M242 Système Electroniques Embarqués

1. Culture générale

Embarqué : Source d'énergie interne

Pas embarqué : Source d'énergie externe

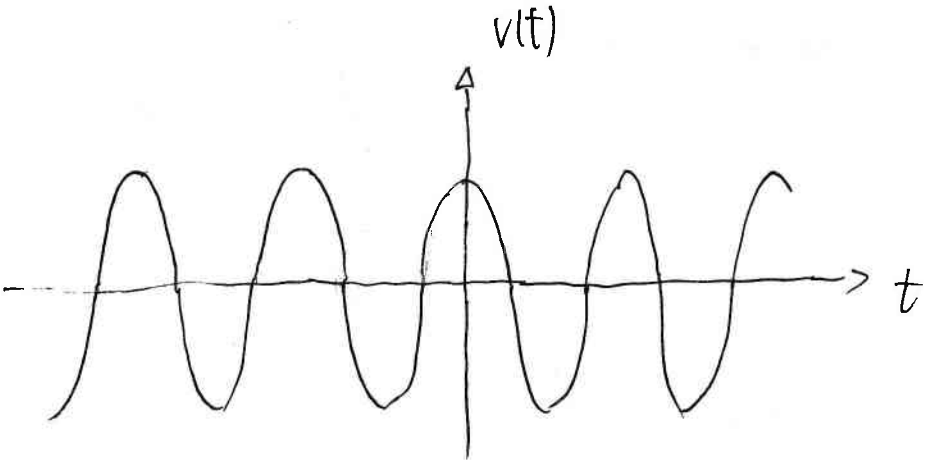
exemple de l'ordinateur portable.

↳ débranché = embarqué

↳ branché = pas embarqué.

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

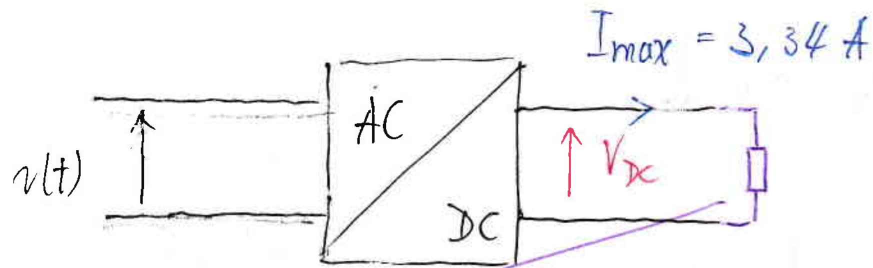
En réalité $v(t) = 230\sqrt{2}\cos(\omega t) \Rightarrow V_{max} = 325\ V$



$\omega = 2\pi f$

$\hookrightarrow f = 50\ Hz$

$\hookrightarrow T = \frac{1}{f} = 20\ ms$



par exemple

$V_{DC} = 19,5\ V$

Résistance qui modélise l'ordinateur

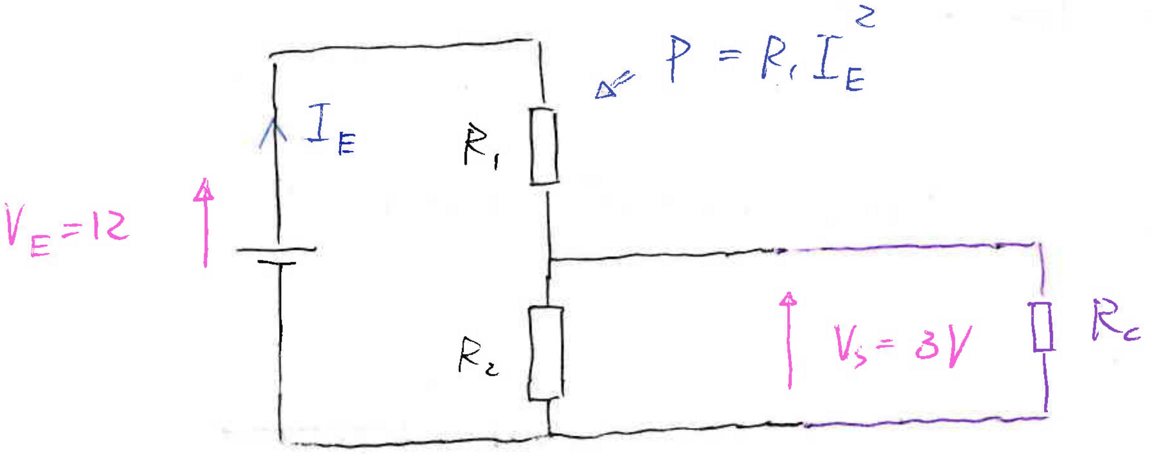
$R = ?\ 5,8\ \Omega$

Question : Comment passer du 12 V_{DC} (battrie)

à du 3 V_{DC} (μP) ?

2. Le diviseur de tension

idée :



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

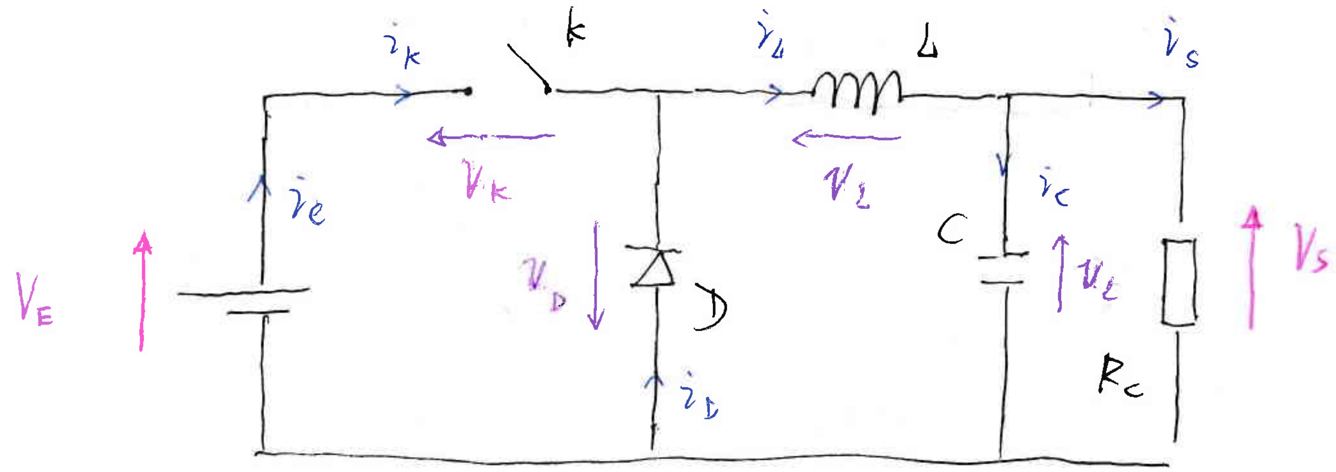
Problème 1 : le niveau de tension V_s dépend de la valeur de la charge R_c

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



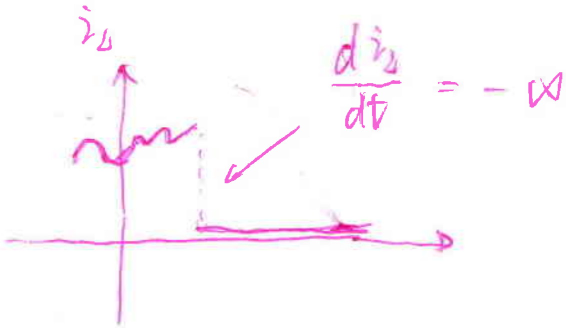
Relations tensions-courants de ces composants :

* $V_S = R\ i_S$

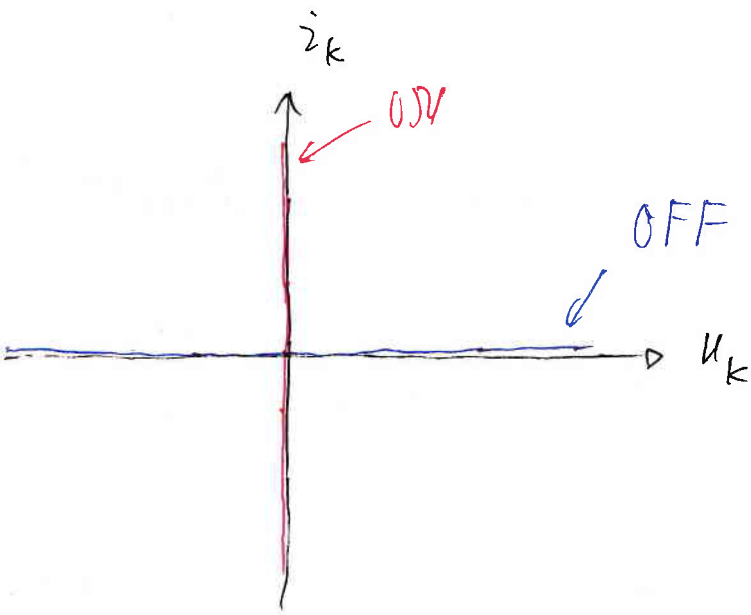
* $V_E = V_E \quad \forall\ i_e$

* $i_C = C \times \dfrac{du_C}{dt}$

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

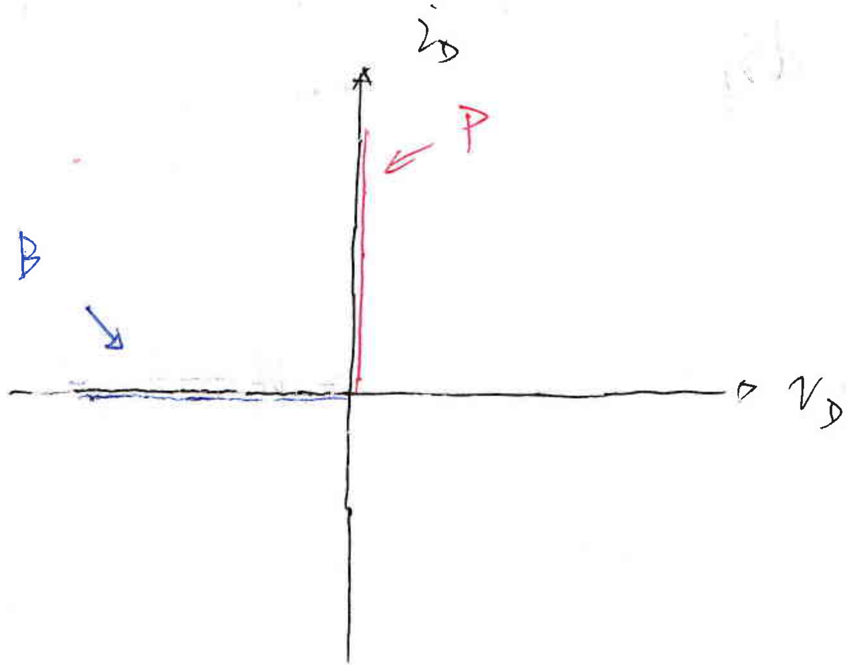


* interrupteur : $\begin{cases} \text{fermé (ON)} \Rightarrow u_k = 0 \; ; \; i_k = ? \\ \text{ouvert (OFF)} \Rightarrow i_k = 0 \; ; \; u_k = ? \end{cases}$



