
LABORATORIJSKI PRAKTIKUM- ELEKTRONSKE KOMPONENTE

Laboratorijske vežbe

2016/2017

Određivanje osvetljenosti laboratorije korišćenjem fotootpornika

VAŽNA NAPOMENA: ZA VREME POSTAVLJANJA VEŽBE (SASTAVLJANJA ELEKTRIČNE ŠEME) I PRIKLJUČIVANJA MERNIH INSTRUMENATA MAKETA MORA BITI ODVOJENA OD NAPAJANJA! TEK NAKON ŠTO PREDMETNI ASISTENT ODOBRI UPOTREBU VEŽBE MOŽE SE PRIKLJUČITI NAPAJANJE. NE PISATI PO OVOM UPUTSTVU.

PRIPREMA MAKETE

- Prilikom izrade ove vežbe koristi se ispravljač napona, maketa, otpornik $3.3k\Omega$, otporna dekadna kutija, fotootpornik i dva merna instrumenta koji se setuju da rade kao voltmetri (slika 1.).
- Odmah na početku, a pre priključivanja na maketu, voltmetre je potrebno postaviti na opseg 20V, vidi sliku 1.
- Potencijometar za promenu napona napajanja makete treba okrenuti u krajnji levi položaj.
- Priključiti oba voltmetra.
- Pozvati predmetnog asistenta radi provere ispravnosti sastavljene makete i nakon toga pristupiti izradi vežbe.

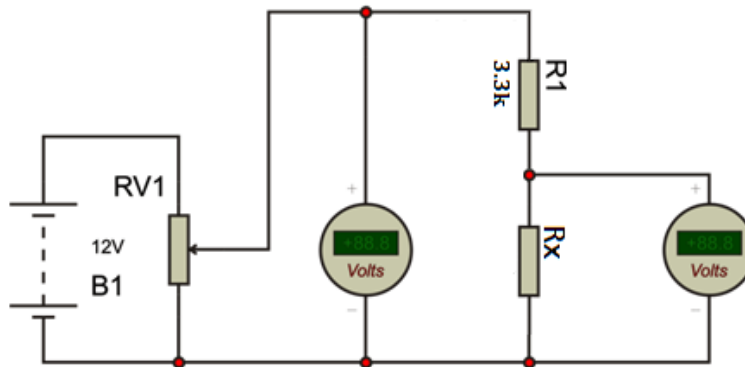


Slika 1

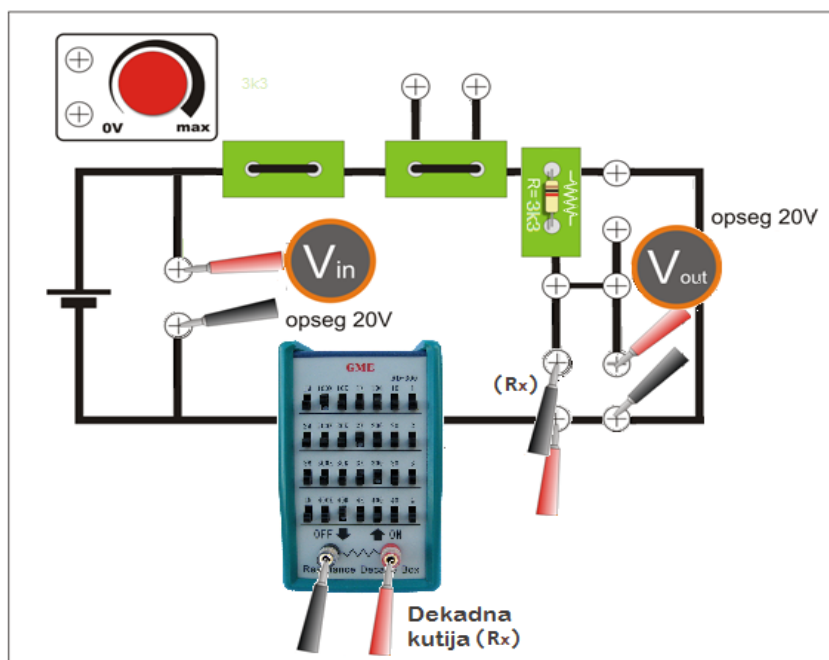
Ampermetar se priključuje redno u kolo. Sva struja koja treba da se meri treba da prođe i kroz ampermetar. Da ne bi remetio stanje u kolu i uticao na struju, ampermetar mora da ima vrlo malu unutrašnju otpornost (idealno jednaku nuli).

