

Le détecteur de fumée optique



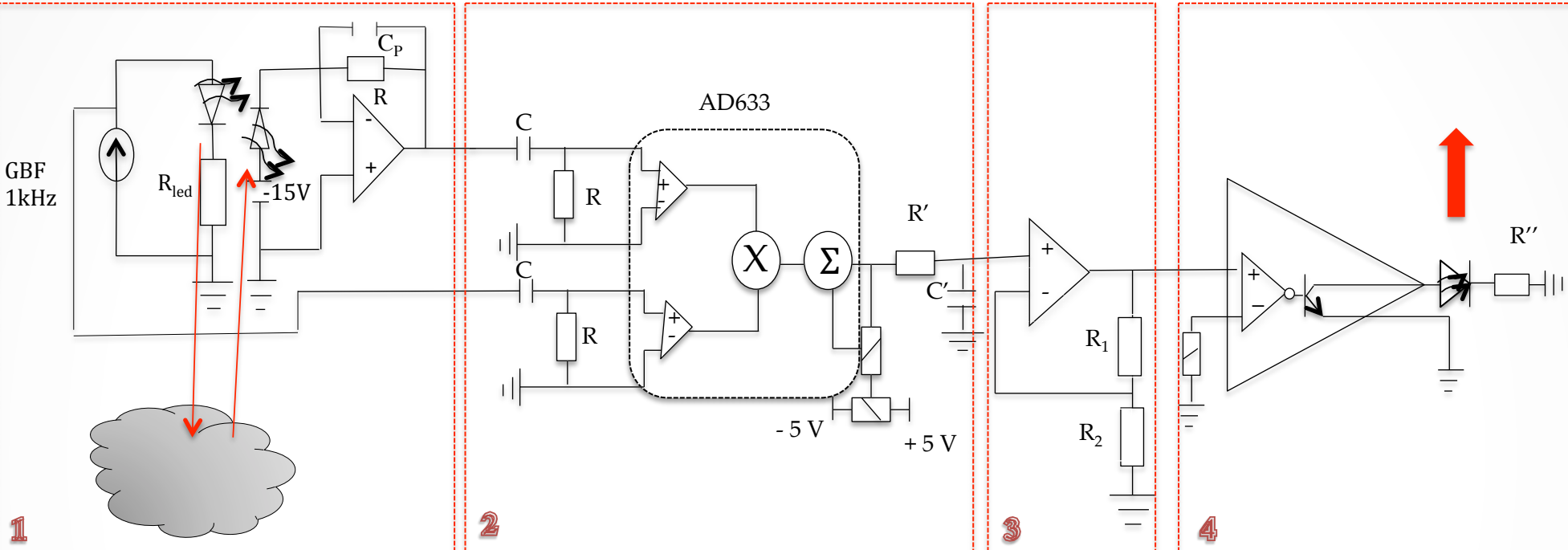
Un détecteur de fumée est un appareil électronique qui émet une alarme en présence de fumée dans l'air. Le principe du détecteur de fumée optique repose sur un système de photo détection : une LED et une photodiode sont placées perpendiculairement à côté. Lorsque des particules de fumée sont présentes devant le détecteur, elles réfléchissent la lumière émise par la LED, qui est alors détectée par la photodiode. Cette dernière produit alors un courant qui permet d'alimenter une alarme. Ce détecteur est moins adapté aux fumées noires à cause de leur faible réflectivité

1. La photodétection :

On utilise, pour le système de photodétection, une LED IR et une photodiode dont le maximum de sensibilité est dans l'IR. Afin de ne pas déformer le signal et de protéger la LED, le GBF délivre une tension comprise entre 1,6 V (tension seuil de la LED) et 5V, à une fréquence différente de la fréquence de bruit ambiant. On place également une résistance de protection de la LED telle que $I_{ph}R < V_s$. Afin d'augmenter la sensibilité et la bande passante de détection on place la photodiode dans un montage transimpédance. On place également un condensateur afin d'éviter le phénomène de gain peaking.