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

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



hypothèse : le montage fonctionne correctement.

valeur moyenne

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

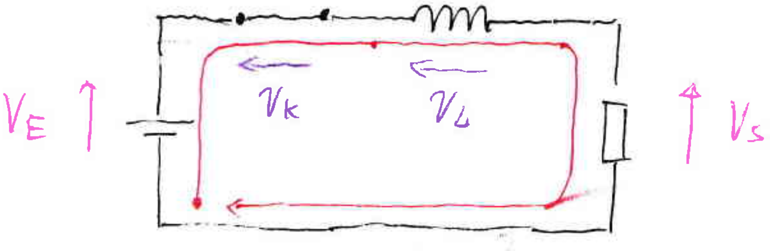
mais je suppose $\Delta V_s << V_s$; par exemple

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 :

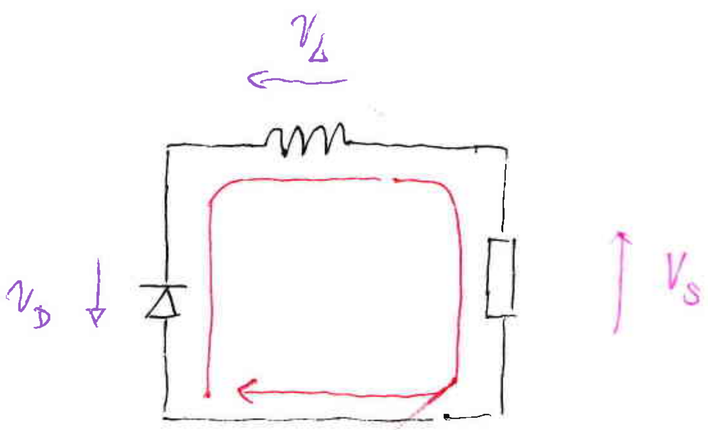


$$+V_E - v_K - v_L - V_S = 0$$

$$\Longrightarrow \quad v_L = V_E - V_S$$

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 $\Rightarrow v_D = 0$

$$v_L = -V_s$$

3) Calculons $< v_L >$ car $< v_L > = 0$ en Régime Etabli

En régime établi $< x >_{Td} = cte$

donc $< i_L > = cte \Rightarrow < v_L > = < L \frac{di_L}{dt} >$

$$= L \frac{d}{dt} < i_L >$$

$$= 0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

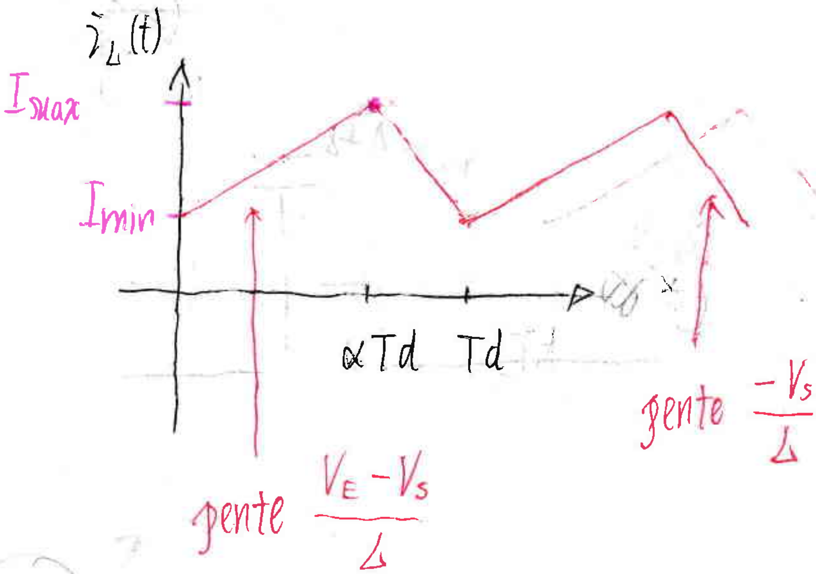
$$= \frac{1}{Td} \int_0^{\alpha Td} \frac{V_s}{\alpha}\, i_L\, dt + \frac{1}{Td} \int_{\alpha Td}^{Td} \frac{V_s}{\alpha} \times 0\, dt$$

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

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

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

$\Rightarrow$ $i_L(t)$ est une droite

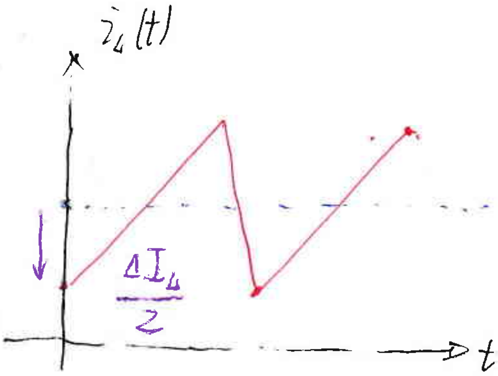


$$\Rightarrow \quad i_L(t) = \frac{V_E - V_s}{L} \times t + I_{min}$$

$$\text{à } t = \alpha T d \Rightarrow \frac{V_E - V_s}{L} \times \alpha T d + I_{min} = I_{max}$$

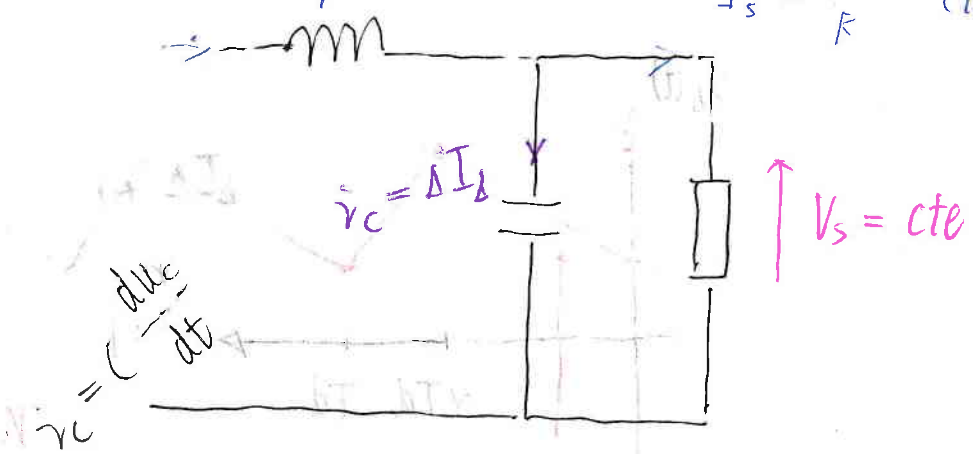
$$\Rightarrow \quad \Delta I_L = I_{max} - I_{min} = \frac{V_E - V_s}{L} \alpha T d$$

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



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

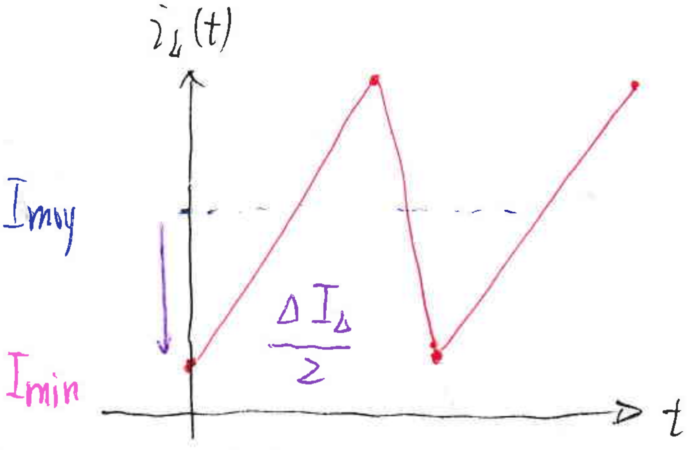
$I_s = \dfrac{V_s}{R} = cte$

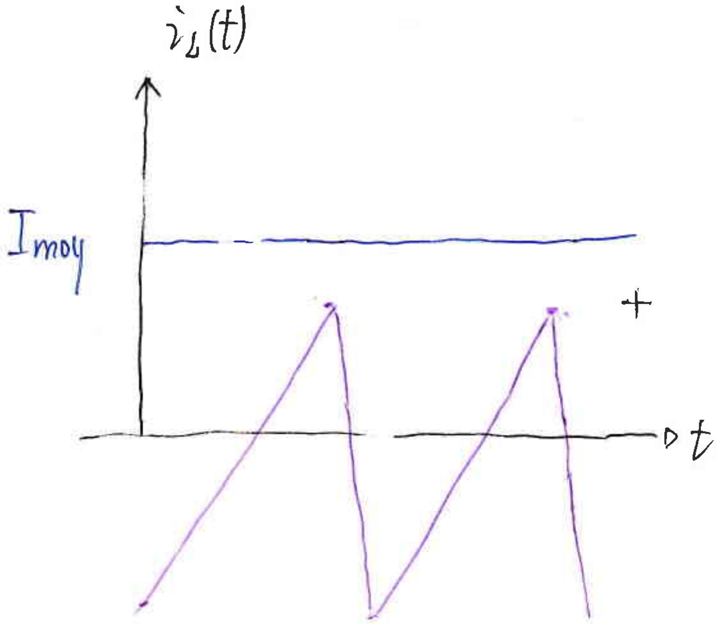


$I_s = I_{L\,moy}$

$I_c \doteq \Delta i_L$

car on a un filtre passe-bas





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

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

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

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

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

$$\uparrow \quad = \frac{V_s - \alpha V_s}{2 \alpha L}(2 \times t - \alpha I d) + \frac{V_s}{R_c}$$

