

UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS

FAKULTETI I TEKNOLOGJISË SË INFORMACIONIT

[**Departamenti i Inxhinierisë Informatike**](https://fti.edu.al/fakulteti/departamentet/departamenti-i-inxhinierise-informatike/)



**Detyrë Kursi**

**Lënda:** Sistemet Elektronike

(Varianti Nr.12)

**Punoi**: Piro Gjikdhima  **Pranoi:** Prof. Asoc. Alban Rakipi

Bachelor “ Inxhinieri Informatike”

Tiranë

Maj 2024

**Ushtrimi 1**

Analizoni dhe projektoni një amplifikator me një stad i përbërë nga transistori BJT NPN 2N718A në konfigurimin me emiter të përbashkët si në figurë 1 ku Vcc = 20V (të dhënat e transistorit të merren nga datasheet-i përkatës ose/dhe nga modeli në Multisim i tij). Shënim: me projektim të qarkut nënkuptojmë gjetjen dhe llogaritjen e vlerave të rezistencave të polarizimit, kapaciteteve çiftuese, rezistenca e ngarkesës etj.

* Të projektohet qarku i tillë që faktori i përforcimit të jetë -12V/V në frekuenca qëndrore si dhe frekuenca e prerjes e ulët të jetë fL < 100Hz ndërsa frekuenca e lartë të jetë fH > 300kHz.
* Të shpjegohet procedura e ndjekur në mënyrë analitike si dhe simulimi përkatës në Multisim.
* Të llogariten tensionte në DC në pikat kyçe të qarkut për të kuptuar polarizimin dhe pikën e punës.
* Të jepet një stimë mbi diapazonin e vlerave lineare të tensiont të sinjalit në hyrje për të cilat dalja është po Vo = A×Vs
* Si do të ndryshonte faktori i përforcimit si dhe frekuenca e prerjes së ulët dhe të lartë n.q.s. rezistenca në emiter do të bëhej qark i shkurtër? Po në rastin se RC bëhet qark i shkurtër?
* Të gjendet një transistor tjetër BJT NPN i cili mund të zëvendësojë transistorin origjinal dhe karakteristikat e diagramës Bode të ndryshojnë maksimumi me 10%.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Skema e paraqitur në Multisim me vlerat e rezistencave dhe të kondensatorëve të çiftimit

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Fillimisht paraqesim të dhënat e marra prej datasheet-it dhe prej Multisim për tranzistorin BJT NPN 2N718A:

* IC = 0.5 mA
* β = 72
* rx = 2.61904 Ω
* Cµ = 13.3043 pF
* Cπ = 25.6985 pF
* gm = 20.5 mA/V

Fillimisht paraqesim ekuacionet që do të përdorim për përzgjedhjen e parametrave të kërkuar në kërkesë dhe të paraqitura në skemën e mësipërme.

**Vërejtje**: Në llogaritjen e parametrave nuk kemi përfshirë rezistencën ro , gjithashtu rezultatet prej simulimit do të jenë të përafërta me llogaritjet teorike, por do të kenë disa ndryshime në vlera të cilat janë pasojë e përafrimeve të llogaritjeve apo dhe të faktorëve të tjerë që nuk janë konsideruar. Megjithatë rezultati teorik do të jetë i ngjashëm dhe i kënaqshmëm për kërkesat.

Ekuacionet që do të përdorim janë:

Ekuacioni për Amplifikimin e Brezit të Mesëm:

Ekuacionet për frekuencën e ulët (Do të përcaktojmë vlerat e kondensatorëve):

Ekuacionet për frekuencën e lartë:

Rruga që do të ndjekim do të jetë e tillë:

* Prej analizës DC do të përcaktojmë gjithë rezistencat e qarkut (R1,R2,RC,RE) duke supozuar njërën prej tyre.
* Prej ekuacionit për AM do të përcaktojmë Rsig.
* Supozojmë një frekuencë fL < 100Hz dhe përcaktojmë kondensatorët.
* Kontrollojmë që rezistencat e gjetura e zhvendosin frekuencën fH > 300kHz.

Fillimisht do të kryejmë analizën DC për gjetjen e rezistencave dhe sigurimin që tranzistori për këto vlera rezistencash ndodhet në zonën e punës. Kemi që VBE = 0.7V

* Përcaktojmë RC:

Kërkoj që vlera e saj të jetë një vlerë e ulët. Supozojmë që VC = 19.5V

Atëherë

Supozojmë që RE = 4kΩ E kam zgjedhë më të madhe se RC me qëllim që në përcaktimin e kondensatorit C3 rezistenca RE në paralel me pjesën tjetër të jetë shumë më e vogël.