Voltmetar se vezuje paralelno komponenti na čijim se krajevima želi da izmeri napon. Kao takav on treba da ima ogromnu unutrašnju otpornost da ne bi poremetio stanje u kolu i eventualno napravio zaobilazni put i premostio komponentu (idealno, njegova unutrašnja otpornost treba da je beskonačna).

Nikako ne vezivati ampermetar paralelno; može doći do proticanja velikih struja i pregorevanja osigurača ili instrumenta!



Slika 2



Slika 3

IZRADA VEŽBE

a) Određivanje nepoznate otpornosti korišćenjem naponskog razdelnika

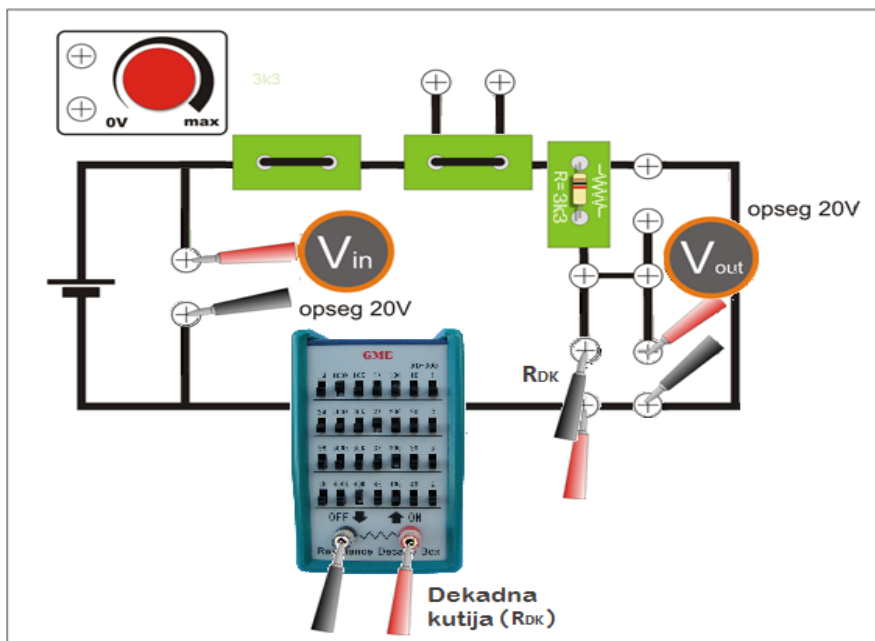
- Potenciometar za promenu napona napajanja makete (slika 3.), za električno kolo realizovao na osnovu električne šeme date na slici 2, lagano okrenuti udesno dok ulazni napon V_{in} ne dostigne neku proizvoljnu vrednost višu od 8V. Zatim zapisati očitane vrednosti tako setovanog ulaznog napona V_{in} i izlaznog napona V_{out} prikazanu na drugom voltmetru.
- Redno kolo otpornika R_1 i otpornosti dekadne kutije R_x predstavlja naponski razdelnik za koji važi:

$$V_{out} = \frac{R_x}{R_1 + R_x} V_{in}$$

Na osnovu izmerenih vrednosti ulaznog napona (V_{in}) i izlaznog napona (V_{out}) izračunati vrednost otpornosti dekadne kutije R_x .

$$R_x = \frac{V_{out} R_1}{V_{in} - V_{out}}$$

- Uporediti ovu vrednost sa pokazivačem na dekadnoj kutiji.



