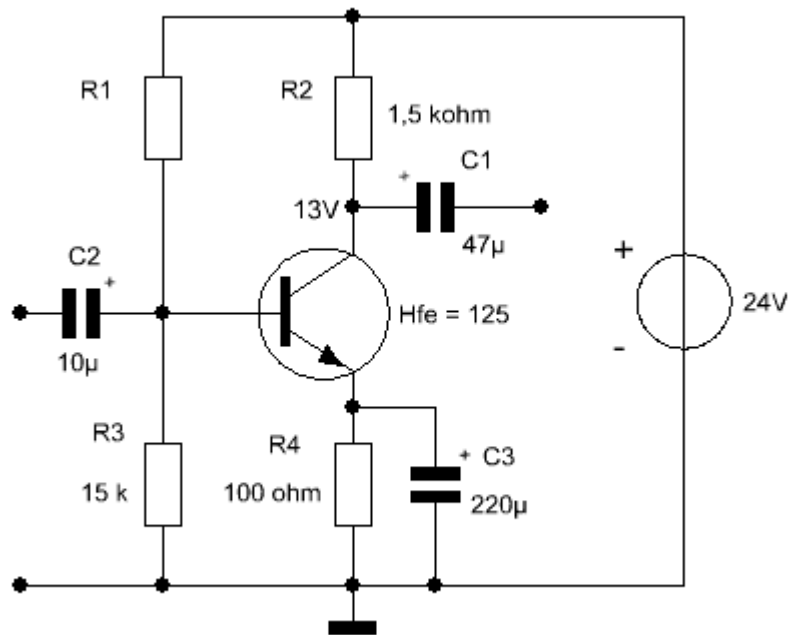




Rafbók



REIT rafeindataækni

10. kafli

Common-emitter

Flemming Madsen

REIT 10. kafli Common-emitter

Þetta hefti er án endurgjalds á rafbókinni.

www.rafbok.is

Allir rafiðnaðarmenn og rafiðnaðarnemar geta fengið aðgang án endurgjalds að rafbókinni.

Heimilt er að afrita textann til fræðslu í skólum sem reknir eru fyrir opinbert fé án leyfis höfundar eða Rafmenntar, fræðsluseturs rafiðnaðarins. Hvers konar sala á textanum í heild eða að hluta til er óheimil nema að fengnu leyfi höfundar og Rafmenntar.

Höfundur er Flemming Madsen.

Umbrot í rafbók Báru Laxdal Halldórsdóttir.

Vinsamlegast sendið leiðréttingar og athugasemdir til höfundar Flemmings Madsen flemmma@icloud.com eða til Báru Laxdal Halldórsdóttur á netfangið bara@rafmennt.is

REIT 10. kafli Common-emitter

Efnisyfirlit

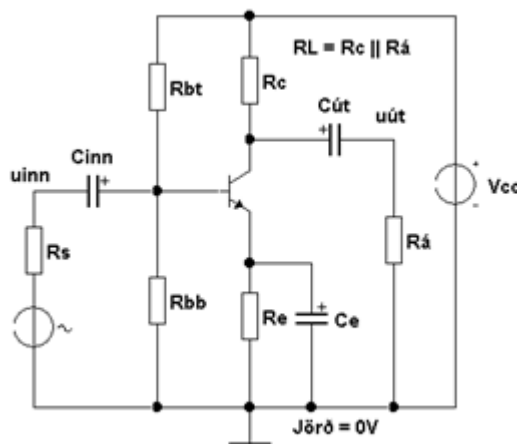
10. kafli	Formúlur og útskýringar fyrir common-emitter dæmin	3
10. kafli	Transistorar, ac-magnari common emitter.....	5
Dæmi 10.1	.....	5
Dæmi 10.2	.....	5
Dæmi 10.3	.....	6
Dæmi 10.4	.....	7
Dæmi 10.5	.....	8
Dæmi 10.6	.....	9
Dæmi 10.7	.....	10
Dæmi 10.8	.....	12
Dæmi 10.9	.....	13
Dæmi 10.10	.....	14

REIT 10. kafli Common-emitter

10. kafli Formúlur og útskýringar fyrir common-emitter dæmin

Svörin við öllum útreikningum eru miðuð við þetta formúlublað. Leitast er við að nota þá formúlu sem gefur sem nákvæmasta útkomu miðað við þær upplýsingar sem gefnar eru upp í dæminu. Það þýðir að fleiri upplýsingar gefa nákvæmari útkomu. Munur er á útreikningum með mismunandi formúlum. Athugaðu að spennumögnunarútreikningar með r_e geta verið frekar ónákvæmir vegna mismunar á milli hfe í transistorum af sömu gerð.

