

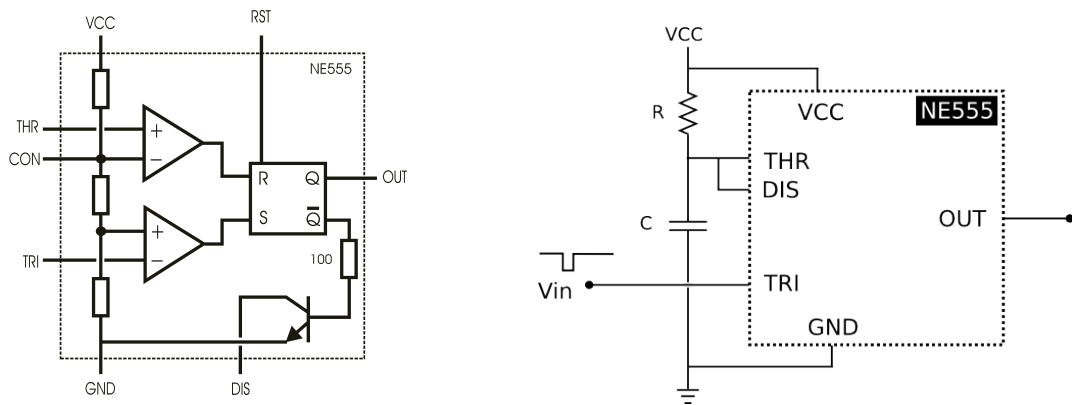
**Electronic Instrumentation**  
**Regular exam**  
**5 February 2010, 14-17**  
**(Duration: 3 hours)**



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!

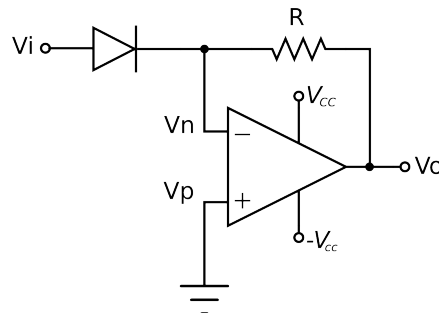
**Question 1 (5)**



The above figure shows the internal components of an NE555 timer circuit (left) and how it can be used in a mono-stable mode (right).

- Explain how the circuit works; draw schematically the signals at relevant points.
- Give values for the external components to arrive at a pulse length of 1 ms.

**Question 2 (5)**



The circuit above is constructed of an operational amplifier (opamp) a diode and a resistance. For the calculation consider the opamp ideal and the diode following the Ebers-Moll equation with  $I_0 = 10^{-14}$  A.  $V_{cc} = 10$  V,  $R = 100$   $\Omega$ .

a) What are the features of an ideal opamp?

b) For the circuit, what is the relation between  $V_o$  and  $V_i$ ?

A real opamp has a maximum output power of about 10 mW.

c) For this opamp, what is the limit of voltages  $V_i$ ?

### Question 3 (6)

A pH sensor is based on the chemical potential (unit: volt) of a acid reaction which, in turn, is based on the concentration (unit: 1/liter) of hydrogen ions,  $[H^+]$ . More precisely,  $pH = 14 - {}^{10}\text{Log}([H^+])$  and the resulting voltage is  $V_{\text{sensor}} = 100 \text{ mV} \times (7 - pH)$ .

The sensor is placed in a 3 liter solution with a pH of 5. To measure voltages we have a multimeter with 4 digits resolution (for example, at a scale of 20 V the resolution is 0.01 V) and a minimum scale of 20 mV.



a) Design an electronic circuit to prepare the signal to work with the highest possible resolution in pH.

b) What is this resolution in terms of number of hydrogen ions ( $\Delta N_{H^+}$ ) of the system of a)?

c) A pH sensor needs a high-impedance amplifier to work properly. Explain why.

### Question 4 (2)

Explain how a temperature sensor of your choice works. What is the physical process that converts the temperature information to an electrical quantity.

### Question 5 (2)

Explain how an analog-ramp ADC works.

