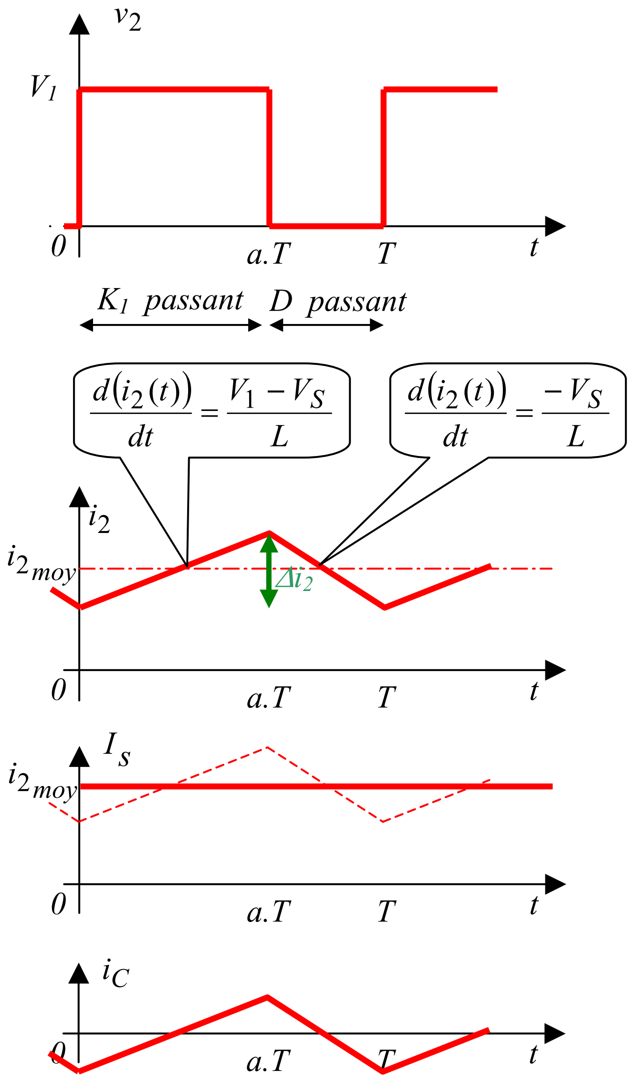
Alimentation à découpage de type BUCK Corrigé.



A-a

➢ $\left.\begin{matrix} k_1 \ conduit \\ D \ bloquée \end{matrix}\right\} \Rightarrow V_1 = L.\frac{d(i_2(t))}{dt} + V_S$

$\Leftrightarrow \frac{d(i_2(t))}{dt} = \frac{V_1 - V_S}{L} > 0$

$\left.\begin{matrix} k_1 \ ouvert \\ D \ conduit \end{matrix}\right\} \Rightarrow -V_S = L.\frac{d(i_2(t))}{dt} \Leftrightarrow \frac{d(i_2(t))}{dt} = \frac{-V_S}{L} < 0$

en régime périodique.

➢ $i_2(t) = i_C(t) + I_S \Rightarrow i_{2moy} = \underbrace{i_{Cmoy}}_{0} + I_S$

$\Rightarrow i_C(t) = i_2(t) - I_S = i_2(t) - i_{2moy}$

I_S est la valeur moyenne (composante continue) de $i_2(t)$

$i_C(t)$ est la composante alternative de $i_2(t)$

➢ $V_S = v_2(t) - v_L(t) \Rightarrow \underbrace{V_{Smoy}}_{V_S} = v_{2moy} - \underbrace{v_{Lmoy}}_{0}$

$$\boxed{\Rightarrow V_S = v_{2moy} = a.V_1}$$

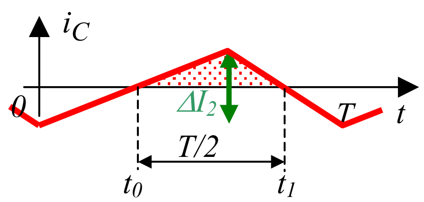
➢ Sur l'intervalle $[0 \,; a.T]$: $\frac{d(i_2(t))}{dt} = \frac{\Delta i_2}{a.T} = \frac{V_1 - V_S}{L} = \frac{V_1 - a.V_1}{L} = \frac{V_1.(1-a)}{L}$ $\boxed{\Rightarrow \Delta i_2 = \frac{V_1.(1-a).a.T}{L}}$

