

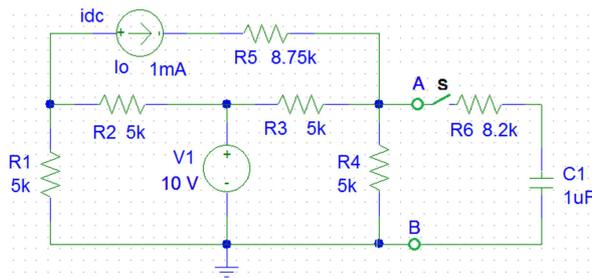
Exame Época Normal

21 de Janeiro de 2019

Sala C8.2.47, 13h00-16h00

O teste tem 5 grupos de questões. Cada grupo vale 4 valores, distribuídos pelas respetivas alíneas. Não são permitidos quaisquer elementos de consulta. Para além esferográfica é apenas permitido utilizar calculadora. **Inicie a resolução de cada problema numa nova página do caderno de respostas.** Justifique as aproximações que fizer, e as respostas não suportadas por cálculos.

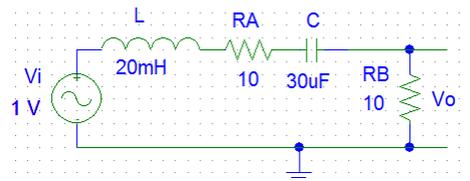
1. Considere o circuito da figura abaixo (as resistências estão expressas em ohm).
 - i) (1 valor) O circuito contém fontes ideais de corrente (I) e de tensão (V). Indique as principais diferenças entre as características terminais das fontes ideais e das fontes reais de I e de V .
 - ii) (1 valor) Determine os equivalentes de Thevenin e de Norton do circuito à esquerda de AB .
 - iii) (1 valor) Se num dado instante fecharmos o interruptor S , quanto tempo demorará o condensador a carregar até atingir 63% da tensão máxima possível? Se não tiver conseguido resolver a alínea anterior, assume que o equivalente de Thévenin corresponde a uma fonte de tensão com força eletromotriz 10 V, em série com uma resistência de 10 Ω .
 - iv) (1 valor) Após o condensador carregar completamente qual é a tensão aos terminais de R_4 ?



2. Considere o circuito RLC da figura que se segue.

- a) (1 valor) Esboce os diagramas de Bode do circuito.
- b) (1 valor) Mostre que na ressonância:

$$V_0/V_i = R_A/(R_A + R_B).$$
- c) (1 valor) Determine a largura da banda passante.

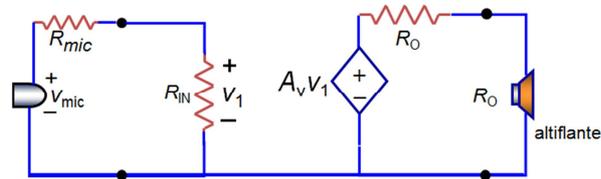


- d) (1 valor) Calcule a corrente debitada pela fonte de tensão quando a frequência é zero Hz, 205 Hz e quando é muito superior a 205 Hz, e faça o esboço da magnitude da corrente em função da frequência.

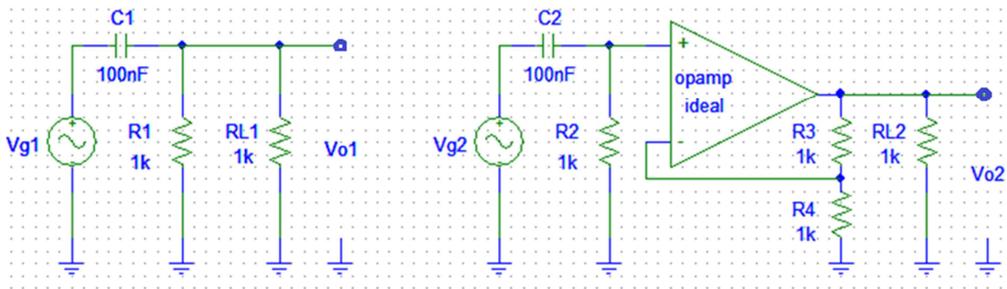
3. Na figura abaixo representa-se um amplificador de áudio com impedâncias de entrada e saída $R_{IN} = 20 \text{ k}\Omega$ e $R_0 = 4 \Omega$, respetivamente, e resistência de carga $R_L = 8 \Omega$. O sinal de entrada, gerado por um microfone, é modelado por uma fonte de tensão sinusoidal V_{mic} com amplitude 10 mV e resistência interna $R_{mic} = 20 \text{ k}\Omega$. Considere que o parâmetro A_V vale 1000.

