M242 Système Electroniques Embarqués

1. Culture générale

Embarqué : Source d'énergie interne

Pas embarqué : Source d'énergie externe

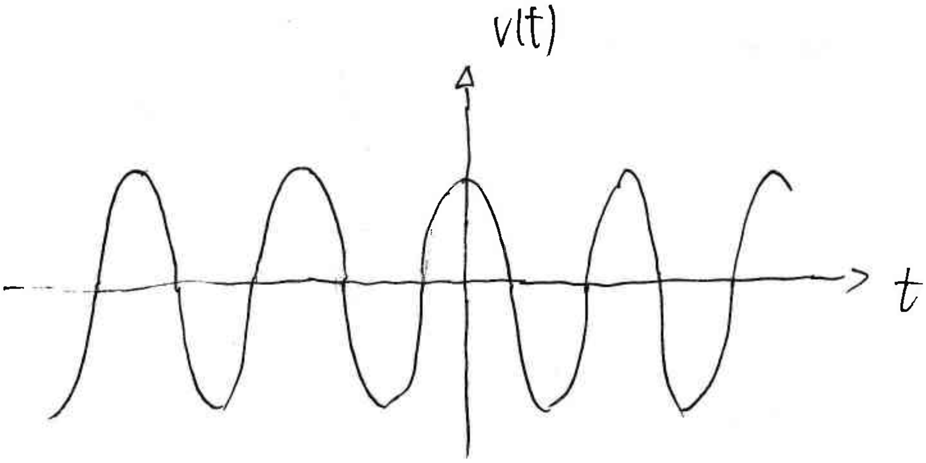
exemple de l'ordinateur portable.

↳ débranché = embarqué

↳ branché = pas embarqué.

* La prise électrique : $V_{eff} = 230\ V$

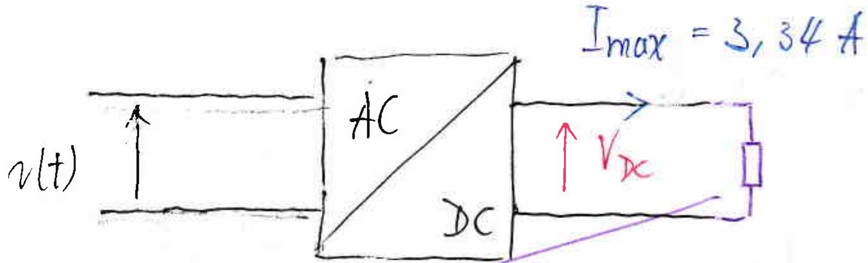
En réalité $v(t) = 230\sqrt{2}\cos(\omega t) \Rightarrow V_{max} = 325\ V$



