

BTS MAVA électricité 1996

Contrôle permanent des feux arrière

Le montage présenté en annexe (schéma n°2) est destiné au contrôle de l'état des feux arrière. Il se présente par un signal lumineux émis par une diode électroluminescente (DEL) placée sur le tableau de bord. Cette DEL doit pouvoir informer le conducteur lorsque l'une des deux (ou les deux) lampes de feux rouge est défectueuse ou non.

Pour cela, par rapport au montage traditionnel (schéma n°1), on introduit dans le circuit naturel des lampes une petite résistance R_1 qui fait office de capteur d'intensité. Pour tout le problème, on pose les hypothèses suivantes :

- ◆ le générateur de tension est parfait et de valeur $U = 12 \text{ V}$
- ◆ quelle que soit la température, les résistances gardent une valeur constante
- ◆ l'amplificateur opérationnel (A.O) est parfait, et compte tenu de son alimentation, son état haut se situe à $U = 12 \text{ V}$ et son état bas à 0 V

A - Fonctionnement en comparateur (schéma n°2)

On négligera les intensités des courants circulant dans les résistances R_2 et R_4 par rapport à l'intensité du courant circulant dans les lampes, et R_1 .

1. Expliquer littéralement le potentiel V_{E^-} en fonction des grandeurs R_4 , R_5 et U .

Puis, calculer la valeur de R_5 pour que ce potentiel de référence soit $V_{E^-} = 8,00 \text{ V}$.

2. Exprimer littéralement le potentiel V_{E^+} en fonction des grandeurs R_1 , R_2 , R_3 , U et i_1 l'intensité alimentant les deux lampes. Puis calculer ce potentiel pour les trois cas :

a) deux lampes en fonctionnement $i_1 = 3,50 \text{ A}$.

b) une seule lampe en fonctionnement

c) deux lampes défectueuses.

3. Des questions précédentes, déduire la valeur du potentiel de sortie V_S de l'amplificateur opérationnel et l'état de la diode pour chaque cas.

Données : $R_1 = 0,165 \Omega$; $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 22 \text{ k}\Omega$; $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$

B - Fonctionnement avec une rétroaction positive

Pour améliorer le montage précédent, on introduit une résistance R_6 entre la sortie et E^+ .

Afin de faciliter l'étude, on analyse d'abord le modèle simplifié correspondant au schéma n°3. Le potentiel de référence reste fixé à $V_{E^-} = 8,00 \text{ V}$.

Dans ce cas, le potentiel V_{E^+} peut prendre les 2 valeurs suivantes :

$$V_{E^+} = \frac{R_3}{\frac{R_2 R_6}{R_2 + R_6} + R_3} U \quad ; \quad V_{E^+} = \frac{\frac{R_3 R_6}{R_3 + R_6}}{R_2 + \frac{R_3 R_6}{R_3 + R_6}} U$$