Slika 4

b) Snimanje zavisnosti $V_{out} = f(R_{DK})$

- Potenciometar za promenu napona napajanja makete (slika 4.) lagano okretati udesno dok ulazni napon V_{in} ne dostigne vrednost od 12 V. Zatim menjati vrednost otpornosti dekadne kutije u skokovima (vidi tabelu) i unositi u tabelu vrednosti izlaznog napona V_{out} . NAPOMENA: Mogu se koristiti i druge vrednosti otpornosti dekadne kutije (van tabele), ali je važno da se ulazni napon drži na konstantoj vrednosti (12 V)
- Po završetku očitavanja izlaznog napona, smanjiti napon napajanja na 0 V, a korišćenjem dobijenih podataka iz tabele nacrtati na milimetarskom papiru zavisnost $V_{out} = f(R_{DK})$. Jasno je da će veći broj mernih tačaka dati bolju zavisnost.

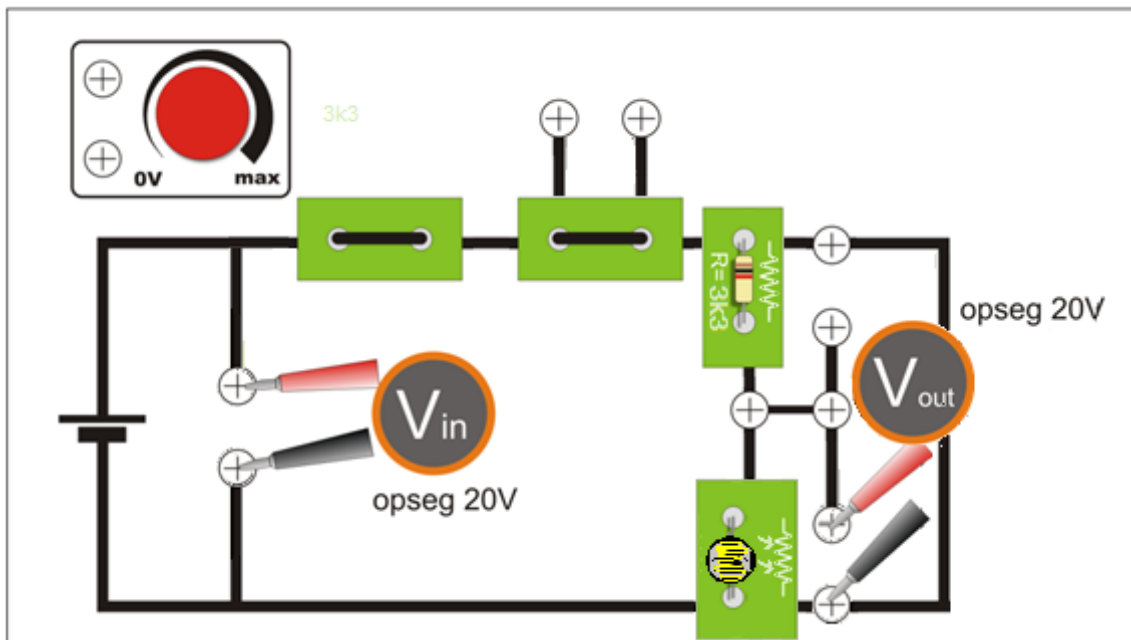
R_{DK} [k Ω]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_{out} [V]										

c) Odredjivanje osvetljenosti laboratorije

- Dekadnu kutiju zameniti fotootpornikom kao na slici 5. Potenciometar za promenu napona napajanja makete lagano okretati udesno dok ulazni napon V_{in} ne dostigne vrednost od 12 V. Zatim očitati vrednost izlaznog napona V_{out} , što je zapravo napon na fotootporniku.
- Sa zavisnosti $V_{out}=f(R)$, koja je u prethodnoj tački b) dobijena pod uslovom $V_{in}=12V$, očitati i vrednost otpornosti fotootpornika za datu vrednost izlaznog napona. Ova otpornost zavisice od trenutne osvetljenosti laboratorije.
- Po završetku očitavanja izlaznog napona, smanjiti napon napajanja na 0V.
- Na kraju izrade vežbe obavezno isključiti merne instrumente!
- Postupak za odredjivanje osvetljenosti:

