

Electronic Instrumentation

Regular exam

3 February 2012, 16:30-19:30

(Duration: 3 hours)



Universidade do Algarve
MIEET

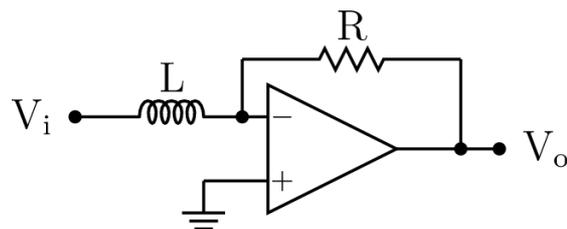
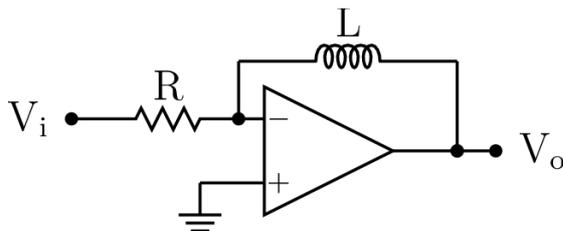
- Write your name, student number and course on all sheets you hand in.
- Talking is not allowed. If you do it, your exam will be canceled. Switch off your cellular telephone.
- If you give up, write "I Desist" on the exam sheet and hand it in.
- The exam has 5 questions and the maximum score for each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

Question 1 (4)

The relation between voltage drop V and current I in an inductor L is given by:

$$V(t) = L \frac{dI(t)}{dt}$$

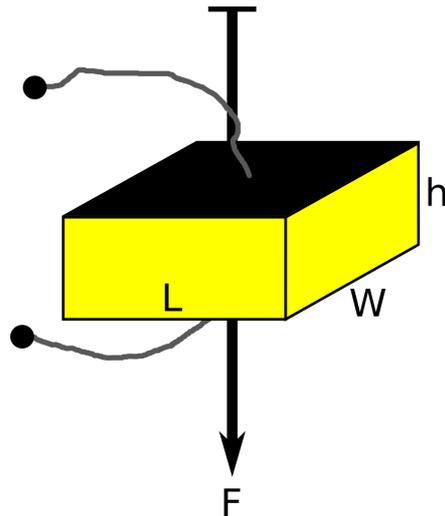
where t represents time. We can use an inductor in an opamp circuit. See the examples below. Consider the opamps ideal.



- What means an 'ideal opamp'?
- What is the relation between input and output of the above circuits.

Question 2 (8)

To weigh objects, we take a capacitor and let it be deformed when the weight is placed on top or hanging from it. Our capacitor exists of metal (thin) foil glued on two sides of a bar of material with dimensions L , W and h , see image below. For this calculation we will pull along direction h .



The capacitance of such a parallel-plates capacitor is given by

$$C = \frac{\epsilon_d A}{h}$$

with ϵ_d the permittivity of the material, A the area of the plates and h the distance between them.

a) Derive an expression for the gauge factor k of the capacitor,

$$k \equiv \frac{dC/C}{dh/h}$$

using the definition of Poisson's Ratio, ν

$$\nu \equiv -\frac{dL/L}{dh/h} = -\frac{dW/W}{dh/h}$$

b) What is the gauge factor for a material that has constant volume?

c) A constant-volume capacitor of nominal value of $1 \mu\text{F}$ is extended 1% in length h . What is the new value of the capacitance?

Young's Modulus E describes the deformation of a material when a force is acting upon it. It is the ratio between stress – pressure P (unit: Pa) – and relative deformation, strain ϵ (unitless),

$$E = P/\epsilon$$

$$\epsilon = dh/h$$

Note that the pressure P is the force per area, $P = F/WL$ in our case. The material we use for the capacitor is rubber which has the following properties:

Young's Modulus: $E = 0.05$ GPa

Permittivity: $\epsilon_d = 7\epsilon_0$ ($\epsilon_0 = 8.85418 \times 10^{-12}$ F/m)

Poisson's Ratio: $\nu = 0.50$

The dimensions of our capacitor are

$L = 10$ cm

$W = 1$ cm

$h = 10$ μm

d) What is the nominal capacitance? (unit: F).

e) What is the sensitivity of the sensor? (unit: F/N).

The weight F and mass m of an object are related to $F = mg$, with $g = 9.81$ m/s².

f) What is the sensitivity of the sensor? (unit: F/kg).

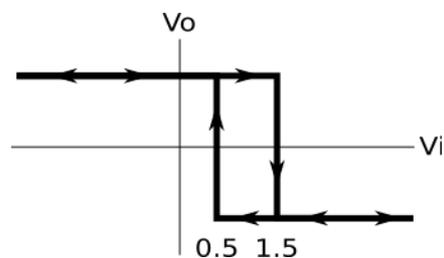
g) When measured with a multimeter with 4 decimal places at any scale, measuring directly the capacitance, what would be the resolution of the system? (unit: kg).

Question 3 (2)

What is a Wheatstone bridge and what is its advantage? Give a (numerical) example.