➢ L'ondulation Δi_2 est maximum lorsque $\frac{d(\Delta i_2)}{da} = 0$;

$$\frac{d(\Delta i_2)}{da} = \frac{d\left(\frac{V_1.(1-a).a.T}{L}\right)}{da} = \frac{V_1.T}{L}.\frac{d[(1-a).a]}{da} = \frac{V_1.T}{L}.(-a+1-a) = \frac{V_1.T}{L}.(1-2a)$$

$\Rightarrow \frac{d(\Delta i_2)}{da} = 0 \Leftrightarrow a = \frac{1}{2}$ $\boxed{\Rightarrow (\Delta i_2)_{\max} = \frac{V_1.T}{4.L}}$

A - b



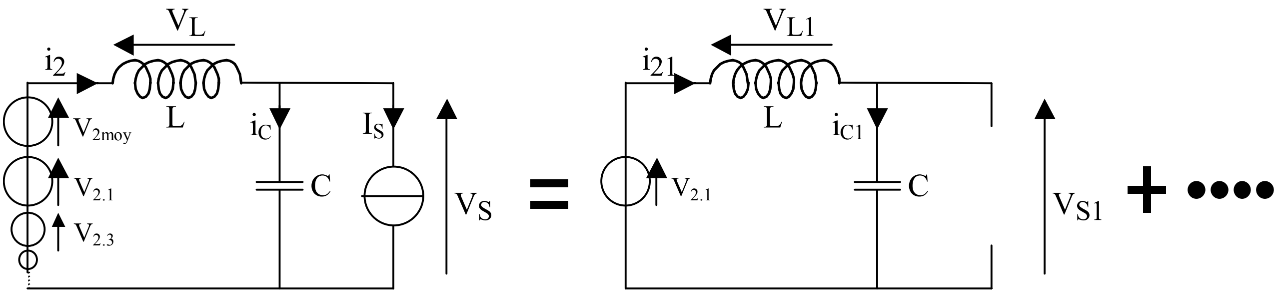
$C.\Delta V_S = \int_{t_0}^{t_1} i_C(t).dt$ = aire sous la courbe $i_C(t)$ sur l'intervalle $[t_0 \,, t_1]$:

$\Rightarrow C.\Delta V_S = \frac{1}{2}.\frac{\Delta I_2}{2}.\frac{T}{2} \Leftrightarrow \Delta V_S = \frac{\Delta I_2.T}{8.C} = \frac{V_1.(1-a).a.T^2}{8.C.L}$

$$\Delta V_{S(a=1/2)} = \frac{V_1.T^2}{32.C.L} = \Delta V_{S\max}$$

A - c

On applique le théorème de superposition… et on ne s'intéresse qu'à l'harmonique fondamental :



Pour le schéma qui concerne l'harmonique fondamental, le régime est alternatif sinusoïdal. On peut donc utiliser les complexes :

$$\underline{V_{S_1}} = \frac{\underline{V_{21}}.\frac{1}{j.C.\omega}}{j.L.\omega + \frac{1}{j.C.\omega}} = \frac{\underline{V_{21}}}{-L.C.\omega^2 + 1} \approx \frac{-\underline{V_{21}}}{L.C.\omega^2} \Rightarrow V_{S_1\max} \approx \frac{V_{21\max}}{L.C.\omega^2} = \frac{\frac{2.V_1}{\pi}}{L.C.4.\frac{\pi^2}{T^2}} = \frac{V_1.T^2}{L.C.2.\pi^3} \approx \frac{\Delta V_{S_1}}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta V_{S_1} = 2.V_{S_1\max} \approx \frac{V_1.T^2}{L.C.\pi^3} = \frac{V_1.T^2}{31.L.C}$$

0n constate que ΔV_{S_1} est très proche de la valeur $\Delta V_{S(a=1/2)}$ de la question précédente. Les deux résultats sont cohérents.

