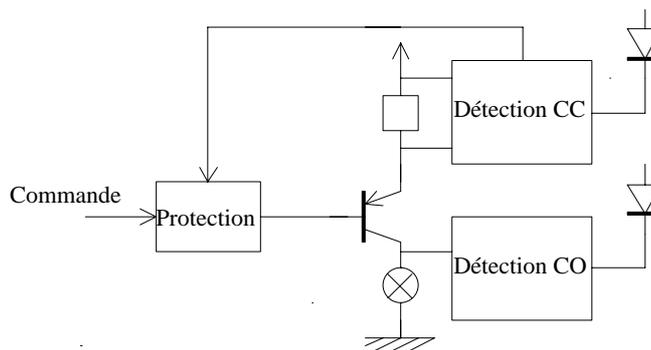


BTS MAVA électricité 1999 (15 points)

Le principe du montage de détection des circuits ouverts et des courts-circuits d'une lampe de stop d'un camion est décrit par la figure suivante :



Le montage complet est décrit par la figure 1 (voir après). L'étude de ce montage est décomposée en trois parties :

- ◆ A - Mémoire du court-circuit ;
- ◆ B - Etage de puissance ;
- ◆ C - Détection de circuit ouvert (CO) ;
- ◆ D - Détection du court-circuit (CC).

Les parties A, B, C, D sont indépendantes.

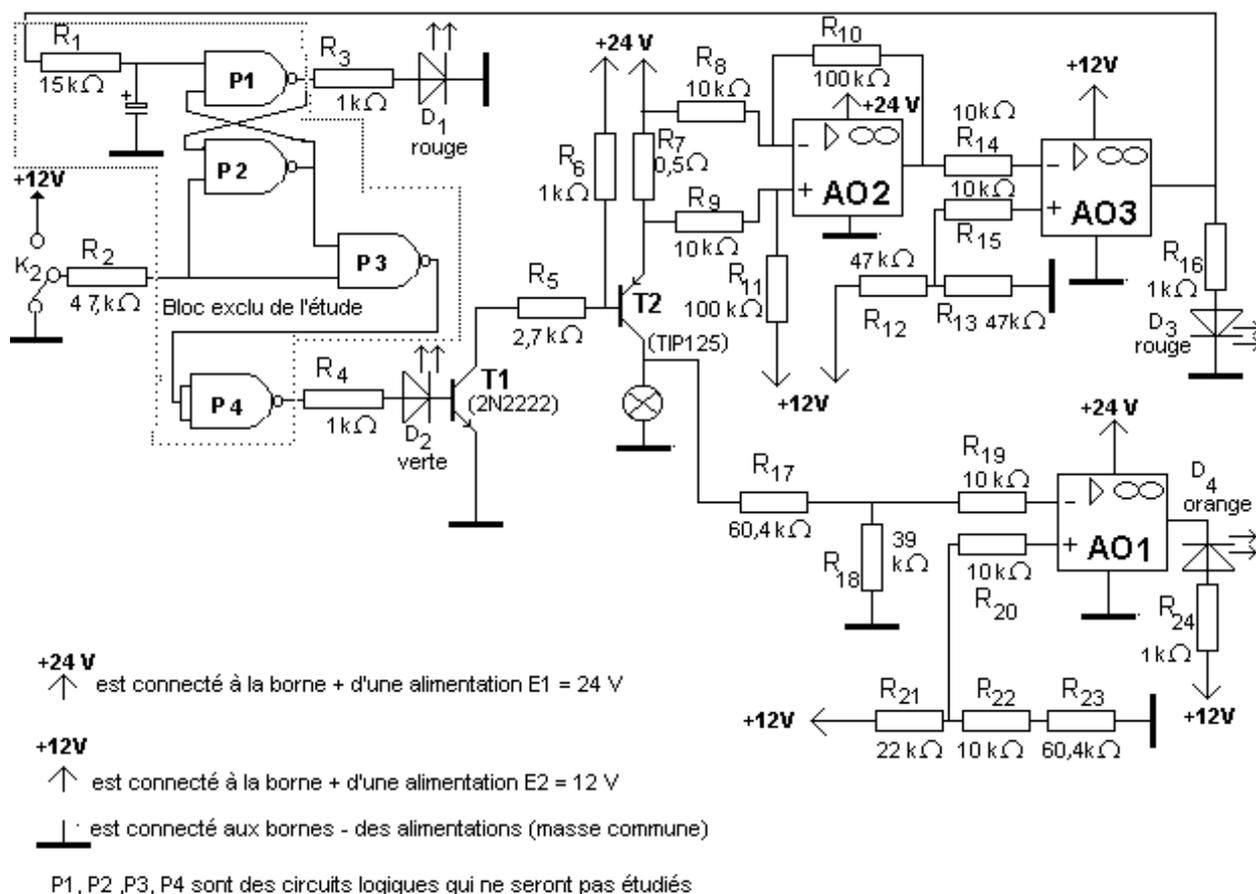
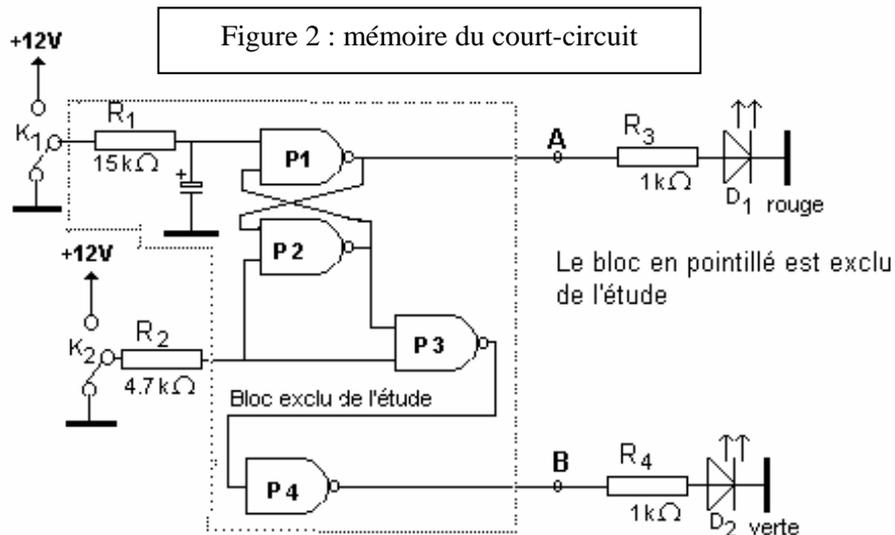