Ukupna struja kroz fotootpornik

$$I = I_t + I_f$$



Slika 5

dobija se iz Omovog zakona na osnovu izmerenog napona na fotootporniku (V_{out}) i njegove otpornosti

Struja mraka I_t određuje se na osnovu otpornosti u mraku $R_0=100\text{ k}\Omega$ i napona na fotootporniku

Fotostruja je data izrazom

$$I_f = C \cdot E^\chi$$

Parametar fotostruje C zavisi direktno od primenjenog napona (ako nema napona, nema ni struje) i za fotootpornik upotrebljen u ovoj vežbi može se za dati napon na njemu U odrediti kao

$$C = 16.63 \times 10^{-6} U \quad [A]$$

Drugi parametar upotrebljenog fotootpornika iznosi $\chi=0.615$, pa je osvetljenost data izrazom

$$E = \left(\frac{I_f}{C} \right)^{1/\chi}$$

IZVEŠTAJ

- U izveštaju je potrebno navesti električnu šemu ove vežbe, postupak merenja i izmerene podatke u vidu tabela i grafikona $V_{out}=f(R_{DK})$.
- Na grafikonu treba nacrtati karakteristiku izlaznog napona u odnosu na otpornost dekadne kutije (R_{DK}), koristeći milimetarski papir ili dati sliku dobijenu korišćenjem nekog softverskog alata. Dimenzije grafikona treba da budu približno formata A4.
- Odrediti otpornost fotootpornika na osnovu grafikona $V_{out}=f(R_{DK})$ i odrediti osvetljenje laboratorije.
- Izveštaj treba da sadrži i odgovarajuće numeričke vrednosti koje su dobijene u postupku određivanja osvetljenosti laboratorije.
- Svesku sa izveštajem **OBAVEZNO** predati asistentu radi overe na prvom narednom času laboratorijskih vežbanja.

Snimanje karakteristika dioda

VAŽNE NAPOMENE: ZA VREME POSTAVLJANJA VEŽBE (SASTAVLJANJA ELEKTRIČNE ŠEME) I PRIKLJUČIVANJA MERNIH INSTRUMENTATA MAKETA MORA BITI ODVOJENA OD NAPAJANJA!

TEK NAKON ŠTO PREDMETNI ASISTENT ODOBRI UPOTREBU VEŽBE MOŽE SE PRIKLJUČITI MAKETA. NE PISATI PO OVOM UPUTSTVU.

PRIPREMA MAKETE

- Prilikom izrade ove vežbe koristi se ispravljač napona, maketa, otpornik $180\ \Omega$ ili $220\ \Omega$, pet dioda čije karakteristike merimo i dva merna instrumenta (voltmetar i ampermetar).
- Odmah na početku, a pre priključivanja na maketu, voltmetar je potrebno postaviti na opseg 20V, a ampermetar na opseg 20mA, vidi sliku 1.
- Pomoću makete i potrebnih komponentata sastaviti električnu šemu kola koja je data je na slici 2.
- Gotova maketa treba da izgleda kao na slici 3.
- Potenciometar za promenu napona napajanja makete treba okrenuti u krajnji levi položaj.
- Priključiti ampermetar i voltmetar.
- Pozvati predmetnog asistenta radi provere ispravnosti sastavljene makete i nakon toga pristupiti izradi vežbe.



Slika 1

Schottky dioda (u plavom kućištu)

V_D [V]	0.10	0.20	0.23	0.25	0.27	0.29	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38
I_D [mA]											

Schottky dioda je dioda na bazi **kontakta metal-poluprovodnik**

IC dioda (infracrvena)

V_D [V]	0.40	0.60	0.85	1.00	1.04	1.08	1.09	1.10			
I_D [mA]									6	8	10

Svetlost IC (ili IR od izraza *Infra Red*) diode je izvan područja vidljivog spektra. Svetljenje ove diode ne možemo primetiti golim okom. Da ova dioda vodi možemo se uveriti pomoću pokazivanja instrumenata, a da emituje IC svetlost pomoću kamerice sa fotoaparata ili sa mobilnog telefona. Iskoristiti kamericu!