Ath. $RL = R_A \parallel R_C$



Tengimyndin sýnir skammstafanir og heiti sem notuð eru í formúlunum.

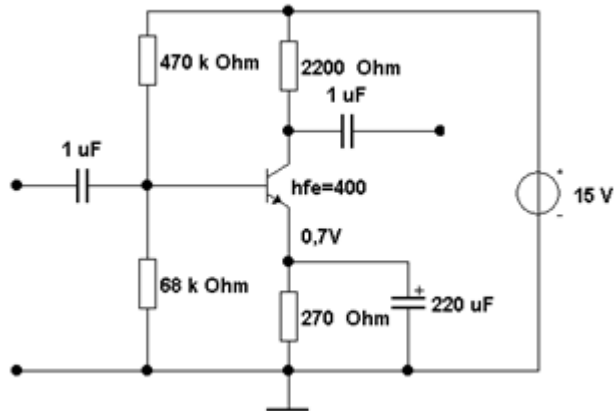
REIT 10. kafli Common-emitter

Með Ce-afkúplingu:	Venjuleg notkun:	Nákvæmari, fleiri upplýsingar:
	$h_{fe} = \beta$ er eina þekkta upplýsingin (parameter)	h_{fe} , h_{ie} , h_{re} , h_{oe} eru þekkt
r'_e = jafngildisriðstraums-viðnám á milli base og emitter.	$r'_e = \frac{1}{40 \cdot I_e} = \frac{25m}{I_e}$	$r'_e = \frac{h_{ie}}{h_{fe}}$
Spennumögnun A_v [sinnum]	$A_v = \frac{R_L}{r'_e} = -40 \cdot I_e \cdot R_L$	$A_v = \frac{-h_{fe} \cdot R_L}{h_{ie}}$
Spennumögnun, nákvæmari formúla		$A_v = \frac{-h_{fe} \cdot R_L}{(h_{ie} + R_s)(1 + h_{oe} \cdot R_L)}$
Gain = A_v í dB	$G = 20 \log A_v$	$G = 20 \log A_v$
Inngangs-impedans Z_{inn}	$Z_{inn} = r'_e \cdot h_{fe} \parallel R_{bt} \parallel R_{bb}$	$Z_{inn} = h_{ie} \parallel R_{bt} \parallel R_{bb}$
Útgangs-impedans $Z_{út}$	$Z_o = R_c$	$Z_o = R_c \parallel \frac{h_{re} + 1}{h_{oe}}$
Inngangspéttir C_{inn} f_n = neðsta tíðni -3dB	$C_{inn} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot Z_{inn}}$	$C_{inn} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot (Z_{inn} + R_s)}$
Útgangspéttir $C_{út}$	$C_{út} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot (R_a + R_c)}$	$C_{út} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot (R_a + R_c)}$
Emitter-péttir C_e $0,1 \cdot f_n$	$C_e = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot f_n \cdot R_e}$	$C_e = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot f_n \cdot R_e}$
Án (eða að hluta til með emitter) afkúplingu:		
Spennumögnun A_v [x] = [sinnum]	$A_v \approx \frac{R_L}{r'_e + R_e}$	$A_v \approx \frac{-R_L}{r'_e + R_e}$ $= \frac{-R_L}{(25m \cdot I_e) + R_e}$
Inngangs-impedans Z_{inn}	$Z_{inn} = (r'_e + R_e) \cdot h_{fe} \parallel R_{bt} \parallel R_{bb}$	$Z_{inn} = ((r'_e + R_e) \cdot h_{fe}) \parallel R_{bt} \parallel R_{bb}$
Útgangs-impedans $Z_{út}$	$Z_o = R_c$	$Z_o = \left(\frac{1}{h_{oe}} + R_e \right) \parallel R_c$
Reiknað eins og með C_e	$G, C_{inn}, C_{út}$	$G, C_{inn}, C_{út}$

