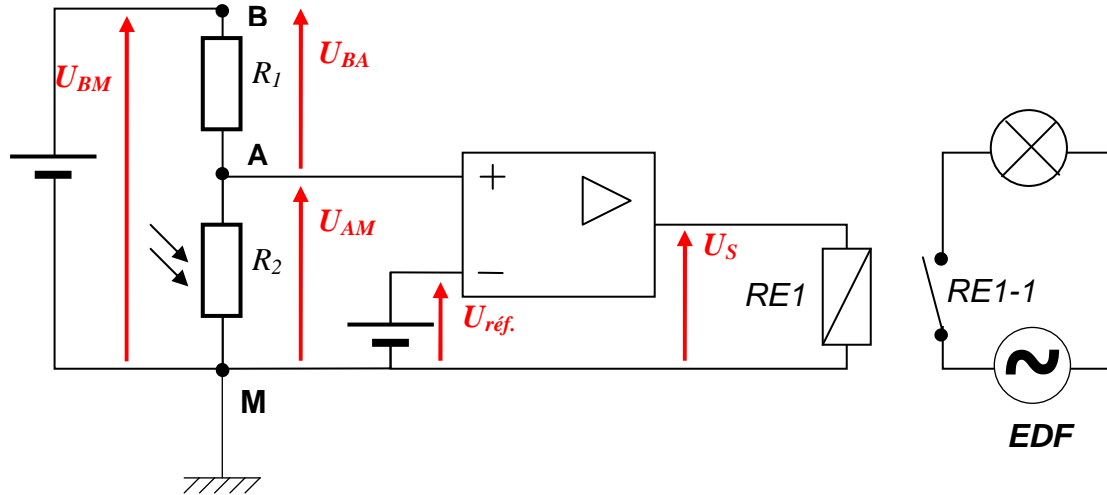


ETUDE DU PROBLEME DE COMMUTATION AUTOMATIQUE D'UN ECLAIRAGE PUBLIC, EN FONCTION DE LA LUMINOSITE AMBIANTE :

Soit le schéma de montage suivant :



Données numériques :

- $U_{BM} = 12 \text{ V}$
- $R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$
- $0,5 \text{ M}\Omega < R_2 < 3,41 \text{ M}\Omega$
- Tension d'alimentation de l'ampli opérationnel : $U_{CC} = -U_{CE} = 5 \text{ V} = U_{saturation}$
- Tension de service du relais RE1 : $U_b \approx 5,12 \text{ V}$

Information sur le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel (AOP) idéal :

L'ampli op possède les caractéristiques idéales suivantes :

- des impédances infinies pour e_+ et e_- : donc aucun courant ne peut pénétrer dans l'AOP.
- une impédance de sortie nulle : il ne perturbe pas le circuit de sortie, et peut être considéré comme un générateur de tension idéal.
- $U_S = K \cdot U_{diff.}$ ou K et le coefficient d'amplification, tel que $10^6 < K < 10^9$

Dans le montage, il n'y a donc aucun courant qui pénètre dans l'AOP, ce qui signifie que R_1 et R_2 sont traversés par la même intensité I .

On peut donc écrire ceci :

Loi des mailles : $U_{BM} = U_{BA} + U_{AM}$

Loi d'Ohm : $U_{AM} = R_2 \times I$ et $U_{BA} = R_1 \times I$ d'où l'expression de I en fonction de U_{AM} : $I = \frac{U_{AM}}{R_2}$

On injecte ces écritures dans la relation obtenue via la loi des mailles, pour ne conserver qu' U_{BM} , U_{AM} , R_1 et R_2 :

$$U_{BM} = R_1 \times I + U_{AM} = R_1 \times \frac{U_{AM}}{R_2} + U_{AM} = U_{AM} \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right) = U_{AM} \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} \right)$$

$$U_{AM} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) U_{BM}$$

Ainsi, pour répondre à une des questions que tu te posais :

« Pourquoi n'utilise-t-on pas uniquement une photorésistance, pourquoi lui ajoute-t-on R_1 c'est-à-dire une résistance en série en plus ? »

