

Principe d'un détecteur d'eau dans un filtre à gas-oil

Les filtres à gas-oil permettent d'arrêter les particules solides indésirables, mais pas l'eau pouvant se former par condensation sur les parois internes du réservoir. Pour éviter de détériorer le système d'injection, la présence d'eau doit être signalée au conducteur. Le détecteur d'eau est constitué d'une sonde comportant deux électrodes placées dans la partie inférieure de la cuve du filtre.

En l'absence d'eau autour des électrodes, la sonde est équivalente à un interrupteur ouvert. En présence d'eau dans le filtre, on l'assimilera à une résistance R_{eau} .

A - Etude du montage de la figure 1

1. Exprimer la tension V_{E^+} en fonction de R_3 , R_4 et E . Effectuer l'application numérique.
2. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur intégré ?
3. On suppose $V_{E^-} < V_{E^+}$.
 - a) Déterminer la valeur de la tension de sortie V_S .
 - b) Indiquer, en justifiant la réponse, l'état du transistor.
 - c) En déduire l'état de la DEL (allumée ou éteinte).
4. On suppose $V_{E^-} > V_{E^+}$.
 - a) Déterminer la valeur de la tension de sortie V_S .
 - b) Quel est l'état du transistor ? En déduire l'état de la DEL.

B - Etude du montage de la figure 2

1. On suppose la présence d'eau dans le filtre.

A l'instant de la mise du contact, $u_C = 0 \text{ V}$ et le condensateur commence à se charger.

 - a) Que vaut la tension V_{E^-} à l'instant de la mise du contact ?
 - b) Dessiner le circuit de charge du condensateur. Comment la tension V_{E^-} évolue-t-elle au cours du temps ?
 - c) Quelle est l'intensité du courant traversant le condensateur en fin de charge ?
 - d) En déduire l'expression de la tension V_{E^-} en fonction de R_{eau} , R_2 et E . Calculer sa valeur.
 - e) Conclure sur l'état de la DEL lors de la présence d'eau.
2. On suppose qu'il n'y a pas d'eau dans le filtre.

A l'instant de la mise du contact, $u_C = 0 \text{ V}$ et le condensateur commence à se charger.

 - a) Quelle est la valeur de la tension V_{E^-} à l'instant de la mise du contact ? En déduire l'état de la DEL.
 - b) Dessiner le circuit de charge du condensateur C .
 - c) Quelle est la tension aux bornes du condensateur en fin de charge ?
 - d) A partir de quelle valeur de V_{E^-} la DEL s'éteint-elle ?
 - e) On se propose de déterminer l'instant $t_{\text{contrôle}}$ où la DEL s'éteint. On rappelle que la tension u_C aux bornes d'un condensateur de capacité C , initialement déchargé, en série avec une résistance R et un générateur délivrant une tension continue E , évolue selon l'équation : $u_C = E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ avec $\tau = RC$.

En déduire que le temps $t_{\text{contrôle}}$ correspondant (depuis la mise du contact) est $t_{\text{contrôle}} = -\tau \ln \left(1 - \frac{V_{E^+}}{E} \right)$ où τ

est la constante de temps du circuit de charge. Effectuer l'application numérique.

f) Dessiner le circuit de décharge du condensateur après la coupure du contact.

Dans tout le problème, l'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait et est alimenté sous les tensions +12 V, 0 V. Les tensions de saturation sont +12 V, 0 V. De plus, le transistor fonctionne en commutation (bloqué ou saturé).

Données : $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 1,5 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 2,2 \text{ k}\Omega$, $R_{\text{eau}} = 18 \text{ k}\Omega$

R_p limite le courant dans la DEL lorsqu'elle est passante.

$E = 12 \text{ V}$, $C = 22 \mu\text{F}$.