- a) (2 valores) Determine a razão entre a potência fornecida pelo amplificador à carga R_L (altifalante) e a potência fornecida pelo microfone ao amplificador.

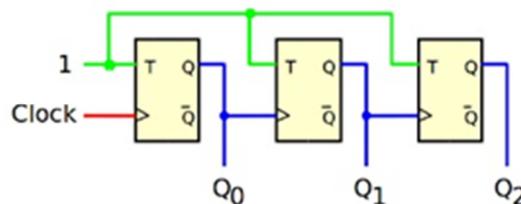
- b) (2 valores) Mostre que a potência fornecida pelo amplificador à carga atinge o valor máximo quando R_L é igual a R_0 . Assume que no circuito amplificador apenas pode fazer variar o valor da resistência de carga.



4. Considere os circuitos da figura seguinte. Assume que os amplificadores operacionais são ideais.
- (a) (1 valor) Considere o circuito da esquerda. Determine a função de transferência (V_{O1}/V_{G1}) do circuito para: i) $R_{L1}=\infty$ e ii) $R_{L1}=1\text{ k}\Omega$, e indique de que circuito se trata. Justifique.
- (b) (1 valor) Analise o circuito da direita e explique a função do amplificador operacional.
- (c) (1 valor) Calcule a função de transferência V_{O2}/V_{G2} para: i) $R_{L2}=\infty$ e ii) $R_{L2}=1\text{ k}\Omega$.
- (d) (1 valor) Redimensione os componentes do circuito da direita para que o ganho na região transparente passe a ser 20 dB, sem contudo alterar a resposta em frequência do circuito.

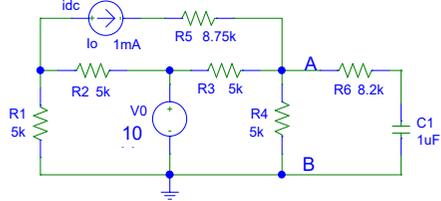


5. (a) (1 valor) Converta os seguintes números binários/decimais/hexadecimais:
- i) $1011.1010_2 \rightarrow (\dots)_{10}$; ii) $2019_{10} \rightarrow (\dots)_2$; iii) $A9_{16} \rightarrow (\dots)_2$
- (b) (1 valor) Obtenha a expressão da função lógica e desenhe o circuito correspondente definido pelas seguintes proposições:
- Se A, B, e C estão presentes (i.e. são iguais a 1), então o processo ocorre (saída X é 1)
 - Se A, B, e C estão ausentes (i.e. são iguais a 0), então o processo ocorre ($X=1$)
 - Se B está ausente ($B=0$), então o processo ocorre ($X=1$)
 - Para qualquer outra combinação de A, B, e C, o processo não ocorre ($X=0$).
- (c) (1 valor) Simplifique a expressão lógica e desenhe o circuito correspondente.
- (d) (1 valor) Considere o circuito da figura abaixo, construído com básicas do tipo T, disparadas pelo flanco ascendente. Explique o seu funcionamento e represente no correspondente diagrama temporal a evolução dos valores de Q_0 , D_0 , Q_1 , D_1 , Q_2 , e D_2 , em resposta ao sinal de relógio, partindo do estado $Q_2Q_1Q_0=000$ e até voltar novamente ao estado 000.

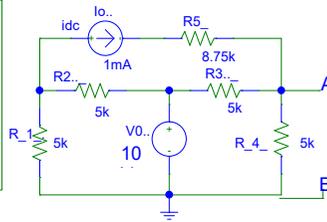


2

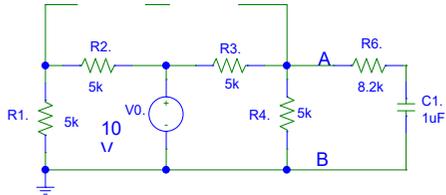
1



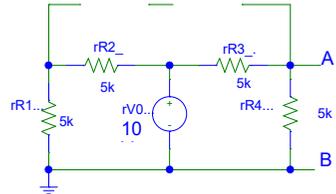
No regime estacionário (após um intervalo de tempo superior a 5 vezes a constante de tempo do circuito $\tau=RC$, onde R é a resistência vista dos terminais do condensador), a presença do condensador não afeta os valores da tensão e das correntes no resto do circuito. Ao lado apresenta-se também a resolução sem a presença do condensador (interruptor S aberto).