Figure 1: Montage complet de détection CO et CC

PARTIE A : Mémoire du court-circuit (Figure 2)



La tension de seuil des diodes électroluminescentes est $V_D = 2 V$.

Un défaut de court-circuit peut être simulé par les états suivants :

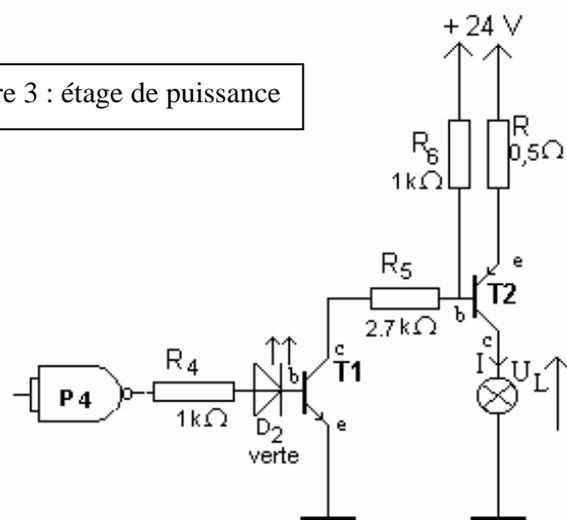
L'inverseur K_1 est sur la position masse (0 V) ;

L'inverseur K_2 est sur la position 12 V.

Les potentiels au point A et au point B du schéma sont alors respectivement, 11 V et 0 V.

1. Quel est l'état des diodes électroluminescentes D_1 et D_2 ?
2. Calculer le courant qui traverse la diode électroluminescente allumée.
3. Quel est le rôle des résistances R_3 et R_4 ?

PARTIE B : Etage de puissance (figure 3)



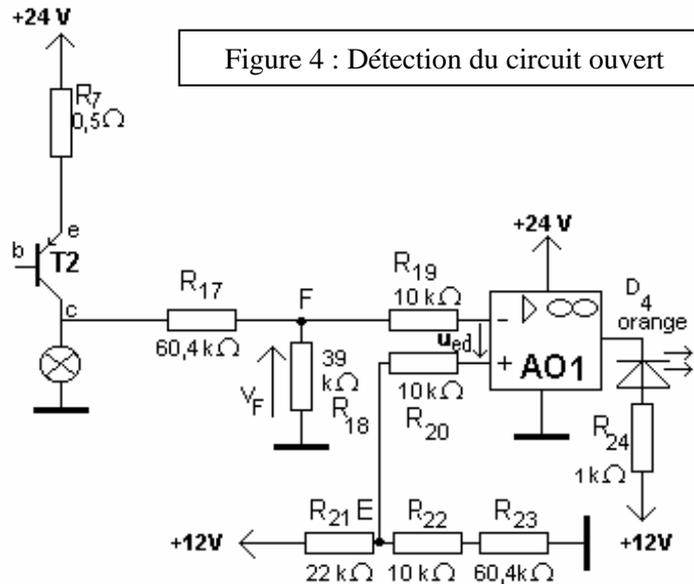
Les deux transistors T_1 et T_2 fonctionnent en régime de commutation. Pour chacun d'eux, on suppose que le courant de base est négligeable devant les courants émetteur et collecteur.

Lorsque T_2 est saturé, sa tension collecteur-émetteur vaut $V_{CEsat} = -1,5 V$.

