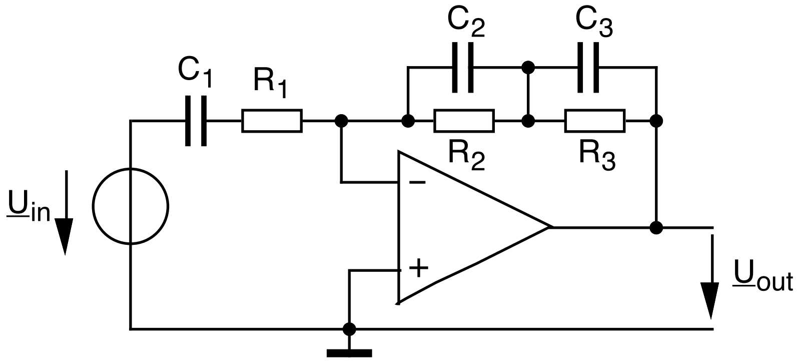
1. Montage à Amplificateur Opérationnel

On donne le schéma suivant:



$R_1 = 10\ k\Omega$
$R_2 = 10\ k\Omega$
$R_3 = 90\ k\Omega$
$C_1 = 160\ nF$
$C_2 = 160\ pF$
$C_3 = 1.8\ nF$

1.1 Etablir l'expression analytique de la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{U}_{out}}{\underline{U}_{in}}$.

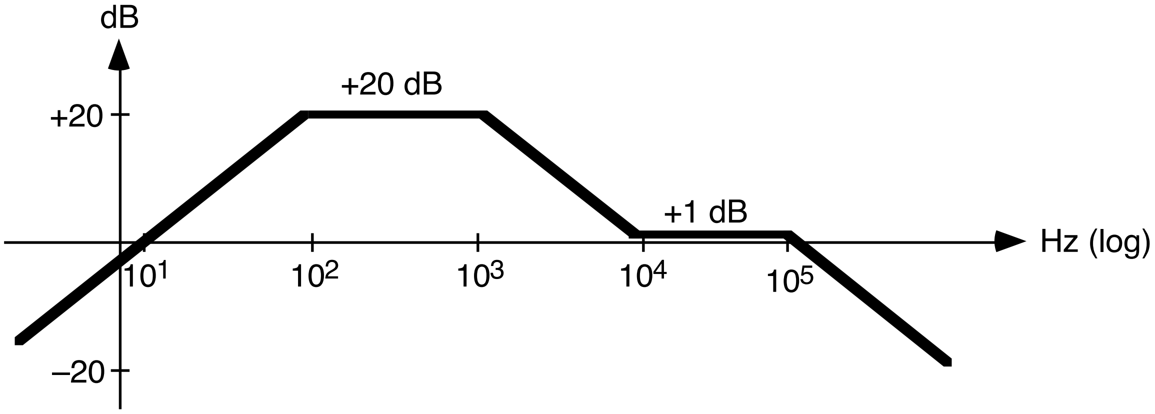
$$\underline{H}(j\omega) = -\frac{R_3//\underline{Z}_{C3} + R_2//\underline{Z}_{C2}}{R_1 + \underline{Z}_{C1}} = -\frac{\dfrac{1}{\dfrac{1}{R_3}+j\omega C_3} + \dfrac{1}{\dfrac{1}{R_2}+j\omega C_2}}{R_1 + \dfrac{1}{j\omega C_1}} = -\frac{\dfrac{R_3}{1+j\omega R_3C_3}+\dfrac{R_2}{1+j\omega R_2C_2}}{\dfrac{1+j\omega R_1C_1}{j\omega C_1}}$$

$$\underline{H}(j\omega) = -\frac{(R_3+R_2+j\omega R_3R_2(C_3+C_2))j\omega C_1}{(1+j\omega R_3C_3)(1+j\omega R_2C_2)(1+j\omega R_1C_1)}$$

