

Electrónica II
Exame Normal
18 de Novembro de 2009
9:30-12:30
(Duração: 3 horas)



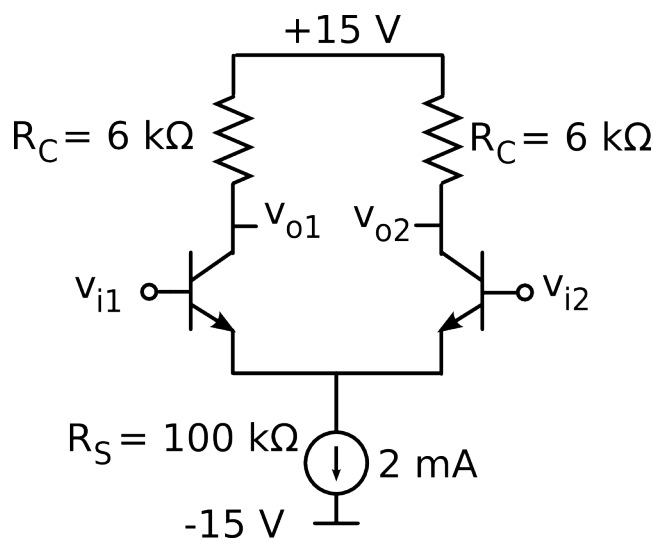
Universidade do Algarve
MIEET 3º ano

- Escreva o seu nome, nº de aluno e curso em todas as folhas que entregar.
- Não é permitido falar com os colegas durante o exame. Se o fizer, terá a prova anulada. Desligue o telemóvel.
- Caso opte por desistir, escreva “Desisto”, assine e entregue a prova ao docente.
- O exame tem 5 perguntas e a cotação de cada aparece entre parêntesis.
- Faça letra legível.
- Boa sorte!

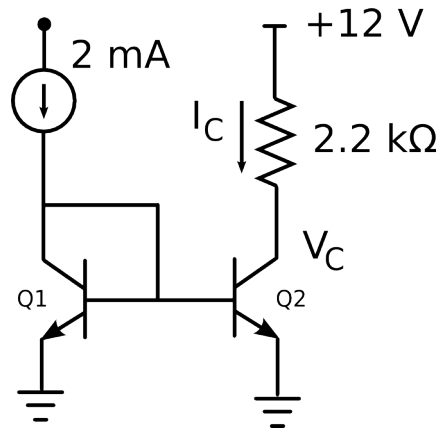
Pergunta 1 (5 valores)

O amplificador diferencial (par diferencial) baseado em transístores bipolares mostrado na figura abaixo tem uma fonte de corrente com resistência de saída igual a $R_S = 100 \text{ k}\Omega$. Os transístores usados tem parâmetros $\beta = 199$ e $V_A = 100 \text{ V}$, respectivamente o ganho em corrente base-colector e a tensão Early.

- Determine a polarização do circuito.
- Determine o (*double-ended*) ganho em modo comum e modo diferencial e o *common-mode rejection ratio* (CMRR).



Pergunta 2 (2 valores)



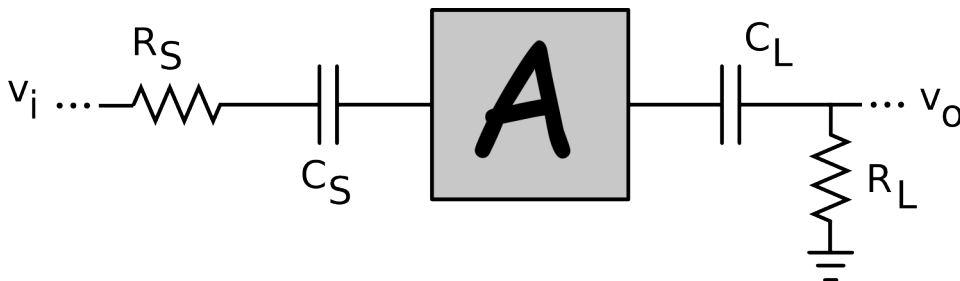
O espelho de corrente da figura acima é composto por dois transístores bipolares npn iguais com parâmetros $\beta = 150$ e $V_A = 100$ V. Calcule o valor exacto da corrente I_C e da tensão V_C . Assuma uma tensão $V_{BE} = 0.7$ V.

Pergunta 3 (5 valores)

Um amplificador comercial tem os seguintes parâmetros

- Ganho em tensão: $A = -100$ V/V.
- Resistência de entrada: $r_{in} = 5$ k Ω .
- Resistência de saída: $r_{out} = 1$ k Ω .
- Capacidade entre a entrada e a saída: $C_f = 10$ pF.
- Capacidade entre a entrada e a caixa (terra) e a saída e a caixa (terra): $C_i = C_o = 10$ pF.