REIT 10. kafli Common-emitter

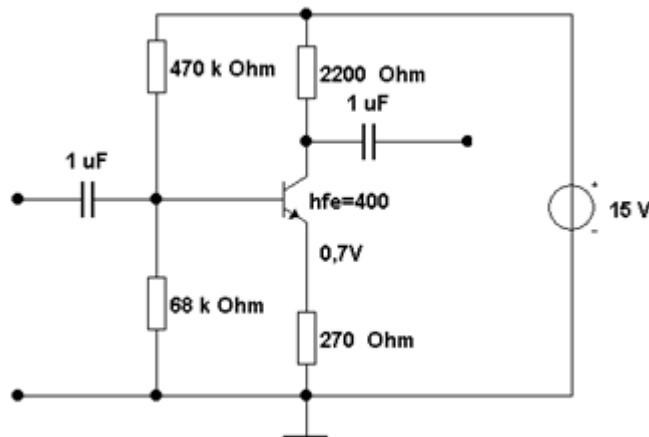
10. kafli Transistorar, ac-magnari common emitter

Dæmi 10.1



- Merktu ac, inn- og útgangsspennu rásarinnar inn á tengimyndina.
- Reiknaðu út emitter-strauminn I_e .
- Reiknaðu út spennumögnun A_v -rásarinnar.
- Reiknaðu út inngangs-impedans Z_{inn} -rásarinnar.
- Reiknaðu út útgangs-impedans Z_o -rásarinnar.

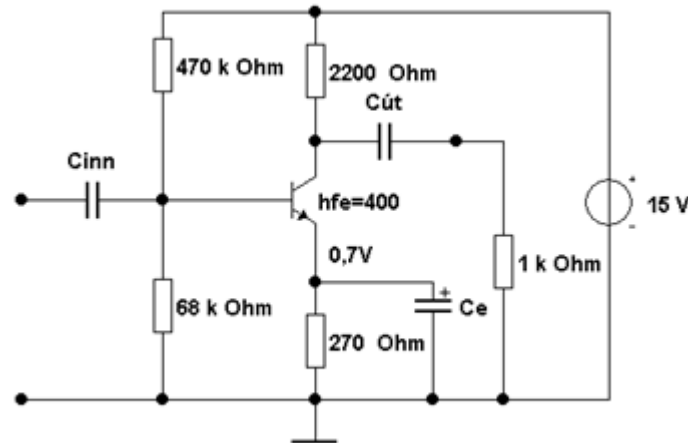
Dæmi 10.2



- Hver er mismunurinn á tengimyndum rásanna í dæmi 10.1 og 10.2?
- Reiknaðu út spennumögnun A_v -rásarinnar.
- Reiknaðu út inngangs-impedans Z_{inn} -rásarinnar.
- Reiknaðu út útgangs-impedans Z_o -rásarinnar.
- Hefur emitter-þéttirinn C_e mikil eða lítil áhrif á virkni rásarinnar?