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

15/01/2021

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

$$= \frac{V_s}{\alpha Id} \int_0^{\alpha Td} \left(\frac{(1-\alpha)}{\alpha} \cdot \frac{V_s}{2L} \times (2t - \alpha Td) + \frac{V_s}{R_c} \right) dt$$

$$= \frac{V_s}{\alpha Td} \left[\frac{(1-\alpha)}{\alpha} \cdot \frac{V_s}{2L} \times \left(t^2 - \alpha Td \times t \right) + \frac{V_s}{R_c} \times t \right]_0^{\alpha Id}$$

$$= \frac{V_s}{\alpha Td} \times \left(\frac{V_s}{R_c} \times \alpha Td \right)$$

$$= V_s \times I_s$$

$$= \langle P_s \rangle$$

$$\boxed{\eta = \frac{\langle P_s \rangle}{\langle P_E \rangle} = 1}$$

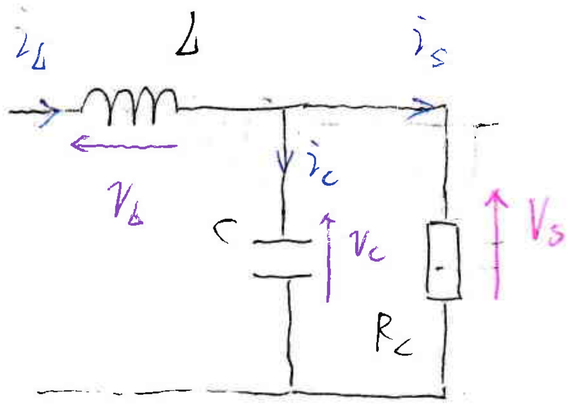
Remarque 2 : le rendement est unitaire.

Maintenant, comment choisir $f_d = \frac{1}{T_d}$, L, et C ?

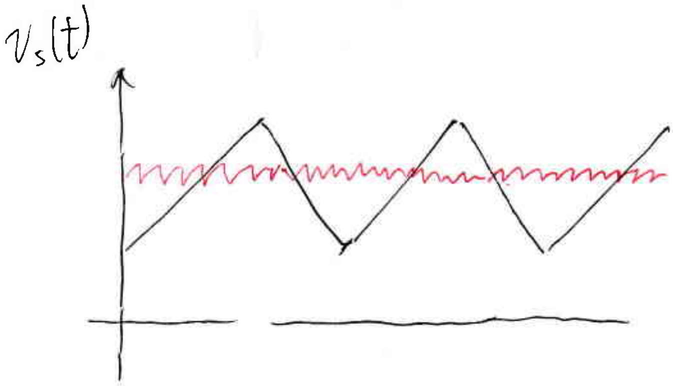
⟹ Il faut regarder les ondulations d'une part et la technologie d'autre part.

En effet, on veut $v_s = V_s + \Delta V_s$ (ΔV_s : ondulation)

Après



$$i_c = C \frac{dv_c}{dt}$$



Après calcul, on trouve :

$$\boxed{\Delta V_s = \frac{\alpha(1-\alpha)V_E}{8LCfd^2}} \qquad \boxed{\Delta i_L = \frac{\alpha(1-\alpha)V_E}{Lfd}}$$

Si on ne veut pas d'ondulation : $L = +\infty$; $C = +\infty$; $fd = +\infty$

Augmenter L et C coûte en €, masse, volume, en matériaux.

On va plutôt miser sur l'augmentation de fd.

En 2021, on a $1\text{ kHz} < fd < 1\text{ MHz}$, c'est valeur dépendent de la technologie.

Par exemple : on fixe $fd = 10\text{ kHz}$, et on veut :

$$\frac{\Delta V_s}{V_s} = 5\ \% \qquad \frac{\Delta i_L}{I_L} = 10\ \% \qquad \text{avec } P_s = 30W$$

$\Rightarrow L = 224\ \mu H$

$C = 83\ \mu F$

?

$P_s = V_s I_s = V_s I_L$

3V

$I_L = \frac{30}{3} = 10\ A$

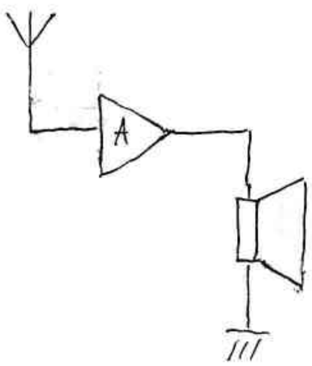
4. Les interrupteurs : des transistors

invention : 23 décembre 1947 (laboratoire Bell)

prix Nobel en 1956.

les transistors sont des tripoles

<u>Objetif</u> : amplificateur miniature



Electronique Analogique

stockage de donner

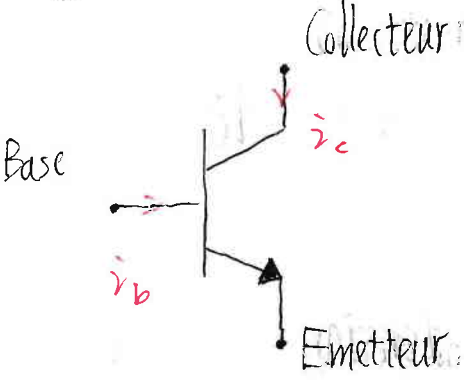
0110....10

Electronique Numérique

interrupteur

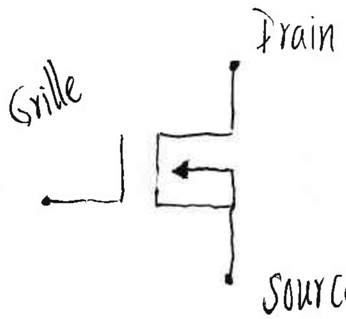
Electronique de Puissance

bipolaire

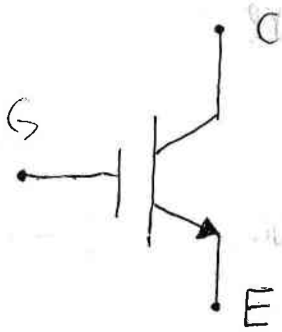


$i_c = \beta\, i_b$

Transistor à effet de champ



IGBT



Matériau de base : Si

le Si est un semi-conducteur : on peut modifier la conductivité du matériau. Si pur → isolant

Si + Dopage (As, Ga, In, ...) → conducteur

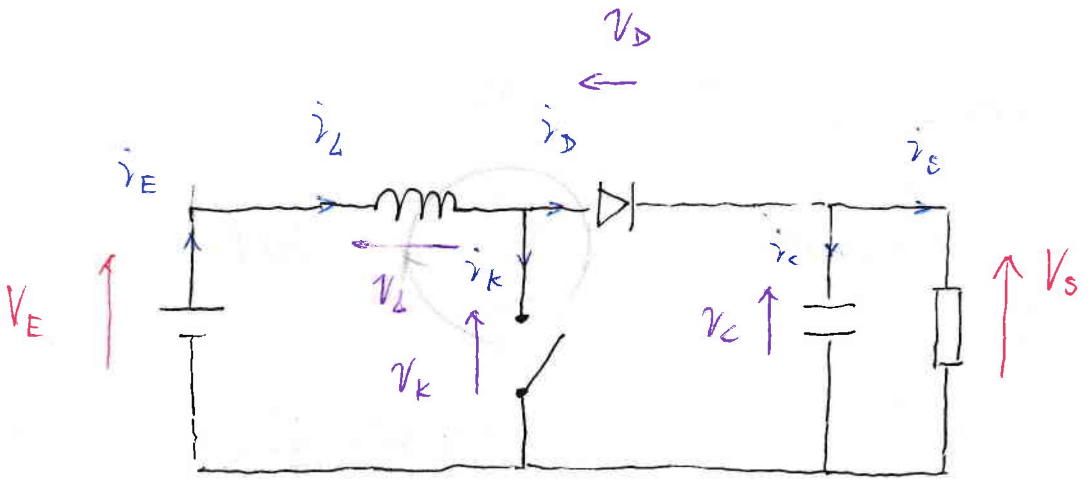
⇒ On comprend l'application "interrupteur"

5. Convertisseur boost

Autre noms : Hacheur élévateur, hacheur parallèle

Question : Est-il possible d'augmenter la tension : $V_s > V_e$?