* Gjejmë VE: VE = IERE = [(β+1)/ β]ICRE = 73/72 **×** 0.5mA×4kΩ ≈ 2.1V
* Gjejmë VB: VB = VE + VBE = 2.15V + 0.7V = 2.8V
* Percaktojmë R1 dhe R2

Fillimisht shkruajmë ekuivalenten sipas Teveninit për qarkun në DC

Do të supozojmë që R1 = 100kΩ dhe do të gjejmë R2:

Gjithashtu bëjmë dhe paraqitjen e këtyre tensioneve të simuluara ne Multisim.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Parametrat janë të përafërta me ato që kemi gjetur prej analizës teorike.

Tani do të përcaktojmë Rsig

Supozojmë RL = 100 dhe përcaktojmë rπ = β/gm = 72/20.5 = 3.5 kΩ

Përdorim formulën e AM

Tani do të përcaktojmë vlerat e kondensatorëve

Qëllimi është që fL të përcaktohet përmes kondensatorit C3 dhe kjo vlerë e frekuencës të jetë më e vogël se 100Hz. Kemi zgjedhur një frekuencë të ulët = 23 Hz

Përcaktojmë vlerën e C1

Zgjedhim një f1 e cila është shumë më e vogël se 25Hz , f1 = 3.5Hz

Përcaktojmë vlerën e C2

Meqë vlera e rezistencës qe shikon ky kondensator është shumë e lartë frekuenca që do të krijohet duhet të jetë sa më e ulët.

Marrim një frekuencë shumë më të ulët në mënyrë që C2 ta sjellim në vlerë të C1 , f2= 0.16Hz

Përcaktojmë vlerën e C3

Kjo vlerë do të jetë më e lartë se kondensatorët e tjerë sepse ky shikon rezistencën më të ulët dhe që të marrim një frekuencë shumë më të lartë se kondensatorët e tjerë duhet që dhe të ketë vlerë më të madhe.

Marrim f3 = 22.5 Hz

Tani kontrollojmë nëse vlerat e rezistencave të gjetura e zhvendosin fH në vlerë > 300kHz

Gjejmë Cin

Vlerën e gjetur të Cin e zëvendësojmë tek inekuacioni

fH = 1MHz

Pra ia arritëm qëllimit që të zgjerojmë brezin dhe të mbajmë vlerën e amplifikimit -12V/V

Paraqesim diagramën Bode në Multisim të qarkut të projektuar

Paraqitja në shkallë Decibel

A screenshot of a computer screen

Description automatically generated

Siç shohim prej grafikut , frekuenca fL dhe fH janë afërsisht si vlerat e dala prej llogaritjes teorike.

Paraqitja në shkallë Lineare

A graph of a graph

Description automatically generated with medium confidence

Shohim që AM afërsisht 12V në brezin e mesëm

Japim një vlerësim për intervalin e vlerave të tensionit për të cilat Vo = A×Vs duke përdorur oshiloskopin.

A screen shot of a graph

Description automatically generatedPër VS = 100mV

A screen shot of a graph

Description automatically generatedPër VS = 10mV

Për VS = 100nV

A screen shot of a graph

Description automatically generated

Për VS = 10nV

A screen shot of a graph

Description automatically generated

Atëherë dallojmë që intervali i vlerave të tensionit që ky amplifikator amplifikon pa shtrembërime sinjalin është afërsisht [100 nV :10 mV].

Tani tregojmë efektin që kanë bërja qark i shkurtër i RE dhe RC në faktorin e amplifikimit dhe brezin.

Efekti që ka bërja qark i shkurtër i RE

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Dallojmë një zvogëlim të frekuencave si të ulëta dhe të larta dhe një rritje të amplifikimit me afërsisht 2-fishin e vlerës fillestare.

Efekti që ka bërja qark i shkurtër i RC

A white background with black text

Description automatically generated

Siç shohim dhe nga grafiku amplifikimi është 0 V. Prej formulës e vërtetojmë këtë gjë. Rezistenca e daljes do të jetë 0 dhe për pasojë AM meqë e ka term shumëzues do të bëhet 0.

Variante zëvendësimi për 2N718A, mund të jenë:.

* BC547A: Një tjetër tranzistor NPN BJT i përdorur shpesh me specifikime të ngjashme me 2N718A. Ka një vlerë maksimale të rrymës prej 100mA dhe një vlerë maksimale të tensionit prej 45V.
* 2N2222: Ky tranzistor NPN BJT ka një vlerë më të lartë të rrymës krahasuar me 2N718A dhe BC547A, me një vlerë maksimale prej 800mA. Ai gjithashtu ka një vlerë të tensionit prej 40V.

A screenshot of a computer

Description automatically generatedBC547A

A screenshot of a computer screen

Description automatically generated2N2222

**Ushtrimi 2**

Një çift diferencial MOS që funksionon në një rrymë polarizimi prej 0.8 mA, përdor tranzistorë me raport *W/L*= 100 dhe *µnCox* = 0.2 mA/V2, RD = 5 kΩ, RSS = 25 kΩ. Skiconi skemën e çiftit diferencial. Gjeni amplifikimin diferencial, amplifikimin e mënyrës së përbashkët në rastin kur rezistencat e derdhjes kanë një mospërputhje prej 1%, si dhe CMRR.