REIT 10. kafli Common-emitter

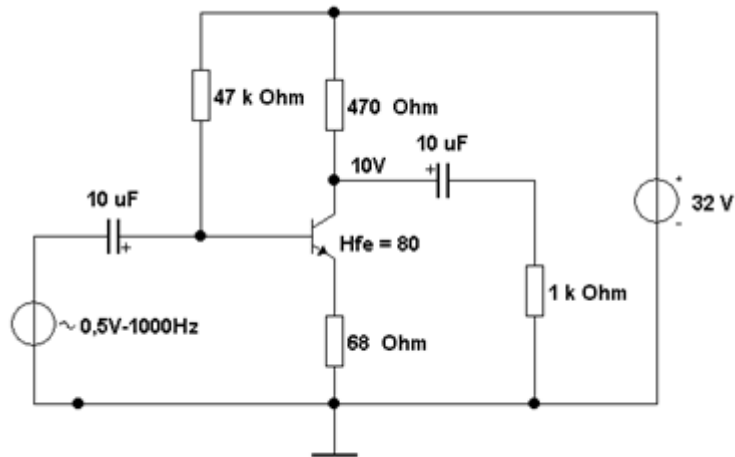
Dæmi 10.3



- A. Hver er mismunurinn á tengimyndum rásanna í dæmi 10.2 og 10.3?
- B. Reiknaðu út spennumögnun A_v -rásarinnar.
- C. Reiknaðu út inngangs-impedans Z_{inn} -rásarinnar.
- D. Reiknaðu út útgangs-impedans Z_o -rásarinnar.
- E. Hefur álagsviðnámið R_a mikil eða lítil áhrif á virkni rásarinnar?
- F. Lægsta tíðni sem rás er fær um að magna er kölluð f_n . Við þessa tíðni er útgangsspenna rásarinnar lækkuð um 3dB.
Reiknaðu út hve mörg F inngangspéttirinn C_{inn} á að vera ef lægsta tíðnin sem hleypt er inn á rásina er 20Hz. (Neðri marktíðni -3dB er 20 Hz.)
- G. Reiknaðu út hve mörg F útgangspéttirinn $C_{út}$ á að vera ef lægsta tíðnin sem skilar sér úr útgangi magnarans er 20Hz. (Neðri marktíðni -3dB er 20 Hz.)
- H. Reiknaðu út hve mörg F emitter-þéttirinn C_e á að vera, ef miðað er við að rásin eigi að vera nothæf niður í 20 Hz.
- I. Reiknaðu út hve mörgum sinnum rásin magnar, ef C_e bilar þannig að hann heldur ekki emitter-spennunni fastri lengur.

REIT 10. kafli Common-emitter

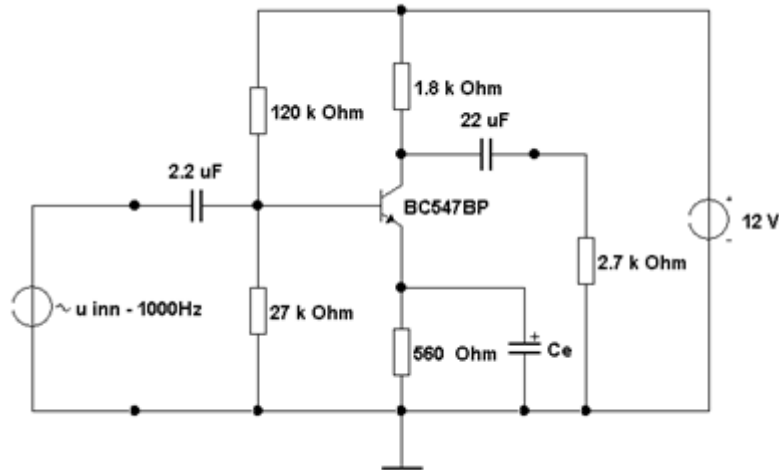
Dæmi 10.4



- A. Reiknaðu út spennumögnun rásarinnar.
- B. Reiknaðu út hve mörg V ac-spennan yfir 1 k Ω álagsviðnámið er.
- C. Reiknaðu út hve mörg Ω inngangs-impedans rásarinnar er.
- D. Reiknaðu út hve mörg Ω útgangs-impedans rásarinnar er.
- E. Reiknaðu út hve mörg Hz neðri tíðnimörk fn (-3dB) í inngangi rásarinnar eru.
- F. Reiknaðu út hve mörg Hz fn (-3dB) í útgangi rásarinnar eru.
- G. Hve mörg Hz eru fn rásarinnar frá inngangi til útgangs? Ekki er ætlast til að þú reiknir það út.
- H. 1 K Ω álagsviðnámið missir sambandið. Reiknaðu út hve mörg V ac útgangsspenna rásarinnar verður.

