

**Electronic Instrumentation**  
**Re-exam**  
15 February 2011, 9-12  
(Duration: 3 hours)



Universidade do Algarve  
MIEET

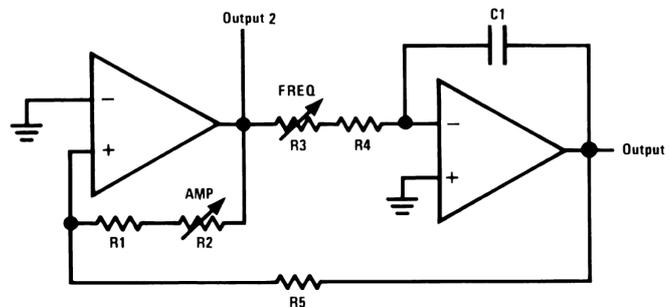
- Write your name, student number and course on all sheets you hand in.
- Talking is not allowed. If you do it, your exam will be canceled. Switch off your cellular telephone.
- If you give up, write "I Desist" on the exam sheet and hand it in.
- The exam has 6 questions and the maximum score for each is written in brackets.
- Write legible.
- Good luck!

**Question 1 (1)**

Explain the types of cables and their effects on the signal being passed through them.

**Question 2 (5)**

The figure below shows a function generator based on two opamps. (Taken from the Application Note: National Semiconductor Op Amp Circuit Collection). Assume ideal opamps.



- a) What is an ideal opamp?
- b) Explain how the circuit works. Schematically draw the signals at relevant points of the circuit. What are the output wave forms?
- c) Find values of the components to get an output (1) wave with an amplitude of 1 V and a frequency of 1 kHz.

**Question 3 (2)**

Explain the use of a Wheatstone bridge.

**Question 4 (4)**

In a shop an intrusion-detection system is installed. It consists of an ultra-sound emitter (working at 40 kHz) and a detector. The detected signal is the reflected signal from a moving object. From the detected signal frequency the 40 kHz source is subtracted. If the resulting frequency is more than 10 Hz, the alarm will go off.

- What is the maximum speed the burglar can walk in the shop without being detected?
- How can a frequency be converted into a voltage?

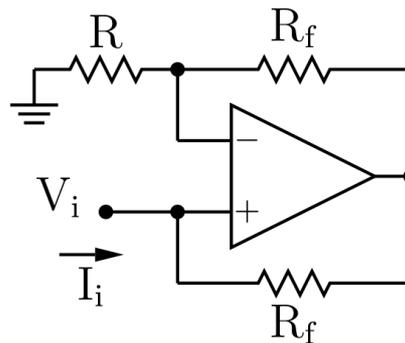
Note: the Doppler effect is given by

$$f_o = \left( \frac{v + v_o}{v - v_s} \right) f_s$$

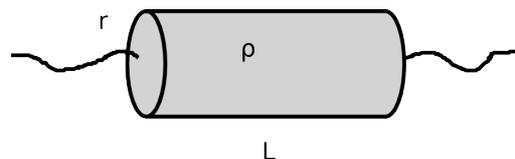
with  $f_s$  the source (emitted) frequency,  $f_o$  the received frequency,  $v_s$  the velocity of the source,  $v_o$  the velocity of the receiver and  $v$  the velocity of the medium. For example  $v$  is  $3 \times 10^8$  m/s for electromagnetic waves and 300 m/s for acoustic waves.

### Question 5 (3)

The circuit in the figure below is a negative resistance converter,  $R_i \equiv V_i / I_i < 0$ . Calculate the input resistance of the circuit.



### Question 6 (5)



A cylindrical resistor of length  $L$  and radius  $r$ , made of a material with resistivity  $\rho$  (see picture above) has a certain resistance.

The gauge factor is defined as

$$k \equiv \frac{dR/R}{dL/L}$$

- a) Show that the gauge factor  $k$  for a cylindrical resistor with the parameters  $r$  and  $\rho$  functions of  $L$  is equal to

$$k = 1 + 2\nu + \frac{d\rho/\rho}{\varepsilon_L},$$

with  $\varepsilon_L$  the strain along L ( $\varepsilon_L = dL/L$ ), and  $\nu$  Poisson's ratio defined as

$$\nu \equiv -\frac{dr/r}{dL/L}.$$

- b) What is the gauge factor  $k$  for a material that has the property that the volume doesn't change when its length is altered (assume constant  $\rho$ ),

$$\frac{dV}{dL} = 0.$$

- c) A cylindrical resistor of 1 k $\Omega$  is extended 1% in length. What is the new resistance value?  
(Assume constant volume and no Piëzo effect).  
d) What can this resistor be used for as a sensor?

