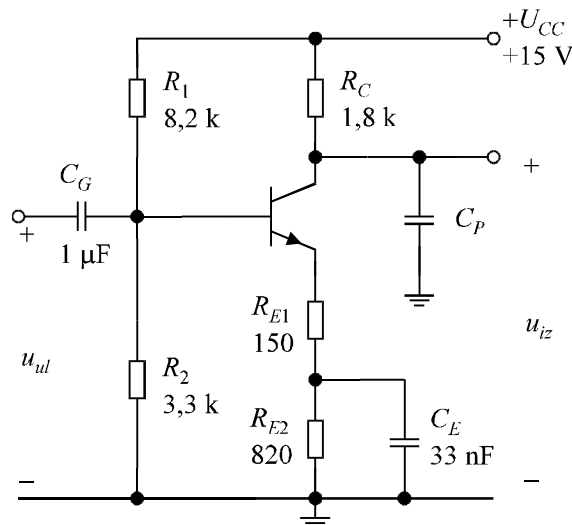


FREKVENCIJSKA ANALIZA POJAČALA I (analiza pomoću programa HP ADS)

ZADATAK ZA PRIPREMU

1. Prouiti poglavlje 4.2.1 iz skripte Feljko Butkovi : "Elektronika 2, II dio", te proraditi zadatke vezane uz frekventijsku analizu sklopova.
2. Za sklop na slici 1 izraziti radnu točku, maksimalni hod izlaznog signala, te naponsko pojačanje $A_V = u_{iz} / u_{ul}$ na srednjim frekvencijama. Zadano je: $\beta \approx h_{fe} = 150$, $r_{ce} \rightarrow \infty$,



Slika 1. Spoj zajedničkog emitera za frekventijsku analizu

3. Uz odspojen kondenzator C_P izraziti izraz $A_V(j\omega)$, odrediti donju granicu frekvenciju te skicirati amplitudnu i faznu frekventijsku karakteristiku.
4. Pafljivo prouiti upute za korištenje programa HP ADS u Dodatku C.
5. Pregledati plan rada za ovu laboratorijsku vježbu prije dolaska na vježbu. Dobro prouiti koji je dio vježbe opisan u Dodatku C, a koji dio nije.

RAD U LABORATORIJU

1. ODREĐIVANJE STATIČKE RADNE TOČKE I PARAMETARA DINAMIČKOG NADOMJESNOG SKLOPA

- 1.1. Prema uputama u Dodatku C nacrtati elektri ku shemu poja ala sa slike 1 i nakon toga treba obaviti stati ku analizu. Rezultate stati ke analize upisati u tablicu 1.

Tablica 1. - stati ka radna to ka

	I_{BQ} , μA	U_{BEQ} , V	I_{CQ} , mA	U_{CEQ} , V
analiti ki prora un				
SPICE-analiza				

- 1.2. O itati parametre hibridnog nadomjesnog π -sklopa tranzistora u stati koj radnoj to ki i upisati ih u tablicu 2. U tablici su uz uobi ajene oznake parametra navedene i oznake koje se koriste u programu **ADS**. Parametri se o itavaju tako da se u glavnom izborniku prozora za unos elektri ke sheme izabere

Simulate > Detailed Device Operating Point

i zatim se klikne lijevim gumbom mi-a na komponentu ije karakteristike traffimo, -to je u ovom slu aju bipolarni tranzistor.

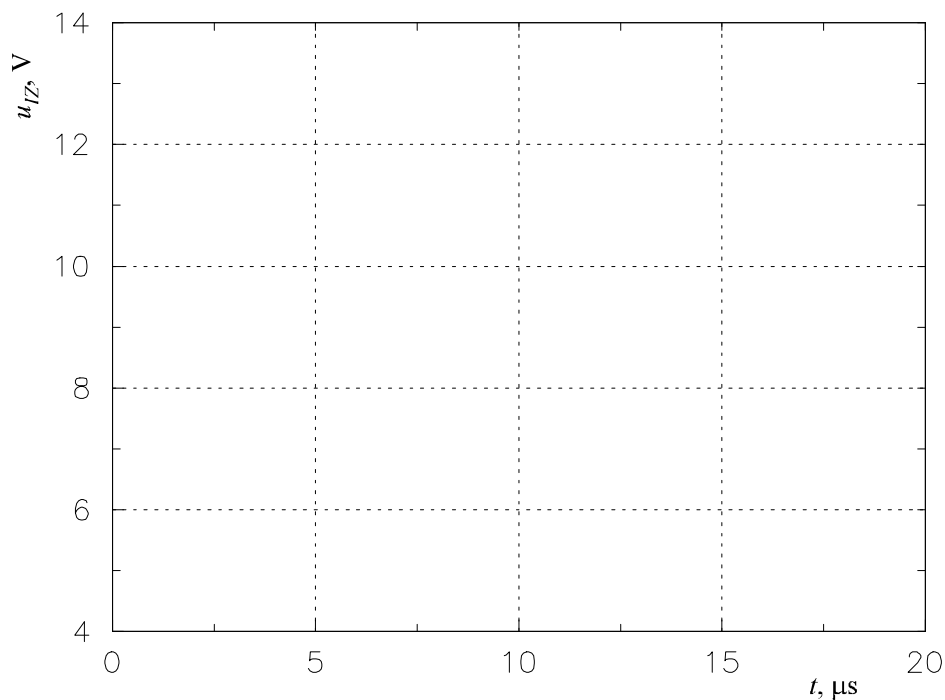
Tablica 2. - parametri hibridnog nadomjesnog π -sklopa tranzistora