REIT 10. kafli Common-emitter

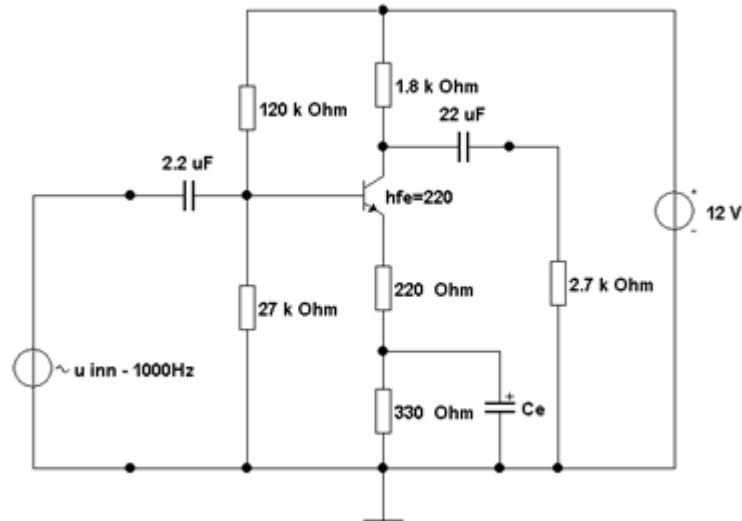
Dæmi 10.5



- Reiknaðu út hve mörg mA emitter-straumurinn I_e er. Athugaðu að I_b er lítill. Þess vegna er U_b reiknaður með base-spennudeilinum eingöngu.
- Reiknaðu út riðstraumsjafngildisviðnámið r'_e .
- Reiknaðu út mögnun rásarinnar.
- Hve margar gráður er fasamismunurinn á milli inngangs- og útgangsspennu rásarinnar?
- Reiknaðu út hve mörg Ω inngangs-impedans rásarinnar er. H_{fe} BC547B = 220
- Reiknaðu út lægstu tíðni (-3dB) sem transistorinn fær inn á sig. Ath. Inngangspéttirinn $2,2 \mu F$ og Z_{inn} stjórna fn með því að mynda HP-síu. Bls. 124 Analog II.
- Reiknaðu út lægstu tíðni (-3dB) sem rásin hleypir frá sér. Ath. Útgangspéttirinn $22 \mu F$ og $(R_c + R_a)$ stjórna fn með því að mynda HP-síu. Bls. 125 Analog II.
- Hver er lægsta tíðni (-3dB) sem rásin er fær um að magna?
- Reiknaðu út hve mörg μF C_e á að vera miðað við svarið í lið H.

REIT 10. kafli Common-emitter

Dæmi 10.6



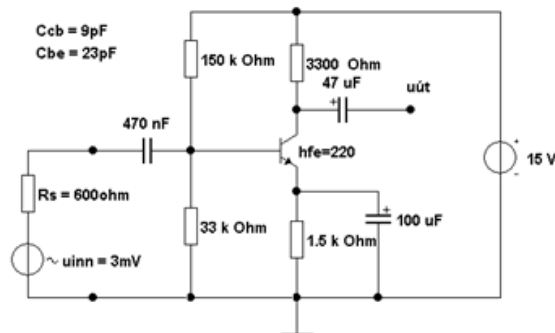
Ef emitter-viðnáminu er skipt í tvennt er rásin meðhöndluð eins og án afkúplingsþéttis.

R_e sem notað er í útreikningunum er sá hluti viðnámsins sem þéttirinn C_e skammhleypir ekki riðstraumslega. Í rásinni hér fyrir ofan er það 220 Ω -viðnámið.

- Hver er munurinn á tengingunum í dæmum 10.5 og 10.6?
- Reiknaðu út spennumögnun rásarinnar A_v .
- Reiknaðu út inngangs-impedans rásarinnar Z_{inn} .
- Reiknaðu út útgangs-impedans rásarinnar Z' .
- Reiknaðu út hve mörg Hz neðri tíðnin (-3dB) sem hleypt er inn á rásina er.
Ath. Inngangsþéttirinn og Z_{inn} stjórna fn með því að mynda HP-síu.
- Reiknaðu út hve mörg μF C_e á að vera miðað við að fn (-3dB) sé eins og í lið E.
- Hver er mismunurinn á virkni rásanna í dæmum 10.5 og 10.6?

REIT 10. kafli Common-emitter

Dæmi 10.7



- Reiknaðu út spennumögnun rásarinnar A_v .
- Reiknaðu út hve mörg dB spennumögnun (gain) rásarinnar er.
- Reiknaðu út inngangs-impedans rásarinnar.
- Reiknaðu út neðri tíðnimörk rásarinnar f_n .
Ath. Inngangspéttirinn 470 nF og Zinn stjórna f_n með því að mynda HP-síu.
- Teiknaðu C_{cb} og C_{be} inn á tengimyndina.
- Efri tíðnimörkum (-3dB) rásarinnar er stjórnað af rýmdinni C_{be} á milli emitter- og base-transistorsins og rýmdinni C_{cb} á milli collector og base. Séð frá inngangi common-emitter-magnarans virðist C_{cb} vera því sem nemur spennumögnuninni stærri. Það er vegna þess að ac-spennan er miklu hærri á collector og því kemur mun meira merki í gegnum C_{cb} en stærðin gefur til kynna.