$\omega = 2\pi f$

↳ $f = 50$ Hz

↳ $T = \frac{1}{f} = 20$ ms



par exemple

$V_{DC} = 19,5$ V

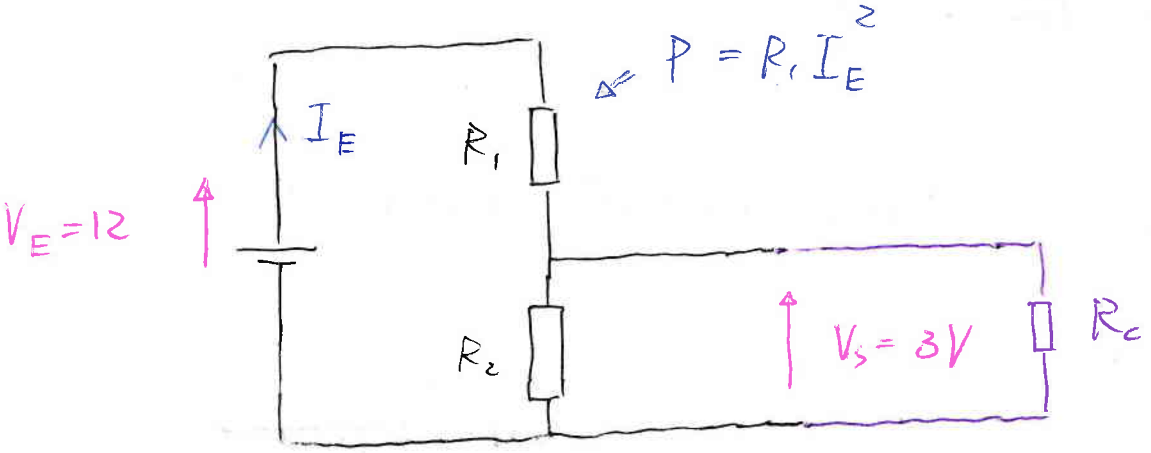
→ Résistance qui modélise l'ordinateur

$R = ?$ $5,8\ \Omega$

Question : Comment passer du 12 V_{DC} (battrie) à du 3 V_{DC} (μP) ?

2. Le diviseur de tension

idée :



$$V_S = V_E \times \frac{R_2 /\!/ R_c}{R_1 + R_2 /\!/ R_c}$$

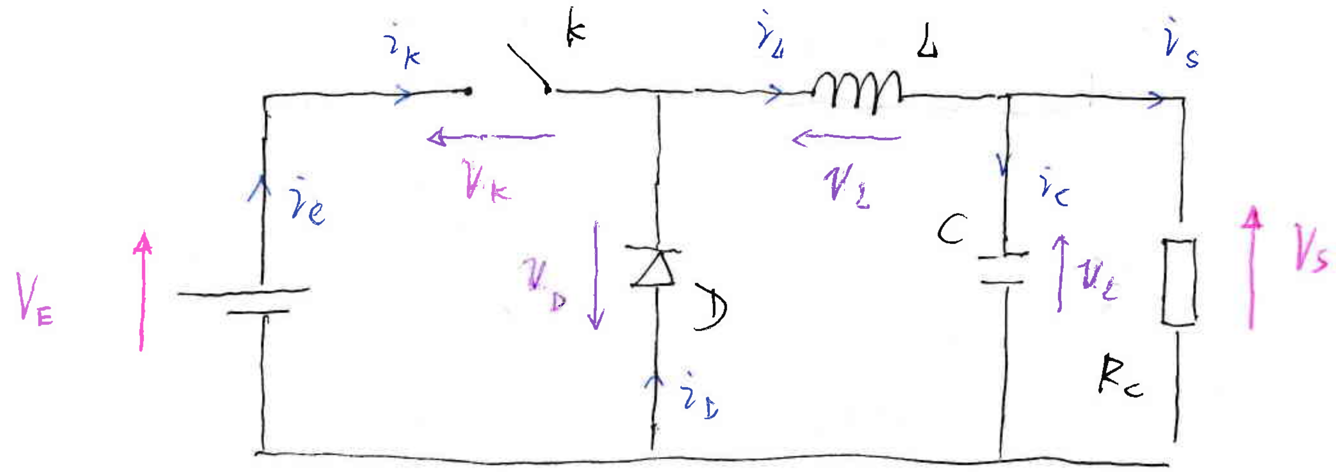
Problème 1 : le niveau de tension V_S dépend de la valeur de la charge R_c

Problème 2 : le rendement : il y a de la puissance P qui est dissipée dans R_1 et dans R_2, ce qui correspond à des pertes.

⇒ On ne fait jamais un diviseur de tension.

3. Convertisseur buck.

Autre noms : hacheur abaisseur, hacheur série



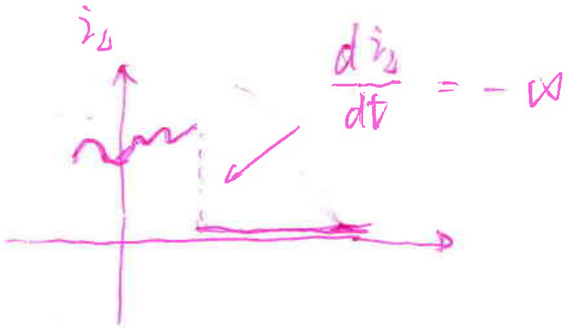
Relations tensions courants de ces composants :

