e transistorit unipolar nga fusha elektrike e krijuar nga tensioni i hyrjes. Në të njëjtën kohë rryma hyrëse ka forcë shumë të ulët. Rezistenca hyrëse e transistorit unipolar është shumë e madhe, që do të thotë se kërkon shumë pak energji nga faza e mëparshme.

## MOS HARRO SE..!

- Sipas mënyrës së punës, transistorët e të dy grupeve mund të ndahen në përforcues dhe ndërprerës.
- Transistori bipolar ka dy kalime PN dhe tri elektroda: emiter (E), bazë (B) dhe kolektor (C).
- Bartësit kryesorë të rrymës së kolektorit te transistori NPN janë elektronet, ndërsa në transistorin PNP janë vrimat.
- Ekzistojnë dy lloje të transistorëve unipolarë: FET-et me bashkim (JFET) dhe MOSFET (FET Metal – Oxide – Semiconductor).
- Kontaktet e transistorit unipolar shënohen me G (gejt), D (drain) dhe S (source).
- Ekzistojnë dy lloje të transistorëve MOSFET: MOSFET me kanal të induktuar dhe MOSFET me kanal të integruar.
- Rryma përmes transistorëve unipolarë formohet vetëm nga një lloj ngarkese, prandaj quhen edhe transistorë unipolarë.

# 3.4 ZBATIMI I TRANSISTORËVE

Transistorët përdoren në të gjitha degët e elektronikës dhe elektroteknikës – në prodhimin e përforcuesve, oscilatorëve, pajisjeve të transmetimit dhe qarqeve rregulluese. Përveç elektronikës dhe elektroteknika, sot transistorët përdoren pothuajse në të gjitha degët e industrisë. Suksesi i madh dhe zhvillimi i shpejtë janë rezultat i dimensioneve të vogla, prodhimit të thjeshtë dhe masiv dhe konsumit shumë të ulët të energjisë.

**Transistorët bipolarë janë përforcues të kontrolluar me rrymë dhe transistorët unipolarë janë përforcues të kontrolluar me tension**. Që nga koha kur u zbuluan e deri më tani, ato janë sotisfikuar dhe përshtatur për përdorim të përgjithshëm ose funksione të veçanta. Si përforcues ata prodhohen për përforcimin në frekuenca të ulëta deri në 1 MHz, në frekuenca të mesme deri në 100 MHz dhe në frekuenca të larta mbi 100 MHz. Sipas fuqisë, ato mund të jenë për fuqi të ulët deri në 0,2 W, për fuqi mesatare deri në 1 W dhe për fuqi të lartë mbi 1 W.

**Si elemente komutuese**, përveç funksioneve standarde komutuese, transistorët përdoren në teknologjinë digjitale për krijimin e portave logjike si përbërës të sistemeve komplekse digjitale. Kështu, për shembull, çipi gjysmëpërçues mund të përmbajë disa milionë elemente komutuese me transistor.

**Përdorimi i transistorëve ka dy aspekte bazë: si blloqe bazë ndërtimi në qarqet e integruara (analoge ose digjitale) dhe si komponentë diskrete në qarqet me fuqi më të lartë.** Funksionalisht ato shërbejnë si elemente përforcuese ose si elemente komutuese. Sot e gjithë bota e komunikimeve, informatikës, automatizimit, trafikut, teknologjisë radiotelevizive, internetit, teknologjisë ushtarake, teknologjisë hapësinore, por edhe përditshmëria jonë (në familje) varet nga "madhëria e tij transistorit".

Analizoni skemat elektrike të qarqeve elektronike me transistorë. Përcaktoni zbatimin praktik të modeleve të analizuara me ndihmën e mësimdhësit tuaj!

## 3.5 POLARIZIMI I TRANSISTORIT BIPOLAR


**Transistori bipolar i komponentit elektronik është element gjysmëpërçues i cili, ndryshe nga dioda (e cila ka kalimin PN dhe dy elektroda, anodë A dhe katodë C), ka dy kalime PN dhe tri elektroda: E-emiter, B-bazë. Edhe C– kolektor.**

Meqenëse transistori ka dy kalime PN, kurse secila prej tyre mund të polarizohet direkt ose invers, ekzistojnë katër mënyra polarizimi, domethënë katër zona të funksionimit të transistorit. Meqenëse baza ndodhet në mes, ndërmjet emiterit dhe kolektorit, dy kalimet PN quhen: kalimi i emiterit (ndërmjet bazës dhe emiterit) dhe **kalimi i kolektorit** (midis bazës dhe kolektorit) (figura 3.10).


Figura 3.10: Kalimet PN të transistorit të llojit NPN dhe PNP

Sipas metodës së polarizimit të kalimeve PN, transistori mund të gjendet në një nga mënyrat e mëposhtme të funksionimit (tabela 3.1):

Tabela 3.1: Mënyrat e funksionimit të transistorit

| Mënyra e punës së transistorit | Polarizimi i kalimit të emiterit | Polarizimi i kalimit të kolektorëve |
|---|---|---|
| Zonë normale aktive | Direkt | Invers |
| Zonë aktive inverse | Invers | Direkt |
| Rajoni i ngopjes | Direkt | Direkt |
| Zona e bllokimit/shkyçjes | Invers | Invers |

Në cilën fushë të funksionimit do të gjendet transistori varet nga polarizimi i tij. Në figurën 3.11 tregohet qarku i polarizimit të transistorit NPN. Kërkohen dy burime njëkahësh elektrik për të polarizuar kalimet. Me burimin $U_{BB}$, të lidhur ndërmjet bazës dhe emiterit, kalimi i emiterit është i polarizuar direkt, kurse me burimin $U_{CC}$, i lidhur

midis kolektorit dhe emiterit, i cili duhet të jetë më i madh se burimi $U_{BB}$, kalimi i kolektorit është i polarizuar invers. Me këtë polarizim të transistorit, ai funksionon në rajonin normal aktiv.

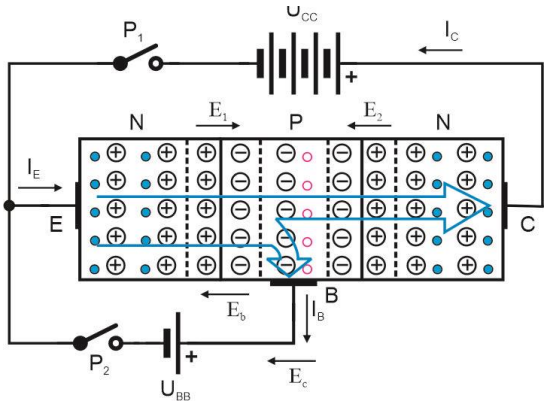


Figura 3.11: Transistori NPN i polarizuar në rajonin normal aktiv

Me mbylljen e ndërprerësve $P_1$ dhe $P_2$, burimi njëkahësh elektrik $U_{BB}$ krijon fushë të jashtme $E_b$ midis bazës dhe emiterit, të drejtuar nga baza në emiter. Për vlerë mjaft të madhe të tensionit të burimit, fusha e jashtme $E_b$ kundërshton fushën e brendshme $E_1$ dhe polarizon direkt kalimin e emiterit.

Elektrone të lira në numër të madh kalojnë nga rajoni i emiterit përmes kalimit të emiterit dhe hyjnë në rajonin bazë.

Por, duke qenë se sipërfaqja e bazës është shumë e vogël dhe ka numër të vogël vrimash, mundësia e rikombinimit ndërmjet elektroneve dhe vrimave është shumë e vogël. Në formimin e rrymës bazë $I_B$ marrin pjesë vetëm ato elektrone që rikombinohen me vrimat. Numri i mbetur i elektroneve nuk mund të drejtohet në kontaktin e bazës, ato zhvendosen me anë të difuzionit në kufirin e zonës së ndërhyrjes midis bazës dhe kolektorit. Këtu, ato bien nën ndikimin e fushës $E_C$ dhe $E_2$, kalojnë kalimin e kolektorit dhe shkojnë në rajonin e kolektorit. Si rezultat, rryma $I_C$ do të rrjedhë në qarkun emiter-kolektor. Fuqia e asaj rryme do të varet nga numri i elektroneve të lira që kanë kaluar nëpër kalimin e emiterit, domethënë nga shkalla e polarizimit të drejtpërdrejtë të kalimit të emiterit, por praktikisht nuk varet nga shkalla e polarizimit invers të kalimit të kolektorit, sepse të gjitha elektronet që kanë arritur tek ai do të kalojnë në kolektor. Pra, kur transistori është në zonë normale aktive **me ndihmën e $U_{BB}$ të tensionit të vogël dhe rrymës së vogël bazë $I_B$, kontrollohet rryma e madhe e kolektorit dhe rrjedhimisht rryma e emiterit, e cila është thelbi i efektit të transistorit.**

Meqenëse kalimi i emiterit në rajonin normal aktiv vepron në regjimin e rrymave relativisht të mëdha (të rendit disa mA), tensioni i kalimit të polarizuar

direkt bazë-emiter ndryshon shumë pak. Rrymat $I_E$ dhe $I_C$ me intensitet të madh do të rrjedhin nëpër transistor dhe do të vlej sa vijon:

$$I_E = I_B + I_C.$$

Nëse në figurën 3.11, ndryshohet polariteti vetëm i tensionit emiteri- bazë $U_{BB}$, transistori kalon nga rajoni normal aktiv në **rajonin e ndërprerjes**. Në rajonin e ndërprerjes, dy kalimet PN janë të polarizuara në mënyrë inverse, sepse baza është në potencial më të ulët, si në lidhje me emiterin ashtu edhe në lidhje me kolektorin. Tani vetëm rrymat e ngopjes së kundërt të dy kalimeve rrjedhin në bazë. Duke qenë se janë shumë të vogla (nëe transistorin e silicit janë të rendit të nA) mund të konsiderojmë se transistori sillet si qark i hapur.

Nëse polariteti i vetëm i tensionit të njëanshëm të kalimit të kolektorit ndryshon, transistori lëviz nga rajoni normal aktiv në **rajonin e ngopjes**. Në atë rajon të dy kalimet PN janë të polarizuara direkt. Rryma të mëdha mund të rrjedhin nëpër transistor që varen vetëm nga tensionet dhe rezistencat në qarkun në të cilin është i lidhur. Kjo sjellje e transistorit është e kundërt me atë të mëparshme dhe ai sillet si qark i shkurtër në qark.

Nëse në figurën 3.11, me ndërprerësit $P_1$ dhe $P_2$ të kyçur, kolektori dhe emiteri i ndërrojnë vendet, transistori do të polarizohet në rajonin invers aktiv. Tani emiteri dhe kolektori i ndërrojnë rolet e tyre, por kjo çon në sjellje të keqe, sepse kolektori është "emiter" i keq i transportuesve dhe emiteri një "mbledhës" i keq. Nëse nuk jemi të kujdesshëm, kjo mund të na ndodhë lehtësisht kur lidhim transistorin në qark, kështu që mund të mendojmë se është me defekt.

Nëse ndërprerësi $P_2$ lihet i hapur (baza e varur), tensioni kolektor-emiter do të shpërndahet midis dy kalimeve, kështu që afërsia zero do të shfaqet në kalimin e kundërt kolektor-bazë dhe emiter-bazë do të jetë shumë pak i polarizuar direkt, duke shkaktuar rrymë të vogël kolektori $I_{CEO}$ të quajtur "**rrymë kolektor-emiter me bazë të hapur**".

Rryma inverse $I_{CB0}$ **është "rryma bazë-kolektori me emiter të hapur",** rryma e kolektorit me vlerë të vogël që rrjedh nëpër kalimin kolektor-bazë të polarizuar invers të emiterit në emiter të hapur (emiteri është ivarur).

Kur diskutuam funksionimin e transistorit në rajonin normal aktiv, pamë se pothuajse e gjithë rryma që rrjedh përmes emiterit ($I_E$) rrjedh edhe përmes kolektorit ($I_C$). Dallimi midis këtyre dy rrymave përbën rrymën bazë ($I_B=I_E-I_C$). Midis rrymave të transistorit në rajonin normal aktiv ekziston varësi lineare e treguar nga relacioni:

$$I_C = \beta I_B + (\beta + 1)I_{CBO} \quad (3.1)$$

I cili, për shkak të vlerës së vogël të rrymës $I_{CB0}$, në shumicën e rasteve mund të thjeshtohet në:

$$I_C = = \beta I_B \quad (3.2)$$

Ky relacion është nxjerrë nga shkencëtarët Ebers dhe Moll, sipas të cilëve ekuacionet për tensionet dhe rrymat në transistor, të ashtuquajtur modeli i transistorit, quhen **"modeli Ebers-Moll". Parametri** $\beta$ **quhet koeficienti i përforcimit të rrymës së transistorit.**

E njëjta analizë kryhet për transistorin PNP duke i marrë të gjitha tensionet dhe rrymat me drejtim të kundërt.

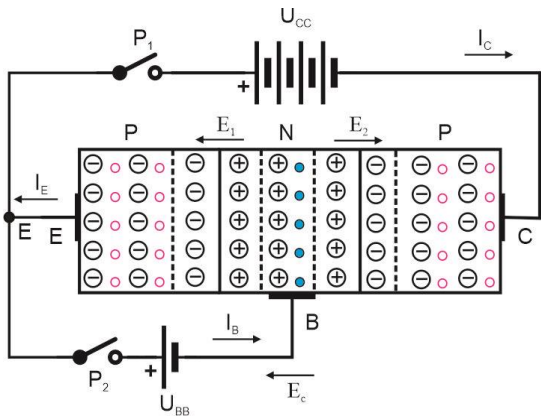



Figura 3.12: Transistori PNP i polarizuar në rajonin normal aktiv

Në figurën 3.12 mund të vërejmë se dy burimet e tensionit janë të vendosura në të kundërt, kurse drejtimet teknike të rrymave nëpër lidhjet e tij janë shënuar edhe në të kundërt. Ky rregullim i tensioneve në vlerat $U_{CC}>U_{BB}$ siguron polarizimin në zonën normale aktive.

Tani në vend të elektroneve, emiteri do të lëshojë vrima që kalojnë përmes bazës së hollë dhe kalojnë në kolektor. Ata tani përfaqësojnë bartësit kryesorë të rrymës në transistor.

Pra, nëse krahasojmë drejtimin e shigjetës nga emiteri në paraqitjen skematike të transistorit dhe drejtimet teknike të rrymave të treguara në figurën 3.12, do të shohim se ato përputhen. Megjithatë, duhet të theksojmë se në praktikë përdoren edhe drejtimet

e referencës për rrymat e transistorit. Sipas udhëzimeve të referencës, supozohet se të gjitha rrymat hyjnë në transistor. Kjo është arsyeja pse ato kanë vlera pozitive dhe negative (ndryshe nga ato teknike që kanë gjithmonë vlera pozitive).

## MOS HARRO SE..!

- Transistori ndodhet në rajonin normal aktiv me polarizim direkt të kalimit PN të emiterit dhe polarizim invers të kalimit PN të kolektorit.
- Varësia e rrymave te transistorë paraqitet me shprehjen: $I_E=I_B+I_C$.
- Transistori në rajonin normal aktiv punon si përforcues i rrymës, tensionit ose fuqisë.
- Rajoni i ngopjes përcaktohet nga polarizimi direkti të dy kalimeve, kurse transistori sillet si ndërprerës i mbyllur.
- Në rajonin e ngopjes, tensioni i kalimit të kolektorit ka vlerë shumë të ulët.
- Rryma shumë të vogla të ngopjes së kundërt rrjedhin nëpër transistor në zonën e ngopjes, të cilat mund të neglizhohen në temperaturën e dhomës.
- β paraqet koeficientin e përforcimit të rrymës së transistorit në kalmin me emiter të përbashkët.
- Modaliteti i shkyçjes përcaktohet nga polarizimi i kundërt i emiterit dhe kalimit të kolektorit. Në këto kushte transistori sillet si ndërprerës i hapur.
- Në rajonin invers aktiv të punës së transistorit, përforcimi i rrymës është shumë i vogël.
- Rryma e kolektorit kontrollohet nga tensioni i vogël i hyrjes të burimit të polarizimit dhe rryma e vogël hyrëse $I_B$, që është thelbi i efektit të transistorit.
- Sipas drejtimeve referente, supozohet se të gjitha rrymat hyjnë në transistor.

# 3.6 REGJIMI STATIK I PUNËS SË TRANSISTORIT

Transistori ka dy mënyra punue: statik dhe dinamik. Mënyrë statike të punës kemi kur ka vetëm tensione dhe rryma njëkahëshe elektrike që polarizojnë transistorin në qarkun e transistorit. Transistori është i polarizuar në mënyrë që kalimi i emiterit të jetë i polarizuar direkt dhe kolektori invers. Në regjimin dinamik të punës, përveç tensioneve dhe rrymave njëkahëshe, kemi tension dhe rrymë të sinjalit alternativ, i cili duhet të përforcohet.

## 3.6.1 Karakteristikat statike të transistorit

Qarku i transistorit në regjimin statik të punës është paraqitur në figurën 3.13. E përdorim qarkun e transistorit NPN për analizë, i cili vlen edhe për qarkun e transistorit PNP, vetëm me drejtime të kundërta të rrymave dhe tensioneve. Rezistori $R_B$, i cili e përcakton rrymën bazë dhe rezistori $R_C$, i cili përcakton rrymën e kolektorit, vendosen në qarkun e kolektorit dhe bazës.

Thuhet se transistorët janë "në kalim me emiter të përbashkët" sepse emiteri është i përbashkët si për rrymat bazë, ashtu edhe për kolektorin.

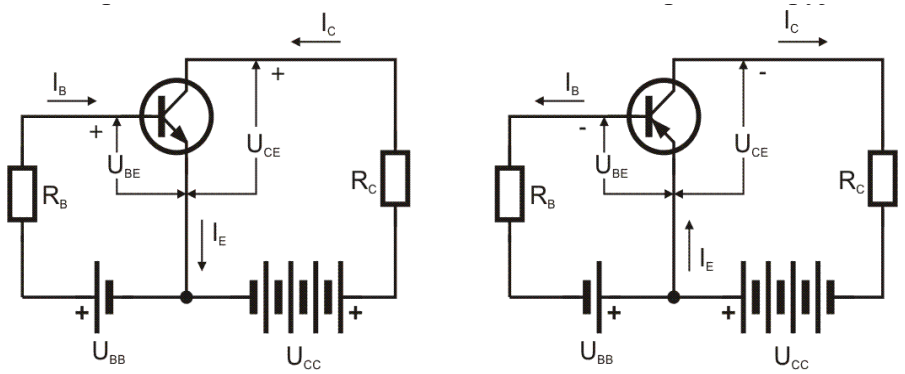



Figura 3.13: Qarku i transistorit në regjimin statik të punës

Drejtimet e referencës së rrymave tregohen në qark. Për të zgjidhur qarkun rekomandohet përdorimi i drejtimit i cili, në fakt, tregon shigjetën e emiterit.

Nga sa u tha më sipër, katër madhësi janë qartë të ndërvarura. Këto janë: rryma bazë $I_B$ dhe tensioni emiter-bazë $U_{BE}$, si hyrje, kurse rryma e kolektorit $I_C$ dhe tensioni kolektor-emiter $U_{BE}$, si madhësi dalëse. Varësia e tyre mund të paraqitet grafikisht nëpërmjet karakteristikave statike të transistorit. Karakteristikat statike janë më të besueshme të përshkruajnë parimin e punës së transistorit. Më të rëndësishmet janë:

**karakteristikat hyrëse, karakteristikat e daljes** dhe **karakteristikat e transferimit.** Karakteristikat e plota sigurohen nga prodhuesi i transistorit, ose merren me qark të thjeshtë matjeje. Qarku i tillë është paraqitur në figurën 3.14.

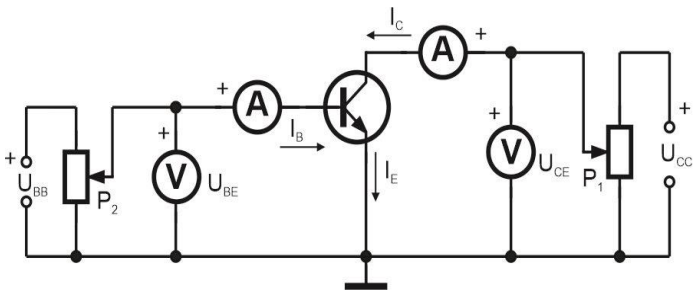



Figura 3.14: Qarku për regjistrimin e karakteristikave statike të transistorit NPN me emiter të përbashkët

Në figurën 3.15 tregohet familjekarakteristikash të ndryshimit në $I_C$ të rrymës së kolektorit në varësi të ndryshimit të tensionit $U_{BE}$ për vlera të ndryshme të rrymës bazë $I_B$, sipas funksionit:

$$I_C = f(U_{BE}) / I_B = const. \qquad (3.3)$$

Këto karakteristika të transistorit të kalimit me emiter të përbashkët quhen **karakteristika dalëse**.

Me qarkun nga figura 3.14 e para nga karakteristikat matet ashtu që me potenciometrin $P_2$ rryma $I_B$ rregullohet të jetë 0 dhe me $P_1$ tensioni $U_{BE}$ ndryshon me hapa 2V, duke filluar nga zero në 30 V dhe për çdo hap shënohet vlera e $I_C$ reale, duke u kujdesur që të mos ndryshohet rryma $I_B$ . Rezultatet e fituara futen në sistemin koordinativ $I_C$–$U_{BE}$ dhe me lidhjen e pikave fitohet lakorja $I_C = f(U_{BE})$ për $I_B$ =0.

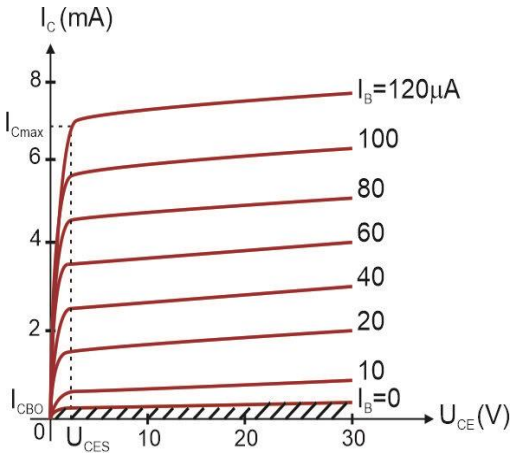



Figura 3.15: Karakteristikat e daljes

Gjatë regjistrimit të lakores tjetër, me $P_2$ rregullohet madhësia e rrymës $I_B$ në 10 µA dhe e gjithë procedura përsëritet si më parë. Duke ndryshuar më tej $I_B$ reale në vlerat 20, 40, 60, 80, 100 dhe 120 µA, fitohen të gjitha lakoret e tjera në diagram.

Karakteristika që paraqet ndryshimin në rrymën bazë $I_B$ në varësi të ndryshimeve në tensionin emiter- bazë $U_{BE}$ në vlera konstante të tensionit kolektor-emiter $U_{BE}$ quhet **karakteristikë hyrëse** e transistorit. Për vlera të ndryshme të tensionit $U_{BE}$, merret një familje karakteristikash (figura 3.16). Matematikisht, përfaqësohet nga shprehja:

$$I_B = f(U_{BE})\ I_{CE} = const. \qquad (3.4)$$

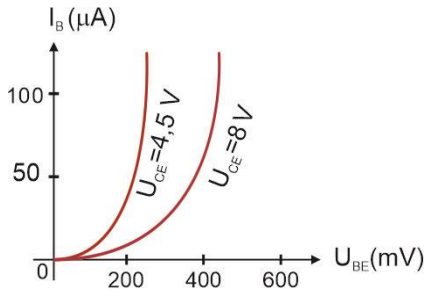



Figura 3.16: Karakteristikat hyrëse

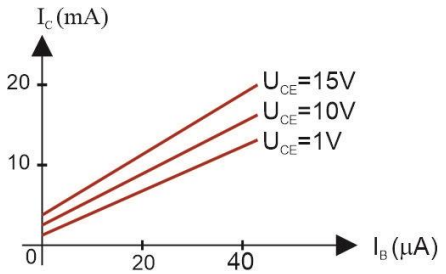



Figura 3.17: Karakteristikat e transmetimit

Derisa karakteristika e hyrjes jep varësi të dy madhësive hyrëse, karakteristika e daljes nga dy madhësi dalëse, karakteristika e transferimit jep varësi nga një madhësi hyrëse dhe një madhësi dalëse. Te transistori në kalimin me emiter të përbashkët, karakteristika e transferimit përcaktohet si varësi e rrymës $I_C$ të kolektorit dalës nga rryma e bazës hyrëse $I_B$ në tension konstant të daljes $U_{BE}$ (figura 3.17).

Karakteristikat e përcaktuara statike vlejnë për transistorin në kalim me emiter të përbashkët. Shkruani varësitë për transistorin në kalim me bazë të përbashkët (hyrje emiter- dalje kolektor) dhe me kalim me kolektor të përbashkët (hyrje emiter- dalje bazë)!

## 3.6.2 PIKA STATIKE E PUNËS DHE DREJTËZA E PUNËS E TRANSISTORIT

Karakteristikat e daljes ofrojnë gjithashtu mundësi për të përcaktuar termat pikë pune dhe të drejtëza e punës.

Në praktikë kolektori i transistorit është shumë rrallë lidhet drejtpërdrejt me burimin e energjisë. Rezistori $R_C$ (figura 3.18) zakonisht instalohet midis kolektorit dhe burimit, i cili rregullon vlerën e tensionit $U_{BE}$ dhe shërben si ngarkesë në qarkun e kolektorit. Ndikimi i këtij rezistori në funksionimin e transistorit mund të paraqitet nga drejtëza në karakteristikat e daljes së transistorit.

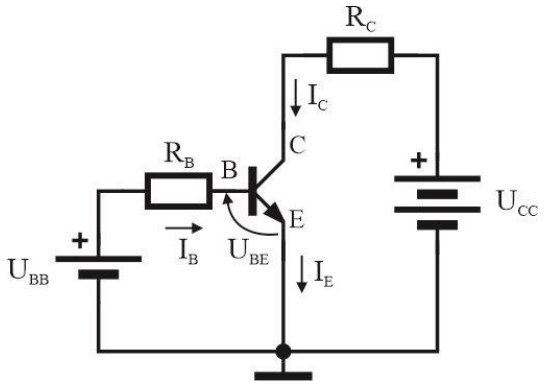



Figura 3.18: Regjimi statik i funksionimit të transistorit

Pozicioni i drejtëzës varet nga vlera e tensionit të burimit dhe vlera e rezistencës së ngarkesës dhe mund të përcaktohet matematikisht. Për përcaktimin matematikor përdoret ekuacioni i ligjit të punës, i marrë duke zbatuar ligjin II të Kirkovit për qarkun e daljes së transistorit:

$$U_{CC} - R_C I_C - U_{BE} = 0 \qquad (3.5)$$

ose në formë tjetër si:

$$U_{BE} - U_{CC} - R_C I_C \qquad (3.6)$$

Tani duhet të përcaktojmë dy pika edhe atë:

për $I_C = 0, U_{BE} = U_{CC}$ dhe për $U_{CE} = 0, I_C = \dfrac{U_{CC}}{R}$,

ti fusim në sistemin e karakteristikave të daljes $I_C$-$U_{BE}$ dhe t'i lidhur ato. Kështu, për shembull, nëse jepen vlerat për $U_{CC}$=10 V dhe $R_C$=1 kΩ, koordinatat e pikave do të jenë:

për pikën A, $I_C = 0$, $U_{BE}$ =10V

për pikën B, $U_{BE} = 0$, $I_{C=}$ 10/1000 = $10_{mA}$

Gjendja e fituar mund të shihet në figurën 3.19.

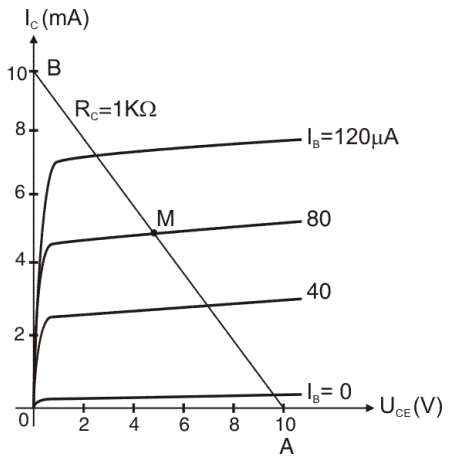



Figura 3.19: Pozicioni i drejtëzës së punës

**Pika statike e punës M** e transistorit paraqet prerje mes drejtëzës së punës dhe drejtëzës $I_B$=const. që i përgjigjet rrymës së vendosur në qarkun bazë. Rryma e bazës mund të përcaktohet lehtësisht nga qarku bazë nëse tensioni $U_{BB}$ dhe rezistori $R_B$ janë të njohura sepse tensioni i kalimit bazë-emiter i polarizuar direkt është zakonisht në intervalin 0,6 deri në 0,7 V dhe merret si konstant (zakonisht 0,7 V).

Me zbatimine ligjit të dytë të Kirkovit në konturin e hyrjes në qark fitohet:

$$U_{BB} - R_B I_B - U_{BE} = 0 \quad (3.7)$$

nga ku për rrymën e bazës fitohet shprehja:

$$I_B = \frac{U_{BB} - U_{BE}}{R_B} \quad (3.8)$$

Çdo linjë nga karakteristikat e daljes $I_C = f(U_{BE})$ për $I_B = konst.$, jep një mundësi për të përcaktuar përafërsisht parametrin statik të transistorit – faktorin e përforcimit të rrymës në kalimin me emiter të përbashkët β:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}. \quad (3.9)$$

Faktori i përforcimit real përcaktohet si raporti i $I_C$ i rrymës së kolektorit me rrymën bazë $I_B$ dhe është numër i paemërtuar.

## MOS HARRO SE..!

- Regjim statik të punës kemi kur në qarkun e transistorit ka vetëm tensione dhe rryma njëkahëshe elektrike që polarizojnë transistorin.
- $I_C=f(U_{BE})$ për $I_B=konst.$ paraqet karakteristikën e daljes të transistorit.
- $I_B=f(U_{BE})$ për $U_{BE}=konst.$ paraqet karakteristikën hyrëse të transistorit.
- Faktori i përforcimit real përcaktohet si raporti i $I_C$ i rrymës së kolektorit dhe rrymës së bazës $I_B$ dhe paraqet numër të paemërtuar.

## 3.7 REGJIMI DINAMIK i PUNËS SË TRANSISTORIT

Të gjitha përpjekjet që bëjmë për ta vendosur transistorin në mënyrë statike funksionimi në rajonin normal aktiv janë vetëm përgatitje që ai të mund të kryejë funksionin e përforcuesit. Duke aplikuar tensionin (rrymën) e ndryshueshme të sinjalit në hyrjen e transistorit, pika e tij e funksionimit nuk qëndron më, por lëviz përgjatë vijës së punës në ritmin e sinjalit dhe transistori kalon në mënyrë dinamike funksionimi.

**Mënyra dinamike e funksionimit nënkupton funksionimin e transistorit si përforcues.** Në regjimin dinamik, përveç tensioneve dhe rrymave direkte, të cilat polarizojnë transistorin dhe përcaktojnë pikën statike të funksionimit të tij, ekziston edhe tension dhe rrymë alternative e sinjalit, e cila duhet të përforcohet. Ky sinjal sillet në hyrjen e fazës së përforcuesit të transistorit (figura 3.20) dhe përforcohet në daljen e asaj faze për

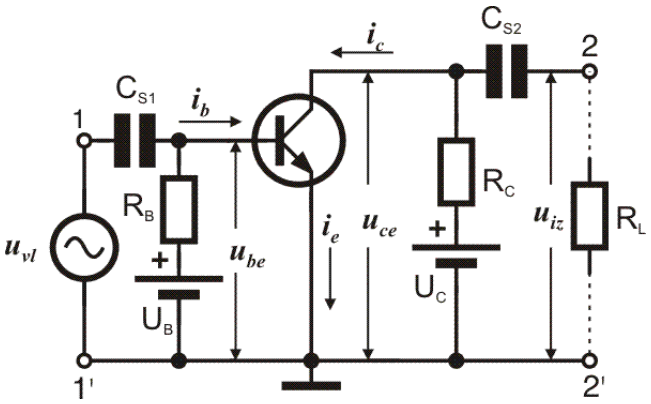



Figura 3.20: Transistor në modalitetin dinamik

Figurën 3.20: Transistori në regjimin dinamik për

përpunim të mëtejshëm (përforcim i mëtejshëm ose për të aktivizuar një pajisje specifike).

**Përforcimi i rrymës së** transistorit përcaktohet si raporti i rrymës $I_C$ të kolektorit me rrymën së bazës $I_B$ në pikën e punës të karakteristikave të daljes.

**Përforcimi i rrymës** përcaktohet nga pjerrësia e tangjentës së karakteristikës së daljes në pikën e punës.

**Rezistenca e hyrjes** është pjerrësia e duhur e tangjentes së karakteristikës hyrëse në pikën e punës. Mund të krahasohet me rezistencën dinamike të diodave.

Nga karakteristika e hyrjes përcaktohet si pjerrësia e tangjentës së karakteristikës në pikën e punës (figura 3.21):

$$Rvl = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B} \quad (3.10)$$

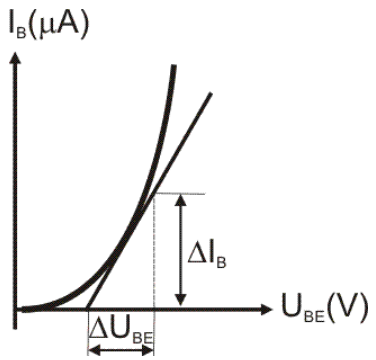



Figura 3.21: Përcaktimi i rezistencës së hyrjes së transistorit

## 3.7.1 SKEMA EKUIVALENTE E TRANSISTORIT ME h-PARAMETRA

Për analizën e transistorit në kalim me emiter të përbashkët, kur punohet me sinjale me frekuencë të ulët me amplituda të vogla, parametrat-h janë më të favorshëm (figura 3.22). Skema e parametrave-h zbatohet vetëm për sinjalet alternative dhe shërben për të thjeshtuar analizën e funksionimit të tij në mënyrë që qarku njëkahësh elektrik të mund të konsiderohet i ndarë nga qarku i regjimit alternativ.

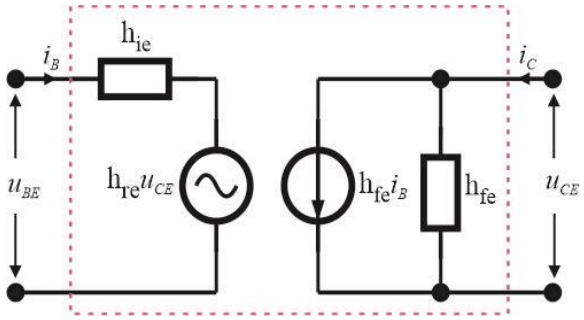



Figura 3.22: Qarku ekuivalent i transistorit me parametra-h

Me këto parametra formohen dy ekuacione që përcaktojnë raportin midis tensionit të hyrjes dhe rrymës hyrëse me tensionin e daljes dhe rrymën dalëse. Tensionet dhe rrymat alternative, në atë rast mund të paraqiten si ndryshime të vogla të vlerave njëkahëshe elektrike dhe sistemi i ekuacioneve me parametrath mund të shkruhet si:

$$\begin{bmatrix} \Delta U_{BE} = hie\Delta I_B + hre\Delta U_{CE} \\ \Delta I_C = hfe\Delta I_B + hoe\Delta U_{CE} \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

Duke bërë qark të shkurtër të qarkut të daljes së transistorit në lidhje me rrymën alternative, ndryshimi në tensionin e daljes $\Delta U_{BE}$ bëhet zero. Nga ekuacioni i parë i sistemit fitohet:

$$hie = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B} \text{ за } \Delta U_{CE} = 0 \,. \quad (3.12)$$

Ky parametër paraqet **rezistencën hyrëse të transistorit në dalje të lidhur shkurt.**

Kur qarku i hyrjes është i hapur, rryma hyrëse nuk rrjedh, pra kemi $\Delta I_B=0$, kurse nga ekuacioni i parë fitohet:

$$hre = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta U_{CE}} \text{; за } \Delta I_B = 0 \,. \quad (3.13)$$

Ky parametër përfaqëson **koeficientin lidhjes së kundërt të tensionitnë qark hyrës të hapur** dhe është numër i paemërtuar. Vlera e këtij parametri është shumë e vogël te transistorët modernë, kështu që do të hiqet në analizat e mëtejshme.

Për qarkun dalës të lidhur shkurtër, nga ekuacioni i dytë fitohet:

$$hfe = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}; \text{ за } \Delta U_{CE} = 0. \quad (3.14)$$

Ky parametër përfaqëson **koeficientin e përforcimit të rrymës të transistorit kur qarku i daljes është me qark të shkurtër** dhe është numër i paemërtuar.

Kur ndryshimet e rrymës bazë dhe kolektorit janë të barabarta, domethënë kur karakteristika është lineare, shprehja për përforcimin e rrymës mund të shkruhet si:

$$hfe = \frac{I_C}{I_B}. \quad (3.15)$$

Ndryshimi në përforcimin e rrymës varet nga lloji i transistorëve. Për transistorët me fuqi të ulët distanca midis karakteristikave, për të njëjtin ndryshim në rrymën bazë, është konstante, që do të thotë se përforcimi i tyre real nuk varet nga forca e rrymës së kolektorit. Përforcimi i rrymës së transistorëve me fuqi më të lartë ka vlerë më të ulët dhe zvogëlohet me rritjen e rrymës së kolektorit.

Për qarkun e hapur hyrës, ekuacioni i dytë jep:

$$hoe = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}}; \text{ за } \Delta I_B = 0. \quad (3.16)$$

Reciprociteti i rezistencës së daljes në fakt është **përçueshmëria e daljes**, d.m.th. parametri $h_{oe}$. Për shkak të vlerës së tij të vogël, parametri $h_{oe}$, në shumicën e rasteve, gjithashtu mund të hiqet.

Vlerat e parametrave hibridë mund të maten lehtësisht duke matur tensionet dhe rrymat në kontktet e transistorit, në kushtet e specifikuara në përkufizimet e tyre. Në praktikë ato maten drejtpërdrejt me instrumente të kontrolluara nga kompjuteri.

Transistori mund të paraqitet edhe me parametra të tjerë, të cilët në përgjithësi janë vlera komplekse me pjesë reale dhe imagjinare. Nëse kufizohet regjimi i punës së transistorit në sinjale me frekuencë të ulët, pjesët imagjinare mund të neglizhohen dhe mbeten vetëm pjesët reale të vlerave të parametrave. Në gjendje të tillë impedancat

bëhen rezistente, kurse admintansat bëhen vlera të kundërta të rezistencave, d.m.th. të kundërta.

Nga ana tjetër, për regjimin e punës me sinjal të vogël nuk është e nevojshme të përdoren të katër parametrat për të marrë model mjaft të mirë të transistorit. Rezulton se parametrat $h_{re}$ dhe $h_{oe}$ në shumë raste kanë vlera aq të vogla sa mund të neglizhohen. Në ato raste transistori përfaqësohet vetëm nga dy parametra $h_{ie}$ dhe $h_{fe}$. Skema ekuivalente e transistorit me parametra tani duket si në figurën 3.23.

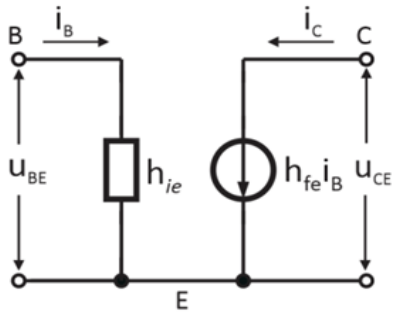


Figura 3.23: Skema ekuivalente e transistorit me parametra h

## MOS HARRO SE..!

- Përforcimi i rrymës së transistorit përcaktohet si raporti i rrymës $I_C$ të kolektorit dhe rrymës së bazës $I_B$ në pikën e funksionimit të karakteristikave të daljes.
- Përforcimi i rrymës përcaktohet nga pjerrësia e tangjentës së karakteristikës së daljes në pikën e punës.
- Rezistenca e hyrjes është përkatësisht pjerrësia e tangjentës së karakteristikës hyrëse në pikën e punës.
- Parametri hie përfaqëson rezistencën hyrëse të transistorit kur dalja është në qark të shkurtër.
- Parametri hfe paraqet përforcimin real të transistorit kur qarku i daljes është me qark të shkurtër dhe është numër pa emër.
- Për regjimin e punës me sinjale të vogla, transistori përfaqësohet vetëm nga dy parametra hie dhe hfe.

## 3.8 KONTAKTET E TRANSISTORIT BIPOLAR

Transistori është element jolinear, por ai mund të modelohet si element linear, si rast i veçantë i rrjetit të përgjithshëm linear me dy porte. Një portë përcaktohet nga dy kontakte hyrëse (1 dhe 1') dhe dy kontakte dalëse të shënuara 2 dhe 2' në figurën 3.24.

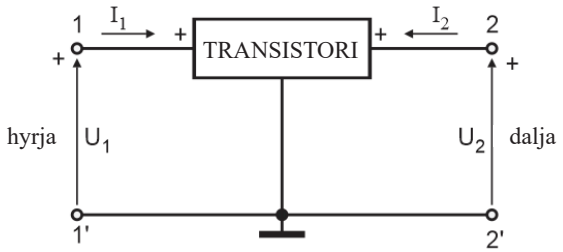



Figura 3.24: Transistori si katërpolar aktiv

Por, meqenëse ka vetëm tre dalje, njëra prej tyre do të jetë e zakonshme për hyrjen dhe daljen. Në varësi të cilës lidhës është i përbashkët për hyrjen dhe daljen, dallohen tre lloje të kalimeve të transistorit (figura 3.25):

– transistori me kalim me emiter të përbashkët, në të cilin hyrja është midis bazës dhe emiterit, kurse dalja është midis kolektorit dhe emiterit;

– transistori në bashkim me bazë të përbashkët, në të cilën hyrja është midis emiterit dhe bazës, kurse dalja është midis kolektorit dhe bazës;

– transistori në bashkim me kolektor të përbashkët, në të cilin hyrja është midis bazës dhe kolektorit, kurse dalja është midis emiterit dhe kolektorit.

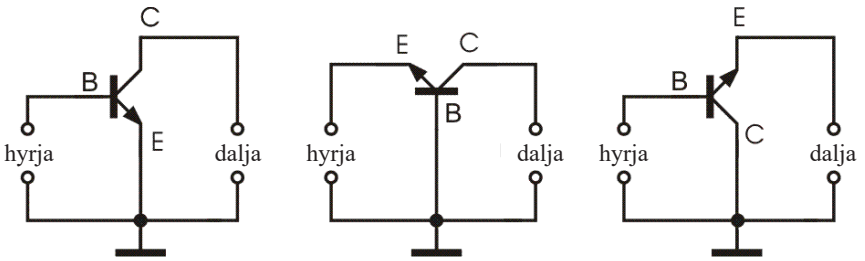



Figura 3.25: Llojet e kalimeve të transistorëve

KalimiKalimi i emiterit të zakonshëm është kalimikalimi më i përdorur. Kontakti i përbashkët zakonisht është i tokëzuar, prandaj përdoret termi: kalim emiter i tokëzuar, bazë e tokëzuar ose kolektor i tokëzuar.

Bazuar në sistemin e ekuacioneve për parametrat h, mund të vizatohet qarku ekuivalent si në figurën 3.22 që korrespondon me qarkun e përgjithshëm të përforcuesit (me përforcimin e rrymës $h_{fe}$, rezistencën hyrëse dhe dalëse). Në varësi të llojit të kalimit të transistorit në qark ndryshojnë edhe vlerat e parametrave h. Për t'i dalluar ato mbajnë një shenjë edhe në indeksin se për cilën nyje bëhet fjalë. Kështu, parametrat $h_{ib}$, $h_{rb}$, $h_{fb}$, $h_{ob}$ i referohen një kalimikalimi me bazë të përbashkët, parametrat $h_{ie}$, $h_{re}$, $h_{fe}$, $h_{oe}$ në kalim me emiter të përbashkët dhe parametrat $h_{ic}$, $h_{RC}$, $h_{fc}$, $h_{oc}$ në kalim me kolektor të përbashkët. Konfigurimet e tjera (në varësi të elektrodës së përbashkët) mund të përfaqësohen nga parametrat h për konfigurimin përkatës, por parametrat e emiterit të përbashkët janë të mjaftueshëm dhe mund të përdoren për të zgjidhur të gjitha konfigurimet.

Për ilustrim, tabela jep vlerat mesatare të parametrave h për transistorin BFY 67 për pikën e punës të përcaktuar nga $U_{BE}$= 5 V dhe $I_C$= 1,3 mA. (tabela 3.1)

Tabela 3.1: Vlerat e katalogut të parametrave-h për transistorin BFY 67

| | Baza e përbashkët | Emiter i përbashkët | kolektor i përbashkët |
|---|---|---|---|
| $h_i$ (Ω) | 21,6 | 1100 | 1100 |
| $h_r$ | $2.9 \times 10^{-4}$ | $2,5 \times 10^{-4}$ | 1 |
| $h_f$ | 0,980 | 50 | -51 |
| $h_o$ (S) | $0,49 \times 10^{-6}$ | $24 \times 10^{-6}$ | $25 \times 10^{-6}$ |

Nëse dihet një lloj h-parametrash, mund të llogariten parametrat e një lloji tjetër të kalimit.

## 3.9 POLARIZIMI I TRANSISTORIT UNIPOLAR

Parimi i funksionimit të JFET me kanal N dhe JFET me kanal P është i njëjtë, përveç se tensionet e elektrodës janë me polaritete të kundërta dhe rrymat janë me drejtime të kundërta (figura 3.26). Te JFET me kanal N, bartësit e ngarkesës janë elektronet, ndërsa te JFET me kanal P ato janë vrima. Në analizën e mëposhtme do të kufizohemi vetëm në JFET të kanalit N.

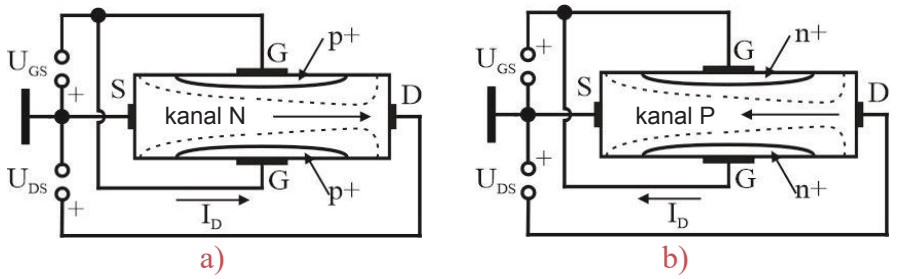



Figura 3.26: Polarizimi i a) JFET me kanali N dhe b) me kanal P

Kur nuk ka tension midis drejnit dhe soursit, ose kur porta është e lidhur me qark të shkurtër me burimin, kanali është rrugë e gjerë e hapur për elektronet që të rrjedhin nga burimi në dren nën ndikimin e burimit $U_{DS}$. Në tensione më të ulëta të drejnit, $I_D$ e rrymës së drejnit varet vetëm nga tensioni i burimit $U_{DS}$ dhe rezistenca e gjysmëpërçuesit të kanalit.

Duke lidhur burimin $U_{GS}$, si në figurën 3.26, dy kalimet PN polarizohen invers dhe krijohet barrierë përgjatë kalimeve. Gjysmëpërçuesi i kanalit formohet me përqindje të vogël donorësh, kurse rajoni i gejtit është me përqindje më të lartë akceptorësh, ariera zgjerohet më shumë në rajonin e kanalit sesa në gejt. Elektronet në kanal largohen nga kufiri i barrierës drejt mesit të kanalit. Kanali bëhet më i ngushtë dhe bariera zgjerohet, kurse si pasojë përçueshmëria e tij dhe forca e rrymës së drejnit ulen. Duke ndryshuar tensionin midis drejnit dhe sorsit $U_{GS}$, ndryshon edhe rryma e drejnit. Duke rritur vlerën e tensionit $U_{GS}$, me vlerë absolute, gjerësia e kanalit zvogëlohet, rezistenca e tij rritet dhe rryma përmes tij zvogëlohet. Tensioni në të cilin rrjedha e rrymës përmes kanalit ndërpritet quhet **tension i ndërprerjes $U_T$** ose tension përcjellës. Ky rajon i funksionimit të JFET quhet **rajon omik** ose **rajon linear.** Në rajonin omik transistori sillet si rezistencë, domethënë, rryma e drejnit rritet në mënyrë lineare me rritje të tensionit midis drejnit dhe sorsit. Në vlerën e tensionit $U_{GS}$=0V, kanali është më i gjerë, ndërsa numri i elektroneve që lëvizin nëpër kanal rritet, pra përmes JFET rrjedh rryma e drejnit me vlerë maksimale, e cila shënohet me $I_{DSS}$ (rryma inverse e ngopjes e kalimit gejt-kanal), kurse përfaqëson rrymën e drejnit në qarkun e shkurtër ë gejt-sours).

Mund të konkludojmë se në vlera të vogla të tensionit midis drejnit dhe sorsit $U_{DS}$, dhe vlerave negative të tensionit $U_{GS}$, forca e rrymës do të varet nga gjerësia e kanalit, e cila nga ana tjetër varet nga vlera e tensionit $U_{GS}$.

Në vlera më të larta të tensionit $U_{DS,}$gjerësia e kanalit nuk është e njëjtë përgjatë gjithë gjatësisë së tabelës. Kanali është më i gjerë pranë burimit dhe më i ngushtë pranë kullimit, i paraqitur në figurën 3.26 me vija të ndërprera. Arsyeja qëndron në faktin se tensioni midis gejtit dhe drejnit ka vlerën më të lartë dhe është:

$U_{DS} + |U_{GS}|$.

Me rritje të mëtejshme të tensionit, kanali $U_{DS}$ ngushtohet, domethënë rezistenca e kanalit rritet, ndërsa rryma mbetet afërsisht konstante (sipas ligjit të Omit $I=U/R$, kur tensioni dhe rezistenca rriten njëkohësisht, rryma mbetet konstante). Ky rajon i funksionimit të JFET quhet **rajoni i ngopjes**. Më ***$U_P$* (pinch-off voltage)** përcakton tensionin në të cilin transistori unipolar kalon nga rajoni linear në rajonin e ngopjes.

Në vlerat më të larta të tensionit $U_{DS}$ (p.sh., 30 V) transistori është në rajonin e shpimit, ku rryma rritet ndjeshëm dhe nëse nuk kufizohet, transistori do të shkatërrohet.

JFET-i me kanal P  është komplement i plotë me atë me kanal N, i cili tashmë është analizuar. Rryma dhe të gjitha tensionet janë me polaritet të kundërt me JFET me kanal N dhe analiza e kryer mbetet e pandryshuar, me bartës të ngarkesës që janë vrimat.

Krijoni një tabelë në të cilën do të tregoni zonat e punës në varësi të tensioneve të polarizimit UDS dhe UGS në JFET –in me kanal N dhe me kanal P !

## 3.10. KALIMET E TRANSISTORIT UNIPOLAR

Ashtu si me transistorët bipolarë, edhe ta ata unipolarë ekzistojnë tre konfigurime të mundshme. Secila prej tri elektrodave mund të jetë e përbashkët, kështu që ekziston kalimikalim me sours të përbashkët (figura 3.27 a), kalimikalim me gejt të përbashkët (figura 3.27 b) dhe kalimikalim me drejn të  përbashkët (figura 3.27 c).

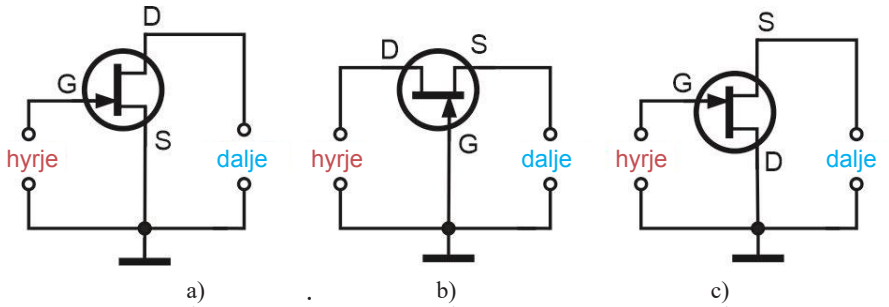



Figura 3.27: Lidhjet e transistorit unipolar

- te kalimi me sours të përbashkët, tensioni $U_{GS}$ është tensioni i hyrjes, ndërsa tensioni i daljes është tensioni $U_{DS}$, elektroda e zakonshme është soursi.
- te kalimi me gejt të përbashkët, tensioni $U_{DG}$ është tensioni i hyrjes, ndërsa tensioni i daljes është tensioni $U_{SG}$, elektroda e zakonshme është gejti.
- te kalimi me drejn të përbashkët, tensioni $U_{GD}$ është tensioni i hyrjes, ndërsa tensioni i daljes është tensioni $U_{SD}$, elektroda e zakonshme është drejni.

Ybatim më të madh ka kalimi me sours të përbashkët. Përdoret te përforcuesit hyrës të pajisjeve të ndryshme, si përforcues audio, instrumente elektronike etj.

Kalimi me drejn të përbashkët përdoret gjerësisht te përforcuesit për përshtatjen e impedancës, sepse ka rezistencë shumë të lartë hyrëse dhe të ulët në dalje, ndërsa përforcimi i tensionit të tij është afërsisht 1.

Në përforcues në kalim me gejt të përbashkët, përforcimi është pozitiv, që do të thotë se nuk fut zhvendosje fazore prej $180^0$ dhe ka rezistencë të vogël hyrëse. Qarku përforcues mund të përdoret për të përshtatur një fazë me rezistencë të ulët daljeje me fazë tjetër me rezistencë të lartë në hyrje, nëse vendoset midis tyre.

## MOS HARRO SE..!

- Rryma e daljes së unipolarit kontrollohet nga fusha elektrike e krijuar nga tensioni i hyrjes.
- FET është element elektronik unipolar i kontrolluar nga tensioni me tri kontakte: drejn, gejt dhe sours, ku rryma rrjedh përmes një kanali të vetëm të një lloj gjysmëpërçuesi.
- Sipas llojit të gjysmëpërçuesit të kanalit dallohen FET me kanal N dhe FET me kanal P.
- Kur nuk ka tension në gejt, ose kur gejti është i lidhur shkurt me soursin, Nëpër FET nuk rrjedh as rryma e drejnit.

## 3.11. KARAKTERISTIKAT STATIKE TË FET

Karakteristikat statike më të rëndësishme të FET janë karakteristika e daljes $I_D=f(U_{DS})$ dhe karakteristika e transferimit $I_D=f(U_{GS})$, ku $I_D$ tregon rrymën e daljes së drejnit, $U_{DS}$ tensionin e daljes ndërmjet drejnit dhe sorsit, kurse $U_{GS}$ tensioni i hyrjes midis drejnit dhe sorsit. Ato mund të regjistrohen me qarkun e dhënë në figurën 3.30.

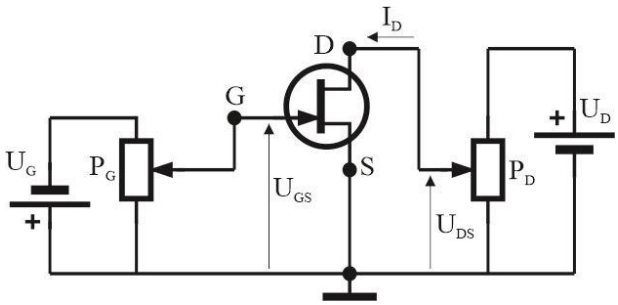



Figura 3.30: Qarku elektrik për regjistrimin e karakteristikave statike të FET

Gejti është e polarizuar me burimin njëkahësh elektrik $U_G$ që siguron tension hyrës $U_{GS}<0$, ndërsa me burimin njëkahësh elektrik $U_D$ tension në dalje $U_{DS}>0$. Rryma $I_D$ rrjedh në qark me drejtimin nga drejni në sourse.