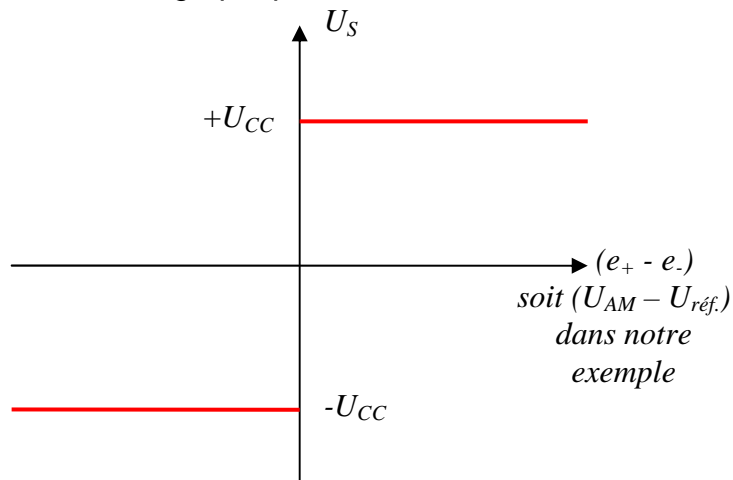
Cela reviendrait à écrire $R_1 = 0 \text{ M}\Omega$, la relation précédente deviendrait donc $U_{AM} = U_{BM}$ c'est-à-dire que quelle que soit la valeur de R_2 , la tension à ses bornes sera constante, seule la valeur de l'intensité circulant dans R_2 variera ! Si U_{AM} est constant, il n'y aura jamais de déclenchement de l'ampli op, U_S sera toujours inférieur à U_b donc le contacteur du relais sera toujours ouvert et ainsi la lampe d'éclairage publique ne se mettra jamais en marche !

J'espère que ce point est éclairci.

Donc, on se retrouve avec une tension (U_{AM}) qui va varier en fonction de la luminosité ambiante, de telle façon que lorsque la nuit tombe, la luminosité diminuant, R_2 augmentera et U_{AM} aussi.

Que se passe-t-il au niveau de l'AOP ?

Et bien, puisque'il n'y a aucune contre-réaction (pas de rebouclage de la sortie sur les entrées inverseuse et non-inverseuse) il fonctionne en comparateur (ou commutateur) : il est tout de suite en saturation, comme on peut le voir sur le graphique suivant :



Donc, si $U_{AM} - U_{réf.} > 0$, la tension de sortie de l'AOP sera de positive ($+U_{CC}$). Ainsi, si on souhaite obtenir une tension de sortie positive, telle que $U_S \approx 5,12 \text{ V}$, il faut que :

$$U_{AM} > U_{réf.} \text{ soit } \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \times U_{BM} > U_{réf.} \text{ ce qui se produit lorsque } \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) > \frac{U_{réf.}}{U_{BM}}$$

$$R_2 > (R_1 + R_2) \times \frac{U_{réf.}}{U_{BM}} \Leftrightarrow R_2 \times \frac{U_{BM}}{U_{BM}} > (R_1 + R_2) \times \frac{U_{réf.}}{U_{BM}} \Leftrightarrow R_2 \times U_{BM} > (R_1 + R_2) \times U_{réf.} \Leftrightarrow R_2 \times (U_{BM} - U_{réf.}) > R_1 \times U_{réf.}$$

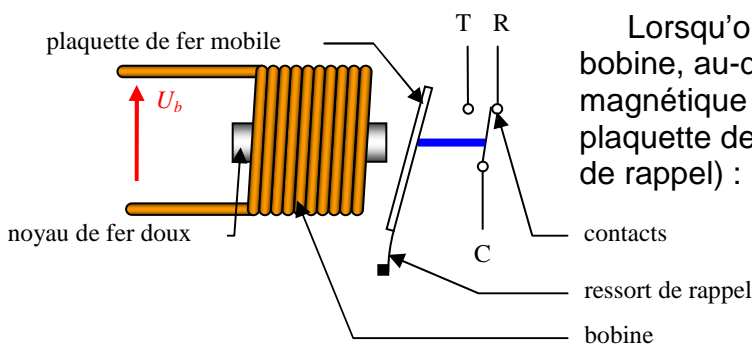
donc, si $R_2 > \left(\frac{U_{réf.}}{U_{BM} - U_{réf.}} \right) \times R_1$ l'AOP délivre une tension de sortie $U_S = +U_{CC}$, par contre si R_2 est inférieur à cette valeur alors $U_S = -U_{CC}$.

Ainsi, on peut régler le moment où l'AOP va commuter en faisant varier la tension $U_{réf.}$, d'où le nom de "tension de référence", car c'est elle qui va permettre de régler l'instant où ou l'éclairage public doit se mettre en marche.

Si on choisit son AOP de telle manière que $U_{CC} \approx 5,12 \text{ V}$ et bien alors lorsque l'AOP commute la tension de sortie de l'AOP sera égale à $+U_{CC}$.

Que se passe-t-il au niveau du relais ?

Le principe de fonctionnement du relais est simple :



Lorsqu'on applique une tension continue aux bornes de la bobine, au-delà d'une certaine valeur de seuil U_b , le champ magnétique créé par la bobine est si intense qu'il attire la plaquette de fer mobile (malgré la force exercée par le ressort de rappel) : les contacteurs basculent en position de travail (T).

Lorsque la tension aux bornes de la bobine est inférieure à U_b le champ magnétique est alors trop faible : le ressort de rappel ramène les contacteurs en position de repos (R).

Donc, lorsque l'AOP commute, U_S alimente la bobine à l'intérieur du relais qui crée alors le contact dans le second circuit (puisque $U_S \geq U_b$) : la lampe de l'éclairage public s'allume !

En espérant avoir été clair, cordialement.