1. A quels types de transistors appartiennent T_1 et T_2 ?

- Déterminer l'état de T_1 puis celui de T_2 lorsque la diode électroluminescente D_2 est allumée (aucun calcul n'est demandé dans cette question).
- Calculer la résistance de la lampe, R_L , sachant qu'elle dissipe une puissance de 21 W lorsqu'elle est soumise à une tension de 24 V. On supposera par la suite que cette résistance est constante lorsque sa température varie.
- Calculer la tension aux bornes de la lampe lorsque le transistor T_2 est saturé.

PARTIE C : Détection du circuit ouvert (figure 4)



On suppose que l'amplificateur opérationnel AO1 est idéal. Les tensions de saturation haute et basse sont respectivement 24 V et 0 V. Les résistances R_{19} et R_{20} n'interviennent pas dans le calcul théorique.

- Calculer la tension V_E (tension entre le point E et la référence des tensions).
- Quel est le régime de fonctionnement de AO1 ?
- Expliquer et justifier à partir de quelle tension V_F la diode D_4 s'allume. Quel est alors le potentiel du collecteur de T_2 ?

PARTIE D : Détection du court-circuit de la lampe (figure 5)

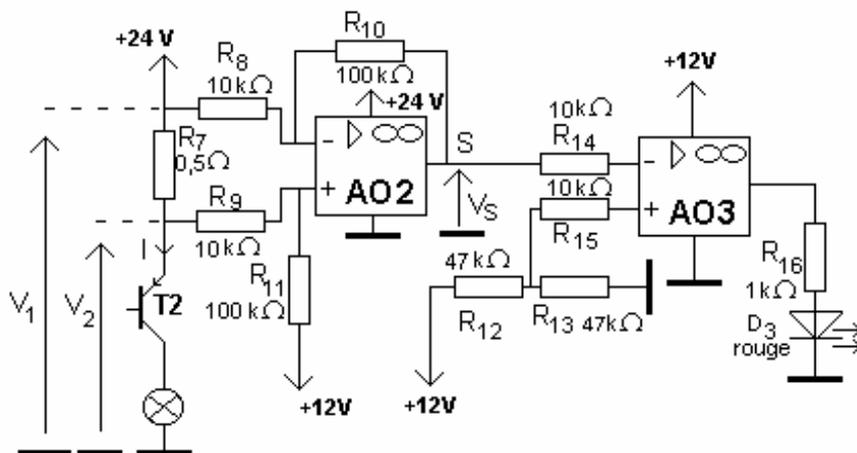


Figure 5 : détection du court circuit

L'amplificateur opérationnel AO2 est idéal. Ses tensions de saturation haute et basse sont respectivement 24 V et 0 V. L'amplificateur opérationnel AO3 est aussi supposé idéal mais ses tensions de saturation sont de 12 V et 0 V. Les résistances R_{14} et R_{15} n'interviennent pas dans les calculs théoriques.

Un court-circuit au niveau de la lampe provoque une augmentation de l'intensité du courant dans la résistance $R_7 = 0,5 \Omega$.

L'amplificateur AO2 fonctionne en régime linéaire et lorsque les tensions V_1 , V_2 et V_S sont exprimées en volts, elles sont liées par la relation $V_S = 10(V_2 - V_1) + 12$. V_S étant la tension entre la sortie de AO2 et la référence des tensions.

1. Donner l'expression de V_S en fonction de l'intensité I du courant dans la résistance R_7 .
2. Calculer V_S pour le fonctionnement normal ($I = 0,8 \text{ A}$). Quel est alors l'état de la diode D_3 ?
3. Comment varie V_S quand l'intensité I croît ?

Quelle est la valeur de V_S qui provoque l'illumination de D_3 ?

Quelle est alors la valeur de l'intensité I ?

4. Sur quels composants peut-on agir pour régler le déclenchement du système ?

Réponses :

Partie A

1. D_1 est seule passante
2. $i_{D_1} \cong 9 \text{ mA}$
3. Ces résistances sont des résistances de protection des diodes.

Partie B

1. T_2 est un transistor PNP et T_1 est un transistor NPN.
2. Les deux transistors sont saturés.
3. $R_L \cong 27 \Omega$
4. $U_L \cong 22 \text{ V}$

Partie C

$$1. V_E = 12 \text{ V} \frac{R_{22} + R_{23}}{R_{21} + R_{22} + R_{23}} ; V_E \cong 9,1 \text{ V}$$

2. Il fonctionne en saturation
3. Si V_F atteint 9,1 V, l'ampli bascule. On a : $V_C \cong V_F$

Partie D

1. $V_S (\text{en V}) = 10(-R_7 I) + 12$
2. $V_S \cong 8,0 \text{ V}$ et D_3 est éteinte car $V_+ = 12 \text{ V} \frac{R_{13}}{R_{12} + R_{13}} = 6,0 \text{ V}$.
3. Quand I augmente, la tension V_S diminue. Quand V_S atteint 6,0 V, la diode D_3 s'allume. L'intensité est alors de 1,2 A environ.
4. Il faut agir sur le niveau de V_+ par l'intermédiaire des résistances R_{12} et R_{13}