A - d

Application numérique :

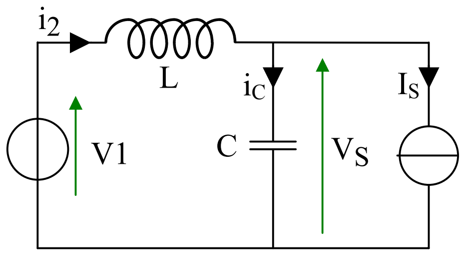
Dans la question **A-a** nous avons établi : $\Delta i_2 = \frac{V_1.(1-a).a.T}{L}$

$$\Rightarrow L = \frac{V_1.(1-a).a.T}{\Delta i_2} = \frac{50.\frac{1}{2}.\frac{1}{2}.\frac{1}{50.10^3}}{2} = 1{,}25.10^{-4}\ H = 125\ \mu H$$

Dans la question **A-b** nous avons établi : $\Delta V_{S(a=1/2)} = \frac{V_1.T^2}{32.C.L}$

$$\Rightarrow C = \frac{V_1.T^2}{\Delta V_{S(a=1/2)}.32.L} = \frac{50.\left(\frac{1}{50.10^3}\right)^2}{0{,}5.32.125.10^{-6}} = 10^{-5}\ F = 10\ \mu F$$

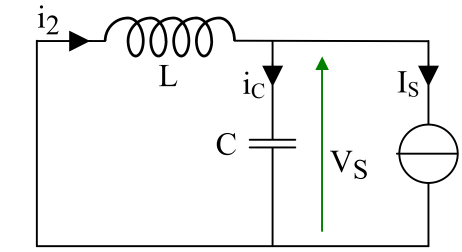
A-e



- Lorsque k_1 est fermé et D bloquée : les valeurs du régime forcé sont : $i_{2F} = I_S$ et $V_{SF} = V_1$.

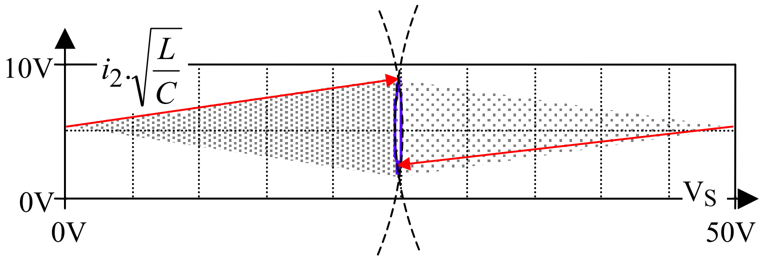
On en déduit le centre de rotation :

$$V_{SF} = 50\,V \;;\; i_{2F}.\sqrt{\frac{L}{C}} = 1{,}5\,.\sqrt{\frac{125.10^{-6}}{10.10^{-6}}} = 1{,}5\,.\,3{,}54 = 5{,}3\,V$$



- Lorsque k_1 est ouvert et D passante : les valeurs du régime forcé sont $i_{2F} = I_S$ et $V_{SF} = 0$.

On en déduit le centre de rotation : $V_{SF} = 0 \;;\; i_{2F}.\sqrt{\frac{L}{C}} = 5{,}3\,V$