Karakteristika e daljes që paraqet varësinë e dy madhësive dalëse, $I_D$ të rrymës së daljes nga tensioni i daljes $U_{DS}$, $I_D=f(U_{DS})$ për $U_{GS}=0$ do të duket si në figurën 3.31.

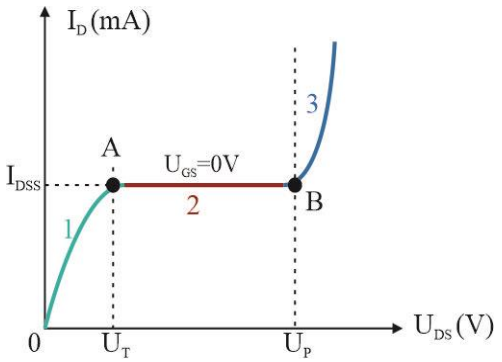



Figura 3.31: Karakteristika e daljes së FET

Për tensione të vogla $U_{DS}$, kanali sillet si rezistencë, e cila kontribuon që karakteristika të ketë rrjedhje lineare. E përcaktuam atë pjesë si **zonë të rezistencës aktive** (të shënuar me 1 në figurë). Me rritjen e tensionit $U_{DS}$, rritet polarizimi iners i kalimit PN gejt-dren dhe zgjerohet bariera.

Për vlerën $U_T$ të tensionit $U_{DS}$ kanali ngushtohet maksimalisht dhe rezistenca e tij është maksimale. Në karakteristikë të kësaj është pika A dhe përcakton tensionin në të cilin pothuajse preken dy barrierat. Rryma $I_D$ në kanal ka vlerën $I_{DSS}$ dhe nuk ndryshon me rritjen e tensionit $U_{DS}$. Në karakteristikë të kësaj është pjesa e shënuar me 2 të cilën e përcaktuam si **fushë e ngopjes** ose **fushë e rrymave konstante**.

Pjesa e tretë e karakteristikës, e shënuar me 3, është rajoni i shpimit dhe fillon në pikën B. Në këtë pikë tensioni $U_{DS}$ tejkalon vlerën e tensionit të shpimit së kalimit PN dhe rryma e drejnit rritet ndjeshëm.

Shpimi është nga rajoni i efektit Zener, që do të thotë se është e kthyeshme dhe mund të kthehet në gjendjen e mëparshme nëse rryma kufizohet nga rezistenca në qarkun e jashtëm të drejnit nga rajoni i ngopjes me lakoren e ngopjes, i vizatuar me vijë të ndërprerë.

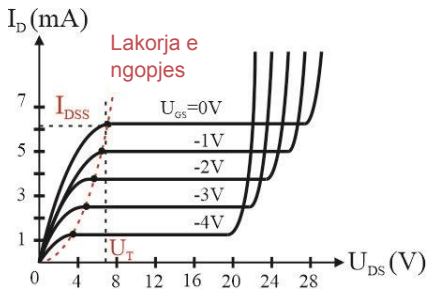



Figura 3.32: Familje të karakteristikave të rrymë-tension

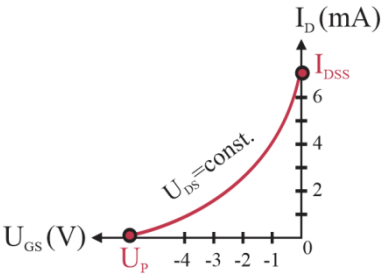



Figura 3.33: Karakteristika e transferimit të FET

Në figurën 3.32 janë dhënë karakteristikat e plota $I_D=f(U_{DS})$ për $U_{GS}$=const. Fusha e rezistencës aktive të veçorive është e ndarë nga zona e ngopjes me lakoren e ngopjes, e vizatur me vija të ndrprera.

Karakteristika e transferimit të një FET në bashkim me sourse të përbashkët përcaktohet si varësia e $I_D$ së rrymës dalëse nga tensioni i hyrjes $U_{GS}$ në tension konstant të daljes $U_{DS}$, $I_D=f(U_{GS})$ për $U_{DS}=konst$. është dhënë në figurën 3.33.

Karakteristika e transferimit të MOSFET përcaktohet në mënyrë identike me atë të FET. Në figurën 3.34 janë paraqitur karakteristikat e transferimit të llojeve të ndryshme të MOSFET.

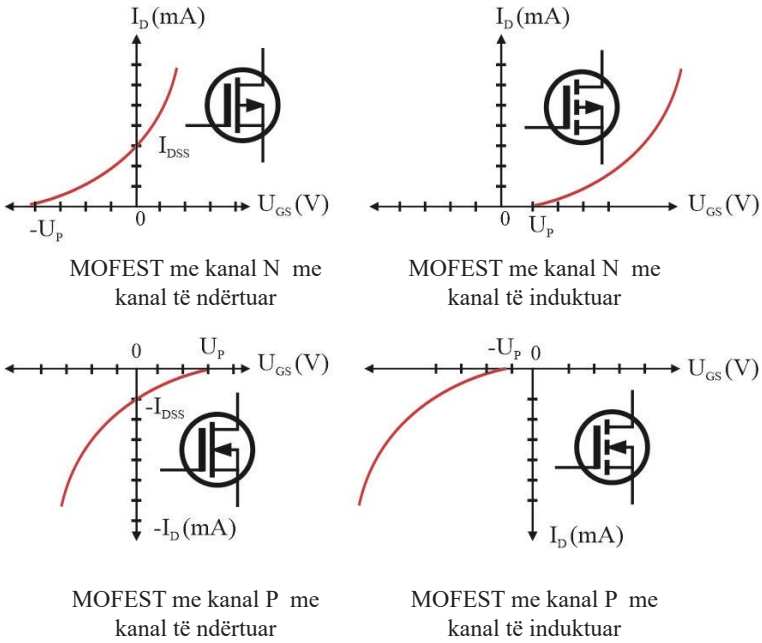



Figura 3.34: Karakteristikat e transferimit të MOSFET-it

Madhësitë e këtyre parametrave janë dhënë në katalogë, për shembull, për BF245 ato janë (tabela 3.2):

Tabela 3.2: Të dhënat e katalogut për transistorin unipolar BF245

| Shenja | Lloji | Shtëpiza | IDSS mA) | në UGS (V) | nëUDS (V) | UP (V) | në UDS (V) | nëID (nA) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **BF245A** | N | TO-92 | 2 deri 6,5 | 0 | 15 | -0,4 deri -2,2 | 15 | 10 |
| **BF245B** | N | TO-92 | 6 deri 15 | 0 | 15 | -1,6 deri -3,8 | 15 | 10 |
| **BF245C** | N | TO-92 | 12 deri 25 | 0 | 15 | -3,2 deri -7,5 | 15 | 10 |

Analizoni karakteristikat MOSFET me kanalit të ndërtuar 3N138 duk u bazuar në të dhënat e katalogut që mund t'i gjeni duke kërkuar në internet!

## MOS HARRO SE..!

- $I_D=f(U_{DS})$ për $U_{GS}=konst.$ paraqet karakteristikën e daljes së transistorit unipolar.
- Në rajonin e rezistencës aktive, transistori unipolar sillet si rezistencë, rryma e drejnit rritet në mënyrë lineare me rritjen e tensionit midis drejnit dhe sorsit.
- Në rajonin e ngopjes ose rajonin e rrymave konstante, rryma e drejnit në kanal ka vlerë konstante $I_{DSS}$ dhe nuk ndryshon me rritjen e tensionit $U_{DS}$.
- Në rajonin e tensionit të shpimit $U_{DS}$ tejkalon vlerën e tensionit të shpimit të kalimit PN dhe rryma e drejnit rritet ndjeshëm.
- $I_D=f(U_{GS})$ për $U_{DS}=konst.$ paraqet karakteristikën e transferimit të transistorit unipolar.

## 3.12. TRANSISTORI SI PËRFORCUES

Gjithçka që ndodh në natyrë, e cila mund të përcaktohet nga parametra që ndryshojnë vazhdimisht, si temperatura, presioni, intensiteti i dritës e të tjera, mund të shndërrohet në tension ose rrymë elektrike. Një tension ose rrymë e tillë, e cila ndryshon në mënyrë të caktuar me kalimin e kohës, quhet **sinjal elektrik**. Llojet e përshtatshme të sensorëve ose transduktorëve, të tillë si, për shembull, fotodioda ose fototransistorit, përdoren për të marrë sinjalin elektrik. Në mënyrë që sinjali nga sensori të përdoret për matje ose ndonjë detyrë tjetër kontrolli, ai duhet të përforcohet në nivelin e nevojshëm për të kryer funksionin e kërkuar. Konkretisht për fotodiodën, rryma e rendit të disa qindra nanoamperëve duhet të rritet në nivelin e disa amperëve, që është pothuajse njëqind milionë herë. Përforcimi i tillë bëhet me pajisje elektronike – përforcues.

Thelbi i përforcimit është se rryma hyrëse dhe tensioni i hyrjes nuk rriten, por një ndryshim i vogël në tensionin dhe rrymën hyrëse shkakton ndryshim të madh në tensionin e daljes, i cili interpretohet si tension ose rrymë e përforcuar hyrëse. Përforcuesi me transistor nuk prodhon energji elektrike të re, ai konverton energjinë nga burimi i energjisë njëkahëshe elektrike në energjinë e sinjalit të përforcuar të daljes.

Përforcuesit e përforcojnë tensionin, rrymën ose fuqinë, kurse në disa raste sinjali konvertohet nga tension në rrymë ose anasjelltas. Në rastin e përgjithshëm ato tregohen me trekëndësh, si në figurën 3.35, kur ndërtimi i tyre nuk është i rëndësishëm për të treguar funksionin e të gjithë qarkut.

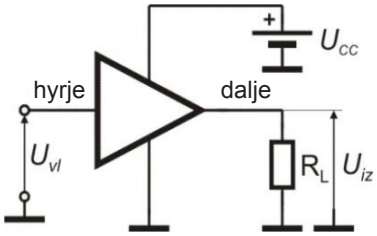



Figura 3.35: Paraqitja skematike e përgjithshme e përforcuesit

Në rastin kur jemi të interesuar për përforcimin e tensionit, sinjali hyrës $U_{vl}$ aplikohet në hyrjen e përforcuesit dhe sinjali $U_{IZ}$ i së njëjtës formë, por me vlerë të rritur, fitohet në daljen e tij. Në mënyrë që përforcuesi të funksionojë, ai ka nevojë për energji, të cilën e merr nga burimi i tensionit njëkahësh elektrik. Tensionet e hyrjes dhe të daljes zakonisht maten në lidhje me njërin skaj të burimit, i cili shënohet me simbolin ⊥. Ai përfaqëson një pikë referimi në qark me potencial prej 0V dhe quhet **masë**. Funksioni i qarkut është të rrisë amplitudën e tensionit të hyrjes duke pranuar energji nga burimi dhe duke e kaluar atë te harxhuesi – i përfaqësuar nga rezistori $R_L$. Duke folur matematikisht, përforcuesi përcjell sinjalin e hyrjes te harxhuesi duke e shumëzuar atë me vlerë (konstante). Kjo vlerë është në fakt i përforcimit të përforcuesit.

Karakteristikë shumë e rëndësishme e përforcuesit është karakteristika e amplitudës dhe fazës. Edhe pse përforcimi ishte përcaktuar më parë si vlerë konstante, në praktikë nuk është kështu.

Në të vërtetë, nëse në hyrje aplikohen tensione alternative me amplituda të njëjta dhe frekuenca të ndryshme, në dalje do të fitohen tensione alternative me frekuenca të njëjta, por me amplituda të ndryshme dhe faza të ndryshme, që do të thotë se përforcimi varet nga frekuenca. Varësia e përforcimit nga frekuenca quhet **karakteristikë amplitudë-frekuencë** (ose thjesht karakteristikë amplitudë) (figura 3.36).

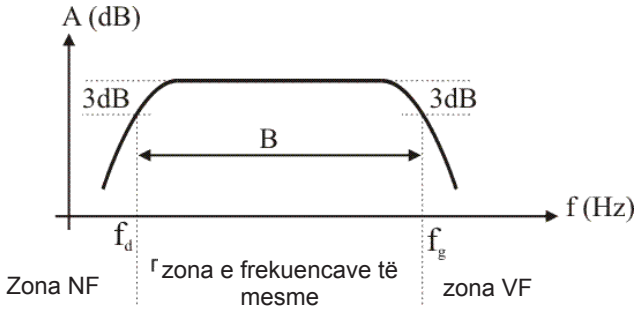



Figura 3.36: Karakteristika e amplitudës së përforcuesit

Asnjë përforcues i vërtetë nuk mund të përforcojë sinjalin hyrës në gamë të pakufizuar frekuence. Në qarkun e përforcuesit, përveç transistorit, i cili ka kufizime sa i përket frekuencave që mund të përforcojë, ka edhe kapacitete dhe induktanca, të cilat e bëjnë përforcimin të varur nga frekuenca.

Në disa frekuenca të larta, përforcuesi nuk do të jetë më në gjendje të ofrojë të njëjtën amplitudë të sinjalit të daljes si në frekuencat mesatare.

**Për Frekuencë e kufirit të sipërm $f_g$** të përforcuesit konsiderohet të jetë frekuenca për të cilën përforcimi bie me faktor prej 0,707 (ose thuhet se bie me 3dB), në raport me përforcimin në frekuencat mesatare. Përforcimi gjithashtu bie në frekuenca të ulëta, kurse **frekuenca e kufirit të poshtëm $f_d$** përcaktohet në mënyrë të ngjashme. Dallimi midis frekuencës kufitare së sipërme dhe të poshtme :

$$B = f_g - f_d \qquad (3.17)$$

quhet **brezi i lëshimitt** të përforcuesit. Sinjalet me frekuenca në këtë interval do të përforcohen pa shtrembërim. Shtrembërimi manifestohet si ndryshim në formë midis sinjaleve të daljes dhe hyrjes dhe ndodh në sinjalet që përmbajnë frekuenca jashtë gjerësisë së brezit të përforcuesit. Kështu, për shembull, nëse muzika përforcohet përmes një përforcuesi telefonik, ajo do të shtrembërohet. Ne e ndiejmë këtë si "tingull të dobët" sepse as frekuencat e ulëta (bas) dhe as frekuencat e larta (cimbale) nuk do të përforcohen përmes përforcuesit.

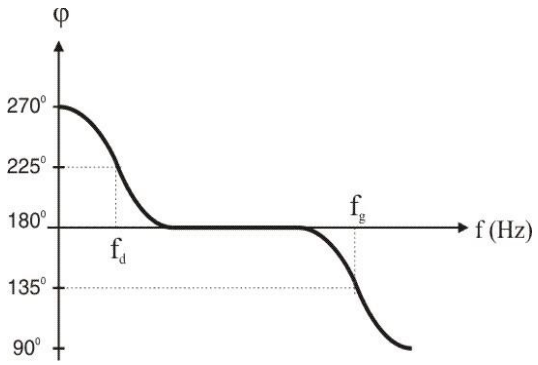


Figura 3.37: Karakteristika fazore e përforcuesit

**Karakteristika fazë-frekuencë** (ose thjesht karakteristikë e fazës) (figura 3.37) tregon se si ndryshion zhvendosja fazore e daljes në lidhje me sinjalin hyrës me ndryshim në frekuencë. Rënia në diferencën e fazës vërehet për frekuencat e larta dhe rritja për frekuencat e ulëta.

Për frekuencën e kufirit të sipërm diferenca e fazës zvogëlohet me $45^0$, ndërsa për atë të poshtme rritet me $45^0$. Me rritjen dhe uljen e diferencës së fazës në raport me $180^0$, ndodhin shtrembërime fazore të sinjalit.

Veshi i njeriut nuk është i ndjeshëm ndaj shtrembërimeve fazore dhe në sistemet audio nuk ka rëndësi të madhe, por te përforcuesit video dhe përforcuesit e impulseve ka rëndësi të madhe.

Përforcuesit mund të ndahen në përforcues të vegjël të sinjalit dhe përforcues të mëdhenj të sinjalit. Përforcuesit e vegjël të sinjalit zakonisht janë në fillim të kaskadës së përforcimit, kurse ata të mëdhenj në fund. Sipas llojit të përforcimit kemi përforcues tensioni, përforcues të rrymës dhe përforcues të fuqisë. Sipas gjerësisë së diapazonit të frekuencës, përforcuesit ndahen në: përforcues të sinjalit me brez të gjerë, brez të ngushtë ose selektiv, me frekuencë të ulët, me frekuencë të lartë dhe përforcues i sinjalit njëkahësh.

## 3.13. PARAMETRA TË TRANSISTORIT

Përforcuesit mund të jenë qarqe të thjeshta me transistor të vetëm, por edhe struktura komplekse të një numri të madh transistorësh, kondensatorësh, bobinash dhe komponentësh të tjerë. Megjithatë, sjellja e tyre në lidhje me sinjalin mund të përfaqësohet më thjesht me anë të qarkut të thjeshtë elektrik të quajtur katërpolar. Komponentët që përbëjnë katërpolarin në fakt janë parametrat e përforcuesit. Përforcuesi i tensionit i përfaqësuar nga katërpolari, së bashku me burimin e sinjalit dhe harxhuesin janë paraqitur në figurën 3.38.

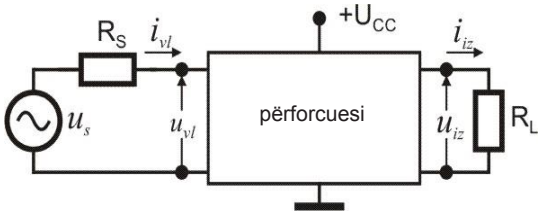



Figura 3.38: Blloku i përforcuesit bazë

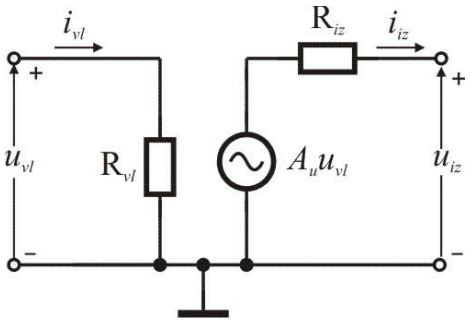



Figura 3.39: Qarku ekuivalent i përforcuesit

Burimi i sinjalit US me rezistencën e tij *Rs* është i lidhur me hyrjen e përforcuesit dhe rezistenca e ngarkesës $R_L$ me daljen.

Përforcuesi në figurën 3.38 është ekuivalent me skemën e paraqitur në figurën 3.39.

**Rezistenca e hyrjes** ($R_{vl}$) përcaktohet si raporti i tensionit të hyrjes me rrymën hyrëse:

$$R_{vl} = \frac{U_{vl}}{I_{vl}} (\Omega) \quad (3.18)$$

**Përforcimi i tensionit** ($A_U$) përcaktohet si raporti i tensionit të daljes me tensionin e hyrjes kur dalja është e hapur:

$$A_U = \frac{U_{iz}}{U_{vl}} \quad (3.19)$$

Për **përforcimin e tensionit** kemi përforcimin real (*AI*) si raport të

dalje në rrymë hyrëse:

$$A_I = \frac{I_{iz}}{I_{vl}} \quad (3.20)$$

kurse për **përforcimin e fuqisë** ($A_P$) kemi koeficientin e fuqisë së sinjaleve alternative në daljen $P_{iz}$ dhe në hyrjen $P_{vl}$ të përforcuesit:

$$A_P = \frac{P_{iz}}{P_{vl}} = \left| \frac{U_{iz} \cdot I_{iz}}{U_{vl} \cdot I_{vl}} \right| = \left| A_U \cdot A_I \right| \quad (3.21)$$

Përforcuesi mund të shprehet në njësinë logaritmike decibel (dB) si:

$$A_U(dB) = 20\log\left|\frac{U_{iz}}{U_{vl}}\right|, \qquad A_I(dB) = 20\log\left|\frac{I_{iz}}{I_{vl}}\right|, \qquad A_P(dB) = 10\log\left|\frac{P_{iz}}{P_{vl}}\right| \quad .....(3.22)$$

**Koeficienti i veprimit të dobishëm η** përkufizohet si raporti i fuqisë mesatare (vlera mesatare e fuqisë në periudhë) të sinjalit alternativ, të dorëzuar te harxhuesi dhe fuqisë së marrë nga burimi i energjisë, i shprehur në përqindje si:

$$\eta = \left|\frac{P_k}{P_o}\right| \cdot 100(\%) \quad .....(3.23)$$

Përforcimi i rrymës përcaktohet nga:

$$R_{iz} = \frac{U_2}{I_{iz}}(\Omega) \text{ при } U_S=0 \text{ и } R_L \to \infty \quad .....(3.24)$$

Përforcimi i rrymës përcaktohet duke lidhur burimin hyrës alternativ, duke hequr harxhuesin $R_L$ shkarkimit në daljen e përforcuesit dhe duke lidhur burimin e tensionit $U_2$ në vend të tij.

Qarku i daljes në skemën e figurës 3.39 në fakt është paraqitje e përforcuesit në lidhje me harxhuesin sipas teoremës së Tevenenit.

Rezistenca e hyrjes kërkohet të ketë vlerë më të lartë, pra më pak ngarkesë në gjeneratorin e sinjalit ose në fazën e mëparshme të përforcuesit.

Përforcuesi është qark elektronike që duhet të rrisë amplituda e sinjalit. Nëse sinjali paraqitet si tension, atëherë përforcimi i tensionit të përforcuesit përcaktohet si raporti i daljes me tensionin e hyrjes së sinjalit.

Kur përforcimi i tensionit është pozitiv, tensionet e daljes dhe të hyrjes janë në fazë, kurse kur është negativ, ato janë në antifazë, domethënë faza e zhvendosur me $180^0$.

Një përforcues do të ishte ideal nëse do të kishte një përforcim të qëndrueshëm me vlerë konstante, e cila është e pavarur nga frekuenca, nuk fut zhurmë në sinjalin e daljes dhe është e pavarur nga temperatura.

## 3.13. 1 PËRCAKTIMI I PARAMETRAVE TË TRANSISTORIT NË KALIM ME EMITER TË PËRBASHKËT

Për të përcaktuar përforcimin do të përdorim skemën ekuivalente të përforcuesit të transistorit të tensioneve dhe rrymave alternative të transistorit në kalim me emiter të përbashkët, nga figura 3.38 në modalitetin e sinjaleve të vogla dhe frekuencave të ndërmjetme. Në zonën e frekuencave të mesme të gjitha kapacitetet në qark kanë rezistencë shumë të ulët dhe në skemën ekuivalente për mënyrën alternative të funksionimit, kondensatorët shfaqen si qark i shkurtër, si dhe burimi i energjisë (figura 3.40).

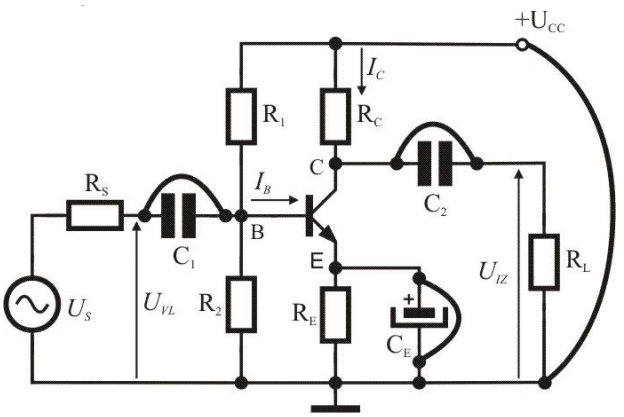



Figura 3.40: Skema e përforcuesit me transistor me kondensatorë të lidhur shkurt dhe lidhej të shkurtër të burimi të furnizimit

Me zëvendësimin e transistorit me skemën e thjeshtuar me parametrat-h, fitohet skema e përforcuesit si në figurën 3.41.

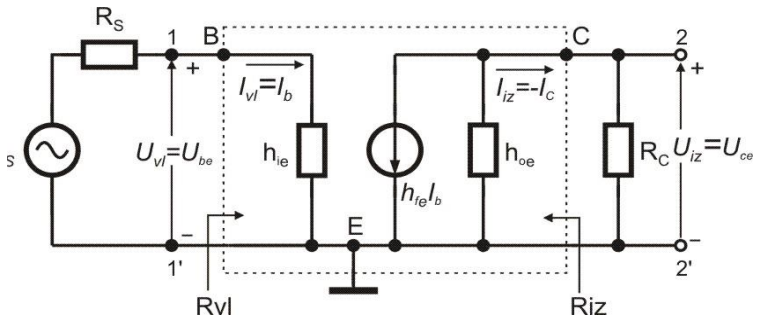



Figura 3.41: Qarku ekuivalent i përforcuesit me emiter të përbashkët

Diagrami nuk përfshin burimin e tensionit njëkahësh elektrik $U_{CC}$, i cili qarkon shkurt rrymën alternative. Parametri $h_{re}$ është hequr për shkak të vlerës së tij të vogël. Gjithashtu, rezistorët $R_1$ dhe $R_2$ janë hequr për shkak të vlerave të tyre janë shumë më

të mëdha se vlera e parametrit $h_{ie}$, rezistori $R_C$, i cili lidhet nga kondensatori $C_E$ për komponentin alternativ të sinjalit dhe rezistorin $R_C$ në mënyrë që faza e përforcuesit të mos ngarkohet dhe llogaritja të jetë më e thjeshtë. Kondensatorët $C_1$, $C_2$ dhe $C_E$ për shkak të rezistencës së tyre të ulët shfaqen si qark i shkurtër. Shenjat e shigjetës "+" dhe "–" të shënuara në tensione paraqesin polarizimin e tensionit alternativ në pikë, në të cilën shikohen të gjitha tensionet alternative në qark për të ditur se a janë në fazë me njëri-tjetrin apo jashtë fazës.

Të theksojmë se tensioni i daljes në qarkun e figurës 3.41 fitohet në lidhjen paralele nga rezistori $R_C$ dhe $1/h_{oe}$. Nëse shënojmë rezistencën ekuivalente të tyre me:

$$R_{ek} = \frac{R_C \cdot \frac{1}{h_{oe}}}{R_C + \frac{1}{h_{oe}}} = \frac{R_C}{1 + h_{oe} R_C} \quad (3.25)$$

atëherë për tensionin e daljes do të fitohet:

$$U_{iz} = -h_{fe} I_b \cdot R_{ek} \ , \quad (3.26)$$

dhe për tensionin e hyrjes:

$$U_{vl} = h_{ie} I_b \ . \quad (3.27)$$

Prandaj, **përforcimi i tensionit** do të jetë:

$$A_u = \frac{U_{iz}}{U_{vl}} = \frac{-h_{fe} I_b R_{ek}}{h_{ie} I_b} = -h_{fe} \frac{R_{ek}}{h_{ie}} . \quad (3.28)$$

Nga figura, mund të shihet gjithashtu se rryma e daljes është:

$$I_{iz} = \frac{U_{iz}}{R_C} = -\frac{h_{fe} I_b R_{ek}}{R_C} \ , \quad (3.29)$$

derisa rryma hyrëse është $I_{vl}=I_b$, nga e cila marrim **përforcimin e rrymës**:

$$A_i = \frac{I_{iz}}{I_{vl}} = \frac{-h_{fe} I_b R_{ek} / R_C}{I_b} = -h_{fe} \frac{R_{ek}}{R_C} . \quad (3.30)$$

Rrjedhimisht, **përforcimi i fuqisë** do të jetë:

$$A_p = \frac{P_{iz}}{P_{vl}} = \frac{U_{iz} I_{iz}}{U_{vl} I_{vl}} = A_u A_i = h_{fe}^2 \frac{R_{ek}^2}{h_{ie} R_c} \quad (3.31)$$

Për shumicën e qarqeve të përforcuesve me transistor, rezistenca $1/h_{oe}$ është shumë më e madhe se rezistenca $R_C$ (të paktën disa dhjetëra herë). Në atë rast nga pabarazia 1 $h_{oe} >> R_C$ pason $h\ R_C\ R_C << 1$, që do të thotë se emëruesi në (3.25) mund të zëvendësohet me 1, kurse $R_{ek} = R_C$. Nga këtu shihet qartë se si do të tingëllojnë shprehjet për përforcime.

Rrjedhimisht, **përforcimi i tensionit** do të jetë:

$$A_u \approx -\frac{h_{fe}}{h_{ie}} R_C \quad (3.32)$$

Rrjedhimisht, **përforcimi i rrymës** do të jetë:

$$A_i = -h_{fe} \quad (3.33)$$

kurse për **përforcimin e fuqisë** fitohet:

$$A_P \approx \frac{h_{fe}^2 R_C}{h_{ie}} \quad (3.34)$$

**Rezistenca e hyrjes** së përforcuesit përcaktohet me kushtin që tensioni i daljes *UIZ* të jetë i barabartë me zero, kështu që fitohet:

$$R_{vl} = \frac{U_{vl}}{I_{vl}} = h_{ie}. \quad (3.35)$$

**Rezistenca e daljes** përcaktohet me kusht që qarku i hyrjes të jetë i hapur, rryma $I_B$ e tërhequr nga gjeneratori i rrymës $h_{fe}I_B=0$ nuk do të rrjedhë:

$$R_{iz} = \frac{U_{iz}}{I_{iz}} = \frac{1}{h_{oe}}. \quad (3.36)$$

Për shkak të vlerës së vogël të parametrit hoe, rezistenca dalëse e përforcuesit mund të konsiderohet pafundësisht e madhe ($R_{iz} \rightarrow oo$). Kjo do të thotë se në skemën e figurës 3.41, parametri $h_{oe}$ mund të hiqet.

Përforcimi i tensionit varet linearisht nga vlera e rezistencës së ngarkesës dhe zakonisht ka vlerë të madhe. Përforcimi i rrymës së përforcuesit është i barabartë me përforcimin real të transistorit, rezistenca hyrëse e përforcuesit është e barabartë me rezistencën hyrëse të transistorit dhe dalja është në përpjesëtim të zhdrejtë me përçueshmërinë dalëse të transistorit.

## 3.14. TRANSISTORI SI NDËRPRERËS


**Transistori është në rajonin e ngopjes kur të dy kalimet-PN të emiterit dhe kolektorit janë të polarizuar direkt, kurse në rajonin e ndërprerjes kur të dy kalimet-PN janë të polarizuara në mënyrë inverse.**

Duke ndjekur parimin e punës së diodës, pamë se ajo funksionon edhe si ndërprerës, i hapur kur dioda është me polarizim të kundërt dhe mbyllet kur është e polarizuar direkt. Kjo është për shkak të karakteristikës së kalimit PN. Sidoqoftë, ai nuk mund të kryejë një nga funksionet e nevojshme në qarqet logjike digjitale, që është inversioni i sinjalit, domethënë ndryshim nga 0 në 1 ose nga 1 në 0.

Transistori, gjizhashtu, mund të vihet në funksion edhe si ndërprerës me aftësinë për të përmbysur sinjalin. Transistori si ndërprerës gjen aplikim të gjerë në prodhimin e qarqeve të integruara digjitale, në pajisje të ndryshme për automatizim dhe në qarqe të teknologjisë impulsive.

Regjimi i shkyçjes përcaktohet nga polarizimi i kundërt i kalmit  të emiterit dhe kolektorit. Në këto kushte transistori sillet si **ndërprerës i hapur**. Rajoni i ngopjes përcaktohet nga polarizimi direkt i të dy kalimeve, kurse transistori sillet si **ndërprerës i mbyllur**. Këto dy gjendje të shkyçur dhe ngopjes janë të një rëndësie parësore për transistorin si ndërprerës. Kur është në gjendje të shkyçur, rryma e daljes ka madhësi shumë të vogël dhe rezistenca midis skajeve të daljes ka vlerë të madhe. Në gjendjen e ngopjes rryma e daljes ka madhësi të lartë dhe përforcimi i rrymës ka vlerë të ulët.

Transistori me kalim të përbaskët  të emiterit përdoret zakonisht në qark komutuese (figura 3.42). Burimi drejtkëndor i tensionit G është i lidhur me qarkun e bazës, i cili ndryshon polarizimin e bazës dhe regjimin e punës së transistorit.

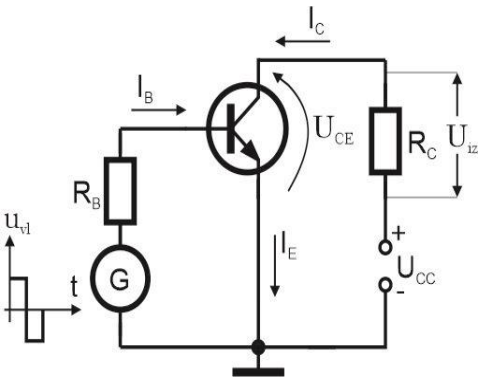



Figura 3.42: Transistori si ndërprerës

Diagrami i karakteristikave të daljes është dhënë në figurën 3.43 në të cilën janë shënuar tri rajone: 1-rajoni i ngopjes, 2– rajoni ndërprerë/jopërçueshmërisës dhe 3-rajoni normal aktiv.

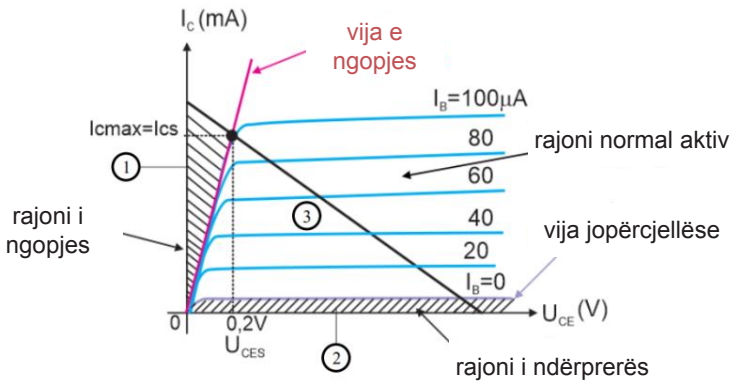



Figura 3.43: Diagrami i rajoneve së punës

### Rajoni jopërçueshmërisë-shkyçjes

Në tension negativ të hyrjes kalimi bazë-emiter është i polarizuar në mënyrë inverse, kështu që rrymat e ngopjes së kundërt të dy kalimeve-PN rrjedhin nëpër bazë. Meqenëse këto rryma në temperaturën e dhomës janë shumë të vogla, ato mund të neglizhohen, ku rryma në bazë ka vlerën 0. Kështu, rajoni i ndërprerjes së transistorit në karakteristikat e daljes përfaqësohet me vijën horizontale $I_B=0$.

### Rajoni i ngopjes

Kushtet për vendosjen e mënyrës së ngopjes janë disi më komplekse dhe kërkojnë që të dy kalimet e transistorit të jenë me ploraizim direkt. Transistori sillet në gjendjen e ndërprerësit të mbyllur, domethënë në gjendje ngopjeje me pjesën e rrafshët të pulsit të ngacmimit me vlerë pozitive të tensionit. Baza bëhet më pozitive se emiteri dhe kalimi i emiterit është i polarizuar direkt. Rryma $I_{BS}$ rrjedh në qarkun bazë-emiter dhe rryma $I_{CS}$ rrjedh në qarkun kolektor-emiter.

Gjendja e ngopjes karakterizohet nga tensione të vogla kolektori $U_{BE(SAT)}$ (rreth 0.2V për transistorët e silict). Në grafikun e karakteristikave të daljes, ai përfaqëson vijë pothuajse vertikale në të cilën vijat horizontale bashkohen (tregohet nga vija e ngopjes në figurë).

Rryma e ngopjes së kolektorit do të rrjedhë në qark:

$$I_{CS} = \frac{U_{CC} - U_{CE(SAT)}}{R_C} \quad (3.37)$$

Nga karakteristikat mund të shihet gjithashtu rryma bazë në të cilën transistori u fut në rajonin e ngopjes. Lidhja për zonën normale aktive vazhdon ende për:

$$I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta} \quad (3.38)$$

Kjo vlerë korrespondon me vlerë pozitive përkatëse të pulsit në qarkun e hyrjes. Nëse pulsi ka vlerë më të lartë, atëherë rryma bazë do të jetë gjithashtu më e lartë, ndërsa rryma e kolektorit nuk mund të rritet më tej. Në atë rast themi se transistori shkon thellë në ngopje, kurse ekuacioni bëhet pabarazi:

$$I_{BS} \geq \frac{I_{CS}}{\beta} \quad (3.39)$$

Rezistenca e transistorit në ngopje llogaritet sipas relacionit:

$$I_{BS} \geq \frac{I_{CS}}{\beta} \quad (3.39)$$

dhe ka vlerë të vogël (disa dhjetëra omë). Kjo e plotëson kërkesat e ndërprerësit të mbyllur: për të kaluar rryma mjaft e madhe për të aktivizuar qarkun e jashtëm, ka rënie të vogël të tensionit dhe rezistenca të vogël në skajet e ndërprerësit, në mënyrë që humbjet e ndërprerësit të jenë të vogla.

Në figurën 3.44 tregohet ekuivalenca e transistorit si ndërprerës.

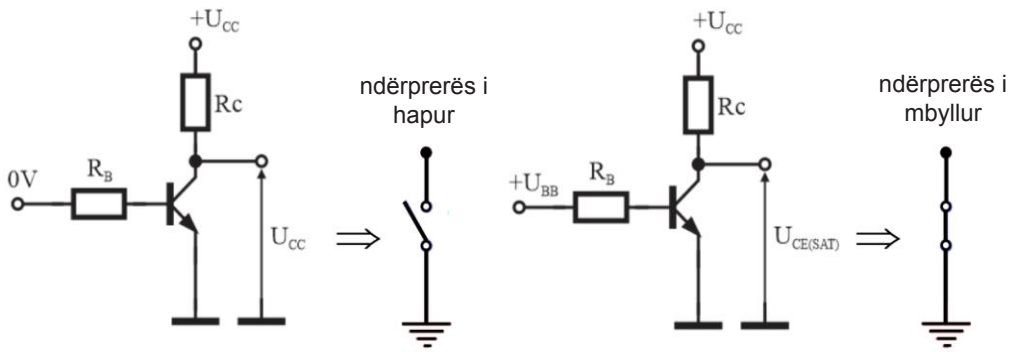



Figura 3.44: Ekuivalenca e transistorit si ndërprerës

## 3.15 IGBT – TRANSISTORI ME GEJT TË IZOLUAR

Fitimi e fuqisë së nevojshme për të drejtuar pajisje dhe makineri të ndryshme bazohet gjithnjë e më shumë në parimin e komutimit duke përdorur elemente gjysmëpërçuese. Një ndërprerës ideal duhet të plotësojë kërkesat e mëposhtme:

– të ketë rezistencë zero ose zero rënie të tensionit në skajet e tij në gjendjen e kyçur;
– të ketë rezistencë pafundësisht të lartë në gjendje të shkëputur;
– shpejtësi shumë e lartë të palosjes;
– të mos ketë nevojë për energji shtesë për funksionimin e tij.

Transistorët bipolarë kanë humbje të ulëta të përçueshmërisë (tension i ulët i ngopjes) dhe transistorët MOSFET kanë shpejtësi të lartë komutimi. Duke kombinuar karakteristikat e tyre fitohet ndërprerës me gjysmëpërçues optimal – transistori IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistors). Transistori bipolar me gejtt të izoluar – IGBT karakterizohet nga rezistencë e lartë në hyrje dhe shpejtësi të lartë të kyçjes dhe shkyçjes, duke zëvendësuar MOSFET-in në të gjitha aplikacionet e tensionit të lartë ku kërkohet efikasitet i lartë.

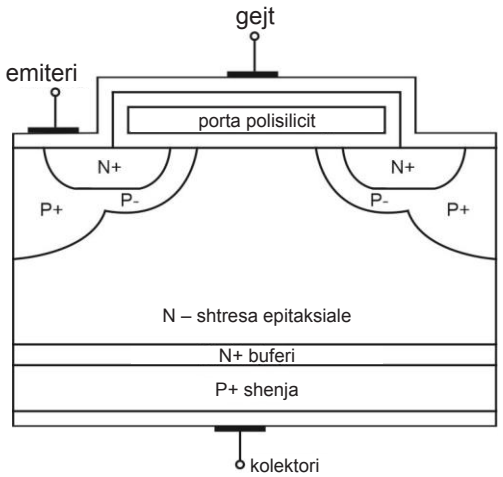



Figura 3.45: Struktura e transistorit IGBT

Transistori IGBT ka strukturë P-N-P-N me katërshtresore (figura 3.45). Përftohet me procedurë identike për prodhimin e MOSFET, me ndryshim të bazës si dhe hapa të caktuar në procesin e prodhimit.

Transistori IGBT është transistor i fuqishëm me tri elektroda: emiter, kolektor dhe bazë, i cili përdoret kryesisht si ndërprerës elektronik. Në figurën 3.46 tregohen simbolet skematike të transistorëve IGBT me kanal N dhe P. Për shkak të gejtit të izoluar, ai ka rezistencë të lartë hyrëse dhe zgjim të tensionit. Përçueshmëria e tij rregullohet vazhdimisht përmes gejtit. Rryma rrjedh ndërmjet elektrodave kolektor-

emiter (C-E), ndërsa gejti (G) kontrollon pajisjen. Meqenëse transistori IGBT është pajisje e kontrolluar nga tensioni, kërkohet vetëm një tension i vogël i gejtit për të ruajtur përcjelljen përmes pajisjes, d.m.th. rrjedhat e rrymës.

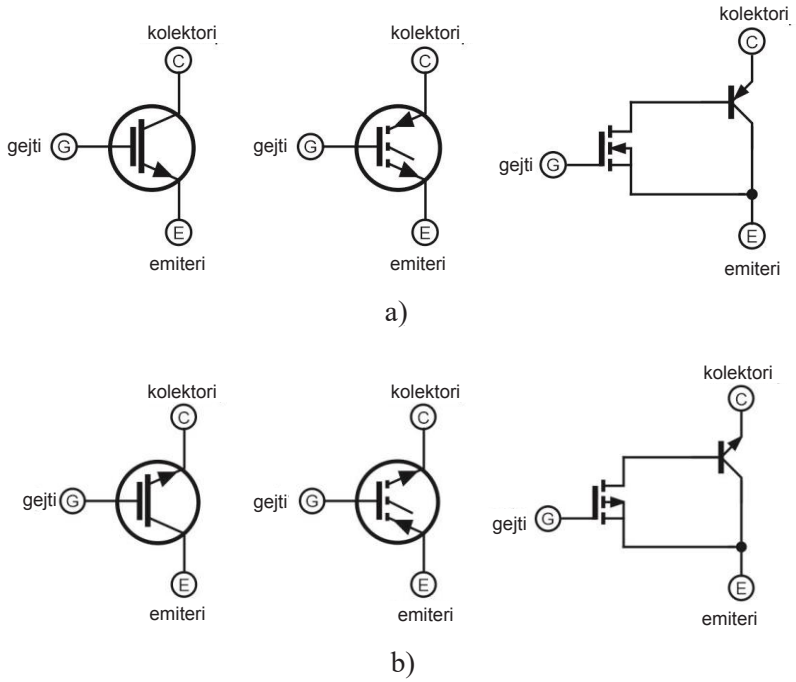



Figura 3.46: Simbolet skematike të transistorit IGBT me a) kanal N dhe b) me kanal P

Në figurën 3.47 tregohen karakteristikat tension-rrymë ($U_{CE}$-$I_C$) të transistorit IGBT me kanal N. Grafiku është mjaft i ngjashëm me karakteristikat e transistorit bipolar, me ndryshimin se këtu si parametër nuk është rryma e bazës, por tensioni midis elektrodës së gejtit dhe emiterit $U_{GE}$.

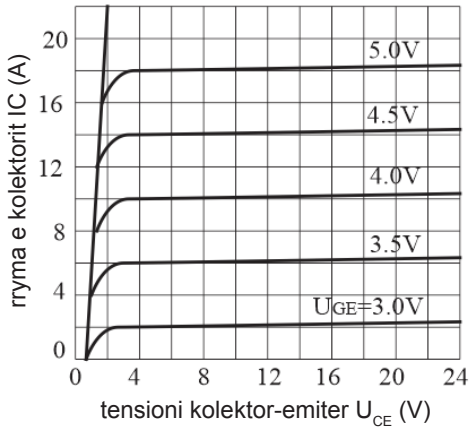



Figura 3.47: Karakteristika rrymë-tension

Kur tensioni ndërmjet gejtit dhe emiterit është nën tensionin e pragut, rrjedh rryma e vogël dhe atëherë tensioni ndërmjet kolektorit dhe emiterit është i barabartë me tensionin e furnizimit. Transistori thuhet se funksionon në rajonin e ndërprerjes. Nëse tensioni midis gejtit dhe emiterit rritet mbi vlerën e tensionit të pragut, IGBT hyn në rajonin normal aktiv të funksionimit. Në këtë rajon rryma përmes kolektorit është lineare në pothuajse të gjithë rajonin e rrymës së kolektorit.

Transistorët IGBT janë blloqe ndërtimi të konvertuesve të frekuencës që sigurojnë ndryshim në shpejtësinë dhe drejtimin e rrotullimit, moment ngarkese konstante dhe mbrojtje të nevojshme të motorit me të cilin drejtohet. Për shkak të shpejtësisë së lartë të komutimit dhe efikasitetit të lartë, transistorët IGBT gjejnë aplikim të gjerë veçanërisht si pajisje komutuese me fuqi më të lartë, si p.sh., në motorët elektrikë me frekuencë të ndryshueshme, automjetet elektrike, trenat, damperët, kondicionerët, etj.

## 3.16. QARQET LOGJIKE ME TRANSISTOR

Qarqet logjike realizojnë funksione të thjeshta komutuese me një ose më shumë ndryshore (hyrje) dhe kanë vetëm një dalje. Në tekstin e mëposhtëm qarku logjik i inverterit "JO" do të analizohet në performancë me transistorë bipolarë dhe unipolarë, pra në teknologjinë CMOS e cila është më e përhapura për shkak të thjeshtësisë (kostos) së performancës, shpejtësisë së lartë, dendësisë së lartë të paketimit dhe konsumi i ulët.

Konfigurimi bazë i inverterit përmban rezistorët $R_C$ dhe $R_B$ dhe transistori NPN (figura 3.48).

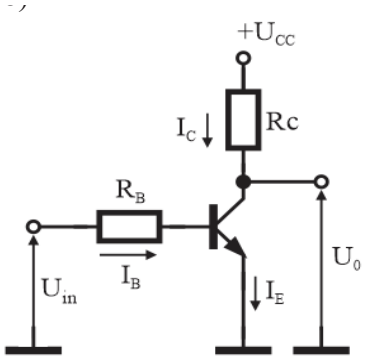



Figura 3.48: Qarku i inverterit me transistor

Për sa kohë që tensioni i hyrjes është më i ulët se tensioni i përçueshmërisë së kalimit të emiterit, transistori është në rajonin e ndërprerjes, nuk rrjedh rrymë kolektori dhe për tensionin e daljes fitohet $U_O=U_{CC}=U_{OH}$.

Duke rritur tensionin e hyrjes më të lartë se vlera e përçueshmërisë së kalimit të emiterit, transistori kalon në gjendjen e përçueshmërisë dhe punon në mënyrën aktive të punës. Derisa tensioni i hyrjes rritet më tej, tensioni i daljes zvogëlohet derisa transistori të hyjë në ngopje dhe tensioni i daljes bëhet $U_O=_{UBE(SAT)=}U_{OL}$.

Nga analiza e kryer, konkludohet se qarku punon si inverter, d.m.th., në nivelin e zeros logjike në hyrje, fitohet niveli i njëshit logjik në dalje:

$$U_{in} < 0{,}7V \quad \Longrightarrow U_{OH} = U_{CC}$$

ndërsa në nivelin e një njëshit logjik në hyrje, niveli zero logjike fitohet në dalje:

$$U_{in} \geq 0{,}7V \Longrightarrow U_{OL} = U_{CE(SAT)} \approx 0{,}2V$$

Rryma e kolektorit në transistor në gjendjen e ngopjes përcaktohet nga shprehja:

$$I_{CS} = \frac{U_{CC} - U_{CE(SAT)}}{R_C} \qquad (3.41)$$

ndërsa rryma e bazës me:

$$I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta} \qquad (3.42)$$

Vlera minimale e tensionit të njëshit logjik hyrëse përcaktohet nga shprehja:

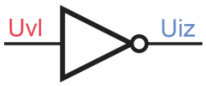
$$U_{INH} - R_B I_B - U_{BE} = 0 \qquad U_{INH} = U_{BE} + \frac{R_B}{R_C} \cdot \frac{U_{CC} - U_{CE(SAT)}}{\beta} \qquad (3.43)$$

Vlera tipike për këtë tension është 2V.

Në figurën 3.49 tregohet tabela e vërtetësisë (a) dhe simboli grafik i qarkut JO logjik (b). 1 logjika korrespondon me nivel të tensionit të lartë dhe 0 logjike me nivel të tensionit të ulët.

| niveli i tensionit hyrës | niveli i tensionit dalës |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

a)




b)

Figura 3.49: Qarku JO a) tabela e vërtetësisë; b) simboli grafik

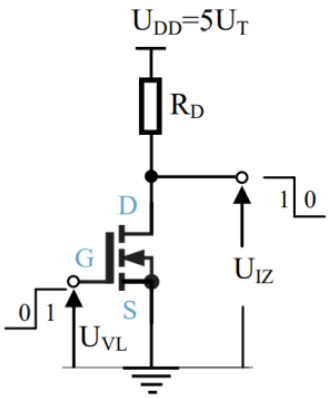



Figura 3.50: Inventeri MOSFET me kanal N

Për prodhimin e invertorëve me transistorë unipolarë përdoren transistorë MOSFET me kanal N (figura 3.50), për shkak të shpejtësisë më të madhe gjatë kalimit nga një rajon në tjetrin, krahasuar me MOSFET me kanal P. Në tensionet hyrëse $U_{VL}<U_T$ (niveli i ulët i tensionit në hyrje), transistori $T_1$ bllokohet dhe nuk përçohet, tensioni i daljes do të jetë i barabartë me tensionin $U_{DD}$, që do të thotë se në dalje fitohet niveli i tensionit të lartë.

Për tensionet hyrëse $U_T<U_{VL}<U_{DD}$ (niveli i tensionit të lartë në hyrje), transistori $T_1$ funksionon në rajonin omik, në dalje merret niveli i ulët tensioni.

Inverteri CMOS (figura 3.51) përbëhet nga një MOSFET me kanal N dhe MOSFET me kanal P që kanë të njëjtën vlerë të tensionit $U_T$ por me shenjën e kundërt.

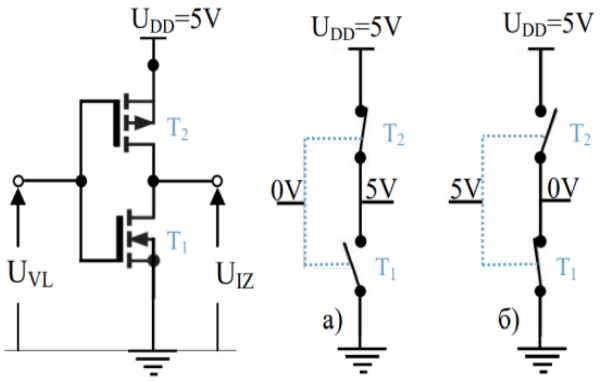


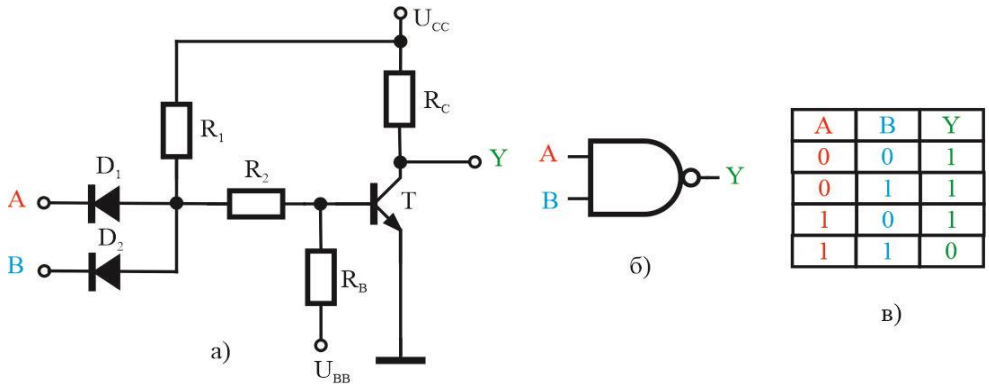

Figura 3.51: Inverter CMOS

Analiza e qarkut:

1. $U_{VL}$=0 V, $T_1$ shkyçur, $T_2$ në rajonin omik, $U_{IZ}=U_{DD}$=5 V (figura 3.51a).
2. $U_{VL}=U_{DD}$, $T_1$ në rajonin omik, $T_2$ shkyçur, $U_{IZ}$=0 V (figura 3.51b).

Kalimi nga një gjendje në tjetrën është më i shpejtë se performancat e invertorit të mëparshëm.

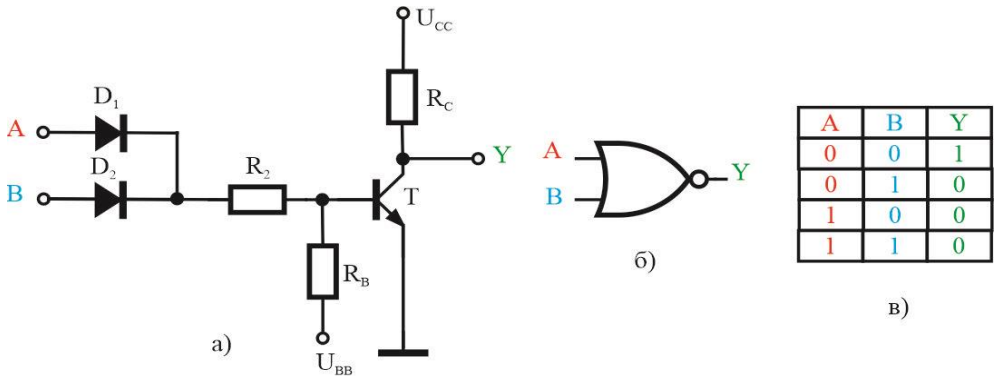
Në logjikën diodë-transistor qarku bazë DTL është qark logjik NI, i cili në figurën 3.52 a) zbatohet me dy hyrje A dhe B.




| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Figura 3.52: a) skema elektrike; b) tabela e simboleve dhe e vërtetësisë së qarkut logjik NI

Në figurën 3.53 është paraqitur tabela e derivimit, simbolit dhe të vërtetës së qarkut logjik NOR.




| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

Figura 3.53: a) skema elektrike; b) tabela e simboleve dhe të së vërtetës së qarkut logjik NOR

## MOS HARRO SE..!

- Transistori punon si përforcues me polarizim direkt të emiterit dhe polarizim invers të kalimit PN të kolektorit.
- Transistori ndodhet në rajonin normal aktiv me polarizim direkt të kalimit PN të emiterit dhe polarizim invers të kalimit PN të kolektorit.
- Rajoni i ngopjes përcaktohet nga polarizimi direkt i të dy kalimeve, kurse transistori sillet si ndërprerës i mbyllur.
- Regjimi i shkyçur përcaktohet nga polarizimi invers i kalimit PN të kolektorit dhe emiterit, kurse transistori sillet si ndërprerës i hapur.
- Kur transistori punon si inverter, në nivel logjik zero në hyrje, fitohet niveli logjik njësh në dalje dhe anasjelltas.