Formúlan fyrir inngangsrýmd transistorsins verður þess vegna

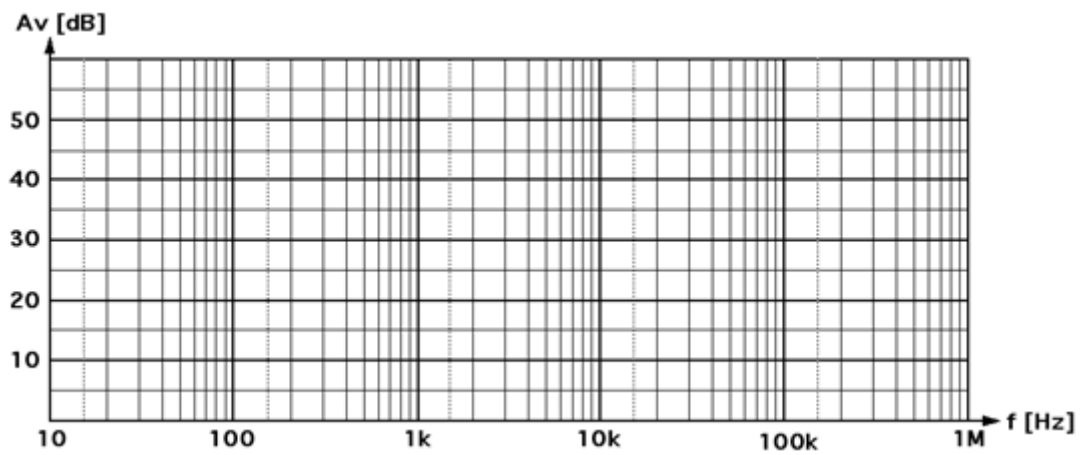
$$C_{inn} = C_{be} + (C_{cb} \cdot A_v)$$

Reiknaðu út C_{inn} .

- Reiknaðu út efri tíðnina f_e (-3dB) sem rásin magnar. Ath. R_s og C_{inn} stjórna f_e með því að mynda LP-síu.

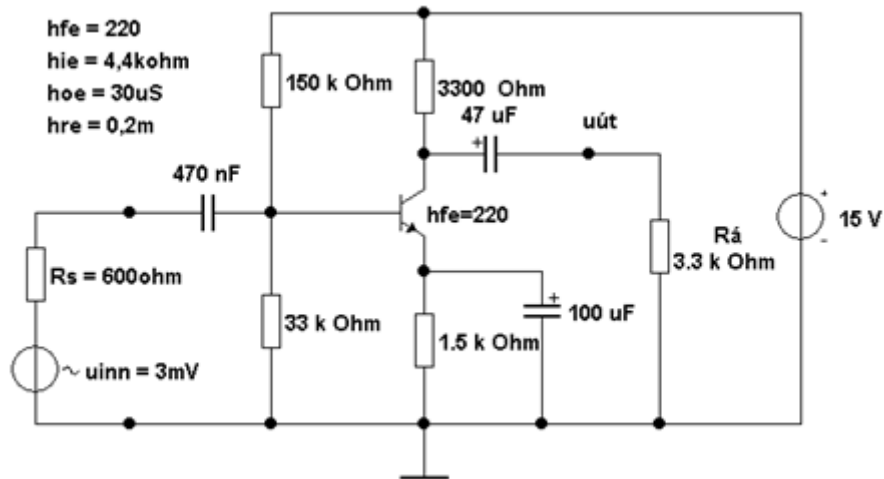
REIT 10. kafli Common-emitter

H. Teiknaðu tíðnisvar rásarinnar inn í log lin-línuritið.



REIT 10. kafli Common-emitter

Dæmi 10.8



Rásin í þessu dæmi er eins og í dæmi 10.7 en hér eru allir h-parametrar þekktir. Þess vegna er hægt að reikna eiginleika rásarinnar nákvæmar út með því að nota formúlurnar í hægri dálki formúlublaðsins.

- Reiknaðu út spennumögnun rásarinnar A_v án þess að hafa R_L tengt.
- Reiknaðu út spennumögnun rásarinnar með R_L tengt.
- Reiknaðu útgangsspennu rásarinnar með R_L tengt.
- Reiknaðu út inngangs-impedans rásarinnar Z_i .
- Reiknaðu út útgangs-impedans rásarinnar $Z_{út}$.
- Berðu eftirfarandi tölur saman við rásina í dæmi 10.7.
 - Hver er munurinn á mögnuninni A_v ?
 - Hver er munurinn á inngangs-impedansinum Z_{inn} ?
 - Hver er munurinn á útgangs-impedansinum $Z_{út}$?