Par exemple : Calculette "collège" | $V_E = 3V$
$V_s = 9V$



Calculer V_s en fonction de V_E (hypothèse : $v_s = V_s + \Delta V_s$) :

① $\forall t \in [0 ; \alpha T_d]$ K ON

$V_E = v_L + v_K$ avec $v_K = 0 \Rightarrow v_D = -v_S < 0$ D OFF

$V_E = v_L$

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

$V_E = v_L + V_S + v_D$ mais D ON $\Rightarrow v_D = 0$

$V_E = v_L + V_S$

③ $< v_L > = 0$

$$< v_L > = \frac{1}{T_d} \int_0^{T_d} v_L(t)\, dt$$

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

$$= \frac{1}{Td} \left(V_E \times \alpha Td + (V_E - V_s)(Td - \alpha Td) \right)$$

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

$$= V_E + V_s(-1 + \alpha)$$

$$= 0$$

$$\Rightarrow \boxed{V_s = \frac{V_E}{1-\alpha}}$$

comme $0 < \alpha < 1$

$V_s > V_E$

Maintenant, quelles sont les valeurs de fd, C, L ?

Après calcul

#

$$\boxed{\Delta V_s = \frac{\alpha V_E}{(1-\alpha) R_c . C . fd}}$$

#

$$\boxed{\Delta i_L = -\frac{\alpha V_E}{L fd}}$$

$V_s = 9\,V$

$V_E = 3\,V$

$P_s = 5\,W$

$\hookrightarrow P_s = P_E$

$= \langle V_E \times I_E \rangle$

$= V_E \times \langle i_E \rangle$

$= V_E \times I_{L\,moyenne}$

$\frac{5W}{V_E = 3W}$ $\Rightarrow I_L = 1{,}67\,A$

$\Rightarrow \Delta i_L = 0{,}167\,A$

$P_s = \frac{V_s^2}{R_c}$ $\Rightarrow R_c = 16{,}2\,\Omega$

$5\%\,V_s =$

$\Delta V_s = 0{,}45\,V$

On fixe $f_d = 20\,kHz$, $\frac{\Delta V_s}{V_s} = 5\,\%$ $\frac{\Delta i_L}{I_L} = 10\,\%$

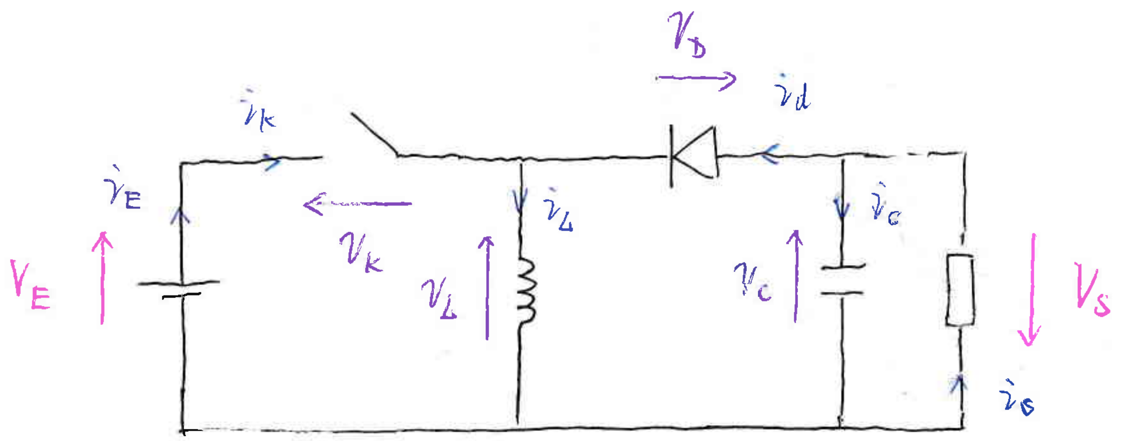
I_s ?

$\alpha = 2/3$ $L = 0{,}6\,mH$ $C = 41\,\mu F$

 22/01/2021

6. Convertisseur buck-boost

⇒ hacheur à stockage inductif



Quelle est la relation tension V_s par rapport à la tension V_E ?

⇒ $\boxed{V_s = \dfrac{\alpha}{1-\alpha} V_E}$ ← Démonstration à faire pour le TP !

Si $\alpha = 0{,}25$ ⇒ $V_s = \frac{1}{3} V_E$ (abaisseur)

Si $\alpha = 0{,}75$ ⇒ $V_s = 3 V_E$ (élévateur)

A-t-on un rendement unitaire ?

$$<P_E> = <V_E\, i_E>$$

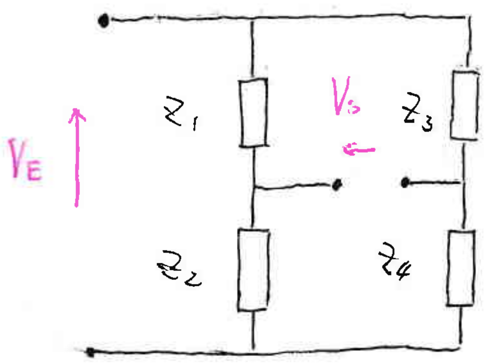
$$\vdots$$

$$= <P_s>$$

$$\Rightarrow \boxed{\eta = \frac{<P_s>}{<P_E>} = 1}$$

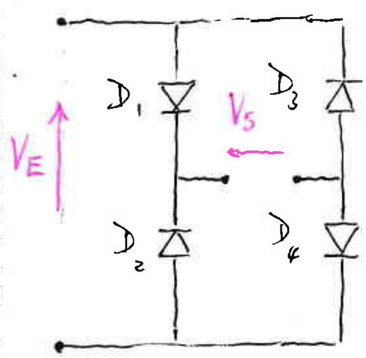
7. Pont en H

Pont : 4 composants électroniques placés de manière symétrique avec une "entrée" et une "sortie"



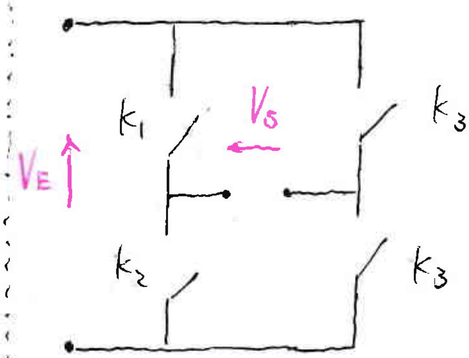
Pont de Wheatstone

Si $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3 \Rightarrow V_s = 0$



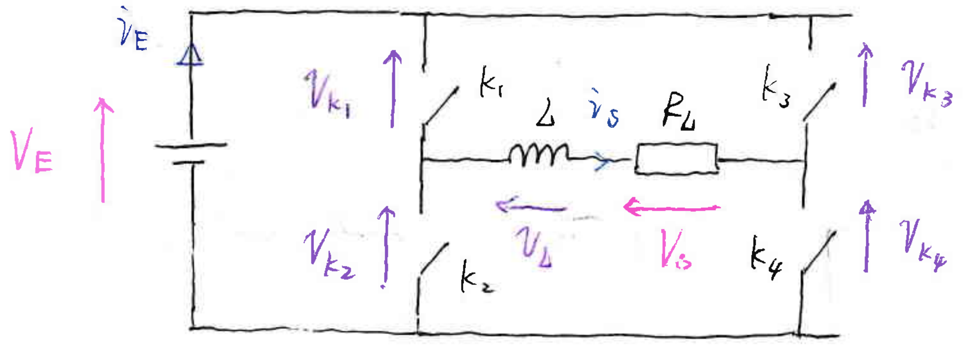
Pont de diode

à la base des AC/DC



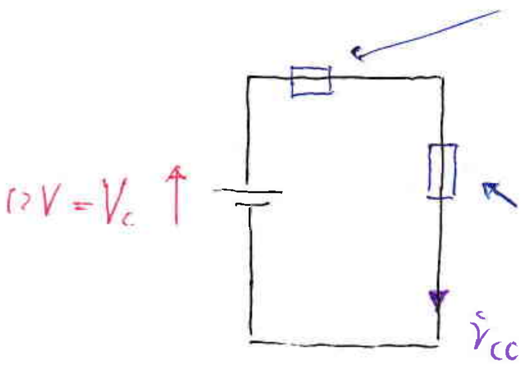
Pont en H

Question : Peut-on avoir une tension de sortie $V_s > 0$ ou $V_E < 0$ en fonction de α ?



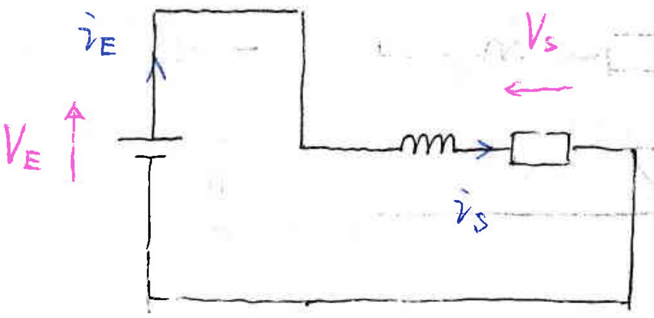
4 interrupteur :

⚠ si k_1 et k_2 ON ⇒ on court-circuite la batterie



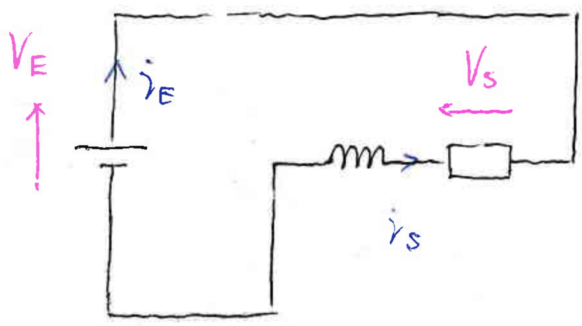
$$i_{cc} = \frac{V_E}{R_i + R_f} = +\infty$$

① : k_1 et k_4 ON , k_2 et k_3 OFF



$$i_E = i_S$$

② : k_2 et k_3 ON , k_1 et k_4 OFF



$$i_E = -i_S$$

Question : Déterminer V_S en f^n de V_E , α .