## Pyetje për të verifikuar njohuritë nga Moduli 3

1. Definoni termin transistor.
2. Cilat lloje të transistorëve ekzistojnë?
3. Vizatoni simbolin skematik të transistorit NPN.
4. Sa elektroda ka transistori dhe si quhen ato?
5. Si krijohet rryma gjatë polarizimit të transistorit NPN?
6. Cili është drejtimi i fushave të brendshme $E_1$ dhe $E_2$ te transistori PNP në raport me transistor NPN?
7. Cilat janë rajonet e punës të transistorit?
8. Cilët bartës e krijojnë rrymën në transistorin NPN?
9. Si krijohet rryma $I_{CE0}$ në transistor?
10. Si gjenerohet rryma $I_{CB0}$ në transistor?
11. Cila është relacioni bazë për transistorin sipas "modelit Ebers-Molit".
12. Përcaktoni mënyrën statike dhe dinamike të punës të transistorit.
13. Cilat madhësi janë hyrëse dhe cilat janë dalëse për transistorin në kalimin me emiter të përbashkët?
14. Si përcaktohen karakteristikat e daljes, transferimit të hyrjes dhe transferimit direkt?
15. Cilët janë parametrat më të rëndësishëm të transistorit?
16. Çfarë përfaqëson $\beta$?
17. Nga se varet pozicioni i drejtëzës së punës të transistorit dhe si përcaktohet?
18. Në cilin regjim punon transistori si përforcues?
19. Shkruani sistemin e parametrave-h të transistorit dhe përcaktoni secilin parametër veç e veç.
20. Vizatoni qarkun ekuivalent të transistorit me parametra h për sinjale të vogla.
21. Në cilin regjim të punës mund të gjendet transistori si ndërprerës?
22. Cili është polarizimi i kalimit të emiterit dhe kolektorit të transistorit kur ai është në ngopje?
23. Sa është rryma e daljes kur transistori është i shkyçur?

24. Vizatoni karakteristikën e daljes së transistorit dhe shënoni rajonin jopërçues.
25. Në cilin regjim të punës transistori sillet si ndërprerës i mbyllur?
26. Në cilin regjim të punës transistori sillet si ndërprerës i hapur?
27. Definoni karakteristikën e frekuencës së përforcuesit.
28. Vizatoni karakteristikën fazore të përforcuesit dhe përcaktoni frekuencat e poshtme dhe të sipërme të ndërprerjes.
29. Si përcaktohet brezi i lëshimit të përforcuesit?
30. Cilat lloje të përforcuesve ekzistojnë sipas llojit të përforcimit?
31. Si ndahen përforcuesit sipas gjerësisë së brezit të frekuencës?
32. Si definohet përforcimi i rrymës së përforcuesit?
33. Shkruani ekuacionin për të paraqitur përforcimin e tensionit të përforcuesit.
34. Përcaktoni koeficientin e veprimit të dobishëm.
35. Shkruani relacionet që përcaktojnë rezistencën hyrëse dhe dalëse.
36. Cili është ndryshimi midis transistorëve bipolarë dhe unipolar?
37. Cilat lloje të transistorëve unipolarë ekzistojnë?
38. Vizatoni simbolet e FET me kanal-n dhe kanal-P dhe shënoni kontaktet.
39. Shpjegoni se çfarë ndodh me kanalin kur FET është i polarizuar.
40. Vizatoni karakteristikën e daljes statike të FET dhe shpjegoni zonat e saj.
41. Si quhet tensioni në të cilin ndalet rrjedha e rrymës nëpër kanalin e JFET?
42. Në cilin rajon të funksionimit të JFET rryma e drejnit rritet në mënyrë lineare me rritjen e tensionit mes drjenit dhe soursit?
43. Cilat lloje të MOSFET-it ekzistojnë?
44. Në cilat tensione hyrëse inventeri MOSFET me kanal N prodhon "1" logjikë në dalje.
45. Në cilat rajone të punës MOSFET-i me kanal N punon si ndërprerës?
46. Çfarë fitohet në daljen e inventerit në nivel hyrës logjik zero?
47. Çfarë është IGBT?
48. Ku përdoret transistori IGBT?

# VERIFIKIMI TEMATIK

## I Pyetje me rrumbullaksim (Rrethoni përgjigjet e sakta)

1. Bartësit kryesorë të ngarkesës elektrike në transistorin PNP janë:

   a) elektronet
   b) vrimat
   c) donatorët
   ç) akceptorët

2. Njësia matëse e parametrit $h_{fe}$ është:

   a) numër pa emër
   b) A
   c) V

3. Bartësit dytësorë të ngarkesës elektrike në transistorin PNP janë:

   a) elektronet
   b) vrimat
   c) donatorët
   ç) akceptorët

4. Varësia e rrymës $I_C$ nga tensioni $U_{BE}$ në rrymë konstante $I_B$ për transistorin me kalim me emiter të përbashkët përfaqësohet nga:

   a) karakteristika e transmetimit
   b) karakteristika e hyrjes
   c) karakteristika e daljes

5. Për transistorin me kalim me bazë të përbashkët, rryma hyrëse është:

   a) $I_C$
   b) $I_B$
   c) $I_E$

6. Karakteristika e daljes së transistorit të kalimit me emiter të përbashkët përfaqësohet nga:

   a) $I_C = f(U_{BE})$ për $I_B = konst.$
   b) $I_B = f(U_{BE})$ për $U_{BE} = konst.$
   c) $U_{BE} = f(U_{BE})$ për $I_B = konst.$

7. Në cilin polarizim të transistorit punon si përforcues?

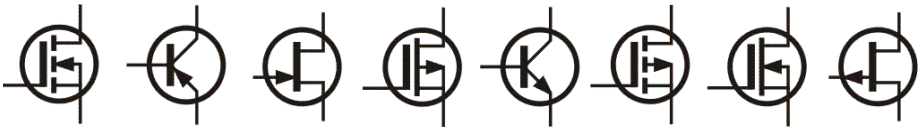
   a) Të dy kalimet PN janë të me polarizim direkt
   b) Kalimi i emiterit i polarizuar direkt dhe i kolektori i polarizuar invers
   c) Të dy kalimet PN të polarizuara në mënyrë inverse

8. Me cilën shprehje jepet varësia e rrymave në transistor?

   a) $I_E = I_B + I_C$
   b) $I_B = I_E + I_C$
   c) $I_C = I_B + I_E$

## II Pyetje për lidhje

9. Lidhni simbolet elektrike me llojet e transistorëve:



a) b) c) ç) d) e) f) g)

1. Transistor NPN _____
2. Transistor PNP _____
3. FET e llojit N _____
4. FET i llojit P _____
5. MOSFET me kanal N me kanal të induktuar _____
6. MOSFET me kanal P me kanal të induktuar _____
7. MOSFET me kanal N me kanal të ndërtuar _____
8. MOSFET me kanal P me kanal të ndërtuar _____

10. Lidh parametrin me relacionin:

| | |
|---|---|
| 1. Përçueshmëria e daljes | a) $h_i = \frac{\Delta U_1}{\Delta I_1}$ për $\Delta U_2=0$. |
| 2. Koeficienti i lidhjes së kundërt të tensionit | b) $h_r = \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2}$ ; për $\Delta I_1=0$. |
| 3. Koeficienti i përforcimit të rrymës | c) $h_f = \frac{\Delta I_2}{\Delta I_1}$ ; për $\Delta U_2=0$. |
| 4. Rezistenca e hyrjes | ç) $h_f = \frac{\Delta I_2}{\Delta I_1}$ ; për $\Delta U_2=0$. |

11. Lidheni polarizimin e transistorit me rajonin e punës!

| | |
|---|---|
| 1. $U_B$=4 V, $U_B$=10 V, $U_E$=8 V | a) rajoni i ngopjes _____ |
| 2. $U_B$=9 V, $U_B$=3 V, $U_E$=6 V | b) rajoni i shkyçjes _____ |
| 3. $U_B$=-1 V, $U_B$=2 V, $U_E$=1 V | c) rajoni normal aktiv ___ |

## III Pyetje me plotësim

12. Kur transistori është në gjendje të ngopjes, rryma e daljes ka madhësi _____ dhe përforcimi i rrymës ka vlerë _____.

13. Kur kalimet e emiterit dhe kolektorit janë të polarizuar invers, transistori është në regjimin _____.

14. Transistori në rajonin normal aktiv është i polarizuar në mënyrë që kalimi i emiterit të jetë _____ i polarizuar dhe i kolektori _____ i polarizuar.

15. Me relacionin $I_D$ = f ($U_{DS}$) për $U_{GS}$=*konst*. është përcaktuar karakteristika _____ e kalimit me sours të përbashkët MOSFET.

16. Transistori është në ngopje në rastin e polarizimit _____ të kalimit bazë-emiter dhe polarizim _____ të kalimit bazë-kolektor.

17. Për nivelin logjik "1" në hyrje të inventerii me transistor unipolar, në dalje fitohet niveli logjik _____.

# NJËSIA MODULARE 4
# TIRISTORËT

**Me mësimin e përmbajtjes së kësaj njësie modulare, nxënësi do të fitojë njohuri themelore për tiristorët dhe do të jetë në gjendje:**

- të definojë tiristorë;
- të dallojë llojet e tiristorëve;
- të njohë simbolet grafike të llojeve të tiristorëve;
- të shpjegojë polarizimin e tiristorit;
- të vizatojë karakteristikën rrymë-tension të tiristorit;
- të analizojë aplikimin e tiristorëve;
- të shpjegojë rëndësinë e tiristorit në elektroenergjetikë;
- të paraqesë aplikimin e tiristorëve në qarqe të ndryshme elektrike.

# 4.1 KONCEPTI DHE NDARJA E TIRISTORËVE


**Dioda është komponentë gjysmëpërçuese e përbërë nga kalimi PN dhe dy elektroda, transistori përbëhet nga dy kalime-PN dhe tri elektroda, ndërsa tiristori përbëhet nga të paktën tre kalime-PN dhe të paktën dy elektroda.**

Tiristorët janë grupe elementesh me konfigurim prej katër ose më shumë materialesh gjysmëpërçuese të rregulluar për të bërë të paktën tre kalime-PN dhe që kanë të paktën dy kontakte. Midis tyre tiristorët ndryshojnë sipas numrit të kontakteve, drejtimit të përëueshmërisë dhe formës së karakteristikave statike.

Në tabelën 4.1 tregohen llojet e tiristorëve sipas numrit të kontakteve dhe drejtimit të përçueshmërisë.

Tabela 4.1: Ndarja e tiristorëve

| TIRISTORËT | Diodë (me 2 kontakte) | Triodë (me 3 kontakte) |
|---|---|---|
| **njëdrejtimësh** | Dinistor (Shokli Diode) | SCR – tiristor |
| **dydrejtimësh** | Diak | Triak |

Elementi me strukturë dhe skemë ekuivalente si në figurën 4.1 a) është tiristor diodë me drejtim, i quajtur **dinistor** ose diodë Shokli. Kontaktet e saj janë emërtuar **A-anodë** dhe **K-katodë**. Simboli grafik dhe pamja reale e diodës Shokli janë paraqitur në Figurën 4.2 përkatësisht nën b) dhe c).

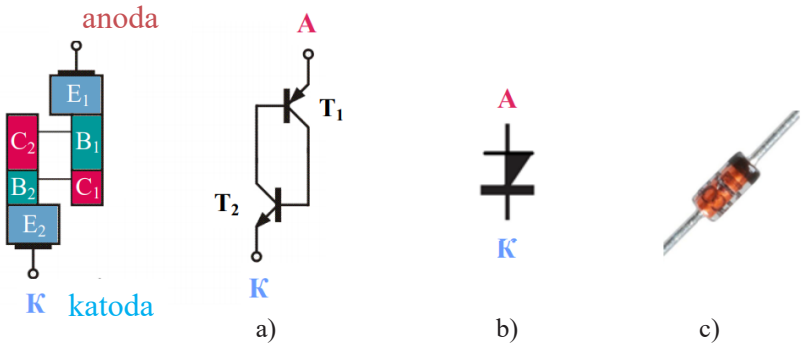



Figura 4.1: Dinistor – diodë Shokli a) struktura dhe diagrami ekuivalent, b) simboli dhe c) pamja fizike

Duke shtuar një kontakt tjetër, të lidhur me shtresën e mesme P të strukturës së figurës 4.1, fitohet tiristori triodësh njëdrejtimësh me tri kontakte, i njohur si **SCR** (**S**ilicon **C**ontroled **R**ectifier) – drejtues silic i komandueshëm ose thjesht **tiristor**, siç gjendet më së shpeshti në praktikë.

Kontaktet e tij janë emërtuar **A-anodë**, **K-katodë** dhe **G-gejt** (figura 4.2). Anoda dhe katoda kanë të njëjtin rol si në dinistor, kurse gejti ka rolin e elektrodës komanduese për kyçjen e tiristorit.

*Tiristorët përdoren gjerësisht në elektronikën industriale dhe automatizimin për të kontrolluar fuqinë e harxhuesve të mëdhenj, kurse në jetën e përditshme për të rregulluar intensitetin e dritës së llambave elektrike, si dhe për të rregulluar shpejtësinë e motorëve elektrikë në pajisje të ndryshme shtëpiake.*

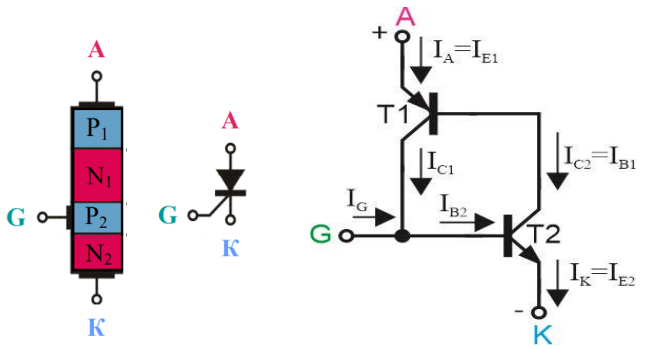



Figura 4.2: Struktura, skema ekuivalente e simbolit grafik të tiristorit

Me lidhjen e dy dinistorëve paralelisht, të vendosur në drejtime të kundërta, fitohet tiristori me dy drejtime me diodë, i quajtur **diak** (**Di**ode **A**lternating **C**urent swi*Tc*h). Struktura dhe simboli grafik i diakut janë dhënë në figurën 4.3.

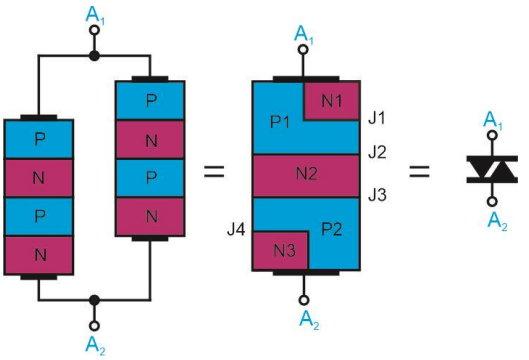



Figura 4.3: Struktura dhe simboli grafik i diakut

I prodhuar në një pllakë silici, diaku është element me strukturë NPNPN me pesë shtresa me dy kontakte **anodë 1** (**$A_1$**) dhe **anodë 2** (**$A_2$**), të cilat gjithashtu mund të shënohen si MT1 dhe MT2. Rryma rrjedh nëpër diodë në të dy drejtimet ndërmjet anodës $A_1$ dhe $A_2$. Përdoret në qarqe për kyçjen e tiristorëve dhe triakëve duke formuar impulse triger.

Me lidhjen e dy tiristorëve paralelisht, të kthyer nga ana e kundërt, ngjashëm me lidhjen e dy dinistorëve, fitohet tiristori dydrejtimësh triodësh, i njohur si **triak** (**T**riode **A**lternating **C**urrent), i cili përçon në të dy drejtimet.

Struktura dhe pamja skematike e tij janë dhënë në figurën 4.4.

Triaku përçon  në të dy drejtimet dhe kontaktet e tij janë shënuar si **anoda 1 ($A_1$), anoda 2 ($A_2$)** dhe elektroda komanduese **gejt (G).** Rryma që rrjedh nëpër triak rrjedh midis dy anodave ($A_1$-$A_2$), ndërsa elektroda-gejti komandues shërben për ta kyçur atë.

Në tabelën 4.2 janë paraqitur të dhëna të katalogut për modele të triakëve që përdoren për të rregulluar shpejtësinë e motorit në lavatriçe, fshesa me korrent dhe pajisje të tjera shtëpiake.

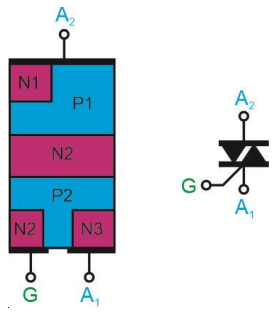



Figura 4.4: Struktura dhe simboli i triakut

Tabela 4.2: Pjesë e të dhënave të katalogut për parametrat e llojeve të triakëve

| Shenja/modeli | $V_{DRMS}$ [V] | $I_{TRMS}$ [A] | $I_{TSM}$ [A] | $I_{GT}$ (max.) [mA] |
|---|---|---|---|---|
| BCR3LM-12LB | 600 | 3 | 30 | 20 |
| BCR5LM-12LB | 600 | 5 | 50 | 20 |
| BCR10LM-12LB | 600 | 10 | 100 | 30 |
| BCR3LM-14LB | 700 | 3 | 30 | 30 |
| BCR16LM-14LB | 700 | 16 | 160 | 30 |

## MOS HARRO SE..!

- Tiristorët janë grup elementesh me konfigurim prej katër ose më shumë shtresave gjysmëpërçuese.
- Dinistori është element tiristor me katër shtresa me tre kalime-PN dhe dy kontakkte (anodë dhe katodë).
- Dinistori i polarizuar direkt ka gjendje jopërçueshmërie në tensione të ulëta anodë-katodike.
- Për tensione më të mëdha se tensioni i kyçjes, dinistori është në gjendje përçueshmërie të drejtpërdrejtë.
- Dinistori i polarizuar në mënyrë inverse sillet si dioda e zakonshme.
- Tiristori ose drejtuesi i kontrolluar i silict është element me tri kontakte: anodë, katodë dhe gejt.

## 4.2 KARAKTERISTIKA RRYMË-TENSION E TIRISTORIT

Tiristori është direkt i polarizuargjatë lidhjes së anodës me polin pozitiv të burimit $U$ dhe katodës me polin negativ, siç lidhet në figurën 4.5.

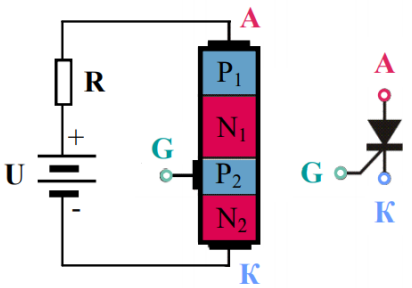


Figura 4.5: Polarizimi i tiristorit

Kyçja e tiristorit, pra ngacmimi (shkaktimi) i tij mund të bëhet në dy mënyra: duke rritur tensionin midis anodës dhe katodës $U_{AK}$ mbi vlerën e tensionit të kyçjes $U_{B0}$, ose duke lidhur tensionin pozitiv me gejt. Në praktikë, metoda e dytë zbatohet gjithmonë.

Tiristorët kanë dy qarqe të rrymës: **qarkun e rrymës hyrëse (komanduese)** dhe rrymës **dalëse (kryesore),** kurse për këtë arsye dy karakteristika rrymë -tension.

### a) Karakteristikat statike të daljes

Varësia e rrymës përmes tiristorit nga tensioni në skajet e tij për vlera të ndryshme të rrymës së gejtit $I_G$ përcaktohen karakteristikat e tij statike (figura 4.6). Matematikisht ato shprehen me relacionin:

$I_A = f(U_{ak})/I_h = const.$

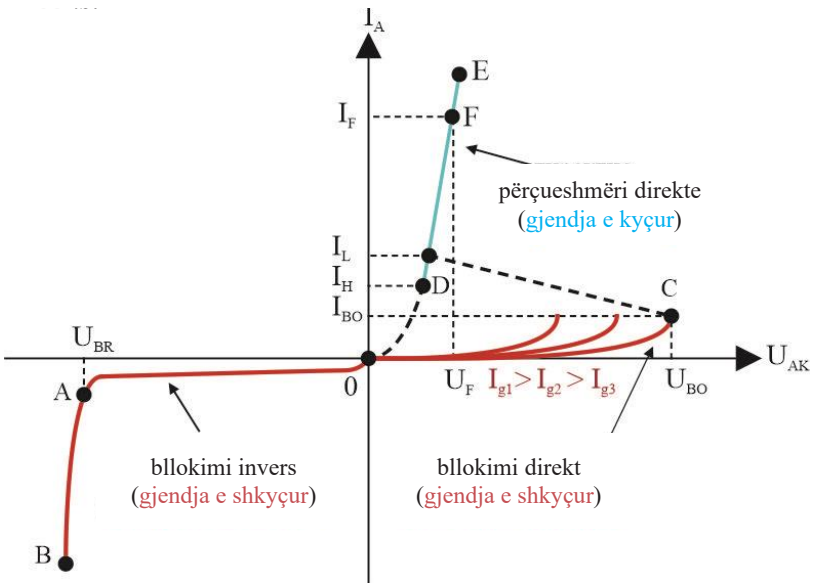


Figura 4.6: Karakteristika statike e tiristorit

Për vlera të vogla të tensionit të burimit $U$ rryma përmes tiristorit është e vogël, kështu që mund të thuhet se është jopërçuese (pjesë e karakteristikës nga pika 0 në pikën C). Është në **gjendje bllokimi të drejtpërdrejtë** (gjendje e shkyçur). Kur tensioni në skajet e tiristorit tejkalon vlerën e tensionit të shpimit $U_{BO}$ (**B**reakover **V**oltage), ai do të jetë në **gjendjen e përçueshmërisë së drejtpërdrejtë** (gjendja e kyçur).

Në gjendjen e përçueshmërisë (pjesa nga pika D në pikën E), rrjedh rryma e madhe dhe ka rënie të vogël të tensionit në tiristor. Rryma përmes saj mund të kufizohet duke lidhur rezistenca të jashtme $R$. Depërtimi në këtë zonë nuk do të thotë dëmtim i saj. Në këtë gjendje tiristori mund të qëndrojë derisa rryma të bjerë nën vlerën minimale, të përcaktuar nga **rryma mbajtëse $I_H$** (holding current).

Si përfundim, tiristori i polarizuar direkt mund të gjendet në një nga dy gjendjet: një gjendje të përçueshmërisë dhe gjendje të bllokimit direkt. Nuk ka regjim pune mes gjendjes së kyçur dhe shkyçur, që do të thotë se nuk mund të përdoret si përforcues, ose është i kyçur ose i shkyçur.

Gjendja të polarizimit invers ekziston kur anoda është e lidhur me polin negativ dhe katoda me polin pozitiv të burimit. Kur tensioni invers bëhet më i madh se $U_{RB}$ (**R**everse **B**reak), që është tensioni i shpimit në drejtim të kundërt, pjesa e karakteristikës nga pika A në pikën B, ka **shpim të tiristorit** dhe shkatërrim të tij.

Kur lidhet me tension njëkahësh elektrik, diaku sillet si dinistor standard, ai do të përçojë në drejtim nga skaji pozitiv në skajin negativ të tensionit të burimit. Nëse kthejmë skajet e diakut, ai do të përçojë përsëri, që do të thotë se skajet e tij të mos veprojnë si anodë dhe katodë. Meqenëse diaku përçon në të dy drejtimet, skajet e tij janë shënuar me $A_1$ dhe $A_2$.

Ashtu si të gjithë tiristorët e tjerë, diaku do të fillojë të përçojë kur tensioni në skajet e tij të arrijë vlerën e tensionit të shpimit. Ai ndryshon nga diodat standarde, të cilat bëhen përçuese në vlerat e tensionit prej rreth 0,6 V, për diodën është rreth 30-35 V. Karakteristika rrymë-tension e diakut është dhënë në figurën 4.7.

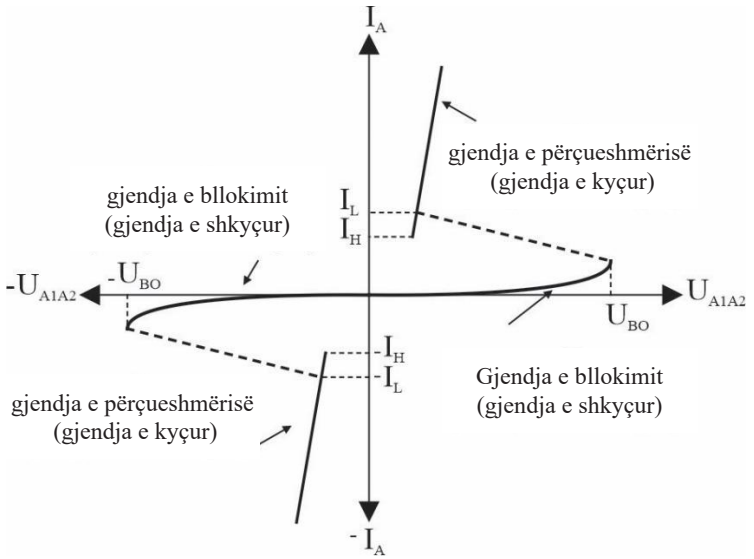



Figura 4.7: Karakteristika rrymë-tension e diakut

Edhe triaku sillet në gjendjen e përçueshmërisë nëse rryma e gejtit mundësohet të rrjedhë. Rryma e gejtit mund të ketë drejtim të njëjtë ose të kundërt me rrymën kryesore. Rryma kryesore konsiderohet pozitive nëse rrjedh nga anoda 2 në anodën 1 dhe negative nëse rrjedh nga anoda 1 në anodën 2. Karakteristika rrymë-tension eë triakut është identike me karakteristikën tension-rrymë të diakut.

## b) Karakteristikat statike hyrëse

Këto karakteristika tregojnë varësinë e rrymës së gejtit nga tensioni midis gejtit dhe katodës $U_{GK}$. Kyçja e gejtit mund vetëm nëse rryma e gejtit është pozitive, domethënë kur qarku i hyrjes është pozitiv i polarizuar.

Karakteristika e hyrjes ka të njëjtën formë si karakteristika e diodës së zakonshme. Por të gjithë tiristorët e të njëjtit lloj nuk kanë të njëjtën karakteristikë hyrëse, ka ndryshim të madh në karakteristikat e qarqeve hyrëse dhe për këtë arsye ato janë paraqitur si në figurën 4.8. Lakoret kufitare korrespondojnë me mostrat me rezistencë minimale dhe maksimale të gejtit për llojin e caktuar të tiristorit.

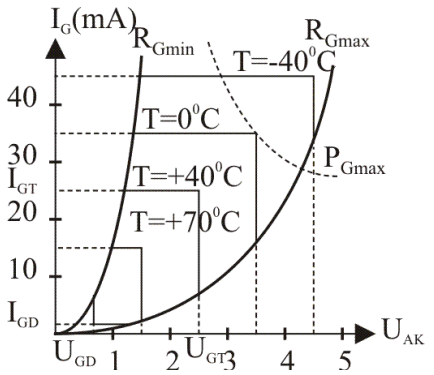



Figura 4.8: Karakteristika statike hyrëse e tiristorit

## 4.3 NGACIMI I TIRISTORIT

Nga parimi i funksionimit të tiristorit të paraqitur më herët rezulton se ngacmimi (ose kyçja) e tiristorit mund të bëhet në dy mënyra: **duke rritur tensionin midis anodës dhe katodës mbi vlerën e tensionit të kyçjes $U_{B0}$**, ose **duke lidhur tensionin pozitiv në gejt.** Në praktikë, metoda e dytë zbatohet gjithmonë.

Tensioni i ngacmimit mund të jetë: njëkahësh, alternativ ose impulsiv. Nga këto tri metoda, më së shpeshti përdoret ngacmimi me impulse pozitive të rrymës.

Tensioni i ngacmimit të tiristorit do të shpjegohet përmes një shembulli të aplikimit të tij si **rregullator i fuqisë elektrike**.

Përkundër faktit se tiristori është element njëkahësh elektrik, ai gjen aplikimin e tij më të madh në drejtimin e furnizimit me energji me tension alternativ. I kyçur në qark për të furnizuar ngarkesën me tension alternativ, ai do të funksionojë vetëm gjatë gjysmë-periodës pozitiv të tensionit. Pa hapur gejtin dhe në tension shumë më të ulët se tensioni i shpimit, tiristori nuk do të përçojë. Aktivizimi mund të kontrollohet nga këndi i përçueshmërisë α, këndi në të cilin një impuls i rrymës së shkasit aplikohet në tiristor, i cili bën që tiristori të kalojë nga gjendja e bllokimit në gjendjen përçuese.

Në figurën 4.9 gejti dhe anoda e tiristorit janë të lidhura përmes një diode standarde drejtuese. Dioda është e nevojshme për të ndaluar rrjedhën e rrymës inverse përmes gejtit në tiristorët me rezistencë të integruar gejt-katodë.

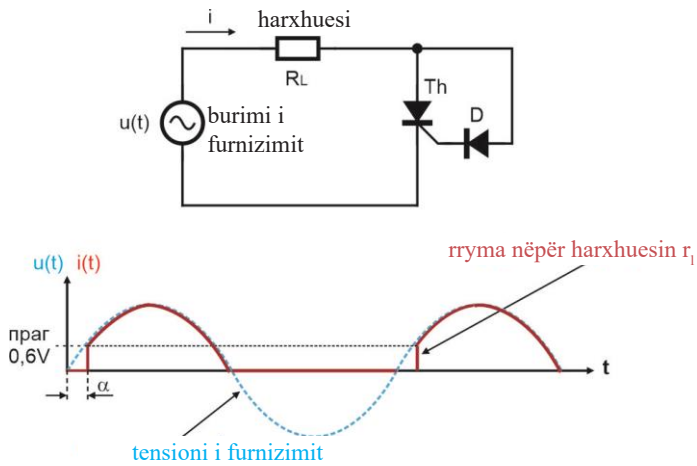



Figura 4.9: Tiristori në qark të rrymës alternative

Pragu për kyçjen dhe sjelljen e tiristorit në gjendje përçueshmërie arrihet menjëherë pas fillimit të çdo gjysmë cikli pozitiv. Është koha për të cilën tensioni i furnizimit arrin vlerën në të cilën fillon të rrjedhë rryma e gejtit.

Momenti i kyëjes mund të vonohet duke lidhur rezistenca në qarkun e gejtit (figura 4.10). Derisa rënia e tensionit në atë rezistencë zvogëlohet, tensioni i gejtit dhe aktivizimi i tiristorit vonohet derisa tensioni i furnizimit të arrijë vlerën e mëparshme në të cilën është kyçur tiristori, duke u rritur me rënien e tensionit të rezistencës. Me shkallë më të madhe të shkurtimit të gjysmëvalës sinusoidale, të përftuar me ngacmimin e vonuar të tiristorit, ngarkesa merr më pak fuqi mesatare.

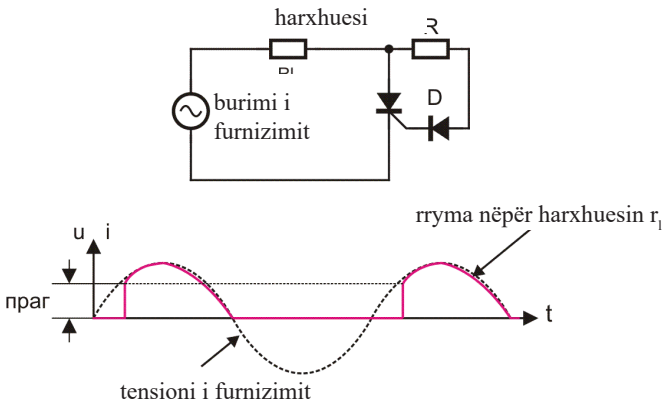



Figura 4.10: Tiristori aktivizohet përmes rezistuesit

Nëse rezistenca e serisë në qarkun e gejtit është e ndryshueshme (figura 4.11), fuqia e dorëzuar te harxhuesi rregullohet sipas dëshirës.

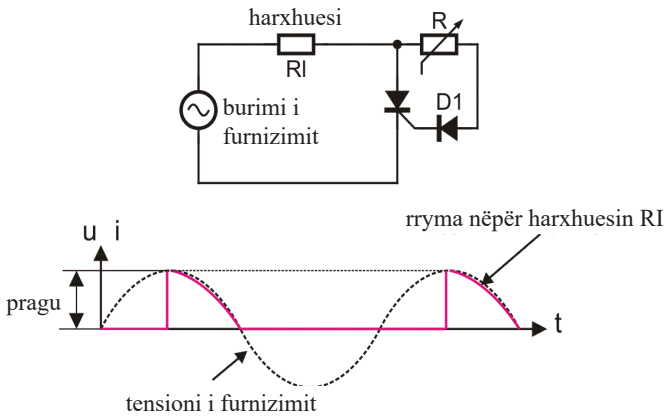



Figura 4.11: Rregullimi i fuqisë së harxhuesit me tiristor

Duke rritur vlerën e rezistencës, niveli i pragut të aktivizimit rritet dhe më pak energji i dërgohet harxhuesit. E kundërta ndodh me uljen e rezistencës. Fatkeqësisht, ky rregullim është i kufizuar vetëm në gjysmën e parë të gjysmëperiudhës, deri në maksimum. Sado ta rrisim pragun e aktivizimit (këndin α), rregullimi nuk mund të bartet në gjysmën tjetër të gjysmëperiudhës.

Zgjidhja qëndron në shtimin e kondensatorit në qark, i cili zhvendos fazën e valës nxitëse (figura 4.12).

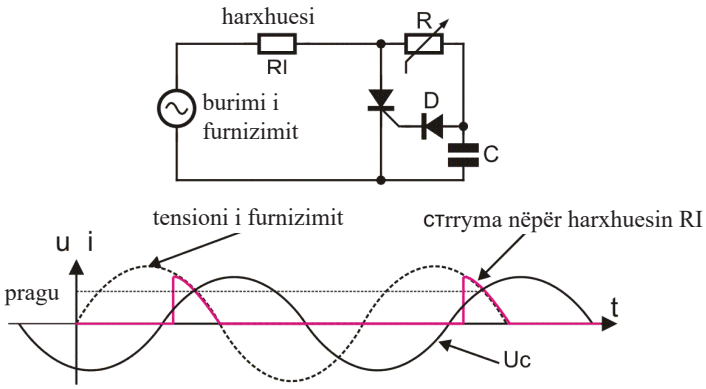



Figura 4.12: Zhvendosja e fazës së valës nxitëse

Tensioni i kondensatorit, siç mund të shihet nga diagrami, është i zhvendosur në fazë me $90^0$ në lidhje me tensionin e furnizimit. Kjo është e vërtetë për ngarkesë rezistente dhe për lloj tjetër ngarkese, induktive ose e kombinuar, faza zhvendoset midis 0 dhe $90^0$. Me zhvendosjen e fazës, shkurtimi i gjysmëperiudhës së rrymës arrihet më vonë se tensioni maksimal i burimit të energjisë.

Në praktikë forma e tensionit të kondensatorit është më komplekse sesa tregohet këtu, sinusoidi është më i shtrembëruar sa herë që tiristori përçon. Kjo mënyrë e kyçjes së tiristorit është e kënaqshme për aplikime të thjeshta si rregullimi i dritës.

Analizoni skemat elektrike në të cilat tiristori përdoret si rregullator i energjisë elektrike!

## MOS HARRO SE..!

- Tiristori ngacmohet nga tensioni pozitiv i gejtit.
- Tiristori mund të shkyçet nëse qarku i anodës ndërpritet, ose nëse tensioni anodë-katodë bie nën vlerën e tensionit të kyçjes së tiristorit.
- Në polarizimin direkt tiristori ka dy gjendje të qëndrueshme: një gjendje të mospërçueshmërisë së drejtpërdrejtë (gjendje e shkyçur) dhe gjendje të përçueshmërisë së drejtpërdrejtë (gjendje e kyçur).
- Tiristori ka aplikimin më të madh në drejtimin e furnizimit me energji me tension alternativ.

### 4.3.1 NGACMIMI I TRIAKUT

Parimi themelor i kyçjes së triakut është me zhvendosje fazore, e ngjashme me tiristorin. Qarku i tillë është paraqitur në figurën 4.13, qarku identik nga figura 4.12, në të cilin tiristori zëvendësohet me triak dhe dioda me diak. Tensioni i kondensatorit *Uc* në momentin fillestar rritet deri në vlerën *Ud*, deri në momentin $T_2$ kur dioda bëhet përçuese. Nga momenti $T_2$ në $t_3$, rryma rrjedh përmes triak dhe harxhuesit, i cili ndalon rrjedhën në momentin $t_3$, kur tensioni alternativ i burimit të energjisë ka vlerë zero.

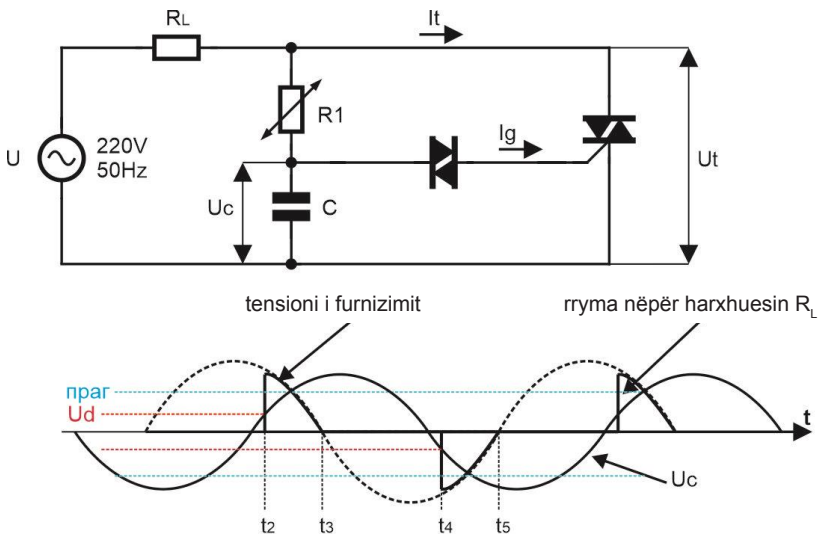



Figura 4.13: Parimi i punës së triakut

Gjatë gjysmëperiodës negative, në kohën $t_4$, përsëri vjen deri te shpimi i diakut, por tani në drejtim të kundërt, duke aktivizuar triakun dhe rryma rrjedh nëpër triak dhe harxhues nga koha $t_4$ në $t_5$.

Triaku nuk ngacmohet në mënyrë simetrike për dy gjysmë cikle të tensionit të burimit, ai nuk aktivizohet saktësisht në të njëjtin nivel tensioni. Si rezultat ndodh një numër i madh i frekuencave harmonike. Gjendja e përmirëson disi praninë e diakut. Përmirësimi arrihet gjithashtu duke zhvendosur më tej fazën e tensionit $U_{B1}$ me elementet $R_2$ dhe $C_2$ siç kryhet në qarkun e dhënë në figurën 4.14. Për harxhuesit me karakter induktiv, elementet *Rs* dhe *Cs* vendosen në mënyrë që të mos ketë humbje kontrolli. Ato filtrojnë pika shumë të shpejta të tensionit të padëshiruar që mund ta nxjerrin triakun jashtë kontrollit.

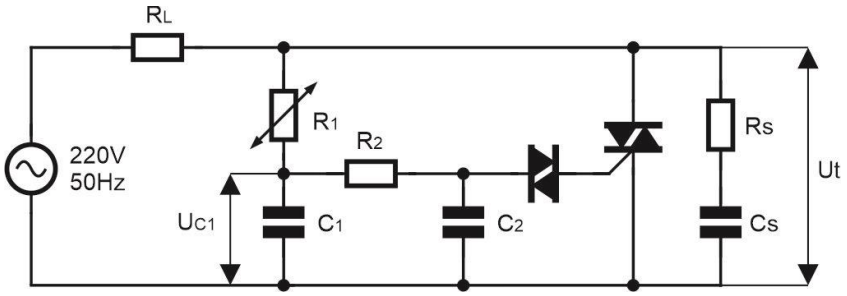



Figura 4.14: Zhvendosja shtesë e fazës të tensionit të aktivizimit

Kontaktet e anodës 1 dhe anodës 2 nuk mund të ndërrohen për shkak të polarizimit të kërkuar të kalimit G-$A_2$ për të kyçur tiristorin, i cili tregohet nga dy konstruksione të thjeshta në figurën 4.15, njëra prej të cilave funksionon dhe tjetra jo. Për thjeshtim diaku dhe kondensatori janë hequr.

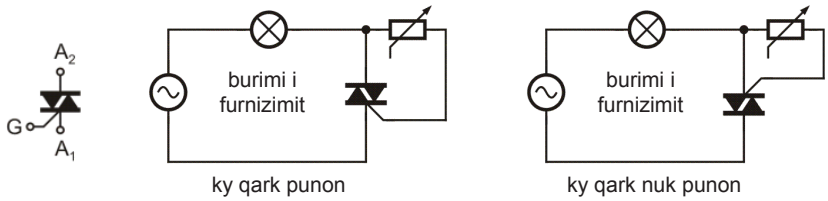



Figura 4.15: Lidhja e anodave të triakut

## MOS HARRO SE..!

- Diaku përdoret kryesisht në lidhje me element tjetër tiristor.
- Parimi themelor i kyçjes së triakut është me zhvendosje fazore.

## 4.4 ZBATIMI I TIRISTORËVE

Funksioni themelor i tiristorëve është të drejtojnë rrymën nëpër harxhues me fuqi të lartë duke përdorur rrymë të vogël në qarkun ngacmues.

Rezistenca e ulët dhe rënia e tensionit, kurse rrjedhimisht humbjet e ulëta të fuqisë në gjendjen e përçueshmërisë dhe rezistenca dhe qëndrueshmëria shumë e lartë e tensioneve të larta në gjendje jopërçuese, i bëjnë tiristorët të përshtatshëm për t'u përdorur si **ndërprerës pa kontakt** në qarqet e rregullimit të rrymës dhe fuqisë, veçanërisht për harxhues të mëdhenj.

Përveç ndërprerësve, këta komponentë përdoren edhe **për rregullimin e vazhdueshëm të fuqisë elektrike**, siç janë drejtuesit, inverterët (për shndërrimin e rrymës njëkahëshe në rrymë alternative) ose konvertuesit e frekuencës për rregullimin e vazhdueshëm të shpejtësisë së motorëve elektrikë.

Vetëm për krahasim, disa lloje transistorë mund të punojnë me fuqi mbi 500 W, me rrymë më të madhe se 50 A dhe tension më të madh se 500 V. Në të kundërt, **tiristorët mund të punojnë me fuqi më të madhe se 250 kW, me rrymë më të madhe se 1000 A dhe me tension mbi 2500 V**. Është karakteristikë që fuqia e ngacmimit për aktivizimin e transistorit është më e madhe se ajo që kërkohet për tiristorin me të njëjtën fuqi dalëse. Disavantazhi i tiristorëve është shpejtësia më e ulët e ndërprerjes dhe për këtë arsye ato nuk mund të përdoren për ndërprerjen dhe rregullimin e sinjaleve me frekuencë të lartë.

Tiristorët përdoren gjerësisht në **elektronikën industriale dhe automatizimin për kontrollin e fuqisë së harxhuesve të mëdhenj**, siç janë motorët elektrikë, ngrohësit, reflektorët elektrike, kurse në jetën e përditshme për rregullimin e intensitetit të dritës së llambave elektrike, për rregullimin e shpejtësisë së motorëve elektrikë në pajisje të ndryshme në amvisëri, për rregullimin dhe automatizimin e stacioneve të karikimit të baterive dhe shumë aplikacione të tjera.

Triaku përdoret për zbstime më të thjeshta me fuqi të ulët, kryesisht në aparate për amvisëri, vegla të ndryshme elektrike për rregullimin e shpejtësisë.

## 4.4. 1 ZBATIMI I TIRISTORIT SI NDËRPRERËS NË QARK ME RRYMË NJËKAHËSHE

Tiristori mund të përdoret si ndërprerës pa kontakt në qark për të rregulluar rrymën përmes një harxhuesi.

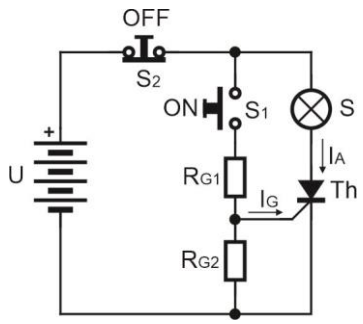



Figura 4.16: Qarku për rregullimin e intensitetit të ndriçimit të llambave elektrike me triak

Në figurën 4.16 tregohet qarku i thjeshtë për kyçjen dhe shkyçjen e tiristorit, i cili rregullon ndriçimin e llambës elektrike, por mund të përdoret gjithashtu si qark kontrolli për kyçjen e motorit, ngrohësit ose çdo harxhuesi tjetër njëkahësh elektrik. Me burimin e tensionit njëkahësh elektrik *U*, tiristori është i polarizuar direkt dhe kyçet nga një mbyllje e shkurtër e ndërprerësit "ON" normalisht të hapur, $S_1$. Ndërprerësi e lidh kontaktin e gejtit të tiristorit me burimin njëkahësh të furnizimit *U* përmes rezistorit $R_{G1}$, duke lejuar që rryma $I_G$ të rrjedhë me drejtim drejt gejtit. Qarku është i kyçur edhe kur presioni në butonin $S_1$ lirohet. Kur tiristori është në gjendjen "**i kyçur**" (përçues), ai lejon që rryma të rrjedhë përmes harxhuesit, duke mbyllur qarkun përmes burimit të energjisë. Një nga avantazhet kryesore të përdorimit të tiristorit si ndërprerës në qark njëkahësh elektrik është se me rrymë të vogël gejti, rryma anode shumë më e madhe mund të kontrollohet. Rezistori $R_{G2}$ ka rolin e zvogëlimit të ndjeshmërisë së gejtit, që parandalon aktivizimin e rremë të pajisjes. Tiristori mbetet në gjendjen e kyçur derisa të rivendoset duke shkyçur furnizimin me energji elektrike dhe duke ulur rrymën e anodës nën vlerën minimale të rrymës mbajtëse të tiristorit ($I_H$). Hapja e ndërprerësit "OFF" normalisht të mbyllur, $S_2$, e prish qarkun, duke reduktuar rrymën që rrjedh nëpër tiristor në zero, duke e detyruar atë të shkyçet. Tiristori është "i **shkyçur**" derisa të kyçet përsëri nga një sinjal i gejtit. Megjithatë, një nga disavantazhet e këtij dizajni të qarkut të tiristorit janë ndërprerësi "OFF" i mbyllur normalisht mekanikisht $S_2$ i cili duhet

të jetë mjaft i madh për të "përballuar" rrymën që rrjedh nëpër tiristor dhe llambën kur hapen ndërprerësit. Kjo pengesë kapërcehet duke zëvendësuar tiristorin me ndërprerës të madh mekanik.

## 4.4. 2 ZBATIMI I TIRISTORIT SI NDËRPRERËS NË QARKUN ME RRYMË ALTERNATIVE

Tiristori i lidhur në qark që furnizohet me tension alternativ, , do të funksionojë vetëm gjatë gjysmëperiodës pozitive të tensionit alternativ (gjendje përçuese), ndërsa nuk do të përçojë gjatë gjysmëperiodës negative (gjendja e bllokimit). Duke aplikuar impuls rryme në gejt, tiristori kalon nga gjendja e bllokimit "OFF" në gjendjen përçuese "ON".

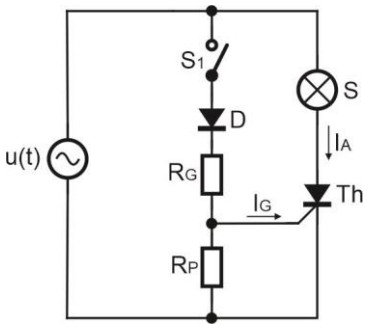



Figura 4.17: Qarku për rregullimin e intensitetit të ndriçimit të llambave elektrike me triak

Mangësia e qarkut të kontrollit të ndriçimit të poçave elektrik me triak (figura 4.16) kapërcehet nga performanca e treguar në Figurën 4.17. Qarku furnizohet me tension alternativ, pa aplikuar butonin "OFF". Në qark lidhet dioda D, e cila ka rolin e mospërçimit gjatë gjysmëciklit negativ ($I_G$=0). Gjatë gjysmë ciklit pozitiv, tiristori është i polarizuar direkt. Për sa kohë që ndërprerësi $S_1$ është i hapur, tiristori është " **i shkyçur** ". Gjatë gjysmë ciklit negativ tiristori ka polarizim invers dhe do të mbetet "**i shkyçur**", pavarësisht nga gjendja e ndërprerësit $S_1$.

Nëse ndërprerësi $S_1$ mbyllet gjatë polarizimit direkte të tiristorit, rrjedh rryma $I_G$ e cila e kyç tiristorin. Kur tiristori është i kyçur, rryma $I_A$ rrjedh nëpër llambë dhe ajo kyçet. Tiristori është tani në gjendjen **"i kyçur"** për kohëzgjatjen e gjysmëciklit pozitiv dhe do të kalojë automatikisht në gjendjen "**ishkyçur**" kur të përfundojë gjysmëcikli pozitiv, domethënë kur rryma e anodës bie nën vlerën e rrymës mbajtëse të tiristorit ($I_H$).

Gjatë gjysmë ciklit të ardhshëm negativ tiristori është në gjendjen "**i shkyçur** " deri në gjysmë ciklin tjetër pozitiv kur procesi përsëritet dhe tiristori zbaton përsëri derisa ndërprerësi të mbyllet.

Atëherë në këtë gjendje llamba do të marrë vetëm gjysmën e fuqisë së disponueshme nga burimi alternativ, sepse tiristori vepron si dioda drejtuese dhe përçon rrymën vetëm gjatë gjysmë cikleve pozitive kur është e polarizuar direkt.

Natyrisht, ky konfigurim i qarkut nuk mund të sigurojë më shumë se 50% fuqi të llambës, pasi tiristori nuk përçohet gjatë gjysmë cikleve negative kur ka polarizim invers.

## 4.4.3 APLIKIMI I TIRISTORËVE NË DREJTUESIT E KOMANDUAR

Nëse në qarkun e drejtuesit diodat zëvendësohen me tiristorë, fitohet qarku drejtues i komandueshëm. Tiristori përçon në atë moment kur tensioni në skajet e tij është pozitiv, domethënë kur anoda e tiristorit është në potencial më të lartë se katoda dhe kur një impuls ngacmues aplikohet në gejtn e tij. Tiristori është i shkyçur duke kaluar tensionin në zero. Madhësia e tensionit të daljes kontrollohet duke ndryshuar këndin e impulsit të gejtit α.

Në figurën 4.18 tregohet qarku i drejtuesit gjysmëvalor njëfazor në të cilin, gjatë gjysmë-ciklit negativ të sinjalit të hyrjes, tiristori është i polarizuar në mënyrë inverse dhe nuk përçon, domethënë nuk rrjedh rrymë në qark, nuk ka rënie të tensionit në harxhuesin $R_P$.

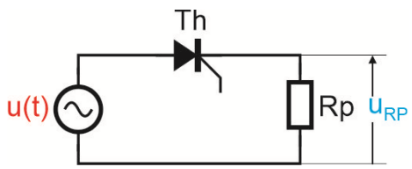


Figura 4.18: Drejtues i komanduar gjysmëvalor.

Gjatë gjysmëciklit pozitiv, momenti i kyçjes së tiristorit varet nga madhësia e këndit të përçueshmërisë α.

Në figurën 4.19 tregohen format valore të tensionit sinusoidal të hyrjes $u(t)$ dhe tensionit të harxhuesit $U_{RP}(t)$ për dy kënde të ndryshme përçueshmërisë α. Në varësi të këndit përçueshmërisë, vlera mesatare e ndryshme të tensionit të harxhuesit, d.m.th. rryma që kalon në të. Një kënd më i madh < korrespondon me vlerë mesatare më të vogël të madhësive dalëse.

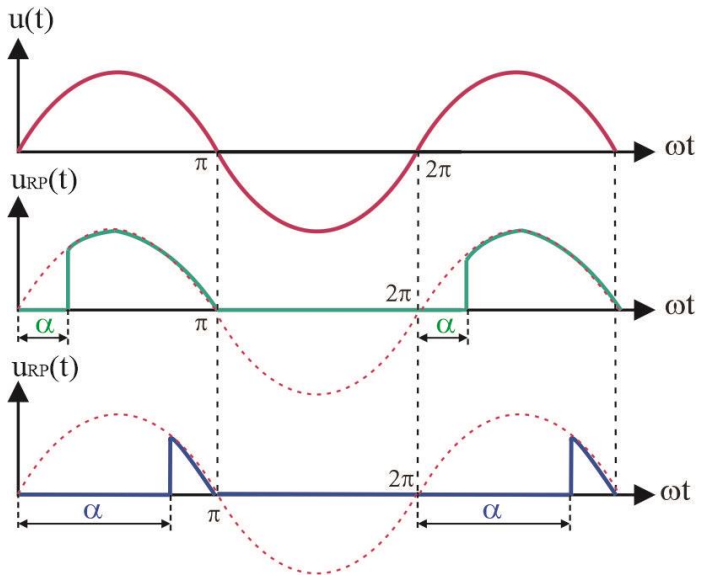



Figura 4.19: Format valore të tensionit hyrës dhe dalës të drejtuesit të kontrolluar gjysmëvalor

Në figurën 4.20 tregohet diagrami i lidhjes së një drejtuesi njëfazor të kontrolluar me katër tiristor në lidhje ure. Gjatë gjysmëciklit pozitiv të tensionit të hyrjes $u(t)$, tiristorët $Th_1$ dhe $Th_2$ përçojnë duke lejuar që rryma të rrjedhë përmes harxhuesit $R_P$ ($i_{Th1}=i_{Th2}$). Tiristorët $Th_3$ dhe $Th_4$ përçojnë rrymën ($i_{Th3}=i_{Th4}$) gjatë gjysmëciklit negativ.

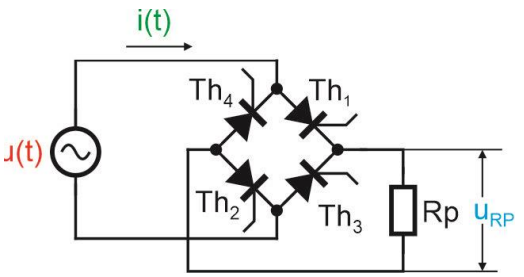



Figura 4.20: Drejtuesi i komanduar me valë të plotë

Një rrymë $i_{RP}$ rrjedh përmes harxhuesit, e cila mund të shprehet si:

$i_{RP} = i_{Th1} - i_{Th3}$.

Në figurën 4.21 tregohen format valore të tensionit të hyrjes $u(t)$ dhe tensionit të harxhuesit $U_{RP}(t)$, rrymat e ngacmimit të tiristorëve ($i_{g1}$, $i_{g2}$, $i_{g3}$ dhe $i_{g4}$) dhe rrymat nëpër to ($i_{Th1}$, $i_{Th2}$, $i_{Th3}$ dhe $i_{Th4}$), si dhe rryma përmes $i_{RP}$ harxhuesit.