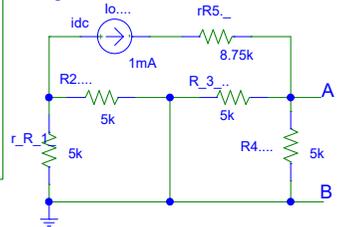
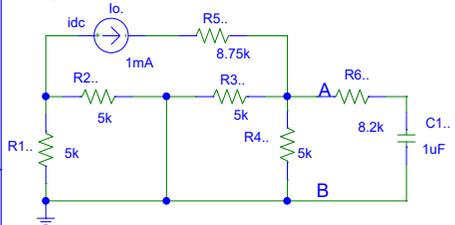
Resolução aplicando o princípio da sobreposição:



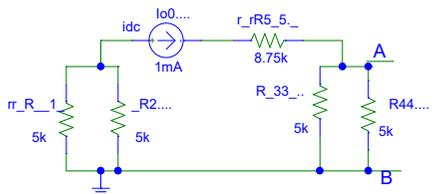
A tensão AB, V_{AB} , devida apenas à fonte de tensão V_0 é obtida, substituindo a fonte de corrente por um aberto, através do divisor de tensão formado pelas R3 e R4: $V_{AB} = V_{0x}R4 / (R3+R4) = 5 V$



Considerando agora apenas a fonte de corrente, substituindo a fonte de tensão por um curto, obtém-se o circuito ao lado, que pode ser simplificado no circuito abaixo. A tensão AB é dada por $V_{AB}=I_0x(R3/R4)=2,5 V$



A tensão AB, devido à fonte de corrente, é, portanto, dada por $V_{AB}=I_0x(R3/R4)=2,5 V$



A constante de tempo do circuito é dada pelo produto da capacidade C com a resistência (equivalente) vista pelos terminais de condensador, i.e., $\tau=ReqxC$, onde $Req= R_{TH} + R_6$.

Um condensador inicialmente descarregado fica com ~63,2% da sua carga máxima tau segundos após ter iniciado o processo de carga.

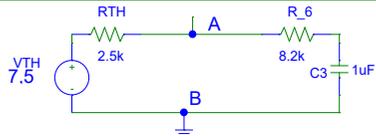
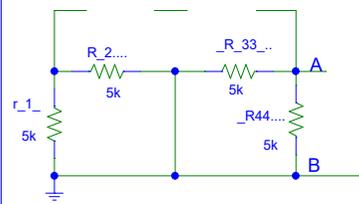
Em corrente contínua, no regime estacionário, um condensador comporta-se como um aberto sendo a tensão aos seus terminais, no caso da figura abaixo, igual a VTH

Tensão de Thévenin: $V_{TH}=V_{AB} \text{ fonte de tensão} + V_{AB} \text{ fonte de corrente: } V_{TH}=5 V + 2,5 V = 7,5 V$

Resistência equivalente de Thévenin: ver circuito abaixo.

