1a) Tout d'abord déterminons le point de fonctionnement de la diode (le courant I et la tension U sur ses bornes). Notons que d'après la loi des mailles ($\sum$ tensions sur les composantes d'une maille = $\sum$ tensions des générateurs) on a

$$E = U + IR$$

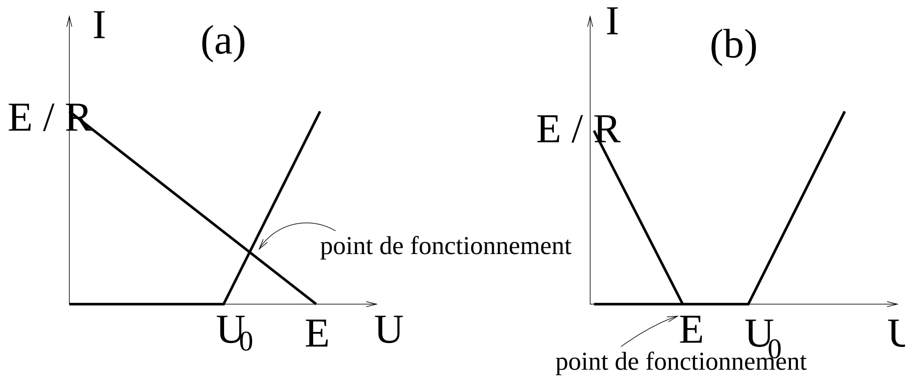
et donc

$$I = \frac{E - U}{R} \,. \tag{0.1}$$

Le point de fonctionnement peut être déterminé graphiquement comme le point d'intersection du graph de la fonction (0.1) avec celui de la foction

$$I = \begin{cases} 0 & \text{pour } U < U_0, \\ \dfrac{U - U_0}{R_d} & \text{pour } U > U_0, \end{cases} \tag{0.2}$$

donnée dans l'énoncé. Deux situations sont possibles (voir le déssin ci-dessous):



On a donc le premier cas pour $E > U_0$, et le deuxième cas pour $E < U_0$. Dans l'énoncé, nous avons $E = 6V \ > U_0 = 0.8V$, ce qui correspond à la première situation.

Alors on obtient une équation pour U

$$\frac{E - U}{R} = \frac{U - U_0}{R_d},$$

d'où on trouve

$$U = \frac{ER_d + U_0 R}{R + R_d}.$$

Par conséquent, le courant est égal à

$$I = \frac{U - U_0}{R_d} = \frac{E - U_0}{R + R_d} \,.$$

Les deux dernières équations nous donnent le point de fonctionnement.

1b) Quand la tension du générateur varie de E à $E + \Delta E$, la tension U dévient

$$U + \Delta U = \frac{(E + \Delta E)R_d + U_0 R}{R + R_d} \, .$$

Alors on pourra trouver ΔU:

$$\Delta U = \frac{(E + \Delta E)R_d + U_0 R}{R + R_d} - \frac{E - U_0}{R + R_d} = \frac{\Delta E R_d}{R + R_d} \, .$$

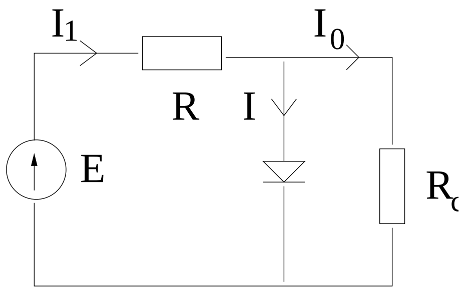
Par conséquent, le facteur de régulation est

$$f_0 = \frac{\Delta E}{\Delta U} = \frac{R + R_d}{R_d} \, .$$

Finalement, pour le taux d'ondulation on obtient

$$\tau = \frac{\Delta U}{U_m} = \frac{\Delta E R_d}{E R_d + U_0 R} \, .$$

2a) On commence encore par déterminer le point de fonctionnement. Pour cela, on pourra



par exemple écrire

- 1 équation de Kirchoff:

$$I_1 = I + I_0, \tag{0.3}$$

- 2 équations de mailles:

$$\begin{aligned} I_1 R + I_0 R_c &= E \qquad \text{(pour la maille comprenant } E,\ R \text{ et } R_c) &(0.4)\\ I_0 R_c &= U \qquad \text{(pour la maille comprenant } R_c \text{ et la diode)} &(0.5)\end{aligned}$$