$$\underline{H}(j\omega) = -\frac{j\omega C_1(R_3+R_2)(1+j\omega\frac{R_3R_2}{R_3+R_2}(C_3+C_2))}{(1+j\omega R_3C_3)(1+j\omega R_2C_2)(1+j\omega R_1C_1)}$$

$$\underline{H}(j\omega) = -\frac{(j\omega/2\pi\cdot 10Hz)(1+j\omega/2\pi\cdot 9kHz)}{(1+j\omega/2\pi\cdot 1kHz)(1+j\omega/2\pi\cdot 100kHz)(1+j\omega/2\pi\cdot 100Hz)}$$

1.2 Tracer les asymptotes du diagramme de Bode du module $|\underline{H}(j\omega)|$.



1.3 L'ampli op est spécifié avec un "Input Offset Voltage" $U_{io,max} = 5\ mV$.
Prévoir les limites min et max de la composante continue possible à la sortie.

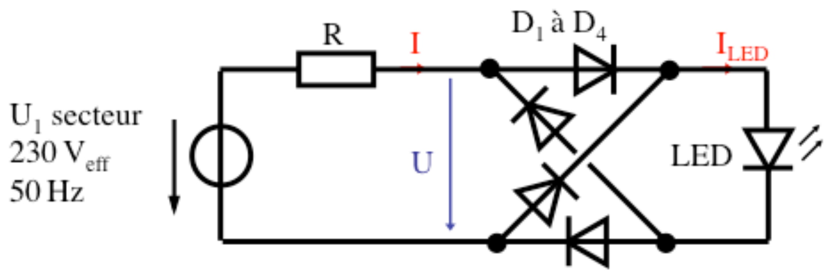
La tension d'offset est une grandeur continue ($\omega = 0$), elle est multipliée par le gain non-inverseur du montage (cours page 4-52) :

$$|U_{out,o}| = \left(\frac{R_3//\underline{Z}_{C3}(j0) + R_2//\underline{Z}_{C2}(j0)}{R_1 + \underline{Z}_{C1}(j0)} + 1\right)|U_{io}| = \left(\frac{R_2+R_3}{\infty} + 1\right)\cdot|U_{io}| = 1\cdot|U_{io}|$$

Comme on ne connaît ni le signe ni la valeur exacte de U_{io} mais seulement un maximum en valeur absolue, on peut seulement dire qu'à la sortie on aura une composante continue :

$$-5\ mV \le U_{out,DC} \le +5\ mV$$

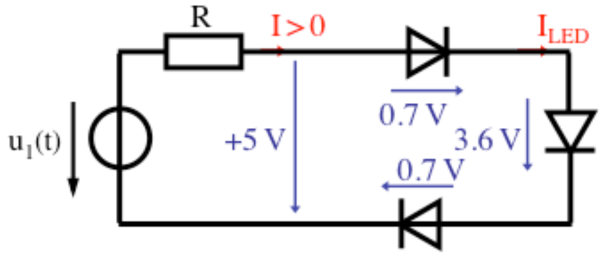
2. Lampe "veilleuse" à LED.



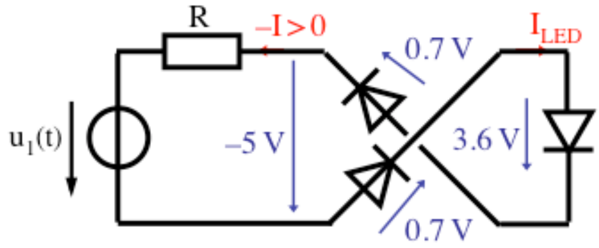
D_1 à D_4 : diodes redresseuses au silicium $U_j = 0.7$ V
LED : blanche ultra lumineuse $U_F = 3.6$ V à $I_{LED} = 20$ mA

2.1 *Représenter le trajet du courant I lorsque celui-ci est positif, respectivement négatif, et, en utilisant le modèle simple pour les diodes et la LED, prévoir la valeur de U dans chaque cas.*