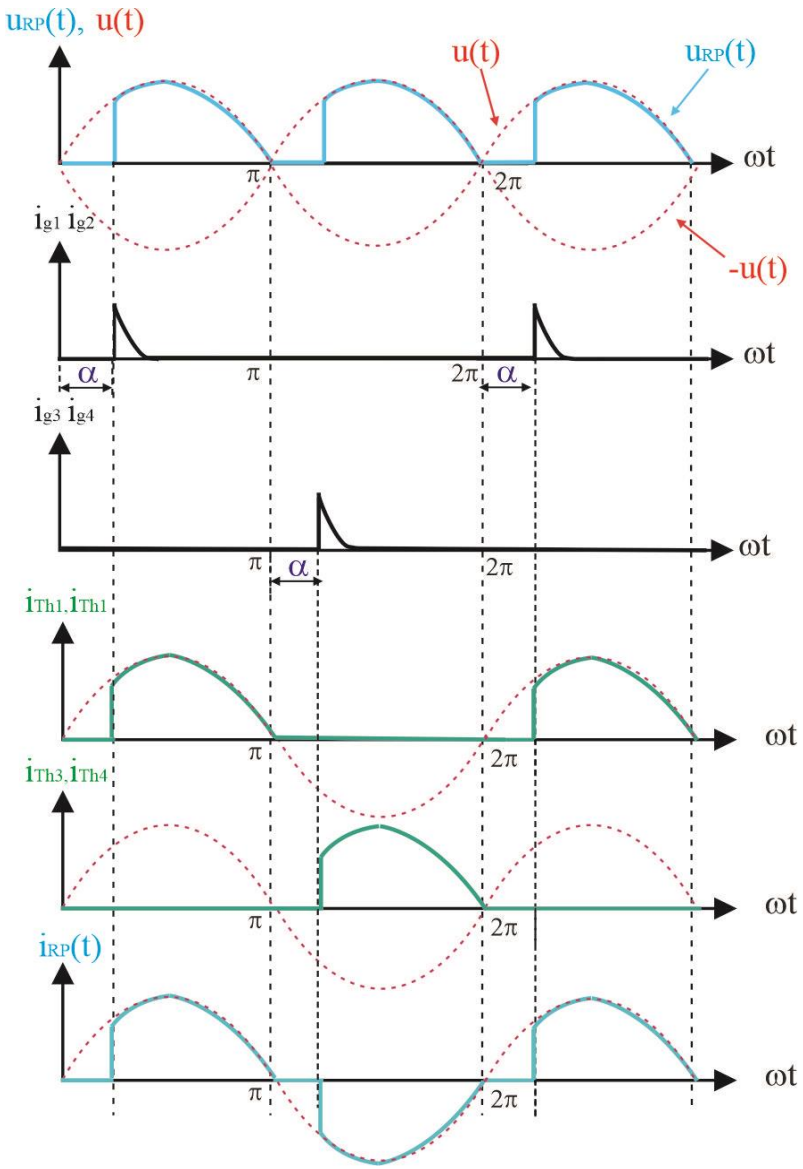



Figura 4.21: Format valore të tensioneve dhe rrymave të drejtuesit të komanduar me valë të plotë

## Pyetje për të verifikuar njohuritë nga Moduli 4

1. Cilat elemente elektronike përmbajnë të paktën tri kalime-PN dhe keni të paktën dy kontakte?
2. Si quhet elektroda komanduese e tiristorit?
3. Si quhet tiristori dydrejtimësh me diodë?
4. Si quhet tiristori dydrejtimësh me triodë?
5. Shpjegoni konfigurimin e tiristorëve.
6. Shpjegoni parimin e punës së dinistorit përmes konfigurimit skematik.
7. Çfarë ndodh në gjendjen e polarizimit inverstë dinistorit?
8. Definoni gjendjet e bllokimit direkt, të përçueshmërisë direkte dhe të bllokimit invers të dinistorit.
9. Si fitohet struktura e tiristorit?
10. Cili është roli i gejtit në tiristor?
11. Si shkyçet tiristori?
12. Definoni gjendjet e bllokimit direkt, përçueshmërisë direkte dhe bllokimit invers të tiristorit.
13. Si ngacmohet tiristori?
14. Pse vendosen dioda në qarkun e gejtit?
15. Si vonohet nxitja e tiristorit?
16. Çfarë arrihet me rregullimin e vonesës së aktivizimit?
17. Çfarë është diaku?
18. Në çka ndryshon diaku nga diodat standarde?
19. Si duket karakteristika rrymë-tension e diakut?
20. Si mund të definohet triaku?
21. Cili është ndryshimi midis një triaku dhe tiristorit?
22. Pse përdoret diaku në qarkun e gejtit?
23. Pse kontaktet anoda 1 dhe anoda 2 nuk mund të ndërrohen reciprokisht?
24. Cilët komponentë elektronikë përdoren si ndërprerës pa kontakt në qarqet e rregullimit të rrymës dhe fuqisë?
25. Si varet vlera mesatare e madhësive të daljes në drejtuesin e komandueshëm nga këndi i përçueshmërisë α?

# VERIFIKIMI TEMATIK

## I Pyetje me rrumbullaksim
## (Rrethoni përgjigjet e sakta)

1. Si shënohen kontaktet e tiristorit?

a) A-anoda, K-katoda dhe G-gejt
b) G-gejt, D-drain dhe S-copc
c) E-emiter, B-bazë dhe C-kolektor

2. Cili element elektronik përdoret për rregullimin e motorëve të fuqishëm njëkahësh elektrik në industrinë e elektronikës?

a) Dioda
b) Tiristori
c) Transistori

3. Tiristori, i cili nuk ka gejt, është:

a) tiristor njëkahësh elektrik
b) diak
c) triak

4. Elementi gjysmëpërçues i përbërë nga katër shtresa gjysmëpërçuese, tre kalime-PN dhe tre kontakte paraqet:

a) Tiristor
b) Diak
c) Triak

5. Tiristori është në gjendje joaktive kur është në:

a) Përçueshmëri direkte
b) Bllokim direkt
c) Bllokim invers

6. Struktura me pesështresore me tri kontakte që përçon në të dy drejtimet është:

a) Tiristor
b) Diak
c) Triak

7. Elektroda që vepron si elektrodë komanduese për kyçjen e tiristorit është:
   a) Anoda
   b) Katoda
   c) Gejti

## II Pyetje me lidhje

8. Lidhi simbolet skematike me elementet:



..... a) ..... b) ..... c)

   1. Tiristor _____
   2. Diak _____
   3. Triak _____

## III Pyetje me plotësim

9. Elementet elektronike me konfigurim prej katër ose më shumë materialesh gjysmëpërçuese, të rregulluara për të bërë të paktën tre kalime-PN dhe që kanë të paktën dy kontakte quhen _____.

10. Karakteristikat që tregojnë varësinë e rrymës së gejtit nga tensioni ndërmjet gejtit dhe katodës $U_{GK}$ quhen karakteristika_____.

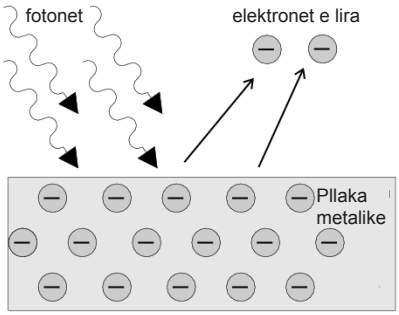
11. Tiristori me dy drejtime që përçon në të dy drejtimet quhet _____.

12. Diaku ka _____ kalime- PN.

13. Tiristori triodësh dydrejtimësh që përçohet në të dy drejtimet quhet _____.

14. Karakteristika statike e tiristorit definohet si varësia e _____ nëpër tiristorin nga _____ në skajet e tij për vlera të ndryshme të _____.

# NJËSIA MODULARE 5
# TERMISTORËT DHE ELEMENTET SPECIFIKE ELEKTRONIKE




**Me mësimin e përmbajtjes së kësaj njësie modulare, nxënësi do të fitojë njohuri themelore për termistorët dhe elementet specifike elektronike dhe do të jetë në gjendje:**

- të dallojë llojet e termistorëve;
- të dallojë llojet e elementeve të veçanta elektronike;
- të shpjegojë parimin e punës së një termistori;
- të shpjegojë parimin e punës së fotorezistorit;
- të shpjegojë parimin e punës së fototransistorit;
- të shpjegojë parimin e punës së fotogjeneratorit;
- të shpjegojë parimin e punës së varistorit;
- të aplikojë termistorët si elemente të ndjeshme elektronike;
- të praktikojë elemente të veçanta elektronike.

## 5.1 TERMISTORI


**Rezistenca e materialeve gjysmëpërçuese varet nga temperatura. Termistorët janë lloj i rezistorëve të përpunuar nga materiali gjysmëpërçues.**

**Termistorët** përfaqësojnë një grup elementesh të rezistencës të ndjeshme ndaj temperaturës, prej nga vjen emri i tyre, i përbërë nga shkurtesat e fjalëve "**termik** (**therm**al)" dhe "**rezistiv** (res**istor**)". Ekzistojnë dy lloje të termistorëve: NTC dhe PTC. **NTC** (**N**gative **T**emperature **C**oefficient) janë termistorë me koeficient negativ të temperaturës, që do të thotë se rezistenca e tyre zvogëlohet me rritjen e temperaturës. Prandaj, ato përdoren si sensorë të temperaturës. **PTC** (**P**ositive **T**emperature **C**oefficient) janë termistorë me koeficient pozitiv të temperaturës, ku rezistenca e tyre rritet me rritjen e temperaturës. Kjo karakteristikë lejon aplikimin e tyre në qarqet për rregullimin e rrymës elektrike.

Varësia midis rezistencës së termistorit dhe temperaturës ka karakter linear dhe mund të shprehet si:

$\Delta R = k\Delta T$ .....(5.1)

ku:

$\Delta R$ – ndryshimi i rezistencës

$\Delta T$ – ndryshimi i temperaturës

$k$ – koeficienti i temperaturës së rezistencës.

Simboli elektrik i termistorit është dhënë në figurën 5.1.

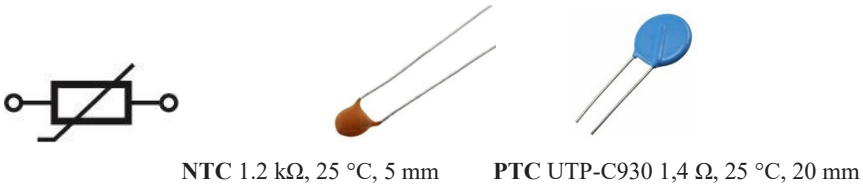



Figura 5.1: Simboli elektrik dhe pamja reale e termistorit

Koeficienti i temperaturës $k$ i termistorit paraqet ndryshimin relativ të rezistencës kur temperatura ndryshon me 1K (kelvin). Ky koeficient varet nga **koeficienti linear i temperaturës** $\alpha$.

Rezistenca e termistorit përcaktohet sipas formulës:

$R(T) = R(T_0)(1+\alpha\Delta T)$.....(5.2)

Në këtë formulë, *R* përfaqëson rezistencën e termistorit në temperaturën e matur *T, To* është temperatura referencë dhe *ΔT* është ndryshimi midis temperaturave *T* dhe *To*. Koeficienti linear i temperaturës përfaqësohet me *α*.

## 5.1.1 TERMISTORËT NTC

Termistorët me koeficient negativ të temperaturës arrijnë zhvillimin dhe aplikimin e tyre më të madh në mesin e shekullit të kaluar. Si konvertues të temperaturës në informacione elektrike, ato karakterizohen nga ndjeshmëria e lartë. Zbatimin më të madh e gjejnë në matjet elektrike të temperaturës, në mjekësi, biologji, gjeologji etj.

Karakteristika e varësisë nga temperatura e termistorit NTC është paraqitur në figurën 5.2. Derisa temperatura rritet në vlerën e treguar në grafik nga *Tc*, rezistenca zvogëlohet në masë të parëndësishme. Në rajonin e pikës M në pikën N, rezistenca rritet në mënyrë eksponenciale, kurse mbi pikën N ngadalësohet dhe arrin një maksimum dhe zvogëlohet përsëri. Termistorët NTC prodhohen nga oksidet e hekurit, kromit, manganit, kobaltit, nikelit, bakrit etj. Duke kombinuar disa lloje oksidesh, krijohet një përzierje nga e cila formohen rezistorë në formë topi, disku ose cilindri me proces sinterimi në temperaturë mbi 1000 $^0$C. Temperatura maksimale e funksionimit është një nga 300 $^0$C deri në 350 $^0$C, kurse kohët e fundit janë prodhuar termistorë për temperatura nga 700 $^0$C deri në 1000 $^0$C. Në intervalin e temperaturave të ulëta, termistorët përdoren deri në disa dhjetëra gradë Kelvin.

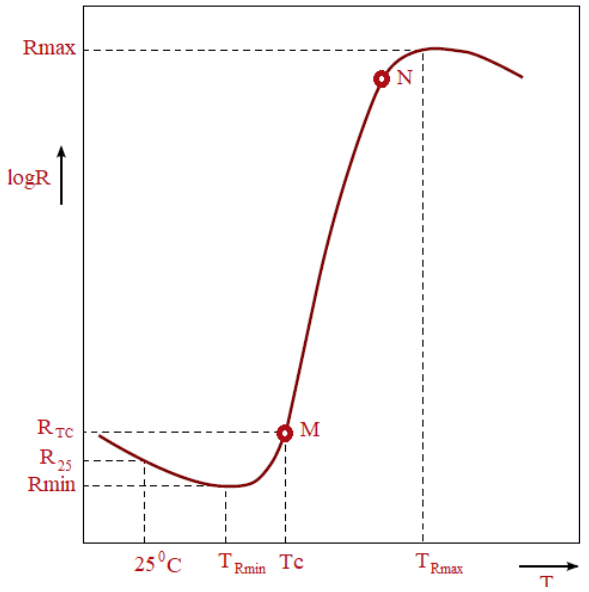



Figura 5.2: Karakteristika e varësia së rezistencës nga temperatura

## 5.1.2 TERMISTORE PTC

Termistorët me koeficient pozitiv të temperaturës nuk përdoren për të matur temperaturën. Sensorët e termistorit PTC për temperaturë të caktuar japin sinjale diskrete. Brezi i matjes së termistorit PTC është i ngushtë dhe ndjeshmëria është dhjetë herë më e lartë se ajo e termistorit NTC. Materiali për prodhimin e termistorëve PTC është barium-titanati, i cili i përket materialeve me veti feromagnetike. Barium-titanati është izolues dhe rezistenca e tij zvogëlohet duke futur papastërtitë e donatorëve.

Karakteristika e varësisë së rezistencës nga temperatura, deri në 100 $^0$C është dhënë në figurën 5.3.

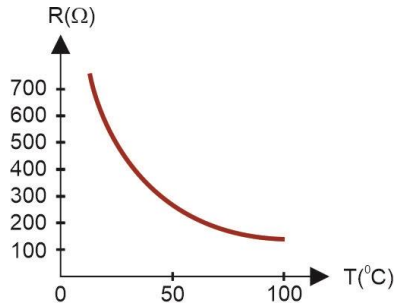



Figura 5.3: Karakteristika e varësisë së rezistencës nga temperatura e termistorit NTC

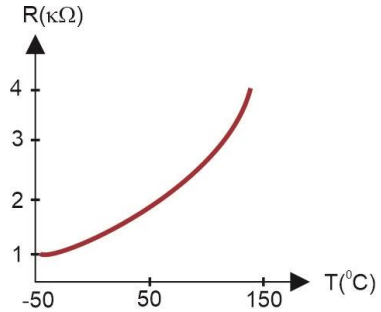



Figura 5.4: Karakteristikë e varësisë së rezisstencës nga temperatura e sensorëve PTC resistent prej silici

Sensorët PTC rezistent prej silict kanë gamë matëse relativisht të ngushtë (nga -50 $^0$C në 150 $^0$C). Në këtë gamë punojnë një numër i madh aparatesh nga industria ushqimore, kondicioneri, meteorologjia, aparate për amvisëri, makina etj. Karakteristika e tyre është dhënë në figurën 5.4. Termistorët bëhen nga pjesë të vogla të materialeve të veçanta qeramike (okside të ndryshme metalike), kurse së fundmi për prodhimin e tyre përdoren edhe silici dhe germaniumi.

Ndryshimi i rezistencën elektrike të termistorit mund të shkaktohet nga ndryshimi i temperaturës së mjedisit ose për shkak të rrjedhës së rrymës në vetë termistorin. Termistorët si sensorë të temperaturës përdoren si elektroda të ndjeshme ndaj nxehtësisë së mjedisit në të cilin ndodhen. Ata e matin temperaturën e mjedisit nëpërmjet impulseve elektrike. Gjithashtu, ata marrin pjesë në kontrollin e nxehtësisë, prandaj bëjnë pajisjet në të cilat lidhen me ngrohjen më të ngadalë. Sensorët e termistorit zakonisht përbëhen nga shtresa të shumta të materialeve gjysmëpërçuese të lidhura me trupin e termistorit. Këto materiale përfaqësojnë rezistencën në qarkun në të cilin është lidhur termistori dhe kështu regjistrojnë

nxehtësinë e krijuar nga rryma. Termistorët kanë rezistencë të lartë ndaj ndryshimeve të vogla të temperaturës dhe shumica e tyre bëhen nga oksidet e manganit, kobaltit, nikelit dhe bakrit. Përveç këtyre materialeve, edhe silici dhe germaniumi përdoren për prodhimin e termistorëve.

Termistorët përdoren për të mbrojtur qarqet elektronike nga mbingarkesa që ndodh kur një pajisje "e ftohtë" kyçet për të arritur ngrohjen graduale.

Si sensorë të temperaturës, ata punojnë me saktësi të lartë në interval relativisht të vogël të temperaturës, krahasuar me sensorët e tjerë të temperaturës. Sensorët e termistorit gjenden në termometra digjitalë, telefona, automobila, pajisje stereo dhe televizorë. Dimensionet e tyre të vogla lejojnë aplikimin e tyre në shumë pajisje të tjera për kontroll dhe drejtim automatik në shkencë dhe industri.

## MOS HARRO SE..!

- Termistorët janë elemente rezistente të ndjeshëm ndaj temperaturës.
- Me termistorët NTC (Negative Temperature Coefficient), rezistenca zvogëlohet me rritjen e temperaturës.
- Te termistorët me koeficient pozitiv të temperaturës, rezistenca rritet me rritjen e temperaturës.
- Koeficienti i temperaturës $k$ i termistorit paraqet ndryshim relativ të rezistencës kur temperatura ndryshon me 1K.

Në të njëjtin sistem koordinativ, vizatoni varësi të temperaturës karakteristike të termistorit NTC dhe PTC. Analizoni dhe krahasoni karakteristikat. Çfarë konkluzioni?

## 5.2 LLOJET E ELEMENTEVE FOTOELEKTRIKE

Optoelektronika, e quajtur edhe fotoelektronika, është degë e elektronikës në të cilën elementet gjysmëpërçuese përdoren për të emetuar, zbuluar dhe kontrolluar dritën. Me aplikimin e elementeve fotoelektrike, sinjalet elektrike shndërrohen në dritë ose anasjelltas. Njësia bazë e ndriçimit është luksi (lx) i cili përcaktohet si lumen për metër katror ($1lx=1lm/m^2$), ku lumeni (lm) e mat fluksin e dritës $\Phi$.

Aplikimi i elementeve fotoelektrike është shumë i madh, si: matës i trashësisë së materialeve, detektorë pozicioni, ndërprerës automatikë për ndriçimin e rrugëve dhe reklama me ndriçim, pajisje automatike për hapjen e dyerve, detektorë për zbulimin e tymit, detektorë drite, matje të intensitetit të dritës, etj.

Elementet fotoelektrike mund të ndahen në dy grupe:

- **Fotodetektorët** –e shndërrojnë energjinë e rrezatimit të dritës në energji elektrike, domethënë ndryshojnë vetitë e tyre elektrike nën ndikimin e dritës. Në këtë grup bëjnë pjesë: fotorezistorët, fotogjeneratorët, fototransistorët, fotodiodat etj.
- **Burimet fotoelektronike të dritës** – konvertojnë drejtpërdrejt energjinë elektrike në rrezatim drite. Janë elemente gjysmëpërçuese që lëshojnë dritë në kushte të caktuara. Në këtë grup bëjnë pjesë: dioda LED, kristale të lëngëta, lazer etj.

### 5. 2.1 FOTOREZISTORËT

Fotorezistorët janë elemente elektronike të prodhuara nga materiale gjysmëpërçuese. Karakteristika kryesore e fotorezistorëve është ndryshim në rezistencën e tyre elektrike kur ndryshon fluksi i dritës që bie në sipërfaqen e tyre. Emërtimi **LDR** (**L**ight **D**ependent **R**esistors) përdoret zakonisht për fotorezistorët. Në figurën 5.5 tregohet simboli elektrik dhe pamja reale e fotorezistorit.


Figura 5.5: Fotorezistori a) simboli elektrik dhe b) pamja reale

Kur vendoset në qark elektrik me burim furnizimi, rryma $I_{\Phi}$ në përpjesëtim me vlerën e rezistencës së saj rrjedh përmes fotorezistorit (figura 5.6).

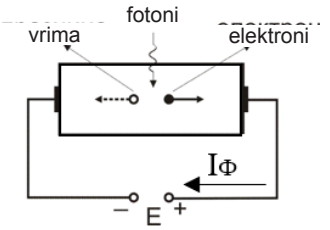



Figura 5.6: Fotorezistori në qark elektrik

Nëse fotorezistori nuk është i ndriçuar, në qarkun në të cilin ndodhet ai rrjedh rryma $I_{F0}$, e cila quhet "rrymë e errësirës". Kur drita bie në sipërfaqen e fotorezistorit, kuantet e dritës – fotonet e transferojnë energjinë e tyre në atomet e materialit gjysmëpërçues nga i cili është bërë rezistenca dhe shkaktojnë thyerjen e lidhjeve valente, duke krijuar një numër të barabartë elektronesh të lira dhe vrimash.

Elektronet e lira dhe vrimat bien nën ndikimin e fushës elektrike të burimit të energjisë, të krijuar në rezistor. Elektronet e lira drejtohen në skajin pozitiv, kurse vrimat në skajin negativ të tensionit të rezistencës, duke krijuar kështu rryma proporcionale me ndryshimin e fluksit të dritës. Kjo rrymë i shtohet "rrymës së errësirës" dhe fitohet rryma totale e fotorezistorit. Kjo do të thotë se ndryshimi i fluksit të dritës ka shkaktuar ndryshim në rezistencën e fotorezistorit dhe kështu shndërrohet në sinjal elektrik.

Në figurën 5.7 tregohet varësia e rrymës përmes fotorezistorit nga tensioni në skajet e tij (burimi E, Figura 5.6) në ndriçime të ndryshme.

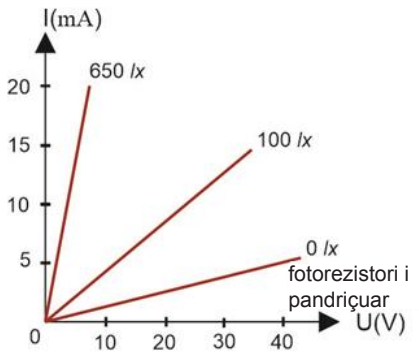



Figura 5.7: Karakteristika rrymë-tension e fotorezistorit

Procedura e prodhimit të fotorezistorit konsiston në aplikimin e materialit gjysmëpërçues fotosensiv në bazament prej pllakave qeramike. Depozitimi bëhet duke aplikuar materialin e paqëndrueshëm ose duke sinterizuar pluhurin gjysmëpërçues në temperaturë të lartë. Në skajet e pllakës vendosen kontakte metalike dhe në to vendosen kontakte, me të cilat lidhet rezistenca në qarkun elektrik. Pllaka e përfituar në këtë mënyrë vendoset në shtëpizë plastike ose metalike me pjesë transparente të ngulitur prej xhami ose plastike që lejon që drita të bjerë në sipërfaqen fotosensitive.

Fotorezistorët bëhen nga disa lloje të materialeve gjysmëpërçuese, secila me karakteristikat e veta spektrale. Fotorezistorët zink-sulfid kanë ndjeshmërinë më të lartë në zonën e rrezatimit ultravjollcë, ato të germaniumit dhe sulfurit të plumbit në zonën e rrezatimit infra të kuqe, ato të silict për rrezatim rreth 1000 nm dhe ato të sulfurit të kadmiumit në zonën e rrezatimit të dukshëm (figura 5.8).

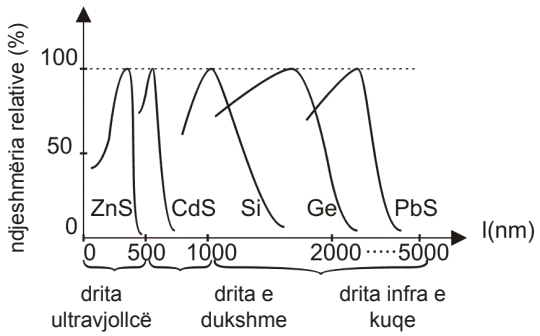



Figura 5.8: Karakteristikat spektrale të fotorezistorëve për materiale të ndryshme gjysmëpërçuese

Varësia e rrymës $I_{\Phi}$ nga fluksi i dritës për vlera të ndryshme të tensionit të fotorezistorit është paraqitur në figurën 5.9. Kjo karakteristikë nuk është lineare, tregon ngopje reale për vlera të mëdha të fluksit të dritës.

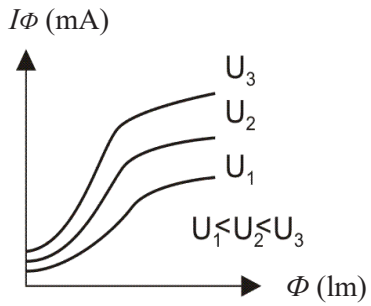



Figura 5.9: Diagrami i ndjeshmërisë së fotorezistorit

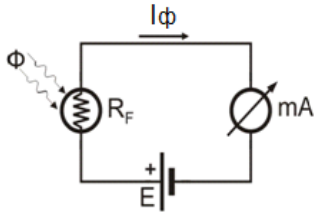



Figura 5.10: Skema elektrike e matësit të dritës

Fotorezistorët përdoren në instrumente të thjeshta për matjen e ndriëimit, të ashtuquajturat. matësit e dritës (figura 5.10) dhe si detektorë drite në pajisje të ndryshme alarmi dhe komandimi.

Bazuar në të dhënat e katalogut, krijoni tabela me parametrat e termistorëve PGM1200-MP, PGM2005-PP, PGM5506-MP, PGM5659D dhe aplikimin e tyre!

## 5.2.2 FOTOTRANSISTORËT

Fototransistori është transistor bipolar me rrymë kolektori proporcionale me fluksin e dritës që bie në sipërfaqen e kalimit të kolektorit. Specifikimi i tij është se në anën e sipërme ka shtresë të përshkueshme nga drita (transparente), në të cilën mund të futet thjerrëza për të rritur ndjeshmërinë e saj.

Karakteristika e ndjeshmërisë relative të fototransistorit, e përcaktuar si raporti i fotorrymës $I_{\Phi}$ për çdo gjatësi vale të dritës kundrejt vlerës maksimale $I_{\Phi}max$ është dhënë në figurën 5.11. Ai tregon se si fototransistori reagon ndaj dritës me gjatësi vale të ndryshme.

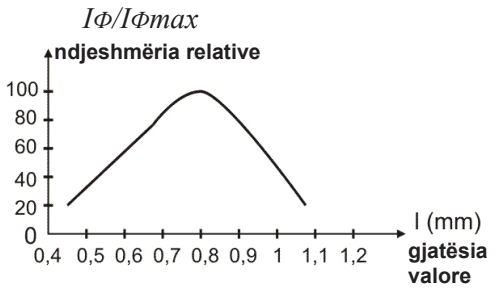



Figura 5.11: Karakteristikë e ndjeshmërisë relative të fototransistorit

Fototransistorët kanë ndjeshmërinë më të madhe ndaj dritës me gjatësi vale rreth 800-900 nm.

Çdo transistor bipolar i fuqisë me shtëpizë metalike mund të shndërrohet në fototransistor duke prerë pjesën e sipërme të shtëpizës dhe kështu i hapur është i

ekspozuar ndaj dritës së diellit ose ndaj dritës së një flake të hapur. Drita duhet të bjerë në kalimin kolektor-PN, i cili ka polarizim invers dhe ka gjerësinë më të madhe.

Mënyra e lidhjes së fototransistorit në qark elektrik është paraqitur në figurën 5.12. Kolektori është i lidhur me skajin pozitiv të burimit $U_{CC}$, emiteri përmes rezistorit $R_E$ në skajin negativ, kurse baza nuk është e përfshirë në qarkun e jashtëm, ajo është i lirë.

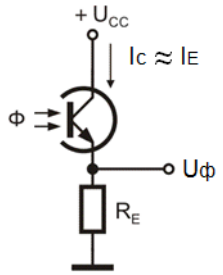


Figura 5.12: Fototransistori në qark elektrik

Për këtë mënyrë polarizimi zona e ndërhyrjes së kalimit të kolektorit është shumë më e gjerë se ajo e kalimit të emiterit. Çiftet elektron-vrima të krijuara nga drita në zonën e interferencës në kalimin e kolektorit janë të ndara, elektronet drejtohen në kolektor dhe vrimat drejt emiterit. Lëvizja e tyre përfaqëson fotorrymën, e cila krijon fototension në dalje në rezistorin $R_E$. Fotorryma $I_\Phi$ përbëhet nga dy komponentë: njëri është rezultat i dritës që bie në fototransistor dhe tjetri është rryma e kundërt $I_{CE0}$ nga kolektori në emiter. Kur transistori nuk kyçet, do të rrjedhë vetëm rryma e kundërt dhe kjo përfaqëson rrymën "e errësirës". Vlerat e tij tipike janë rreth 10nA dhe rritet me rritjen e temperaturës.

Kontakti fizik i bazës mund të lihet i hapur dhe mund të përdoret gjithashtu për polarizimin për të marrë nivel të qëndrueshëm sinjali.

Fototransistorët përdoren më së shumti në qarqet komutuese, ku jolineariteti i tyre nuk shkakton probleme.

Tabela 4.1: Të dhënat e katalogut të disa llojeve të fototransistorëve

| Shenja | $I_C$ (mA) gjatë ndriçimit nga 1 kLux, dh $U_{BE}$=5V | $I_{CEO}$ ($\mu A$) | $U_{inv}$ (V) |
|---|---|---|---|
| BPV22 | 5,7 | 0,1 | 20 |
| BPX70 | 0,1 – 0,7 | 0,1 | 20 |
| BPX72 | 0,5 – 3 | 0,1 | 20 |
| BPX381 | 0,4 – 3,2 | | 50 |
| BPX431 | 1,6 – 12,5 | | 50 |

## MOS HARRO SE..!

- Fotodioda e konverton rrezatimin e dritës në sinjal elektrik, proporcional me intensitetin e dritës që bie mbi diodë. Punon në modalitetin e polarizimit invvers.
- Fototransistori është transistor bipolar me rrymë kolektori proporcionale me fluksin e dritës, i cili bie në sipërfaqen e kalimit të kolektorit.
- Kur fototransistori nuk është i ndriçuar, do të rrjedhë vetëm rryma e kundërt dhe kjo përfaqëson rrymën "e errësirës".
- Fototransistorët përdoren më së shumti në qarqet komutuese, ku jolineariteti i tyre nuk shkakton probleme.

## 5. 2.3 FOTOGJENERATORËT

Elementet gjysmëpërçuese me aftësinë për të kthyer energjinë e rrezatimit të dritës drejtpërdrejt në energji elektrike quhen fotogjeneratorë. Ato përbëhen nga kalimi PN dhe kanë dy dalje.

Një prerje drejtkëndore e fotogjeneratorit është paraqitur në figurën 5.13. Shtresa e barrierës ka gjerësi shumë të vogël (rreth 20 nm), ndërsa sipërfaqja e kalimit PN rritet, në mënyrë që të thithë më shumë fotone nga rrezja e dritës. Zonat P dhe N kanë përqendrim më të lartë të bartësve të ngarkesës së lirë elektrike.

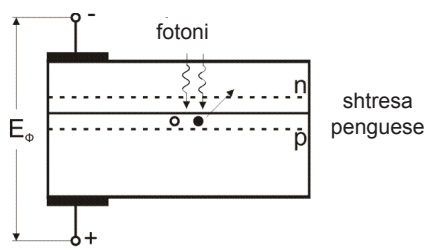



Figura 5.13: Struktura e fotogjeneratorit

Fotogjeneratorët punojnë pa burim të jashtëm të energjisë. Fotonet nga rrezet e dritës që bien në sipërfaqen e kalimit PN nga fotogjeneratori e transferojnë energjinë e tyre tek elektronet e valente duke krijuar çifte elektron-vrima. Duke vepruar kështu, rritet numri i bartësve dytësorë në shtresën e barierës të kalimit PN. Diferenca e potencialit të kontaktit krijon fushë elektrostatike që lejon bartësit dytësorë të lëvizin lirshëm nëpër shtresën e barrierës dhe ta lënë atë, ndërsa bartësit kryesorë mbeten në rajonet e tyre. Në të njëjtën kohë në përqendrim shumë i madh

i bartësve kryesorë krijohet në rajonet P dhe N, gjë që shkakton forcë elektromotore $E_{\Phi}$ në kontaktet e fotogjeneratorit. Kjo forcë elektromotore $E_{\Phi}$ quhet tension pa ngarkesë kur rezistori nuk është i lidhur me kontaktet e fotogjeneratorit. Nëse lidhet rezistori, nëpër të do të rrjedh rryma elektrike proporcionale me fluksin e dritës që bie në sipërfaqen e fotogjeneratorit.

Në figurën 5.14 tregohen karakteristikat e dritës së fotogjeneratorit që përfaqësojnë varësinë e tensionit pa ngarkesë, $I\Phi$ dhe rrymës së qarkut të shkurtër, $E_{\Phi}$, nga fluksi i dritës $\Phi$.

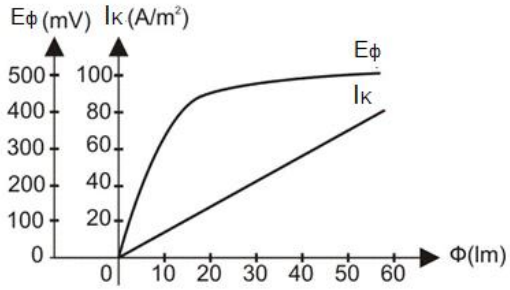
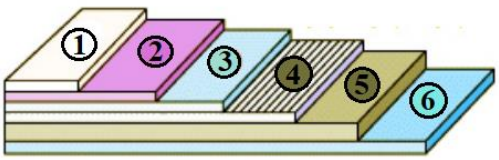



Figura 5.14: Karakteristikat e dritës së fotogjeneratorit

Fotogjeneratorët quhen **celulëcelula solaresolare (fotovoltaike),** sepse ato drejtpërdrejt konvertojnë energjinë nga rrezatimi diellor në energji elektrike. Ata janë blloku themelor i ndërtimit të çdo sistemi solar.

Struktura e celulës solaresolare është paraqitur në figurën 5.15. Shtresa e parë është qelq mbrojtës ($SiO_2$) e cila e mbron celulëcelulën nga ndikimet e jashtme. Poshtë saj është shtresë anti-reflektuese që redukton reflektimin e dritës dhe siguron shkallë më të madhe të shfrytëzimit të celulëcelulëscelulës solaresolare, domethënë siguron depërtimin e më shumë energjisë së dritës në shtresën gjysmëpërçuese. Nën ndikimin e energjisë së dritës, në shtresën gjysmëpërçuese krijohet përqendrim shumë i madh i bartësve kryesorë, i cili shkakton forcë elektromotore në kontaktet e celulëcelulëscelulës solaresolare.




1 – qelqi
2 – shtresa antireflektuese
3 –rrjeti i kontakteve elektrike
4 – shtresa gjysmëpërçuese e llojit N
5 – shtresa gjysmëpërçuese e llojit P
6 – shtresa për kontakt

Figura 5.15: Prerja tërthore e celulëcelulëscelulës solaresolare

Përveç humbjeve fizike në celulëtë solare, siç janë rikombinimi i ngarkesës dhe reflektimi nga sipërfaqja e përparme, ka të tjera, të quajtura humbje xhuli, të cilat paraqiten si energji termike gjatë lëvizjes së elektroneve. Lidhjet e papërsosura të kontaktit sipërfaqësor janë burim kryesor i humbjeve rezistente. Këto humbje mund të përfaqësohen nga një rezistencë. Meqenëse kjo rezistencë shpërndan energjinë para se të largohet nga celulëcelula, ajo do të tregohet në modelin e celulëcelulave solaresolare si rezistencë në seri (ose e integruar) me harxhuesin *Rs*, siç është treguar në figurën 5.16.

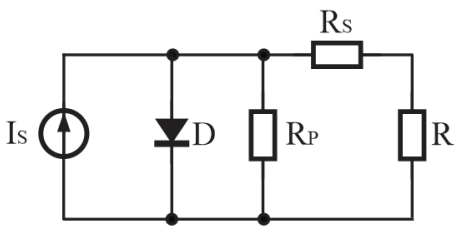



Figura 5.16: Modeli i celulës solare

Për shkak të papërsosmërisë në gjysmëpërçuesit e llojit P ose të llojit N, është e mund lëvizja e padëshiruar e elektroneve, qarku i shkurtër, në vend të atij të dëshiruar përmes harxhuesit. Ky efekt në modelin e celulave solare do të paraqitet si rezistor $R_P$ i lidhur paralelisht me harxhuesin $R$.

Aplikimi i celulave solare si burime alternative, të rinovueshme të energjisë elektrike është në rritje dhe ka rol të rëndësishëm në sistemet energjetike. Celulat solare janë pjesë themelore e shumë produkteve moderne, nga pajisjet e vogla deri te sistemet e mëdha të energjisë elektrike. Meqenëse një celulë solare individuale prodhon rreth 1-2 W energji elektrike, pra tension prej rreth 0,5 V, aplikimi i tij individual është i rrallë. Për të marrë më shumë fuqi celulat solare lidhen në njësi më të mëdha të quajtura module. Kur lidhet në seri, arrihet rritje e tensionit, ndërsa rryma mbetet e njëjtë. Nëse nevojitet më shumë rrymë, celulat solare lidhen paralelisht dhe në atë rast tensioni nuk ndryshon. Duke kombinuar lidhjen paralele dhe serike të celulave solare, fitohet më shumë fuqi. Paneli diellor fitohet duke lidhur module të shumta në seri dhe paralele. Numri i moduleve në panel përcaktohet në varësi të fuqisë së kërkuar. Duke ndërlidhur panelet solare dhe komponentët ndihmës (rregullatorët, bateritë, invertorët, strukturat mbajtëse), fitohet sistem solar që siguron dukshëm më shumë energji (figura 5.17).

Sistemet solare mund të jenë:

➢ "**off grid**" – burime të pavarura të energjisë dhe
➢ "**on grid**" – të lidhura me rrjetin e shpërndarjes.

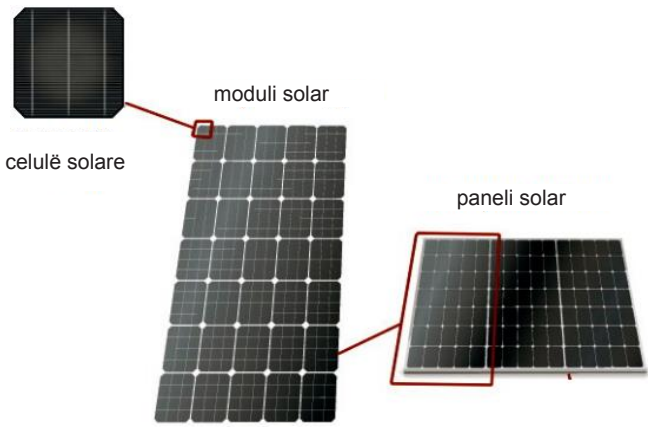



Figura 5.17: Hierarkia në sistemin solar

Sistemet fotovoltaike me bateri për akumulimin e energjisë së prodhuar elektrike janë të favorshme në kushtet kur burimet e tjera të energjisë nuk janë të disponueshme. Ata janë burimi kryesor i energjisë elektrike në anijet kozmike.

## MOS HARRO SE..!

➢ Fotogjeneratorët janë elemente fotoelektrikë me aftësinë për të kthyer energjinë e rrezatimit të dritës drejtpërdrejt në energji elektrike.

➢ Fotogjeneratorët quhen celula solare sepse e shndërrojnë energjinë nga rrezatimi diellor në energji elektrike.

➢ Për të marrë fuqi më të madhe në dalje, celulat solare lidhen në njësi më të mëdha të quajtura module.

➢ Duke lidhur disa module në seri dhe paralele, fitohet panel solar.

## 5.2.4 VARISTORËT

Varistorët janë komponentë elektronikë me karakteristika specifike. Emri varistor është shkurtim i shprehjes angleze për rezistencë të ndryshueshme (**VAR**iable res**ISTOR**), që do të thotë se rezistenca e tij ndryshon me ndryshimin e tensionit në skajet e tij.

Ky ndryshim është jolinear dhe karakteristika e tij e rrymë-tension (figura 5.18) nuk ka ngjashmëri me atë të rezistorëve standardë.

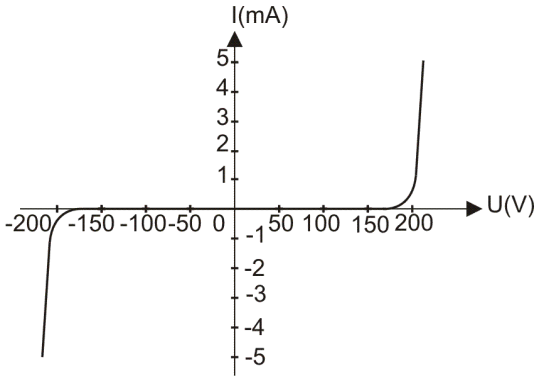



Figura 5.18: Karakteristika rrymë-tension e varistorit

Varistorët quhen gjithashtu rezistorë **VDR**, shkurt për Voltage Dependent Resistor. Elektrikisht ato sillen si dy dioda Zener të lidhura me katoda dhe shënimi i tyre skematik gjendet në formën e figurës 5.19.


Figura 5.19: Shënimi skematik dhe pamja reale e varistorit

Kur ndodh një ndryshim i madh i tensionit në skajet e varistorit, si p.sh. rritja e tensionit, shkakton ndryshim të madh në rezistencën e tij. Në kushte normale varistori sillet si qark i hapur në të cilin nuk rrjedh rrymë. Në kushte të rritjes së tensionit ai bëhet shumë përçues dhe në këtë mënyrë e ngulfat rritjen e tensionit në nivel relativisht të sigurt. Varistori e thith energjinë e kërcimit të tensionit të rritur dhe kështu mbron komponentët e tjerë në qark.

Varistori përbëhet nga oksidi i zinkut me shtimin e sasive të vogla të bismutit, kobaltit, manganit dhe oksideve të tjera metalike. Struktura e trupit të varistorit përbëhet nga masa kompakte grimcash oksid zinku që prekin njëra-tjetrën dhe kështu fitojnë karakteristikat gjysmëpërçuese të kalimit PN. Një numër i madh i këtyre bashkimeve të orientuara rastësisht është i barabartë me rrjetin prej dy diodash të lidhura me katodë, secila palë diodash në lidhje paralele me shumë çifte të tjera diodash. Këto nyje shpërndahen në të gjithë vëllimin e trupit të varistorit. Ato e bëjnë varistorin jopërçues në tensionin normal të punës dhe jolinear kur është në gjendje përcjellëse.

Në gjendjen e përçueshmçrisë, energjia e absorbuar shpërndahet në të gjithë trupin e varistorit, gjë që e bën atë më të qëndrueshëm dhe rezistent se strukturat e tjera PN, siç është dioda Zener. Vetitë elektrike të varistorit përcaktohen nga dimensionet fizike të trupit të tij, i cili është bërë në forma të ndryshme (disk, cilindër ose tub). Fuqia përcaktohet nga vëllimi, tensioni i punës nga trashësia e trupit ose nga gjatësia e rrugës së rrymës, kurse rryma përcaktohet nga zona, normale me drejtimin e saj. Varistorët janë prodhuar për tensione alternative nga 2.5 deri në 6000 V. Ato përdoren kryesisht për të mbrojtur linjat e komunikimit (telefonik, koaksial, etj.).

## 5.2.5 EKRANET ME KRISTAL TË LËNGSHËM

**Kristali i lëngshëm – LCD (Liquid Crystal Display) është substancë që në temperaturë të caktuar ka veti të lëngshme dhe kristalore.** Mund të rrjedhë nga një vend në tjetrin dhe e përthyen dritën në drejtime të ndryshme ashtu si kristal. Disa substanca kimike organike (grupi i kolesterinit) e kanë këtë veti. Molekulat e këtyre substancave kanë formë shkopi të zgjatur. Njëri skaj i molekulave ka ngarkesë pozitive dhe tjetri ka ngarkesë negative, kurse vetë molekula është neutrale. Prandaj, ato quhen molekula polare. Nëse gjenden në fushë elektrike, molekulat orientohen në drejtimin e fushës.

Kristalet e lëngëta punojnë në parimin e zmbrapsjes dhe thyerjes së pabarabartë të dritës nga burimi i jashtëm. Ato nuk janë burime aktive të dritës.

Ekrani mund të jetë me karaktere të errëta në sfond të ndritshëm ose me karaktere të ndritshme në sfond të errët (figura 5.20), domethënë me parimin e shpërndarjes dinamike të dritës ose me parimin e efektit të fushës elektrike.

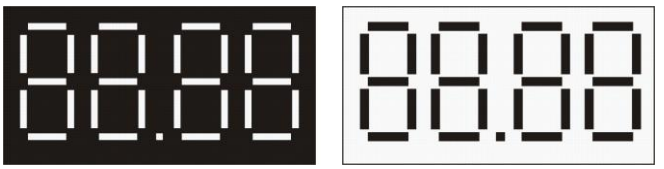


Figura 5.20: Llojet e ekraneve LCD

Konstruksioni i ekranit me kristalit të lëngshëm përbëhet nga dy pllaka qelqi dhe shtresës së hollë kristali të lëngshëm ndërmjet tyre. Ana e jashtme e pllakës së poshtme të xhamit është e mbuluar me shtresë metalike prej alumini ose nikeli dhe është pasqyrë. Është i lidhur me skajin negativ të furnizimit me energji elektrike. Në anët e brendshme të dy pllakave të xhamit në të njëjtin pozicion bëhen segmente që formojnë karakteret e ekranit. Segmentet janë të formuara nga materiali përçues transparent, siç është oksidi i plumbit, kurse bashkohen me kontakte metalike që përputhen në skajet e pllakave.

Molekulat e kristalit të lëngshëm janë të renditura në shtresa (figura 5.21). Të gjitha molekulat në shtresë kanë të njëjtin orientim. Çdo molekulë e ngjitur e shtresës tjetër rrotullohet me kënd të caktuar, e kështu fitohet varg molekulash me formën e spirales.

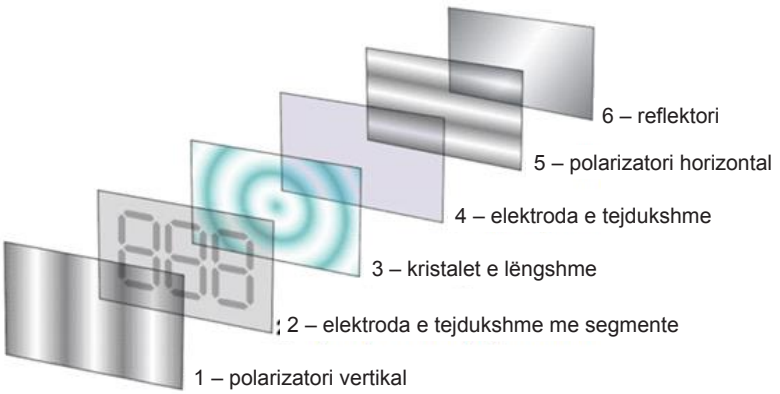



Figura 5.21: Renditja e molekulave në kristal të lëngët

Një segment i kristalit të lëngshëm përbëhet nga një polarizues vertikal, elektrodë e parë transparente (segment), shtresa të shumta kristalesh të lëngëta, elektrodë e dytë transparente (segment), polarizues horizontal dhe reflektor. Rrezet e dritës që arrijnë në polarizuesin vertikal lëkunden në të gjitha drejtimet. Vetëm ato që lëkunden në drejtim vertikal kalojnë nëpër polarizues. Kjo rreze drite e polarizuar vertikalisht kalon nëpër elektrodën e parë transparente dhe depërton në grupin e molekulave të rregulluara spirale të kristalit të lëngshëm. Në çdo shtresë të kristalit të lëngshëm ai përdredhet djathtas deri në shtresën e fundit, nga ku del me polarizim horizontal dhe kalon përmes elektrodës së dytë transparente dhe polarizuesit horizontal deri në reflektor. Rrezja e dritës e reflektuar nga reflektori kthehet në të njëjtën rrugë, kalon nëpër polarizuesin horizontal, rrotullohet me shtresat e kristalit të lëngshëm deri në pozicionin vertikal, kalon nëpër polarizuesin vertikal dhe del në të njëjtën anë me rrezen e dritës hyrëse. Në këtë mënyrë, kur nuk ka pengesa në rrugën e dritës, fitohet sfond i ndritshëm.

Kur një tension i vogël prej 3 deri në 5 V aplikohet në segmentet metalike, midis tyre krijohet fushë elektrike dhe molekulat e kristalit të lëngshëm rreshtohen në drejtim të asaj fushe. Të vendosura në këtë mënyrë, ato nuk e kthejnë më rrezen e dritës, nuk e ndryshojnë rrafshin e polarizimit dhe arrin në polarizuesin horizontal me polarizim vertikal. Një rreze drite me polarizim vertikal nuk mund të kalojë nëpër polarizuesin horizontal dhe humbet në kristalin e lëngshëm si në vrimë. Në vendndodhjen e segmentit asnjë rreze drite nuk kthehet dhe bëhet errësirë.

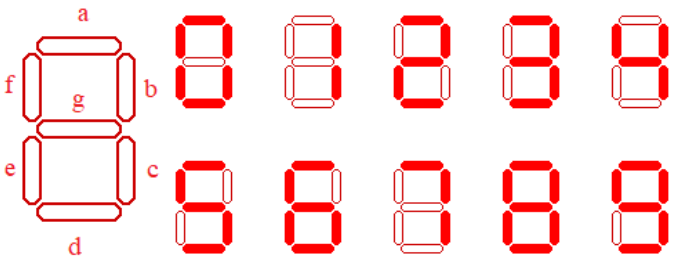
Ekrani me kristal të lëngshëm funksionon me tension alternativ me frekuencë prej 30 deri në 300 Hz. Ka formë pulsi me amplitudë midis 1 dhe 18 V dhe është bërë me qarqe digjitale. Tensioni njëkahësh elektrik mund të shkaktojë elektrolizë të kristalit të lëngshëm dhe të shkurtojë jetën e ekranit. Dendësia reale e ekranit është shumë e ulët, rreth $1nA / cm^2$, që do të thotë konsum i ulët. Kjo e bën ekranin me kristal të lëngshëm të përdorshëm për pajisje në miniaturë, siç janë orët e dorës, që nuk kanë vend për bateri me kapacitet më të madh.

Përdoret më së shumti për kalkulatorë portativë, orë digjitale, instrumente matëse digjitale dhe ekrane për monitorë dhe marrës TV.

## MOS HARRO SE..!

- Ekrani LED me shtatë segmente është indikator, i përbërë nga shtatë segmente, të ndriçuar me dioda LED.
- Një segment i kristalit të lëngshëm përbëhet nga një polarizues vertikal, elektroda e parë transparente (segmenti), shtresa të shumta kristalesh të lëngëta, elektroda e dytë transparente (segmenti), polarizuesi horizontal dhe reflektori.
- Ekrani me kristal të lëngshëm përdoret për kalkulatorë portativë, orë digjitale, instrumente matëse digjitale dhe ekrane për monitorë dhe marrës TV.

Plotësoni tabelën e kodit të shfaqjes së katodës së zakonshme me shtatë segmente! Është dhënë një shembull për kodin e shifrës 0 dhe 1. Për ekran me anodë të përbashkët kodi është komplementar.




| Shifra | a | b | c | d | e | f | g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |

## 5.2.6 OPTOKAPLERËT

Për krijimin e elementeve të reja elektronike shpesh praktikohet teknikë e kombinimit të elementeve bazë, tashmë ekzistuese. **Kombinimi i diodës LED me fototransistor** siguron elementi të ri, të quajtur optokapler ose optoizolator, i cili mundëson transmetimin e sinjaleve midis sistemeve që nuk kanë lidhje galvanike. Ka shumë situata kur një sinjal i të dhënave duhet të transferohet në mënyrë efikase nga një sistem në tjetrin duke përdorur elementin që nuk do të bëjë një lidhje të drejtpërdrejtë "omike" ose galvanike. Ndodh kur burimi i sinjalit dhe qarku për ta marrë atë janë në nivele shumë të ndryshme tensioni. I tillë është shembulli i transmetimit të të dhënave nga një mikroprocesor, që funksionon në 5 V njëkahësh elektrik, i cili kontrollon triakun e lidhur me tension alternativ prej 220 V. Midis mikroprocesorit dhe triakut nuk duhet të ketë lidhje të tillë për të mbrojtur mikroprocesorin nga dëmtimi.

Një situatë tjetër është kur burimi i sinjalit është i largët nga qarku marrës dhe ka lidhje kabllore midis tyre (për shembull, në telefaks ose modem). Në këtë shembull ekziston gjithashtu problemi i diferencës së potencialit të tokës, si dhe zhurma e grumbulluar e rrugës dhe pikat e tensionit nga shkarkimet elektrike dhe goditjet e rrufesë.

Një mundësi është përdorimi i një releje elektromagnetike, por sado e vogël që është, ajo është akoma masive në krahasim me elementet e tjera elektronikë. Nga ana tjetër është element elektromekanik që ka shpejtësi të ulët dhe besueshmëri të pamjaftueshme në funksionim.

Një mundësi tjetër është aplikimi i transformatorit, por ai gjithashtu ka disavantazhe të ngjashme si rele.

Këto disavantazhe eliminohen duke përdorur optokapler. Puna e tyre bazohet në parimin e zbulimit të dritës së emetuar. Optokapleri përdor një rreze drite nga dioda LED për të transmetuar sinjalin ose të dhënat në fototransistor, duke arritur izolim të shkëlqyeshëm.

Rrezja e dritës së diodës LED ndryshon në intensitet nën ndikimin e sinjalit të hyrjes, kurse fototransistorit e zbulon atë ndryshim dhe e kthen atë përsëri në sinjal elektrik.

Optokapleri është kombinim i diodës LED si transmetues optik dhe fototransistorit si marrës optik. Ato ndahen nga një barrierë transparente ose transparente që bllokon çdo rrjedhë të rrymës elektrike ndërmjet tyre, kurse mundëson kalimin e rrezes së dritës nga transmetuesi në marrës. E gjithë kjo është e vendosur në shtëpizë me qark të integruar me 6 ose 8 pin dhe kështu mbrohet nga ndikimi i dritës së jashtme të ambientit. Simboli i optokaplerit është paraqitur në figurën 5.22.

