

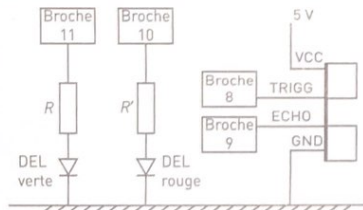
53 * Le parking intelligent

[Mobiliser ses connaissances ; extraire et exploiter des informations]



Dans certains parkings couverts sont placés des détecteurs de places libres. Au-dessus de chaque emplacement est placé un boîtier produisant une lumière rouge lorsque la place est occupée et une lumière verte lorsque celle-ci est libre. L'automobiliste a donc, avant son entrée dans une allée, la possibilité de savoir si une place y est disponible.

Le boîtier est modélisé par le montage schématisé ci-dessous. Il utilise une carte de type Arduino dont les broches 10 et 11 délivrent une tension de 5 V.



En électronique, une ligne hachurée représente la masse. On peut considérer que le pôle - des générateurs est confondu avec la masse, que la broche 11 représente le pôle + d'un premier générateur et la broche 10 le pôle + d'un second générateur. C'est la raison pour laquelle sur les schémas de la partie 2, les broches 10 et 11 sont remplacées par un générateur de tension 5 V.

L'objectif de ce problème est de comprendre le principe de fonctionnement de ce boîtier.

Les trois parties de ce problème peuvent être traitées de façon indépendante.

Partie 1 Principe de la détection des véhicules garés

Doc. 1 Constitution du boîtier

Le boîtier est constitué de deux DEL, une rouge et une verte, associées à des conducteurs ohmiques de protection, d'un bloc émetteur / récepteur d'ultrasons et d'un microcontrôleur.

1. Sachant que le boîtier fixé au plafond au-dessus de chaque place émet régulièrement des ultrasons et en reçoit l'écho, expliquer précisément le principe de la détection des véhicules sur les places de parking.

Info

On peut visualiser la vidéo présentant une démonstration de ce dispositif.



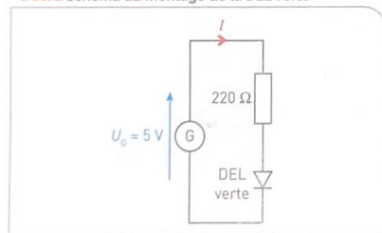
Partie 2 Les DEL et leur protection

On estime qu'une DEL du montage s'allume et n'est pas endommagée lorsqu'elle est traversée par un courant dont l'intensité est comprise 8,0 mA et 30 mA. On cherche à vérifier que la valeur de la résistance des conducteurs ohmiques de protection permet d'allumer les DEL sans risque de les endommager.

► La DEL verte

La DEL verte est montée en série avec une résistance de protection $R = 220 \Omega$. Lorsque la sortie numérique n° 11 prend sa valeur de tension haute, une tension de 5 V est appliquée entre cette borne et la masse. Cette situation correspond au schéma ci-dessous. On mesure une tension $U_0 = 2,8 \text{ V}$ aux bornes de la DEL verte.

Doc. 2 Schéma du montage de la DEL verte

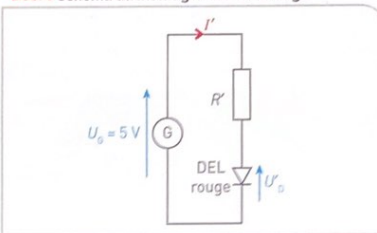


- Calculer la valeur de la tension aux bornes du conducteur ohmique qui sert de protection.
- Utiliser la loi d'Ohm pour déterminer la valeur de l'intensité du courant qui le traverse.
- Quelle est alors la valeur de l'intensité du courant qui traverse la diode ?
- L'intensité du courant est-elle suffisante pour allumer la DEL verte ? La DEL risque-t-elle d'être endommagée ?

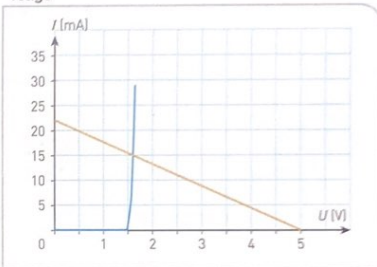
► La DEL rouge

La DEL rouge est montée en série avec une résistance de protection $R' = R = 220 \Omega$. Lorsque la sortie numérique n° 10 prend sa valeur de tension haute, une tension de 5 V est appliquée entre cette borne et la masse. Cette situation correspond au schéma ci-après. On ne connaît pas la valeur de la tension U'_0 aux bornes de la DEL rouge mais on dispose de sa caractéristique.

Doc. 3 Schéma du montage de la DEL rouge



Doc. 4 Caractéristique tension - courant de la DEL rouge



3. a. Montrer que $U'_0 = U_0 - R'I$ (doc. 3).

b. En déduire que $I = \frac{5}{220} - \frac{U'_0}{220}$.

4. On a représenté la droite d'équation :

$$I = \frac{5}{220} - \frac{U'_0}{220}$$

sur le même graphique que la caractéristique $U'_0 = f(I)$ de la DEL (doc. 4).

- Expliquer pourquoi ces tracés permettent de déterminer le point de fonctionnement du circuit.
- Lire quelle est la valeur de l'intensité qui parcourt le circuit.
- L'intensité du courant est-elle suffisante pour allumer la DEL rouge ? La DEL risque-t-elle d'être endommagée ?

Partie 3 Étude du principe du détecteur

► Le microcontrôleur

La carte offre différentes fonctionnalités, comme la mesure de tension ou de durées à partir des informations issues des capteurs, ce qui permet par exemple de commander l'allumage d'une lampe. Sa logique de programmation est classique (structure de boucles, structures conditionnelles, etc.).

Le script ci-dessous exploite la mesure de la durée de propagation des ultrasons entre l'émetteur et le récepteur après réflexion sur un obstacle. De cette durée on déduit la distance entre l'émetteur et l'obstacle.

```

1 int trigg = 8;
2 int echo = 9;
3 int rouge = 10;
4 int vert = 11;
5 unsigned long temps;
6
7 void setup() {
8   pinMode(trigg, OUTPUT);
9   digitalWrite(trigg, LOW);
10  pinMode(echo, INPUT);
11  pinMode(rouge, OUTPUT);
12  pinMode(vert, OUTPUT);
13 }
14
15 void loop() {
16   digitalWrite(trigg, HIGH);
17   delayMicroseconds(10);
18   digitalWrite(trigg, LOW);
19   temps = pulseIn(echo, HIGH);
20
21   if (temps < 8823)
22     {digitalWrite(vert, LOW);
23     digitalWrite(rouge, HIGH);
24   }
25   else
26     {digitalWrite(rouge, LOW);
27     digitalWrite(vert, HIGH);
28     delay(500);
29   }

```

► Fonctions

• La fonction « if » analyse si la condition proposée est vraie. Si elle l'est, l'action 1 est effectuée, si la condition n'est pas vraie (« else »), l'action 2 est réalisée.

```

if (condition) {action à réaliser 1;}
else {action à réaliser 2;}

```

• La fonction « pulseIn » mesure la durée entre l'émission et la réception de l'onde ultrasonore. La valeur est donnée en microsecondes.

► Analyse du script

- Indiquer à quelles broches sont reliés l'émetteur et le récepteur ultrason.
 - En dessous de quelle durée la diode rouge s'allume-t-elle ?
 - À quelle distance cette durée correspond-elle ?
- Pistes de résolution 1-2**
- Si on considère que le capteur est placé sur un plafond à 2,50 m de hauteur, quelle hauteur minimale une voiture doit-elle avoir pour être détectée ?