* $V_S = R\ i_S$

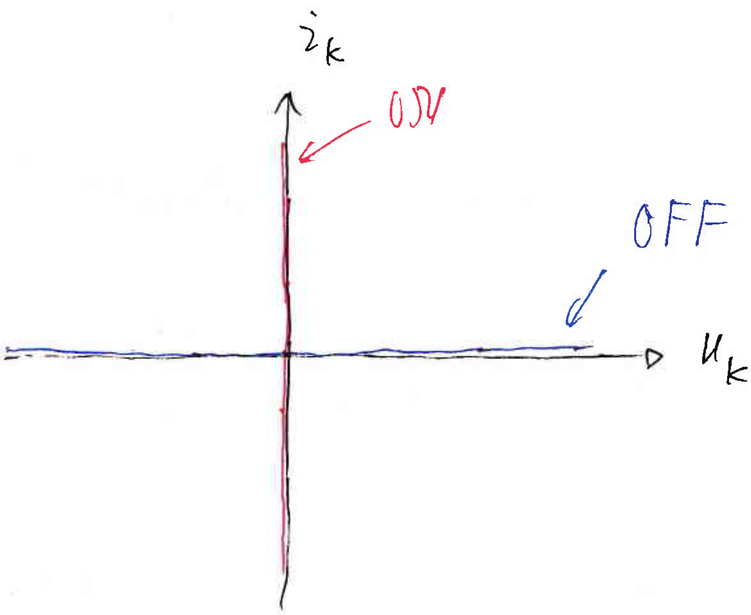
* $V_E = V_E \quad \forall\ i_e$

* $i_c = C \times \dfrac{du_c}{dt}$

* $u_L = L \times \frac{di_L}{dt}$

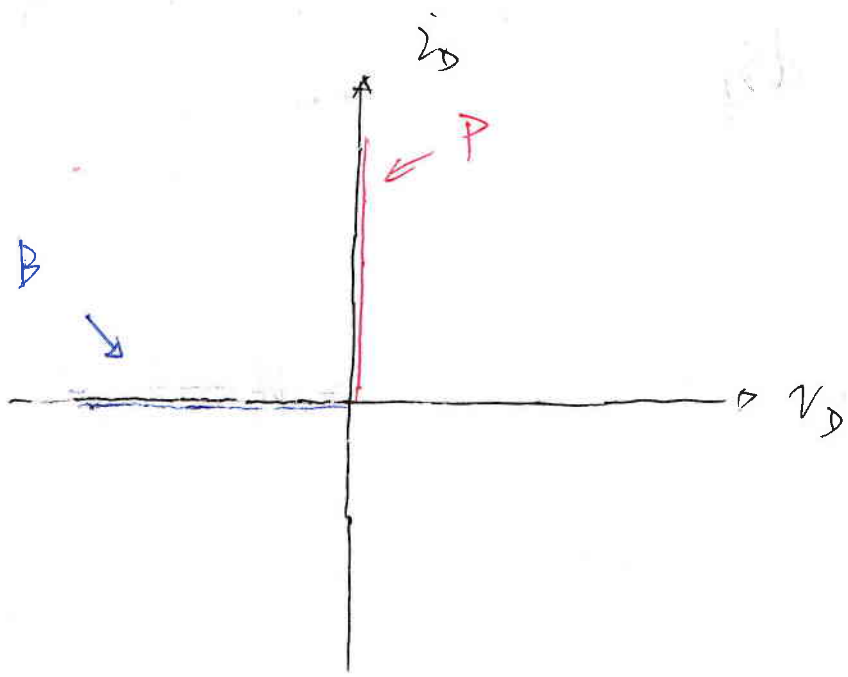


* interrupteur : $\begin{cases} \text{fermé (ON)} \Rightarrow u_k = 0 \; ; \; i_k = ? \\ \text{ouvert (OFF)} \Rightarrow i_k = 0 \; ; \; u_k = ? \end{cases}$



* Diode : Si $i_D > 0 \Rightarrow v_D = 0$ (passante)

Si $v_D < 0 \Rightarrow i_D = 0$ (bloquée)



hypothèse : le montage fonctionne correctement.