① k_1 et k_4 ON, k_3 et k_2 OFF

$$V_E = V_L + V_S$$

② k_1 et k_4 OFF, k_2 et k_3 ON

$$V_E = -V_L - V_S$$

③ $\langle V_L \rangle = 0$

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

$$= \frac{1}{Td} (V_E - V_s)(\alpha Td) + \frac{1}{Td} (-V_E - V_s)(Td - \alpha Td)$$

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

$$= (2\alpha - 1) V_E - V_s = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{V_s = (2\alpha - 1) V_E}$$

si $\alpha > 0{,}5$ $\quad V_s > 0$

si $\alpha < 0{,}5$ $\quad V_s < 0$

Remarque : Si $Td = \frac{1}{fd} \gg \tau \rightarrow V_s \neq cte.$

Par exemple si k_1 et k_4 ON.

$$V_E = v_L + v_s$$

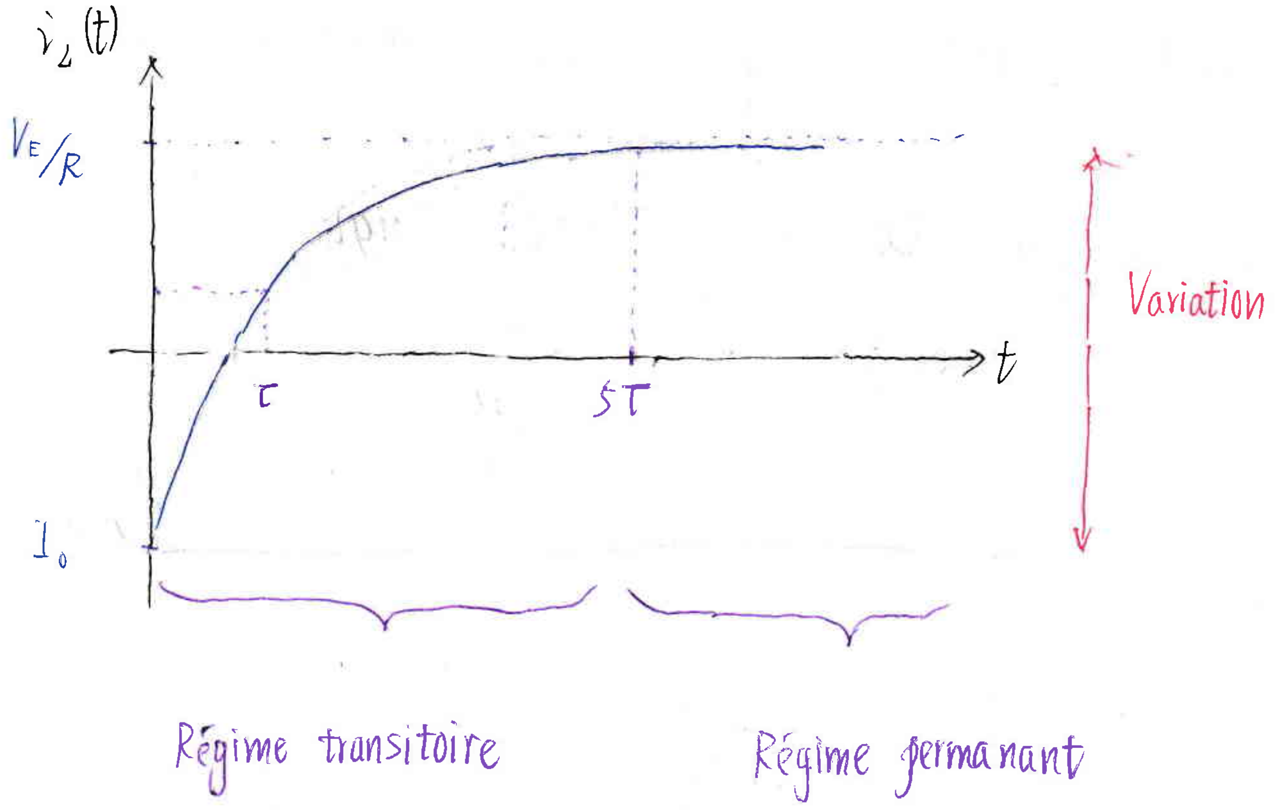
$$= L \frac{di_L}{dt} + R_c\, i_L$$

$$\Rightarrow \frac{di_L}{dt} + \frac{R\, i_L}{L} = \frac{V_E}{L}$$ → éq° diff 1^er ordre, linéaire, à coef constant, à 2^nd membre constant

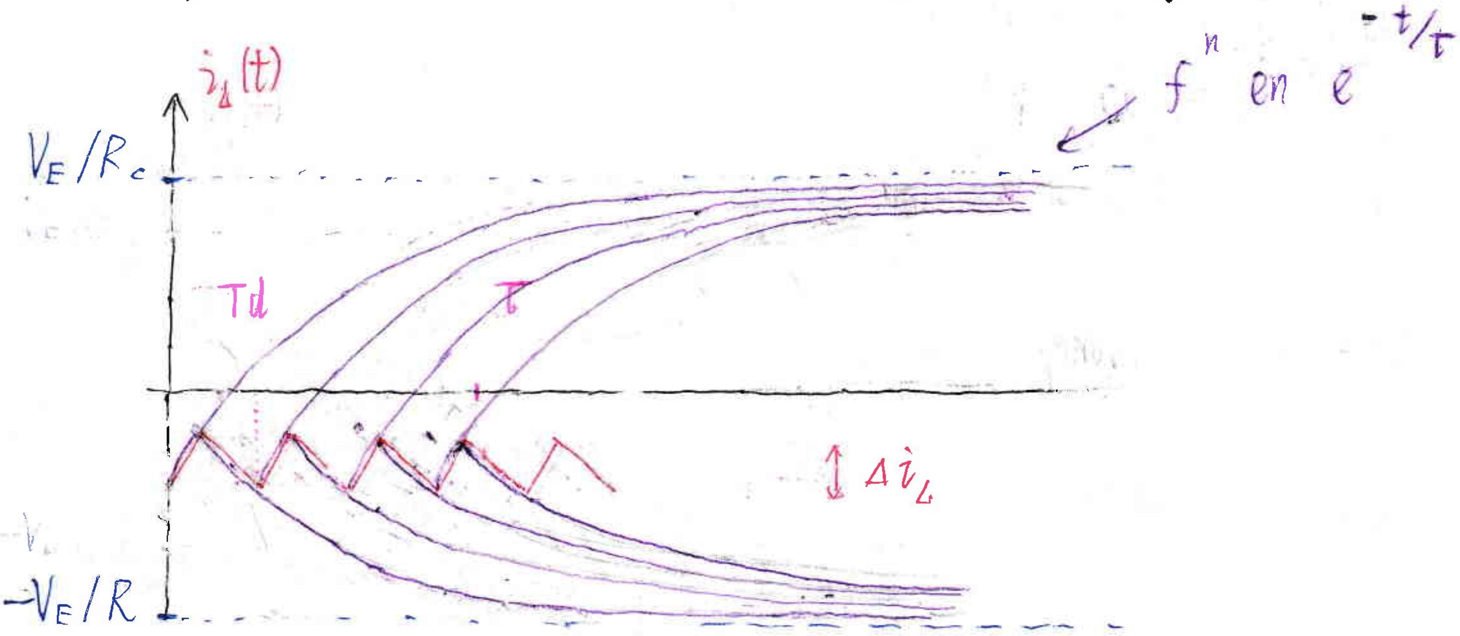
La solution est de type $i_L(t) = A\, e^{-t/\tau} + B$

$B = \frac{V_E}{R}$ $\qquad i_L(t=0) = A + B$ $\qquad A = I_0 - B$

$\forall t \in \mathbb{R}^{+*}$ $\qquad i_L(t) = \left(I_0 - \frac{V_E}{R}\right) e^{-t/\tau} + \frac{V_E}{R}$ $\qquad \tau = \frac{L}{R}$



Lorsque $Td \ll \tau$, on n'atteint jamais le régime permanent

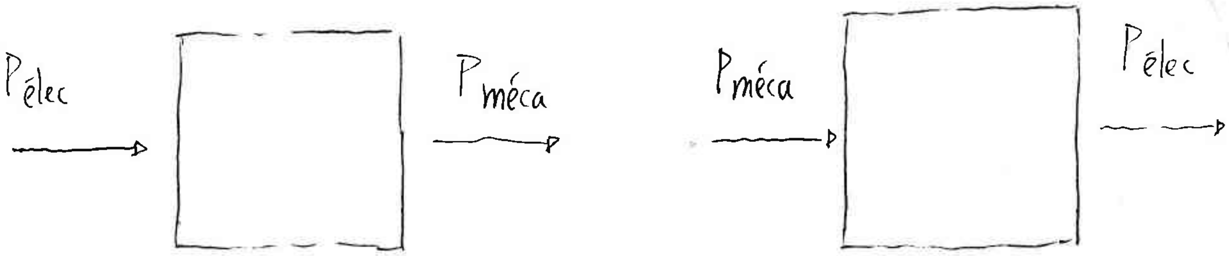


\#

Préparation du TP 2 : Calculer Δi_L et ΔV_s

8. Exemple de motorisation : la machine à courant continu

machine électrique : Convertisseur électromécanique



fonctionnement moteur   fonctionnement générateur

Il existe 3 types de machine électriques :