----- end -----

**Instrumentação Electrónica**  
Exame época recurso  
15 de Fevereiro de 2011, 9-12  
(Duração: 3 horas)



Universidade do Algarve  
MIEET

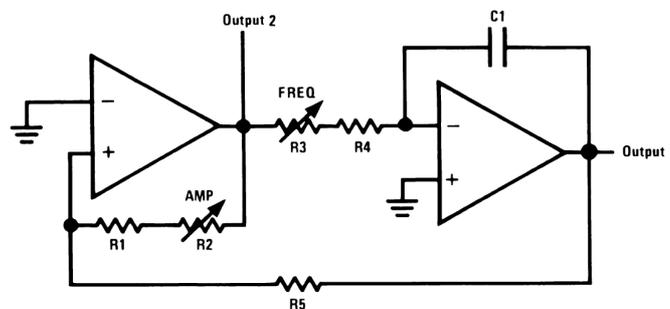
- Escreva o seu nome, nº de aluno e curso em todas as folhas que entregar.
- Não é permitido falar com os colegas durante o exame. Se o fizer, terá a prova anulada. Desligue o telemóvel.
- Caso opte por desistir, escreva “Desisto”, assine e entregue a prova.
- O exame tem 6 perguntas e a cotação de cada aparece entre parêntesis.
- Faça letra legível.
- Boa sorte!

**Pergunta 1 (1)**

Explique os tipos de cabos e ligações e os seus efeitos nos sinais.

**Pergunta 2 (5)**

A figura abaixo mostra um gerador de funções baseado em dois ampops. (Circuito copiado do Application Note: National Semiconductor Op Amp Circuit Collection). Assume ampops ideais.



- a) O que é um ampop ideal?
- b) Explique o funcionamento do circuito. Faça esboços dos sinais em pontos relevantes. Quais são as formas de onda?
- c) Dê valores dos componentes de forma a chegar a uma onda na 'output 1' com uma amplitude de 1 V e uma frequência de 1 kHz.

**Pergunta 3 (2)**

Explique o uso de uma ponte Wheatstone.

**Pergunta 4 (4)**

Numa loja foi instalado um sistema de detecção de intrusão. Consistem num emissor ultrasom (a 40 kHz) e um detector. O sinal detectado é som reflectido de um objecto em movimento. Desse sinal, o 40 kHz da fonte são subtraídos. Se a frequência resultante é mais do que 10 Hz, o alarme dispara.

- O que é a velocidade máxima que um ladrão pode andar na loja sem ser detectado?
- Em que maneira uma frequência pode ser convertida numa tensão?

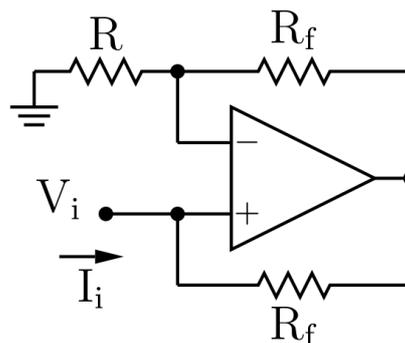
Tome nota: o efeito Doppler é dado por

$$f_o = \left( \frac{v + v_o}{v - v_s} \right) f_s$$

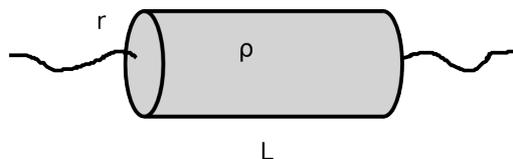
onde  $f_s$  é a frequência do sinal da fonte,  $f_o$  a frequência do sinal como recebido,  $v_s$  a velocidade da fonte,  $v_o$  a velocidade do receptor e  $v$  a velocidade das ondas no meio. Por exemplo  $v$  é  $3 \times 10^8$  m/s para ondas electromagnéticas e 300 m/s para ondas acústicas.

### Pergunta 5 (3)

O circuito na figura abaixo é chamada conversor da resistência negativa,  $R_i \equiv V_i / I_i < 0$ . Calcule a resistência de entrada deste circuito.



### Pergunta 6 (5)



Uma resistência cilíndrica com comprimento  $L$  raio  $r$ , feito de um material com resistividade  $\rho$  (veja imagem acima) tem uma certa resistência.

O *gauge factor* (factor de calibração) é definido como

$$k \equiv \frac{dR/R}{dL/L}$$

a) Mostra que o *gauge factor*  $k$  para a resistência com parâmetros  $r$  e  $\rho$  funções de  $L$  é igual a

$$k = 1 + 2\nu + \frac{d\rho/\rho}{\epsilon_L},$$

onde  $\varepsilon_L$  é o deformação na dimensão L ( $\varepsilon_L = dL/L$ ), e  $\nu$  o rácio de Poisson definido como

$$\nu \equiv -\frac{dr/r}{dL/L} .$$

b) Qual é o *gauge factor*  $k$  de um material que tem a propriedade que o volume não muda quando deformado (assume  $\rho$  constante),

$$\frac{dV}{dL} = 0 .$$

c) Uma resistência cilíndrica de  $1 \text{ k}\Omega$  é estendida 1% em comprimento. Qual será o novo valor da resistência? (Assume a volume constante e um material sem efeito Pi zo).

d) Qual é a utilidade deste resistência em termos de sensores?

----- fim -----