4. Comparateur :

Enfin on compare la valeur du signal obtenue à une tension seuil, choisit de manière à avoir une sensibilité maximum et une probabilité de fausse détection minimum. Cette tension seuil, est d'abord définie grâce à un potentiomètre. Ensuite, grâce à un commutateur, contrôlé par une carte DEO, on choisit deux tensions seuils: une pour faible fumée (pour avoir une sensibilité maximum) et une pour les plus grosses fumées.



2. La détection synchrone

Afin d'amplifier le signal sinusoïdal, si il est présent, on le multiplie au signal délivré par le GBF, de même fréquence. On obtient un signal de sortie $S(t)$ de la forme :

$$S(t) = s_0 \cos 4\pi f_0 t + \varphi + s'_0 b \sin 2\pi f_0 t + \varphi + s_0 \cos \varphi \text{ en présence de fumée}$$

$$s'_0 b \sin 2\pi f_0 t + \varphi \text{ en absence de fumée}$$

On place en amont du multiplieur, sur chaque entrée un filtre passe haut pour couper les composantes continues des deux signaux d'entrée. On place également deux potentiomètres afin de régler le gain et l'offset réglés de manière à ne pas avoir de saturation et une tension nulle en sortie en absence de fumée. On place ensuite un filtre passe bas pour ne garder que la composante continue. Toutefois la fréquence de coupure est inversement proportionnelle au temps d'établissement : une petite bande passante implique un temps de montée assez long.

En présence de fumée on obtient ainsi un signal continue non nul. En absence de fumée, le signal est nul.

Légende :

- R=100 kΩ
- R_{led}=47 Ω
- R'=1 MΩ
- R''=100Ω
- R₁=12 Ω
- R₂=1,2 Ω
- C_p=4 pF
- C=100 nF
- C'=10 nF

3. Amplificateur :

Afin d'amplifier le signal de sortie de la partie précédente, on utilise un AO TL071 alimenté en ±5V, placé dans un montage amplificateur avec R₁=12Ω et R₂=1,2Ω, de manière à avoir un gain d'environ 10. Il faut s'assurer que le montage ne sature pas.

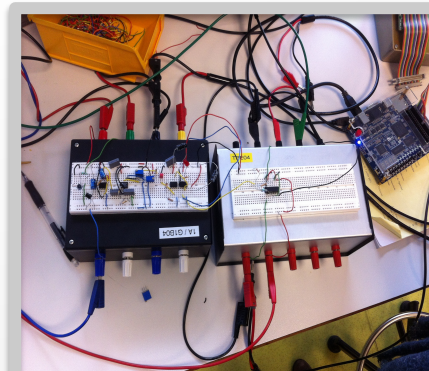
INTERET :

Depuis la loi du 9 mars 2010, la présence d'un détecteur de fumée est obligatoire dans tous les logements en France. L'installation d'un tel système permet de diviser par le 10 le risque d'être victime d'un incendie, de sauver 400 à 500 vies par an et de réduire le nombre de personnes brûlées qui s'élève à 10 000 chaque année.

LES CHIFFRES:

- Chaque année, **10 000** personnes sont victimes d'incendies domestiques, 500 en décèdent.
- En France, un incendie domestique se déclare toutes les **2 minutes**.
- **3 minutes**, c'est le temps qu'on a pour agir ou fuir lorsqu'un feu se déclare.
- En **5 minutes**, la température d'une pièce en feu atteint près de 600°C !
- La mise en place de ces détecteurs a permis de réduire de 50% le nombre de décès lié à un incendie.

Vidéo du fonctionnement du détecteur de fumée



ASTUCE:

On maximise la sensibilité du détecteur de fumée pour minimiser le taux de non détection; Toutefois la probabilité de fausse détection est alors plus élevée et des fumées trop éloignées restent indétectables.