uobi ajena oznaka	$r_{bb'}$, Ω	$r_{b'e}$, k Ω	C_e , pF	C_c , pF	g_m , mA / V	r_{ce} , k Ω	f_T , MHz
oznaka u ADS -u	Rx	Rpi	Cpi	Cmu	Gm	Ro	Ft
iznos							

2. VREMENSKA ANALIZA POJAČALA – odziv na sinusnu pobudu

- 2.1. Izvr-iti tranzijentnu analizu uz priklju ak ulaznog izmjeni nog sinusnog napona amplitude 0,5 V i frekvencije 100 kHz. Vremensku analizu podesiti tako da obuhvati dvije periode ulaznog naponu, uz vremenski korak od 0,1 μs . Nakon analize potrebno je prikazati valni oblik izlaznog naponu i precrtati ga u koordinatni sustav na slici 2.

Objasniti za-to dolazi do izobli enja izlaznog signala.



Slika 2. Odziv na sinusnu pobudu.

3. FREKVENCIJSKA ANALIZA POJAČALA

3.1. U električnu shemu iz prethodne točke treba dodati komponentu za linearnu analizu u frekventijskoj domeni, tj. komponentu za AC analizu. Analizu treba provesti u frekventijskom području od 10 Hz do 100 MHz, a osim toga potrebno je podesiti parametre analize tako da se frekvencija mijenja logaritamski uz 10 točaka po dekadu (vidi upute u Dodatku C).

Prije pokretanja analize ovu električnu shemu treba spremiti, npr. pod imenom 'pojacalo_ac1'. Nakon provedene analize ne prelazi se odmah na crtanje rezultata, nego je potrebno provesti još jednu analizu, i to tako da se prvo shema spremi pod drugim imenom naredbom

File > Save As...

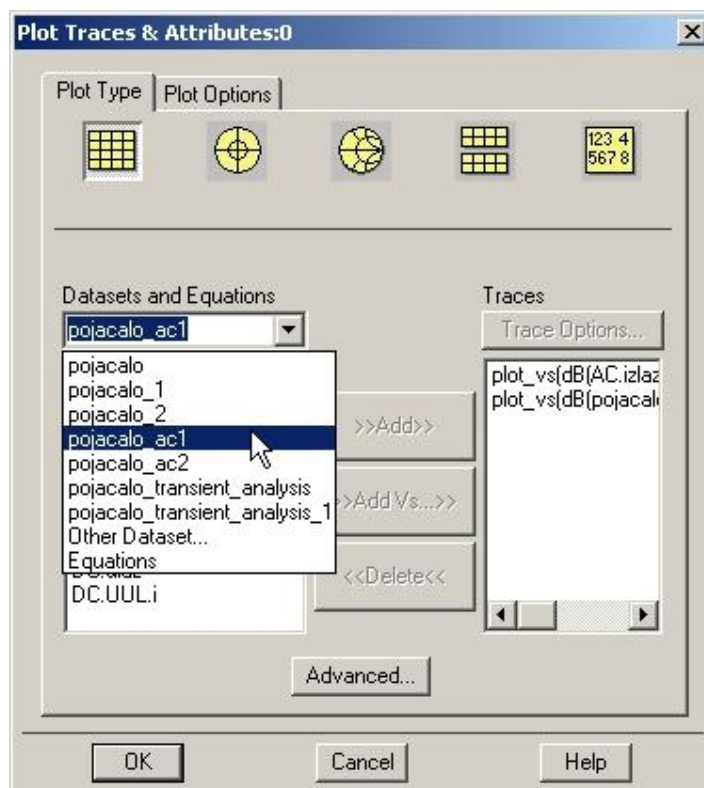
npr. pod imenom 'pojacalo_ac2'. Time smo definirali po istu shemu za drugu analizu. U ovoj shemi potrebno je izbrisati kondenzator C_p , te ponoviti analizu.