$\Rightarrow$ $V_s = 3\,V$; $v_s = V_s + \Delta V_s$

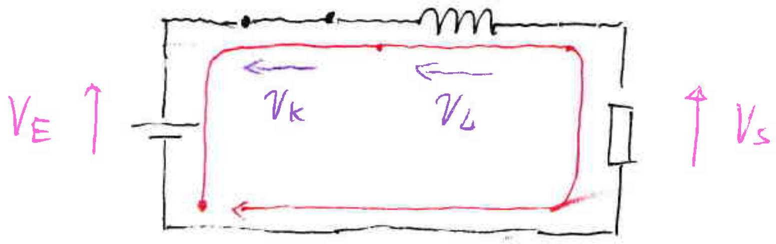
mais je suppose $\Delta V_s \ll V_s$; par exemple

on peut avoir $\dfrac{\Delta V_s}{V_s} = 5\,\%$ $\Rightarrow \Delta V_s = 0{,}15\,V$

méthode de fonctionnement :

① $\forall t\ [0 ; \alpha T_d]$, K ON　　$0 < \alpha < 1$, T_d période de découpage

grande maille :

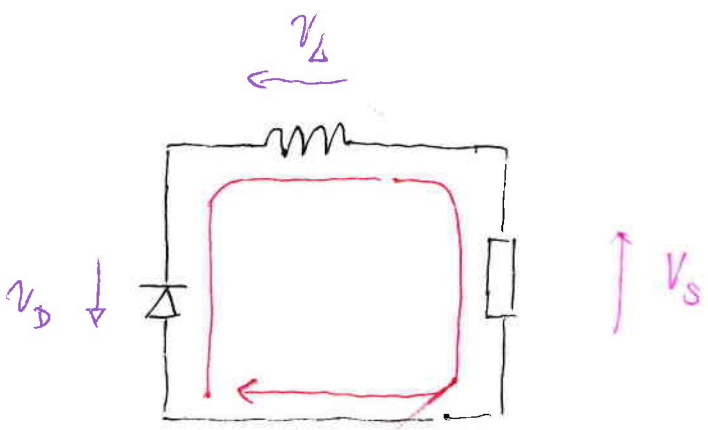


$$+ V_E - v_K - v_L - V_s = 0$$

$$\Rightarrow \quad v_L = V_E - V_s$$

② $\forall t \in [\alpha T_d ; T_d]$, K OFF

maille moyenne :



$$- v_D - v_L - V_s = 0$$

$$v_L = -v_D - V_S \qquad (v_D = -v_L - V_S)$$

↳ mise en conduction de la diode ⇒ $v_D = 0$

$$v_L = -V_S$$

③ Calculons $\langle v_L \rangle$ car $\langle v_L \rangle = 0$ en Régime Etabli

En régime établi $\langle x \rangle_{Td} = cte$

donc $\langle i_L \rangle = cte \Rightarrow \langle v_L \rangle = \langle L \dfrac{di_L}{dt} \rangle$

$$= L \frac{d}{dt} \langle i_L \rangle$$

$$= 0$$

$$\langle v_L \rangle = \frac{1}{Td}\int_0^{Td} v(t)\,dt$$

$$= \frac{1}{Td}\int_0^{\alpha Td} (V_E - V_s)\,dt + \frac{1}{Td}\int_{\alpha Td}^{Td} (-V_s)\,dt$$

$$= \frac{V_E - V_s}{Td}\left[\, t \,\right]_0^{\alpha Td} + \frac{-V_s}{Td}\left[\, t \,\right]_{\alpha Td}^{Td}$$

$$= \frac{V_E - V_s}{Td}(\alpha Td) + \frac{-V_s}{Td}(Td - \alpha Td)$$

$$= \alpha V_E - \alpha V_s - V_s + \alpha V_s$$

$$= \alpha V_E - V_s = 0$$

$$\Longrightarrow \quad \boxed{V_s = \alpha V_E}$$

A.N : $V_E = 12\,V$ et $V_s = 3\,V$ $\Rightarrow \alpha = 0{,}25$

$\Rightarrow$ 25 % du temps k ON

$\Rightarrow$ 75 % du temps k OFF

α : Rapport cyclique (duty cycle)

$$\boxed{\alpha = \frac{T_{kON}}{T_d}}$$

Remarque ① : Le niveau de tension V_s ne dépend pas de R_c

Maintenant, calculons le rendement :

$$\boxed{\eta = \frac{\langle P_s \rangle}{\langle P_E \rangle}}$$

η : êta

$$\langle P_E \rangle = \frac{1}{Td}\int_0^{Td} P_E(t)\, dt = \frac{1}{Td}\int_0^{Td} V_E\, i_E\, dt$$