Meqë nuk kemi informacion për burimet DC, atëherë i konsiderojmë zero, pra i tokëzojmë.



A diagram of a circuit

Description automatically generatedPër zgjidhjen fillimisht supozojmë që *Q1* dhe *Q2* janë në zonën e ngopjes. Kjo sjell që ID = 1/2 *µnCox W/L Vov2* . Për shkak të simetrisë kemi që: ID1 = ID2 = ID = I/2

* Gjejmë *Vov*:

Meqë tranzistorët janë NMOS VOV = 0.2 V

* Gjejmë transkonduktancën e tranzistorëve dhe amplifikimin diferencial:

Kemi që

* Gjejmë amplifikimin e mënyrës së përbashkët në rastin kur rezistencat e derdhjes kanë një mospërputhje prej 1%, si dhe CMRR:
* Gjejmë amplifikimin e mënyrës së përbashkët në rastin kur rezistencat e derdhjes kanë një mospërputhje prej 1%, si dhe CMRR duke marrë në konsideratë dhe 1/gm:

**Ushtrim 3**

Për amplifikatorin në Fig. 2, duke mos marrë në analizë efektin e ro të gjendet rrjeti i çiftimit β si dhe një shprehje analitike për të. Të gjendet vlera e rezistencave që realizojnë çiftimin të tillë që amplifikimi me qark të mbyllur të jete 10V/V. E gjitha në rastin kur gm1 = gm2 = 4mA/V si dhe RD1 = RD2 = 10kΩ.

Pra Af = 10 V/V

Gjithashtu marrim një vlerë për njërën prej rezistencave R1 = 2 kΩ

Identifikojmë rrjetin e çiftimit si pjesëtuesin e tensionit (R1, R2). Efekti i ngarkimit në hyrje është siguruar duke lidhur në qark të shkurtër portën 2 të tij (sepse lidhet në shunt me daljen). Atëherë, duke parë në portën 1, shikojmë që R1 || R2 . Efekti i ngarkimit në dalje sigurohet duke vendosur në qark të hapur portën 1 të rrjetit të çiftimit (sepse lidhet në seri me hyrjen). Më tej, duke parë kundrejt portës 2, shikojmë R2 në seri me R1. Amplifikimi A përcaktohet si produkti i amplifikimit të Q1 dhe amplifikimit të Q2, si më poshtë:

A diagram of a circuit

Description automatically generatedA math equations with numbers and symbols

Description automatically generated with medium confidence

A math equation with black letters and numbers

Description automatically generated with medium confidenceA mathematical equation with black text

Description automatically generated

Dhe R2 rezulton afërsisht 19.633kΩ

Gjithashtu gjejmë dhe vlerën e A

Bëjmë provën për Af

**Ushtrimi 4**

Të realizohet funksioni logjik duke përdorur logjikën CMOS (SW-SW).

Për paraqitjen e funksionit do të përdorim rrjetin pull - up dhe pull - down.

Dallojmë prej shprehjes që: kur A,B,C të kenë vlera të ulëta, dalja do të jetë <<1>>. Pra do të përdorim tranzistorët PMOS në konfigurimin: A dhe B në seri, të gjitha në paralel me C.

Dallojmë prej shprehjes që: kur A,B,C të kenë vlera të larta, dalja do të jetë <<0>>. Pra do të përdorim tranzistorët NMOS në konfigurimin: A dhe B në paralel, të gjitha në seri me C. Kjo arrihet duke bërë veprimet e mëposhtme:

Pra kuptojmë që për hyrje të ulët shprehja ka formën e mësipërme.

Më poshtë paraqitet skema e këtij funksioni e ndërtuar dhe simuluar në programin Logisim. Janë marrë dy raste: kur inputet janë të ulëta, pra <<0>> dhe kur ato janë të larta, pra <<1>>;gjithashtu është paraqitur dhe vlera e daljes. Në rastin e parë është <<1>> dhe në të dytin është <<0>>.

A diagram of a circuit

Description automatically generatedA diagram of a circuit

Description automatically generated

Tabela e vërtetësisë

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | C |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Ushtrimi 5**

Jepet një latch SR, hyrjet e të cilit ndjekin format e valëve që paraqiten në figurë (LE: Latch Enabled). Paraqisni format e valëve në dalje të latch-it duke supozuar vonesa ideale të qarkut (vonesa zero midis hyrjes dhe daljes).

Dalja Q e latch-it SR në këtë rast do të varet prej hyrjeve S dhe R, por edhe prej sinjalit LE. Të gjitha kombinimet e mundshme paraqiten në tabelën e mëposhtme.

A white text with black text

Description automatically generated

***LE***

Duke iu përmbajtur gjendjeve të tabelës vizatojmë diagramën e kohës të sinjalit të daljes për kombinimin e sinjaleve të treguar në figurën e mëposhtme:

A black line on a white background

Description automatically generated

Q