1. A quel état de sortie de l'A.O correspond chacune de ces deux expressions ? Justifier.

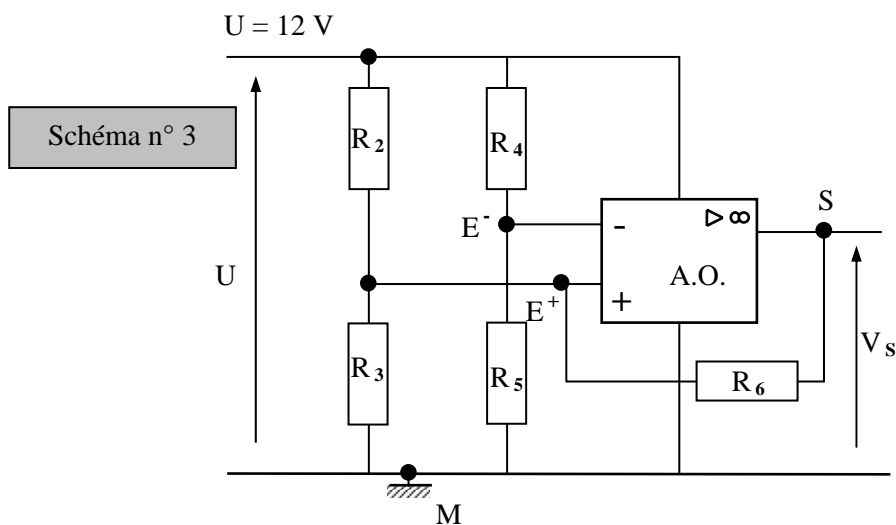
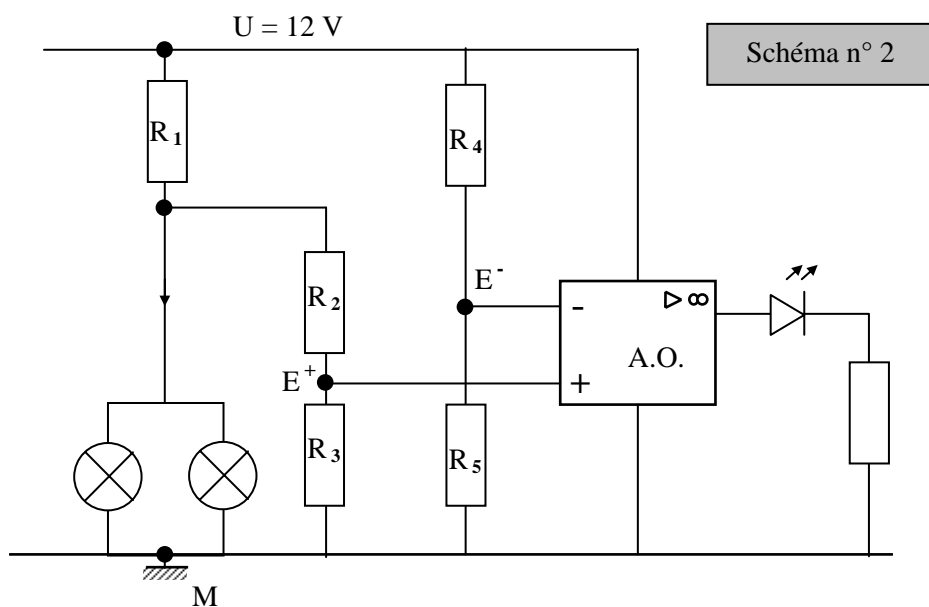
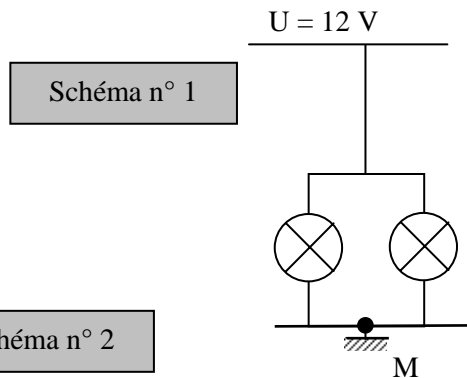
2. Calculer numériquement le potentiel V_{E^+} pour chaque état.

Données : $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 22 \text{ k}\Omega$; $R_6 = 100 \text{ k}\Omega$

C - Comparaison de stabilité entre les deux montages

On admettra que le potentiel de référence reste constant $V_{E^+} = 8,00 \text{ V}$ pour chaque montage. L'environnement électrique des lampes peut introduire des perturbations de $\pm 60 \text{ mV}$ sur V_{E^+} .

1. Dans le premier montage, ce potentiel V_{E^+} prend les valeurs de $7,85 \text{ V}$ pour deux lampes en fonctionnement et $8,05 \text{ V}$ pour une seule lampe. Quelles influences introduisent ces perturbations sur l'état de la DEL ?
2. Le deuxième montage (n°2 + rétroaction) offre maintenant des valeurs V_{E^+} de $7,35 \text{ V}$ pour deux lampes et $8,30 \text{ V}$ pour une seule lampe. Analyser l'influence des perturbations sur l'état de la DEL et comparez au premier montage.