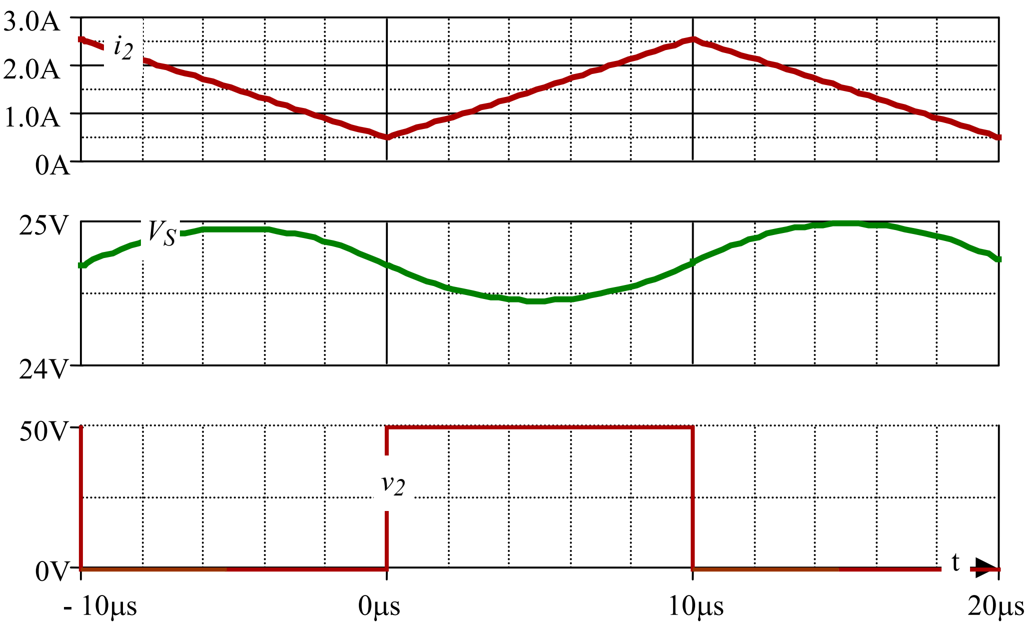


En régime périodique, le déplacement du point de fonctionnement sur les deux arcs de cercle s'effectue à vitesse angulaire ω_o constante.

Sachant que $\omega_o = \frac{1}{\sqrt{L.C}} = 28284\,rad/s$, on en déduit l'angle de rotation correspondant à chaque arc de cercle : $\omega_o.\frac{T}{2} = 28284\,.\,10^{-5} = 0{,}28\,rad = 16{,}2°$

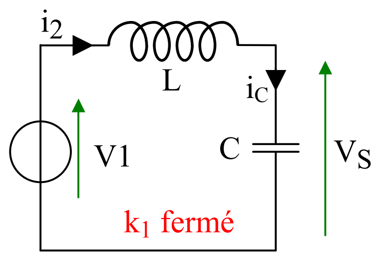
Si on observe l'évolution de la grandeur $i_2(t).\sqrt{\frac{L}{C}}$ (en prenant la projection du point de fonctionnement sur l'axe des ordonnées), on constate que la « montée et la « descente » de cette grandeur s'effectue à vitesse presque constante. Sur une période, $i_2(t)$ sera donc composé de deux segments presque droits.

Si on observe l'évolution de $V_S(t)$ (en prenant la projection du point de fonctionnement sur l'axe des abscisses), on constate que la composante alternative de cette grandeur est assez proche d'une sinusoïde :



On remarque que la simulation informatique prend en compte la tension de seuil de la diode, ce qui engendre une diminution de $V_S(t)$ (qui n'est plus centré sur 25 V)

B-a

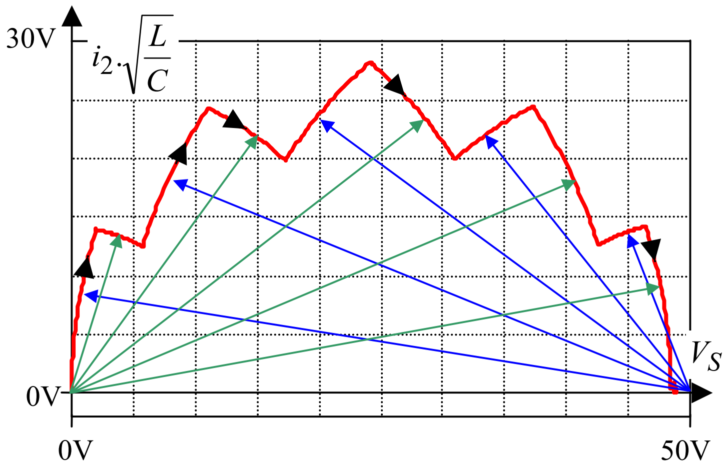


- Lorsque k_1 est fermé et D bloquée : les valeurs du régime forcé sont :