I positif

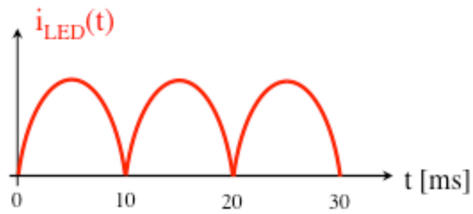


I négatif



En déduire l'expression de i(t) en considérant U négligeable par rapport à U_1, et finalement l'allure de $i_{LED}(t)$.

$$i(t) = \frac{\hat{U}_1 \sin(2\pi 50 t) - u(t)}{R} \approx \frac{\hat{U}_1}{R}\sin(2\pi 50 t) = \frac{325}{R}\sin(2\pi 50 t)$$



2.2 *Dimensionner R pour avoir un courant moyen dans la LED de 20 mA.*

$$I_{LED,moy} = \frac{2}{\pi}\cdot\hat{I}_{LED} = \frac{2\cdot 325}{\pi\cdot R} \qquad \Rightarrow \qquad R = \frac{2\cdot 325}{\pi\cdot 0.02} = 10\ \text{k}\Omega$$

2.3 *Calculer la puissance moyenne dissipée par la résistance.*

$$P_R = R\cdot I_{eff}^2 \approx U_{1,eff}^2/R = \hat{U}_1^2/2R \approx 5\ \text{W}$$

Calculer la puissance moyenne dissipée l'ensemble des diodes (D_1+D_2+D_3+D_4+LED)

$$P_D = \text{moyenne}\big(u(t)\cdot i(t)\big) = (2\cdot U_j + U_F)\cdot I_{LED,moy} = 5\cdot 0.02 \approx 0.1\ \text{W}$$

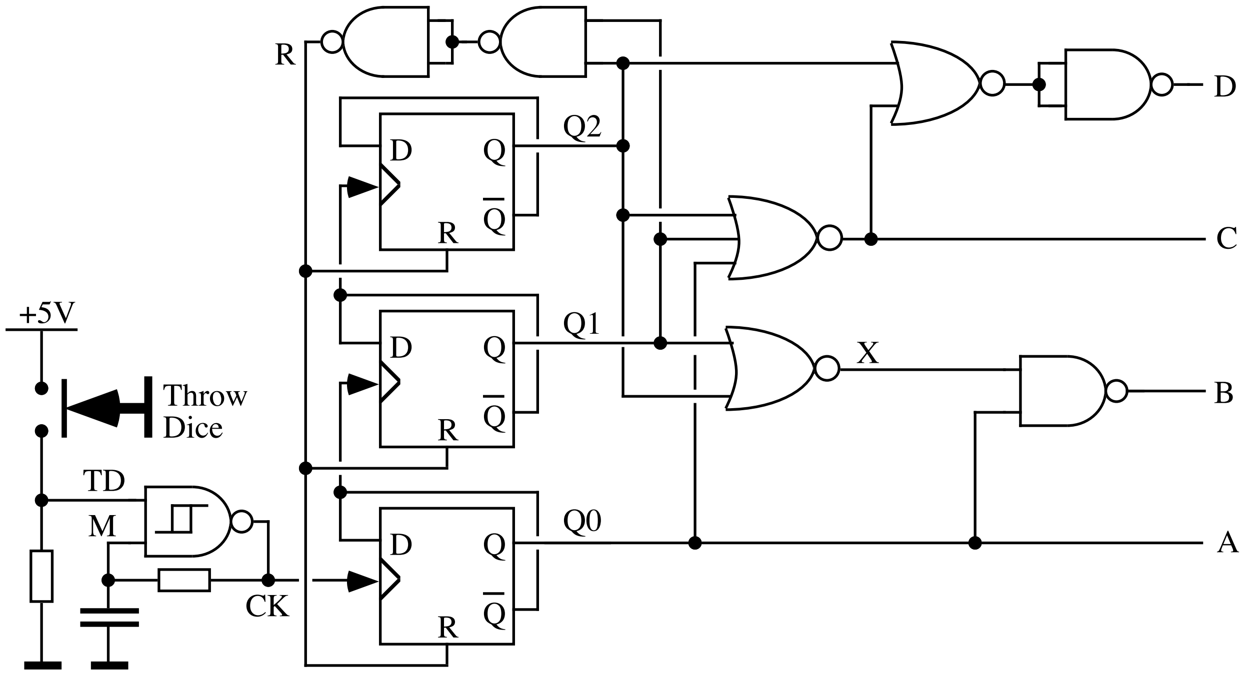
2.4 *Pour réduire la dissipation du dispositif, on remplace R par une capacité présentant la même impédance (en module). Déterminer sa valeur.*