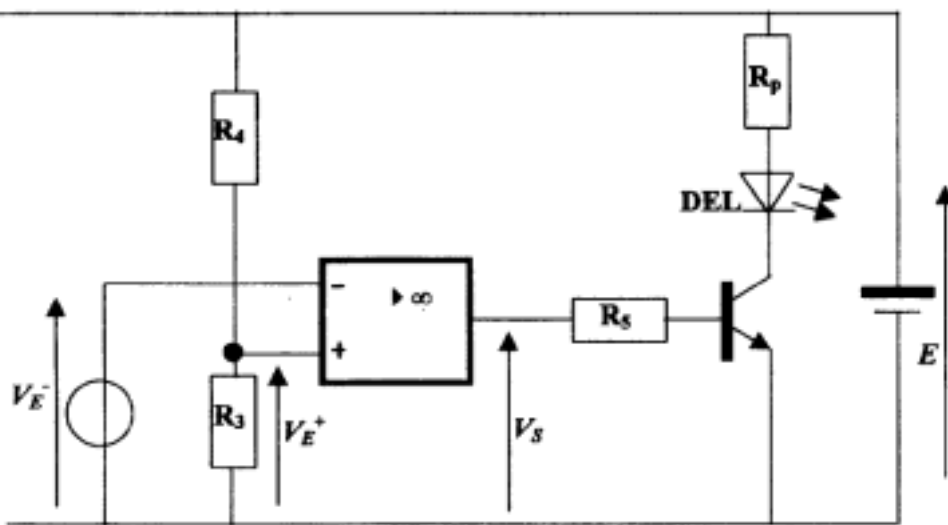


Figure 1

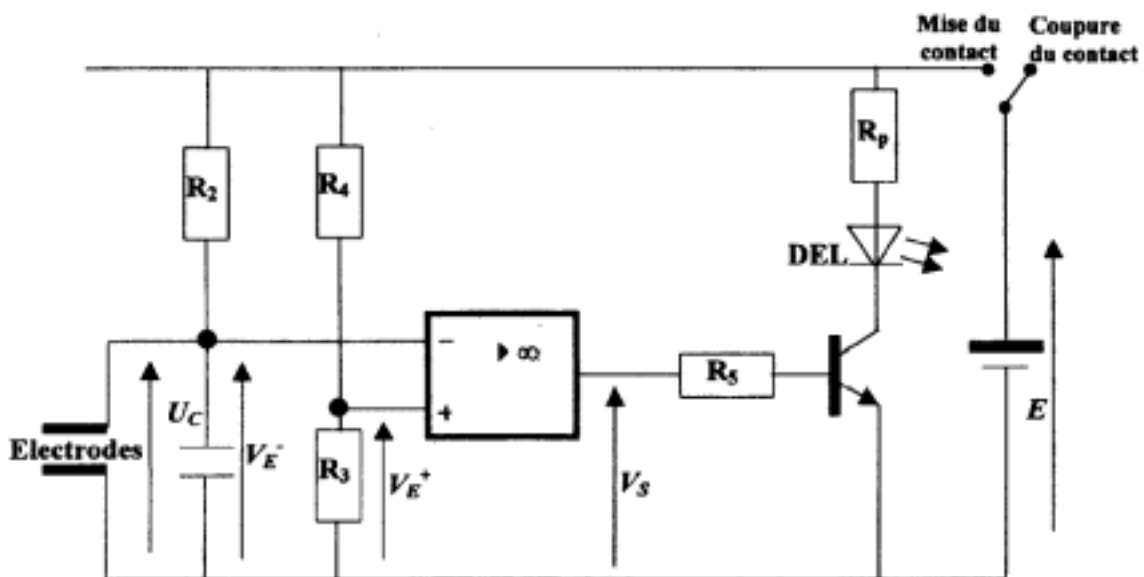


Figure 2

Réponses :

Partie A

1. $V_{E^+} = E \frac{R_3}{R_3 + R_4}$; $V_{E^+} \cong 9,1 \text{ V}$

2. Il fonctionne en saturation.

3. a) $V_S = 12 \text{ V}$

b) le transistor est saturé.

c) la diode est allumée.

4. a) $V_S = 0 \text{ V}$

b) le transistor est bloqué et la diode est éteinte.

Partie B

1. a) $V_{E^-} = 0$

b) V_{E^-} augmente au cours du temps.

c) $i_C = 0$

d) $V_{E^-} = A (1 - e^{-\frac{t}{\tau'}})$ avec : $A = E \frac{R_{\text{eau}}}{R_2 + R_{\text{eau}}}$ et $\tau' = \frac{R_2 R_{\text{eau}} C}{R_2 + R_{\text{eau}}}$

En fin de charge, $V_{E^-} \cong 3,3 \text{ V}$ ce qui est inférieur à V_{E^+}

e) La diode reste allumée (question A 1.)

2. a) $V_{E^-} = 0$ de sorte que la diode est allumée

c) $i_C = 0$ et $V_{E^-} = E$, en fin de charge

d) La diode s'éteint pour $V_{E^-} = V_{E^+}$

e) $t_{\text{contrôle}} = -\tau \ln \left(1 - \frac{V_{E^+}}{E} \right)$; $t_{\text{contrôle}} \cong 1,5 \text{ s}$