Snimanje karakteristike Zener diode

Zener dioda je komponenta koja se zbog posebnog oblika I'V karakteristike koristi pri inverznoj polarizaciji, dok pri direktnoj polarizaciji pokazuje standardnu karakteristiku Silicijumske diode.

- Postaviti na maketu Zener diodu 5V6 tako da bude direktno polarisana, pa snimiti njenu karakteristiku

Zener dioda - direktna polarizacija

V_D [V]	0.20	0.45	0.55	0.57	0.60	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67
I_D [mA]											

- Okrenuti Zener diodu pa snimiti "inverznu karakteristiku"

Zener dioda – inverzna polarizacija

V_D [V]	3	4	5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.55	5.6	5.65
I_D [mA]											

IZVEŠTAJ

- U izveštaju je potrebno navesti električnu šemu ove vežbe, postupak merenja i izmerene podatke u vidu tabela i grafikona $I_D(V_D)$ i dati lična zapažanja.
- Karakteristike LED, 1N4007, Šotkijeve i IC diode nacrtati na jednom, a karakteristike Zener diode na drugom grafikonu koristeći milimetarski papir. Dimenzije grafikona treba da budu približno fomata A4.
- Odrediti napon praga za svaku komponentu (diodu). Napon praga je presečna tačka tangente na karakteristiku diode u radnom režimu i x-ose i približno odgovara naponu kada je struja 1mA.
- Odrediti Zenerov napon - napon na **inverzno** polarisanoj diodi pri unapred definisanoj struji, npr. 1mA.
- Svesku sa izveštajem **OBAVEZNO** predati asistentu radi overe na prvom narednom času laboratorijskih vežbanja.

LABORATORIJSKI PRAKTIKUM-ELEKTRONSKE KOMPONENTE

Laboratorijske vežbe

Snimanje karakteristike bipolarnog tranzistora

VAŽNA NAPOMENA: ZA VREME POSTAVLJANJA VEŽBE (SASTAVLJANJA ELEKTRIČNE ŠEME) I PRIKLJUČIVANJA MERNIH INSTRUMENTATA MAKETA MORA BITI ODVOJENA OD NAPAJANJA! TEK NAKON ŠTO PREDMETNI ASISTENT ODOBRI UPOTREBU VEŽBE MOŽE SE PRIKLJUČITI NAPAJANJE.

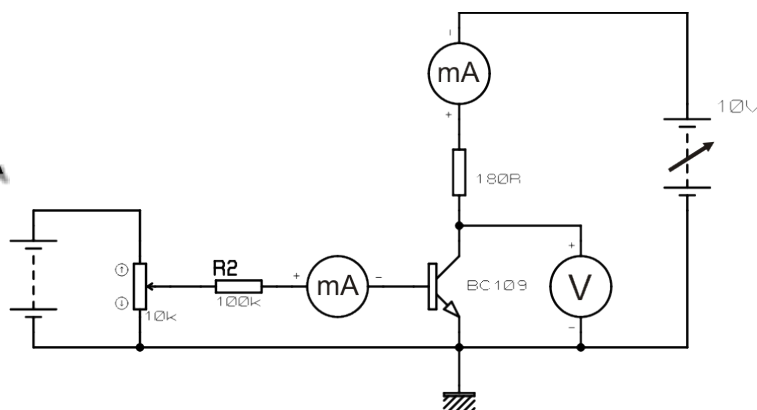
NE PISATI PO OVOM UPUTSTVU.