Nakon provedene analize potrebno je nacrtati amplitudnu i faznu frekventijsku karakteristiku sklopa. U tom smislu treba prvo nacrtati amplitudnu karakteristiku i na toj karakteristici prikazati napon na izlazu za sklop 'pojacalo_ac1' i za sklop 'pojacalo_ac2'. Nakon otvaranja prozora za prikaz rezultata, na lijevoj strani prozora odabire se pravokutni koordinatni sustav, koji se zatim prenese na područje za crtanje. Nakon što se klikne na područje za crtanje, automatski se otvara prozor u kojem se biraju veličine koje treba crtati. Kako smo pod istim projektom obavili dvije različite analize, sada u području iznad imena varijabli koje možemo crtati biramo za koji sklop, tj. za koju analizu želimo crtati rezultate. Postupak je prikazan na slici 3.

Znači, na području 'Datasets and Equations' prvo treba izabrati 'pojacalo_ac1', nakon toga veličinu koju želimo crtati (u ovom slučaju 'AC.izlaz'), zatim treba pritisnuti tipku '>>Add>>' na sredini prozora, te definirati da veličinu treba crtati u decibelima. Umjesto tipke '>>Add>>' moguće je pritisnuti i tipku '>>Add Vs...>>' kako bi se jasno definiralo da je na x osi. No, u slučaju AC analize nedoumica nema, tako da je dovoljno pritisnuti tipku '>>Add>>'. Nakon što smo definirali da želimo crtati veličinu 'AC.izlaz' za 'pojacalo_ac1', sada je potrebno postupak ponoviti za 'pojacalo_ac2'. Nakon toga u području

za crtanje rezultata pojavljuju se dvije karakteristike. Prikaz je potrebno podesiti tako da se amplitudna karakteristika crta u decibelima, te da frekvencija bude u logaritamskom mjerilu.

Korištenjem pokazivača (engl. marker) mogu se odčitati vrijednosti amplitudne karakteristike za bilo koju frekvenciju.



Slika 3. Izbor analize za koju se prikazuju rezultati.

Fazna karakteristika dobiva se istim slijedom naredbi tako da se na području je za crtanje unese novi pravokutni koordinatni sustav, s tom razlikom da se umjesto crtanja veličine 'AC.izlaz' u decibelima za istu veličinu crta faza (engl. Phase).

Amplitudnu i faznu frekvencijsku karakteristiku potrebno je precrtati u koordinatni sustav na slici 4.

Primjenom pokazivača odčitati amplitudu naponskog pojačanja na srednjim frekvencijama, donju i gornju granicu frekvencije, te pripadajuće fazne pomake. Usporediti te veličine s rezultatima analitičkog proračuna. Rezultate unijeti u tablicu 3. Napisati vremenske konstante donje i gornjih granica frekvencija.

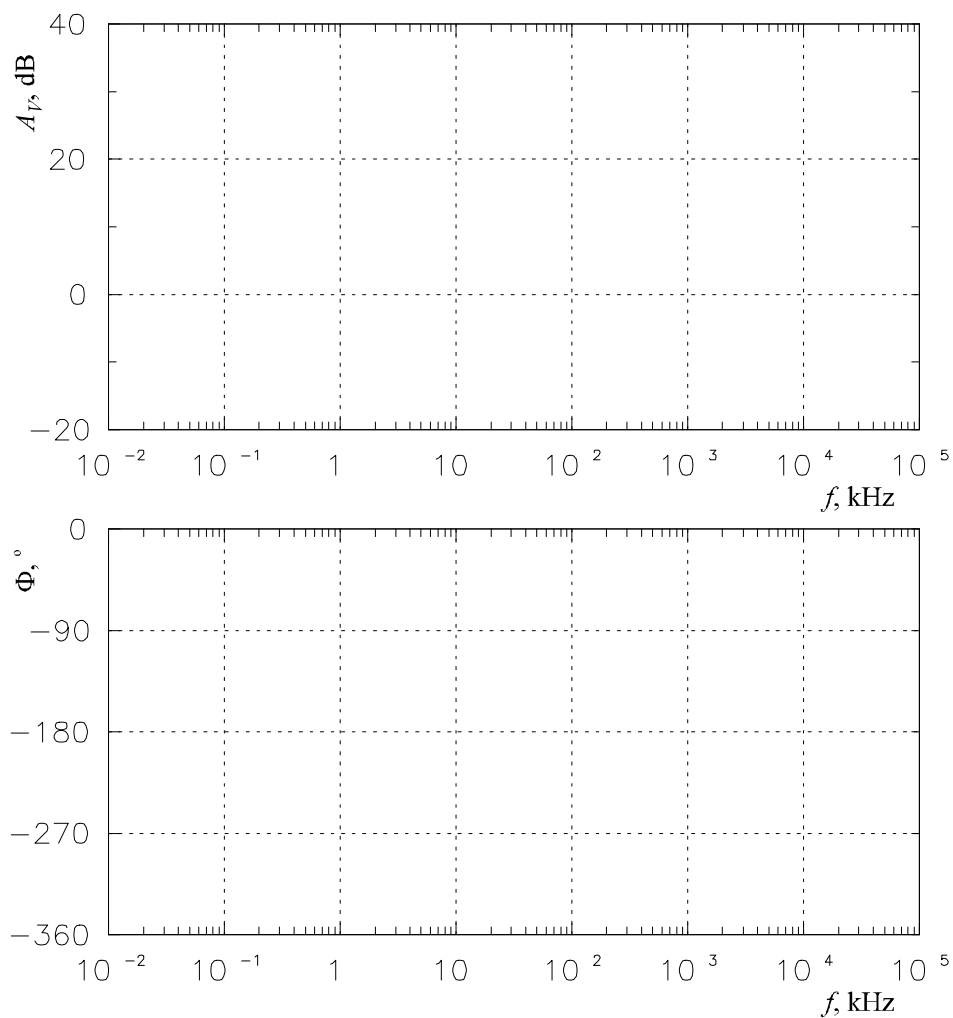
Vremenska konstanta frekvencije f_d — $\tau_d =$

