

Analiza elektronskih komponent

5. Vaja: Preverjanje delovanja polprevodniških komponent

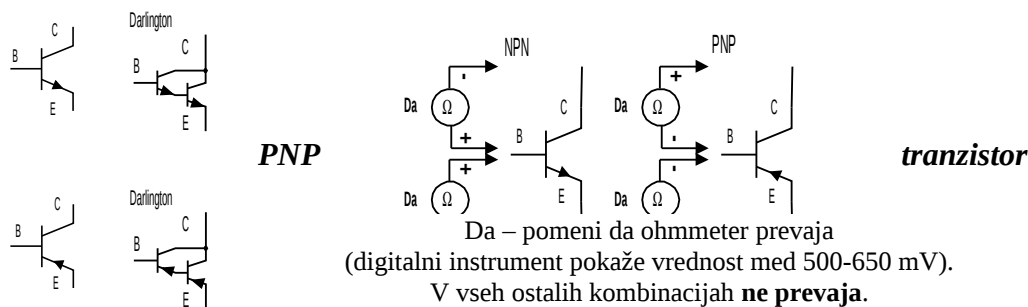
Sodobna zasnova in zanesljivost delovanja elektronskih vezij zahtevata dobro poznavanje karakteristik in uporabnih lastnosti polprevodniških komponent. To še posebno velja za močnostne komponente, ki morajo biti ustrezno izbrane in optimalno dimenzionirane. Polprevodniške komponente v močnostnih stopnjah so pogosto vzrok odpovedi, zato je poznavanje metod hitrega preverjanja in odkrivanja napak bistvenega pomena za rešitev problema.

Cilj vaje je utrditev teh znanj na značilnejših komponentah kot so bipolarni tranzistor, MOSFET tranzistor, IGBT, GTO, tiristor in triac.

1. **Bipolarni tranzistor**

Pri bipolarnem tranzistorju lahko hitro preverimo delovanje z merjenjem upornosti posameznih PN spojev z ohmmetrom. Pri preverjanju je potrebno upoštevati, da ima PN spoj v prevodni smeri minimalno upornost (nekaj ohmov), v zaporni smeri pa zelo veliko (več MΩ). Do napak pri preverjanju lahko prihaja pri darlington tranzistorjih in tranzistorjih z vezano antiparalelno diodo med kolektorjem in emitorjem. V teh primerih je potrebno spremenjene lastnosti teh komponent upoštevati.

**NPN tranzistor Preverjanje delovanja bipolarnih tranzistorjev:**



Oznaka in tip tranzistorja:	Št. priključka (+ ali – polariteta)			Legenda: Da (prevaja) Ne (ne prevaja) ali $R_{izm.} [\Omega]$	Oznaka in tip tranzistorja:	Št. priključka (+ ali – polariteta)			Legenda: Da (prevaja) Ne (ne prevaja) ali $R_{izm.} [\Omega]$
	1	2	3			1	2	3	
Št. merjenja oz. kombinacije					Št. merjenja oz. kombinacije				
1					1				
2					2				
3					3				
4					4				
5					5				
6					6				
Rezultat preizkusa				-----	Rezultat preizkusa				-----
Opomba					Opomba				

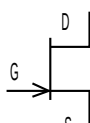
Oznaka in tip tranzistorja:	Št. priključka (+ ali – polariteta)			Legenda: Da (prevaja) Ne (ne prevaja) ali $R_{izm.} [\Omega]$	Oznaka in tip tranzistorja:	Št. priključka (+ ali – polariteta)			Legenda: Da (prevaja) Ne (ne prevaja) ali $R_{izm.} [\Omega]$
	1	2	3			1	2	3	
Št. merjenja oz. kombinacije					Št. merjenja oz. kombinacije				
1					1				
2					2				
3					3				
4					4				
5					5				
6					6				
Rezultat preizkusa				-----	Rezultat preizkusa				-----

## 2. Spojni FET (junction FET) – unipolarni tranzistor

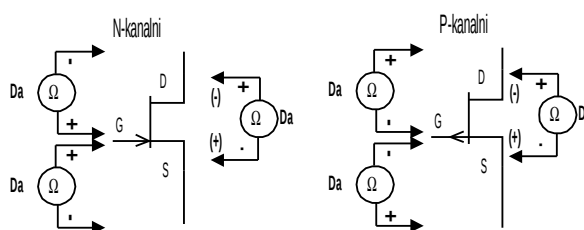
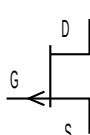
Za spojni FET (Field Effect Transistor) tranzistor je značilno, da med G in S obstaja PN spoj, ki ga lahko z ohmmetrom normalno preverimo, med D in S pa je upornost kanala v obe smeri pri konstantni napetosti  $U_{GE}$  enaka.