Figura 5.22: Simboli elektrik i optokaplerit

Lidhjet e diodës LED bëhen në njërën anë, kurse fototransistorit në anën tjetër të qarkut të integruar. Kjo e rrit ndarjen fizike në masë më të madhe dhe e lejon optokaplerin të përballojë dallimet nga 500 në 7500 V. Në vend të marrësit mund të përdoret fotodiodë, fototransistor, çift fototransistorësh në lidhjen Darlington, portë logjike ose diakë të aktivizuar nga drita. Simbolet e këtyre kombinimeve janë dhënë në figurën 5.23.

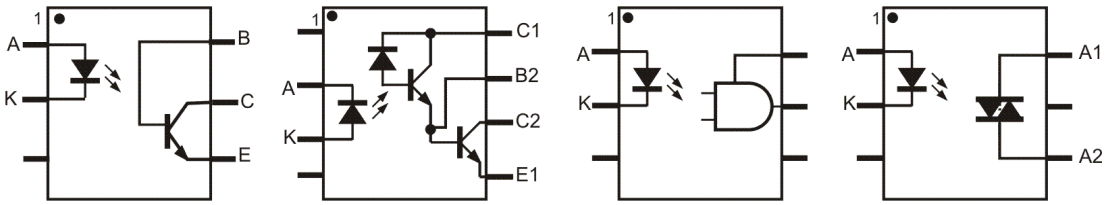



Figura 5.23: Simbolet elektrike të disa llojeve të optokaplerëve

Optokapleri përdor një parim komutues funksionimi. Mund të punojë me të dhëna digjitale dhe sinjale kontrolli, kurse modulimi i frekuencës ose gjerësisë së pulsit përdoret për të transmetuar sinjale analoge.

Dioda LED nga optokapleri lidhet përmes një transistori ose përmes një porte logjike, si në figurën 5.24.

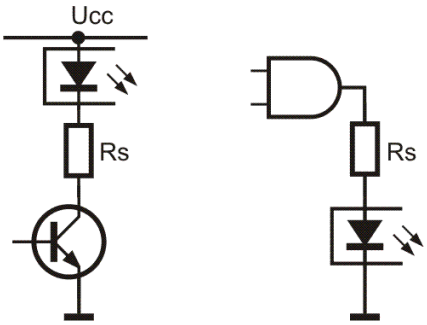



Figura 5.24: Lidhja e hyrjes së optokaplerit

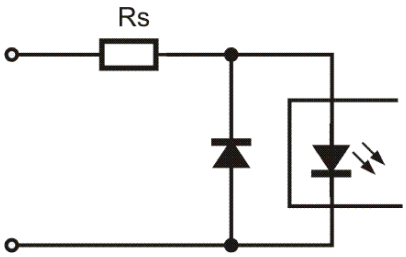



Figura 5.25: Mbrojtja e diodës LED nga tensioni invers i tepërt

Mund të jetë përcjellës në nivel logjik të lartë ose të ulët. Rezistenca e serisë *Rs* përcakton nivelin e rrymës së përcjelljes LED dhe varion nga 1 mA deri në 100 mA, me tension LED 1.2 deri në 1.3 V. Mbrojtja e diodës LED nga tensioni i tepërt i kundërt që mund ta shkatërrojë atë, bëhet duke lidhur diodën standarde paralelisht (figura 5.25).

Dalja nga optokapleri mund të jetë në nivel logjik të lartë ose të ulët, kur ai është i lidhur me fototransistoritn, kështu që metoda e lidhjes së tij përcaktohet në përputhje me rrethanat (figura 5.26). Fototransistori është i lidhur në seri me rezistencën e ngarkesës dhe baza e tij mbetet e palidhur. Dalja mund të jetë në fazë ose jashtë faze me hyrjen. Nëse kalimi bazë-kolektor është i lidhur si dalje, fitohet optokapler me fotodiodë. Karakteristika kryesore e këtij kalimi është rritja e shpejtësisë së komutimit, kurse rrjedhimisht një rritje e gjerësisë së brezit deri në 30 MHz në kurriz të një shkalle të reduktuar të efikasitetit.

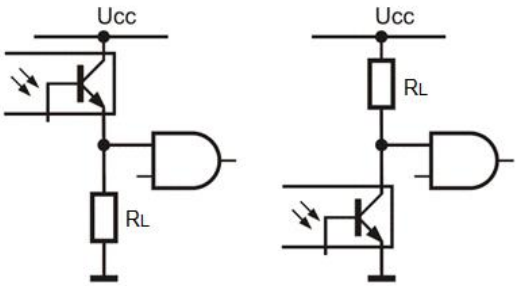



Figura 5.26: Lidhja e daljes së optokaplerit

# Pyetje për të verifikuar njohuritë nga Moduli 5

1. Definoni termin termistor.
2. Cilat lloje të termistorëve ekzistojnë?
3. Si përcaktohet koeficienti i temperaturës së termistorit?
4. Ku përdoren më shpesh termistorët NTC?
5. Ku përdoren termistorët PTC?
6. Si është varësia ndërmjet rezistencës së termistorit dhe temperaturës?
7. Vizatoni karakteristikën e varësisë nga temperatura e termistorëve NTC dhe shpjegoni atë.
8. Cilat lloje të termistorëve ekzistojnë?
9. Çfarë ndodh në termistor kur ndryshon temperatura e ambientit?
10. Çfarë ndodh në fotorezistencë që lidhet në qark elektrik me burim energjie, kur drita bie në sipërfaqen e tij?
11. Kur kalon një "rrymë e errësirës" përmes fotorezistorit?
12. Cilët fotorezistorë kanë ndjeshmërinë më të madhe në zonën e rrezatimit të dukshëm?
13. Ku përdoren fotorezistorët?
14. Me çfarë është proporcionale rryma kolektore e fototransistorit?
15. Përcaktoni karakteristikën e ndjeshmërisë relative të fototransistorit.
16. Nga cilët komponentë përbëhet fotorryma?
17. Ku përdoren fototransistorët?
18. Cilat elemente gjysmëpërçuese quhen fotogjeneratorë?
19. Shpjegoni parimin e punës së fotogjeneratorit.
20. Përcaktoni karakteristikat e dritës së fotogjeneratorit dhe vizatoni diagramin.
21. Ku përdoren fotogjeneratorët?
22. Përcaktoni termin varistor.
23. Vizatoni karakteristikën e rrymës-tensionit të varistorit.
24. Nga se varen vetitë elektrike të varistorit?
25. Për çfarë tensionesh bëhen varistorët?
26. Ku përdoren varistorët?
27. Nga se përbëhet një segment i kristalit të lëngët?
28. Ku përdoret displeji me kristal të lëngshëm?

# VERIFIKIMI TEMATIK

## I Pyetje me rrumbullaksim
## (Rrethoni përgjigjet e sakta)

1. Elementet rezistenca e të cilëve ndryshon me ndryshimin e temperaturës janë:
   a) fotorezistorë
   b) fotodioda
   c) termistorë

2. Elementet që përdoren si sensorë të temperaturës janë:
   a) fotogjeneratorë
   b) termistorët
   c) fotodioda

3. Elementet që përdoren në instrumentet për matjen e ndriçimit janë:
   a) fotodioda
   b) fotorezistorë
   c) fototransistorë
   ç) fotogjeneratorë

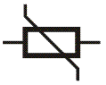
4. Elementet gjysmëpërçuese me aftësi për të kthyer energjinë e rrezatimit të dritës drejtpërdrejt në energji elektrike quhen:
   a) fotogjeneratorë
   b) fotorezistorë
   c) fototransistorë
   ç) termistorë

5. Si pjesë përbërëse e invertorëve përdoren këto:
   a) fotodioda
   b) termistorët
   c) fotorezistorët

## II Pyetje për lidhje

6. Lidhni simbolet elektrike me elementet:

a)



b)

c)

1. Fotodiodë _____
2. Fototransistor _____
3. Termistor _____

7. Lidhni elementet specifike elektronike me aplikimin e tyre si:

| | |
|---|---|
| 1. Termistorët | a) Matësit e dritës _____ |
| 2. Fotogjeneratorët | b) Sensorët e temperaturës _____ |
| 3. Fotorezistorët | c) Celulat solare _____ |
| 4. Varistorët | ç) Mbrojtja e linjave të komunikimit _____ |

8. Lidhni elementet elektronike specifike me parimin e punës së tyre!

| | |
|---|---|
| 1. Fotodioda | a) Shndërrimi i energjisë elektrike në energjia e dritës _____ |
| 2. Dioda LED | b) Ndryshimi i rezistencës duke ndryshuar temperaturën _____ |
| 3. Fotorezistor | c) Shndërrimi i energjisë së dritës në energji elektrike _____ |
| 4. Optokapleri | ç) Marrësi optik _____ |

## III Pyetje me plotësim

9. Në termistorët NTC merritjet e temperaturës, rezistenca e tyre _____.

10. Në cilat elemente varet rryma/rezistenca elektrike nga ndryshimi i temperaturës? _____.

11. Elementet elektronike, vetitë elektrike të të cilëve varen nga ndryshimi i energjisë së rrezatimit të dritës quhen _____.

12. Me rritje të ndriçimit të fotorezistorit, rryma përmes tij është _____.

# NJËSIA MODULARE 6
# QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE

**Me mësimin e përmbajtjeve së kësaj njësie modulare, nxënësi do të fitojë njohuri themelore për qarqetqarqet dhe pajisjet elektronike dhe do të jetë në gjendje:**

- të njohë qarqet dhe pajisjet elektronike;
- të analizojë skemat e lidhjes së qarqeve dhe pajisjeve elektronike;
- të përzgjedhë qarqet dhe pajisjet elektronike në përputhje me specifikimet e instalimit të sistemit të sigurisë;
- të lidhë elementet elektronike, qarqet dhe pajisjet elektronike;
- të konfigurojë softuerin për sistemet e sigurisë;
- të arkivojë materialet e prodhuara;
- të veprojë në përputhje me kërkesat për zbatimin e rregullimeve dhe standardeve të MKS për mbrojtjen e mjedisit dhe mbrojtjen në punë;
- të organizojë dhe mirëmbajë vendin e tij të punës.

# HYRJE

Elektronika energjetike është fushë e elektronikës e cila merret me elementet dhe qarqet që lidhen me prodhimin, transmetimin dhe shpërndarjen e energjisë elektrike. Sipas llojit të sinjalit elektrik, elektronika ndahet në elektronikë analoge dhe digjitale. Në elektronikën analoge sinjali mund të ketë çdo vlerë në zonën e përcaktuar, ndërsa në elektronikën digjitale sinjali mund të ketë vetëm dy vlera.

## 6.1 LLOJET E QARQEVE DHE PAJISJEVE ELEKTRONIKE

Elementet dhe qarqet që prodhohen në masë dhe për kushte që u përshtaten njerëzve, bëjnë pjesë në kategorinë e elektronikës së konsumit. Elementet dhe qarqet e elektronikës profesionale janë projektuar për të punuar në kushte më të vështira dhe qëndrueshmëria dhe stabiliteti i tyre janë në nivel më të lartë.

**Pajisjet elektronike** përbëhen nga qarqet elektronike, kurse **qarqet elektronike** janë lloj i caktuar i elementeve elektronike që lidhen në qarqe për të kryer një funksion të caktuar (për shembull, gjenerimi i sinjalit, përforcimi i sinjalit, etj.). Qarqet mund të bëhen nga elemente individuale ose në dizajn të integruar.

Qarqet elektronike mund të ndahen në tre grupe themelore:

- Qarqe  përforcuesish;
- Qarqe  gjeneratorësh;
- Qarqe për rigjenerim .

**Qarqet përforcuese** në hyrje marrin sinjale të një forme të caktuar që duhet t'i përforcojnë. Në të njëjtën kohë forma e sinjalit nuk ndryshon, por vetëm amplituda e tij rritet. Në këtë proces ndodhin ndryshime të caktuara, të cilat konsiderohen si shtrembërim i sinjalit. Për të zvogëluar shtrembërimet, aplikohet lidhja e kundërt negative, domethënë reaksioni. Ai paraqet kthimin e sinjalit nga dalja në hyrje të përforcuesit, por me fazë të kundërt.

Një shembull tipik i qarkut përforcues është **përforcuesi operacional**. Ai është një nga qarqet elektronike bazë në elektronikën analoge.

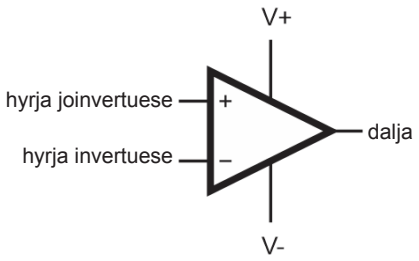



Figura 6.1: Përforcuesi operacional

Zakonisht, realizohet në një çip. Është përforcues i tensionit shumëfazësh me lidhje të kundërt direkte, me hyrje diferenciale dhe përforcim shumë të lartë.

**Qarqet e gjeneratorëve** kanë për detyrë të krijojnë sinjale pa asnjë ndikim nga sinjalet e jashtme. Të gjitha llojet e oscilatorëve janë në këtë grup. Oscilatorët janë qarqe që nxjerrin një tension alternativ pa një sinjal hyrës. Tensioni nga furnizimi me energji i oscilatorit konsiderohet si tension i hyrjes, të cilin oscilatori e shndërron në tension alternativ. Për punën e tyre aplikohet reagim pozitiv, duke kthyer një sinjal nga dalja në hyrje me të njëjtën fazë, duke siguruar kështu ruajtjen e lëkundjeve.

Tensioni i daljes mund të jetë në formë sinusoidale ose jo sinusoidale, për shembull, valë katrore, dhëmbësharrë, etj. Oscilatorët për tensionin sinusoidal quhen **oscilatorë harmonikë** dhe për tensionin josinusoidal quhen **oscilatorë relaksues**. Ekzistojnë tre lloje të oscilatorëve harmonikë: oscilatorët RC, oscilatorët LC dhe oscilatorët e kristalit të kuarcit. Oscilatorët relaksues janë: gjeneratori i tensionit drejtkëndor dhe gjeneratori i funksionit.

**Qarqet rigjeneruese** janë gjeneratorë të llojeve të caktuara të sinjaleve, por për funksionimin e tyre kërkohet sinjali i jashtëm (hyrës), me të cilin duhet të fillojë procesi i krijimit të sinjalit të ri. Sinjali i daljes nuk është domosdoshmërisht i ngjashëm me sinjalin hyrës.

Në qarqet rigjeneruese aplikohet reagimi pozitiv.

Qarqet rigjeneruese në elektronikën analoge mund të formohen me ose dy elemente aktive – **transistorë**, të cilët punojnë si ndërprerës dhe me elemente shtesë për funksionimin e transistorëve dhe për reagimin negativ. Në elektronikën digjitale, multivibratorët realizohen me qarqe logjike.

Qarqet rigjeneruese elektronike, të përbëra nga dy elemente komutuese dhe me reagim pozitiv, quhen **multivibratorë**. Multivibratorët janë qarqe me dy gjendje. Ndryshimi i gjendjes së multivibratorit mund të arrihet në dy mënyra: me sinjal të jashtëm dhe pa sinjal të jashtëm.

Gjendja që mund të ndryshohet vetëm nga veprimi i sinjalit të jashtëm quhet **gjendje e qëndrueshme**, kurse një gjendje që ndryshon pa veprimin e sinjalit të jashtëm quhet gjendje pothuajse e qëndrueshme.

Sipas kombinimeve të gjendjeve që kanë, ekzistojnë tre lloje të multivibratorëve:

- **Multivibratorë bistabël** – me dy gjendje të qëndrueshme;
- **Multivibratorë të qëndrueshëm** – me një gjendje stabile dhe një gjendje pothuajse e qëndrueshme;
- **Multivibratorët e astabil** – me dy gjendje pothuajse të qëndrueshme, përdoren gjithashtu si qarqe gjeneratorësh.

## 6.2 KONVERTUESIT

Elektronika energjetike kryesisht merret me furnizimin me energji elektrike dhe shndërimin (konvertimin) e saj në mënyrë të kontrolluar. Pjesa më e rëndësishme e kësaj fushe janë kontrollimi i furnizimit dhe karakteristikat e ndërprerësve, që mundësojnë konvertimin.

Funksioni i konvertimit kryhet nga **konvertuesit** e **furnizim** statikë ë . Konvertuesit nevojiten për të kthyer energjinë e tensionit alternativ nga rrjeti në formë tjetër, për shembull, në fuqi mekanike ose energji njëkahësh elektrike për mbushjen e baterive.

Konvertues është çdo qark elektronike që një formë të caktuar të furmizimit e kthen në cilëndo formë tjetër. Në varësi të llojit të konvertuesit, ai mund të ndryshojë natyrën e furnizimit me energji elektrike (nga AC në DC), mund të ndryshojë karakteristikat e rrymës ose tensionit ose fazën ose frekuencën e tij.

Konvertuesit ndahen në gjashtë lloje qarqesh, të cilat përdoren në elektronikën e energjisë:

- Drejtues me dioda
- Konvertuesit DC në DC (drejtues i komanduar)
- Konvertuesit AC në AC (rregullatori i tensionit alternativ)
- Konvertuesit DC në DC (çoperë njëkahësh elektrik)

- Konvertuesit DC në AC (invertorët)
- Ndërprerësit statik

**Drejtuesit medioda** e konvertojnë rrymën alternative në rrymë njëkahëshe. Tensioni i hyrjes mund të jetë njëfazor ose trefazor, kurse dalja është tension i qëndrueshëm njëkahësh elektrik.

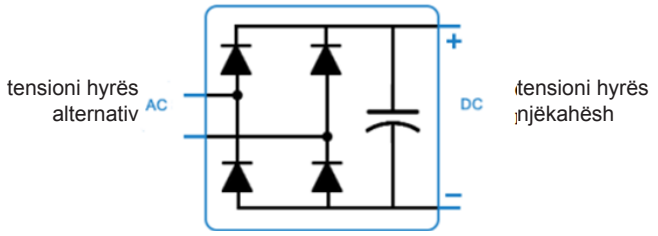



Figura 6.2: Drejtuesi me diodë

Konvertuesit **AC në DC** (AC/DC) e konvertojnë sinjalin alternativ të hyrjes AC në sinjal dalës njëkahësh elektrik duke përdorur ndërprerësit e kontrolluar – tiristorët. Për këtë arsye këta konvertues njihen edhe si drejtues të komanuar. Në qarkun e figurës 6.3, në vend të diodave përdoren katër tiristorë.

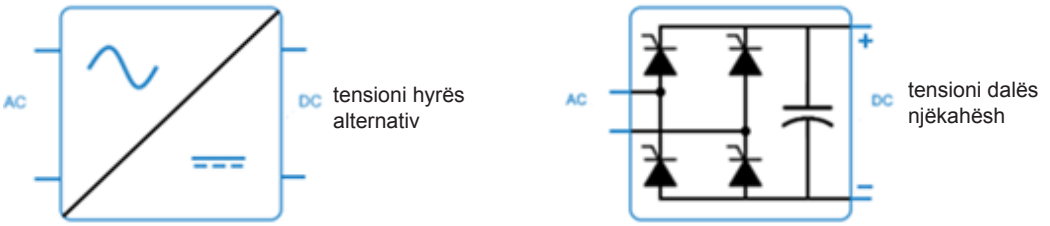



Figura 6.3: Simboli grafik dhe qarku i konverterit AC/DC

Tensioni i hyrjes mund të jetë njëfazor ose trefazor.

Konvertuesit **AC në AC** (AC/AC) konvertojnë një tension alternativ fiks të hyrjes AC në tension alternativ të ndryshueshëm në dalj. Figura 6.4 tregon konvertuesin AC/AC njëfazor.

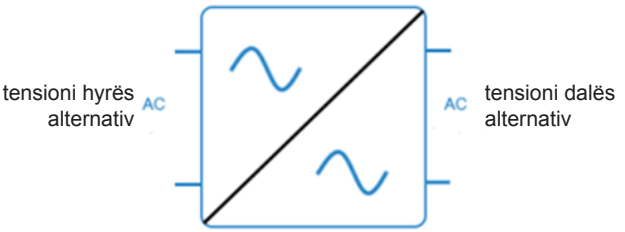



Figura 6.4: Simboli grafik i konverterit AC/AC

Shumë shpesh në këta konvertues përdoret triaku. Duke ndryshuar kohën e përçueshmërisë së triakut, kontrollohet tensioni i daljes së konvertuesit. Prandaj, këta konvertues quhen edhe rregullatorë të tensionit.

Konvertuesit **DC në DC** (DC/DC) konvertojnë ose ndryshojnë nivelin e tensionit të hyrjes nga forma njëkahëshe elektrike në njëkahëshe elektrike në dalje. Këta konvertues quhen edhe çoperë ose çoper transistor ose rregullator për komutim.

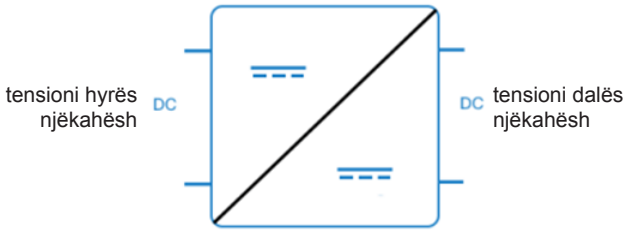



Figura 6.5: Simboli grafik i konvertorit njëkahësh elektrik DC/DC

Tensioni i daljes së konvertuesit mund të kontrollohet drejtpërdrejt duke ndryshuar kohën e përçueshmërisç së ndërprerësit të kontrolluar.

Konvertuesit **DC në AC** (DC/AC) e konvertojnë një madhësi njëkahëshe elektrike hyrëse në madhësi dalëse alternative. Këta konvertues njihen edhe si **inverterë**. Ka shumë lloje të ndryshme inverterësh, por më së shpeshti përdorin katër ndërprerës ose tiristorë. Ndërprerësit formojnë dy çifte, të kontrolluara individualisht nga qarku komutues. Çdo çift përfshihet në një interval kohor. Kjo kyçje alternative e ndërprerësve, pra tiristorëve, siguron rrjedhjen e rrymës alternative përmes ngarkesës (harxhuesit). Ritmi i ndërrimit e ndryshon tensionin njëkahësh të hyrjes në tension alternativ të daljes. Tensioni i daljes në qark mund të komandohet drejtpërdrejt duke ndryshuar kohën e përçueshmërisë së ndërprerësit në qarkun komutues.

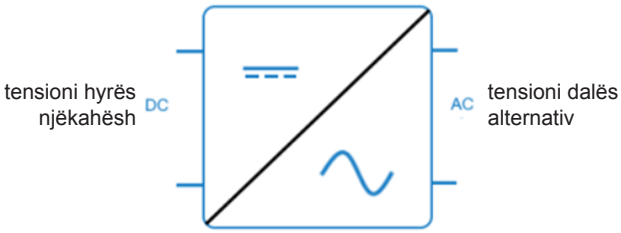



Figura 6.6: Simboli grafik i konvertorit DC/AC

**Ndërprerësit statikë** janë lloj konvertuesish që lidhin ngarkesën (harxhuesin) me burimin dhe sigurojnë kalimin e menjëhershëm nga një ngarkesë në tjetrën.


Figura 6.7: Simbolet grafike të ndërprerësit statik të pakontrolluar dhe të kontrolluar

## 6.2.1 PAJISJET PËRE FURNIZIM TË PANDËRPRERË

Në **UPS** (**U**ninterruptible **P**ower **S**upply), ka një sërë fazash të ndryshme të konvertimit të kaskadës që prodhojnë nivele të ndryshme të tensionit në dalje, Figura 6.8.

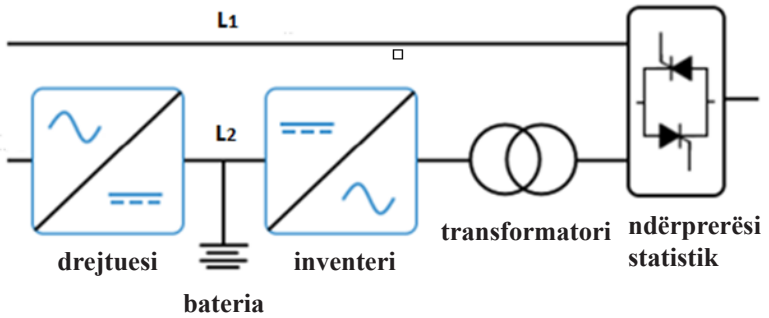



Figura 6.8: Ndërprerësi statik në pajisje UPS

Ekzistojnë dy linja për furnizim $L_1$ dhe $L_2$. Linja $L_1$ është nga kontakti alternativ direkt kah ndërprerësi statik, kurse drejtuesi ngarkon baterinë rezervë nga linja $L_2$. Në raste urgjente, kur nuk ka energji për $L_1$, bateria furnizon ngarkesën përmes inverterit dhe përmes transformatorit. Fuqia në ndërprerësit mund të jetë AC dhe DC. Figura 6.9 tregon një paraqitje të thjeshtuar të pajisjes së furnizimit me energji të pandërprerë.

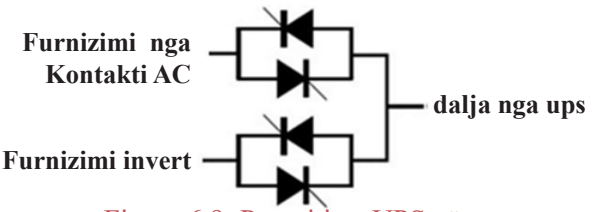



Figura 6.9: Paraqitja e UPS-së

Këta ndërprerës njihen si ndërprerës statikë ose ndërprerës DC.

## MOS HARRO SE..!

- Qarqet  përforcuese kryejnë përforcimin e sinjaleve hyrëse.
- Qarqet e gjeneratorëve krijojnë sinjale dalëse pa asnjë ndikim nga sinjalet e jashtme.
- Ekzistojnë tre lloje të multivibratorëve: stabil, monostabil dhe bistabl.
- Konvertues është çdo qark elektronik i cili një formë të caktuar të furnizimit e shndërron në çdo formë tjetër.
- Konvertorët ndahen në gjashtë lloje qarqesh.
- Drejtuesit me diodas e konvertojnë rrymën alternative në njëkahëshe.
- Konvertuesit AC/DC konvertojnë sinjalin hyrës alternativ në sinjal dalës njëkahësh.
- Konvertuesit AC/AC e konvertojnë tensionin alternativ fikse të hyrjes në tension të ndryshueshëm alternativ në dalje.
- Konvertuesit DC/DC e konvertojnë ose e ndryshojnë tensionin e hyrjes nga forma njëkahëshe elektrike në njëkahëshe elektrike.
- Konvertuesit DC/AC e konvertojnë madhësinë e hyrjes njëkahëshe në madhësi të daljes  alternative.
- UPS është pajisje e furnizimit me energji të pandërprerë.

## 6.3 SISTEMET E ALARMEVE

Çdo sistem që ofron një shkallë mbrojtjeje kundër një ose më shumë rreziqeve ose kërcënimeve (sulme fizike, vjedhje, ndërhyrje të padëshiruar të njerëzve ose kafshëve, dështim të makinës, rrezik zjarri, goditje elektrike, etj.) quhet sistem sigurie.

**Sistemi elektronik alarmi** është sistem në të cilin aktivitetet varen nga qarqet dhe pajisjet elektronike, por gjithmonë në kombinim me elemente shtesë të një lloji elektrik ose elektromekanik.

Të gjitha sistemet e alarmit përbëhen nga elemente bazë, të paraqitura në figurën 6.10. Këtu janë të pranishme disa **njësi sensorësh**, të cilat gjenerojnë një lloj përgjigjeje elektrike në njësinë e përpunimit pas regjistrimit të rrezikut. Sinjali i daljes nga sensorët dërgohet në njësinë e përpunimit, kurse pastaj aktivizohet alarmi ose një montim i caktuar elektromekanik ose pajisje mbyllëse.

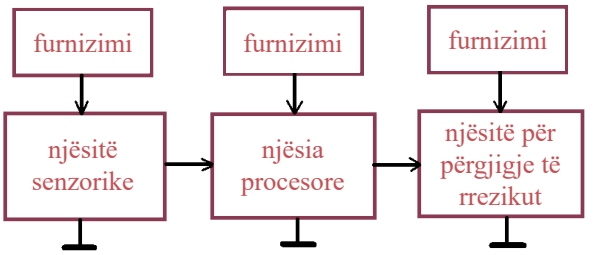



Figura 6.10: Elementet bazë të sistemit elektronik të mbrojtjes

Sipas figurës, çdo njësi ka furnizimin e vet me energji elektrike, por në praktikë dy ose më shumë elemente përdorin një furnizim të përbashkët me energji elektrike.

## 6.3.1 SENSORËT ELEKTROMEKANIKË

**Ndërprerësit** janë sensorët elektromekanikë më të thjeshtë dhe më të përdorur. Llojet e ndërprerësve janë paraqitur në figurën 6.11.

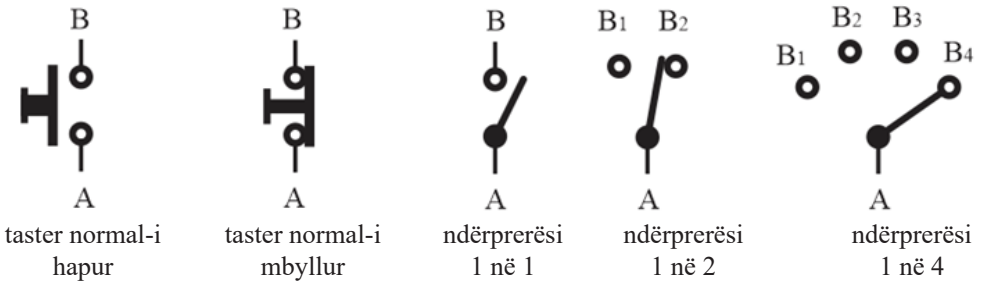



Figura 6.10: Elementet bazë të sistemit elektronik të mbrojtjes

**Termostatët** janë ndërprerës që aktivizohen nga temperatura dhe zakonisht janë nga bimetali.

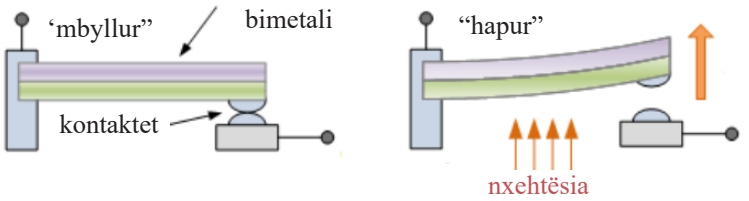



Figura 6.12: Termostati

Shiriti bimetalik përbëhet nga dy shtresa materialesh metalike me koeficient të ndryshëm të temperaturës, i cili bën që ai të përkulet në proporcion me temperaturën.

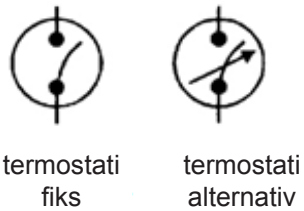



Figura 6.13: Llojet e termostateve

Figura 6.14: Ndërprerësi i presionit

Në këtë mënyrë shiriti bimetalik mund të jep kontakt me sipërfaqe tjetër ose të ndërpresë kontaktin. Në praktikë përdoren dy lloje termostatesh: fiks dhe i ndryshueshëm, figura 6.13.

**Ndërprerësit e presionit** përdoren në pozicione që janë të fshehura, për shembull nën qilim, figura 6.14. Ata veprojnë si ndërprerës normalisht të hapur që e mbyll personi që shkel në atë sipërfaqe.

**Ndërprerësit me çelës** janë ndërprerës elektrikë që çaktivizohen duke vendosur një ndërprerës në kutinë e mekanizmit. Këta ndërprerës kanë pina të shumta (zakonisht pesë) dhe secila duhet të vendoset në pozicion specifik me ndërprerësin në mënyrë që ai të funksionojë.

**Ndërprerësit e kohës** janë ndërprerës, gjendja e të cilëve (i hapur ose i mbyllur) kontrollohet nga koha, domethënë nga mekanizmi kohor.


Figura 6.15: Simboli grafik dhe pamja reale

**Ndërprerësit rid (Reed)** janë elementet e sensorëve elektromekanikë më të përdorur, të cilët aktivizohen në fushë magnetike të përshtatshme. Ato janë më të dobishme për përcaktimin e distancës në sistemet e sigurisë.

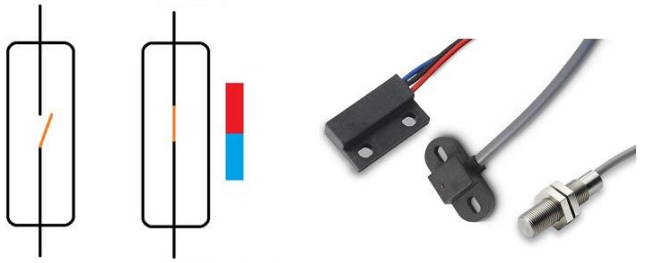


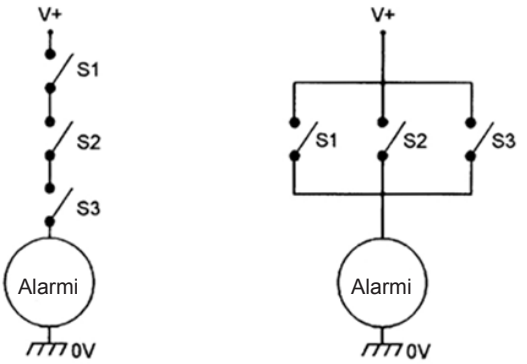
Figura 6.16: Simboli grafik dhe pamje reale të ndërprerësit rid

Ndërprerësi përbëhet nga një çift elementesh magnetikë me polaritet të kundërt të mbyllur në zarf xhami të mbushur me gaz mbrojtës. Fushat magnetike të kundërta të dy elementeve i mbajnë ato në distancë, kështu që në atë rast ai sillet si ndërprerës normalisht i hapur. Por nëse ka fushë magnetike të jashtme, fusha e brendshme humbet (anulohet) dhe ndërprerësi mbyllet.

**Releja Rid** përdoret në të njëjtën mënyrë si reletë e zakonshme, por ka dhjetëfishin e ndjeshmërisë.

## 6.3.2 QARQET THEMELORE NDËRPRERËSE NË SISTEMET E ALARMIT

Disa elemente komutuese sensorësh mund të përdoren për aktivizimin zanor të alarmit. Nëse ndërprerësit janë të lidhur në seri, alarmi zanor do të aktivizohet vetëm nëse të gjithë ndërprerësit mbyllen në të njëjtën kohë. Në rast se ndërprerësit janë në lidhje paralele, alarmi zanor do të aktivizohet nëse njëri prej ndërprerësve është i mbyllur.




**qarku serik i ndërprerësve për alarm** **qarku paralel i ndërprerësve për alarm**

Figura 6.17: Qarku i ndërprerësve në seri dhe paralel për aktivizimin e alarmit

Shumica e modeleve praktike të sistemeve të alarmit përdorin lidhje të kombinuara të ndërprerësve. Figura 6.18 tregon sistemin alarmi të aktivizuar nga ndërprerësi çelës $S_2$ dhe ndërprerësi i kohës $S_1$ në lidhje seri. Pasi sistemi të jetë i aktivizuar, alarmi zanor do të aktivizohet duke mbyllur cilindo nga ndërprerësit e lidhur paralelisht ($S_3$ në $S_5$).

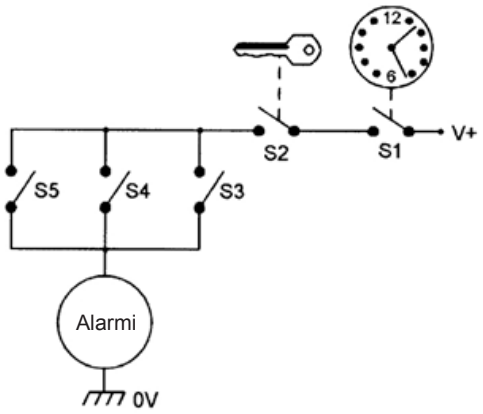



Figura 6.18: Sistem i thjeshtë alarmi me lidhje të kombinuar të ndërprerësve

## 6.3.3 SENSORËT ELEKTRIKË

**Termistorët**, ndryshe nga termostatët elektromekanikë, nuk kanë histerezë magnetike. At janë të përshtatshme për përdorim në sistemet e alarmit për shkak të saktësisë së tyre në regjistrimin e ndryshimeve të temperaturës. Ata përdoren së bashku me qark elektronik komutues që aktivizohet nëse temperatura tejkalon vlerën e vendosur në termistor. Termistorët zakonisht kanë interval të temperaturës së funksionimit nga -40°C deri në +125°C.

**Termoçiftet** formohen duke bashkuar dy metale të ndryshme, duke krijuar një tension termoelektrik. Këto janë pajisje që përdoren për të matur temperaturën.

Figura 6.19: Llojet e termoçifteve

**Varistorët** janë elemente pasive, rezistenca e të cilëve ndryshon me ndryshimin e dritës që bie në sipërfaqen e tyre. Edhe ata kanë shumë aplikime praktike në sistemet e sigurisë.

**Mikrofonët** janë konvertor akustiko-elektrikë. Për zbatim në sistemet e mbrojtjes elektronike, ata duhet të kenë dimensione të vogla, por ndjeshmëri të lartë.

## 6.3.4 ELEMENTET ELEKTRONIKE TË SISTEMIT TË ALARMIT

Çdo sistem elektronik për mbrojtje përmban një ose më shumë elemente sensorike që gjenerojnë një sinjal elektrik në dalje pas regjistrimit të një "rreziku". Ky sinjal dalës dërgohet në njësinë e përpunimit. Kjo njësi aktivizon njësitë e alarmit ose krijon përgjigje elektromekanike ose mbyllje.

Krahas njësisë së procesorit, elementet më të rëndësishëm të çdo sistemi elektronik të mbrojtjes janë elementet sensorë, linku i të dhënave dhe njësia e aktivizimit të alarmit.

Sistemi elektronik i alarmit përbëhet nga një pajisje kontrolli, tastierë, sensorë, sirenë dhe pajisje të veçanta sinjalizuese të dritës ose dridhjeve, nëse është e nevojshme.


Figura 6.20: Elementet e sistemit alarmi

**Pajisja e kontrollit** është "truri" e sistemit të alarmit dhe zakonisht vendoset në shtëpizë, e cila nuk është në vend të dukshëm. Kur një sensor aktivizohet, ai dërgon një sinjal në pajisjen e kontrollit. Pajisja e kontrollit aktivizon sinjalizuesin dhe pajisjen e komunikimit, në rast se ka mundësi të tillë. Pajisja e kontrollit e kyç ose e shkyç sistemin me valë nëpërmjet pajisjes së aktivizimit. Ai përfshin gjithashtu burim energjie dhe bateri rezervë.

**Tastiera**, ose pajisja e aktivizimit, mund të përdoret me çelës ose, më së shpeshti me tastierë digjitalë. Kodi i futur paraprakisht aktivizon dhe çaktivizon sistemin. Shumica e tastierëve kanë gjithashtu një buton "paniku" ose një sekuencë numrash që aktivizon alarmin dhe njofton qendrën. Ky buton ose sekuencë numrash funksionon nëse sistemi i alarmit është i kyçur ose i shkyçur.

**Sirena** është pajisje elektronike që lëshon një tingull të lartë nëse aktivizohet nga pajisja e kontrollit, domethënë nëse regjistrohet një ndërhyrje ose nëse shtypet butoni i panikut. Sirena vendoset në pozicion të dukshëm ose të fshehur.

**Drita e sinjalizimit**, ose drita e blicit, mund të jetë me thjerrëza me ngjyra të ndryshme për të treguar dukuri të ndryshme. Drita e flashit tërheq vëmendjen më lehtë se sirena dhe lejon vendndodhjen më të lehtë të pozicionit që ka shkaktuar alarmin. Dritat flesh zakonisht përdoren në lidhje me pajisjen e vibrimit ose pejxher.

**Sensorët e dyerve** janë ndërprerës magnetikë që aktivizojnë sinjalin e alarmit kur dera hapet, natyrisht nëse sistemi i alarmit është i kyçur. I njëjti lloj sensorësh (të quajtur edhe kontakte) mund të përdoren për dritare. Ndërprerësi është montuar në derë dhe magneti në kornizën e derës në linjë me ndërprerësin. Në këtë mënyrë ndërprerësi është në gjendje të mbyllur. Kur hapet dera ndërprerësi ndahet nga magneti, domethënë ndërprerësi kalon në gjendje të hapur, gjë që bën që pajisja e kontrollit të aktivizojë sinjalin e alarmit që sinjalizon një ndërhyrje.

Figura 6.21: Ndërprerësit magnetikë

Sensorët e dyerve vendosen në të gjitha hyrjet (dyert) në pjesën e tokës së ndërtesës ose në ato dyer që mund të ken qasje. Për shkak se këta sensorë e ndryshojnë vazhdimisht gjendjen (dyert përdoren gjatë gjithë kohës), si dhe për shkak se janë të ekspozuar ndaj kushteve të ndryshme të motit, duhet të kontrollohen rregullisht në mënyrë që të funksionojnë si duhet. Zëvendësimi periodik i tyre është i nevojshëm në mënyrë që sistemi i alarmit të funksionojë si duhet.

**Sensorët e xhamit** ose sensorët akustikë janë instaluar për të monitoruar dritaret, të cilat mund të thyhen gjatë depërtimit. Ato janë të nevojshme, veçanërisht në dhomat me shumë dritare. Ato vendosen në njësi të vetme në pozicion të palëvizshëm, të drejtuar drejt sipërfaqeve të xhamit që supozohet të mbrojnë. Ata regjistrojnë tingujt me frekuenca të larta, i filtrojnë dhe nëse diapazoni i frekuencës korrespondon me thyerjen e xhamit, e aktivizojnë alarmin.

Figura 6.22: Sensori i xhamit dhe vendosja e tij

**Sensorët e dridhjes**, nga ana tjetër, regjistrojnë valën tipike që ndodh kur thyhet xhami. Nëse procesori zbulon këtë valë, alarmi bie.

Ekzistojnë edhe të ashtuquajturit **sensorë të dyfishtë** – akustikë dhe dridhje në njësi të vetme, të cilët mundësojnë alarmet më pak "false", pasi të dy sinjalet janë të nevojshëm për aktivizimin e alarmit. Ata vendosen në pozicion të fortë dhe të qëndrueshëm.

**Sensorët e lëvizjes** sinjalizojnë ndërhyrje në një hapësirë. Zakonisht vendosen në pozicion të fortë dhe të qëndrueshëm ose në tavan dhe përshtaten në madhësi të ndryshme të hapësirës që duhet të mbulojnë.

Ekzistojnë disa lloje të sensorëve të lëvizjes dhe zgjedhja e tyre varet nga hapësira që duhet ta mbrojnë. Në shumicën e mjediseve komerciale (hapësira për banim) përdoren **sensorë pasivë infrared** (të njohur edhe si **PIR**-Passive Infrared). Koka e sensorit zakonisht ndahet në sektorë ose zona, të cilat mbulojnë zona specifike.

**Sensorët PIR** zbulojnë ndryshimin në rrezatimin termik që ndodh kur një person hyn në rajonin që e mbulon. Marrin imazhet "të ngrohta" duke regjistruar kontrastin midis figurave të ngrohta dhe sfondit më të ftohtë. Kur sensori PIR regjistron ndryshimin e rrezatimit në lidhje me vlerën e paracaktuar, i dërgon një sinjal procesorit për vlerësim dhe nëse procesori vendos në përputhje me rrethanat, sinjali i alarmit aktivizohet.

Figura 6.23: Sensori PIR

**Sensorët mikrovalor** janë krijuar për të mbuluar zonën me fushë elektrike dhe janë programuar të njohin frekuencat më të afërta me lëvizjen e njeriut. Kur ndodh një lëvizje që shqetëson fushën, procesori merr vendim bazuar në vlerat e futura më parë.

Nëse vendos në përputhje me rrethanat, sinjali i alarmit aktivizohet.

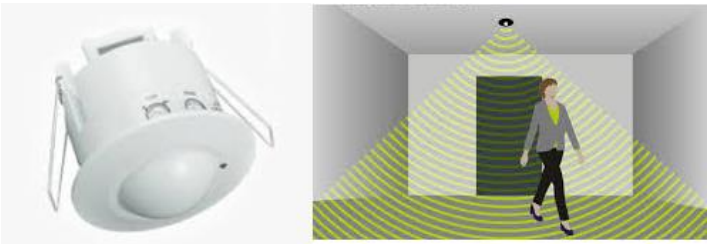


Figura 6.24: Sensori mikrovalor

**Detektorët ultrazanor** janë sensorë lëvizjeje që lëshojnë ultratinguj në rajonin që mbrojnë dhe regjistrojnë një valë të caktuar të reflektuar nga mjedisi. Nëse ka ndërhyrje në dhomë, fusha e valës shqetësohet dhe sinjali i reflektuar ia jep atë informacion sensorit, i cili e aktivizon alarmin.

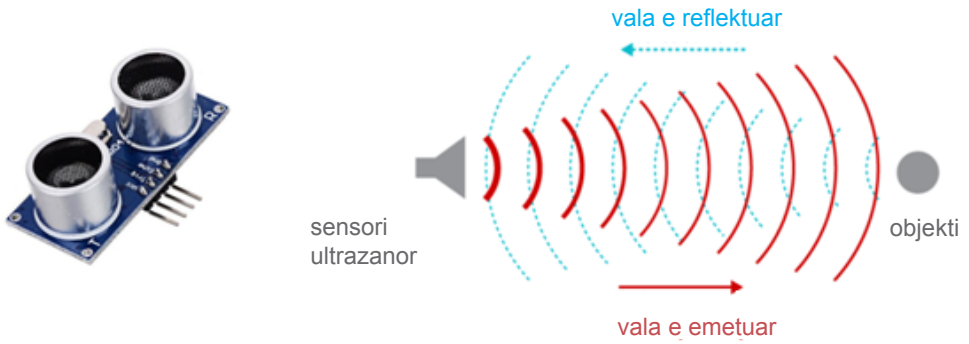



Figura 6.25: Sensori ultrazanor dhe parimi i funksionimit të tij

Ka edhe të ashtuquajturit **detektorë të dyfishtë**: PIR/mikrovaorë dhe PIR/tultrazanor, të cilët përdorin kombinim sensorësh për të reduktuar numrin e alarmeve "false", pasi është e nevojshme që aktivizimi i alarmit të marrë sinjale si nga ndryshimi termik, ashtu edhe nga lëvizja.

**Detektorët fotoelektrikë** (të quajtur trarë) përdoren gjerësisht në objekte si: garazhe, magazina, shkolla apo zyra. Sistemi përbëhet nga transmetuesi që përdor dioda LED dhe marrësi që përdor celulë fotoelektrike.

Figura 6.26: Detektorët fotoelektrikë

Drita nga transmetuesi në marrës formon "rrjet", i cili nëse ndërpritet, domethënë marrësi nuk mund të marrë të paktën 90% të dritës nga transmetuesi në periudhë të caktuar kohore, aktivizohet alarmi. Këto sisteme kërkojnë mirëmbajtje të rregullt.

## MOS HARRO SE..!

- **Sistemi i alarmit është sistem që përmban elemente elektronike, elektrike dhe elektromekanike dhe siguron një shkallë të caktuar mbrojtjeje ndaj një ose më shumë rreziqeve ose kërcënimeve.**
- **Njësitë sensore gjenerojnë një përgjigje elektrike në njësinë e përpunimit pas regjistrimit të rrezikut.**
- **Ndërprerësit janë sensorë më të thjesht dhe më të përdorur elektromekanikë.**

- Termostatet janë ndërprerës që aktivizohen nga temperatura dhe zakonisht janë nga bimetali.
- Ndërprerësit me çelës janë ndërprerësit elektrikë që çaktivizohen duke vendosur një ndërprerës në kushinetën e mekanizmit.
- Ndërprerësit e kohës janë ndërprerës, gjendja e të cilëve (i hapur ose i mbyllur) kontrollohet nga koha.
- Ndërprerësit rid janë elemente sensorësh elektromekanikë më të përdorur, të cilët aktivizohen në fushë magnetike të përshtatshme.
- Sensorët elektrikë në sistemet e alarmit janë termistorët, termoçiftet, varistorët dhe mikrofonat.
- Sistemi elektronik i alarmit përbëhet nga një pajisje kontrolli, tastiera, sensorë, sirenë dhe pajisje speciale të sinjalizimit të dritës ose vibrimit.
- Sensorët e dyerve dhe dritareve janë ndërprerës magnetikë që aktivizojnë sinjalin e alarmit kur dera ose dritarja është e hapur.
- Sensorët e lëvizjes janë sensorë PIR, sensorë mikrovalor, detektorë tultrazanorë dhe fotoelektrikë.

## 6.3.5 ZILJA ELEKTRONIKE

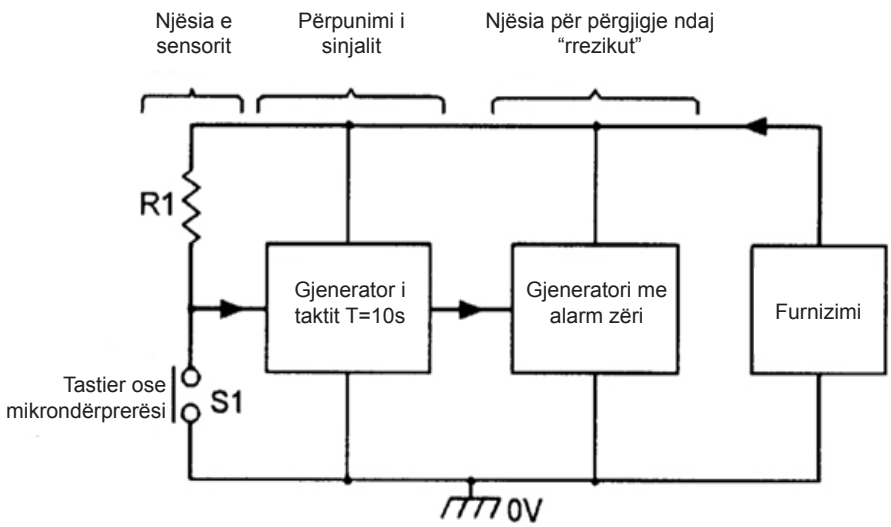



Figura 6.27: Zilja elektronike ose sinjalizimi për hyrje në shitore

Pavarësisht se si do të përdoret, si zile elektronike dere apo si sinjal për të hyrë në dhomë (dyqan), qarku funksionon në të njëjtin parim. Kur ndërprerësi $S_1$ mbyllet, ai aktivizon gjeneratorin e orës, i cili pas 10 sekondash e kyç gjeneratorin e alarmit. Aktiviteti i alarmit zanor përsëritet për sa kohë që ndërprerësi $S_1$ është i mbyllur.

## 6.3.6 SISTEMI I ALARMIT TË SHTËPIVE

Sistemi i alarmit aktivizohet nga ndërprerësi $S_2$ dhe sensorët $S_1$ përbëhen nga një numër ndërprerësish normalisht të mbyllur (zakonisht ndërprerësit rid ose magnetik), të lidhur në seri me derën ose dritaren që mbrohet. Ndërprerësi $S_1$ hapet kur dera ose dritarja hapen ose kur janë thyer.

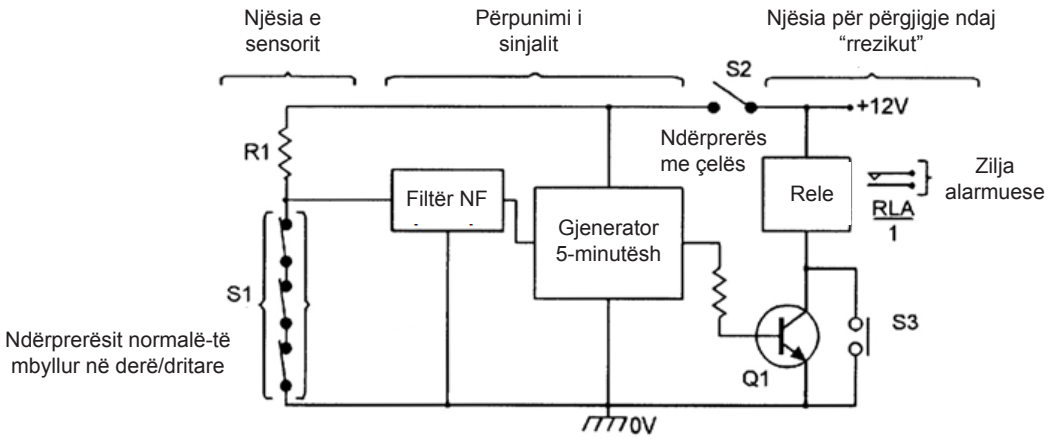



Figura 6.28: Sistemi i thjeshtë i alarmit në shtëpi

Filtri me lëshim-të ulët e aktivizon gjeneratorin e taktit me vonesë prej 200 ms, i cili e kyç relejën nëpërmjet transistorit $Q_1$. Releja nëpërmjet kontakteve të saj, e aktivizon zilen e alarmit.

Nga momenti i aktivizimit, zilja e alarmit do të shkyçet pasi të ketë kaluar periudha 5-minutëshe ose do të shkyçet ndërprerësi me çelës $S_2$.

Testimi i alarmit mund të kryhet me ose pa ndërprerësin me çelës $S_2$ duke shtypur ndërprerësin $S_3$, i cili mbyll direkt relejën.

## 6.3.7 SISTEMI I DETEKTIMIT TË LËVIZJES ME SENZORË PIR

Në figurën 6.29 tregohet një sistem modern i zbulimit të lëvizjes me sensor PIR pasiv infrared, i cili mund të përdoret automatikisht duke dhënë një alarm ose ndezje të dritave, pas regjistrimit të hyrjes në zonën e mbuluar nga rrezet infrared. Sensorët PIR zakonisht kanë rreze maksimale prej 12 m, kënd vertikal prej 15° dhe kënd horizontal prej 90° deri në 180°.

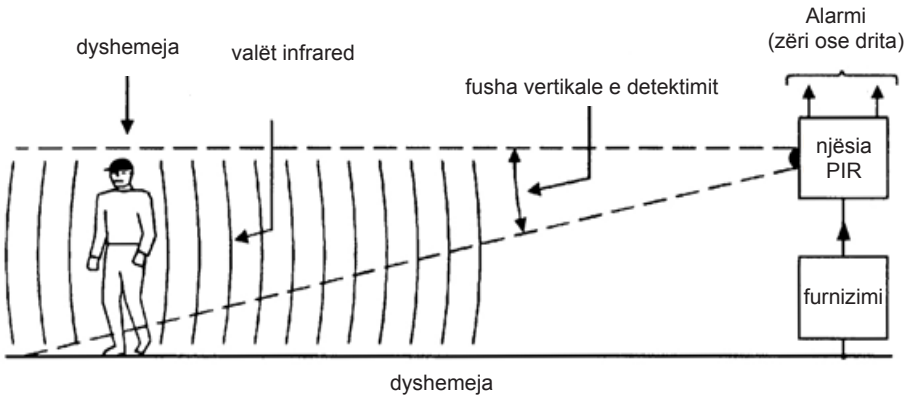



Figura 6.29: Zbulimi i lëvizjes me sensorë PIR

**Njësia PIR** zbulon gjithashtu rrezatime të vogla infra të kuqe, të krijuara nga trupi i njeriut, por reagon me alarm vetëm kur burimi i nxehtësisë depërton thellë në fushën e zbulimit. Shumica e sensorëve janë rezistent ndaj alarmeve "të rremë", ndonjëherë duke përfshirë rele të jashtme të mbyllur normalisht, e cila hapet me zbulimin e ndërhyrësit ose nëse energjia dështon ose hiqet. Njësitë e tilla duhet të kenë bateri 12 V dhe të funksionojnë me rryma prej 20 mA. Njësitë PIR kanë aplikim shumë të gjerë në sistemet e sigurisë.

