

**Baccalauréat technologique**  
**Sciences et technologies industrielles (STI)**  
**Génie Electronique**  
**Session 2008**

**Eléments de correction de l'épreuve de Physique appliquée**

**Qualité de l'air : surveiller et informer**

**Partie 1 : Mesure de la concentration d'ozone**

**1. Capteur d'ozone**

1.1.

$$\begin{aligned} c = 0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} : & \quad I = I_0 = 100 \mu\text{A} \\ c = 360 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} : & \quad I = I_0 (1 - c \cdot 10^{-4}) = 96,4 \mu\text{A} \end{aligned}$$

1.2.

Quand  $c$  augmente,  $I$  diminue.

**2. Mise en forme**

**2.1. Etage A**

2.1.1.

$$u_1 = R_1 I = R_1 I_0 (1 - c \cdot 10^{-4}) = - (R_1 I_0 10^{-4}) c + R_1 I_0$$

ce qui est bien de la forme :  $u_1 = - a \cdot c + u_0$

2.1.2.

$$\begin{aligned} a &= R_1 I_0 10^{-4} = 0,001 \text{ V} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{m}^3 \\ u_0 &= R_1 I_0 = 10 \text{ V} \end{aligned}$$

2.1.3.

$$u_3 = u_1$$

2.1.4.

Convertisseur courant / tension.

**2.2. Etage B**

2.2.1.

A2 fonctionne en régime linéaire car il y a une contre-réaction.

2.2.2.

Diviseur de tension :  $v_+ = \frac{u_2}{2}$

2.2.3.

Théorème de Millman :

$$v_- = \frac{\frac{u_3}{R_2} + \frac{u_4}{R_2}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2}} = \frac{u_3 + u_4}{2}$$

2.2.4.

$$v_+ = v_-$$

$$\frac{u_2}{2} = \frac{u_3 + u_4}{2}$$

$$u_4 = u_2 - u_3$$

2.2.5.

Montage soustracteur.

2.2.6.

$$u_4 = u_2 - u_3$$

$$= u_2 - u_1$$

$$= u_2 + a \cdot c - u_0$$

$$= a \cdot c$$

ce qui est bien de la forme :  $u_4 = k \cdot c$

2.2.7.

$$k = a = 0,001 \text{ V} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{m}^3$$

## 2.3. Etage C

2.3.1.

Montage amplificateur non inverseur :

$$u_5 = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) u_4$$

2.3.2.

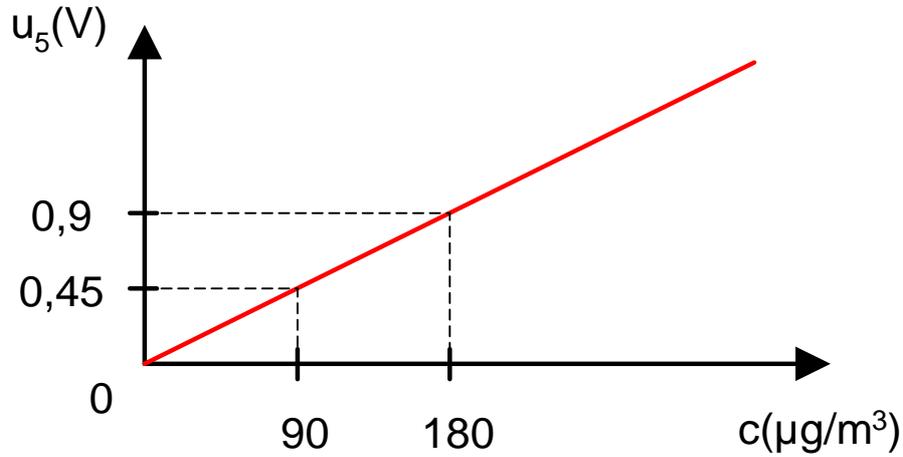
$$c = 360 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3} : \quad u_4 = k \cdot c = 0,36 \text{ V}$$

$$\left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) = \frac{u_5}{u_4} = \frac{1,8}{0,36} = 5$$

$$R_4 = 4 \cdot R_3 = 18,8 \text{ k}\Omega$$

2.3.3.

$$u_5 = 5 \cdot u_4 = 5 \cdot k \cdot c = 0,005 \cdot c$$



### 3. Dispositif de signalisation

#### 3.1. Détermination des seuils

3.1.1.

Diviseur de tension :

$$U_D = \frac{R_6 + R_7}{R_5 + R_6 + R_7} V_{CC}$$

$$R_5 = (R_6 + R_7) \left( \frac{V_{CC}}{U_D} - 1 \right)$$

$$R_5 = 147,3 \text{ k}\Omega$$

3.1.2.