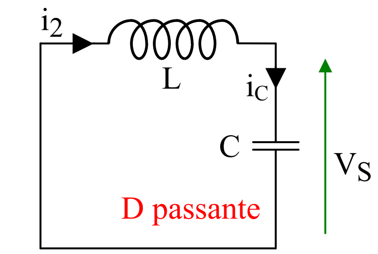
$i_{2F} = 0$ et $V_{SF} = V_1 = 50\ V$

- Lorsque k_1 est ouvert et D passante : les valeurs du régime forcé sont

$i_{2F} = 0$ et $V_{SF} = 0$



On en déduit les centres de rotation dans le plan de phase (ci-contre):

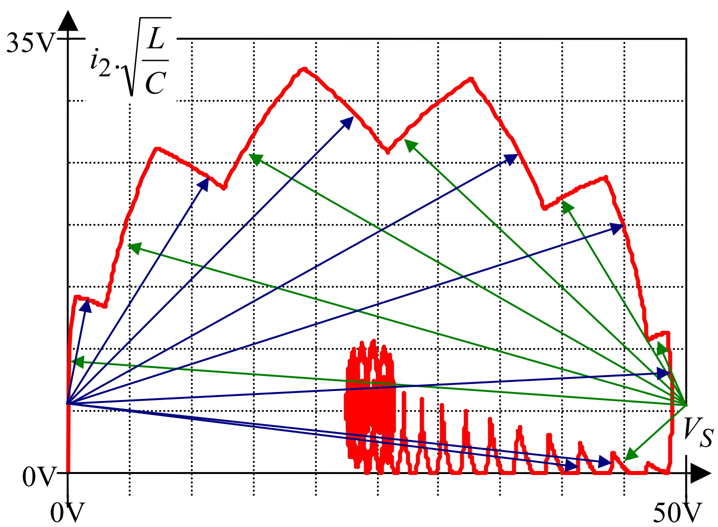


Chaque arc de cercle fait un angle : $\omega_o \cdot \frac{T}{2} =\ 0{,}28\ rad$

On observe sur le plan de phase que $\left(i_2(t) \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}\right)_{max} \approx 28\ V \Rightarrow I_{2max} = \frac{28}{3{,}54} = 7{,}91\ A$ et $V_{Smax} = 50\ V$.

Les interrupteurs « k_1 » et « D » doivent être dimensionnés pour accepter un courant maximum de 7,91 A (supérieur au courant du régime périodique). La charge I_S est soumise transitoirement à une tension de 50 V car, lorsque le courant i_2 devient nul, la conduction dans l'inductance devient discontinue ([1]).

B-b Comme dans la question **A-e** :



- Lorsque k_1 est fermé et D bloquée : les valeurs du régime forcé sont : $i_{2F} = I_S$ et $V_{SF} = V_1$.

On en déduit le centre de rotation :

$V_{SF} = 50\ V$; $i_{2F} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} = 5{,}3\ V$

- Lorsque k_1 est ouvert et D passante : les valeurs du régime forcé sont $i_{2F} = I_S$ et $V_{SF} = 0$.

On en déduit le centre de rotation : $V_{SF} = 0$;

$i_{2F} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} = 5{,}3\ V$

*On remarque que la trajectoire du point de fonctionnement tend vers le régime périodique observé en **A-e**.*

On relève sur le plan de phase ou sur les courbes : $V_{Smax} \approx 48\ V$ et $I_{2max} = \frac{33}{3{,}54} = 9{,}32\ A$

([1]) Dans la première partie (qui étudiait le régime permanent périodique) on avait supposé la conduction continue dans l'inductance pour en déduire $V_S = a.V_1$