Question 4 (4)

Design a circuit that has hysteresis between 0.5 and 1.5 volt, as shown below



Question 5 (2)

Explain the following parameters of sensor systems

- Sensitivity
- Accuracy
- Resolution
- Selectivity

----- end -----

Instrumentação Electrónica

Exame época normal

3 de Fevereiro de 2012, 16:30-19:30

(Duração: 3 horas)



UNIVERSIDADE DO ALGARVE



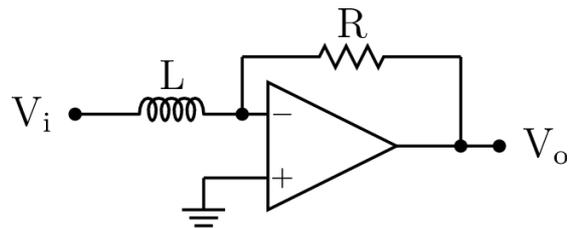
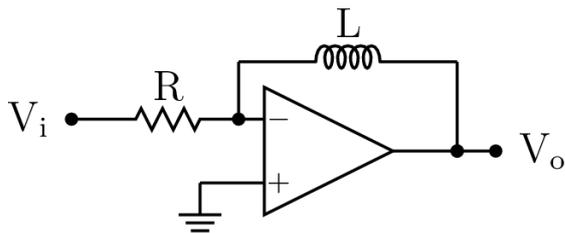
Universidade do Algarve
MIEET

Pergunta 1 (4)

A relação entre a tensão V e a corrente I num indutor L é dada por:

$$V(t) = L \frac{dI(t)}{dt}$$

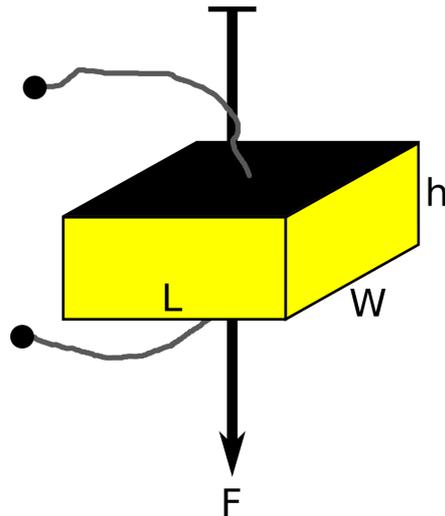
onde t representa tempo. Um indutor pode ser usado num circuito com um ampop, veja figuras abaixo. Considere o ampop ideal.



- O que significa 'ampop ideal'?
- Qual é a relação entrada-saída nos circuitos acima?

Pergunta 2 (8)

Para pesar objetos, podemos utilizar um condensador e deixá-lo ser deformado quando um peso é colocado por cima ou pendurado. O nosso condensador é constituído por folhas de metal (finas) coladas nos dois lados de uma barra de material com dimensões L , W e h , veja a imagem abaixo. Para este cálculo, vamos puxar segundo a direção h .



A capacidade do condensador de placas paralelas é dada por:

$$C = \frac{\epsilon_d A}{h}$$

com ϵ_d a permissividade do material, A a área das placas e h a distância entre as placas.

a) Apresente uma expressão para o *gauge factor* k do condensador,

$$k \equiv \frac{dC/C}{dh/h}$$

usando a definição do Rácio de Poisson, ν

$$\nu \equiv -\frac{dL/L}{dh/h} = -\frac{dW/W}{dh/h}$$

b) Qual é o *gauge factor* quando o material tem volume constante?

c) Um condensador com volume constante com valor nominal de $1 \mu\text{F}$ é deformado de 1% na direção h . Qual será o novo valor da sua capacidade?

O Módulo de Young E descreve a deformação do material quando uma força atua. É o rácio entre *stress* – pressão P (unidade: Pa) – e deformação relativa, *strain* ϵ (sem unidade),

$$E = P/\epsilon$$

$$\epsilon = dh/h$$

Note que a pressão P é a força por unidade de área, $P = F/WL$ no nosso caso. O material usado para o condensador é a borracha, que tem as seguintes propriedades:

Módulo de Young: $E = 0,05$ GPa

Permissividade: $\epsilon_d = 7\epsilon_0$ ($\epsilon_0 = 8,85418 \times 10^{-12}$ F/m)

Rácio de Poisson: $\nu = 0,50$

As dimensões do condensador são

$L = 10$ cm

$W = 1$ cm

$h = 10$ μ m

d) Qual é o valor nominal da capacidade? (unidade: F).

e) Qual é a sensibilidade do sensor? (unidade: F/N).

O peso F e a massa m de um objeto tem uma relação $F = mg$, com $g = 9,81$ m/s².

f) Qual é a sensibilidade do sensor? (unidade: F/kg).

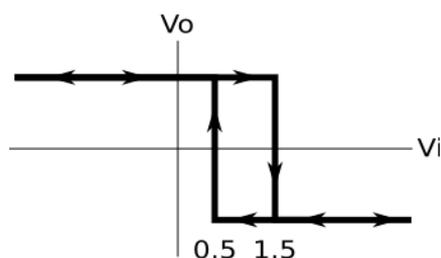
g) Quando medida com um multímetro com 4 casas decimais em qualquer escala, medindo diretamente a capacidade, qual seria a resolução do sistema? (unidade: kg).

Pergunta 3 (2)

O que entende por ponte Wheatstone e quais são as suas vantagens? Dê um exemplo (numérico).

Pergunta 4 (4)

Desenhe um circuito que tem histerese entre 0.5 e 1.5 volt, tal como mostrado abaixo:



Pergunta 5 (2)

Explique os seguintes parâmetros dos sistemas de sensores:

- Sensibilidade
- Precisão
- Resolução
- Seletividade

----- fim -----