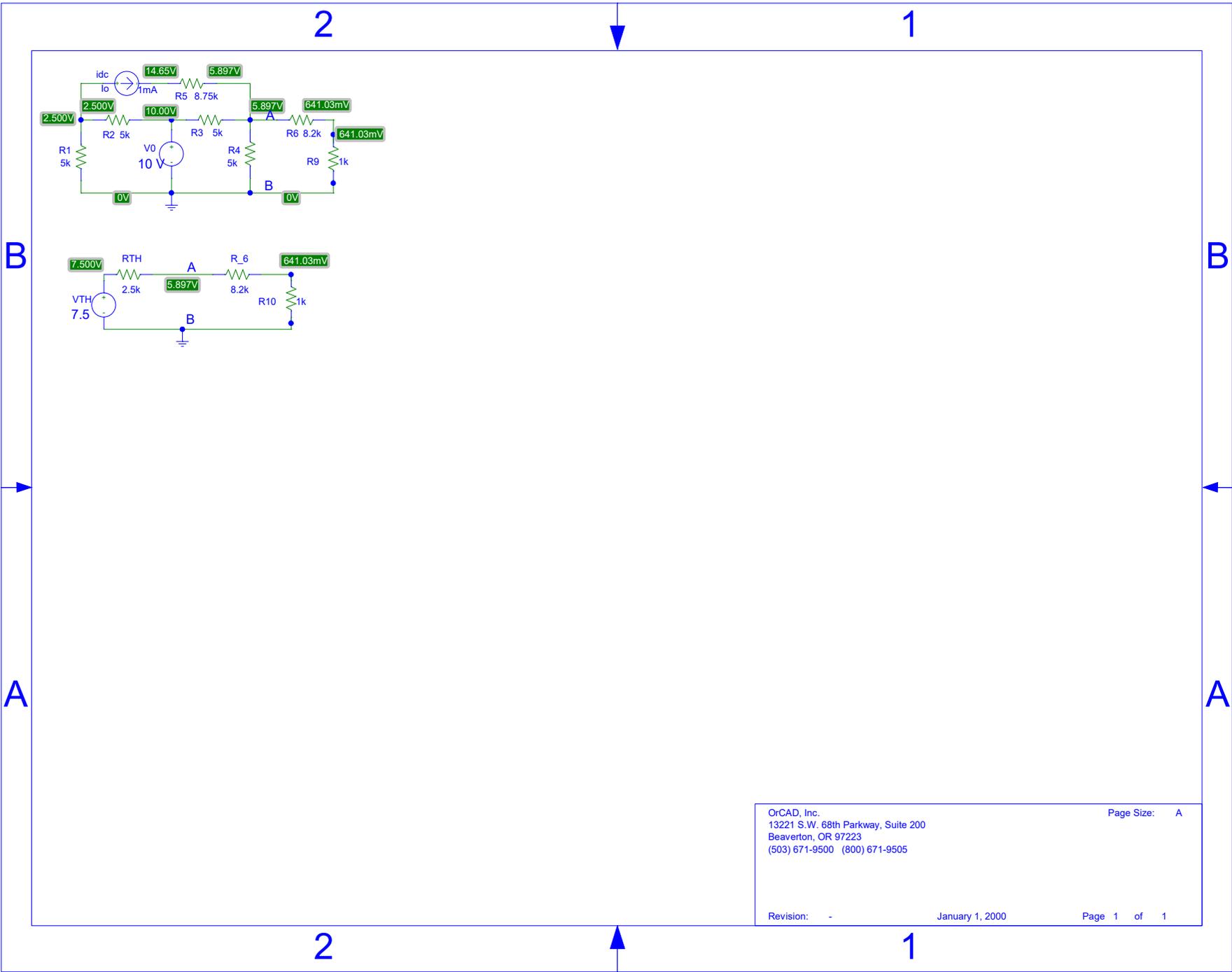
A resistência vista dos pontos A e B é: 2.5 kohms (simplesmente o paralelo de R3 com R4).