**N-kanalni FET:**

**Preverjanje delovanja spojneg FET-a :**



**P-kanalni FET:**



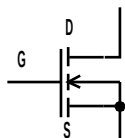
Da – pomeni da ohmmeter prevaja (digitalni instrument pokaže 500-650 mV). V vseh ostalih kombinacijah ni prevajanja, razen med D in S, kjer je v obe smeri enaka upornost npr. 100  $[\Omega]$ .

Oznaka in tip tranzistorja:	Št. priključka (+ ali – polariteta)			Legenda: Da (ne prevaja) Ne (ne prevaja) ali $R_{izm.} [\Omega]$	Oznaka in tip tranzistorja:	Št. priključka (+ ali – polariteta)			Legenda: Da (ne prevaja) Ne (ne prevaja) ali $R_{izm.} [\Omega]$
	1	2	3			1	2	3	
Št. merjenja oz. kombinacije					Št. merjenja oz. kombinacije				
1					1				
2					2				
3					3				
4					4				
5					5				
6					6				
Rezultat preizkusa				-----	Rezultat preizkusa				-----

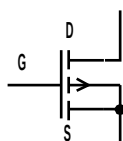
## 3. Samozaporni MOSFET (enhanced)

Za samozaporni MOSFET (Metal Oxid Semiconductor) je značilno, da je kanal pri  $U_{GS} = 0V$  popolnoma zaprt, pri prisotni  $U_{GS}$  pa se upornost kanala sorazmerno zmanjšuje glede na velikost napetosti (za N-kanal pozitivna, za P-kanal negativna). Z ohmmetrom je možno delovanje preveriti tako, da vrata G nabijemo z ustreznim nabojem (pozitivni pri N-kanalnem oz. negativni pri P-kanalnem) zatem pa še izmerimo upornost kanala. Pri nekaterih vrstah je potrebno upoštevati še vgrajeno antiparalelno diodo med D in S.

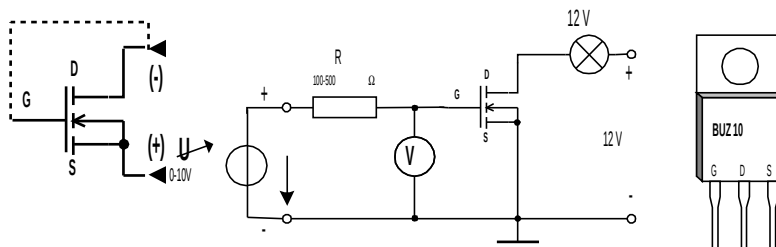
**N-kanalni MOSFET**



**P-kanalni MOSFET**



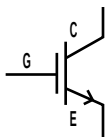
Preverjanje delovanja MOSFET-a (stikalni režim):



$U_{GS}$ [V]	$U_{DS ON}$ [V]	$I_{DS}$ [mA]

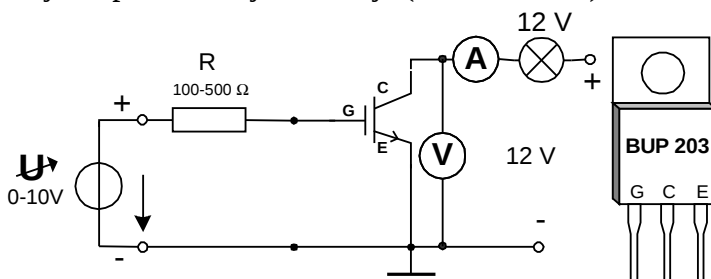
Oznaka in tip tranzistorja:	Št. priključka (+ ali – polariteta)			Legenda: Da (prevaja) Ne (ne prevaja) ali $R_{izm.} [\Omega]$	Oznaka in tip tranzistorja:	Št. priključka (+ ali – polariteta)			Legenda: Da (prevaja) Ne (ne prevaja) ali $R_{izm.} [\Omega]$
	1	2	3			1	2	3	
Št. merjenja oz. kombinacije	1	2	3		Št. merjenja oz. kombinacije	1	2	3	
1					1				
2					2				
3					3				
4					4				
5					5				
6					6				
Rezultat preizkusa				-----	Rezultat preizkusa				-----