Réponses :**A – Fonctionnement en comparateur**

1. $V_{E^-} = U \frac{R_5}{R_4 + R_5}$ et $V_{E^-} = 8,00 \text{ V}$ pour $R_5 = 20 \text{ k}\Omega$

2. $V_{E^+} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} (U - R_1 i_1)$

Deux lampes fonctionnent	Une lampe fonctionne	Deux lampes défectueuses
$i_1 = 3,50 \text{ A}$	$i_1 \cong 1,79 \text{ A} (*)$	$i_1 = 0 \text{ A}$
$V_{E^+1} \cong 7,85 \text{ V}$	$V_{E^+2} \cong 8,05 \text{ V}$	$V_{E^+3} \cong 8,25 \text{ V}$

(*) Un calcul plus précis donne $i_1 \cong 1,79 \text{ A}$ et non la moitié de l'intensité obtenue lorsque les deux lampes fonctionnent.

3.

Situation	V_{E^+}	$\varepsilon = V_{E^+} - V_{E^-}$	V_S	D
Deux lampes fonctionnent	$V_{E^+1} \cong 7,85 \text{ V}$	$\varepsilon < 0$	0 V	éteinte
Une lampe fonctionne	$V_{E^+2} \cong 8,05 \text{ V}$	$\varepsilon > 0$	+ 12 V	allumée
Deux lampes défectueuses	$V_{E^+3} \cong 8,25 \text{ V}$	$\varepsilon > 0$	+ 12 V	allumée

B – Fonctionnement avec une rétroaction positive

1. Première expression : $V_S = U$; seconde expression pour $V_S = 0 \text{ V}$

2. $V_{E^+} \cong 12 \text{ V}$ et $V_{E^+} \cong 0,64 \text{ V}$

C – Comparaison de stabilité

Premier montage :

Situation	V_{E^+}	$\varepsilon = V_{E^+} - V_{E^-}$	V_S	D
Deux lampes fonctionnent	$V_{E^+1} \cong 7,85 \text{ V}$ $7,79 \text{ V} \leq V_{E^+} \leq 7,91 \text{ V}$	$\varepsilon < 0$	0 V	éteinte
Une lampe fonctionne	$V_{E^+2} \cong 8,05 \text{ V}$ $7,99 \text{ V} \leq V_{E^+} \leq 8,11 \text{ V}$	$\varepsilon > 0$ ou $\varepsilon < 0$	0 V ou + 12 V	allumée ou éteinte
Deux lampes défectueuses	$V_{E^+3} \cong 8,25 \text{ V}$ $8,19 \text{ V} \leq V_{E^+} \leq 8,31 \text{ V}$	$\varepsilon > 0$	+ 12 V	allumée

Conclusion : l'allumage de l'avertisseur lumineux n'est pas assuré lorsqu'une lampe est défectueuse.

Deuxième montage :

Situation	V_{E^+}	$\varepsilon = V_{E^+} - V_{E^-}$	V_S	D
Deux lampes fonctionnent	$V_{E^+1} \cong 7,35 \text{ V}$ $7,17 \text{ V} \leq V_{E^+} \leq 7,29 \text{ V}$	$\varepsilon < 0$	0 V	éteinte
Une lampe fonctionne	$V_{E^+2} \cong 8,30 \text{ V}$ $8,36 \text{ V} \leq V_{E^+} \leq 8,24 \text{ V}$	$\varepsilon > 0$	+ 12 V	allumée
Deux lampes défectueuses	$V_{E^+3} > V_{E^+2}$	$\varepsilon > 0$	+ 12 V	allumée

Conclusion : l'allumage de l'avertisseur lumineux est toujours réalisé lorsqu'une lampe est défectueuse.