

**Examen du 5 novembre 2015**

Durée : 2h

Calculatrices autorisées – 1 A4 R/V autorisé.

**Rendre les parties A et B sur des copies différentes**

*Le barème est donné à titre indicatif.*

**Partie A – DIODES (10 points)**

**Eclairage à 8 LEDs.**

On a commandé des éclairages de voie originaux, destinés à rendre plus beau le campus Paris-Saclay. Il s'agit d'ensemble de  $N=8$  LEDs vert-bleu. On doit concevoir l'électronique d'alimentation la plus économique possible pour cet ensemble.

Les caractéristiques des LEDs utilisées sont : seuil  $V_s = 3,20$  V ; résistance interne  $r = 1,0$  ohm. Le courant à obtenir dans chacune des LEDs est fixé à  $I = 300$  mA.

Les choix d'alimentation régulée à faible perte énergétique pour l'usage visé sont (cf. Fig.1) : (a) Une alimentation de  $V_A = 16$  V pour un montage  $2 \times 4$ ; (b) une alimentation de  $V_B = 9$  V pour un montage  $4 \times 2$ .

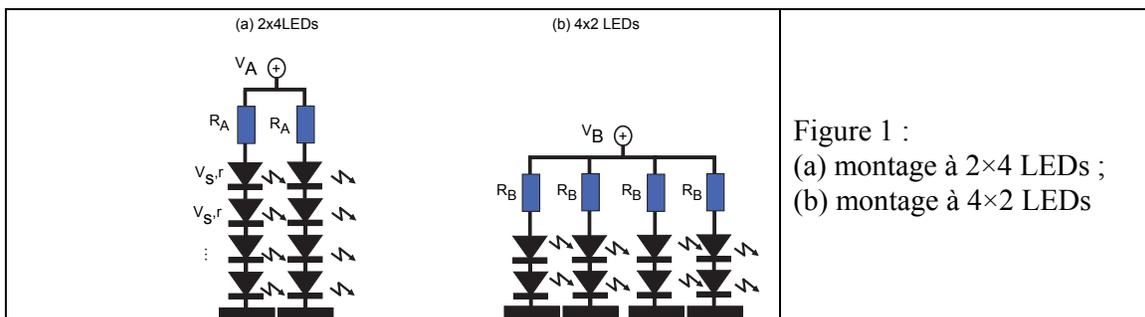


Figure 1 :  
(a) montage à  $2 \times 4$  LEDs ;  
(b) montage à  $4 \times 2$  LEDs

- 1) Consommation aval.
  - a) Pour  $K$  LEDs identiques en série, que valent la tension seuil totale  $V_{s,K}$  et la résistance interne totale  $r_K$  en fonction de  $K$ ,  $r$ , et  $V_s$  ?
  - b) Que doit valoir  $R_A$  pour obtenir le courant  $I$  visé ?
  - c) Même question pour  $R_B$  ?
  - d) Si le photo-rendement d'une seule LED est de  $R_{op}=1,0$  W/A, quelle puissance optique totale  $P_{op}$  obtient-on ?
  - e) Etant donné que les photons émis sont d'énergie 2,5 eV, quel est le rendement quantique externe  $\eta$  [= nombre de photons/ nombre d'électrons] de ces LEDs ?
  - f) Quelle est la puissance électrique totale consommée  $P_A, P_B$ , dans chaque cas A et B ?

## E I T I

## 2) Quelques comparaisons.

- a) On considère UNE seule branche de A , et de même UNE seule branche de B.  
Illustrer sur un seul et même diagramme I(V) schématique : (i) la droite de charge de chaque branche et (ii) le point de fonctionnement dans chaque cas, compte-tenu du §1a.
- b) Dans le cas A (resp B), Que vaut la puissance  $P_{Ar}$ , (resp  $P_{Br}$ ) dissipée dans les deux (resp les quatre) résistances ?
- c) Que remarque-t-on entre  $(P_A - P_{Ar})$  et  $(P_B - P_{Br})$ ? Est-ce logique avec ce que représentent ces quantités ?
- d) Calculer  $8rI^2$  . Commenter.

## 3) Consommation amont.

- On inclut maintenant dans l'optimisation le rendement des alimentations elles-mêmes (par rapport à leur consommation au secteur 230V).  
L'alimentation 16 V a un rendement énergétique (rapport de l'énergie fournie à l'énergie consommée au secteur) de seulement  $\beta_A=75\%$  mais celle de 9 V un rendement de  $\beta_B=90\%$ .  
Cela change-t-il le choix le moins énergivore ?