$$\frac{1}{\omega C} = R \qquad \Rightarrow \qquad C = \frac{1}{2\pi 50\cdot R} = 320\ \text{nF}$$

2.5 *Quelle est alors la dissipation moyenne de tout le dispositif ?*

La capacité ne dissipe rien, donc $P_{tot} = P_D \approx 0.1$ W

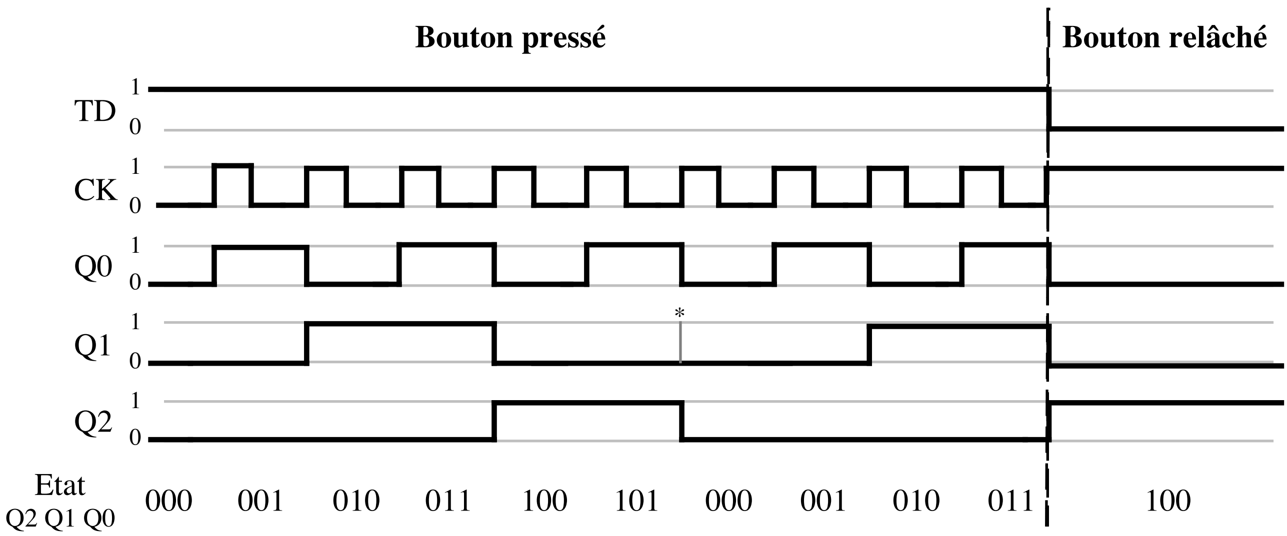
3. Circuit logique : dé électronique



3.1 Etablir l'équation booléenne de R, puis compléter le chronogramme ci-dessous lorsque le bouton « Throw Dice » est pressé, puis relâché.