Diviseur de tension :

$$U_B = \frac{R_7}{R_5 + R_6 + R_7} V_{CC}$$

$$U_B = 0,45 \text{ V}$$

#### 3.2. Etage de comparaison & 3.3. Signalisation

				Etat des diodes		
	$U_{A4}$ (V)	$U_{A5}$ (V)	$U_{A6}$ (V)	DEL1	DEL2	DEL3
$u_5 < U_B$	- 15 V	- 15 V	+ 15 V	Eteinte	Eteinte	Allumée
$U_D > u_5 > U_B$	- 15 V	+ 15 V	- 15 V	Eteinte	Allumée	Eteinte
$u_5 > U_D$	+ 15 V	+ 15 V	- 15 V	Allumée	Eteinte	Eteinte
Couleur des DEL				Rouge	Orange	Verte

## Partie 2 : Mesure de la vitesse des vents

### 1. Capteur optique

1.1.

$$n_{\max} = \frac{v_{\max} - 3}{7,308} = 24,2 \text{ tr/s}$$

1.2.

$$v_{\min} = 3 \text{ km/h}$$

### 2. Détection

2.1.

Phototransistor bloqué :  $u_C = +15 \text{ V}$   
Phototransistor saturé :  $u_C = 0 \text{ V}$

2.2.

$$I_1 = \frac{V_{CC} - u_C}{R_1} = \frac{15 - 0}{10 \cdot 10^3} = 1,5 \text{ mA}$$

2.3.

Loi de Joule :  $P = R_1 I_1^2 = 22,5 \text{ mW}$

### 3. Mise en forme du signal

3.1.

A7 fonctionne en saturation car il n'y a pas de contre-réaction.

3.2.

Modèle équivalent de Thévenin :

Tension à vide :

$$\text{Diviseur de tension : } E_{\text{th}} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} V_{CC}$$

Résistance interne :

$$\text{On éteint la source de tension : } R_{\text{th}} = R_2 // R_3 = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

3.3.

$$E_{\text{th}} = \frac{10 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3 + 10 \cdot 10^3} \cdot 15 = 7,5 \text{ V}$$

$$R_{\text{th}} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 5 \text{ k}\Omega$$

3.4.

Théorème de Millman :

$$u_A = \frac{\frac{E_{th}}{R_{th}} + \frac{u_1}{R_4}}{\frac{1}{R_{th}} + \frac{1}{R_4}} = \frac{R_4 E_{th} + R_{th} u_1}{R_{th} + R_4}$$

3.5.

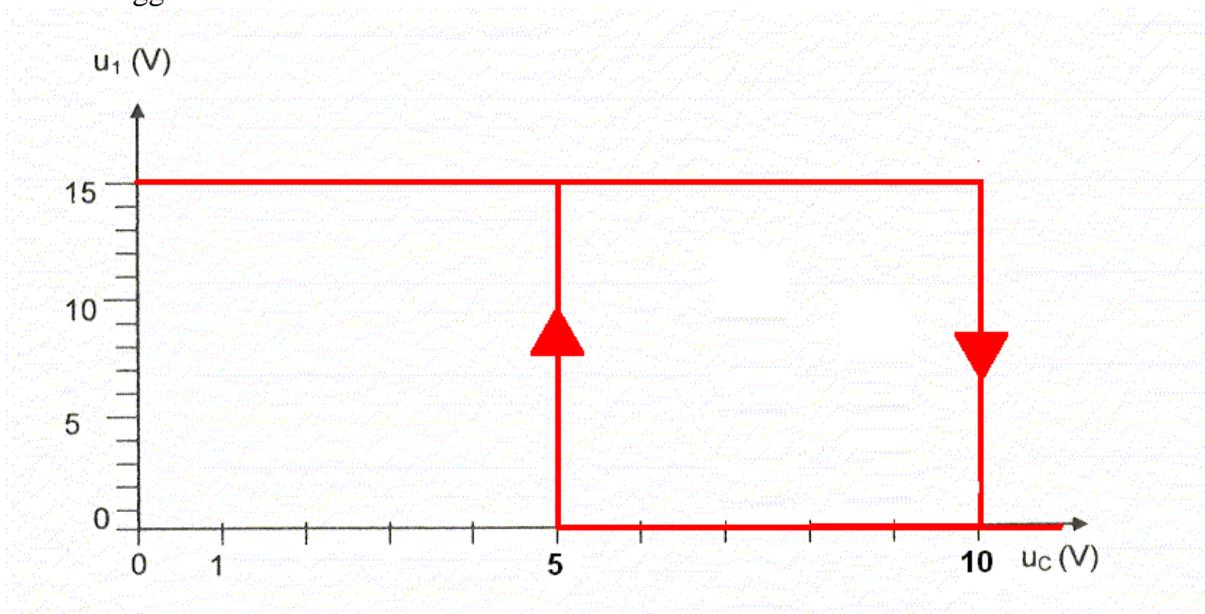
$$V_H = \frac{R_4 E_{th} + R_{th} u_1}{R_{th} + R_4} = \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 7,5 + 5 \cdot 10^3 \cdot 15}{5 \cdot 10^3 + 10 \cdot 10^3} = 10 \text{ V}$$