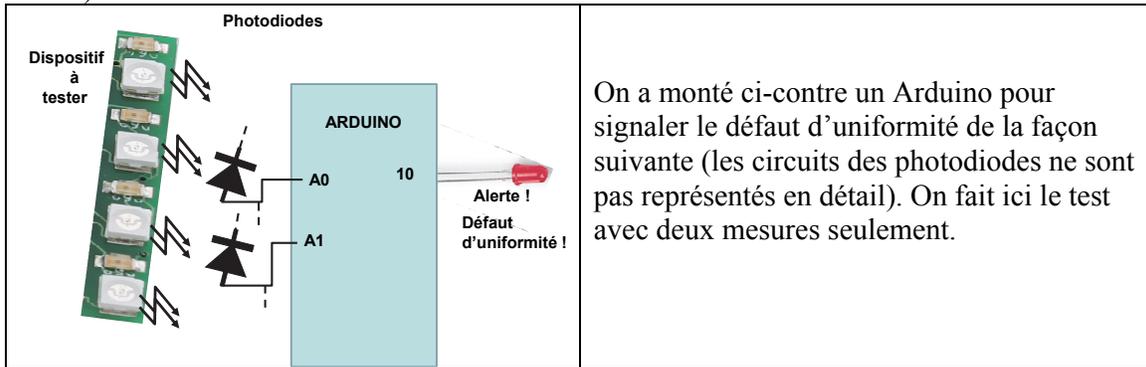
## 4) Test d'uniformité

Lors de la fabrication, on a accepté un lot de LEDs de rendement quantique assez disparate pour profiter d'un prix évidemment plus bas. On met en place à l'atelier un système de mesure simple des puissances optiques émises dans le but de détecter les cas où des LEDs voisines seraient trop différentes : On dispose N photodiodes qui regardent chacune une LED et alimentent chacune une résistance (de valeur  $R_4$ ), sous une tension de 5V.

- a) Faire un dessin du montage d'une photodiode et de la résistance  $R_4$  associée permettant une mesure du photocourant par une tension  $V_{PH}$  par rapport à la masse.
- Les rendements  $\eta$  sont distribués dans une fourchette  $[0,75 \eta_{max} \rightarrow \eta_{max}]$ . Il s'agit de détecter les rares cas gênants où deux diodes de rendement  $\eta$  aux extrêmes de la distribution sont voisines.
- b) Quelle tension  $V_{phmax}$  faut-il recueillir aux bornes de la résistance  $R_4$  dans le cas d'une bonne LED ( $\eta = \eta_{max}$ ) pour que la tension  $V_{phmin}$  obtenue d'une mauvaise LED ( $\eta=0.75\eta_{max}$ ) lui soit inférieure de  $|\Delta V|=0,5V$  ?
- c) Sachant que lors du test, on recueillera optiquement seulement  $P_1=80 \mu W$  de lumière dans le cas  $\eta_{max}$ , quelle ordre de grandeur de résistance  $R_4$  faut-il mettre ? (on se basera sur  $Y \approx 1,0 A/W$  pour le photo-rendement d'une photodiode ordinaire).

EITI

d) Test ARDUINO



Pour chacun des trois programmes ARDUINO (PROG1, PROG2, PROG3), lister sur votre copie sous la forme « OK » / « PAS OK » votre avis sur sa validité à faire la tâche de test requise (on est sous 5V). Justifier (en une ligne) les cas « pas OK ».

(Barème indicatif : 2 justes sur 3 = 1 pt, 3 justes sur 3 = 2 pts).

<p>PROG1</p>	<pre>void setup() {pinmode(10, OUTPUT);} void loop() {   DigitalWrite(10,LOW) ;   delay(100);   int Phd1=AnalogRead(A0);   int Phd2=AnalogRead(A1);   if (Phd1&gt;Phd2+(0.5*1024)/5)    (Phd2&gt;Phd1+(0.5*1024)/5)     {DigitalWrite(10,HIGH); delay(500);}   end ; }</pre>
<p>PROG2</p>	<pre>void setup() {pinmode(10, OUTPUT);} void loop() {   DigitalWrite(10,LOW) ;   delay(100);   int Phd1=AnalogRead(A0);   int Phd2=AnalogRead(A1);   if (Phd1&gt;Phd2+0.5)    (Phd2&gt;Phd1+0.5)     {DigitalWrite(10,HIGH); delay(500);}   end ; }</pre>
<p>PROG3</p>	<pre>void setup() {pinmode(10, OUTPUT);} void loop() {   DigitalWrite(10,LOW) ;   delay(100);   float Phd1=AnalogRead(A0)* 5.0/1024;   float Phd2=AnalogRead(A1) *5.0/1024;   if (Phd1&gt;Phd2+0.5)    (Phd2&gt;Phd1+0.5)     {DigitalWrite(10,HIGH); delay(500);}   end ; }</pre>