## 6.3.8 SISTEMI I ALARMIT PA TELA

Qendra e sistemit të alarmit pa tela është paneli i kontrollit (pajisja), i cili përmban marrës me valë me dekoder dhe logjikë kontrolli, si dhe mini-sirenë të fuqishme. Dalja e tij mund të aktivizojë sirenën ose sinjalizimin e dritës.

Elementet detektuese (sensorët) kanë transmetues të vogël RF (radio-frekuencë) dhe antenë për të dërguar një sinjal të koduar në kushte të rrezikshme.

Të gjithë sensorët janë të pajisur me bateri, e cila është më së shpeshti me jetëgjatësi prej gjashtë muajsh.

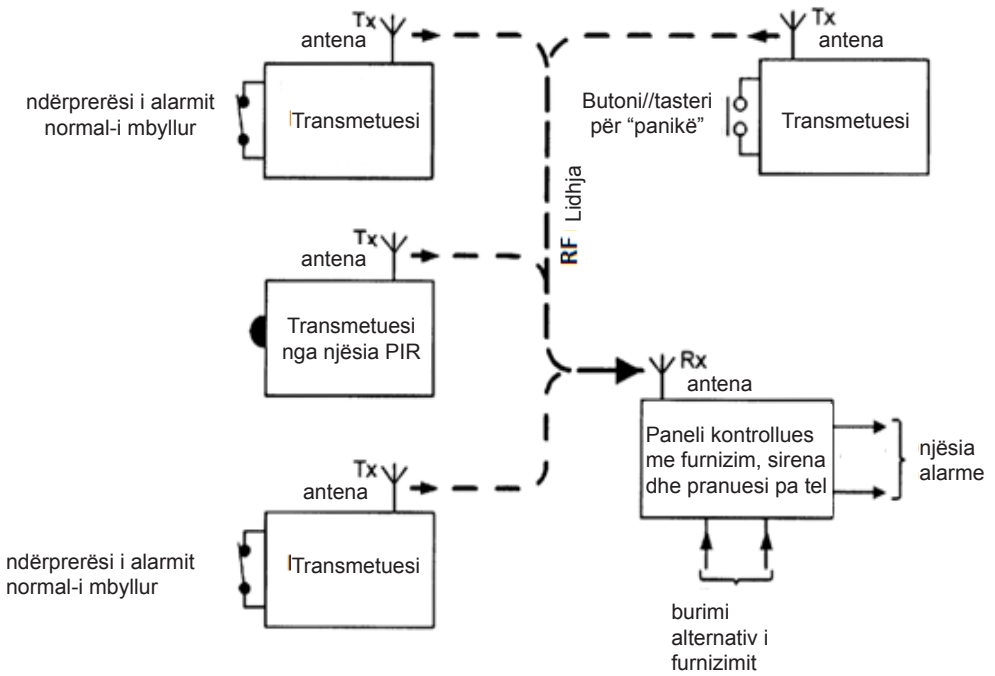



Figura 6.30: Sistemi i alarmit pa tela

Shumica e sistemeve të alarmit të shtëpisë mund të përdoren për të monitoruar katër deri në gjashtë zona (rajone) me elemente sensore të përshtatshme. Zakonisht përdoren tre lloje elementesh sensore:

- **Ndërprerësit e kontaktit** – dërgon sinjal kur një ose më shumë ndërprerës normalisht të mbyllur të lidhur në seri do të hapen; mbulojnë hapësira të çdo madhësie;
- **PIR** – dërgojnë sinjal kur ka lëvizje njerëzore në fushën që përfshijnë; mbulojnë zona me përmasa të kufizuara;
- **Butonat për „panik„** – dërgon sinjal kur shtypet butoni i duhur dhe përdoren për të mbrojtur kundër sulmit fizik ose kërcënimi të papritur; funksionojnë vetëm nëse janë brenda intervalit të komunikimit të marrësit të panelit të kontrollit.

Të gjithë këto elemente sensore dërgojnë gjithashtu sinjale në panelin e kontrollit, si paralajmërim për dështimin e baterisë, për ekzistimin e interferencave, etj.

## 6. 4 SISTEMET E SIGURISË

Sistemet e sigurisë përbëhen nga masat që një organizatë i ndërmerr për të mbrojtur pronën, jetën, materialet dhe hapësirën nga zjarri, dëmtimi, hyrja e paautorizuar, vjedhja dhe çdo veprimtari tjetër e pandershme, e paligjshme ose kriminale. Arkitektët dhe inxhinierët ofrojnë zgjidhje që janë efikase, por edhe me kosto efektive. Këto zgjidhje vlejnë për punonjësit, klientët dhe përdoruesit e tjerë të objektit.

Ekzistojnë sisteme të ndryshme sigurie dhe zgjidhje teknologjike:

- Sistemet CCTV për mbikëqyrje video
- Sistemet e kontrollit të pranisë
- Sistemet e alarmit
- Sistemet kundër zjarrit

Gjithsesi, mund të zbatohen edhe të gjitha këto zgjidhje në **sistem të integruar sigurie.**

### 6.4.1 VËZHGIMI VIDEO

Vëzhgimi video ose **CCTV** (Closed-circuit television) është përdorimi i videokamerave për të mbuluar një rajon të caktuar, të cilat transmetojnë sinjalin në vend të caktuar dhe e shfaqin atë në numër të caktuar monitorësh. CCTV ndryshon nga televizioni transmetues, në atë që sinjali nuk transmetohet në numër të pacaktuar përdoruesish, por vetëm pikë-për-pikë ose pikë-për-shumë pikë, duke përdorur tela ose me valë.

Qëllimi i këtij sistemi është të sigurojë mbikëqyrje për mbrojtjen e njerëzve, mallrave dhe sistemeve. Përdoret kryesisht si sistem sigurie, duke ofruar vëzhgim në sipërfaqe më të madhe pa afat, gjë që nuk mund të realizohet nga faktori njerëzor.

Përdoren për sigurimin e objekteve – dyqane, supermarkete, magazina, video mbikëqyrje të hapësirave publike për parandalimin dhe zgjidhjen e krimit, monitorimin e trafikut, ngjarjet sportive, në shkolla, shtëpi, etj.

Detyra e sistemit të vëzhgimit video është të gjejë, të përpunojë dhe të ruajë të dhënat që lidhen me sigurinë e hapësirës, e cila sistemin e mbulon. Shpesh sistemi

i vëzhgimit video përdoret si mjet shtesë, domethënë përdor mbulimin me video të zonës në kombinim me sistem alarmi ose sistem kontrolli qasës.

Sistemi i vëzhgimit video përbëhet nga një ose më shumë kamerave të lidhura në rrjet, përmes të cilave informacioni video dhe audio dërgohet në vend të caktuar qendror. Informacioni nuk është i disponueshëm publikisht. Ai mund të shikohet ose ruhet vetëm në medium specifik të ruajtjes së të dhënave.

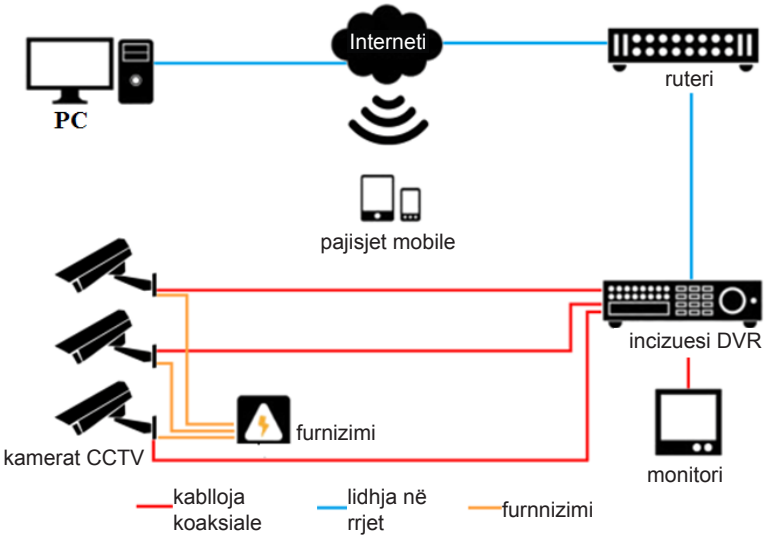



Figura 6.31: Vëzhgimi video me kamera analoge

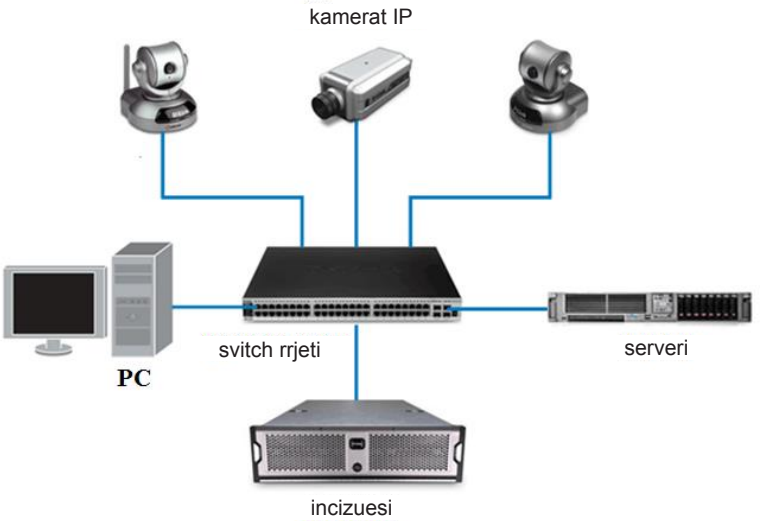



Figura 6.32: Vëzhgimi video me kamera digjitale (IP-Internet Protocol)

Sistemet e vëzhgimit video kanë komponentë të shumtë, në varësi të detyrës që duhet të kryejnë. Përbërësit kryesorë të tyre janë:

- Kamerat;
- Thjerrëzat;
- Transmetimi i të dhënave;
- Furnizimi me energji elektrike;
- Ndriçimi.

### 6.4.1.1 SOFTUERI PËR VIDEO MBIKËQYRJE

Duke pasur parasysh objektivat e sistemeve të mbrojtjes dhe progresin në zhvillimin teknologjik të komponentëve të tyre, ata sot janë të pashmangshëm. Dizajni i tyre përfshin llogaritje dhe parametra të caktuar, të cilët përdoren në përzgjedhjen e komponentëve me karakteristika të përshtatshme.

Parametrat bazë për projektimin e sistemit video-mbikëqyrjeje janë: thjerrëzat e kamerës, thellësia e fushës, këndi i mbulimit, parametrat e identifikimit të personit, kapaciteti i të dhënave, rënia e tensionit përgjatë gjatësisë së linjës, hapësira (media) për ruajtjen e të dhënave dhe shpejtësia dhe rrjedha e linjës së internetit, në mënyrë që të mund të shërbejë të gjitha kamerat e lidhura.

Për të kryer llogaritjet përdoren mjete softuerike. Përveç llogaritjes së parametrave të komponentëve të sistemit, ato përdoren edhe për modelimin e objekteve. Ka **mjete online** që janë të hapura për publikun dhe janë krijuar nga prodhuesit e komponentëve. Por ka edhe **mjete softuerike profesionale**, të cilat duhet të instalohen në kompjuter lokal përpara se të përdoren.

### 6.4.1.2 VEGLAT SOFTUERIKE ONLINE PËR DIZAJNIMIN E SISTEMIT TË SIGURISË CCTV

Veglat e mëposhtme falas në internet mund të përdoren për të përcaktuar parametrat e përbërësve individualë të sistemit të sigurisë:

**Kalkulatori për gjatësisë e fokusit të thjerrëzave** – Për të siguruar një cilësi të caktuar të fotografisë dhe për të llogaritur gjatësinë e fokusit të shiritit të kamerës, parametrat e mëposhtëm futen në kalkulator: rezolucioni (numri i pikselëve në metër gjatësi), gjerësia dhe lartësia e fushës së shikimit dhe distanca nga thjerrëza.

Procedura e kundërt gjithashtu është e mundur, për të futur gjatësinë e fokusit, dhe të llogariten të gjithë parametrat e lartpërmendur.


Figura 6.33: Kalkulatori i gjatësisë së fokusit të thjerrëzave

**Dizajnuesi i sistemit të sigurisë** – Ky mjet përdoret për të dizajnuar sistemin CCTV. Ai lejon shtimin e kamerave, pajisjeve regjistrimi, elementeve shtesë ose elementeve të rrjetit nga lista e tij e komponentëve. Për çdo komponent të shtuar mund të specifikohen parametrat e tij.

Ky projektues, për shembull, lejon të shihet "pamja" nga kamera: këndi i saj, lartësia dhe distanca nga objekti ose personi i vëzhguar. Mund të prodhojë gjithashtu fotografi, për të kontrolluar cilësinë e saj për parametrat e futur. Përllogaritet edhe madhësia e fotografisë, kështu që zgjidhet pajisja e regjistrimit, por llogaritet edhe kapaciteti i mediumit për ruajtjen e informacionit.

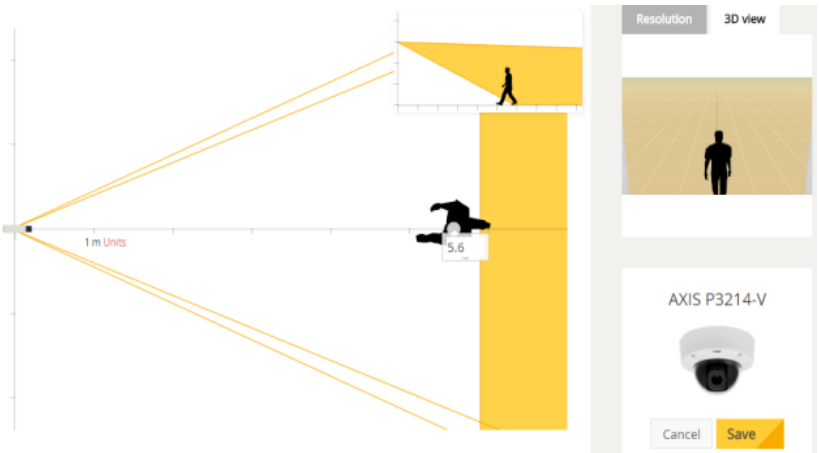



Figura 6.34: Dizajnuesi i sistemit të sigurisë

**Kalkulatori për kapacitetin e diskut të ngurtë** (HDD) – Pas futjes së të gjithë parametrave të sistemit, kalkulatori llogarit kapacitetin e nevojshëm të diskut për të ruajtur pamjet e kamerës. Parametrat e mëposhtëm janë të nevojshëm: rezolucioni i kamerave, dendësia (frekuenca) e fotografive, numri i kamerave dhe periudha kohore për regjistrim.

**Kalkulatori për rënien e e tensionit** – Llogarit rënien e tensionit përgjatë gjatësisë së linjës së transmetimit të sinjalit dhe të dhënave. Është e nevojshme të futen vlerat për tensionin e burimit të energjisë, rrymën, gjatësinë e kabllos dhe dobësimin për metër gjatësi për llojin e specifikuar të kabllos në fushat përkatëse (figura 6.35) dhe me shtypjen e butonit Calculate Voltage Drop fitohet rënia e tensionit.

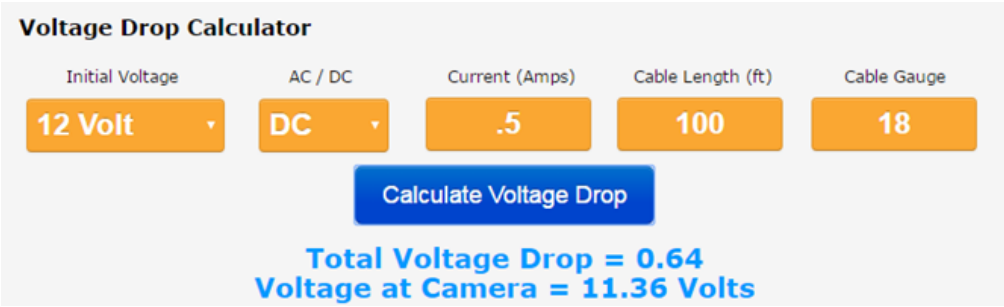



Figura 6.35: Llogaritësi i rënies së tensionit

**Kalkulatori për mbështetje me Google Maps** (GM-Google Maps) – Ky mjet lejon të shfaqet zona e dukshme nga kamera në hartë dhe cilësinë e fotografisë së saj. E përdor informacion dhe llogaritje nga Google Maps bazuar në parametrat e futur, kurse kamera mund të vendoset kudo në botë.

### 6.4.1.3 SOFTUERI KOMPJUTERIK PËR DIZAJNIMIN E SISTEMIT TË SIGURISË

**Microsoft Visio** është mjet i thjeshtë 2D që mund të krijojë sistem sigurie CCTV. Programi përfshin blloqe të paracaktuara, por elementet shtesë nga biblioteka e disponueshme mund të përfshihen në to. Blloqet janë të ndërlidhura nga pikat e lidhjes. Të dhënat nga blloqet individuale mund të lidhen me programe të tjera MS, si MS Excel ose MS SQL. Mjeti Vegla Visio gjithashtu është i disponueshëm në internet.

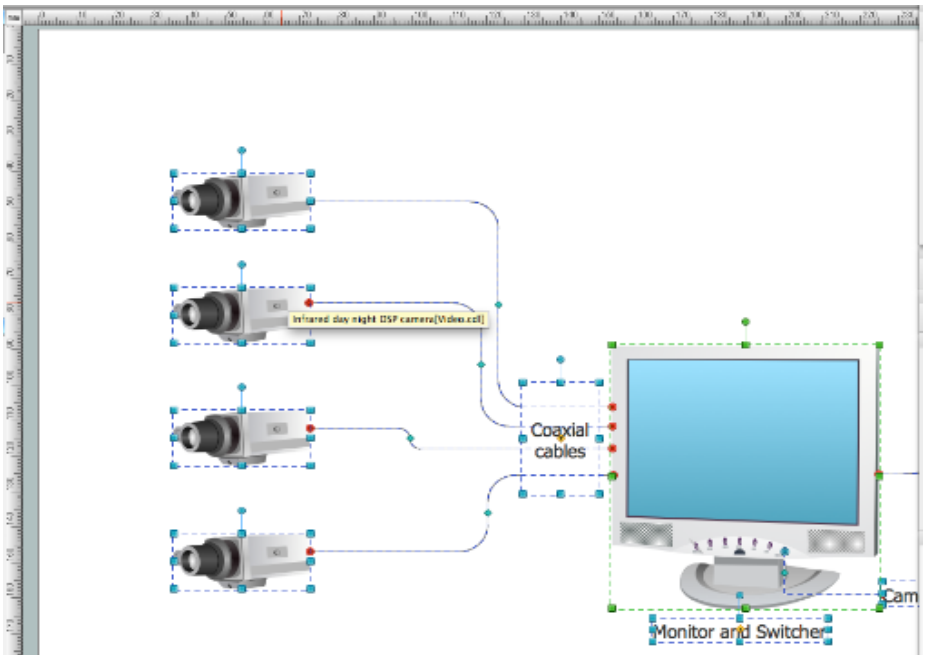



Figura 6.36: Sipërfaqja punuese në Microsoft Visio

**SketchUp** është program modelimi 3D dhe lejon modelimin e çdo objekti nga pjesa e brendshme ose për të gjithë ndërtesën. Vizatimi është më i lehtë sesa në softuerin profesional CAD. Ky mjet ka bibliotekë të madhe, me numër të madh objektesh – mobilje, dru, pajisje etj. Modelet e krijuara mund të transferohen në shumë programe të tjera, por edhe në sisteme CAD.

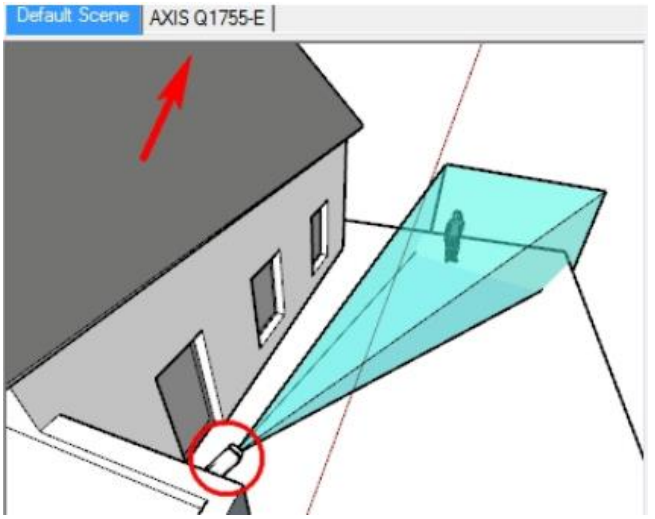



Figura 6.37: SketchUp

**AutoCAD** është softuer profesional që mbështet modelimin 2D dhe 3D. Modelimi 2D përdoret për sistemet CCTV. Përdoret kryesisht për të vendosur vendndodhjet për kabllot dhe komponentët e sistemit. Opsioni i matjë i distancës mund të përdoret gjithashtu këtu, për qëllimin e llogaritjes së gjatësisë totale të kabllove në sistemin e sigurisë.

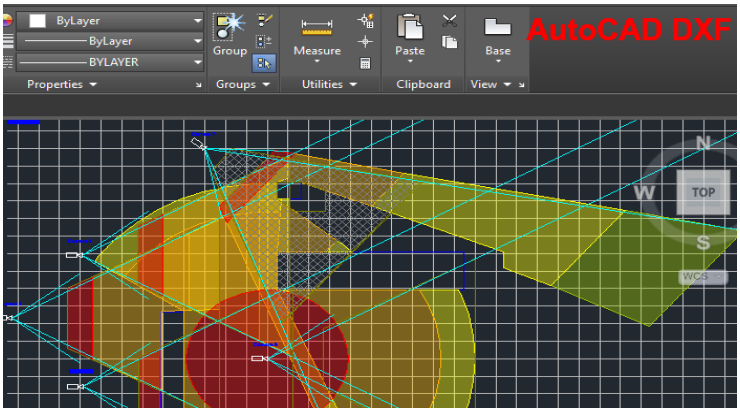



Figura 6.38: Mbikëqyrje në AutoCad

**CCTVCAD** është softuer për dizajnimin e sistemit CCTV me llogaritjet e përfshira, të cilat janë të nevojshme për të zgjedhur komponentët e përshtatshëm për sistemin. Mund të llogarisë gjatësinë e fokusit të një thjerrëze të kamerës, këndin e fushës së shikimit, të përcaktojë parametrat për zbulimin dhe identifikimin e personave, leximin e targave të automjeteve. Mund të llogarisë gjithashtu thellësinë e fushës, rënien e tensionit, si dhe ndriçimin e nevojshëm të hapësirës që mbron.

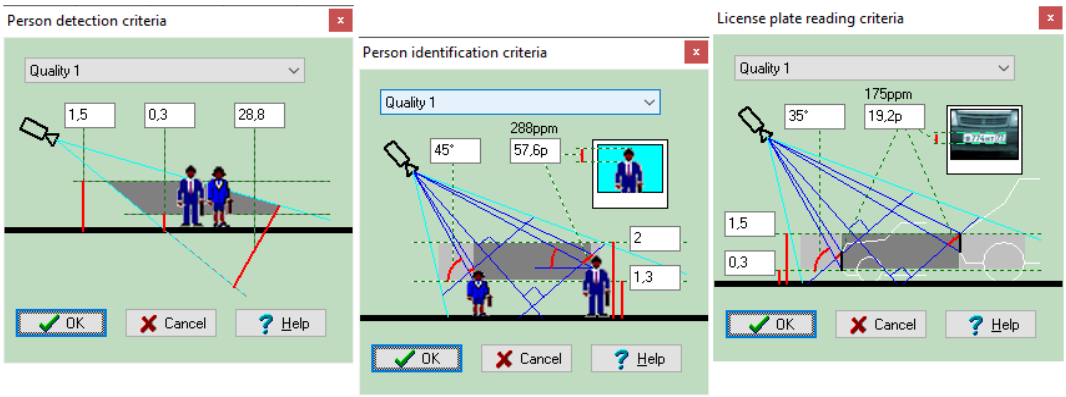



Figura 6.39: Llogaritjet e dimensioneve në projeksionin horizontal për zbulimin dhe identifikimin e njerëzve dhe leximin e targave të automjetit në CCTVCAD

Modelimi 2D dhe 3D mund të bëhet në programin CCTVCAD.

## 6.4.1.4 KONFIGURIMI DHE DIZAJNIMI I SISTEMIT TË SIGURISË CCTV

**JVSG** është softuer profesional për dizajnimin e sistemit CCTV për mbikëqyrje video, kështu që do të shpjegohet se si të konfigurohet softueri i nevojshëm për sistem CCTV përmes fazave të ndërtimit të tij.

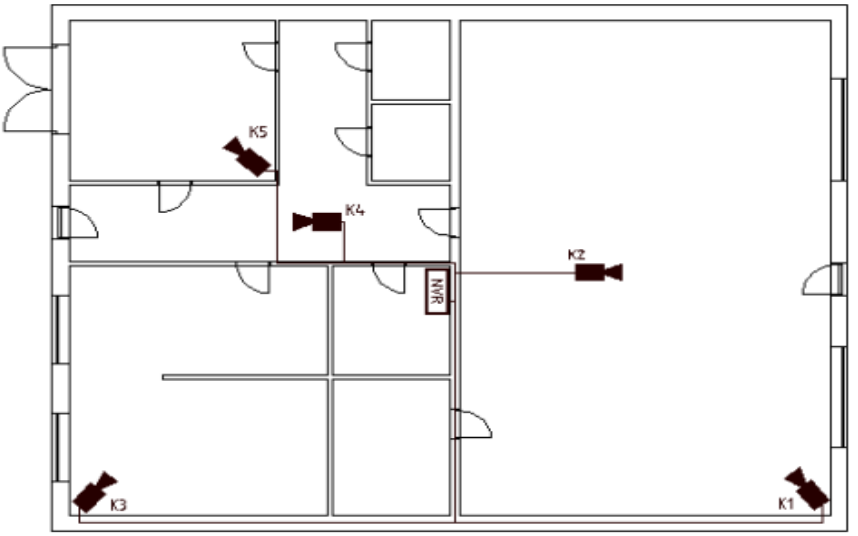



Figura 6.40: Pamje e objekteve të projektuara në mjedisin JVSG

Është e nevojshme të njihen përmasat dhe shtrirja e objekteve në hapësirën për të cilën projektohet sistemi i sigurisë. Objektet, të cilat krijohen në AutoCAD, importohen si sfond mbi të cilin bëhet modelimi në këtë program.

Figura 6.41: Modeli i hapësirës të dizajnuar në mjedisin JVSG

Konfigurimi i CCTV bëhet sipas renditjes së mëposhtëm:

1. **Përzgjedhja e kamerave dhe vendndodhja e tyre në studion JVSG** – Nëse, për shembull, pesë kamera IP (digjitale) (K1 në K5 nga Figura 6.40) nevojiten për mbikëqyrje video dhe ato duhet të lidhen me NVR (Network Video Recording) regjistrues në hapësirë në dhomën e kontrollit, lidhja bëhet me anë të një kablloje të përdredhur. Vendndodhjet për vendosjen e kamerave janë të përcaktuara sipas elementeve të dhomës që duhet të mbrohen. Të gjitha kamerat kanë lidhës energjie në portat e tyre, kështu që nuk kërkohet furnizim i veçantë me energji për secilën kamerë.


Figura 6.42: Vendndodhja e kamerës K1

Karakteristikat e kamerave përcaktohen në bazë të simulimit në mjedisin JSVG, i cili lejon një pamje paraprake të "pamjes" nga kamera.

Figura 6.43: "Pamje" nga Kamera K1 për modelin e dhënë

2. **Regjistruesi NVR** është i instaluar në hapësirë të veçantë dhe është i siguruar në rast të ndërprerjes së energjisë. Në të njëjtën hapësirë ndodhet paneli i kontrollit për sistemin e alarmit, prandaj kjo hapësirë është e pajisur edhe me sensor lëvizjeje PIR.

Kapaciteti i regjistrimit të regjistruesit NVR përcaktohet nga numri i kamerave (pesë) dhe nga frekuenca e fotografive për njësi të kohës (1s). Regjistruesi mund të lidhet me internetin nëpërmjet portit WAN (Wide Area Network).

3. **Hard disku** është mjet për arkivimin e materialeve të regjistruara dhe mund të vendoset të regjistrojë për periudhë të caktuar kohore (për shembull, katër ditët e fundit, pra 96 orë).
   Nga llogaritja përcaktohet se një hard disk me kapacitet prej 500 GB është i mjaftueshëm për parametrat e paracaktuar. Një nga ata parametra është që kamerat regjistrojnë me cilësi maksimale, vetëm nëse sensorët zbulojnë lëvizje në fushën e tyre të shikimit. Përndryshe, ata regjistrojnë në rezolucion të ulët.

## 6.4.2 SISTEMET E KONTROLLIT TË QASJES

Detyra e sistemeve të kontrollit të qasjes është të lejojë ose refuzojë qasjen e personave të caktuar në hapësirën e mbrojtur. Hapësira mund të jetë një hapësirë ose i gjithë objekti. Njëkohësisht kryhet kontrolli dhe arkivimi i qasjes së personave për të cilët është miratuar.

Kontrolli i qasjes arrihet duke përdorur elemente mekanikë, si brava dhe ndërprerësi, ose me zgjidhje të avancuara teknologjike.

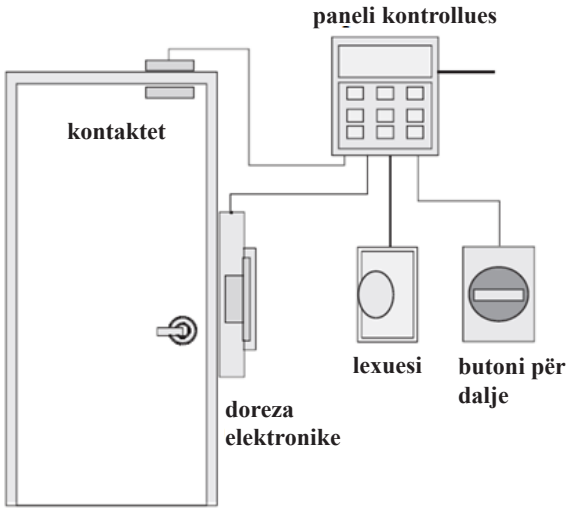



Figura 6.44: Elementet bazë dhe konfigurimi i sistemit me dorezë elektronike

Një zgjidhje e tillë është doreza elektrike ose elektronik. Mund të montohet direkt në derë, në kombinim me panel kontroll elektronik në vetë dorezën. Një zgjidhje shumë më e zakonshme është që kyçja elektronike të lidhet me sistem të kontrollit të qasjes. Ka versione të ndryshme, në varësi të aplikacionit – parkingje, transport publik, kantiere, etj.

Sistemi i kontrollit të qasjes mund të zbatohet duke përdorur:

- Kod (PIN)
- Kartelë
- Karakteristika biometrike.

## 6.4.3 SISTEMET E ALARMIT KUNDËR ZJARRIT

Funksioni i sistemit të alarmit kundër zjarrit është të zbulojë praninë e zjarrit në hapësirën që e mbron. Sistemi mund të aktivizohet automatikisht, manualisht ose në kombinim. Qëllimi i sistemeve të alarmit kundër zjarrit është të njoftojë njerëzit në objekt për nevojën e evakuimit në rast zjarri ose emergjence tjetër, të njoftojë shërbimin kundër zjarrit për ndihmën emergjente dhe të aktivizojë sisteme të tjera të lidhura me qëllim që të parandalojë zjarrin dhe tymin.

Për të përmbushur objektivat dhe funksionin e sistemeve të alarmit kundër zjarrit, është thelbësisht e saktë të zgjidhën dhe instalohen detektorë të përshtatshëm.

### 6.4.3.1 DETEKTORËT E ZJARRIT

Alarmi i zjarrit mund të aktivizohet manualisht ose automatikisht.

- **Komandimi manual** nënkupton aktivizimin e duhur të ndërprerësve që janë të mbrojtur me xham dhe aktivizohen nga persona që kanë vënë re tymin ose zjarrin.
- **Aktivizimi automatik** nënkupton përdorimin e detektorëve: termikë, detektorëve të tymit dhe detektorëve të zjarrit. Lloje të ndryshme detektorësh kanë shpejtësi dhe toleranca të ndryshme zbulimi. Për mbrojtje më të mirë përdoret kombinimi i detektorëve.

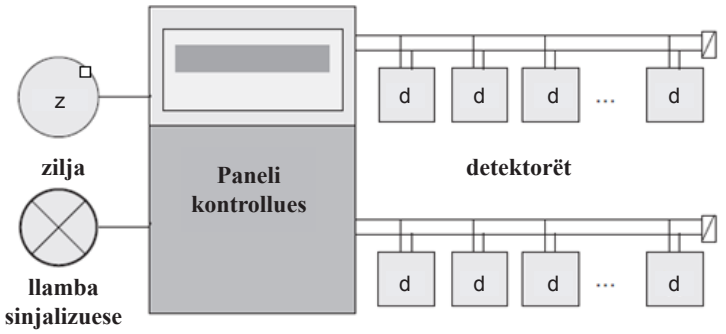



Figura 6.45: Paneli i kontrollit me detektorë dhe sinjalizues

**Detektorët e nxehtësisë** punojnë në parimin e zbulimit të ndryshimit të temperaturës së ambientit. Në rast të rritjes së tij mbi një prag zbulimi të paracaktuar, sinjali i alarmit do të aktivizohet.

Figura 6.46: Detektor i nxehtësisë

**Detektorët e tymit** punojnë në parimin e zbulimit të tymit në mjedis dhe dërgojnë sinjal të përshtatshëm në sistemin e alarmit. Ata kanë mekanizma dhe dizajne të ndryshme, por të zakonshmet janë: detektorë jonizues, fotoelektrikë dhe monoksid karboni/dioksid karboni. Detektorët fotoelektrikë në fakt janë sensorë të dritës. Ata përmbajnë gjithashtu burimi drite (LED infra të kuqe) dhe thjerrëza për përqendrimin e dritës në rreze drite drejt sensorit të dritës. Në mungesë të tymit rrezja e dritës lëviz në vijë të drejtë, por në prani të tymit rrezja e dritës zgjerohet dhe aktivizon sistemin e alarmit.

Figura 6.47: Detektor fotoelektrik i tymit

**Detektorët e zjarrit** e zbulojnë zjarrin drejtpërdrejt duke përdorur sensorë optikë. Detektorët e zakonshëm të zjarrit janë detektorë UV (ultraviolet), detektorë IR (infrared) dhe detektorë të kombinuar UV/IR.


detektori UV | detektori UV/IR | detektori IR

Figura 6.48: Detektorët e zjarrit

## MOS HARRO SE..!

- **Qëllimet e sistemeve të sigurisë janë mbrojtja e pronës, jetës, materialeve dhe hapësirave nga zjarri, dëmtimi, i hyrjes së paautorizuar, vjedhja dhe çdo gjë tjetër të pandershme, të paligjshme ose aktivitetet kriminale.**
- **Vëzhgimi video ose CCTV është përdorimi i kamerave video për të mbuluar një rajon të caktuar.**
- **Detyra e sistemit të vëzhgimit video është të gjejë, të përpunojë dhe të ruajë të dhënat e sigurisë së hapësirës.**
- **Informacioni nga sistemi i vëzhgimit video nuk është i disponueshëm publikisht.**
- **Parametrat bazë për projektimin e sistemit video të vëzhgimit janë: thjerrëzat e kamerës, thellësia e fushës, këndi i mbulimit, parametrat e identifikimit të personit, kapaciteti i të dhënave, rënia e tensionit, mediumi i ruajtjes së të dhënave, shpejtësia dhe rrjedha e linjës së internetit.**
- **Ekzistojnë mjete softuerike në internet dhe softuer kompjuterik për projektimin e sistemit të vëzhgimit video.**
- **Për të dizenjuar softuer për mbikëqyrje video, është e nevojshme të njihen përmasat dhe renditja e objekteve në hapësirë.**
- **Hard disku është mjet për arkivimin e materialeve të vëzhgimit me video të regjistruara.**
- **Detyra e sistemeve të kontrollit të qasjes është të lejojë ose të refuzojë qasjen e personave të caktuar në zonën e mbrojtur.**
- **Sistemi i alarmit të zjarrit ka për detyrë zbulimin e pranisë së zjarrit në hapësirën që e mbron.**

## Pyetje për verifikimin e njohurive nga njësia modulare 6

1. Çfarë është qarku elektronik?
2. Çfarë është pajisje elektronike?
3. Cili është qëllimi i qarqeve përforcuese?
4. Sa hyrje ka përforcuesi optik?
5. Çfarë është qarku gjenerator?
6. Çfarë lloje të oscilatorëve ekzistojnë?
7. Çfarë janë multivibratorët?
8. Cili lloj multivibratori funksionon edhe si qark gjenerator?
9. Çfarë funksioni kanë konvertuesit?
10. Çfarë konvertimi kryejnë konvertuesit AC/DC?
11. Cilët konvertues quhen çoperë?
12. Cilët konvertues e rregullojnë tensionin alternativ?
13. Cilët konvertues quhen inverterë?
14. Pse UPS quhet furnizim me energji të pandërprerë?
15. Cila është detyra e sistemit të alarmit?
16. Cilat janë elementet bazë të sistemit alarmi?
17. Cilët sensorë elektromekanikë përdoren në sistemet e alarmit?
18. Cilat elemente përdoren si sensorë elektrikë?
19. Me cilat lidhje të elementeve komutuese mund të realizohet alarmi zanor?
20. Çfarë është pajisja e aktivizimit të sistemit të alarmit?
21. Cilët sensorë përdoren si sensorë të lëvizjes?
22. Çfarë lloj ndërprerësish janë sensorët e dyerve dhe dritareve?
23. Çfarë do të thotë sistemi i sigurisë?
24. Çfarë është mbikëqyrja me video?
25. Cilat janë elementet e sistemit të vëzhgimit video?
26. Çfarë lloj kamerash ekzistojnë?
27. Cilat mjete softuerike ekzistojnë për dizajnimin e sistemit të vëzhgimit video?
28. Çka nënkuptohet me konfigurimin e sistemit të mbikëqyrjes me video?
29. Çfarë është hard disku në video vrojtimi?
30. Ku është instaluar bllokimi elektronik?
31. Cili është funksioni i sistemeve të alarmit nga zjarri?
32. Çfarë sensorë përdorin detektorët e zjarrit?

# VERIFIKIMI TEMATIK

## I Pyetje me rrumbullaksim
**(Rrethoni përgjigjet e sakta)**

1. Drejtues të komandueshëm janë:
   A. Konvertuesit AC në DC
   B. Konvertuesit AC në AC
   C. Konvertuesit DC në DC
   Ç. Konvertuesit DC në AC

2. Ndërprerës Rid janë:
   A. sensorët elektrikë
   B. sensorët elektromekanikë
   C. sensorët elektronikë

3. Sensorët mikrovalor në sistem alarmi janë sensorë për:
   A. derë
   B. tingull
   C. lëvizje

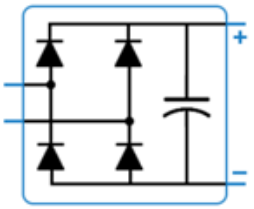
4. Materialet e regjistruara nga vëzhgimi video ruhen në:
   A. memorie flash
   B. hard drajv
   C. disk

5. Detektorët fotoelektrikë të tymit janë:
   A. sensorë magnetikë
   B. detektorë infrared
   C. sensorë të dritës
   Ç. sensorë ultravjollcë

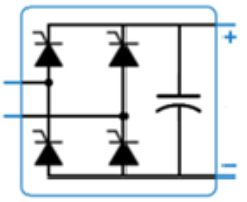
6. Detektorët infrared përdoren për të zbuluar:
   A. tymin
   B. thyerjen e dritares
   C. zjarrin

## II Pyetje për lidhje

7. Lidhni simbolet grafike me qarqet elektronike përkatëse:




1




2

Konvertues AC/DC _____

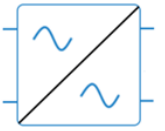
Drejtues me diodë _____

8. Lidhni simbolet grafike me qarqet elektronike përkatëse:

1

2

3



4

Konvertuesi AC/AC ____

Konvertuesi DC/DC ____

Konvertuesi DC/AC ____

Konvertuesi AC/DC ____

9. Lidhni fotografitë me sensorët përkatës:

1

2

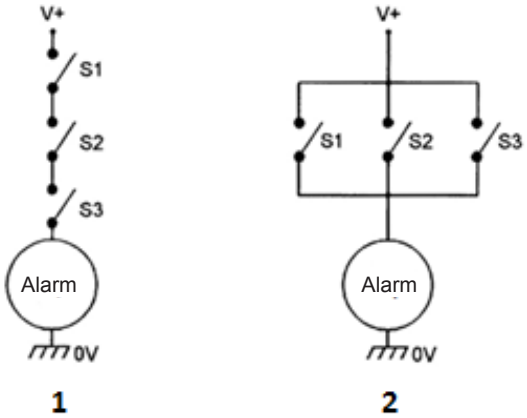
3

Sensori ultrazanor _____

Sensor fotoelektrik_____

Sensori i derës_____

10. Lidhni qarqet me lidhjet e duhura:




Qarku ndërprerësparalel _____

Qarku ndërprerës serik _____

## III Pyetje me plotësim

11. Pajisjet elektronike përbëhen nga _____.
12. Oscilatorët për tensionin sinusoidal quhen _____, kurse për tensionin josinusoidal quhen _____.
13. Multivibratorët janë qarqe me _____ gjendje të ndryshme.
14. Konvertuesit AC/AC konvertojnë tension nga _____ në tensionin _____.
15. Konvertuesit DC/DC e ndryshojnë _____ në tension.
16. Sistemi elektronik i alarmit, përveç qarqeve dhe pajisjeve elektronike, përdor edhe elemente të llojit _____ dhe _____.
17. Ndërprerësit e presionit sillen si ndërprerës _____.
18. Ndërprerësit e kohës janë ndërprerës, gjendja e të cilëve kontrollohet nga _____.
19. Mikrofonët janë konvertues _____.

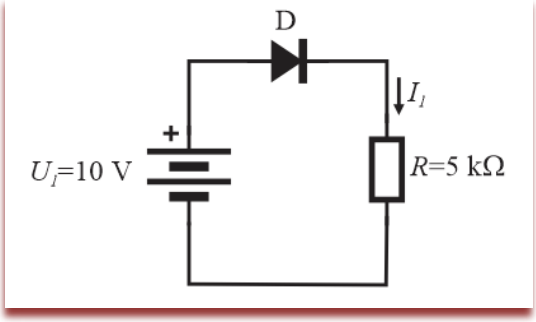
20. Pajisja e kontrollit (paneli) është _____ e sistemit të alarmit.
21. Sirena është pajisje elektronike që emiton një _____.
22. Sensorët e xhamit janë sensorë _____.
23. Sensorët PIR zbulojnë ndryshimin në rrezatimin _____.
24. Detektorët fotoelektrikë janë sensorë për _____.
25. Sistemi i vëzhgimit video njihet me emrin e shkurtër _____.
26. Sistemi i kontrollit të qasjes mund të kryhet me kod, kartelë dhe _____.
27. Aktivizimi manual i alarmit të zjarrit bëhet nga _____.
28. Detektorët e nxehtësisë regjistrojnë ndryshimin në _____.

# DETYRA

## dhe shembuj të zgjidhur

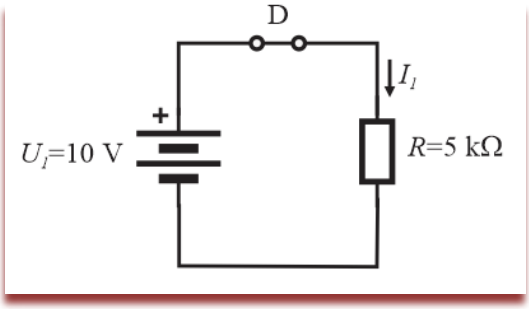
## Detyra

**1. Llogaritni** intensitetin e **rrymës $I_1$ në qarkun e diodës së dhënë në figurë, si dhe rënien e tensionit në diodën D dhe rezistencën e rezistorit R duke e marrë diodën si ideale (të përdoret model i diodës si ndërprerës).**




**Zgjidhje:**

Së pari përcaktohet polarizimi i diodës. Anoda e diodës është e lidhur me polin pozitiv të burimit, dioda është e polarizuar direkt. Duke marrë parasysh që dioda është ideale, do ta zëvendësojmë atë në qark me ndërprerës të mbyllur.

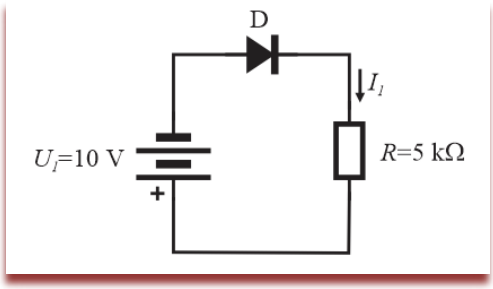



Rryma përmes rezistorit, sipas ligjit të Omit, llogaritet nga relacioni:

$$I_1 = \frac{U_1}{R} = \frac{10\ \text{V}}{5 \cdot 10^3\ \Omega} = 2\ \text{mA}$$

Për shkak të qarkut të shkurtër të diodës, $U_D$=0, tensioni i rezistencës do të jetë i barabartë me burimin e lidhur paralel, domethënë, i cili gjithashtu mund të llogaritet sipas:

$$U_R = R \cdot I_1 = 5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 10\ \text{V}$$




**2. Llogaritni rrymën në qarkun e diodës së dhënë në figurë, si dhe rënien e tensionit në diodë dhe në rezistencë, duke marrë diodën si ideale (të përdoret model i diodës si ndërprerës).**

**Zgjidhje:**

Dioda është e polarizuar invers, ajo zëvendësohet nga një ndërprerës i hapur.

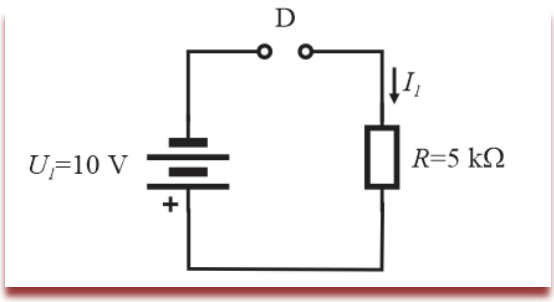
Nuk kalon rrymë në qark, $I_1 = 0$.

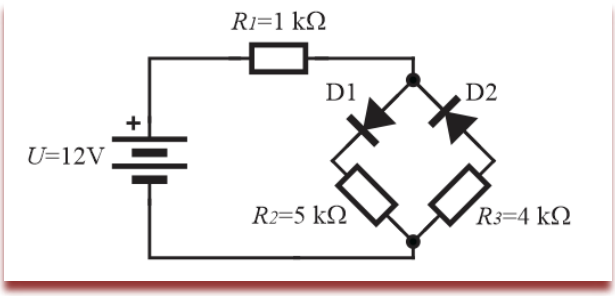
Për rënien e tensionit të rezistorit R fitohet:

$U_R = R \cdot I_1 = 5 \cdot 10^3 \cdot 0 = 0$ V

ndërsa tensioni nëpër diodë përcaktohet nga:

$U_D = -U = -10$ V



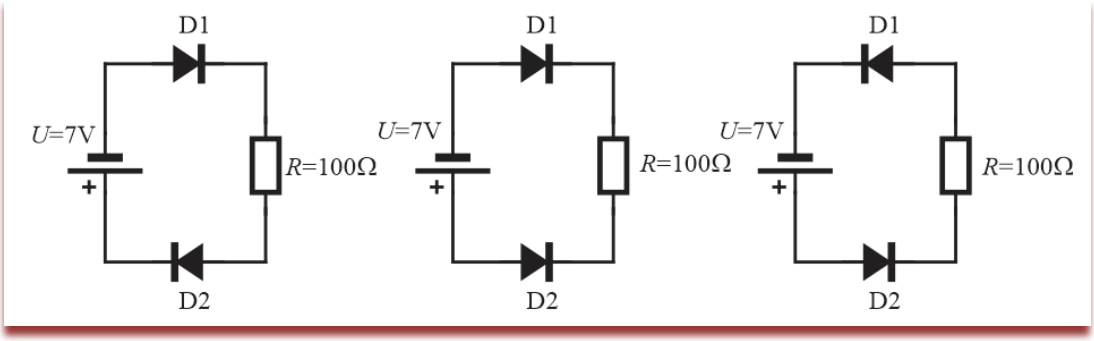

**3. Në qarkun e dhënë nga figura, llogaritni rrymat nëpër diodat $D_1$ dhe $D_2$ (përdorni një model të diodës si ndërprerës).**

**Zgjidhje:**

Dioda $D_1$ – me polarizuar direkt $I_{D1} = 2$ mA

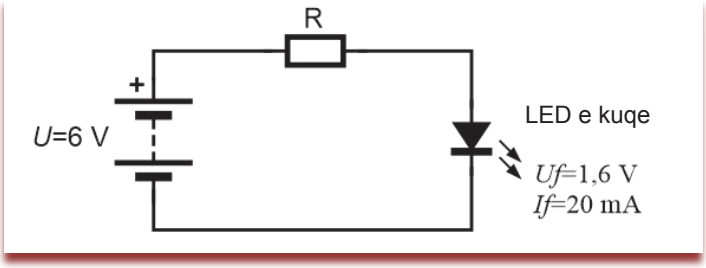
Dioda $D_2$ – me polarizim invers, $I_{D2} = 0$ A

**4. Llogaritni rrymën përmes rezistorit R për çdo qark të paraqitur në figurë, duke supozuar se diodat $D_1$ dhe $D_2$ janë dioda ideale.**




**Zgjidhje:** $I_1 = 0$, $I_2 = 0$, $I_3 = 70$ mA

**5. Për të llogaritur vlerën e rezistorit R dhe fuqia që fitohet në të, të lidhur në seri me dioda LED të kuqe me burim të tensionit njëkahësh elektrik prej 6 V.**




**Zgjidhje**

Sipas mënyrës së lidhjes së diodës me burimin $U$=6 V, mund të konstatohet se ajo është direkt e polarizuar. Sipas të dhënave të katalogut për diodën LED, në rrymë prej 20 mA, tensioni i përcjelljes së dioda LED të kuq është 1.8 V. ($I=If$, $UD=Uf$)

Rënia e tensionit në të gjithë rezistencën llogaritet nga relacioni i mëposhtëm:

$$U - U_D - U_R = 0 \qquad U_R = U - U_D = 6 - 1{,}8 = 4{,}2 \text{ V}$$

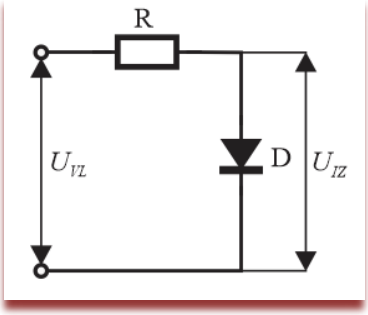
ndërsa rezistenca e tij përcaktohet nga shprehja:

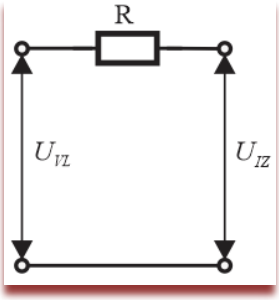
$$R = \frac{U_R}{I} = \frac{4{,}2}{20 \cdot 10^{-3}} = 210\ \Omega$$

Për fuqinë e rezistencës, fitohet:

$$PR = \text{U}R \cdot I = 4{,}2 \cdot 20 \cdot 10{-}3 = 84 \text{ mW}$$

**6. Në figurë tregohet kufizues i tensionit. Të vizatohet karakteristika e transferimit e qarkut.**

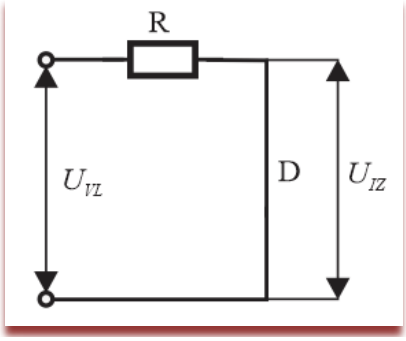


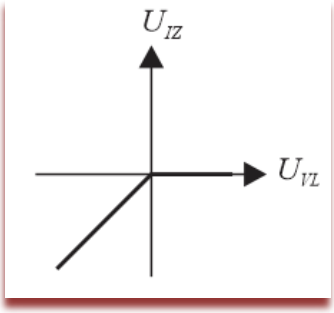




**Zgjidhje**

Së pari, qarku analizohet kur në hyrjen e tij aplikohen tensione negative ($U_{vl} < 0$). Në atë rast dioda është e polarizuar në mënyrë inverse, ekuivalente me ndërprerës të hapur, pa rrymë që rrjedh në qark. ($U_{IZ} = U_{vl}$)

Më pas qarku analizohet kur në hyrjen e tij aplikohen tensione pozitive ($U_{vl} > 0$). Në atë rast dioda është direkt e polarizuar, është e barabartë me ndërprerës të mbyllur, gjatë të cilit në qark rrjedh rryma I. ($U_{IZ} = 0$)

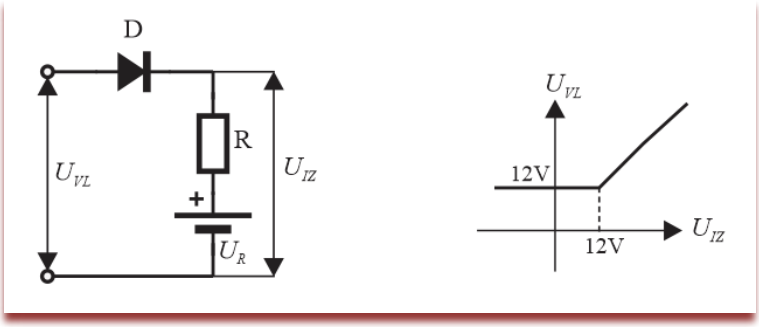


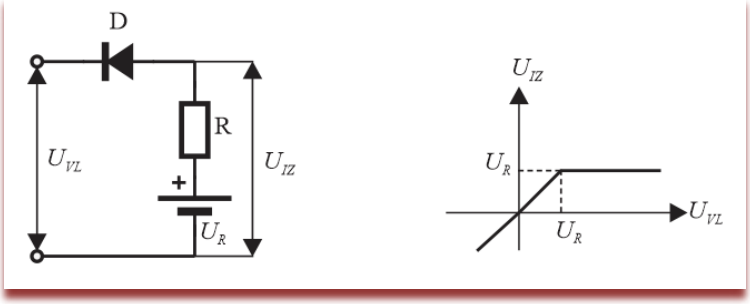

Karakteristika e transferimit të qarkut do të ketë formën e mëposhtme:

Qarku i analizuar është kufizues i tensionit nga lart.