$R = \overline{\overline{Q1 \cdot Q2}} = Q1 \cdot Q2$

=> Reset dès qu'apparaît (Q2,Q1,Q0) = 110 => 110 remplacé par 000



* reset quasi instantané

Commentaires :

Lorsque TD = 1, la porte NAND à Trigger de Schmitt se comporte comme un inverseur $CK = \overline{1 \cdot M} = \overline{M}$ à Trigger de Schmitt et forme, avec le circuit de retard RC, une bascule astable qui génère un CK périodique (cours page 5-26).
Lorsque TD = 0, la porte NAND à Trigger de Schmitt donne $CK = \overline{0 \cdot M} = 1$ stable.

Chaque bascule est montée en diviseur par deux, Q0 change à chaque flanc montant de CK, Q1 change à chaque flanc montant de $\overline{Q0}$ ce qui correspond à chaque flanc descendant de Q0, Q2 change à chaque flanc montant de $\overline{Q1}$ ce qui correspond à chaque flanc descendant de Q1 (cours page 6-28 et 6-34).

3.2 *Etablir les expressions des sorties A, B, C et D en algèbre de Boole*

$A = Q0$ $X = \overline{Q1 + Q2}$ $B = \overline{X \cdot Q0}$

$C = \overline{Q0 + Q1 + Q2}$ $D = \overline{\overline{C + Q2}} = C + Q2$

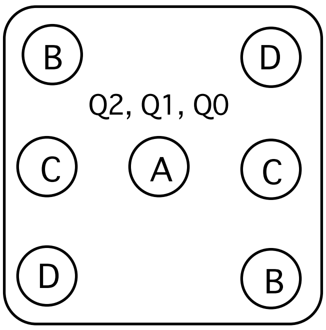
et remplir la table de vérité ci-dessous

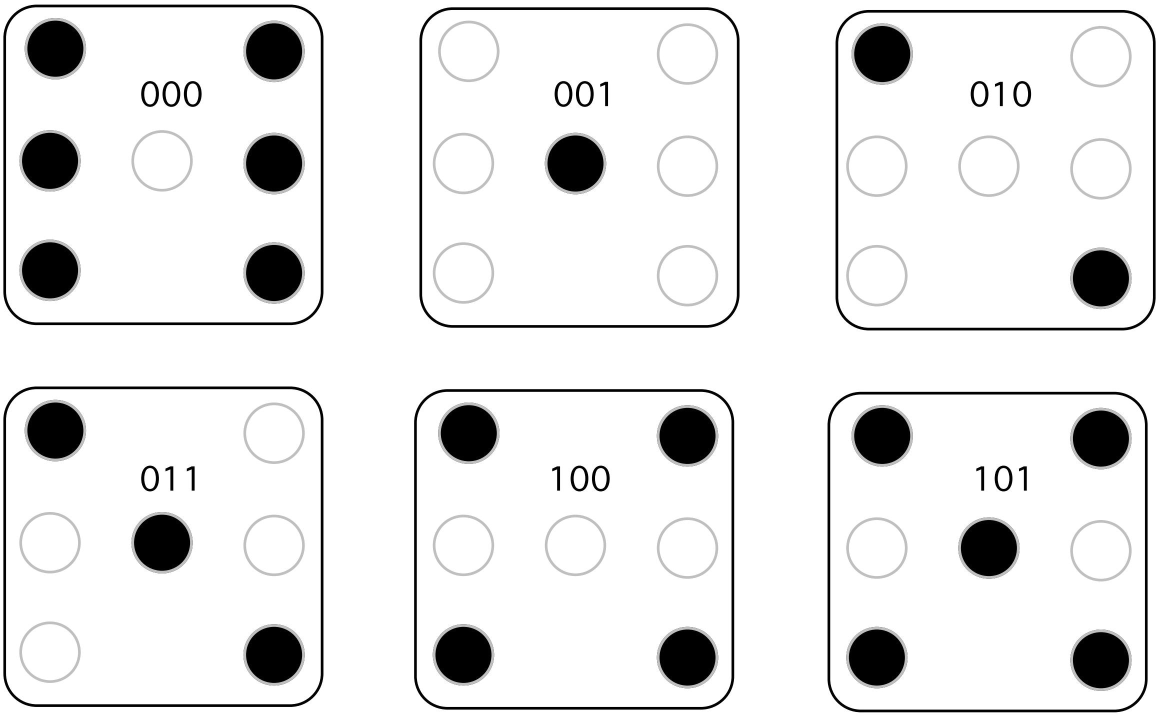
Q2	Q1	Q0	A	X	B	C	D
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1	0	1
1	1	1	1	0	1	0	1

