

Analiza polprevodniških komponent

## 4. Vaja: Preverjanje delovanja polprevodniških komponent

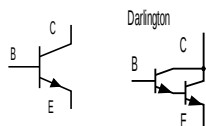
Polprevodniške komponente v močnostnih stopnjah so pogosto vzrok odpovedi, zato je poznavanje metod hitrega preverjanja in odkrivanja napak bistvenega pomena za rešitev problema.

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

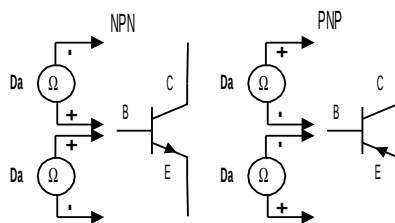
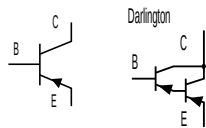
### 1. Preizkušanje bipolarnega tranzistorja

Pri bipolarnem tranzistorju lahko opravimo hitro preizkušanje preko kontrole 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  $M\Omega$ ). 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*



*PNP tranzistor*



**Da** – pomeni da PN spoj prevaja (digitalni instrument pokaže napetost »kolena karakteristike« ( 500-650 mV).

**Ne** – pomeni, da ni prevajanja (tudi na navijšem območju).

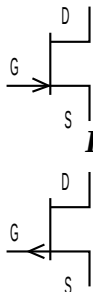
Oznaka tranzistorja: <b>BC 141</b>		Polariteta testiranja			Kontrola prevajanja		Oznaka tranzistorja <b>BDW.....</b>		Polariteta testiranja			Kontrola prevajanja		
Skica z oznako priključkov:	Komb.	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	(✓) <i>da ne</i>		Skica z oznako priključkov:	Komb.	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	(✓) <i>da ne</i>		
	1.	+	-					1.	+	-				
	2.		-	+				2.		-	+			
	3.	-	+					3.	-	+				
	4.		+	-				4.		+	-			
	5.	+		-				5.	+		-			
	6.	-		+				6.	-		+			
Tip tranzistorja? <b>NPN / PNP</b>		Rezultat preizkusa: <b>dober / poškodovan</b>				Tip tranzistorja? <b>NPN / PNP (darlington)</b>		Rezultat preizkusa: <b>dober / poškodovan</b>						

### 2. Preizkušanje spojnega (JFET) tranzistorja

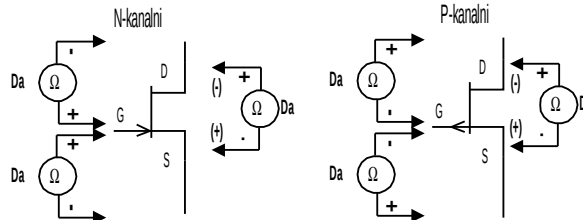
Za spojni J-FET tranzistor je značilno, da med G in S obstaja PN spoj, ki ga lahko z ohmmetrom normalno preverimo, med D in S pa je upornost kanala v obe smeri enaka in je med 100W do 200W.

**N-kanalni FET:**

**Preizkušanje spojnega FET-a (z ohmmetrom)**



**P-kanalni FET:**



**Da** – pomeni prevodnost (digitalni instrument pokaže 500-650 mV).  
**Da** - med D in S, je v obe smeri enaka upornost !

Oznaka tranzistorja: <b>BF 245</b>		Polariteta testiranja			Kontrola prevajanja		Oznaka tranzistorja		Polariteta testiranja			Kontrola prevajanja		
Skica z oznako priključkov:	Komb.	G	D	S	(\checkmark)		Skica z oznako priključkov:	Komb.	G	D	S	(\checkmark)		
					da	ne						da	ne	
	1.	+	-					1.	+	-				
	2.		-	+				2.		-	+			
	3.	-	+					3.	-	+				
	4.		+	-				4.		+	-			
	5.	+		-				5.	+		-			
	6.	-		+				6.	-		+			
Tip ? <i>N-kanal / P-kanal</i>		Rezultat preizkusa: <b>dober / poškodovan</b>					Tip ? <i>N-kanal / P-kanal</i>							

**3. Preizkušanje MOSFET tranzistorja**

Za samozaporni MOSFET 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 izmerimo upornost kanala. Pri preverjanju upornosti kanala je potrebno upoštevati še prisotnost (prevajanje v eni smeri) antiparalelne diode med D in S.