**7. Për çdo qark nga figurat e dhëna vizatoni karakteristikën e transferimit ($U_R$ = 12 V).**

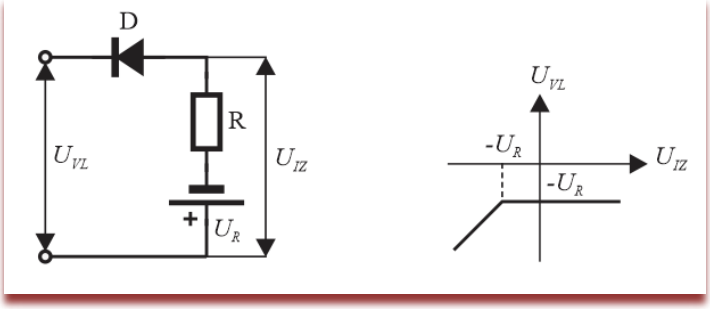



**Zgjidhje**

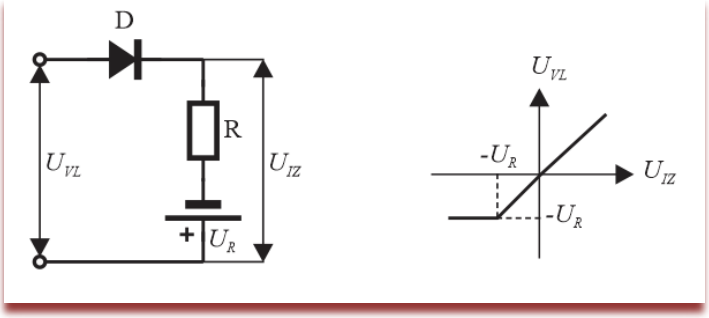



**Zgjidhje**

Detyra



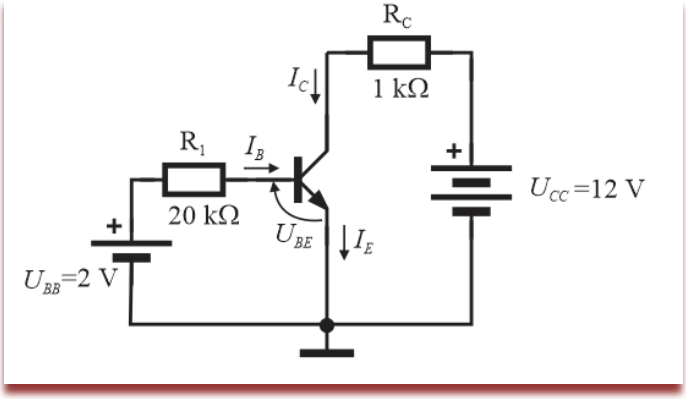

**Zgjidhje**




**Zgjidhje**

**8. Transistori në qark në figurë ka $\beta$ =100.**

**Lidhja e emiterit është e polarizuar direkt me burimin $U_{BB}$ = 2 V dhe ka tension $UBE \approx$ 0,7 V.**




**Të përcaktohet:**

**a) rryma e bazës $I_B$;**
**b) rryma e kolektorit $I_c$;**
**c) tensioni i kolektorit $U_{CE}$.**

**Zgjidhje:**

a) Rryma bazë përcaktohet nga qarku bazë-emiter:

$$U_{BB} - R_1 \cdot I_B - U_{BE} = 0$$

nga ku për rrymën bazë $I_B$ fitohet:

$$I_B = \frac{U_{BB} - U_{BE}}{R_1} = \frac{2 - 0{,}7}{20 \cdot 10^3} = 65\ \mu A$$

b) Rryma e kolektorit llogaritet sipas:

$$I_C = \beta \cdot I_B = 100 \cdot 65 \cdot 10 - 6 = 6{,}5\ mA$$

c) Tensioni i kolektorit përcaktohet nga qarku emiter-kolektor:

$$U_{CC} - R_C \cdot I_C - U_{CE} = 0$$

nga ku për tensionin $U_{CE}$ fitohet:

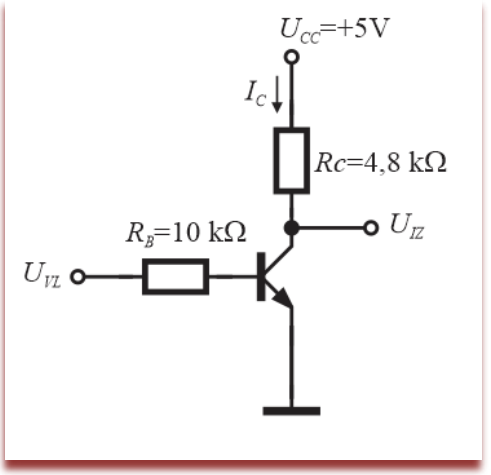
$$U_{CE} = U_{CC} - R_C \cdot I_C = 12 - 1 \cdot 10^3 \cdot 6{,}5 \cdot 10^{-3} = 5{,}5\ V$$

**9. Në figurën në qark, në të cilin transistori punon si ndërprerës, jepen vlerat e mëposhtme për transistorit:**

***$U_{BES}$ = 0,2 V, $U_{BE}$ = 0,6 V* dhe *β = 50.***

**a) Përcaktoni vlerën minimale të tensionit të hyrjes me të cilin transistori është sjellë në ngopje;**

**b) Përcaktoni vlerën e kërkuar të tensionit të hyrjes me të cilin transistori futet në regjimin jopërçues.**




**Zgjidhje:**

a) Rryma kolektore e transistorit kur hyn në ngopje është:

$$I_{CS} = \frac{U_{CC} - U_{CES}}{R_C} = \frac{5 - 0{,}2}{4{,}8 \cdot 10^3} = 1\ mA$$

Rryma bazë llogaritet sipas kushtit $I_{CS} = \beta \cdot I_B$ nga ku:

$$I_B = \frac{I_{CS}}{\beta} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{50} = 0{,}02\ mA$$

Ne do të përcaktojmë vlerën minimale të tensionit të hyrjes $U_{VL}$ përmes:

$$U_{VL} = R_B \cdot I_B + U_{BE} = 10 \cdot 10^3 \cdot 0{,}02 \cdot 10^{-3} + 0{,}6 = 0{,}2 + 0{,}6 = 0{,}8\ V$$

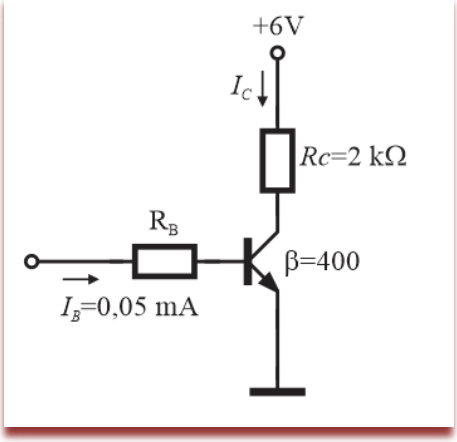
Për çdo vlerë të tensionit të hyrjes dhe rrymës së bazës më të madhe se ajo e llogaritur, transistori do të jetë në ngopje të thellë. Plotësimi i këtij kushti siguron aplikimin e çdo transistori të llojit të zgjedhur me toleranca të gjera të faktorit $\beta$. Niveli i tensionit të daljes prej 0.2 V konsiderohet si nivel i tensionit të ulët dhe transistori si ndërprerës i mbyllur.

b) Transistori do të jetë në kufirin e mospërçueshmërisë kur rryma e bazës është zero, tensioni bazë-kolektor është më i vogël se 0,7 V.

Nga kjo rrjedh se tensioni i hyrjes është $Uvl < 0{,}7$ V, rryma e kolektorit është $IC = 0$, kurse për tensionin e kolektorit fitohet:

$$U_{CE} = U_{CC} \approx U_{IZ}$$

**10. Llogaritni rrymën përmes rezistorit $R_C$ kur transistori është në ngopje.**




**Zgjidhje:**

Dihet se për transistorin në regjimin e ngopjes, tensioni $U_{CE}$ është 0.2 V. Prandaj, nga ekuacioni i qarkut të kolektorit:

$$U_{CE} = U_{CC} - R_C \cdot I_C$$

fitohet:

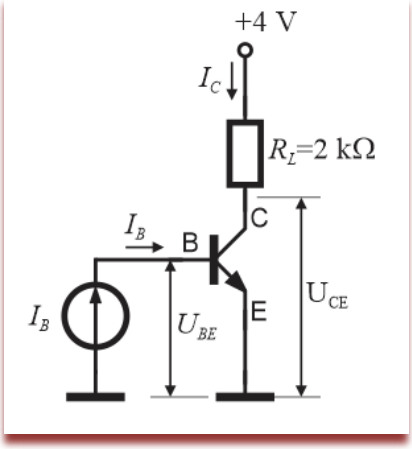
$$I_C = \frac{U_{CC} - U_{CE}}{R_C} = \frac{6 - 0{,}2}{2 \cdot 10^3} = 2{,}9\ mA$$

Në qark jepet vlera e rrymës bazë $I_B$, pra duke aplikuar relacionin ndërmjet rrymave:

$\beta = \frac{I_C}{I_B}$, , për $I_C$ është marrë vlera: $I_C = \beta \cdot I_B = 0{,}05 \cdot 10{-}3 \cdot 400 = 20$ mA,

që paraqet gjendje të pamundur në të cilën do të fitohej vlerë negative për tensionin $U_{BE}$. Kjo na tregon se, kur transistori është në ngopje, rryma e kolektorit nuk kontrollohet nga rryma e bazës. Prandaj, në rajonin e ngopjes duhet të llogaritet rryma e kolektorit nga qarku i kolektorit.

**11. Përcaktoni $U_{CE}$ dhe $I_C$ për vlerat e dhëna të $I_B$ dhe përcaktoni regjimin e punës së transistorit nga qarku në figurë.**

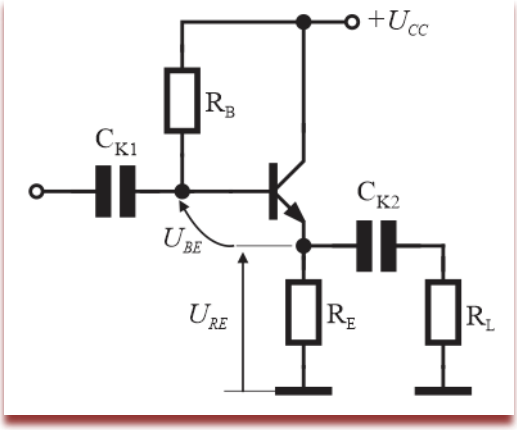



**a) $I_B$ = 0,**
**b) $I_B$ = 20 μA,**
**c) $I_B$ = 60 μA,**

**Zgjidhje:**

a) $I_C = 0$, $U_{CE} = +4$ V jopërçueshmëri,
b) $I_C = 0{,}8$ mA, $U_{CE} = 2{,}4$ V zonë aktive normale,
c) $I_C = 2{,}4$ mA, $U_{CE} = 0{,}2$ V në kufirin e ngopjes.

**12. Të llogaritet vlera e rezistorit $R_E$ për qarkun e dhënë.**

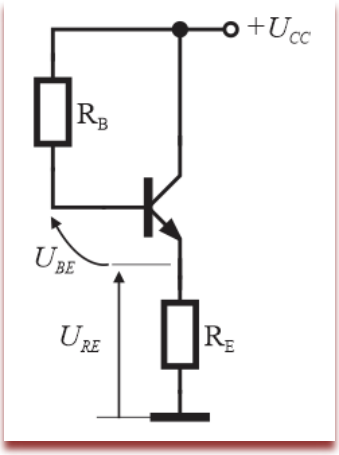



**$U_{CC}$ = 6V; $U_{RE}$ = 2,4 V; $U_{BE}$ = 0,6 V;**

**$\beta$ = 100; $RB$ = 300 kΩ.**

**Zgjidhje:**

$\beta = \dfrac{I_C}{I_B}$; nga e cila për $I_C$ marrim:




$$I_C = I_B \cdot \beta$$

$$I_B = \frac{U_{CC} - U_{BE} - U_{RE}}{R_B} = \frac{6 - 0{,}6 - 2{,}4}{300 \cdot 10^3} = 0{,}01 \text{ mA}$$

$$I_B = 10 \text{ μA}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 100 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 1 \text{ mA}$$

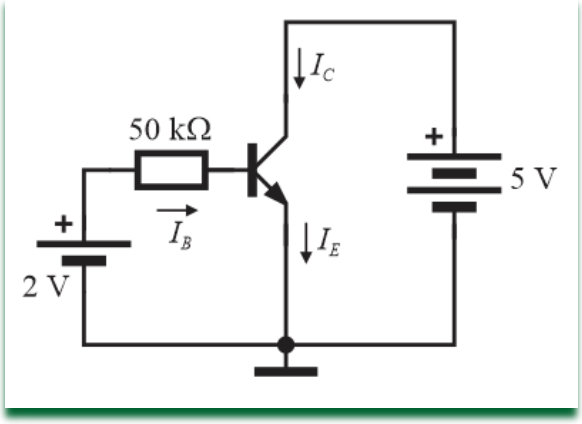
$$R_E = \frac{U_{RE}}{I_C + I_B} = \frac{2{,}4}{1 \cdot 10^{-3} + 0{,}01 \cdot 10^{-3}} = 2{,}376 \text{ kΩ}$$

Detyra

**13. Transistori-NPN në qarkun e treguar ka $\beta$ = 100 dhe kalimi i emiterit është i polarizuar direkt në $U_{BE}$ = 0,6 V.**

**a) Në cilin regjim funksionon transistori?**

**b) Llogaritni rrymat e bazës, emiterit dhe kolektorit.**

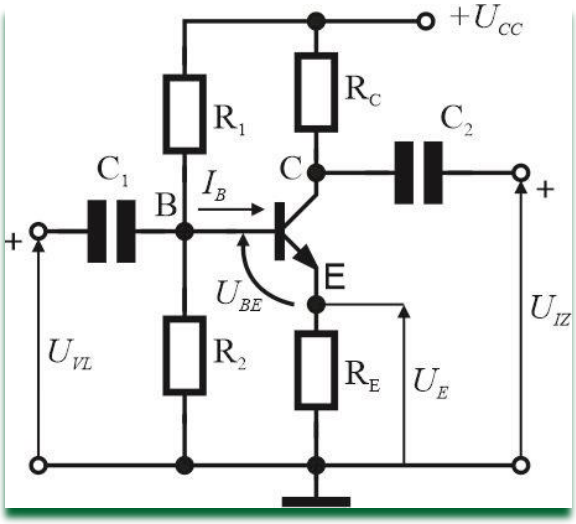



**Zgjidhje:**

a) $U_{BE}$ = 5 V, regjimi i përçueshmërisë,

b) $I_B$ = 28 μA, $I_C$ = 2,8 mA, $I_E$ = 2,828 mA.

**14. Për qarkun e përforcuesit me emiterit të përbashkët, të dhënë në figurë, përcaktoni rrymën e emiterit nëse jepet:**
**$R_1$ = 3 kΩ, $R_2$ = 1 kΩ, $R_C$ = 4 kΩ, $R_E$ = 1,5 kΩ, $U_{BE}$ = 0,7 V,**
**$U_{CC}$ = 10V.**




**Zgjidhje:**
Me ndarësin e tensionit $R_1$–$R_2$ fitohet tensioni i bazës $U_B$:

$$U_B = U_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10 \cdot \frac{1 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^3} = 2{,}5 \text{ V}$$

Nga ekuacioni $U_B = U_{BE} + R_E \cdot I_E$ fitohet:

$$I_E = \frac{U_B - U_{BE}}{R_E} = \frac{2{,}5 - 0{,}7}{1{,}5 \cdot 10^3} = 1{,}2 \text{ mA}$$

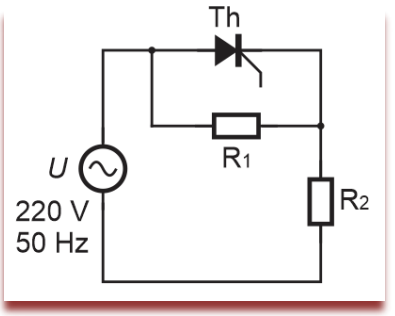
$$I_{R1} = I_{R1} = \frac{U_{CC}}{R_1 + R_2} = \frac{10}{3 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^3} = 2{,}5 \text{ mA}$$

Vërehet se vlera e $\beta$ nuk është përfshirë në këto llogaritje. Arsyeja është supozimi që thotë se rryma $I_B$ nuk ndikon në vlerën e $U_B$. Nëse supozojmë një vlerë prej 100 për $\beta$, fitohet:

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = \frac{1{,}2 \cdot 10^{-3}}{100 + 1} = 0{,}0118 \text{ mA} \ll 2{,}5 \text{ mA}$$

që tregon arsyetimin e supozimit të përmendur.

**15. Fuqia totale e një ngrohësi të përbërë nga rezistorët $R_1$ dhe $R_2$ rregullohet nga tiristori. Për të llogaritur rezistencën e rezistorëve $R_1$ dhe $R_2$ për fuqi nga *Pmin*=1 kW në *Pmax*=2 kW kur këndi i përçueshmërisë ndryshon nga $\alpha=0^0$ në $\alpha=180^0$.**




**Zgjidhje:**

Për $\alpha=180^0$ tiristori nuk kyçet, fuqia *Pmin* = 1 kW zhvillohet në lidhjen serike $R_1$-$R_2$.

$$Pmin = \frac{U^2}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 + R_2 = \frac{U^2}{Pmin} = \frac{220^2}{1000} = 48{,}4\ \Omega$$

Për $\alpha=0^0$, tiristori kyçet gjatë gjithë gjysmëciklit pozitiv, ndërsa fuqia *Pmin* = 2 kW zhvillohet në rezistorë.

Kontributi i rezistorit $R_2$ në fuqinë totale në gjysmë-ciklin pozitiv përcaktohet nga:

$$Pmax_+ = \frac{1}{2} \cdot \frac{U^2}{R_2}$$

Kontributi në fuqinë totale të lidhjes serike $R_1$-$R_2$ në gjysmëciklin negativ përcaktohet nga:

$$Pmax_- = \frac{1}{2} \cdot \frac{U^2}{R_1 + R_2}$$

Detyra

Fuqia totale për të gjithë periudhën llogaritet si shuma e fuqisë për gjysmën e periudhave pozitive dhe negative:

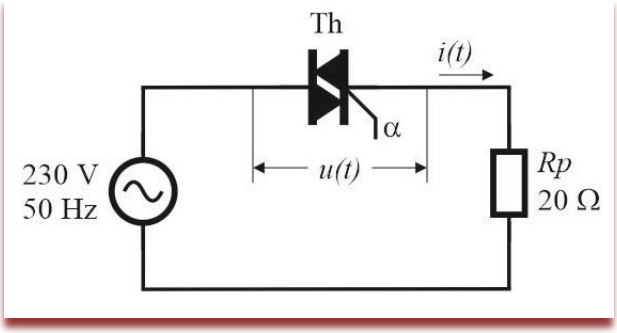
$$Pmax = Pmax_{+} + Pmax_{-} = \frac{1}{2} \cdot U^2 \cdot \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1 + R_2}\right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{U^2}{R_2} + \frac{1}{2} \cdot Pmin$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{U^2}{R_2} = Pmax - \frac{1}{2} Pmin$$

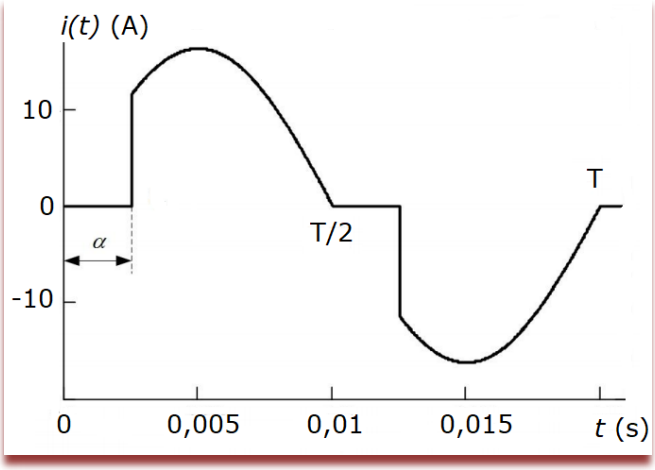
$$R_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{U^2}{Pmax - \frac{1}{2} \cdot Pmin} = \frac{1}{2} \cdot \frac{220^2}{2000 - \frac{1}{2} \cdot 1000} = 16{,}13\ \Omega$$

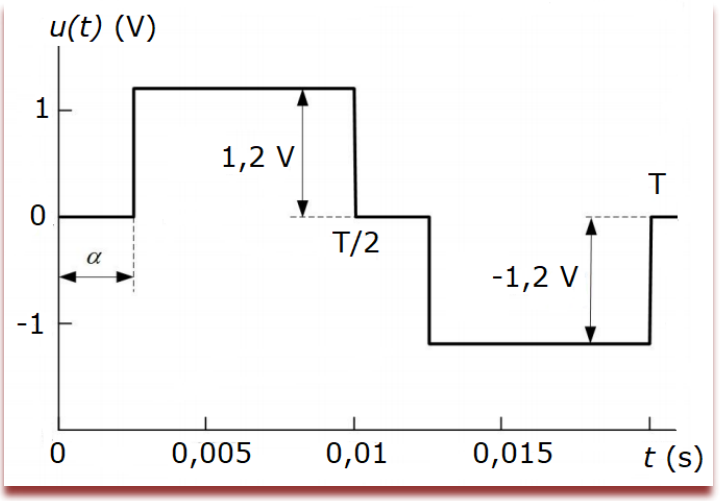
$$R_1 = (R_1 + R_2) - R_2 = 48{,}4 - 16{,}13 = 32{,}27\ \Omega$$

**16. Triaku në qarkun e paraqitur ka rënie të tensionit prej 1,2 V. Vizatoni diagramet kohore të rrymës në qarkun e dhënë *i(t)* dhe tensionin e triakut *u*(*t*)!**

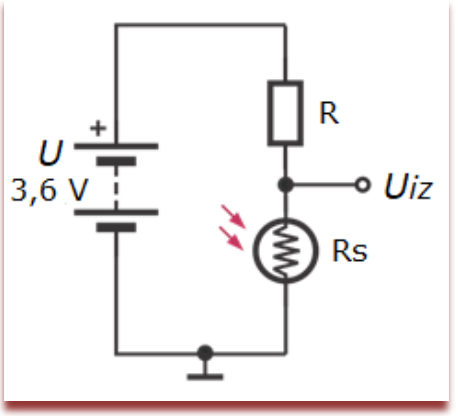



**Zgjidhje:**






**17. Kur ndriçimi i ambientit bie nën një vlerë të caktuar, rezistenca e fotorezistorit rritet në vlerë *Rs* = 100 kΩ në mënyrë që fitohet tensioni i daljes $U_{IZ}$ = 1.2 V. Përcaktoni vlerën e rezistorit R lidhur në seri me *Rs*.**




**Zgjidhje:**

$$Uiz = \frac{Rs}{R + Rs} \cdot U$$

$$R + Rs = Rs \cdot \frac{U}{Uiz}$$

$$R = Rs \cdot \frac{U}{Uiz} - Rs = Rs \cdot \frac{U - Uiz}{Uiz}$$

$$R = 100 \cdot 10^3 \cdot \frac{3{,}6 - 1{,}2}{1{,}2} = 100 \cdot 2 \cdot 10^3 = 200\ \text{k}\Omega$$

# Ushtrime laboratorike

## Elektronika

Për laboratorin/ kabinetin e elektronikës do të përdoren pajisje të përshtatshme për realizimin e ushtrimeve laboratorike.

1. **Burimi i furnizimit** – përdoret për të furnizimin e qarqeve elektrike, të cilat janë objekt i ekzaminimit në ushtrime, me tension njëkahësh elektrik. Tensioni i rregulluar i daljes si dhe rryma e daljes mund të shihen në ekranin e burimit.

2. **Gjeneratori i sinjalit** – gjeneron forma të ndryshme valore, duke rregulluar amplitudën e tyre, frekuencën dhe vlerën mesatare të tyre.

3. **Osciloskopi** – përdoret për monitorimin vizual të sinjalit në domenin kohor, si dhe për monitorimin vizual të varësive funksionale të dy sinjaleve.

4. **Instrumenti universal** – instrument me bateri, i cili me konfigurimin e lidhjeve dhe pozicionin e duhur të ndërprerësit për zonën matëse, ka funksionin e voltmetrit, ampermetrit dhe ommetrit. Duhet pasur kujdes gjatë përdorimit të instrumentit si ampermetër, të mos e lidhim atë në qark si voltmetër.

5. **PC-llogaritës** – përdoret në simulimin kompjuterik të funksionimit të qarqeve elektrike duke përdorur softuerin përkatës dhe përpunimin kompjuterik të rezultateve të fituara.

Mjetet e nevojshme për realizimin e ushtrimeve:

## UDHËZIME PËR REALIZIMIN E USHTRIMEVE LABORATORIKE

Nxënësi duhet të zbatojë njohuritë e fituara teorike në praktikë, të fitojë shkathtësi të caktuara dhe të zbatojë teknikat dhe metodat e duhura për të arritur qëllimin – punën e saktë të qarkun ose pajisjen. Ai gjithashtu duhet të përdorë disa llogaritje matematikore që të jetë në gjendje, kur është e nevojshme, të përcaktojë vlerat e elementeve dhe përbërësve me defekt dhe të zgjedhë të reja për zëvendësimin e tyre. Në të njëjtën kohë secila prej tyre do të duhet të përshtatet në vlerë të tillë, e cila do t'i sigurojë pajisjes në shqyrtim funksionimin optimal. Për ta arritur këtë dhe për t'u bërë teknik i aftë që mund të zgjidhë relativisht lehtë problemet e ardhshme të botës reale që do të hasë në praktikë, ai do të duhet të jetë shumë i angazhuar në orët e ushtrimeve laboratorike dhe të kryejë me sukses ushtrimet e vendosura, duke përdorur burime dhe resurse të ndryshme.

Në orët e ushtrimeve laboratorike nxënësi do të përdorë një sërë instrumentesh dhe mjetesh si p.sh., multimetrin digjital, saldatorin, darët etj.

Nxënësit do të fitojnë përvojë të vërtetë "praktike" duke aplikuar elemente dhe komponentë të vërtetë elektrikë dhe elektronikë, të cilat do t'i vendosin në tabela eksperimentale ose në bordet e qarkut të printuar (анг. **P**rinted **C**ircuit **B**oard, **PCB**). Më pas do të lidhin elementet dhe komponentët me përçues, ose linja bakri dhe kur është e nevojshme do të përdorin instrumente reale si multimetra universalë, osciloskopë, gjeneratorë funksional, si dhe burime energjie me vlera të rregullueshme, të përshtatshme për këtë qëllim.

Gjatë përpunimit të ushtrimeve vëmendje e madhe duhet t'i kushtohet udhëzimeve dhe drejtimeve të dhëna nga mësimdhësi. Është e detyrueshme të shkruhen më të rëndësishmet prej tyre. Pasi të kryhen detyrat e punës, do të duhet të regjistrohen edhe vëzhgimet dhe matjet individuale dhe prej tyre do të duhet të nxirren përfundime të rëndësishme.

Sa u përket ushtrimeve, ato sistemohen dhe caktohen në ushtrimet laboratorike, si grup i veçantë brenda çdo njësie tematike.

Pas përfundimit të çdo ushtrimi, është e nevojshme t'i dorëzohet mësimdhësit një raport, i cili përbëhet nga një përshkrim i aktiviteteve të ndërmarra nga nxënësi për kohën e performancës së saj. Prezantimi i rezultateve duhet të organizohet mirë dhe të finalizohet plotësisht.

Në fund të çdo raporti nxënësi përgatit një pjesë të shkurtër përmbyllëse, në të cilën përmblidhen rezultatet dhe diskutohen problemet dhe zgjidhjet. Qëllimi është të arrihet në fazën e sintezës dhe t'i jepet nxënësit një shans për të kuptuar se cilat synime afatshkurtra janë arritur nga ushtrimi në rrugën drejt përvetësimit të programit mësimor.

## E RËNDËSISHME!!!

**GJATË REALIZIMIT TË USHTRIMEVE LABORATORIKE NXËNËSIT DUHET TË VEPROJNË NË PËRPUTHJE ME KËRKESAT PËR ZBATIMIN E RREGULLOREVE DHE MKS-STANDARDEVE PËR MBROJTJEN E MJEDISIT DHE MBROJTJEN NË PUNË:**

✓ zbaton rregullat për sjelljen e duhur;
✓ praktikon shprehi të shëndetshme;
✓ respekton rregullimet për mbrojtjen në punë;
✓ përdor masa mbrojtëse në punë.

**Rregullat për sigurinë e nxënësve dhe pajisjeve**

**Goditja elektrike** ndodh më shpesh kur preken objektet përçuese të lidhura me tensionin e rrjetit të qytetit, që ndodh si rezultat i një dështimi aksidental të një instrumenti, trajtimit të pakujdesshëm të pajisjeve dhe instrumenteve dhe mosrespektimit të rregullave të sigurisë.

- ➢ Priza shuko në tabelën shpërndarëse dhe instrumentet janë vende ku duhet pasur kujdes maksimal gjatë kyçjes dhe shkyçjes së furnizimit me energji elektrike.
- ➢ Përçuesit jo të izoluar **NUK** duhet të preken me dorë.
- ➢ Instrumentet e përdorura për kryerjen e ushtrimeve në elektronikë, siç janë osciloskopi, gjeneratori sinjalizues dhe burimi i energjisë, janë të lidhura me tensionin e rrjetit. Në rast defekti, pjesët metalike të paizoluara të instrumentit mund të jenë nën tension prej 220 V. Prandaj, duhet të shmanget prekja e pjesëve të paizoluara në pjesën e pasme të instrumenteve me duar të zhveshura.

Ushtrime laboratorike

## Lëndimet mekanike

**Lëndimet me vegla apo pajisje laboratorike** – nëse përdoret një mjet (piskatore, kaçavidë, pincetë) është e nevojshme të përdoret me kujdes për të shmangur prerjet, gërvishtjet, dëmtimet e instrumenteve, materialit laboratorik ose gardërobës. E njëjta gjë vlen edhe për sondat e osciloskopëve dhe instrumenteve, kompasit, vizores dhe lapsit teknik.

**Lëndimet nga rrëzimi ose nga përplasja** – ndodhin si pasojë e lëvizjes nëpër klasë/laborator gjatë ushtrimeve dhe ekzistencës së pengesave mekanike (çanta shpine, xhaketa, karrige) ose ulje të pakujdesshme. Për të evituar këto lëndime është e nevojshme që xhaketat dhe çantat e shpinës të vendosen në vend të paracaktuar, të rregullohen karriget pas ushtrimeve dhe gjatë ushtrimeve nxënësit të sillen në mënyrë të përqëndruar dhe profesionale.

Gjatë realizimit të ushtrimeve laboratorike është e detyrueshme të zbatohen rregulloret dhe MKS-standardet për mbrojtjen e mjedisit dhe sigurinë në punë, të cilat zbatohen gjatë punës në elektronikë.

## MKS Standardet

Ekzistojnë lloje të ndryshme standardesh që lidhen dhe përfshijnë kërkesa dhe/ose rekomandime në lidhje me produktet, sistemet, proceset ose shërbimet. Standardet mund të përfaqësojnë gjithashtu mënyrën për të përshkruar metodat e matjes dhe testimit, ose për të krijuar terminologji të përbashkët brenda sektorit. Në fakt, standardet përfaqësojnë mënyrë dakorduese për të bërë gjërat.

Sipas përkufizimit, standardi është dokument i përgatitur me marrëveshje dhe i miratuar nga një organ i njohur, i cili ofron rregulla, udhëzime dhe karakteristika për aktivitete të caktuara ose për rezultatet e atyre aktiviteteve. Qëllimi është të arrihet shkallë optimale e rregullimit (unifikimit) në fushë të caktuar.

Standardet përgatiten dhe definohen përmes procesit të ndarjes së njohurive dhe ndërtimit të konsensusit ndërmjet ekspertëve teknikë. Standardi është dokument me aplikim vullnetar, kurse përbëhet nga specifikime teknike që bazohen në rezultatet e përvojës dhe zhvillimit teknologjik.

**Standardi maqedonas** mund të jetë identik me standard evropian (EN), ndërkombëtar (ISO/IEC) ose ndonjë standard tjetër kombëtar (DIN, BS...), por gjithashtu mund të jetë vetëm standard kombëtar, d.m.th i zhvilluar nga ekspertë dhe i miratuar si standard maqedonas. Ai nuk duhet të miratohet në nivel evropian ose ndërkombëtar, por organet evropiane të standardizimit duhet të njoftohen për të.

Sa i përket mbrojtjes së mjedisit dhe mbrojtjes në punë, në vendin tonë zbatohen standardet ndërkombëtare ISO4001 dhe ISO45001.

**ISO4001** është standard ndërkombëtar që përcakton parametrat që janë të nevojshëm për sistem funksional të drejtimit të mbrojtjes së mjedisit.

Qëllimet e këtij standardi janë:

Parandalimi i efekteve të dëmshme në mjedis.
Reduktimi i rreziqeve të mundshme të ndotjes, reduktimi i mbetjeve, kursimi i energjisë.
Marrja e masave të duhura për mbrojtjen e mjedisit.

**ISO45001** është standard që u mundëson organizatave të drejtojnë aspektet e shëndetit dhe sigurisë së aktiviteteve të biznesit, duke marrë parasysh me kujdes parandalimin e aksidenteve, reduktimin e rrezikut dhe mirëqenien e punonjësve. Qëllimi i standardit ISO45001 është të parandalojë ose reduktojë lëndimet në vendin e punës dhe të përmirësojë kushtet e punës.

Duke marrë parasysh fushën në të cilën duhet të punojnë nxënësit, do të theksojmë edhe standardin ISO50001, i cili i referohet drejtimit të energjisë.

**ISO50001** standardi specifikon në detaje kërkesat për sistem të drejtimit të energjisë, i cili i mundëson një organizate të zhvillojë dhe zbatojë politika dhe objektiva që përputhen me kërkesat ligjore dhe informacionin për aspekte të rëndësishme të energjisë.

Qëllimi i këtij standardi është të ndihmojë organizatat që të krijojnë një sistem procedurash dhe veprimesh që nevojiten për të përmirësuar efikasitetin e energjisë.

Drejtimi sistematik i energjisë do të kontribuojë më së shumti në uljen e kostove të energjisë dhe reduktimin e emetimeve të gazeve serrë.

# USHTRIMI LABORORATORIK NUMËR 1
# TESTIMI I DIODAVE DHE TRANSISTORËVE

**1⁰** Korrektësia e diodave kontrollohet me instrument universal të vendosur në rajonin matës omik. Bateria në instrument kryen polarizimin direkt ose invers të diodës në varësi të lidhjes së sondave të provës. Gjatë testimit të diodës funksionale me instrument analog, për shkak të veprimit të saj drejtues, ommetri duhet të tregojë rezistencë të ulët në njërin drejtim dhe rezistencë shumë të lartë në drejtimin tjetër. Dioda funksionale ka rezistencë të ulët në polarizimin direkt (figura 1 a)) dhe rezistenca shumë të lartë në polarizimin invers (figura 1 b)) ku sonda matëse e lidhur me polin pozitiv të instrumentit tregon katodën K dhe sonda e poli negativ tregon anodën A.

Dioda shpohet nëse gjatë matjes në të dy drejtimet, ommetri tregon rezistencë të ulët, domethënë dioda është me qark të shkurtër. Nëse, nga ana tjetër, rezistenca është shumë e lartë në të dy drejtimet, atëherë ajo është e shkyçur, domethënë nuk është funksionale.

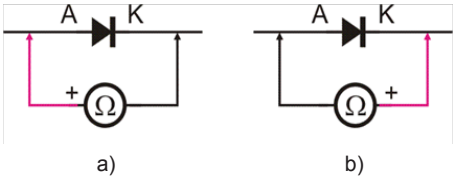



Figura 1: Testimi i funksioanimit të diodës

Tabela 1: Gjendja e diodës në varësi të rezistencës dhe polarizimit

| Gjendja e diodës | Rezistenca në polarizimin direkt | Rezistenca në polarizimin invers |
|---|---|---|
| funksionale | e vogël | shumë e madhe |
| E shpuar | e vogël | e vogël |
| Në shkyçje | shumë e madhe | shumë e madhe |

**2⁰** Gjatë përcaktimit të përcjellësve të diodës me instrument universal digjital, në polarizimin direkt, anoda është përcjellëse që lidhet me polin pozitiv të ommetrit (sonda e kuqe), kurse katoda është e lidhur me polin negativ të ommetrit (sonda e zezë). Në rastin e polarizimit invers, lidhëset lidhen në mënyrë të kundërt.

**3⁰** Përveç kontrollit të funksionimit të diodës dhe përcaktimit të poleve të saj, mund të përdoret një instrument digjital për të kontrolluar se dioda a është germanium apo silic. Kontakti i instrumentit vendoset në zonë të veçantë për testimin e gjysmëpërçuesve – dioda **test**, ku instrumenti e mat rënien e tensionit të diodës në rrymë konstante testimi prej rreth 1 mA. Dioda e germaniumit, në polarizim direkt ka tension mes anodës dhe katodës *UAK* nga 200 në 400 mV, kurse dioda e silicit

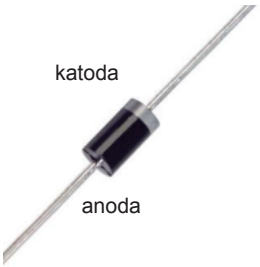



Figura 2: Shënimi i katodës

nga 500 deri në 700 mV, ndërsa në polarizimin invers tensioni ka vlerë shumë të lartë, me instrumentin që tregon 1 ose OL (tejkalimi i brezit matës).

Kontaktet e diodës mund të përcaktohen gjithashtu përmes unazës rrethore të katodës (figura 2).

Testoni korrektësinë e pesë diodave me instrument universal dhe plotësoni tabelën:

| Lloji i diodës | Rezistenca në polarizim direekt | Rezistenca në polarizim invers | Gjendja e diodës |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

➢ Regjistroni vlerat e matura:
➢ Komentoni gjendjen e diodës.

_____

_____

**Përfundim:**

_____

_____

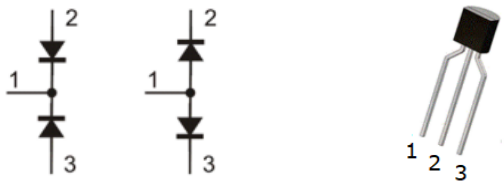
_____.

_____

_____

## Ushtrime laboratorike

**4⁰** Funksionaliteti i transistorit bipolar kontrollohet duke përdorur diagramin ekuivalent të transistorit si dy dioda me katodë të përbashkët për PNP, ose me anodë të përbashkët për transistorët e llojit NPN (figura 3).




a) PNP b) NPN c) Shënimi i kontakteve

Figura 3: Shënimi i kontakteve të transistorit

Testimi kryhet duke matur me multimetër digjital në sipërfaqen matëse të dioda ***test***. Maten tensionet dhe duke krahasuar pozicionin e sondave matëse dhe vlerat e marra, përcaktohet lloji i transistorit, siç shpjegohet në tekstin e mëposhtëm.

Kontaktet e transistorit nuk janë rregulluar në mënyrë standarde për çdo rast. Prandaj, është e nevojshme të përcaktohet rendi i rezultateve. Kontaktet e transistorit të testuar janë shënuar me 1, 2 dhe 3 (figura 3 c) dhe matjet bëhen midis çdo dy kontakteve në të dy drejtimet. Rezultatet janë futur në tabelë sipas tabelës 2.

Tabela 2: Testimi i kontakteve të transistorit

| **+ Sonda matëse (e kuqe)** | **– Sonda matëse (e zezë)** | **Rezultati i fituar në instrument** |
|---|---|---|
| në kontaktin 2 | në kontaktin 3 | OL ose 1 – (vlerë shumë e madhe) |
| në kontaktin 3 | në kontaktin 2 | OL ose 1 – (vlerë shumë e madhe) |
| në kontaktin 1 | në ekstraktin 2 | 660 mV |
| në kontaktin 2 | në kontaktin 1 | OL ose 1 – (vlerë shumë e madhe) |
| në kontaktin 3 | në kontaktin 1 | OL ose 1 – (vlerë shumë e madhe) |
| në kontaktin 1 | në kontaktin 3 | 665 mV |

Këto rezultate janë vetëm një shembull nga i cili mund të konkludohet se të vetmet kombinime që japin vlera numerike janë midis kontaktin 1 dhe 2 dhe midis kontaktin 1 dhe 3. Kontakti i përbashkët për të dy kombinimet është kontaktin 1 dhe ai është baza. Numri më i vogël midis kontakteve 1 dhe 2 përfaqëson tensionin e përçueshmërisë së kalimit kolektor-bazë, duke treguar se kontaktin 2 është kolektori. Numri më i madh midis kontaktin 1 dhe 3 përfaqëson tensionin e përçueshmërisë në kalimin emiter-bazë, që do të thotë se kontaktin 3 është emiteri.

Sonda e kuqe matëse (plusi) e instrumentit për të dy kombinimet e vlerave të matura është në bazë, transistori në këtë rast është i llojit NPN. Me transistor të llojit PNP polariteti i sondave do të jetë i kundërt me atë të treguar në Tabelën 2.

Nëse gjatë matjes nuk merren rezultate të ngjashme me këto, kjo do të thotë se transistori është me defekt.

Testimi i llojit të transistorit mund të bëhet gjithashtu duke matur tensionin midis bazës dhe emiterit $U_{BE}$, kur transistori është në qark me burim (figura 4). Nëse tensioni $U_{BE}$ është pozitiv (sonda e kuqe lidhet me bazën), bëhet fjalë për transistor të llojit NPN, nëse, nga ana tjetër, është negativ, transistori është i llojit PNP. Instrumenti të vendoset në në zonën e tensionit.

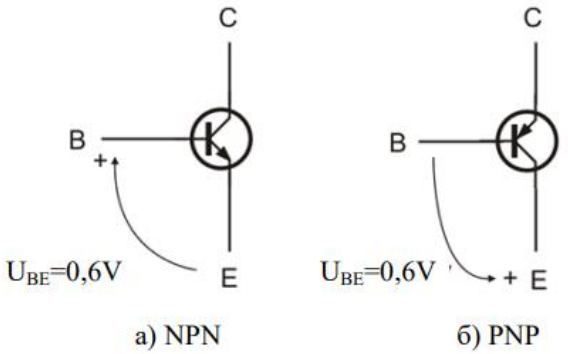


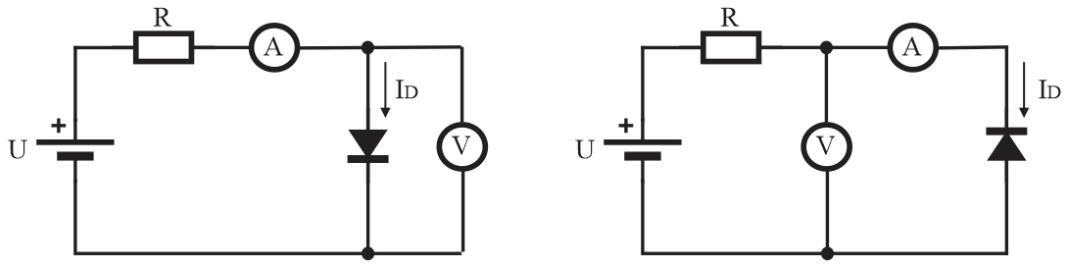

Figura 4: Tensionet emiter-bazë për transistorët NPN dhe PNP

Të testohet funskionimi i transistorit me instrument universal dhe plotësoni tabelën:

| + Sonda matëse (e kuqe) | – Sonda matëse (e zezë) | Sipas rezultateve të fituar në instrumentin për transistorin _____, ai është _____ |
|---|---|---|
| në kontaktin 2 | në kontaktin 3 | |
| në kontaktin 3 | në kontaktin 2 | |
| në kontaktin 1 | në kontaktin 2 | |
| në kontaktin 2 | në kontaktin 1 | |
| në kontaktin 3 | në kontaktin 1 | |
| në kontaktin 1 | në kontaktin 3 | |

# USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 2
# REGJISTRIMI I KARAKTERISTIKAVE STATIKE TË DIODAVE

Për të testuar karakteristikën e tensionit të rrymës së diodës, është e nevojshme të kryhet një test në polarizimin direkt dhe polarizimin invers të diodës. Qarku i provës përmban një voltmetër për të matur tensionin, një ampermetër për të matur rrymën, burimin e tensionit të ndryshueshëm të rrymës direkte dhe rezistencën për të kufizuar rrymën në qark. Elementet janë montuar në proto-pllakë sipas skemës së treguar në figurën 5 a).




a) polarizimi direkt

b) polarizimi ivers

Figura 5: Lidhja e diodës gjysmëpërçuese në qark për rregjistrimin e karakteristikës rrymë-tension

Ampermetri e mat rrymën përmes diodës e cila mund të ketë vlera në rendin e mA dhe A. Me voltmetër e matim tensionin në skajet e diodës, i cili duhet të jetë shumë i vogël, maksimumi deri në 2 V. Rezistori R shërben për të kufizuar rrymën nëpër diodë. Vlera dhe fuqia e tij llogariten sipas ekuacioneve të mëposhtme:

$$R = \frac{U_{\max} - U_{D\max}}{I_{D\max}} \approx \frac{U_{\max}}{I_{D\max}} \qquad P_R > RI_{D\max}^2$$

Me ndihmën e burimit të tensionit të ndryshueshëm, tensioni ndryshohet në diodën $U_D$ me hapa të vegjël dhe për secilën vlerë të ampermetrit lexojmë vlerën e rrymës përmes $I_D$ të diodës. Matja përsëritet disa herë dhe rezultatet regjistrohen në tabelë. Një grafik vizatohet në sistemin e koordinatave *x-y* nga vlerat e mbushura nga tabela për vlerat e marra të tensioneve dhe rrymave. Në boshtin *x* vendosen vlerat e tensionit $U_D$ dhe në boshtin *y* vlerat e rrymës $I_D$ në shkallë të përshtatshme.

Qarku për testimin e karakteristikave të diodës në polarizim invers është paraqitur në figurën 5 b). Meqenëse shumica e diodave përballojnë një tension të madh të kundërt dhe rryma e kundërt është shumë e vogël, rezistenca mbrojtëse nuk është e nevojshme. Procedura për testimin e karakteristikës së diodës në polarizim invers është e njëjtë si në polarizimin direkt. Me burimin e ndryshueshëm ndryshojmë tensionin e diodës që lexojmë në voltmetër dhe me ampermetrin matim rrymën nëpër diodë e cila është e rendit μA. Ndryshimet e tensionit në momentin fillestar mund të jenë të mëdha, por kur rryma fillon të rritet ndjeshëm do të thotë se vlera e tensionit prishet. Tani ndryshimet në tensionin e hyrjes duhet të jenë të vogla në mënyrë që dioda të mos shpohet dhe të përcaktojë akoma disa pika të tjera nga grafiku. Të gjitha vlerat e marra futen në tabelë dhe grafiku vizatohet në pjesën e kundërt (-*x* dhe -*y*). Karakteristikat e diodës mund të përcaktohen nga grafiku i marrë.

Për të regjistruar karakteristikën statike të diodës prej silici , përdorni skemat e paraqitura në figurën 6, nën a) për polarizimin e direkt të diodës, nën b) për polarizimin invers të diodës.

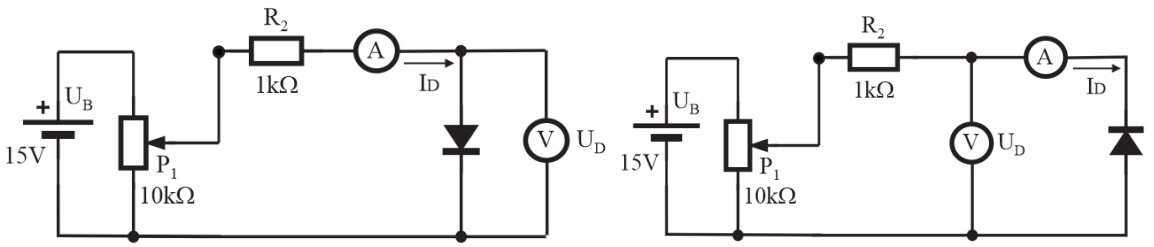


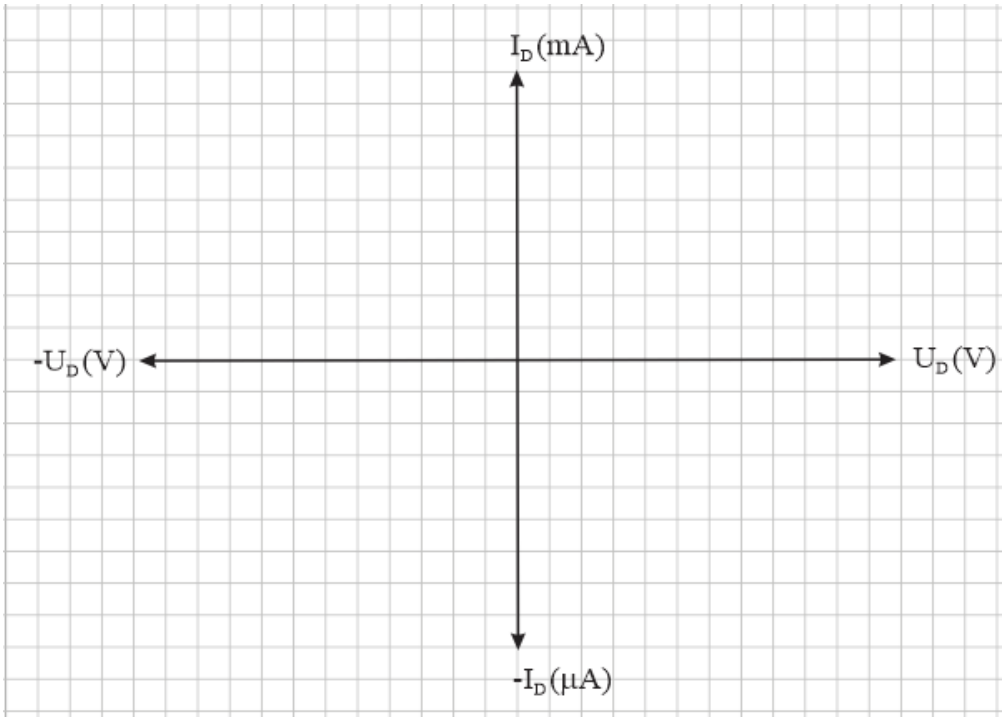

Figura 6: Qarku për regjistrimin e karakteristikës statike të diodës $I_D=f(U_D)$
a) në kuadrantin e parë (polarizim direkt)
b) në kuadrantin e tretë (polarizimi invers)

Duke ndryshuar pozicionin e potenciometrit $P_1$ e rregulloni tensionin e diodës $U_D$ në vlerat e dhëna nga tabela dhe në të shkruani vlerat përkatëse të rrymës përmes diodës së matur me ampermetër (për polarizimi direkt në mA, ndërsa për polarizimin invers, në μA).

| $U_D$ (mV) – direkte | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_D$ (mA)-direkte | | | | | | | | | | | |
| $U_D$ (V) – inverse | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 15 |
| $I_D$ (μA)-inverse | | | | | | | | | | | |

Futni rezultatet e marra në sistem koordinativ, futni vlerat e tensionit njëkahësh

elektrik $U_D$ që i japim (ndryshore të pavarur), ndërsa vlerën e rrymës përmes $I_D$ së diodës së boshtit (ndryshore e varur).




**Përfundim:**

# USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 3
# "DHE" dhe "OSE" qarqe LOGJIKE ME DY HYRJE

Qarku logjik me diodë **"OSE"** kryen operacionin e mbledhjes logjike. Ai përbëhet nga dy dioda $D_1$ dhe $D_2$, të cilat janë të lidhura nëpërmjet ndërprerësve A dhe B me burim energjie Ucc dhe harxhues të përfaqësuar nga rezistori R. Në varësi të kombinimeve të ndërprerësve, fitohen katër gjendje polarizimi të diodave $D_1$ dhe $D_2$ (figura 7).

Qarku logjik i diodës *"***DHE***"* realizon veprimin logjik të shumëzimit. Ndryshe nga qarku logjik "**OSE**", ndërprerësit janë të lidhur me tokëzimin (figura 8).

**Elementet e nevojshme:**
$D_1$ dhe $D_2$ – 2x1N4001 dioda
$R$=1 kΩ – rezistencë
$U$=10 V – burimi i tensionit njëkahësh elektrik

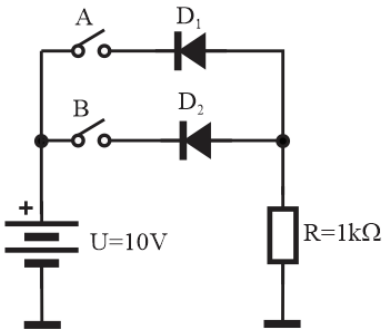



Figura 7: Diagrami elektrik i qarkut logjik OSE

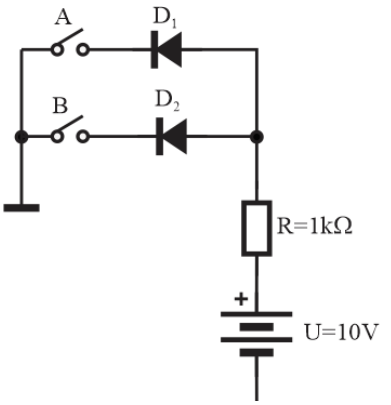



Figura 8: Diagrami elektrik i qarkut logjik DHE

**Hapi 1** Të lidhen qarqet sipas skemave të dhëna. (Kushtojini vëmendje polaritetit të diodave, katoda është e shënuar me unazë argjendi).

**Hapi 2** Matni tensionin në skajet e rezistorit R dhe jepni në tabelë rezultatet për të gjitha kombinimet e ndërprerësve A dhe B.

## Ushtrime laboratorike

Tabela për figurën 5:

| Gjendjet hyrëse | | Tensioni i rezistorit R |
|---|---|---|
| A | B | |
| hapur | hapur | |
| hapur | mbyllur | |
| **mbyllur** | hapur | |
| **mbyllur** | mbyllur | |

Tabela për figurën 6:

| Gjendjet hyrëse | | Tensioni i rezistorit R |
|---|---|---|
| A | B | |
| hapur | hapur | |
| hapur | mbyllur | |
| **mbyllur** | hapur | |
| **mbyllur** | mbyllur | |

Nëse “ndërprerësin e hapur” e ekuivalentojmë me logjikën “0” dhe “ndërprerësin e mbyllur” me logjikën “1”, “nivelin e ulët të daljes” me logjikën “0” dhe “nivelin e lartë të daljes” me logjikën “1”, kontrolloni rezultatet sipas operacioneve të përcaktuara logjike.

**Përfundim:**

# USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 4
# ORIENTUESI ME NJË DIODË

Për të realizuar drejtues me drejtues gjysmëvalor diode, është e nevojshme të lidhen elementet sipas skemës së dhënë në figurën 9, pavarësisht se ato a vendosen në proto-pllakën pa saldim apo janë ngjitur në pllakë të printuar.

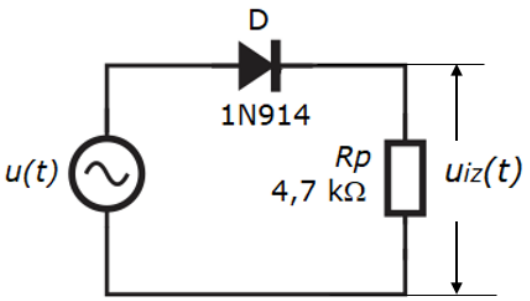



Figura 9: Qarku i drejtuesit me gjysmëvalë
Të dhënat e katalogut për 1N914:
IF =300 mA, UBR =75 V, PDMAX =500

Osciloskopi me dy kanale përdoret për të monitoruar dhe krahasuar format e valëve të tensionit të hyrjes dhe daljes. Tensioni i hyrjes lidhet me kanal, ndërsa tensioni i daljes lidhet me kanalin e dytë. Për të dy kanalet, vendosni ndërprerësin V/div në zonën 500 mV për ndarje. Vizatoni oscilogramet që rezultojnë për tensionet hyrëse dhe dalëse në të njëjtin sistem koordinativ dhe shënoni madhësitë përkatëse.