PRIPREMA MAKETE

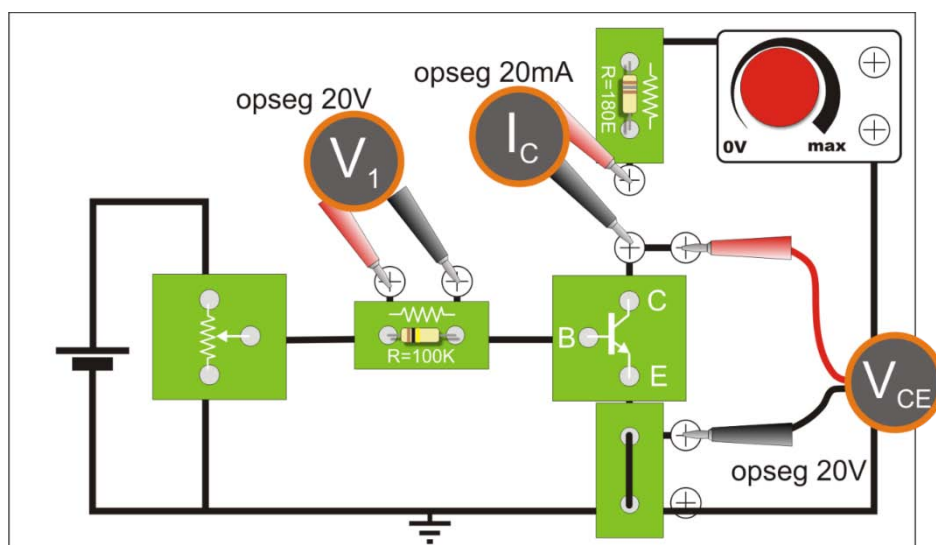
- Prilikom izrade ove vežbe koristi se ispravljač napona, maketa, otpornici 180Ω i $100K\Omega$, bipolarni transistor BC107 i tri merna instrumenta (2 voltmetra i ampermetar).
- Odmah na početku, a pre priključivanja na maketu, voltmetar je potrebno postaviti na opseg 20V, a ampermetar na opseg 20mA, vidi sliku 1.
- Pomoću makete i potrebnih komponentata sastaviti električnu šema kola koja je data na slici 2.
- Gotova maketa treba da izgleda kao na slici 3.
- Potencijometar za promenu napona napajanja makete i potencijometar za promenu bazne struje tranzistora treba okrenuti u krajnji levi položaj.
- Priključiti ampermetar i voltmetre.
- Pozvati predmetnog asistenta radi provere ispravnosti sastavljene makete i nakon toga pristupiti izradi vežbe.



Slika 1



Slika 2



Slika 3

IZRADA VEŽBE

- Potencijometar za promenu bazne struje tranzistora podesiti tako da voltmetar V_1 pokazuje 1V. S obzirom da je V_1 napon na otporniku od $100K\Omega$, to znači da je bazna struja $I_B = V_1/R = 1V/100K\Omega = 10\mu A$.
- Potencijometar za promenu napona napajanja makete lagano okretati udesno dok se na voltmetru ne očita potreban napon V_{CE} (vidi tabele). Zatim zapisati očitane vrednosti struje I_C izmerenu ampermetrom.
- Za vreme snimanja karakteristike bazna struja se mora održavati konstantnom. Ukoliko je potrebno, izvršiti korekciju potencijometrom za podešavanje bazne struje.
- Po završetku snimanja karakteristike za jednu vrednost bazne struje smanjiti napon napajanja na 0V, povećati baznu struju i ponoviti postupak snimanja karakteristike.

$I_B = 10\mu A$ ($V_1 = 1V$)

V_{CE} [V]	0.20	0.30	0.60	2.00	4.00	6.00	8.00
I_C [mA]							

$I_B = 20\mu A$ ($V_1 = 2V$)

V_{CE} [V]	0.20	0.30	0.60	2.00	4.00	6.00	8.00
I_C [mA]							

$I_B = 30\mu A$ ($V_1 = 3V$)

V_{CE} [V]	0.20	0.30	0.60	2.00	4.00	6.00	8.00
I_C [mA]							

Na kraju izrade vežbe obavezno isključiti merne instrumente!