*N*-kanalni:      *P*-kanalni:

### Preizkušanje MOSFET-a

a) Z ohmmetrom

b) Z testnim vezjem

Komentar	$U_{GS}$ [V]	$U_{DS\ ON}$ [V]	$I_{DS}$ [A]
Napetost odpiranja kanala	$U_{GS\ odp} =$		
1. meritev	5		
2. meritev	8		

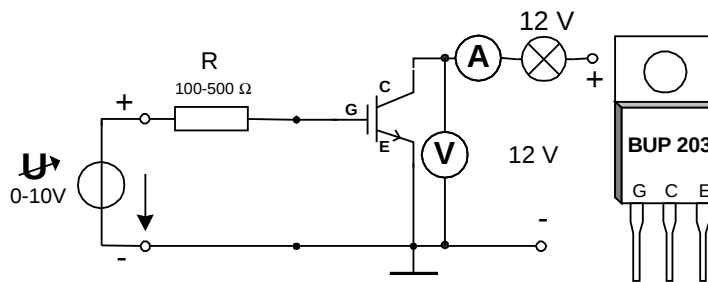
### 4. Preizkušanje IGBT tranzistorja

Za IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*) je značilno, da ima vhodni del v izvedbi samozapornega MOS FETa, 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. Z ohmmetrom ga preizkušamo na enak način kot MOSFET tranzistor.

Preizkušanje IGBT-ja z testnim vezjem:

Oznaka tranzistorja: <b>BUZ 10</b>		Polariteta testiranja			Kontrola prevajanja	
Skica z oznako priključkov:	Komb.	<b>G</b>	<b>D</b>	<b>S</b>	(✓)	
					<i>da</i>	<i>ne</i>
	1.	+	-			
	2.		-	+		
	3.	-	+			
	4.		+	-		
	5.	+		-		
	6.	-		+		
Rezultat preizkusa:						



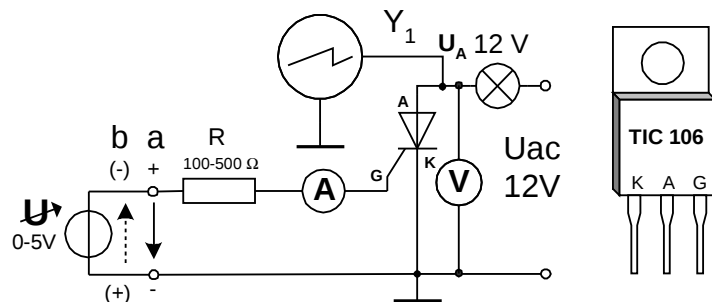
Komentar	$U_{GE}$ [V]	$U_{CE ON}$ [V]	$I_{CE}$ [A]
Napetost odpiranja kanala	$U_{GS_{odp}} =$		
1. meritev	9		
2. meritev	12		

### 5. Preizkušanje tiristorja - SCR

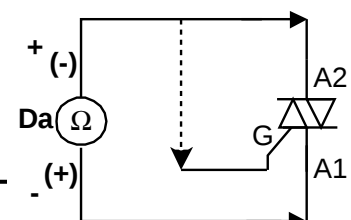
Tiristor hitro preizkušamo tako, da ohmmeter priključimo med A in K tako, da je pozitiven potencial ohmmetra na A, nato pa **ne da bi prekinili ta tokokrog** kratko spojimo še A-G in s tem **povzročimo vžig** tiristorja. Po odstranitvi povezave med A in G mora tiristor ostati vžgan.

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:**



### 6. Preizkušanje triaka



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  $- I_G$  ).

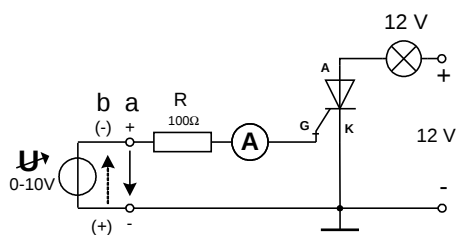
Napake pri preverjanju so možne v isti obliki kot pri tiristorju.

## 7. Preizkušanje GTO tiristorja (Gate Turn Off)

Delovanje GTO-ja lahko preizkusimo na improviziranem vezju z bremenom.

Vžig GTOja je poteka s pozitivnim tokovnim impulzom (enako kot pri tiristorju), »gašenje« pa kje omogočeno z negativnim tokovnim impulzom. Računati je potrebno, da je **tok gašenja nekajkrat večji** od toka vžiga in **je odvisen** od velikosti bremenskega toka, ki ga GTO prevaja.

**Vezje za preverjanje delovanja GTO-ja :**



U Napajalna (V)	I <sub>Vklop</sub> (A)	I <sub>Izklop</sub> (A)	I <sub>AK</sub> Vklop (mA)
6			
12			

Opomba:

Za meritev toka skozi breme (žarnico) uporabite interni ampermeter napajalnika.