Encadrer la partie réellement utilisée de la table.

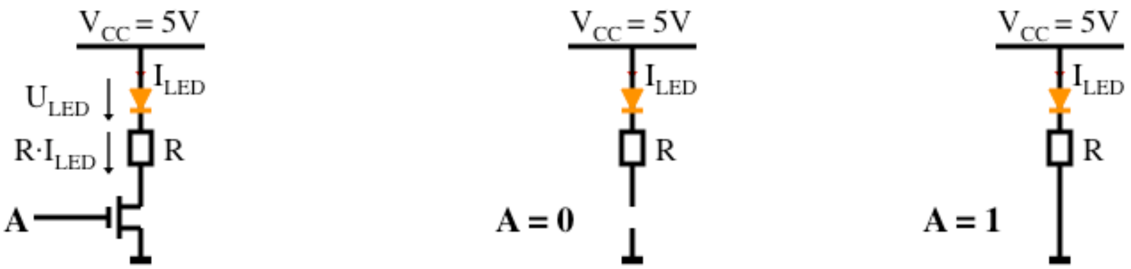
En fonctionnement normal, le compteur n'est jamais dans l'état 110 ou l'état 111.

3.3 *Si un " 1 " représente une lampe allumée et un " 0 " une lampe éteinte dans la disposition ci-dessous, représenter les six configurations correspondant aux six états du compteur (une lampe allumée sera représentée par un rond plein).*





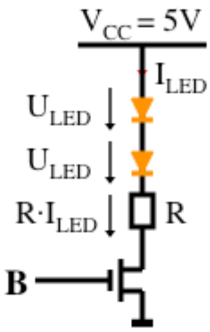
3.4 Dans le circuit ci-dessous, le transistor MOS se comporte comme un interrupteur, ouvert lorsque la commande logique est à l'état 0, fermé lorsqu'elle est à 1. Calculer R pour avoir 10 mA dans la LED (orange) lorsque le signal logique A est à 1.



$V_{CC} = U_{LED} + R \cdot I_{LED}$ => $R = \dfrac{V_{CC} - U_{LED}}{I_{LED}} = \dfrac{5 - 2}{0.01} = 300\ \Omega$

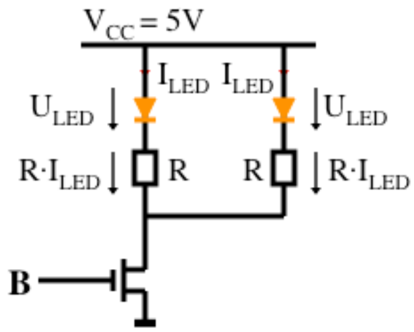
Proposer un schéma pour allumer deux LEDs avec 10 mA dans chacune lorsque le signal logique B est à 1 (cela s'applique aussi pour C et D).

Deux solutions :



$V_{CC} = 2U_{LED} + R \cdot I_{LED}$

=> $R = \dfrac{V_{CC} - 2U_{LED}}{I_{LED}} = \dfrac{5 - 4}{0.01} = 100\ \Omega$



$V_{CC} = U_{LED} + R \cdot I_{LED}$

=> $R = \dfrac{V_{CC} - U_{LED}}{I_{LED}} = \dfrac{5 - 2}{0.01} = 300\ \Omega$