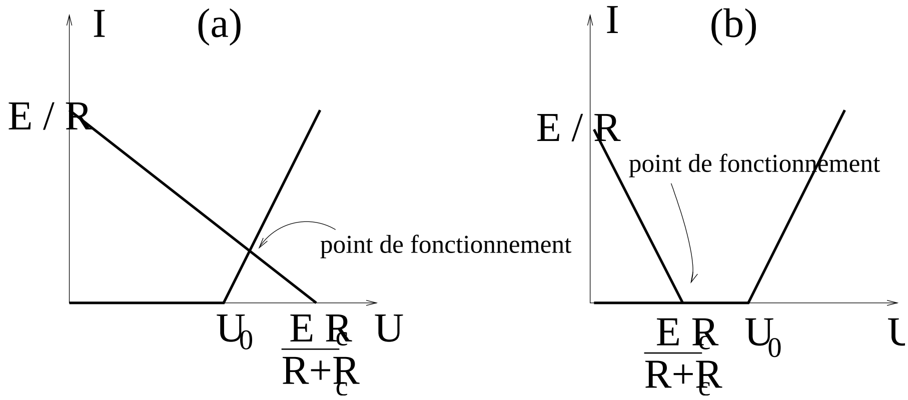
En substituant (0.3) dans (0.4), on obtient deux équations pour I_0, I:

$$\begin{cases} I_0(R + R_c) + IR = E \, , \\ I_0 R_c = U. \end{cases} \tag{0.6}$$

Ensuite on utilise la deuxième de ces équations pour éliminer I_0 de la première. On obtient

$$U(R + R_c) + IRR_c = ER_c \, ,$$

et donc
$$I = \frac{ER_c - U(R+R_c)}{RR_c}\,. \tag{0.7}$$
Pour déterminer le point de fonctionnement, il faut trouver le point d'intersection des graphes de (0.7) et (0.2). Comme dans la première partie de l'exercice, deux situations sont possibles (voir le dessin). Le 1er cas correspond à $\frac{ER_c}{R+R_c} > U_0$ et le 2ème à $\frac{ER_c}{R+R_c} < U_0$.



D'après l'énoncé, on a $\frac{ER_c}{R+R_c} = \frac{6\cdot 100}{200+100}V = 2V > U_0 = 0.8V$, alors on est dans la première situation. Par conséquent,
$$I = \frac{ER_c - U(R+R_c)}{RR_c} = \frac{U-U_0}{R_d},$$
d'où on trouve la tension
$$U = \frac{(ER_d + U_0R)R_c}{RR_c + RR_d + R_cR_d}\,, \tag{0.8}$$
et le courant:
$$I = \frac{U-U_0}{R_d} = \frac{ER_c - U_0(R+R_c)}{RR_c + RR_d + R_cR_d}\,. \tag{0.9}$$
Les équations (0.8) et (0.9) donnent le point de fonctionnement.

2b) D'après les résultats ci-dessus le courant sera non-nul seulement si $\frac{ER_c}{R+R_c} > U_0$, donc
$$ER_c > U_0R + U_0R_c \implies R_c > \frac{U_0R}{E-U_0} = R_{min} \sim 31\,\Omega.$$
De plus, pour que $I < I_{max}$ on doit avoir (d'après (0.9))
$$\frac{ER_c - U_0(R+R_c)}{RR_c + RR_d + R_cR_d} < I_{max} \implies$$
$$\implies [E - U_0 - I_{max}(R+R_d)]R_c < (I_{max}R_d + U_0)R \implies$$
$$\implies R_c < \frac{(I_{max}R_d + U_0)R}{E - U_0 - I_{max}(R+R_d)} = R_{max} \sim 800\,\Omega\,.$$