REIT 10. kafli Common-emitter

Dæmi 10.9

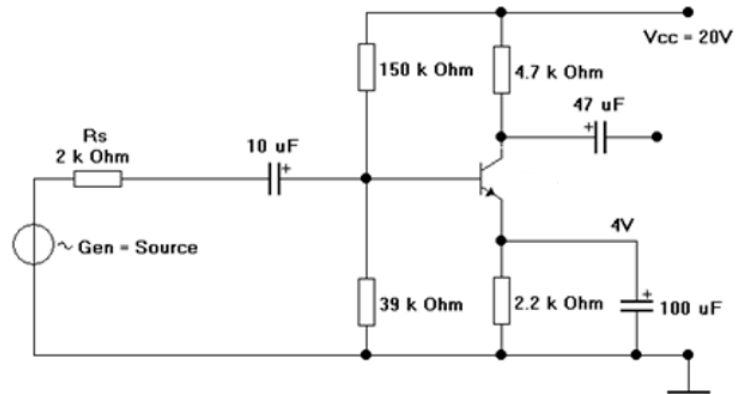
H-parametrar
transistorsins eru
eftirfarandi:

$$H_{ie} = 7,8 \text{ k}\Omega$$

$$H_{fe} = 240$$

$$H_{re} = 90 \mu$$

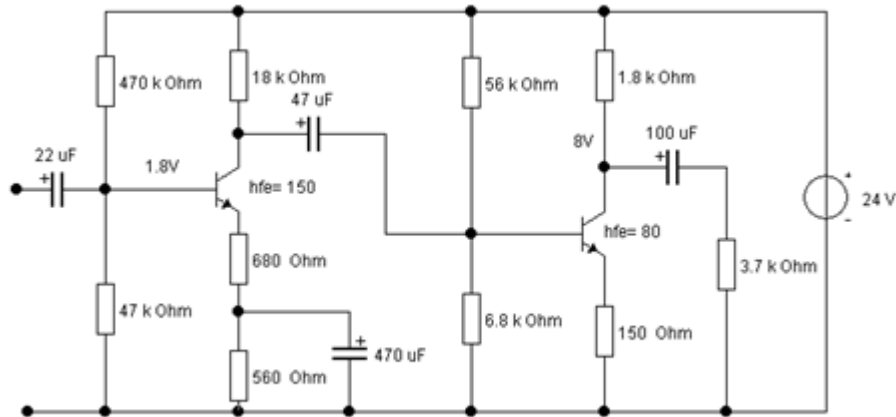
$$H_{oe} = 120 \mu\text{S}$$



- Reiknaðu inngangs-impedans rásarinnar út frá r_e aðferð og h-parametrum.
- Reiknaðu spennumögnun rásarinnar með r_e aðferð og með h-parametrum.
- Reiknaðu út neðri marktíðni f_n rásarinnar. Hvers vegna er varasamt að nota z_{inn} sem viðmiðun, ef markmiðið er að stilla neðri marktíðni rásarinnar af?
- Útskýrðu hvers vegna munurinn á útreikningi með r_e aðferð og útreikningi með h-parametrum á sömu rás getur verið mikill. Hvers vegna er r_e aðferð vinsæl en h-parametrar minna notaðir?

REIT 10. kafli Common-emitter

Dæmi 10.10



- Reiknaðu emitter-strauminn I_e og spennumögnun í inngangsmagnaranum einum sér án álags.
- Reiknaðu út inn- og útgangs-impedans fyrir inngangsmagnarann.
- Reiknaðu emitter-strauminn I_e og spennumögnun í útgangsmagnaranum einum sér án álags.
- Reiknaðu út inn- og útgangs-impedans fyrir útgangsmagnarann.
- Reiknaðu út hve mörg V útgangsspenna rásarinnar er, ef inngangsspennan er 10 mV. Notaðu thevinin-líkönin fyrir bæði inngangs- og útgangsmagnarann til þess að halda utan um útreikninga.
- Reiknaðu út hve mörg dB spennumögnun (gain) rásarinnar er.
- Hve margar gráður er fasamunurinn á milli inn- og útgangsrásarinnar við 1 kHz?