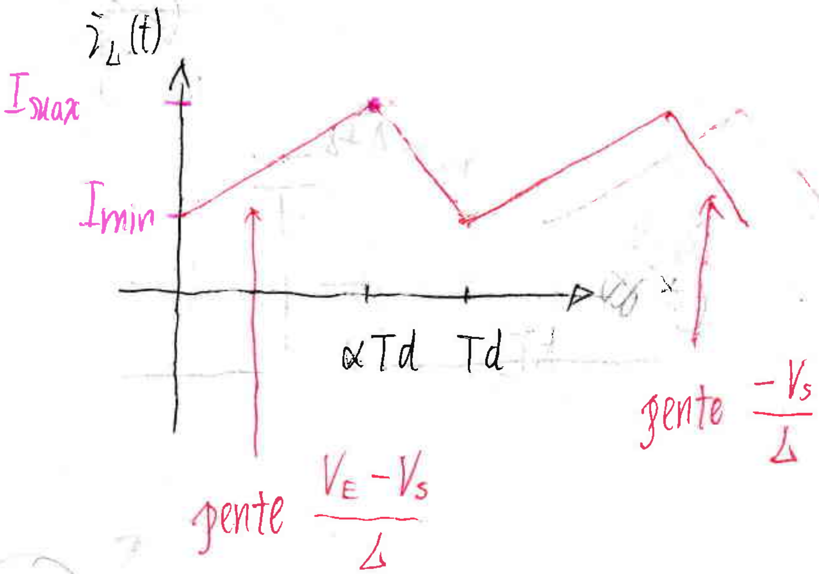
$$= \frac{1}{Td}\int_0^{\alpha Td} \frac{V_s}{\alpha}\, i_L\, dt + \frac{1}{Td}\int_{\alpha Td}^{Td} \frac{V_s}{\alpha} \times 0\, dt$$

$$= \frac{V_s}{\alpha Td}\int_0^{\alpha Td} i_L(t)\, dt$$

Il faut calculer l'expression de $i_L(t)$, $\forall t \in [0 ; \alpha Td]$

$$V_L(t) = V_E - V_s = L\frac{di_L(t)}{dt} \Rightarrow \frac{di_L}{dt} = \frac{V_E - V_s}{L} = cte > 0$$

$\Rightarrow i_L(t)$ est une droite

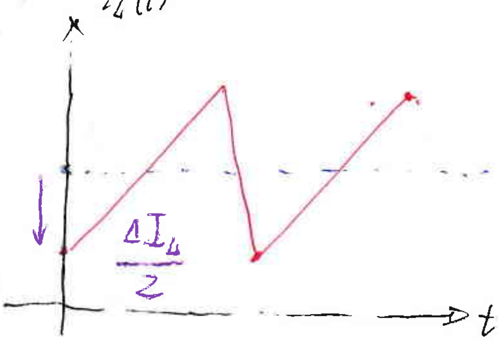


$$\Rightarrow i_L(t) = \frac{V_E - V_S}{L} \times t + I_{min}$$

$$\text{à } t = \alpha T_d \Rightarrow \frac{V_E - V_S}{L} \times \alpha T_d + I_{min} = I_{max}$$

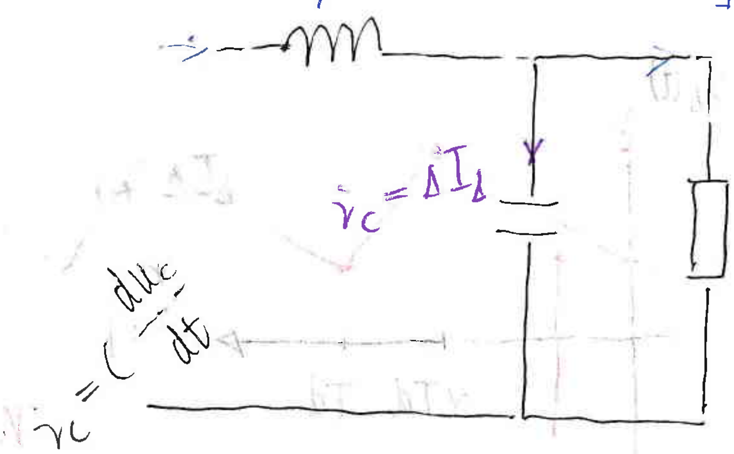
$$\Rightarrow \Delta I_L = I_{max} - I_{min} = \frac{V_E - V_S}{L} \alpha T_d$$