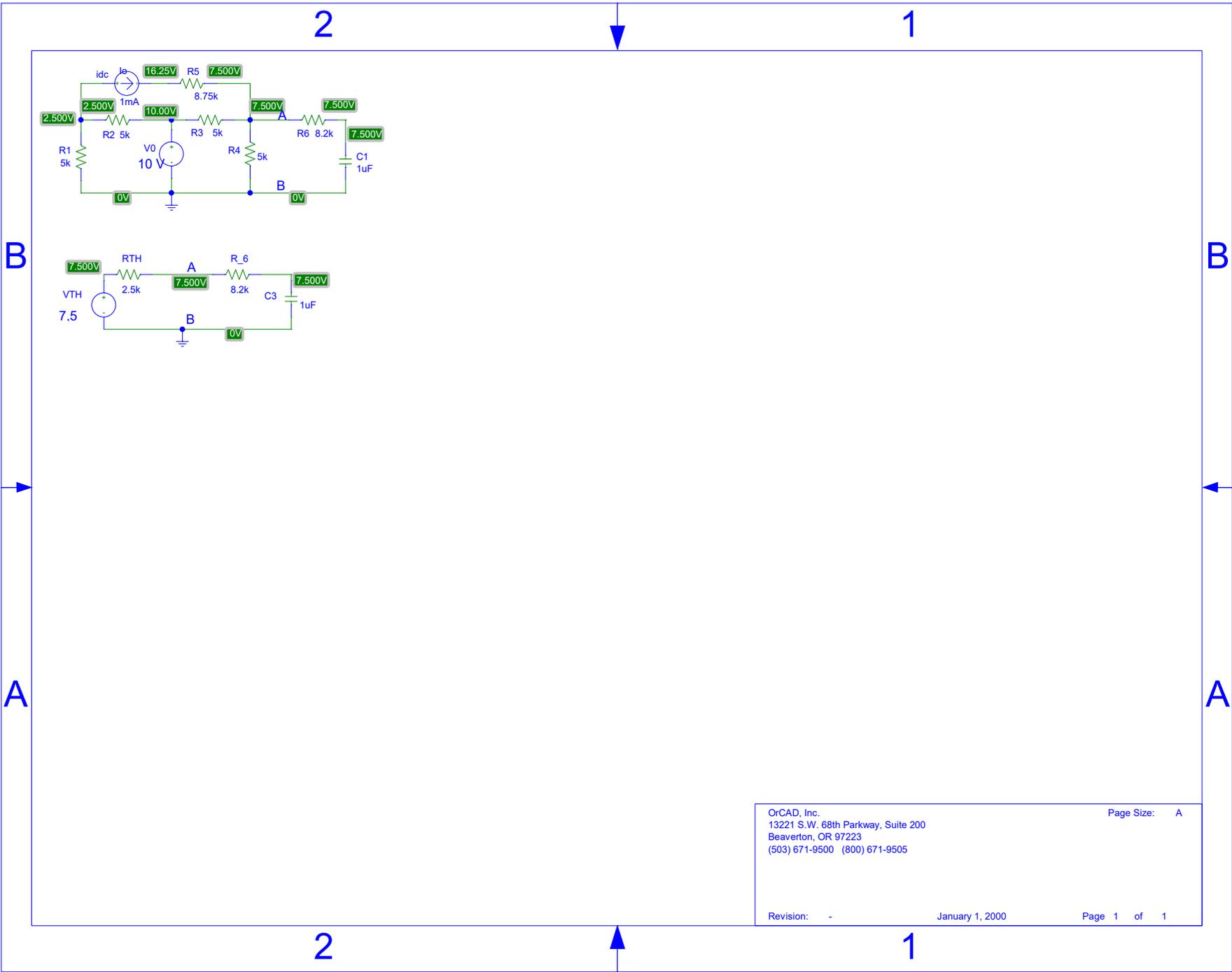
O equivalente de Thévenin da parte à esquerda de AB do circuito inicial é, portanto, o circuito à esquerda de AB ($V_{TH} + R_{TH}$) no esquema elétrico abaixo:



2

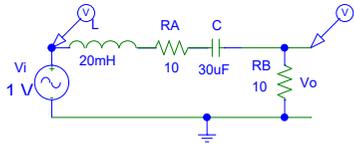
1



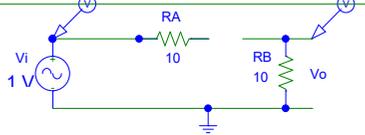


2

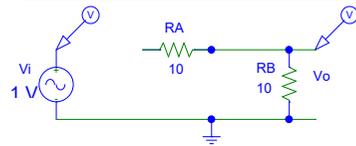
1



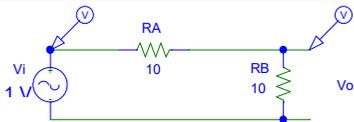
Esboço da função de transferência (diagramas de Bode)
 A baixa frequência (muito menor que a frequência de ressonância, no limite de $\omega=0$ rad/s) o circuito é equivalente a: (impedância da bobine tende para zero, impedância condensador tende infinito, ca)



A alta frequência (muito maior que a frequência de ressonância, $\omega \rightarrow$ infinito) o circuito é equivalente a: (impedância da bobine tende para infinito, impedância condensador tende para zero, cc)



Na ressonância (frequência angular igual a um sobre raiz quadrada de LC) o circuito é equivalente a:



O circuito comporta-se como um filtro passa-banda. Na ressonância $V_o = RB / (RA + RB) = 0,5$ V.

A corrente a muito baixa frequência é praticamente igual a zero a muito alta frequência é também praticamente igual a zero na ressonância é dada por $V_i / (RA + RB) = 50$ mA.

Pode determinar-se a largura da banda passante calculando o módulo da função de transferência e igualando-se o resultado a $0,5 / \sqrt{2}$.

