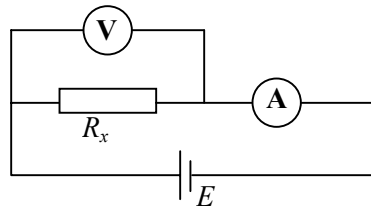


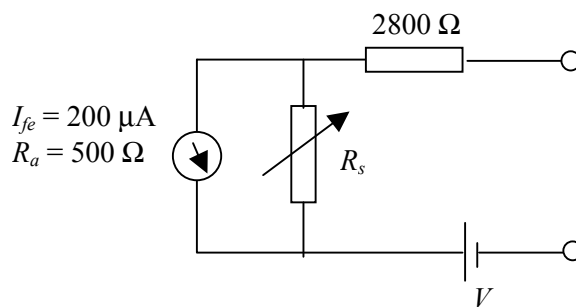


1. Para determinar o valor de uma resistência  $R_x$  recorreu-se ao método do voltímetro-amperímetro na montagem de curta derivação, tendo-se obtido as seguintes leituras:



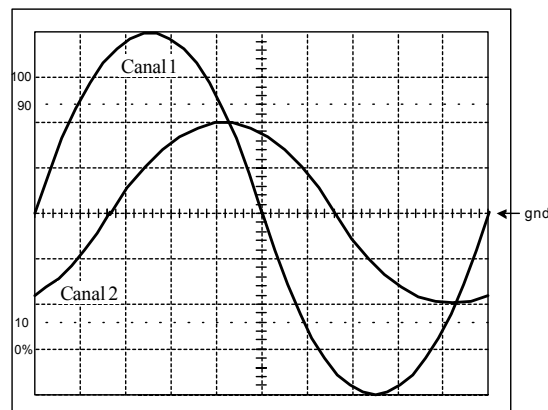
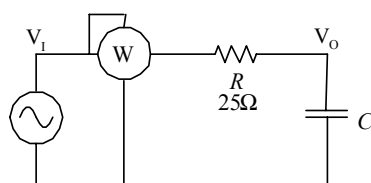
Voltímetro : 15,00 V ( Escala de 20 V )  
 Amperímetro: 5,00 mA ( Escala de 10 mA)

- a) Tendo em conta o erro introduzido pelo método de medição, sabendo que o voltímetro tem uma sensibilidade de  $9,15 \text{ k}\Omega/\text{V}$  e que os aparelhos têm um índice de classe de 1,0, calcule o intervalo em que se encontra o valor de  $R_x$ .  
 b) A resistência  $R_x$  foi medida com o ohmímetro série, cujo esquema se mostra a seguir, que apresenta um valor nominal de resistência a  $\frac{1}{2}$  da escala de  $3 \text{ k}\Omega$ .



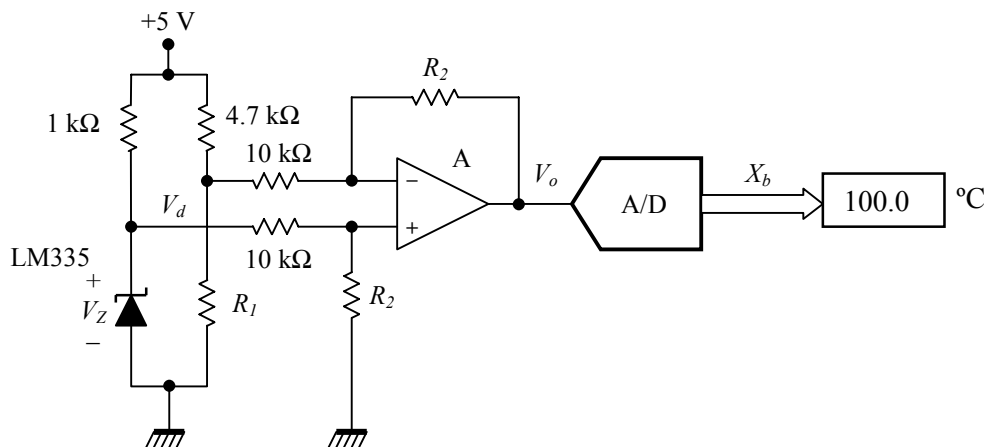
Sabendo que na altura da medição a pilha  $V$  de f.e.m. nominal  $1,5 \text{ V}$  apresentava, por envelhecimento, uma f.e.m. de apenas  $1,36 \text{ V}$  e que após o ajuste de zero se obteve uma deflexão de  $\frac{1}{2}$  de escala na medição de  $R_x$ , calcule o valor de ajuste de  $R_s$  e o valor de  $R_x$ .

2. Para determinar o valor do condensador no circuito seguinte foi usado um osciloscópio com pontas de prova 100:1 devidamente compensadas. O canal 1 foi ligado a  $V_I$  e o canal 2 a  $V_O$ . As deflexões verticais são iguais nos dois canais valendo  $1 \text{ V/div}$  com um erro de 1%. A escala horizontal é de  $2 \text{ ms/div}$  com um erro de 2%. No ecrã observou-se a figura indicada a seguir. O sinal em  $V_I$  é sinusoidal.



- a) Indique a frequência, a amplitude, o valor eficaz dos sinais em  $V_1$  e em  $V_o$ , a atenuação  $V_o/V_1$  e o desfasamento, assim como os erros associados (no desfasamento considere que a incerteza visual da medição é de 1/10 div).
- b) Determine o valor do condensador C (e o erro associado):
- a partir da atenuação,
  - a partir do desfasamento.
  - compare os resultados obtidos.
- c) Determine a potência indicada no wattímetro supondo que:  
(Independentemente dos valores calculados nas alíneas anteriores considere:  
 $C = 200 \mu F$  e  $freq = 50 Hz$ )
- O wattímetro é ideal.
  - A resistência do circuito voltimétrico do wattímetro é  $R_V = 5 k\Omega$  e que o coeficiente de auto-indução é  $L_V = 100$ .

3. Considere a cadeia de medição de temperatura da figura, na qual o LM335 apresenta uma tensão  $V_Z$  entre os seus terminais igual a 1/100 da temperatura absoluta entre 223 Kelvin e 373 Kelvin (273 Kelvin = 0°C). Pretende-se efectuar medições entre 0 e 100 °C.



*Cadeia de Medição de Temperatura*

- Caracterize o problema de medição deduzindo as equações analógica e digital da cadeia de medição apresentada. Sabendo que a variação de  $V_Z$  é de 10 mV/Kelvin determine ainda os valores das resistências  $R_1$  e  $R_2$  de modo a ter à saída do amplificador operacional uma tensão  $V_o$  entre 0 V e 10 V proporcional à temperatura em °C.
- O conversor A/D tem gama de entrada de 0 V a 10 V e saída em código binário natural, determine o número de bits e o *quantum* para se efectuar a leitura directa de temperaturas entre 0 e 100 °C com uma resolução de 0,1 °C.
- O conversor A/D tem um erro inferior a 1/2 LSD e o amplificador apresenta as características seguintes, tendo a cadeia de medição sido calibrada para a temperatura de 25 °C.

Desvio de tensão à entrada (T=25°C)	1 mV
Deriva térmica do desvio	4 $\mu V/^\circ C$
Ruído referido à entrada	20 $\mu V$
Gama de temperatura	0° a 75 °C

Admitindo erros desprezáveis no transdutor e ponte de medição, determine o  $CMRR$ (dB) mínimo que deve ter o amplificador operacional de modo a garantir um erro total inferior a 1 LSD (considere tensão média de entrada de 2,73 V).