Em base deste amplificador foi desenhado o circuito abaixo



$$R_S = 1 \text{ k}\Omega, R_L = 3 \text{ k}\Omega, C_S = C_L = 10 \text{ }\mu\text{F}.$$

- Determine o ganho em médias frequências do circuito total.
- Desenhe esquematicamente gráficos Bode do comportamento do circuito em frequência.
- Determine a largura de banda do circuito.

Pergunta 4 (5 valores)

Um amplificador operacional (amp-op) é usado num circuito de realimentação negativa. O factor de realimentação, β , não é constante, mas sim depende da frequência; β é 100% em baixas frequências e tem pólos em 10 Hz e 1 kHz. O amp-op é ideal, embora de ter um ganho em malha aberta limitada a 10^6 , independente da frequência.

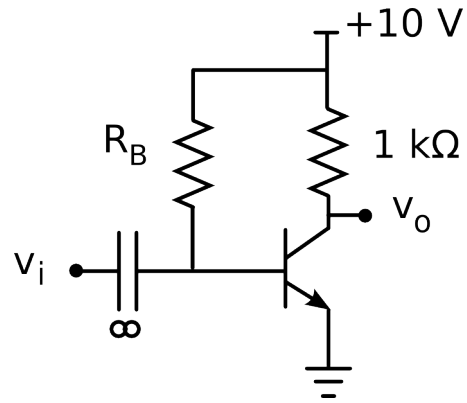
- Derive a expressão do ganho do circuito com realimentação negativa, $A_f \equiv V_o/V_i$.
- Faça gráficos de Bode e Nyquist para determinar a estabilidade do circuito.

- b2) Indique no gráfico de Nyquist o critério de Barkhausen (BC), a zona de oscilações (OSC), e a zona de perigo de oscilações, com uma margem de fase igual a 45° , (MF).
- b3) Em base dos gráficos, determine se o circuito é estável (não corre o risco de oscilar). Assuma uma margem de fase igual a 45° .
- c) Caso não, dê a gama de frequências de (perigo de) oscilação e dê uma maneira de estabilizar o circuito para evitar possíveis oscilações. Caso sim, dê valores dos parâmetros que tornam o circuito instável.

Pergunta 5 (3 valores)

O andar de saída da figura ao lado é composto por um simples transistor junção bipolar npn ($\beta = 99$) e resistências.

- a) Qual é a classe do andar?
- b) O que será uma boa escolha para o valor da resistência R_B ?
- c) Calcule a eficiência máxima da potência (η) deste andar.
- d) Com transistores do tipo da tabela abaixo, será que o transistor sobreaquece com sinal máximo à saída?



Temperatura máxima da junção	$T_{j,max}$	150°C
Temperatura da ambiente	T_{amb}	40°C
Resistência térmica do pacote	θ_p	40°C/W

----- fim -----

Electronics II
Normal Exam
18 / XII / 2009, 9:30-12:30
(Duration: 3 hours)



Universidade do Algarve

MIEET 3º ano

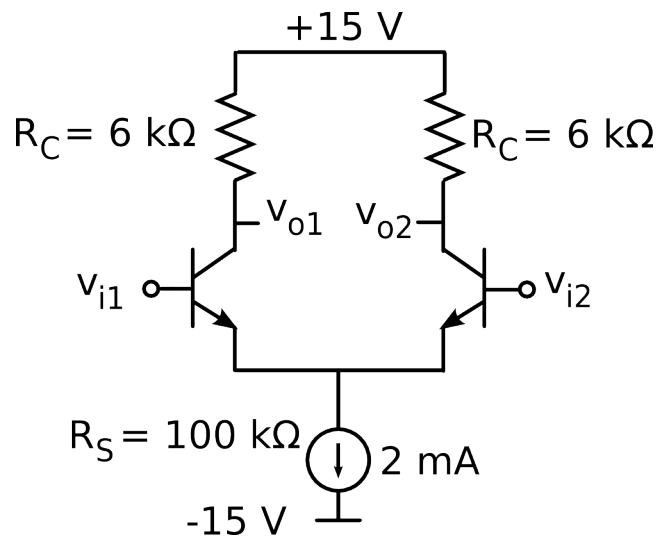
- Write your name, student number and course on all sheet you hand in.
- Talking is not allowed. If you do it, your exam will be canceled. Switch off your cellular telephone.
- If you give up, write “I Desist” on the exam sheet and hand it in.
- The exam has 5 questions and the maximum score for each is written in brackets.
- Write legible.
- Good luck!