IZVEŠTAJ

- U izveštaju je potrebno navesti električnu šemu ove vežbe, postupak merenja i izmerene podatke u vidu tabela i grafikona $I_C(V_{CE})$.
- Karakteristike za sve tri bazne struje ($10\mu A$, $20\mu A$, $30\mu A$) nacrtati na istom grafikonu. Koristiti milimetarski papir ili dati sliku dobijenu korišćenjem nekog softverskog alata. Dimenzije grafikona treba da budu približno formata A4.
- Na grafikonu označiti oblasti rada tranzistora.
- Odrediti pojačanje ovog tranzistora: izabrati dve tačke u aktivnoj oblasti rada tranzistora na karakteristikama za $10\mu A$ i $30\mu A$, a pojačanje izračunati kao:

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{I_{C3} - I_{C1}}{I_{B3} - I_{B1}}$$

- Svesku sa izveštajem **OBAVEZNO** predati asistentu radi overe na prvom narednom času laboratorijskih vežbanja.

LABORATORIJSKI PRAKTIKUM-ELEKTRONSKE KOMPONENTE

Laboratorijske vežbe

Snimanje karakteristike MOS tranzistora

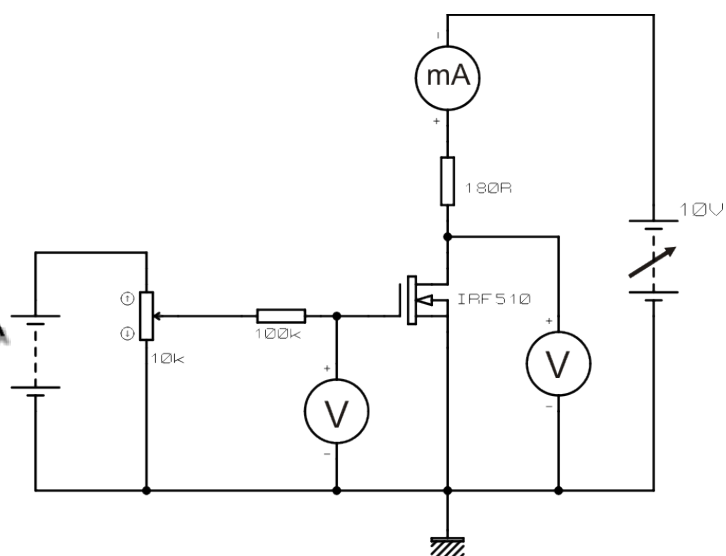
VAŽNA NAPOMENA: ZA VREME POSTAVLJANJA VEŽBE (SASTAVLJANJA ELEKTRIČNE ŠEME) I PRIKLJUČIVANJA MERNIH INSTRUMENTATA MAKETA MORA BITI ODVOJENA OD NAPAJANJA! TEK NAKON ŠTO PREDMETNI ASISTENT ODOBRI UPOTREBU VEŽBE MOŽE SE PRIKLJUČITI NAPAJANJE. NE PISATI PO OVOM UPUTSTVU.