3.6.

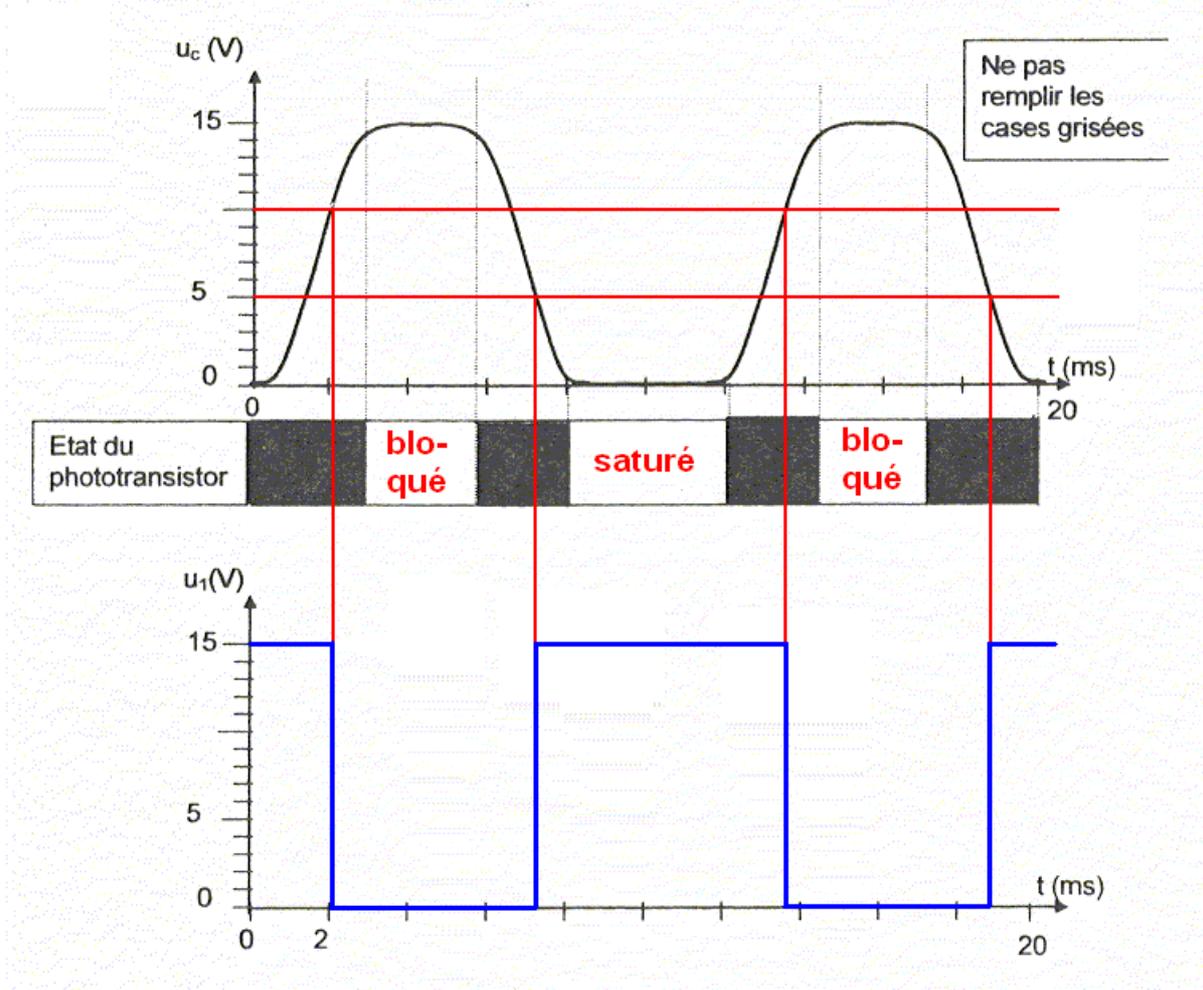
$$V_B = \frac{R_4 E_{th} + R_{th} u_1}{R_{th} + R_4} = \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 7,5 + 5 \cdot 10^3 \cdot 0}{5 \cdot 10^3 + 10 \cdot 10^3} = 5 \text{ V}$$

3.7. & 3.8.