----- end -----

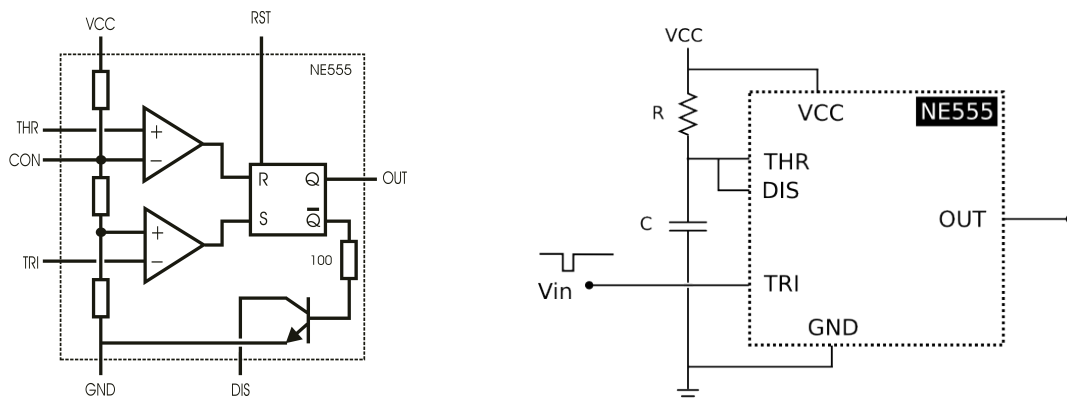
**Instrumentação Electrónica**  
Exame época normal  
5 de Fevereiro de 2010, 14-17  
(Duração: 3 horas)



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 5 perguntas e a cotação de cada aparece entre parêntesis.
- Faça letra legível.
- Boa sorte!

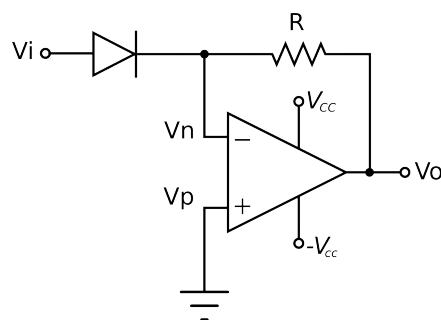
**Pergunta 1 (5 valores)**



A figura acima mostra os componentes internos de um NE555 circuito integrado (lado esquerdo) e a maneira como pode ser usado no modo mono-estável (lado direito).

- Explique o funcionamento do circuito; faça esboços dos sinais em pontos relevantes.
- Dimensione os componentes externos de forma a obter um pulso de 1 ms.

**Pergunta 2 (5 valores)**



O circuito acima é composto por um amplificador operacional (ampop) um diodo e uma resistência. Para o efeito dos cálculos assuma o ampop ideal e o diodo segue a equação de Ebers-Moll com corrente de saturação inversa  $I_0 = 10^{-14}$  A.  $V_{cc} = 10$  V,  $R = 100 \Omega$ .

a) Como define o ampop ideal?

b) Para o circuito, o que é a relação entre  $V_o$  e  $V_i$ ?

Um ampop real tem uma potência máxima cerca de 10 mW.

c) Para esse ampop, qual é a gama de tensões de entrada que mantém a relação da alínea b)?

### Pergunta 3 (6 valores)

Um sensor pH baseia-se no potencial químico (unidade: volt) de uma reacção ácido-base que, por sua vez, é baseado na concentração (unidade: 1/litro) de iões de hidrogénio,  $[H^+]$ . Mais exactamente,  $pH = 14 - {}^{10}\text{Log}([H^+])$  e a tensão resultante é  $V_{\text{sensor}} = 100 \text{ mV} \times (7 - pH)$ .



O sensor é colocado numa solução de 3 litros e um pH igual a 5. Para medir tensões temos ao nosso dispor um

multímetro com 4 dígitos de resolução (por exemplo, numa escala de 20 V a resolução é 0,01 V) e uma escala mínima igual a 20 mV.

a) Desenhe um circuito eléctrico para preparar o sinal para uma resolução máxima de pH.

b) Neste caso, qual é a resolução em termos de número de iões de hidrogenio ( $\Delta N_{H^+}$ )?

c) Um sensor de pH precisa um amplificador com alta impedância de entrada. Explique porquê.

### Pergunta 4 (2 valores)

Explique o funcionamento de um sensor de temperatura à sua vontade. Qual é o processo físico que converte a informação da temperatura num sinal eléctrico?

### Pergunta 5 (2 valores)

Explique o funcionamento de um *analog-ramp* ADC.

----- fim -----