PRIPREMA MAKETE

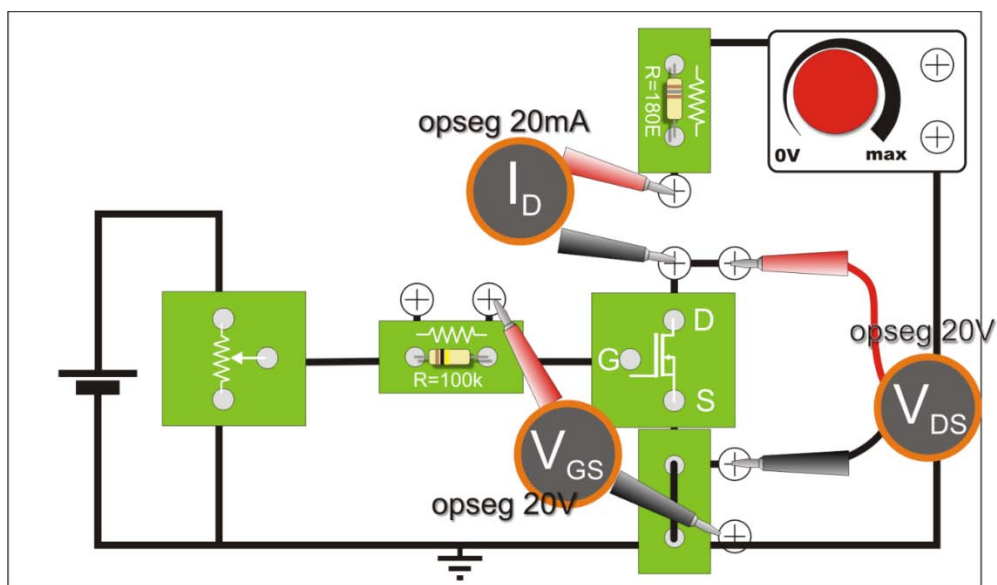
- Prilikom izrade ove vežbe koristi se ispravljač napona, maketa, otpornici 180Ω i $100K\Omega$, MOS transistor IRF510 i tri merna instrumenta (2 voltmetra i ampermetar).
- Odmah na početku, a pre priključivanja na maketu, voltmetar je potrebno postaviti na opseg 20V, a ampermetar na opseg 20mA, vidi sliku 1.
- Pomoću makete i potrebnih komponenata sastaviti električnu šemu kola koja je data na slici 2.
- Gotova maketa treba da izgleda kao na slici 3.
- Potencijometar za promenu napona napajanja makete i potencijometar za promenu napona V_{GS} tranzistora treba okrenuti u krajnji levi položaj.
- Priključiti ampermetar i voltmetre.
- Pozvati predmetnog asistenta radi provere ispravnosti sastavljene makete i nakon toga pristupiti izradi vežbe.



Slika 1



Slika 2



Slika 3

IZRADA VEŽBE

- Potenciometar za promenu napona V_{GS} tranzistora podesiti tako da voltmetar pokazuje 3.50V.
- Potenciometar za promenu napona napajanja makete lagano okretati udesno dok se na voltmetru ne očita potreban napon V_{DS} (vidi tabele). Zatim zapisati očitane vrednosti struje I_D izmerenu ampermetrom.
- Za vreme snimanja karakteristike napon V_{GS} se mora održavati konstantnim. Ukoliko je potrebno, izvršiti korekciju potenciometrom za podešavanje ovog napona.
- Po završetku snimanja karakteristike za jednu vrednost napona V_{GS} smanjiti napon napajanja na 0V, povećati napon V_{GS} i ponoviti postupak snimanja karakteristike.

$V_{GS} = \text{_____} \text{ V}$

$V_{DS}[\text{V}]$	0.02	0.05	0.10	0.30	0.40	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
$I_D[\text{mA}]$										

$V_{GS} = \text{_____} \text{ V}$

$V_{DS}[\text{V}]$	0.02	0.05	0.10	0.30	0.40	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
$I_D[\text{mA}]$										

$V_{GS} = \text{_____} \text{ V}$

$V_{DS}[\text{V}]$	0.02	0.05	0.10	0.30	0.40	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
$I_D[\text{mA}]$										

Na kraju izrade vežbe obavezno isključiti merne instrumente!

IZVEŠTAJ

- U izveštaju je potrebno navesti električnu šemu ove vežbe, postupak merenja i izmerene podatke u vidu tabela i grafikona $I_D(V_{DS})$.
- Karakteristike za sve tri vrednosti napona V_{GS} nacrtati na istom grafikonu. Koristiti milimetarski papir ili dati sliku dobijenu korišćenjem nekog softverskog alata. Dimenzije grafikona treba da budu približno formata A4.
- Na grafikonu označiti oblasti rada tranzistora.
- Svesku sa izveštajem **OBAVEZNO** predati asistentu radi overe na prvom narednom času laboratorijskih vežbanja.