$$\text{Or} \quad I_{min} = I_{moy} - \frac{\Delta I_L}{2}$$



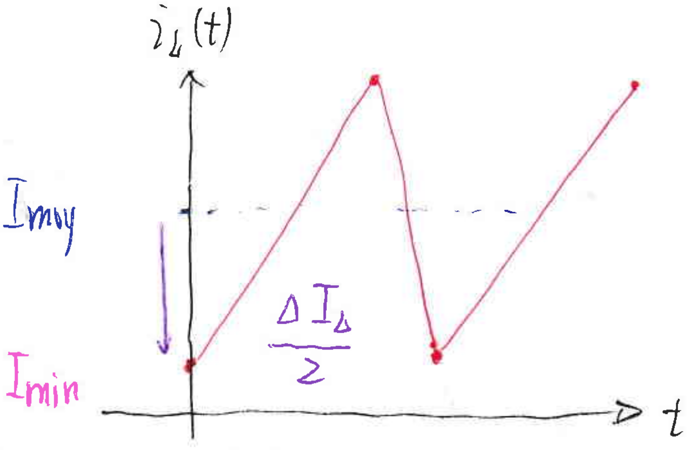
$i_L(t) = I_{moy} + \Delta I_L$

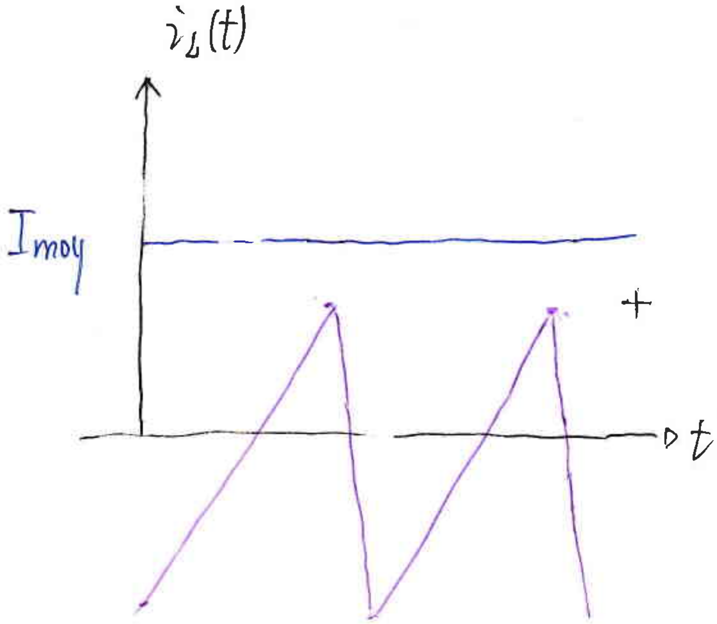
$I_s = \frac{V_s}{R} = cte$



$I_s = I_{L\,moy}$
$I_c = \Delta i_L$

car on a un filtre passe-bas





$$\Rightarrow I_{moy} = I_s = \frac{V_s}{R}$$

$$\forall t \in [0 ; \alpha Td] : i_L(t) = \frac{V_E - V_S}{L} \times t + I_{moy} - \frac{\Delta I_L}{2}$$

$$= \frac{V_E - V_s}{L} \times t + \frac{V_s}{R_c} - \frac{V_E - V_s}{2L} \times \alpha Td$$

$$= \frac{V_E - V_s}{2L} (2 \times t - \alpha Td) + \frac{V_s}{R_c}$$

$$V_E = \frac{V_s}{\alpha}$$

$$= \frac{V_s - \alpha V_s}{2\alpha L}(2 \times t - \alpha Id) + \frac{V_s}{R_c}$$

$$i_L(t) = \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \times \frac{V_s}{2L} \times (2t - \alpha Id) + \frac{V_s}{R_c}$$

15/01/2021