Tensioni sinusoidal i hyrjes merret nga një gjeneratori i funksionit. Vendosni gjeneratorin e funksionit në frekuencë prej 100 Hz dhe tension prej 6 V (nga maja në majë).

PËRPUNO

## Ushtrime laboratorike

Osciloskopi është instrument elektronik që mundëson paraqitjen vizuale të formave valore periodike, joperiodike dhe të rastësishme të sinjaleve elektrike në formë grafike, zakonisht si funksion analitik në varësi të kohës. Në ekranin e tij në regjimin bazë të funksionimit, merret një oscilogram, ai është imazh nga forma valore të sasisë elektrike hyrëse. Përveç monitorimit vizual të formave valore të sinjalit elektrik, mund të maten me osciloskop: amplituda, perioda, frekuenca, diferenca fazore të sinjalit; shtrembërime jolineare; koha e vendosjes së sinjaleve të impulsit dhe pikave të tensionit; në rryma direkte dhe alternative mund të maten në mënyrë indirekte.

Osciloskopët mund të jenë me një ose dy kompresione elektronike. Osciloskopi me dy kanale mund të përcaktojë marrëdhënien relative midis dy sinjaleve që lidhen me njëri-tjetrin.

# USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 5
# ORIENTUESI ME NJË DIODË

Për të realizuar një stabilizues të tensionit me dioda Zener, është e nevojshme të lidhen elementet sipas skemës së dhënë në figurën 10, pavarësisht se ato a vendosen në proto-pllaka pa saldim ose saldohen në tabelë të qarkut të printuar.

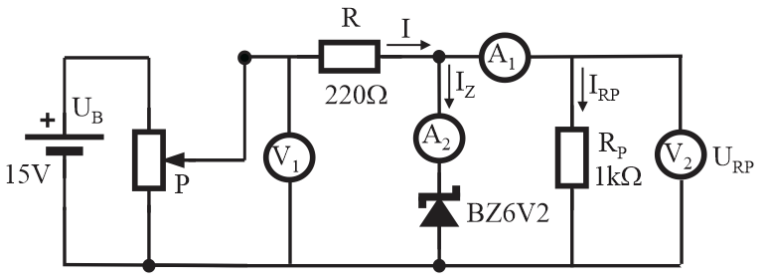



Figura 10: Qarku i stabilizatorit të tensionit me diodë Zener

Në hyrje të qarkut lidhet burimi i tensionit njëkahësh elektrik prej 15 V, me potenciometër P vlera e tensionit $U_1$ ndryshohet nga 0 V në 15 V me hapin 1 V, ndërsa në dalje lidhet një harxhues $R_P$. tensioni i të cilit matet me voltmetrin $V_2$. Miliampermetri $A_1$ mat rrymën përmes harxhuesit dhe $A_2$ rrymën përmes diodës Zener. Të shkruhen vlerat e matura të instrumenteve në tabelën e dhënë.

| $U_1$ (V) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $U_{RP}$ (V) | | | | | | | | | | | | | | | |
| $I_{RP}$ (mA) | | | | | | | | | | | | | | | |
| $I_Z$ (mA) | | | | | | | | | | | | | | | |

Vizatoni varësinë e tensionit të daljes, rrymës dalëse dhe rrymës përmes diodës Zener nga tensioni i hyrjes sipas rezultateve të matjeve!

Përcaktoni vlerën minimale të tensionit në hyrje për të cilin ky qark punon si stabilizues i tensionit!

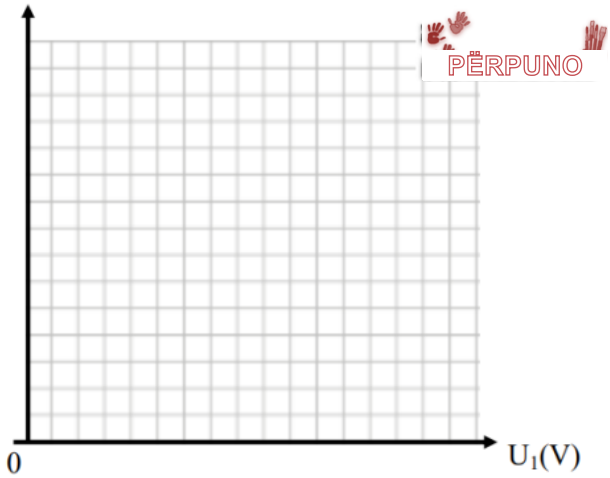
Të dhënat e katalogut për DZ6V2 në rajonin e shpimit:

$U_{MIN}$=5,89 V,

$U_{MAX}$ = 6,6 V,

*PDMAX* =225 mW.

## Ushtrime laboratorike




Nëse shpërndarja maksimale e fuqisë së kësaj diode është $P_{DMAX}$ = 225 mW, cili është tensioni maksimal i hyrjes për të cilin dioda Zener nuk do të digjet?

Me tension fiks në hyrje prej 15 V ndryshoni rezistencën e harxhuesit me vlerat e dhëna në tabelë dhe matni vlerat e tensionit të daljes me voltmetër.

| ***R*** **(kΩ)** | **0,1** | **0,2** | **0,3** | **0,4** | **0,5** | **0,6** | **0,7** | **0,8** | **0,9** | **1** | **3** | **5** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $U_{RP}$ **(V)** | | | | | | | | | | | | |

Përcaktoni vlerën minimale të rezistencës së harxhuesit për të cilën ky qark punon si stabilizues i tensionit!

**Përfundim:**

_____

_____

_____

_____

_____

# USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 6

# REGJISTRIMI I KARAKTERISTIKËVE STATIKE TË TRANSISTORËVE BIPOLARË

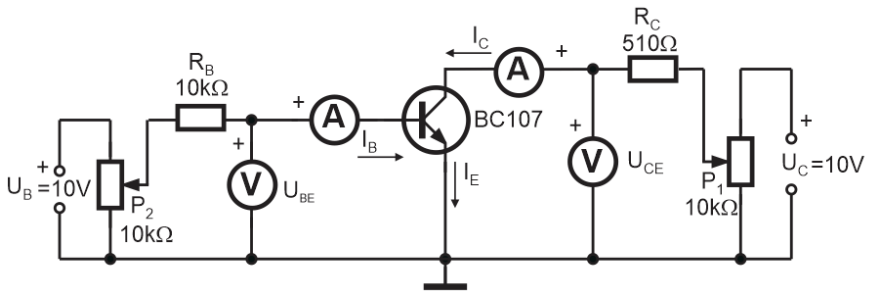
Te transistori në kalim me emiter të përbashkët katër madhësi janë qartë të ndërvarura. Këto janë: rryma e bazës $I_B$ dhe tensioni i emiter- bazë $U_{BE}$, si hyrje, kurse rryma e kolektorit $I_C$ dhe tensioni kolektor-emiter $U_{CE}$, si madhësi dalëse. Varësia e tyre mund të paraqitet grafikisht nëpërmjet karakteristikave statike të transistorit. Testohen:

→ karakteristika e daljes $I_C = f(U_{BE})$ për $I_B = konst.$;

→ karakteristika e transferimit $I_C = f(I_B)$ për $U_{CE} = konst.$;

→ karakteristika e hyrjes $I_B = f(U_{BE})$ për $I_B = konst.$

Në figurën 11 tregohet qarkun për testimin e karakteristikave të transistorit. Procedura për testimin e karakteristikave statike të transistorit është e njëjtë me testimin e karakteristikave të diodave gjysmëpërçuese.




**Vërejtje:**

**Ushtrimi mund të realizohet edhe me transistor tjetër!**

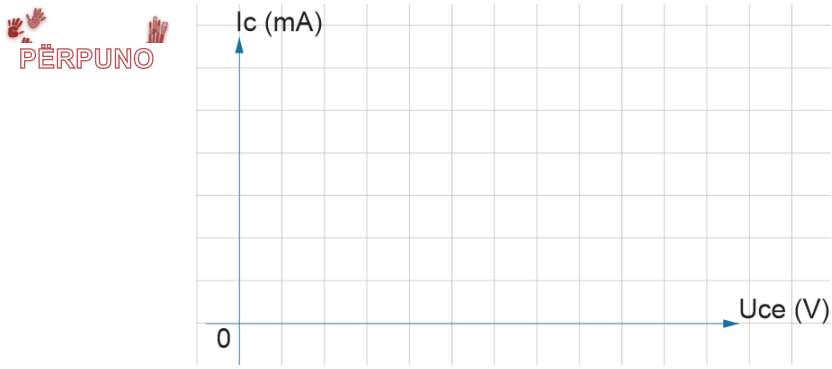
Figura 11: Qarku për regjistrimin e karakteristikave statike të transistorit NPN

E para nga karakteristikat matet ashtu që me potenciometrin $P_2$ rryma *IB* rregullohet të jetë 0, kurse me potenciometrin $P_1$ tensioni $U_{CE}$ ndryshohet në hapa 1 V, duke filluar nga zero në 10 V dhe për çdo hap shënohet vlera e rrymës $I_C$, duke u kujdesur që të mos ndryshohet fuqia e rrymës $I_B$. Më pas vijon regjistrimi i lakores tjetër, në mënyrë që potenciometri $P_2$ të rregullohet për të marrë rrymë $I_B$ prej 10μA, kurse e gjithë procedura përsëritet si më parë. Duke ndryshuar më tej forcën e rrymës $I_B$ në vlerat 20 μA, 30 μA fitohen të gjitha lakoret e tjera të diagramit.

## Ushtrime laboratorike

| | $U_{CE}$ (V) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_B$ =0 | $I_C$ (mA) | | | | | | | | | | | |
| $I_B$ =10 μA | $I_C$ (mA) | | | | | | | | | | | |
| $I_B$ =20 μA | $I_C$ (mA) | | | | | | | | | | | |
| $I_B$ =30 μA | $I_C$ (mA) | | | | | | | | | | | |

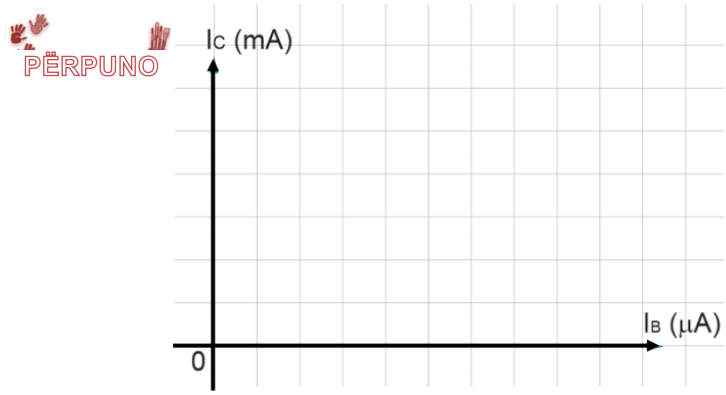
Futni rezultatet e fituara në sistemin e koordinatave $I_C$–$U_{BE}$ dhe duke lidhur pikat do të merrni lakoren $I_C = f(U_{BE})$ për $I_B$ = 0/10/20/30 μA.




Regjistrimi i karakteristikave të transferimit mund të bëhet me të njëjtin qark matës. Tensioni $U_{CE}$ rregullohet me potenciometrin $P_1$ në vlerë, për shembull, 2 V, pastaj me $P_2$ rryma e bazës ndryshohet në hapat 5 μA dhe vlerat e rrymës së kolektorit lexohen në milimetër. Duke vepruar kështu, sigurohuni që vlera e tensionit $U_{CE}$ të mos ndryshojë. Nëse ndryshon, fillimisht bëhet një korrigjim në atë tension me $P_1$, pastaj lexohet vlera e rrymës $I_C$ . Matja e radhës është në vlerë më të lartë $U_{BE}$, si p.sh. 10 V, tjetra në 15 V, etj.

| | $I_B$ (μA) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $U_{CE}$=2 V | $I_C$ (mA) | | | | | | | | | |
| $U_{CE}$=10 V | $I_C$ (mA) | | | | | | | | | |
| $U_{CE}$=15 V | $I_C$ (mA) | | | | | | | | | |

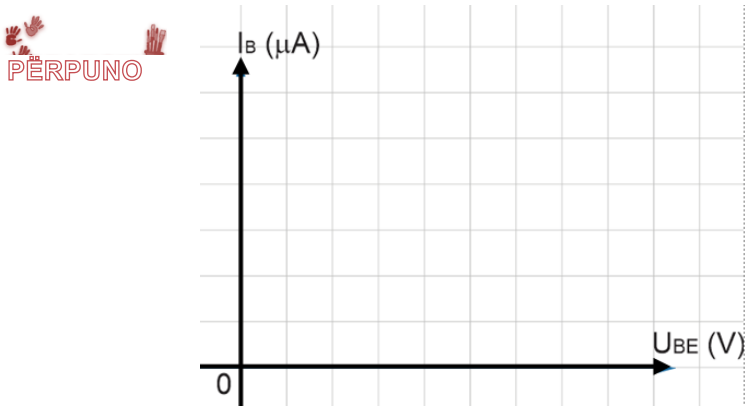
Futni rezultatet e marra në sistemin e koordinatave $I_C$–$I_B$




Edhe karakteristikat e hyrjes regjistrohen me të njëjtin qark ashtu që me potenciometrin $P_2$ vlera e tensionit $U_{CE}$ të rregullohet në 2 V, kurse me potenciometrin $P_1$ ndryshohet tensioni $U_{BE}$, duke filluar nga zero në 0,7 V dhe për çdo hap vlera e rrymës shënohet $I_B$, duke u kujdesur që të mos ndryshohet tensioni $U_{CE}$. Më pas vijon regjistrimi i lakores së radhës, në mënyrë që potenciometri $P_2$ të rregullohet për të marrë tensionin $U_{CE}$ prej 10 V dhe e gjithë procedura përsëritet si më parë. Rezultatet e fituara futen në sistemin koordinativ $I_B$–$U_{BE}$ dhe me lidhjen e pikave fitohet lakorja $I_B$ = f($U_{BE}$) për $U_{CE}$ = *konst*.

| | $U_{BE}$ (V) | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,62 | 0,65 | 0,7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $U_{CE}$=2 V | $I_B$ (μA) | | | | | | | | | | |
| $U_{CE}$=10 V | $I_B$ (μA) | | | | | | | | | | |

Futni rezultatet e marra në sistemin e koordinatave $I_B$-$U_{BE}$.



## USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 7

## RREGJISTRI I KARAKTERISTIKËS SË TRANSFERIMIT TË TRANSISTORËVE UNIPOLAR MOSFET

Në figurën 12 tregohet qarku inverter me MOSFET me kanal N BS170. Tensioni i hyrjes $U$ rregullohet në vlerat e dhëna në tabelë, ndërsa vlera e tensionit të daljes $U_{IZ}$ lexohet në voltmetër.

Regjistroni vlerat e matura në tabelë për vlera të ndryshme të rezistorit $R_D$: 100 Ω, 500 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ.

Në të njëjtin grafik skiconi varësitë e fituara të tensionit të daljes nga hyrja për secilën vlerë të rezistorit $R_D$.

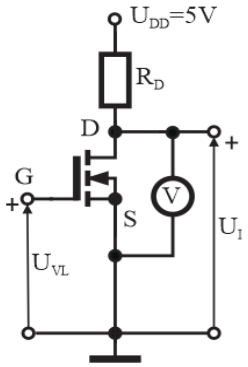
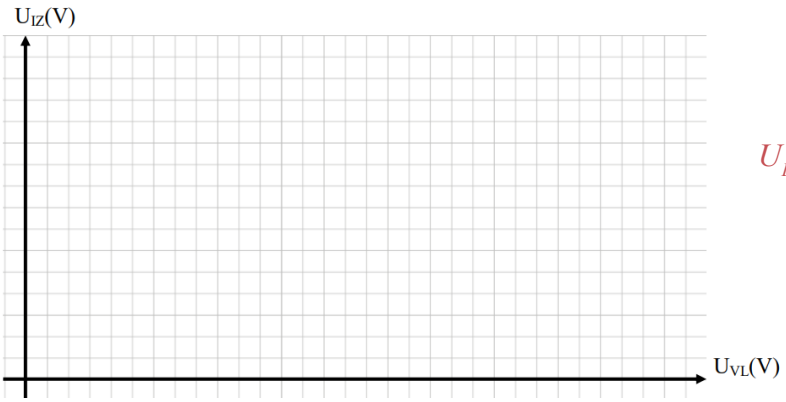



Figura 12: Inverteri MOSFET me kanal N

| $U_{IN}$ (V) | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,9 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $U_{IZ}$ (V)/ $R_D$=100 Ω | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $U_{IZ}$ (V)/ $R_D$=500 Ω | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $U_{IZ}$ (V)/ $R_D$=1 kΩ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $U_{IZ}$ (V)/ $R_D$=10 kΩ | | | | | | | | | | | | | | | | |




Të dhënat e katalogut të MOSFET të kanalit N të induktuar BS170: $U_{DS(SAT)}$=60 V, $I_D$ =500 mA, $P_{DMAX}$ =830 mW.


Nga grafiku përcaktoni vlerën e tensionit të përçueshmërisë $U_T$. $U_T$ =___(V)
Çfarë përfaqëson grafiku i fituar?

## USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 8

## DIZAJNIMI I PËRFORCUESIT ME EMITER TË PËRBASHKËT

**Hapat e realizimit:**

Hapi i parë është zgjedhja e transistorit, zgjedhja jonë është transistori B*C1*07 NPN. Për transistorin e zgjedhur, përcaktoni karakteristikat duke përdorur katalogun në internet (fletë e të dhënave – për shembull: https://pdf1.alldatashet.com/datashetpdf/view/21963/STMICROELECTRONICS/B*C1*07.html). Tensioni njëkahësh elektrik për furnizimin e kolektorit zgjidhet më i ulët se tensioni maksimal i lejuar $U_{BE\max}$ (vlera e katalogut 45 V). E zgjedhim një furnizim me energji 12 V ($U_{CC}$=12 V). Pastaj përcaktojmë tensionin e rezistencës së stabilizimit $U_{RE}$. Që ky tension të mos ketë ndikim në përforcim, vlera e tij zgjidhet nga 10 deri në 30% të tensionit $U_{CC}$, zgjedhim $U_{RE}$ =2 V. Duke qenë se pozicioni më i favorshëm i pikës së punës është në mes drejtëzës së punës për tensionin kolektor-emiter në pikën e punës $U_{BEM}$ do të fitohej një vlerë $U_{BEM}$ = 6 V. Për shkak të pranisë së rezistorit $R_E$, tensioni $U_{BEM}$ përcaktohet nga:

$$U_{CEM} = \frac{U_{CC} - U_{RE}}{2} = \frac{12 - 2}{2} = 5\ \text{V}$$

Sipas madhësisë së rënies së tensionit në rezistorin $R_C$:

$$U_{RC}=U_{CC}-U_{CE}-U_{RE}=12-5-2=5\ \text{V}$$

Vlera e rezistorit $R_C$ varion kufijtë nga 0.5 deri në 5 kΩ, kështu që për rezistorin $R_C$ zgjedhim vlerën 2 kΩ.

Për të përcaktuar vlerën e rrymës së kolektorit në pikën e punës, do të përdorim relacionin:

$$I_{CEM} = \frac{U_{CEM}}{R_C} = \frac{5}{2 \cdot 10^3} = 2{,}5\ \text{mA}$$

Vlerën e rezistorit $R_E$ e përcaktojmë në atë mënyrë duke marrë se

$$R_E = \frac{U_{RE}}{I_E} = \frac{2}{2{,}5 \cdot 10^{-3}} = 0{,}8\ \text{k}\Omega$$

E zgjedhim një vlerë katalogu $R_E$=820 Ω.
Nga katalogu e lexojmë vlerën e $h_{fe}$=110, me të cilën llogarisim madhësinë e rrymës së bazës:

Ushtrime laboratorike

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}} = \frac{2{,}5 \cdot 10^{-3}}{110} = 22{,}7\ \mu A$$

Për tensionin e bazës marrim vlerën:

$$U_B = U_{RE} + 0{,}7 = 2{,}7\ V$$

Vlera e rezistorëve për polarizim të bazës $R_1$ dhe $R_2$ përcaktohen duke supozuar se rrymae bazës shumë më e lartë rrjedh nëpër to, në mënyrë që të merret parasysh $I_1 \gg I_B$, në mënyrë që ndryshimi i rrymës bazë të mos ndikojë në polarizimin e bazës. Ne do të supozojmë se:

$$I_1 = 5 \cdot I_B = 5 \cdot 22{,}7 \cdot 10{-}6 = 113{,}5\ \mu A$$

Nga shprehja: $U_{CC} = (R_1 + R_2) \cdot I1$

$$\rightarrow R_1 + R_2 = \frac{U_{CC}}{I_1} = \frac{12}{113{,}5 \cdot 10^{-6}} = 105{,}7\ k\Omega$$

E përcaktojmë vlerën e rezistorit $R_2$ nga tensioni i bazës:

$$R_2 = \frac{U_B}{I_1} = \frac{2{,}7}{113{,}5 \cdot 10^{-6}} = 23{,}7\ k\Omega$$

Nga vlerat e katalogut për rezistorët, zgjedhim vlerën 24 kΩ.
Ne përcaktojmë rezistencën e rezistorit $R_1$ nga ndryshimi:

$$1 = 105{,}7 \cdot 10^3 - 24 \cdot 10^3 = 81{,}7\ k\Omega$$

Zgjedhim një vlerë katalogu $R_1$=82 kΩ.

Kondensatorët elektrolitike të lidhjes $C_1$ dhe $C_2$ janë zgjedhur në mënyrë që reaktansa e tyre $X_C$ të jetë mjaft më e vogël se impedanca e hyrjes së përforcuesit ose cilado rezistencë e ngarkesës. Kjo është arsyeja pse janë zgjedhur kondensatorët me kapacitet më të lartë, në rendin e dhjetëra μF.

Kondensatori elektrolitik $C_E$ gjithashtu duhet të ketë reaktancë të vogël $X_{CE}$, në mënyrë që sinjali alternativ të mos kalojë përmes rezistorit $R_E$. Kjo praktikisht do të arrihet nëse plotësohet kushti:

$$X_{CE} = \frac{1}{\omega C_E} \leq \frac{1}{10} R_E = \frac{1}{10} 0{,}82 \cdot 10^3 = 82\Omega$$

Në rastin tonë do të marrim të gjithë kondensatorët me vlerë 100 μF.

Elektronika

## Skema elektrike për realizim

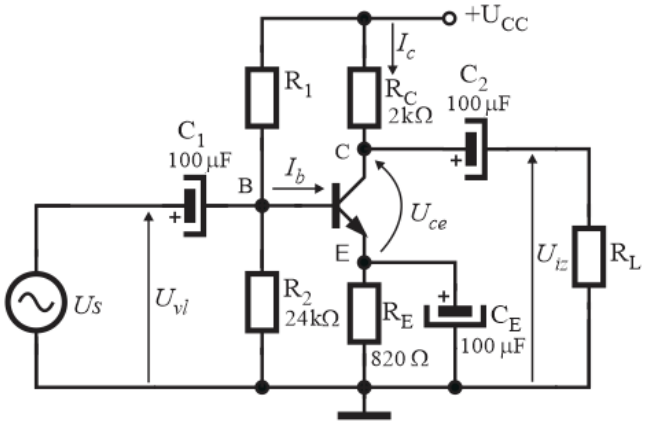



Figura 13: Skema elektrike e e përforcuesit në kalimi me emiter të përbashkët

1. Elementet e fituara të montohen në proto-pllakë sipas skemës së dhënë të përforcuesit (figura 13)!

Kushtojini vëmendje renditjes së kontakteve të transistorit kur montoni proto-pllakën dhe tabelën e printuar (figura 14)!

Duke i kushtuar vëmendje polaritetit të kondensatorit elektrolitik, në kutinë në kontaktin negativ shënohet një shirit vertikal gri në të cilin shkruhet shenja "-" (figura 15).

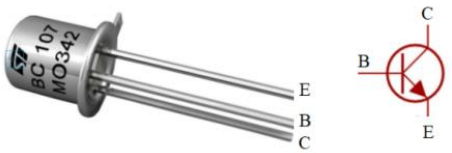



Figura 14: Renditja e kontakteve të transistorit

Figura 15: Shënimi i kondensatorit elektrolitik

2. Me instrument universal, matni tensionin njëkahësh elektrik $U_{CE}$, rrymën e kolektorit dhe bazës.

$U_{CE}$ = _____, $I_C$ =_____, $I_B$ =_____.

3. Në karakteristikat e daljes të vizatohet të drejtëza e punës!

Pikat përfundimtare të drejtëzës të punës përcaktohen nga ekuacioni i saj:

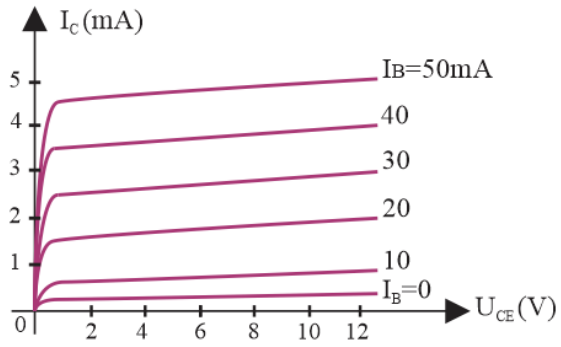
$$U_{CC} = U_{CE} + (R_C + \mathrm{RE})I_C$$

Për $I_C$=0 për $U_{CE}$ fitohet: _____

Për $U_{CE}$ = 0 për $I_C$ fitohet: _____

5. Të përcaktohet pozicioni i pikës së punës M!

6. Të bëhet skemë montimi të nevojshëm për prodhimin e pllakës së printuar.

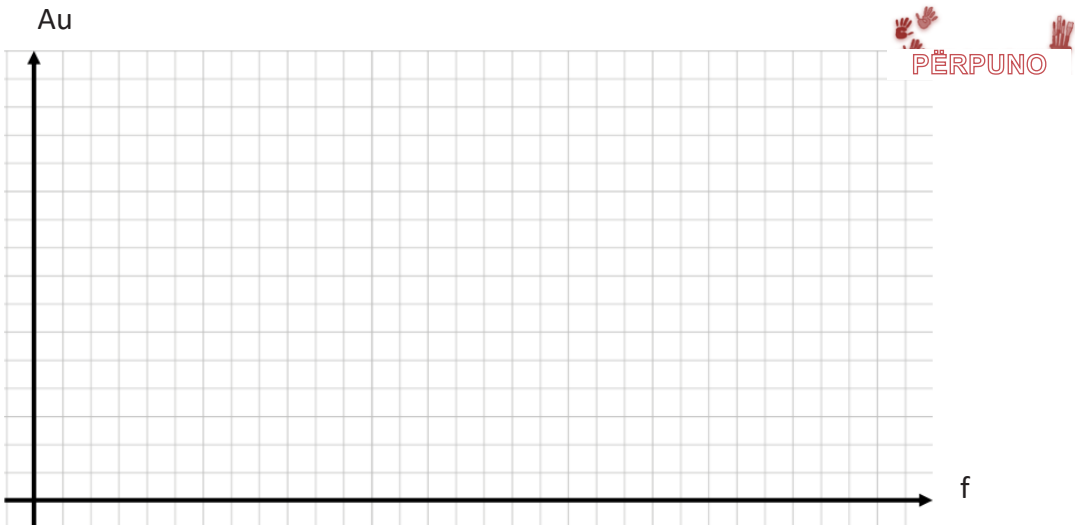



7. Të bëhet tabelë e qarkut të printuar, të montohen dhe të bashkohen elementet sipas skemës së dhënë.

8. Të lidhet gjeneratori i toneve në hyrjen e përforcuesit. Të vendoset vlera e tensionit të hyrjes në 10 mV. Të ndryshohet frekuenca sipas vlerave të përcaktuara në tabelë dhe të matet vlera përkatëse e tensionit të daljes.
Regjistroni rezultatet në tabelë. Të llogaritet përforcimi i tensionit.

| ***f*** **(kHz)** | **0,02** | **0,05** | **0,1** | **0,3** | **0,5** | **1** | **10** | **50** | **100** | **150** | **200** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **log (f)** | **1,3** | **1,7** | **2** | **2,5** | **2,7** | **3** | **4** | **4,7** | **5** | **5,2** | **5,3** |
| $U_{iz}$ **(V)** | | | | | | | | | | | |
| $A_U=U_{iz}/U_{vl}$ | | | | | | | | | | | |

7. Të vizatohet varësia e përforcimit nga frekuenca.



## USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 9

## TESTIMI DHE REGJISTRIMI I KARAKTERISTIKAVE STATIKE TË TIRISTORIT

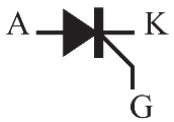



Figura 16: Simboli i tiristorit

Kontaktet në simbolin e tiristorit emërtohen A-anodë, K-katodë dhe G-gejt (figura 16). Tiristori testohet duke matur rezistencën midis kontakteve të tij. (A-K dhe G-K). Rezistenca midis anodës dhe katodës duhet të jetë e lartë në të dy drejtimet. Kur matni rezistencën midis gejtit dhe katodës, duhet të merret rezistenca që është e ndryshme në varësi të llojit të tiristorit. Nëse kjo rezistencë është shumë e lartë në të dy drejtimet, bëhet fjal për shkyçjetë tiristorit. Shënoni rezultatet e fituara në tabelën e dhënë.

| | Th1 | Th2 | Th3 |
|---|---|---|---|
| $R_{AK}$ | | | |
| $R_{KA}$ | | | |
| $R_{GK}$ | | | |
| $R_{KG}$ | | | |
| Funksional/jofunksional | | | |

Në figurën 17 tregohet qarku për testimin e karakteristikave të transistorit duke përdorur tension njëkahësh elektrik. Rryma e gejtit rregullohet dhe mbahet në vlerën e caktuar. Vlera e tensionit $U_{AA}$ rritet gradualisht derisa tiristori të përçojë. Përsëriteni procedurën për vlerat e tjera të $I_G$.

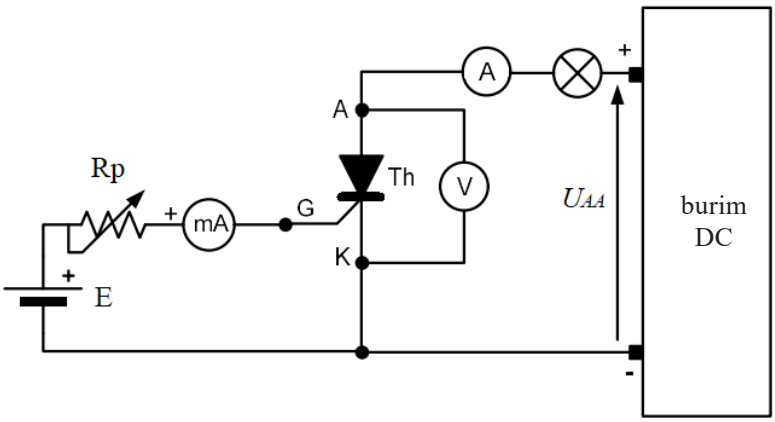



Figura 17: Qarku për regjistrimin e karakteristikës statike të tiristorit

## Ushtrime laboratorike

Vlerat e matura për tensionin midis anodës dhe katodës $U_{AK}$ dhe rrymës përmes tyre të shënohen në tabelën e dhënë.

Regjistrimi i karakteristikës së tiristorit në gjendje bllokimi direkt:

| **Vendosni rrymën *IG* = _____mA dhe mbajeni atë në vlerën e caktuar!** | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $U_{AA}$ (V) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| $I_{AK}$ (mA) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $U_{AK}$ (V) | | | | | | | | | | | | | | | | |

Regjistrimi i karakteristikës së tiristorit në gjendjen e përçueshmërisë direkte: Pasi tiristori të përçojë, shkyçni ngacmimin dhe ulni gradualisht tensionin $U_{AA}$ në hapat e dhënë në tabelë. Regjistroni vlerat e matura për tensionin midis anodës dhe katodës $U_{AK}$ dhe rrymës përmes tyre në tabelën e dhënë

| ***IG* = _____ mA, tensioni nga $U_{AA}$= 15 V të ulet në hapat e dhënë!** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $U_{AA}$ (V) | **15** | 13 | 11 | 9 | 7 | 5 | 3 |
| $I_{AK}$ (mA) | | | | | | | |
| $U_{AK}$ (V) | | | | | | | |

Regjistrimi i karakteristikës së tiristorit në gjendjen e bllokimit invers: Tiristori nuk është i ngacmuar, qarku i kontrollit është i shkyçur, me tensionin $U_{AA}$ rregullohen tensionet inverse të specifikuara në tabelë. Regjistroni vlerat e matura për tensionin midis anodës dhe katodës *UAK* dhe rrymës përmes tyre në tabelën e dhënë.

| **$I_G$ = 0 dhe për tensionin $U_{AA}$ të jepen vlerat e dhëna!** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $U_{AA}$ (V) | **0** | **-2** | **-4** | **-6** | **-8** | **-10** | **-12** | **-14** |
| $I_{AK}$ (μA) | | | | | | | | |
| $U_{AK}$ (V) | | | | | | | | |
| $U_{AA}$ (V) | **-16** | **-18** | **-20** | **-22** | **-24** | **-26** | **-28** | **-30** |
| $I_{AK}$ (μA) | | | | | | | | |
| $U_{AK}$ (V) | | | | | | | | |

7. Të vizatohen karakteristikat e fituara.

PËRPUNO

**Përfundim:**

## USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 10

## ALARMI PËR ZJARR ME TERMISTOR NTC

Në figurën 18 tregohet diagrami elektrik i një alarmi për zjarr. Dioda LED, e cila mund të zëvendësohet nga qarku për sinjalizim zanor, do të kyçet automatikisht kur temperatura të rritet. Ky qark mund të përdoret si kontrollues automatik i ventilatorit nëse dioda LED zëvendësohet nga një ventilator. Rezistenca e termistorit në temperaturë të dhomës specifikohet nga prodhuesi në të dhënat e katalogut, me të cilin mund të zgjidhet termistori i duhur për zbatim të caktuar.

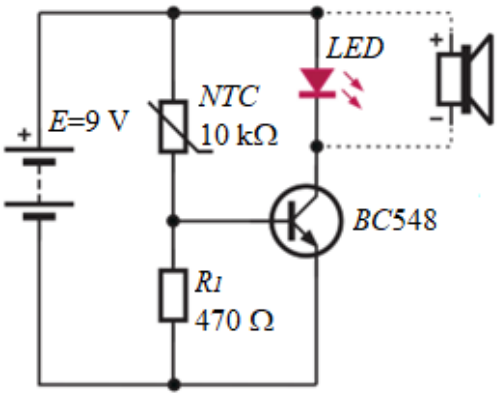



Figura 18: Skema elektrike për alarmin për zjarr

Elementet e nevojshme:
Termistori NTC 103 (10 kΩ)
BC 548 transistor NPN
Rezistor $R_1$=470 Ω
Dioda LED
Bateri $E$=9 V.

⇨ Për termistorin e kërkuar, merni të dhënat e katalogut!

⇨ Duke përdorur të dhënat e katalogut BC548 përcaktoni renditjen e kontakteve!

- Të stimulohet qarku elektrik në programin e zgjedhur të stimulimit.
- Të krijohet diagrami montimi i nevojshëm për prodhimin e pllakës së printuar.
- Të bëhet një tabelë e qarkut të printuar, të montohen dhe të bashkohen elementet sipas skemës së dhënë elektrike.

⇨ Testoni qarkun në temperatura të ndryshme!

**Përfundim:**

_____

_____

_____

_____

## USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 11

## MATËSI I NIVELIT TË LËNGJEVE ME TERMISTOR PTC

Në figurën 19 tregohet qarku i thjeshtë për matjen e nivelit të lëngut në rezervuar. Qarku mundësohet nga burimi i tensionit njëkahësh elektrik E. Termistorët PTC të lidhur paralelisht vendosen në lartësi të caktuar. Instrumenti, ampermetri, është i lidhur në seri me burimin njëkahësh elektrik, i cili kalibrohet në varësi të vendosjes në lartësi të termistorëve PTC. Në ajër të gjithë termistorët nxehen, rezistenca e tyre rritet, ndërsa në qark rrjedh rryma shumë e vogël *I*. Kur njëri prej termistorëve zhytet në lëng, temperatura e tij bie, gjë që shkakton rritje të papritur të rrymës *I*. Leximi i ampermetrit është proporcionale me nivelin e lëngut.

Elementet e nevojshme:
*E*=30 V burimi i tensionit njëkahësh elektrik
B59001 (ose i ngjashëm) – termistor PTC
Ampermetër.

⇨ Të nxirren të dhëna të katalogut për termistorin PTC!

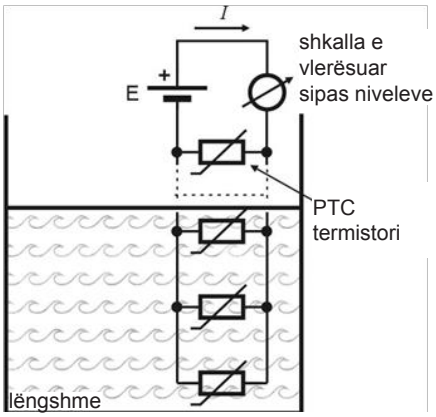



Figura 19: Qarku për matje të nivelit të lëngut

| Niveli i lëngut | Rryma e matur |
|---|---|
| Niveli 1 (*R1*) | |
| Niveli 2 (*R2*) | |
| Niveli 3 (R3) | |
| Niveli 4 (R4) | |

**Përfundim:**

## USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 12

## SENSORI I DRITËS ME FOTOREZISTOR

Për të ndërtuar një sensor të thjeshtë drite, fotorezistori (LDR) mund të përdoret si element fotoelektrik i lidhur në qark elektrik siç tregohet në figurën 20. Ndërtimi i qarkut në figurë është shumë i thjeshtë. Është sensor i zbulimit të errësirës, ku dioda LED ndriçon në mungesë të dritës. Potenciometri $R_P$ dhe fotorezistori (LDR) formojnë ndarës rezistence të tensionit në bazën e transistorit $T_1$. Kur bie drita me një intensiteti të caktuar mbi rezistorin $L_{DR}$, rezistenca e tij do të ulet. Në të njëjtën kohë rryma e ndarësit të tensionit rritet, ndërsa transistori $T_1$ do të përçojë, duke bërë që transistori $T_ë$ të shkyçet. Meqenëse nuk ka rrymë dalëse nga transistori $T_2$, dioda LED nuk kyçet. Në mungesë të dritës në rezistorin LDR, d.m.th. në kushte më të errëta, rezistenca e rezistorit LDR do të rritet shumë, kurse rryma përmes ndarësit rezistent do të ulet, duke e bërë transistorin $T_1$ jopërçues. Pastaj transistori i dytë $T_2$ kyçet, sepse hyrja e tij është e lidhur me daljen e transistorit $T_1$. Si rezultat dioda LED, e cila është e lidhur me daljen e transistorit $T_2$, do të kyçet. Qarqet elektrike të këtij lloji mund të përdoren në sistemet e kyçjes të ndriçimit rrugor.

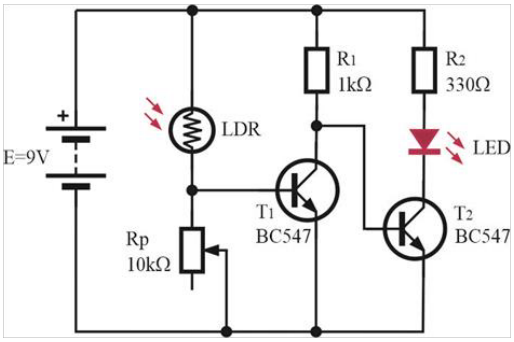



Figura 20: Sensori i dritës me fotorezistor

Elementet e nevojshme:
2 x BC547 transistor NPN
LDR – fotorezistori
Rezistori $R1$ =1 kΩ
Rezistori $R_2$ =330 Ω
Potenciometri $R_P$ =10 kΩ
Dioda LED
Bateria E=9 V

⇨ Për fotorezistorin e kërkuar, nxirni të dhënat e katalogut!

- Të stimulohet qarku elektrik në programin e zgjedhur të stimulimit.
- Të krijohet montimi i skemës e nevojshme për prodhimin e pllakës së qarkut të printuar.
- Të bëhet një tabelë e qarkut të printuar, të montohen dhe bashkohen elementet sipas diagramit të dhënë elektrik.
  - ⇨ Testoni qarkun në errësirë dhe në dritë!
  - ⇨ Duke përdorur të dhënat e katalogut për BC547 përcaktoni renditjen e kontakteve të transistorëve T1 dhe T2!

## USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 13

## NDËRPRERËSI I DRITËS ME FOTOTRANSISTOR

Për të ndërtuar një ndërprerës të thjeshtë drite, fototransistori i lidhur në qark elektrik, siç tregohet në figurën 21, mund të përdoret si element fotoelektrik. Fototransistori kyçet kur baza e tij ekspozohet ndaj dritës dhe rryma rrjedh nga kolektori në emiter. Qarku mbyllet përmes burimit E dhe rezistorit $R_1$. MOSFET është i shkyçur, as rryma nuk kalon nëpër të dhe llamba është e shkyçur. Në mungesë të dritës, fototransistori shkyçet, qarku i rrymës mbyllet përmes burimit E, rezistorit $R_1$ dhe MOSFET, kurse rryma rrjedh nëpër llambë. Përfundojmë se llamba bën dritë në mungesë të dritës.

Elementet e nevojshme:
Fototransistori PT 331C
IRF 244 MOSFET
Rezistori R=100 kΩ
Llamba
E=6 V bateria

Për fototransistorin e nevojshëm të meren të dhënat nga katalogu!

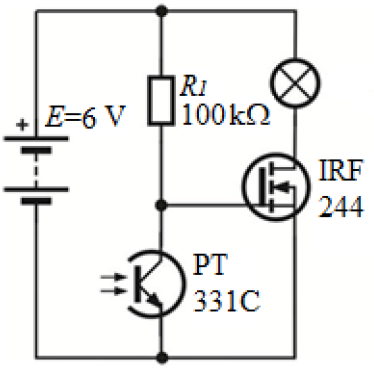
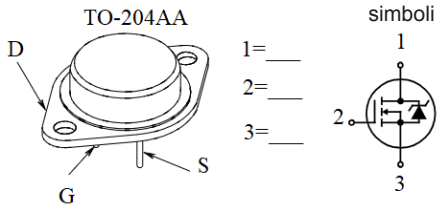



Figura 21: Ndërprerës drite me fototransistor




Duke përdorur të dhënat e katalogut IRF 244, përcaktoni renditjen e kontakteve së MOSFET-it!

- Të stimulohet qarku elektrik në programin e zgjedhur të stimulimit.
- Të zbatohet skema e caktuar dhe të demonstrohet funksioni i saj!
- Të krijohet diagram montimi i nevojshëm për prodhimin e pllakës së qarku të printuar.
- Të bëhet tabelë e qarkut të printuar, të montohen dhe bashkohen elementet sipas skemës së dhënë elektrike.

**Përfundim:**

_____

_____

_____

## USHTRIMI LABORATORIK NUMËR 14

## ALLARMI ELEKTRONIK PËR ARRITJEN E POSTËS

Për të ndërtuar një sensor të thjeshtë drite, si element fotoelektrik mund të përdoret fotorezistori (LDR) i lidhur në qark elektrik siç tregohet në figurën 22. Alarmi elektronik sinjalizon kur posta arrin në kutinë postare. Kjo pajisje është montuar në kutinë postare, duke u siguruar që dioda LED dhe fotorezistori të vendosen në të njëjtën linjë në anët e kundërta të kutisë postare. Kur postieri e vendos zarfin në kutinë postare, drita nga dioda LED që bie mbi fotorezistorin ndërpritet. Kjo bën që rezistenca e tij të ndryshojë dhe nëpërmjet qarkut të integruar NE555 aktivizon sinjalizuesin. Kutia postare, domethënë altoparlanti, do të alarmojë derisa posta (zarfi) të hiqet prej saj.

Elementet e nevojshme:

- Bateria 9V
- *R1*=100 Ω-rezistori
- *R2*=10 kΩ– rezistori
- LED $D_1$-e bardhë
- Qarku i integruar NE555
- LDR-fotorezistori
- Altoparlanti-bazer

Për fotorezistorin e kërkuar të nxiren nga katalogu

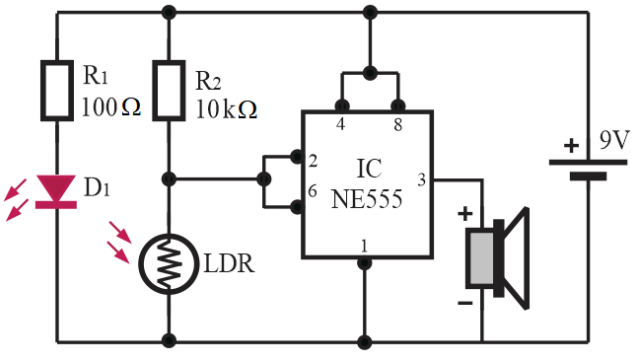
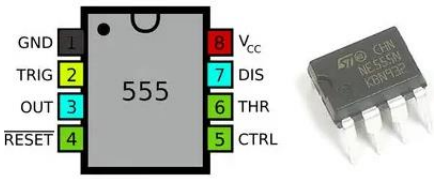



Figura 22: Alarmi për kutinë postare

1. Të stimulohet qarku elektrik në programin e zgjedhur të stimulimit.
2. Të krijohet skema montuese e nevojshme për prodhimin e pllakës së qarku të printuar.
2. Të bëhet tabelë e qarkut të printuar, të montohen dhe të bashkohen elementet sipas skemës së dhënë elektrike.
3. Të testohet funksionaliteti i tij.

Duke përdorur të dhënat e katalogut, përcaktoni renditjen e kontaktevetë qarkut të integruar NE555!

Diagrami i pinave i IK 555NE555!



## 1. Parashtesat e përdorura në sistemin ndërkombëtar të njësive

| Vlera | Emri | Shenja | Vlera | Emri | Shenja |
|---|---|---|---|---|---|
| $10^{-24}$ | jokto | y | $10^{24}$ | jota | Y |
| $10^{-21}$ | zepto | z | $10^{21}$ | zeta | Z |
| $10^{-18}$ | ato | a | $10^{18}$ | eksa | E |
| $10^{-15}$ | femto | f | $10^{15}$ | peta | P |
| $10^{-12}$ | piko | p | $10^{12}$ | tera | T |
| $10^{-9}$ | nano | n | $10^{9}$ | giga | G |
| $10^{-6}$ | mikro | | $10^{6}$ | mega | M |
| $10^{-3}$ | mili | m | $10^{3}$ | kilo | K |
| $10^{-2}$ | centi | c | $10^{-2}$ | hekto | h |
| $10^{-1}$ | deci | d | $10^{-1}$ | deka | po |

## 2. Njësitë themelore SI

| Madhësia fizike | | Njësia | |
|---|---|---|---|
| Emërtimi | Shenja | Emërtimi | Shenja |
| Gjatësia | *l* | metër | m |
| Masa | *m* | kilogram | kg |
| Koha | *t* | sekondë | s |
| Forca e rrymës | *I* | amper | A |
| Temperatura termodinamike | *T* | kelvin | K |
| Sasia e substancës | *n* | mol | mol |
| Intensiteti i dritës | *Iv* | kandela | cd |

## 3. Njësitë SI të nxjera

| **Emërtimi i madhësive** | **Simboli i madhësisë** | Emërtimi i njësisë | Simboli i njësisë | Përkufizimi i njësisë |
|---|---|---|---|---|
| **Forca** | F | Njuton | N | $kg \cdot m \cdot s^{-2}$ |
| **Presioni** | P | Paskal | Pa | $N/m^2 = kg \cdot m\text{-}1 \cdot s^{-2}$ |
| **Energjia** | E | Xhul | J | $N \cdot m = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$ |
| **Dendësia** | *p* | kg për $m^3$ | kg/m3 | $kg \cdot m^{-3}$ |

## PËRMBAJTJA

**Njësia modulare 1. Elementet në elektronikën energjetike**
Hyrje 3
1.1 Klasifikimi i elementeve elektronike 4
1.2 Diodat 6
1.3. Transistorët 11
1.3.1 Transistorët bipolarë 11
1.3.2 Transistorët unipolarë 13
1.4 Tiristorët 17
1.5 Rezistorët me ndryshim jolineare të rezistencës 20
1.5.1 Termistorët 21
1.5.2 Varistorët 22
1.6 Elementet fotoelektrike 24
1.7 Qarqet e integruara 27
1.7.1 Llojet e integrimit 27
1.8 Skemat elektronike 30
1.8.1. Qarku për kyçje të dritave LED me fotorezistor 31
1.8.2 Qarku komutues me tiristor për kyçje të diodës LED 32
1.9 Të dhënat e katalogjeve 33
Pyetje për verifikimin e njohurive nga Moduli 1 35
Verifikimi tematik 36

**Njësia modulare 2. Diodat 39**
2.1 kalimi -PN 41
2.2 Polarizimi i diodës 44
2.3 Karakteristika rrymë-tension e diodës 46
2.4 Klasifikimi i diodave 49
2.5 Qarqet e diodave 52
2.5.1 Drejtues me dioda 52
2.5.1.1 Drejtues gjysmëvalor njëfazor 54
2.5.1.2 Drejtuesi njëfazor me valë të plotë 56
2.5.1.3 Drejtuesi shumëfazor 61
2.5.2 Kufizuesit me dioda 63
2.5.3 Stabilizuesit e tensionit me dioda 67
2.5.4 Qarqet logjike me dioda 70
Pyetje për të verifukuar njohuritë nga Moduli 2 73
Verifikimi tematik 75

**Njësia modulare 3. Transistorët 77**
3.1 Nocioni për transistorin 79
3.2 Llojet e transistorëve bipolarë 80
3.3 Llojet e transistorëve unipolarë 83
3.4 Aplikimi i transistorëve 86
3.5 Polarizimi i transistorit bipolar 87

3.6 Rregjimi statike i punës së transistorit 92
3.6.1 Karakteristikat statike të transistorit 92
3.6.2 Pika statike e punës dhe drejtëza e punës e transistorit 95
3.7 Regjimi dinamik i punës së transistorit 97
3.7.1 Skema ekuivalente e transistorit me h-parametra 99
3.8 Kontaktet transistorit bipolar 102
3.9 Polarizimi i transistorit unipolar 104
3.10 Kalimet e transistorit unipolar 106
3.11 Karakteristikat statike të FET 107
3.12 Transistori si përforcues 110
3.13 Parametra të transistorit 113
3.13.1 Përcaktimi i parametrave të transistorit në kalim me emiter të përbashkët 116
3.14 Transistori si ndërprerës 119
3.15 IGBT – transistori me gejtit të izoluar 122
3.16 Qarqet logjike me transistor 124
Pyetje për të verifikuar njohuritë nga Moduli 3 128
Verifikimi tematik 130

**Njësia modulare 4. Tiristorët 133**
4.1 Koncepti dhe ndarja e tiristorëve 135
4.2 Karakteristika rrymë- tension e tiristorit 138
4.3 Ngacmimi i tiristorit 141
4.3.1 Ngacmimi i triakut 144
4.4 Zbatimi i tiristorëve 146
4.4.1 Zbatimi i tiristorit si ndërprerës në qark me rrymë njëkahëshe 147
4.4.2 Zbatimi i tiristorit si ndërprerës në qark me rrymë alternative 148
4.4.3 Zbatimi i tiristorëve në drejtuesit e komanduar 149
Pyetje për të verifikuar njohuritë nga Moduli 4 152
Verifikimi tematik 153

**Njësia modulare 5. Termistorët dhe elementet specifike elektronike 155**
5.1 Termistori 157
5.1.1 Termistorët-NTC 158
5.1.2 Termistorët-P*TC* 159
5.2 Llojet e elementeve fotoelektrike 161
5.2.1 Fotorezistorët 161
5.2.2 Fototransistorët 164
5.2.3 Fotogjeneratorët 166
5.2.4 Varistorët 170
5.2.5 Ekranet me kristal të lëngshëm 171
5.2.6 Optokaplerët 175

Pyetje për të verifikuar njohuritë nga Moduli 5 178
Verifikimi tematik 179

**Njësia modulare 6. Qarqet dhe pajisjet elektronike 181**
6.1 Llojet e qarqeve dhe pajisjeve elektronike 183
6.2 Konvertuesit 185
6.2.1 Pajisjet e furnizimit të pandërprerë 188
6.3 Sistemet e alarmeve 189
6.3.1 Sensorët elektromekanikë 190
6.3.2 Qarqet themelore ndërprerëse në sistemet e alarmit 192
6.3.3 Sensorët elektrikë 193
6.3.4 Elementet elektronike të sistemit të alarmit 194
6.3.5 Zilja elektronike 199
6.3.6 Sistemi i alarmit të shtëpiveë 200
6.3.7 Sistemi i detektimit të lëvizjes me sensorë PIR 201
6.3.8 Sistemi i alarmit pa tela 201
6.4 Sistemet e sigurisë 203
6.4.1 Vëzhgimi video 203
6.4.1.1 Softueri për video mbikëqyrje 205
6.4.1.2 Veglat softuerike online për dizajnimin të sistemit të sigurisë CCTV 205
6.4.1.3 Softueri kompjuterik për dizajnimin e sistemit të sigurisë 207
6.4.1.4 Konfigurimi dhe dizajnimi i sistemit të sigurisë CCTV 210
6.4.2 Sistemet e kontrollit të qasjes 212
6.4.3 Sistemet e alarmit kundër zjarrit 213
6.4.3.1 Detektorët e zjarrit 213
Pyetje për verifikimin e njohuritë nga Moduli 6 216
Verifikimi tematik 217

**Detyra dhe shembuj të zgjidhur 221**

**Ushtrime laboratorike 233**

LITERATURA


1. David Irwin David Kerns: Introduction to Electrical Engineering, Prentice Hall International Editions, 1995

2. Metodia Kamilovski: Elektronika viti II, profesioni elektroteknik, Prosvetno dello 1995.

3. Milman – Halkias: Integrated electronics: analog and digital circuits and systems, 1972

4. Milutin Petkoviq: Elektronikë, tekst shkollor për profesionet e inxhinierisë elektrike të shkallës II me fokus në rrymën e ulët dhe automatizimin, Prosvetno dello, 1993

5. Zoran Tasiq: Elektronika I për shkollat e elektroteknikës, Prosvetno dello, 1982.

6. Ратко Опачиќ: Електроника I за други разред електротехничке школе, Завод за уџбенике, Београд, 2008

7. Александра Ристиќ: Елекроника 1за други разред електротехничке школе, Завод за уџбенике, Београд, 2017

8. Natasha Bozhinovska: Elektronika për profesionin e elektroteknikës viti I, MASH, 2010

9. Jani Servini: Bazat e matjeve dhe qarqet logjike për vitin II profesioni elektroteknik, MASH, 2010

10. Енергетска електроника – Збирка задачи, Милан Аџиќ, Суботица 2016 год.

11. Тиристорски претварачи, Радојле Радетиќ, Бор 2004 год.

12. Qarqet mikroelektronike, Adele Sedra/Kenneth C. Smith, Ars Lamina, 2009.

13. ELECTRONIC DEVICES AND CIRCUIT THEORY, Robert Boylestad/Louis Nashelsky, New Jersey Columbus, Ohio

14. Elektronika industriale, Vasilia Sharac, Shtip, 2012.

15. Bazat e elektroteknikës aplikative, Vllatko Çingoski, Shtip, 2019.