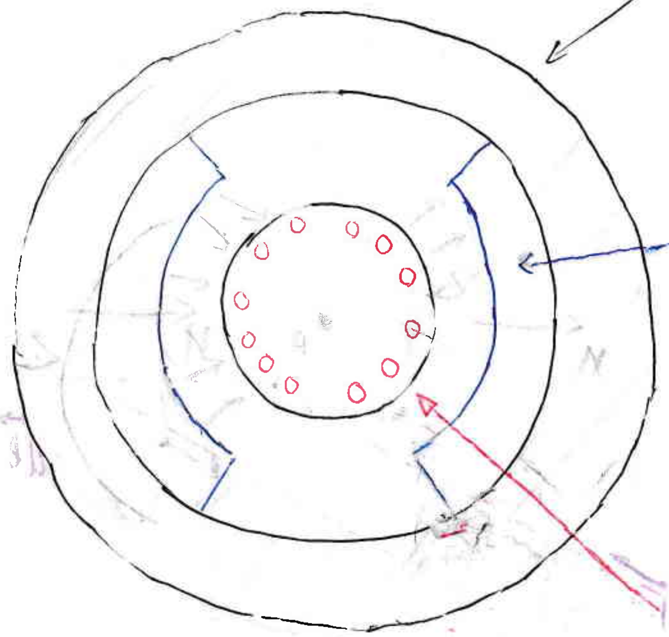
- Machine à Courant Continu
- Machine Synchrone
- Machine Asynchrone

$$\vec{dl} \wedge \vec{B} = B\,dl\,\vec{u}_\theta$$

$$\Rightarrow \vec{F} = \int_A^B IB\,dl\,\vec{u}_\theta = \boxed{BIL\,\vec{u}_\theta = \vec{F}}$$

29/01/2021

Constitution d'une MCC :



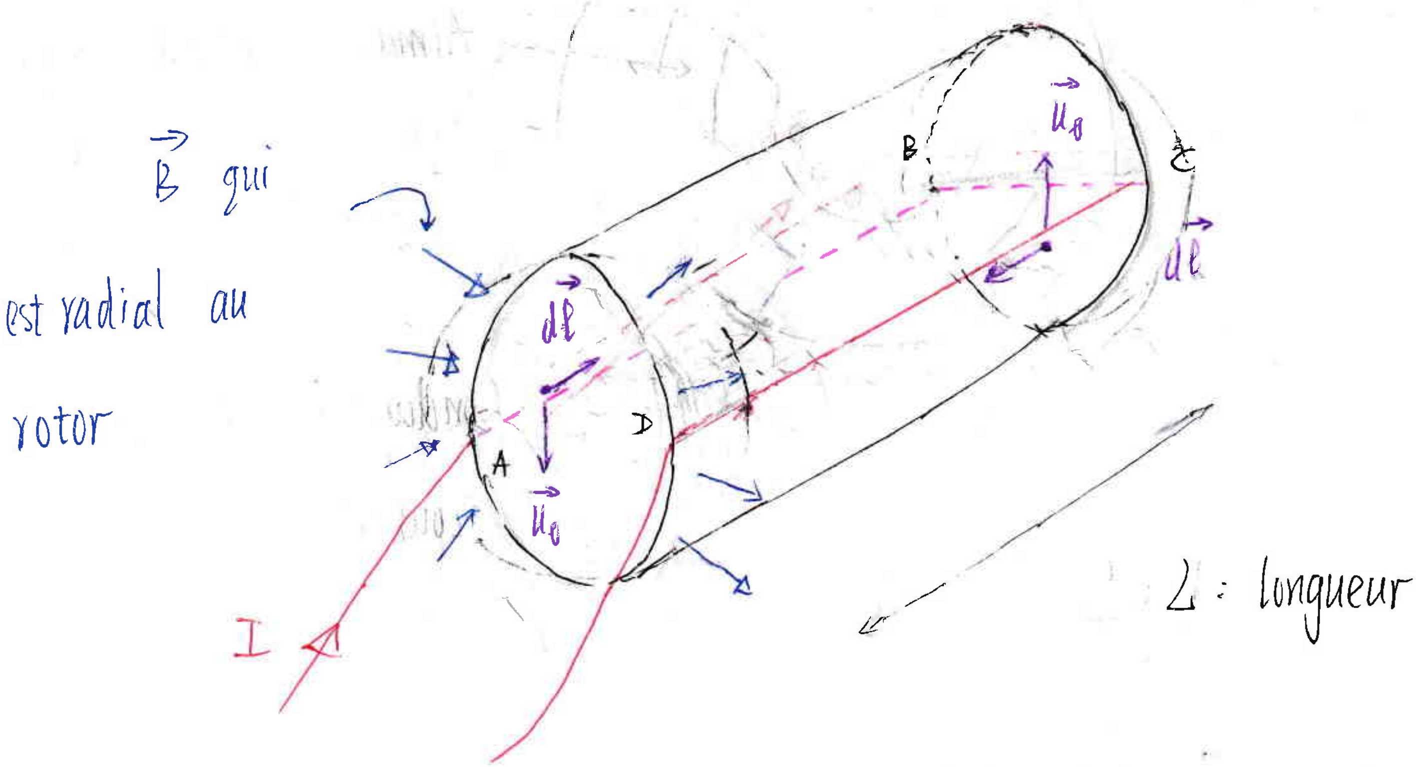
Principe de Fonctionnement

Utilisation de la force électromagnétique

$$\vec{F}_{EM} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$$

↳ la force de Laplace : $d\vec{F} = I\,d\vec{l} \wedge \vec{B}$

$$I = \frac{dq}{dt} \qquad \vec{v} = \frac{d\vec{l}}{dt}$$



Calculons la Force de A à B : $\vec{F} = \int_A^B d\vec{F}$

$$= \int_A^B I\, d\vec{l} \wedge \vec{B}$$

Or $d\vec{l} \perp \vec{B} \Rightarrow \| d\vec{l} \wedge \vec{B} \| = B\, dl$

Calcul de la force de B à C.

$\hookrightarrow I\vec{dl} \mathbin{/\!/} \vec{B} \Rightarrow I\vec{dl} \wedge \vec{B} = \vec{0}$

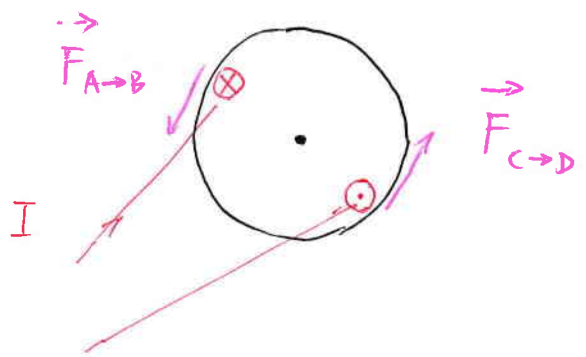
$$\vec{F}_{B\to C} = \vec{0}$$

calcul de la force de C à D

$$\vec{F}_{C\to D} = \int_C^D I\,\vec{dl} \wedge \vec{B} = I\int_C^D B\,dl\,\vec{u}_\theta$$

$$\vec{F}_{C\to D} = BIL\,\vec{u}_\theta$$

Bilan des Forces



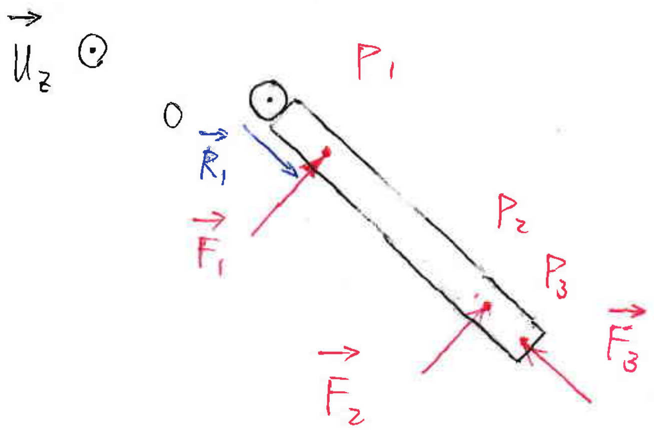
PFD : $\dfrac{d}{dt}(\vec{p}) = \sum \vec{F}_{ext}$ $\quad \vec{p} = m\vec{v}$ (translation)

$\dfrac{d}{dt}(\vec{L}_0) = \sum \vec{\mathcal{M}}_0$ (Rotation)

↳ moment cinétique $\quad L_0 = \vec{OM} \wedge \vec{p} = m\,\vec{OM} \wedge \vec{v}$

Un moment de Force :

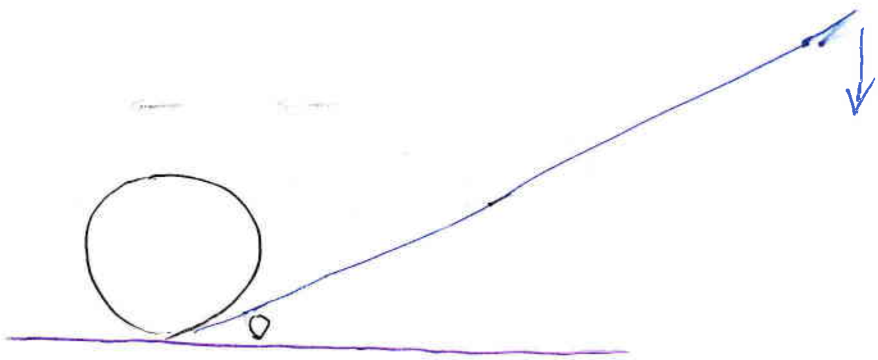
$\vec{\mathcal{M}}_0(\vec{F}) = \vec{OP} \wedge \vec{F}$ exemple de la porte :

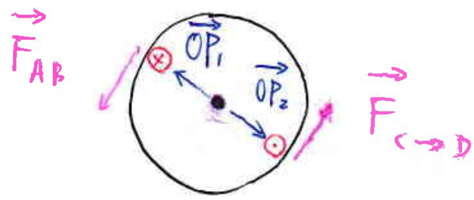


$\vec{\mathcal{M}}(\vec{F}_1) = \vec{R}_1 \wedge \vec{F}_1 = R_1 F_1 \; \vec{u}_z$

$\vec{\mathcal{M}}(\vec{F}_2) = \vec{R}_2 \wedge \vec{F}_2 = R_2 F_2 \; \vec{u}_z$