Função de transferência: a saída corresponde à tensão aos terminais da resistência RB.

$$V_o/V_i = RB / (Z_L + RA + Z_C + RB) = RB / (RA + RB + (j\omega L - 1/j\omega C)) = RB / (RA + RB - (j\omega L - 1/j\omega C) / (1 + (\omega L - 1/\omega C)^2 / (4R^2))$$

$$\text{Fazendo } R=RA=RB \text{ obtém-se } V_o/V_i = (1/2) \times 1 / \sqrt{1 + (\omega L - 1/\omega C)^2 / (4R^2)}$$

Largura da banda passante: determinar as frequências de corte inferior e superior, respetivamente. Igualar-se a expressão geral do módulo da função de transferência a $0,5 / \sqrt{2}$ (V_o/V_i máximo a dividir por $\sqrt{2}$) e resolve-se em ordem a ω . Deverá obter dois valores: ω_{ci} e ω_{cs} . Largura da banda passante = $f_s - f_i$

A fase da função de transferência (diferença entre a fase do sinal de entrada e a fase do sinal de saída) é dada pelo arctan $((\omega L - 1/\omega C) / 2R)$, que, de acordo com a expressão geral da função de transferência obtida em cima, varia entre -90° ($\omega \rightarrow 0$) e $+90^\circ$ ($\omega \rightarrow$ infinito), passando por 0° na ressonância ($\omega = \omega_R$).

Diagramas de Bode na página seguinte.

OrCAD, Inc.
 13221 S.W. 68th Parkway, Suite 200
 Beaverton, OR 97223
 (503) 671-9500 (800) 671-9505