Vremenska konstanta frekvencije f_{g1} ($C_p=100$ pF) — $\tau_{g1} =$

Vremenska konstanta frekvencije f_{g2} ($C_p=0$) — $\tau_{g2} =$

Tablica 3. - parametri frekvencijske karakteristike kapacitivno opterećenog i kapacitivno neopterećenog pojačala

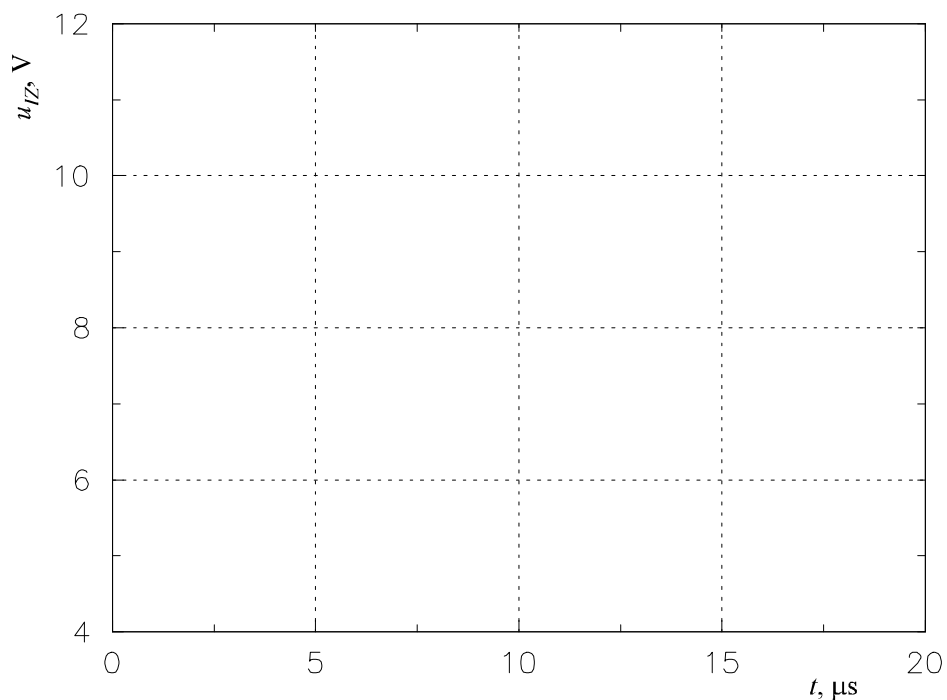
	A_V , dB	A_V	f_d , kHz	f_{g1} , kHz $C_P = 100$ pF	f_{g2} , kHz $C_P = 0$
analitički proračun					
SPICE-analiza					
fazni pomak					



Slika 4. Amplitudna i fazna frekvencijska karakteristika naponskog pojačanja.

4. VREMENSKA ANALIZA POJAČALA – odziv na pravokutnu pobudu

- 4.1. Provesti tranzijentnu analizu uz priklju ak ulaznog izmjeni nog pravokutnog napona amplitude 0,5 V i frekvencije 100 kHz (ulazni napon mijenja se od $-0,5$ V do $+0,5$ V). Vremensku analizu podesiti tako da obuhvati dvije periode ulaznog napona, uz vremenski korak od $0,1 \mu\text{s}$. Nakon analize prikazati valne oblike izlaznog napona za oba sklopa i precrtati ih u koordinatni sustav na slici 5.



Slika 5. Odziv na impulsnu pobudu.

Komentirati dobiveni rezultat: