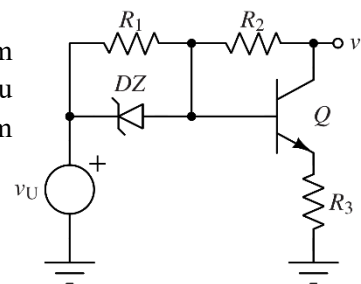


Dozvoljeno je korišćenje samo pribora za pisanje i neprogramabilnog kalkulatora. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Nije dozvoljeno iznošenje zadatka do kraja ispita. Svaki zadatak početi na novoj strani. Napraviti razmak između tačaka i jasno označiti svaku tačku zadatka. Na naslovnoj strani vežbanke upisati odsek i šta student polaže. Za zadatak koji nije rađen u odgovarajući kvadratić na naslovnoj strani upisati X. Integralni ispit: zadaci 1-8, 180 minuta. Završni ispit: zadaci 4-8, 120 minuta. Za prolaz na integralnom ispitu je potreban 51 poen uz uslov da se na zadacima označenim sa \* dobije više od 10 poena. Završni ispit se smatra položenim ako student ima ukupno sa položenim kolokvijumom 51 i više poena i ako na pitanjima na završnom ispitu ima više od 6 poena.

**1.\* (6 poena)**

- a) (5p) Opisati mehanizam provođenja struje difuzijom. Ilustrovati navedeni mehanizam odgovarajućim crtežom i izvršiti njegovu analizu. Napisati izraze za gustine struja koje nastaju difuzijom ako u difuziji učestvuju i elektroni i šupljine. Navesti značenje svih veličina u ovim izrazima.
- b) (1p) Navesti mehanizme koji su dominantni u provođenju struje u blizini PN spoja i dalje od PN spoja, ako je PN spoj direktno polarisan.



Slika 3.

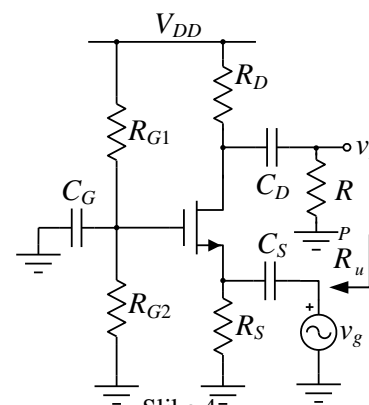
**2.\* (6 poena)**

- a) (2p) Nacrtati poprečni presek i oblik kanala NMOS tranzistora sa indukovanim kanalom, pod uslovom da je  $V_{GS} > V_t$  i  $V_{DS} < V_{GS} - V_t$ .
- b) (2p) Grafički predstaviti izlaznu strujno-naponsku karakteristiku NMOS tranzistora
- c) (2p) Nacrtati model NMOS tranzistora za male signale i izvesti izraze za parametre tog modela.

**3. (14 poena)** Za kolo sa slike 3 poznato je  $R_1 = R_2 = 2 \text{ k}\Omega$  i  $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ . Parametri bipolarnog tranzistora su  $V_{BE} = V_{BES} = 0.6 \text{ V}$ ,  $V_{CES} = 0.2 \text{ V}$ ,  $\beta \rightarrow \infty$  i  $V_A \rightarrow \infty$ . Parametri Zener diode su  $V_D = 0$  i  $V_Z = 1.5 \text{ V}$ . Ukoliko se napon na ulazu kola menja u opsegu  $0 < v_U < 4 \text{ V}$ , odrediti i grafički predstaviti zavisnost izlaznog od ulaznog napona  $v_I = v_I(v_U)$ . Za svaki segment posebno naznačiti u kojim radnim režimima su dioda i tranzistor.

**4. (14 poena)** Za pojačavač sa slike 4 je poznato:  $V_{DD} = 10 \text{ V}$ ,  $R_{G1} = R_{G2} = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_D = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_P = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $(C_G, C_S, C_D) \rightarrow \infty$ ,  $k_n = 2 \text{ mA/V}^2$ ,  $V_t = 1 \text{ V}$ .

- a) (4p) Odrediti vrednost otpornosti  $R_S$  tako da je struja drejna jednaka  $I_D = 1 \text{ mA}$ . U ovoj tački zanemariti uticaj efekta modulacije dužine kanala.
- b) (6p) Izvesti izraz za naponsko pojačanje pojačavača i izračunati vrednost ovog pojačanja.
- c) (4p) Izvesti izraz i izračunati vrednost ulazne otpornosti pojačavača.

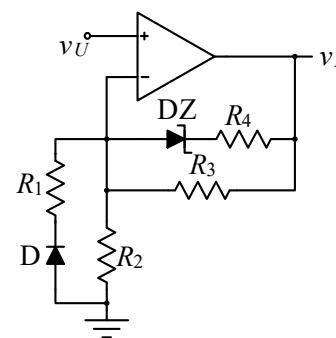


Slika 4.

**5.\* (10 poena)** Nacrtati električnu šemu invertujućeg pojačavača sa operacionim pojačavačem. Izvesti izraze za pojačanje, ulaznu i izlaznu otpornost ovog pojačavača ako upotrebljeni operacioni pojačavač ima konačno pojačanje  $A$  dok su mu ostale karakteristike idealne.

**6.\* (10 poena)** Nacrtati dvostepeni pojačavač sa direktnom spregom u kome je prvi stepen sa zajedničkim emitorom a drugi stepen sa zajedničkim kolektorom. Na raspolaganju su dva NPN tranzistora, jedan izvor za napajanje i potreban broj otpornika. Za dato kolo izvesti izraz za ulaznu otpornost i pojačanje pojačavača.

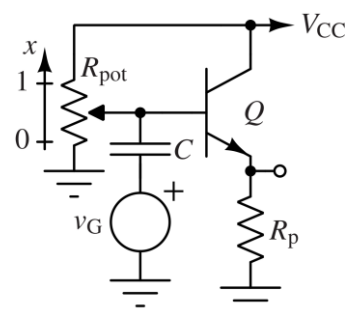
**7. (20 poena)** Za kolo sa slike 7 odrediti i grafički predstaviti zavisnost izlaznog od ulaznog napona  $v_I = f(v_U)$ . Smatrati da su operacioni pojačavač i diode idealni i da je  $V_D = 0 \text{ V}$  i  $V_Z = 4 \text{ V}$ . Poznato je:  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 2 \text{ k}\Omega$ .



Slika 7.

**8. (20 poena)** Na slici je prikazan pojačavač sa zajedničkim kolektorom, sa podesivom mirnom radnom tačkom, koji se koristi kao pojačavač snage u klasi A. Poznati su parametri tranzistora  $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ ,  $V_{CES} \approx 0$ , i  $\beta \rightarrow \infty$ . Poznati su još i  $V_{CC} = 7 \text{ V}$ ,  $C \rightarrow \infty$ , i otpornost potrošača  $R_p = 50 \Omega$ . Klizač potencijometra može da se podešava u opsegu  $0 \leq x \leq 1$ , kao što je prikazano na slici.

- a) (10p) Odrediti zavisnost maksimalne amplitude neizobličene naizmenične komponente napona na potrošaču, u funkciji položaja klizača potencijometra,  $V_{p,max}(x)$ , i skicirati grafik te zavisnosti.
- b) (10p) Za vrednost  $x = x_0$  za koju se može ostvariti maksimalna amplituda iz prethodne tačke, skicirati zavisnost koeficijenta korisnog dejstva datog pojačavača snage u funkciji amplitude naizmenične komponente izlaznog napona u opsegu  $0 < V_p < V_{p,max}(x_0)$ . Tom prilikom, za korisnu snagu smatrati snagu naizmenične komponente napona na potrošaču.



Slika 8.