$\vec{\mathcal{M}}(\vec{F}_3) = \vec{R}_3 \wedge \vec{F}_3 = \vec{0}$





On utilisera plutôt le terme couple que moment

$$\Rightarrow \vec{C} = 2 \times R \times BIL \times \vec{u_z}$$

On va avoir 2 problèmes :

$$\Rightarrow \vec{C} = \mathcal{M}(\vec{F}_{A\to B}) + \mathcal{M}(\vec{F}_{C\to D})$$

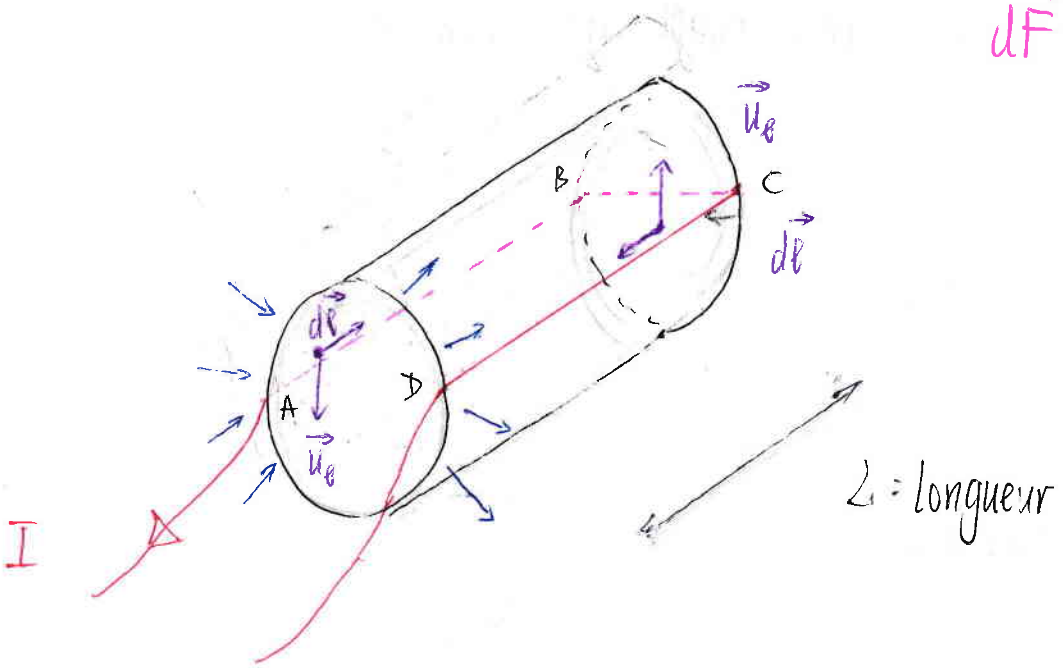
$$= \vec{OP_1} \wedge \vec{F}_{A\to B} + \vec{OP_2} \wedge \vec{F}_{C\to D}$$

$$= R \cdot BIL \times \vec{u_z} + R \cdot BIL \cdot \vec{u_z}$$

$$= 2 \times R \times BIL \times \vec{u_z}$$

On va avoir 2 problèmes :

$$\vec{dF} = I\,\vec{dl} \wedge \vec{B}$$

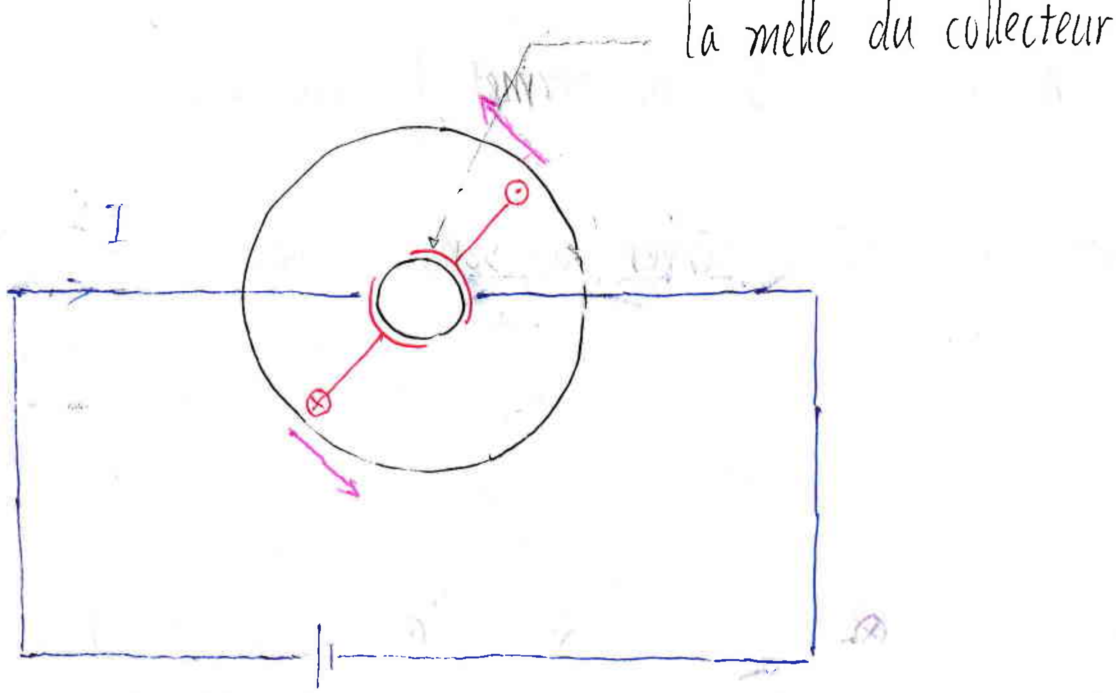


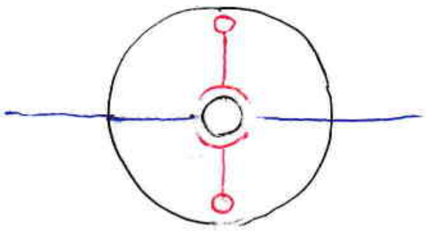
On va avoir 2 problèmes :

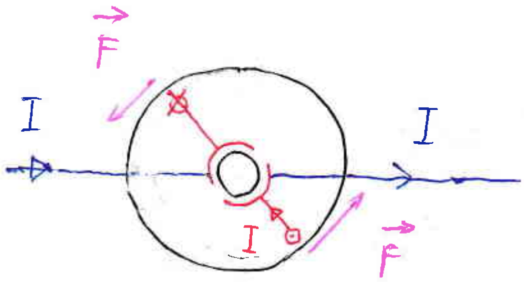
- torsadage des fils

- changement de sens du couple (tout les demi-tours)

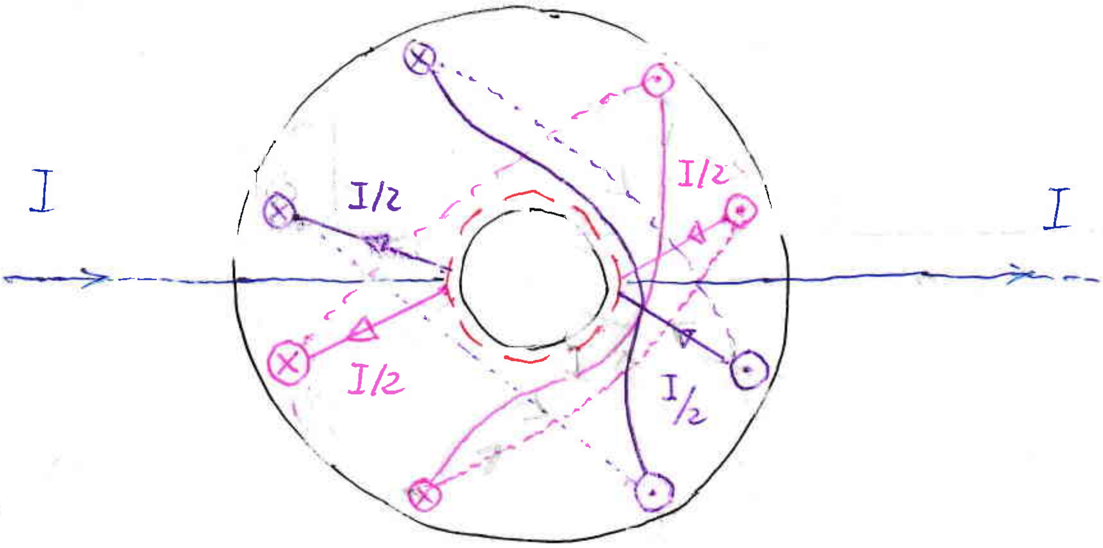
⇒ Solution : c'est collecteur !