Trigger inverseur.



3.9.



#### 4. Générateur d'impulsions calibrées

##### 4.1. Etude du monostable

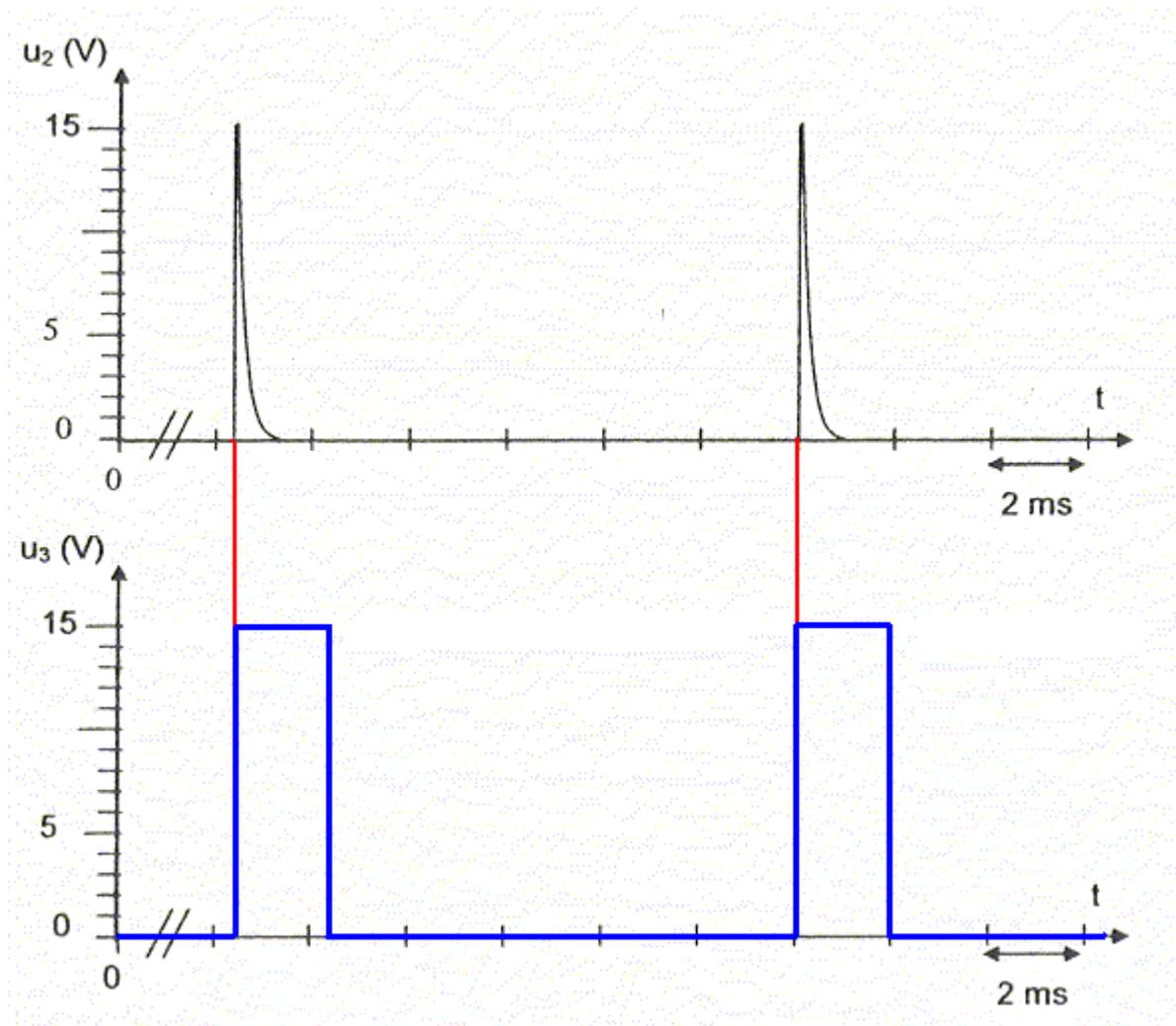
4.1.1.

$$R_6 = \frac{T_0}{0,69 \cdot C_2} = 61,7 \text{ k}\Omega$$

4.1.2.

$$\begin{aligned} u_{S2} &= 15 \text{ V} \\ u_3 &= 0 \text{ V} \\ u_{S1} &= 15 \text{ V} \\ u_{C2} &= 0 \text{ V} \end{aligned}$$

4.1.3.