**4. IGBT**



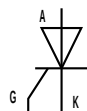
Za IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) je značilno, da ima vhodni del v izvedbi samozapornega MOS FET, izhodni del pa v izvedbi bipolarnega tranzistorja. Zato so tudi priključki primerno označeni (G, C, E). Na ta način IGBT povzema dobre lastnosti MOSFET –a (napetostno krmiljenje, visoka vhodna upornost, manjša vhodna kapacitivnost) in dobre lastnosti bipolarnega tranzistorja (majhna  $U_{CE sat.}$ ). Delovanje lahko preverimo enako kot pri samozapornemu MOS FET-u le, da moramo računati z višjim pragom  $U_{GE}$  napetosti (5-6 V), ker je odpiranje razdeljeno v dve fazi. Pri nižjih  $U_{GE}$  (5-8 V) prevaja v glavnem vhodni MOSFET, pri višjih  $U_{GE}$  (8-20 V) pa vzporedno še bipolarni tranzistor.

Vezje za preizkušanje IGBT-ja (stikalni režim):



$U_{GE}$ [V]	$U_{CE\ ON}$ [V]	$I_{CE}$ [mA]

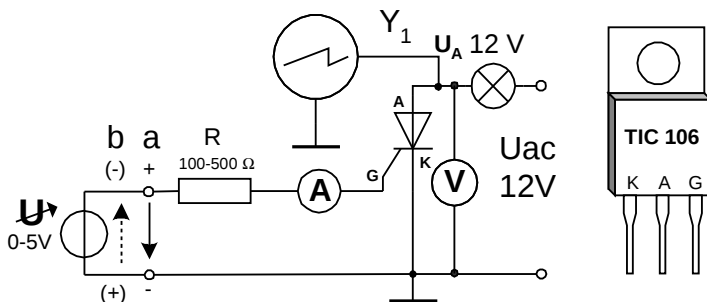
### 5. SCR (Tiristor)



Tiristor hitro preizkušamo tako, da ohmmeter priključimo med A in K tako, da je pozitivni potencial ohmmetra na A, nato pa **ne da bi prekinili ta tokokrog** kratko spojimo še A-G in s tem **povzročimo vžig** tiristorja. Po odstranitvi povezave med A in G mora tiristor ostati vžgan.

Napaka pri preverjanju je možna, če ohmmeter ne zagotavlja potrebne velikosti toka vžiga, oziroma je držalni tok tiristorja premajhen, kar posledično pomeni, da takoj ko odstranimo povezavo med G in E tiristor ugasne. Po tej metodi preizkušamo večinoma tiristorje z visoko občutljivimi vrati (high sensitivity gate), v nasprotnem primeru pa je potrebno pri preverjanju zagotoviti zadosten tok s pomočjo dodatnega vira (baterija, napajalnik..).

Vezje za preizkušanje tiristorja:

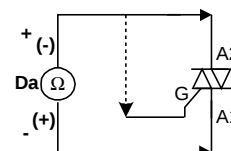


$I_G$ [mA]	$U_{AK}$ [V]	$I_{AK}$ [mA]

### 6. TRIAC

Triac preverjamo podobno kot tiristor, le da ga lahko vžigamo tudi z negativnim tokom  $I_G$  in v vseh štirih kvadrantih delovanja (+  $U_A$  in +  $I_G$ ; +  $U_A$  in -  $I_G$ ; -  $U_A$  in +  $I_G$ ; -  $U_A$  in -  $I_G$ ).

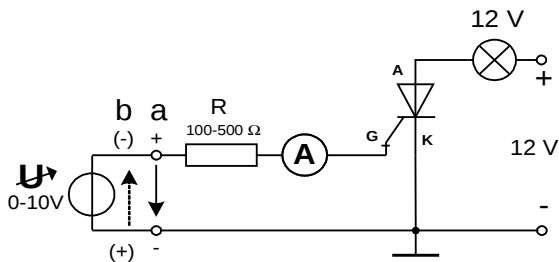
Napake pri preverjanju so možne v isti obliki kot pri tiristorju.



## 7. GTO (Gate Turn Off tiristor)

Delovanje GTO-ja lahko preizkusimo na improviziranem vezju z bremenom. Vžigna karakteristika je podobna kot pri tiristorju medtem ko je **tok gašenja nekajkrat večji** od toka vžiga in **je odvisen** od velikosti toka, ki ga GTO prevaja.

### Vezje za preverjanje delovanja GTO-ja :



$U_{\text{Napajalna}}$ (V)	$I_{\text{Vkllop}}$ (A)	$I_{\text{Izkllop}}$ (A)	$I_{\text{AK Vkllop}}$ (mA)
6			
12			

Opomba:

Za bremenski tok  $I_{\text{AK Vkllop}}$  lahko uporabite interni ampermeter napajalnika.