Question 1 (5)

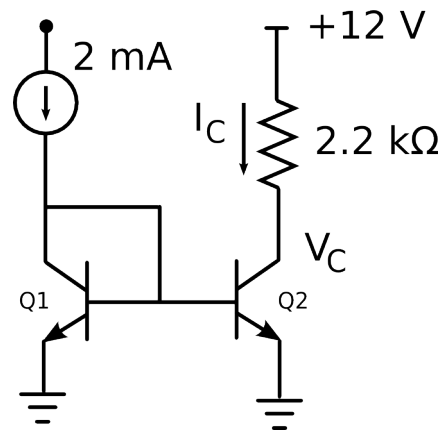
The figure below shows a differential amplifier (differential pair) based on bipolar transistors and has a current source with an output resistance equal to $R_S = 100 \text{ k}\Omega$. The parameters of the transistors are $\beta = 199$ e $V_A = 100 \text{ V}$, respectively the (base-collector) current gain and the Early voltage.

a) Determine the bias point of the circuit.

b) Determine the (double-ended) voltage gain in common mode and differential mode and the common-mode rejection ratio (CMRR).



Question 2 (2)



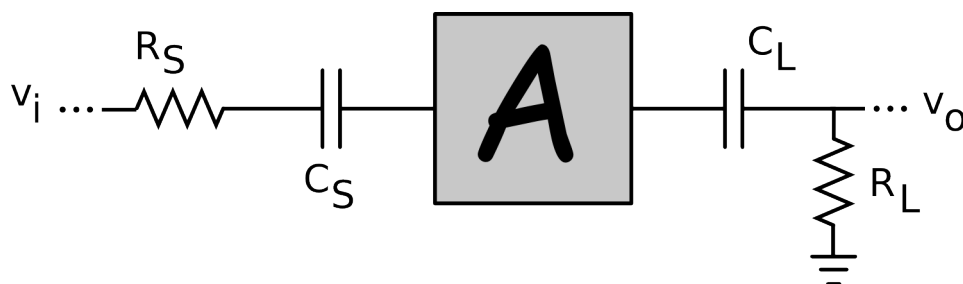
The current source above is composed of two equal bipolar npn transistors with $\beta = 150$ e $V_A = 100$ V.
 Calculate the exact value of the current I_C and the voltage V_C . Assume a voltage drop $V_{BE} = 0.7$ V.

Question 3 (5)

A certain commercial amplifier has the following parameters

- Voltage gain: $A = -100$ V/V.
- Input resistance: $r_{in} = 5$ k Ω .
- Output resistance: $r_{out} = 1$ k Ω .
- Capacitance between the input and output: $C_f = 10$ pF.
- Capacitance between the input and the box (ground) and the output and the box (ground): $C_i = C_o = 10$ pF.

Based on this amplifier the following circuit was designed



$$R_S = 1 \text{ k}\Omega, R_L = 3 \text{ k}\Omega, C_S = C_L = 10 \text{ }\mu\text{F}.$$

- Determine the mid-frequency gain of the complete circuit.
- Schematically draw Bode plots of the behavior of the circuit in terms of frequency.
- Determine the band-width of the circuit.

Question 4 (5)

An operational amplifier (op-amp) is used in a circuit with negative feedback. The feedback factor, β , is not constant, but depends on the frequency; β is 100% at low frequencies and has two poles, one at 10 Hz and one at 1 kHz. The op-amp is ideal, apart from the fact that it has an open-loop gain limited to 10^6 , independent of the frequency.

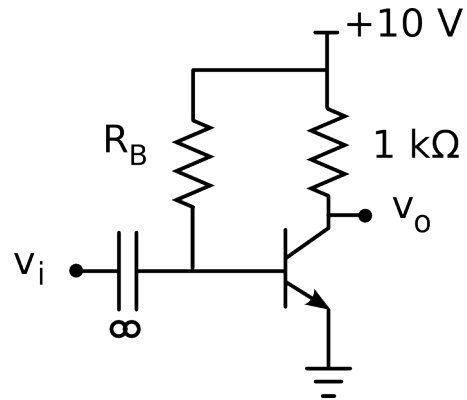
- Derive a general expression of the gain of a circuit with negative feedback, $A_f \equiv V_o/V_i$.

- b) Draw Bode and Nyquist plots to determine the stability of the circuit.
- b2) Indicate in the Nyquist plot the Barkhausen criterion (BC), the zone where oscillations will occur (OSC), and the zone where oscillations might occur with a phase margin equal to 45° (PM).
- b3) Based on those plots, determine if the circuit is stable (doesn't run the risk of oscillations). Assume a phase margin equal to 45° .
- c) If answer at question b3) is 'not', then give the range of frequencies where oscillations might occur and a way how to stabilize the circuit to avoid possible oscillations. If 'yes', give values of the parameters that make the circuit marginally stable.

Question 5 (3)

The output stage of the figure is made of simple type npn bipolar junction transistors ($\beta = 99$) and resistances.

- a) What is the class of the stage?
- b) What would be a good choice for the value of the resistance R_B ?
- c) Calculate the maximum power efficiency (η) of this stage.
- d) If transistors with thermal parameters as given in the table below were used, would they overheat when a maximum output signal occurs?



Maximum junction temperature	$T_{j,max}$	150°C
Ambient temperature	T_{amb}	40°C
Thermal resistance of the package	θ_p	40°C/W

----- end -----