## 4.2. Etude du filtrage

4.2.1.a.

Diviseur de tension :

$$T = \frac{U_4}{U_3} = \frac{\frac{1}{jC_3\omega}}{R_8 + \frac{1}{jC_3\omega}} = \frac{1}{1 + jR_8C_3\omega}$$

4.2.1.b.

$$T = \frac{1}{\sqrt{1 + (R_8C_3\omega)^2}}$$

4.2.1.c.

$$T(\omega = 0) = 1$$

$$T(\omega \rightarrow \infty) = 0$$

Filtre passe-bas

4.2.1.d.

$$T(\omega_C) = \frac{T_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{T(\omega = 0)}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 + (R_8 C_3 \omega_C)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$R_8 C_3 \omega_C = 1$$

$$f_C = \frac{1}{2\pi R_8 C_3}$$

4.2.1.e.

$$C_3 = \frac{1}{2\pi R_8 f_C} = 4,82 \mu\text{F}$$

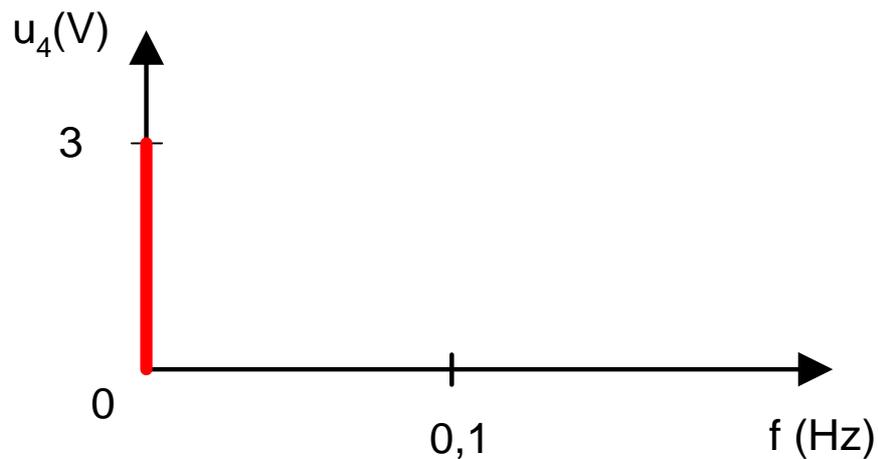
4.2.2.a.

$$\langle U_3 \rangle = \frac{2}{10} \cdot 15 = 3 \text{ V}$$

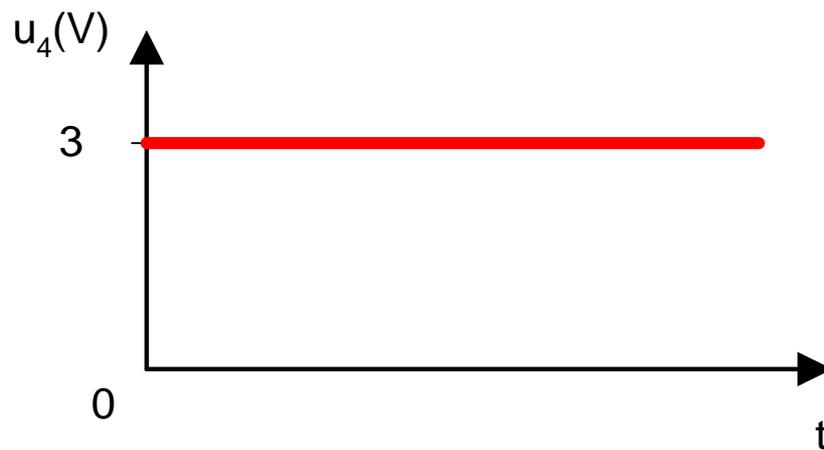
4.2.2.b.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \text{ ms}} = 100 \text{ Hz}$$

4.2.2.c.



4.2.2.d.



4.2.2.e.

Filtre moyennneur.

## 5. L'affichage

5.1.

$$u_5 = 8,21 \cdot 10^{-3} \cdot v$$

5.2.

$$u_5 = 8,21 \cdot 10^{-3} \cdot N$$

5.3.

$$q = 8,21 \text{ mV}$$

5.4.

$2^4 = 16$  valeurs : c'est insuffisant.

$2^8 = 256$  valeurs : c'est suffisant.

Il faut donc choisir un CAN 8 bits.