Le système balais - collecteur permet de changer le sens du courrant et ainsi conserver le sens du couple

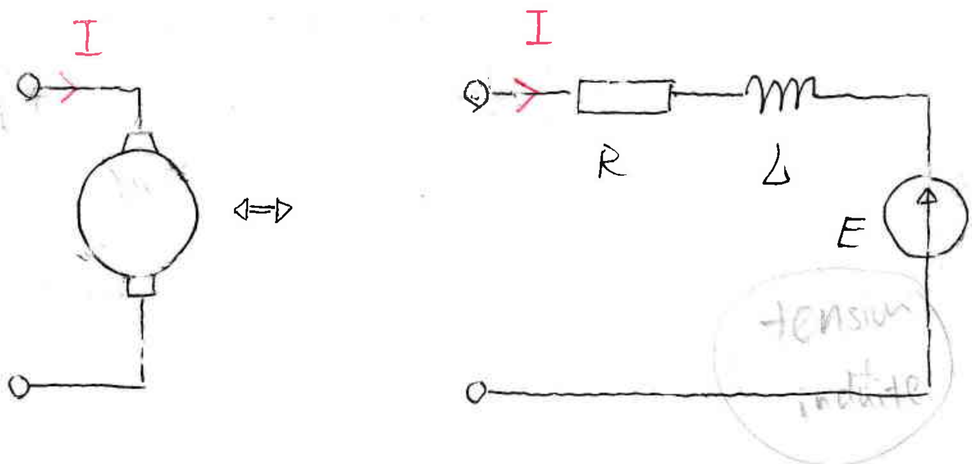


⟹ La MCC est alimentée par I, mais chaque conducteur du bobinage rotorique est parcouru par I/2

$$\Rightarrow C = n_c \times R \times \frac{BIL}{2} \Rightarrow \boxed{C = kI}$$

k : constante de conversion électromécanique

Modélisation électrique de la MCC



R dissipe l'énergie

L stocke l'énergie

E convertie l'énergie

Le terme $E \times I$ correspond à la conversion de puissance électrique → mécanique.

$$\Rightarrow \quad E \times I = C \cdot \Omega \qquad (P_{élec} = P_{méca})$$

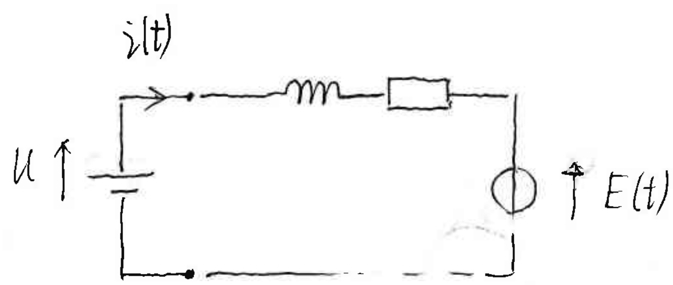
$$\Leftrightarrow \quad E \times I = k I \cdot \Omega$$

$$\Leftrightarrow \quad \boxed{E = k \, \Omega}$$

2.4 Les 4 équations de la MCC

$$C = k \cdot I$$

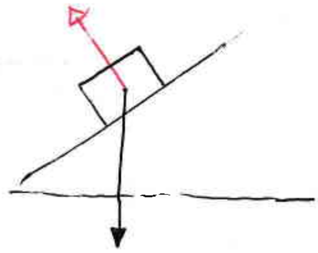
$$E = k \cdot \Omega$$

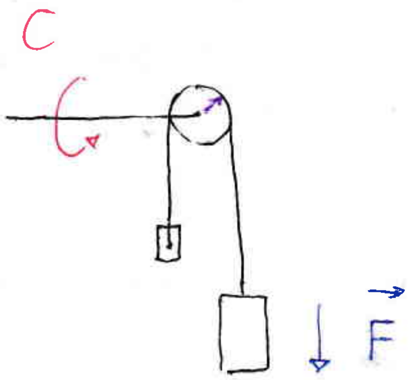


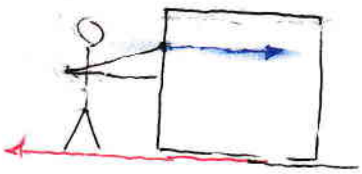
$$u(t) = L \frac{d\,i(t)}{dt} + R\,i(t) + e(t)$$

$$J \frac{d\Omega}{dt} = C - C_R \qquad \sum \vec{F} = ma$$

moment d'inertie





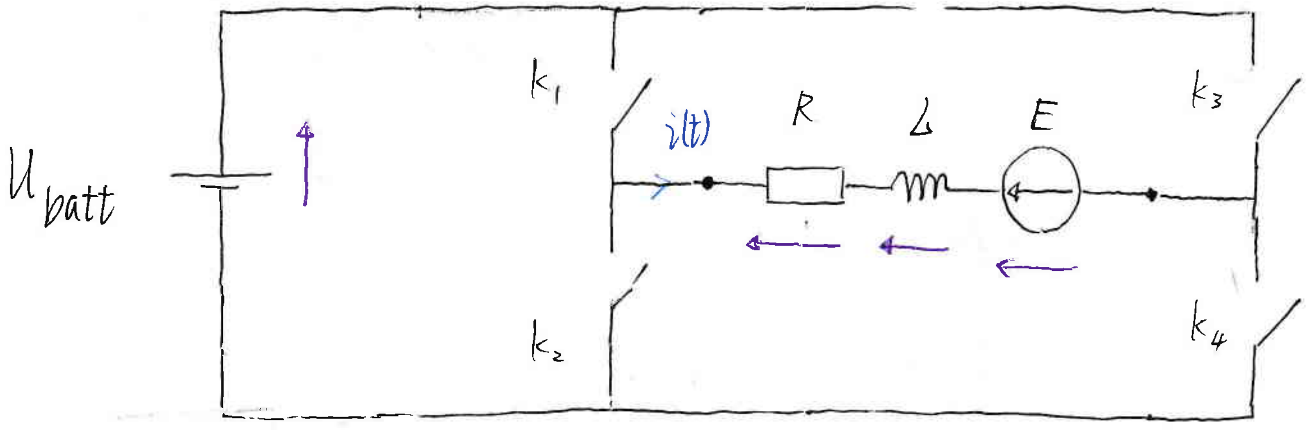


J : moment d'inertie

$\hookrightarrow$ $kg.m^2$

Le contrôle de la vitesse de rotation

On va placer la MCC dans un pont en H.



Pour contrôler la vitesse, on veut exprimer Ω

- $\forall t \in [0, \alpha Td]$, $k_1 k_4$ ON et $k_2 k_3$ OFF

$$U_{batt} = Ri + L\frac{di}{dt} + e$$

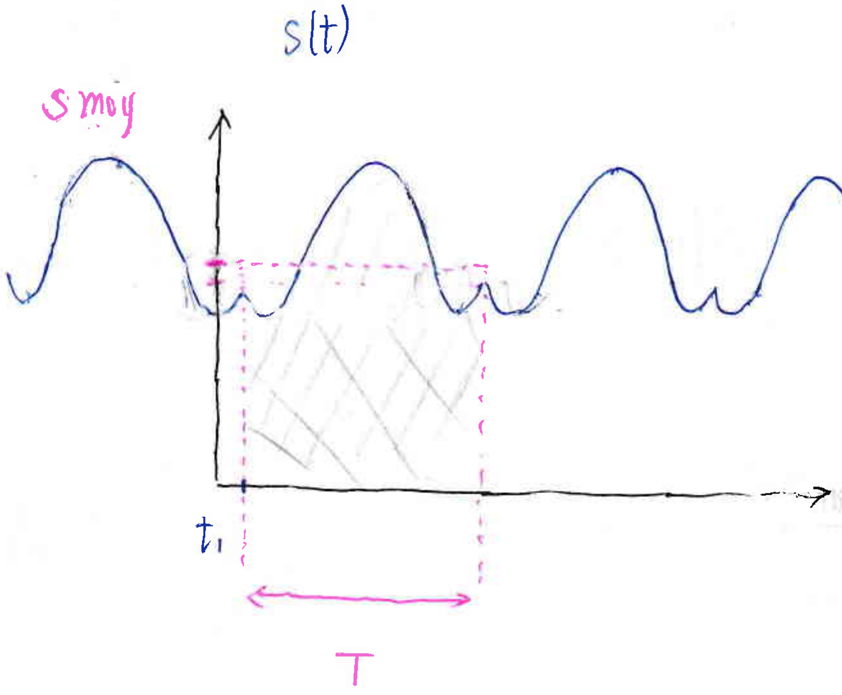
- $\forall t \in [\alpha Td, Td]$: $k_1 k_4$ OFF, et k_2 et k_3 ON

$$-U_{batt} = Ri + L\frac{di}{dt} + e$$

- $$\langle V_L \rangle = \langle L\frac{di}{dt} \rangle = 0$$

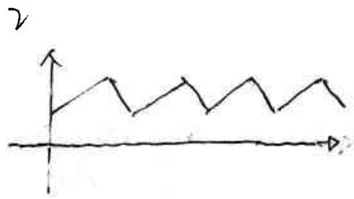
$$\Rightarrow \langle V_L \rangle = \frac{1}{Td}\int_0^{Td} V_L(t)\, dt$$

$$= \frac{1}{Td}\int_0^{\alpha Td} (U_{batt} - Ri - e)\, dt + \frac{1}{Td}\int_{\alpha Td}^{Td} (-U_{batt} - Ri - e)\, dt$$



$$\int_{t_1}^{t_1+T} s(t)\, dt = T \times S\ moy$$

⚠ $U_{batt} = cte$

$i \neq cte$  $i\sim \rightarrow C\sim \rightarrow \Omega\sim \rightarrow e\sim$

$e \simeq cte$ car sur une période de découpage, la vitesse peu

$f_d = 10\ kHz \rightarrow T_d = 100\ \mu s$. Sur une durée

T_d, la vitesse ne varie pas. $e \rightarrow E$

$$< V_L > = \frac{(U_{batt} - E)}{T_d} \times \alpha T_d - R \times \frac{1}{T_d} \int_0^{\alpha T_d} i(t)\, dt$$

$$\frac{(-U_{batt} - E)}{T_d} (1-\alpha)\, T_d - R\, \frac{1}{T_d} \int_{\alpha T_d}^{T_d} i(t)\, dt$$

$$= \alpha U_{batt} - \alpha E - U_{batt} + \alpha U_{batt} - E + \alpha E - R\, \underbrace{\frac{1}{T_d} \int_0^{T_d} i(t)\, dt}_{I_{moy}}$$

$$\Leftrightarrow\ E = (2\alpha - 1)\, U_{batt} - R\, I_{moy} \qquad \text{or } E = k\,\Omega.$$

$$\boxed{\Omega = \frac{(2\alpha - 1)\, U_{batt} - R\, I_{moy}}{k}}$$

⇒ Le contrôle de la vitesse se fait par le réglage du rapport cyclique.

si $\alpha > 0,5 \rightarrow \Omega > 0$

si $\alpha < 0,5 \rightarrow \Omega < 0$

TP 1 : Buck

Buck - Boost : V_s en fonction de V_E ⚠

TP 2 : Buck

Pont en H.

TP3 : Pont en H + MCC

Examen : Démontrer $\eta = 1$ | Boost
Buck - Boost

05/02/2021