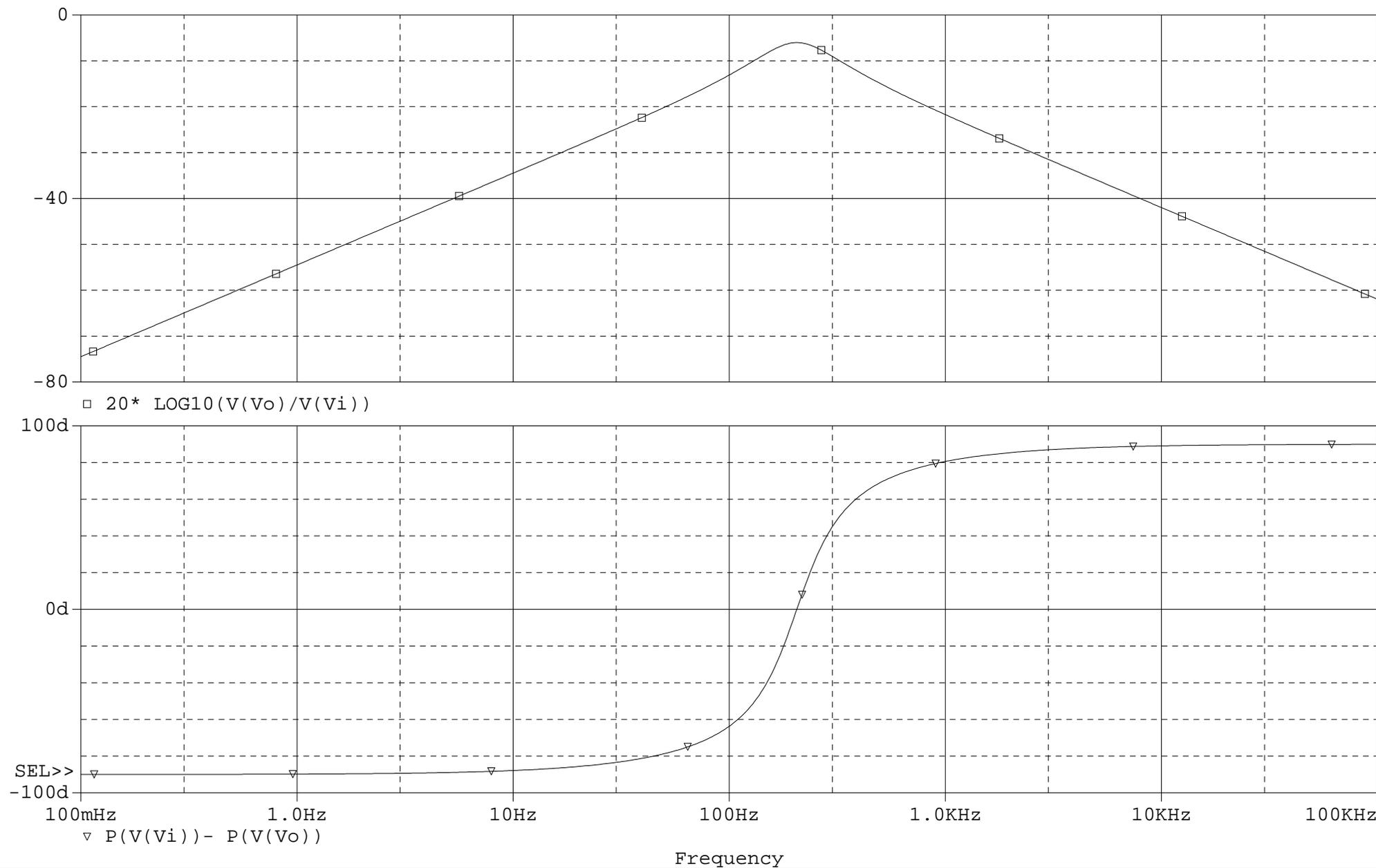
Page Size: A

Revision: - January 1, 2000 Page 1 of 1

2

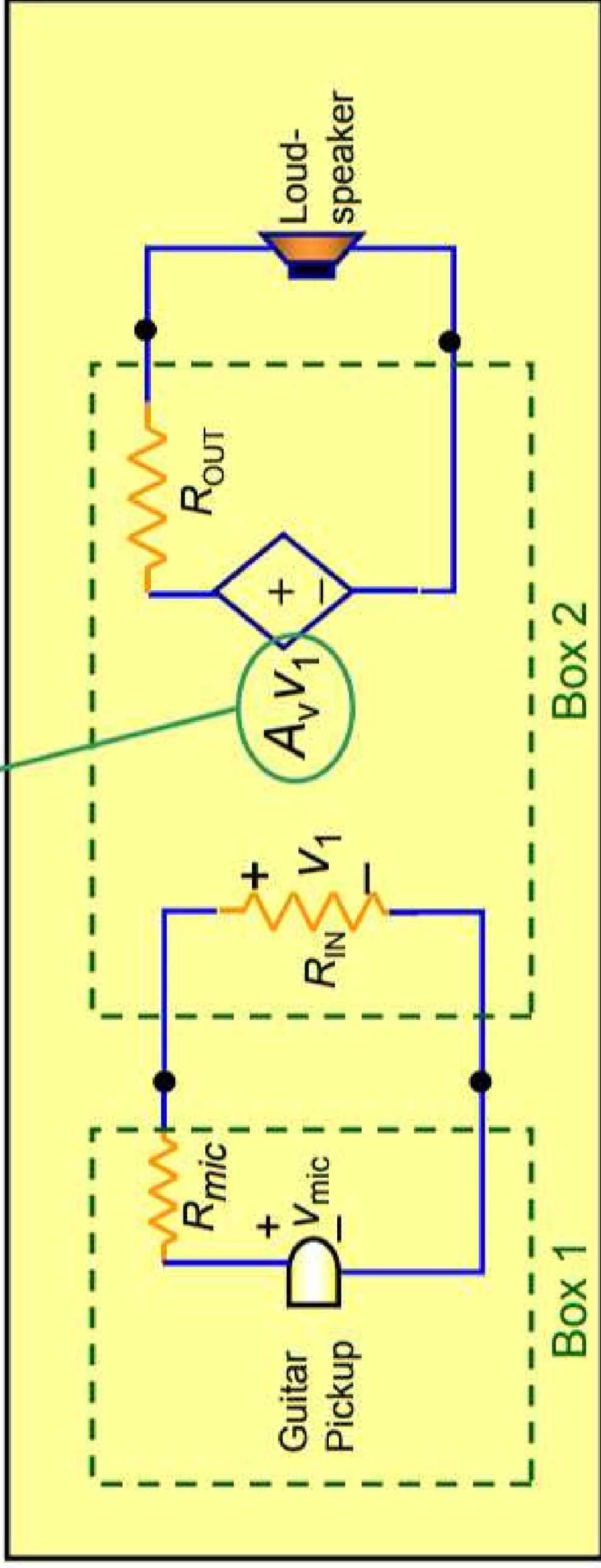
1

(A) Exame_ex_2_diagramasdeBode (active)



Exercício: determinar o ganho do amplificador de áudio

Question: Determine the value of A_v if the amplifier must deliver **10 W** of power to the loudspeaker



Parameters: $R_{mic} = 10 \text{ k}\Omega$ $R_{IN} = 10 \text{ k}\Omega$ $R_{OUT} = 2 \Omega$