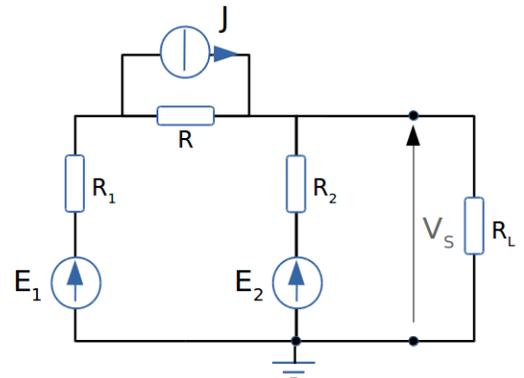
**Calculatrice non autorisée. Fiche recto-verso autorisée. Tout autre document interdit.**

**Les 4 exercices sont indépendants.**

**1. Modèle de Thévenin (2 points)**

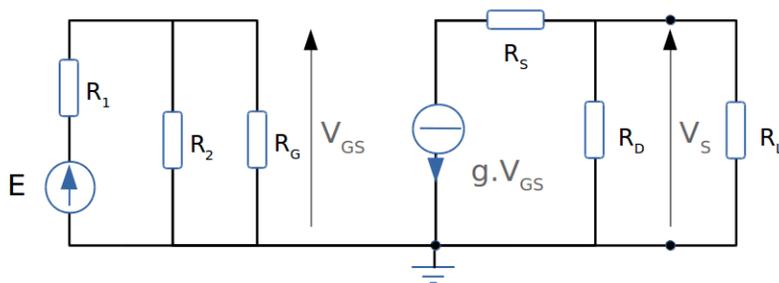
On considère le circuit ci-contre :

- 1 - Donner le modèle de Thévenin équivalent de ce circuit vu par la charge  $R_L$ .
- 2 - Calculer les éléments du modèle avec :  $E_1 = 12\text{ V}$ ,  $E_2 = 6\text{ V}$ ,  $J = 10\text{ mA}$ ,  $R_1 = R_2 = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R = 2\text{ k}\Omega$  et  $R_L = 1.75\text{ k}\Omega$ .
- 3 - Quel est le courant traversant  $R_L$  ?



**2. Thévenin et point de fonctionnement (4 points)**

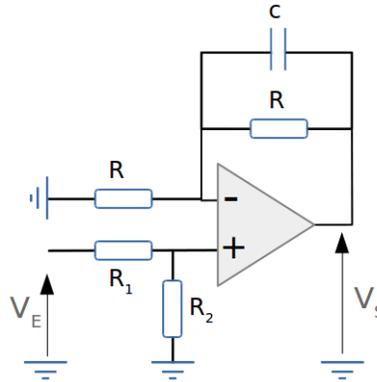
On considère le circuit ci-dessous :



- 1 - Donner le modèle de Thévenin équivalent de ce circuit vu par la charge  $R_L$ .
- 2 - Calculer les éléments du modèle avec :  $E = 6\text{ V}$ ,  $g = 10^{-2}\text{ }\Omega^{-1}$ ,  $R_1 = R_2 = R_G = 1\text{ k}\Omega$  et  $R_D = R_S = 100\text{ }\Omega$ .
- 3 - Tracer la droite de charge du système.
- 4 - Que doit valoir  $R_L$  pour maximiser le transfert de puissance dissipée dans  $R_L$  ?
- 5 - Quel est le point de fonctionnement du montage ?

### 3. Filtre et ALI (3 points)

On considère le circuit à amplificateur linéaire intégré ci-dessous :



- 1 - Quel est le mode de fonctionnement de l'ALI ?
  - 2 - Donner la fonction de transfert  $V_S/V_e$  de ce système.
  - 3 - Tracer le diagramme de Bode asymptotique de ce système en prenant les valeurs suivantes :  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 3.3 \text{ k}\Omega$ ,  $R = 8.2 \text{ k}\Omega$  et  $C = 10 \text{ nF}$ .
- 

### 4. Filtre du premier ordre (1 point)

On veut réaliser un filtre passe-haut du second ordre à partir de deux filtres passe-haut du premier ordre.

- 1 - Donner le schéma d'un filtre passe-haut du premier ordre.
  - 2 - Donner la fonction de transfert et tracer le diagramme de Bode de ce filtre.
  - 3 - Comment connecter deux montages identiques de ce type pour pouvoir additionner les effets sans modifier la fréquence de coupure ? Proposer un montage.
-