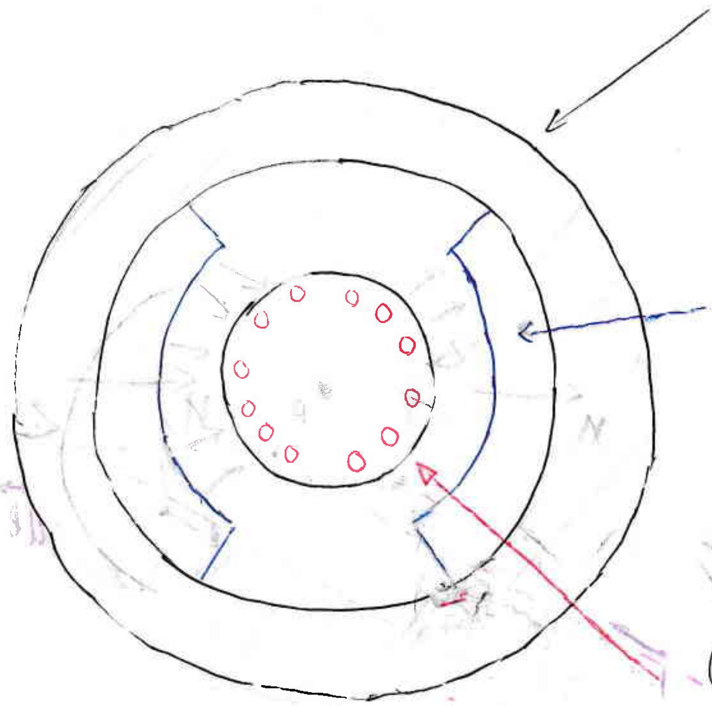
Constitution d'une MCC :



culasse en Fer : conalise le champ $\vec{B}$

Aimants permanents qui vont produire le champ $\vec{B}$

Conducteur parcouru par un courant

Principe de Fonctionnement

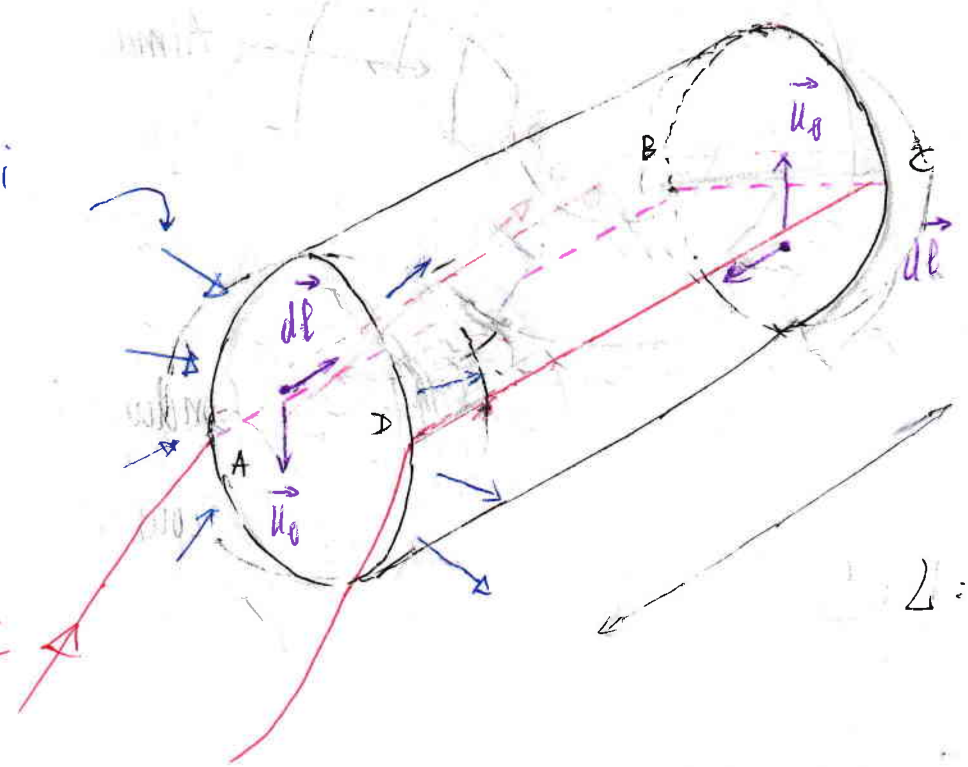
Utilisation de la force électromagnétique

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

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

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

$\vec{B}$ qui est radial au rotor



L : longueur

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.

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

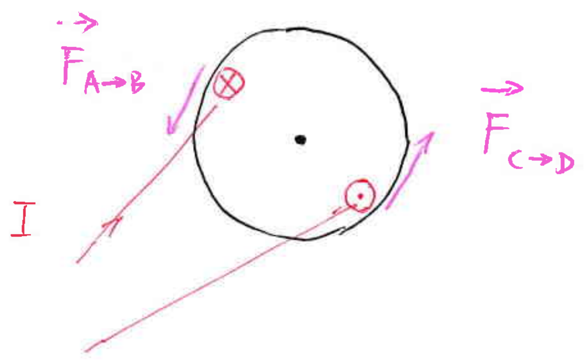
$$\vec{F}_{B\to C} = \vec{0}$$

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



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

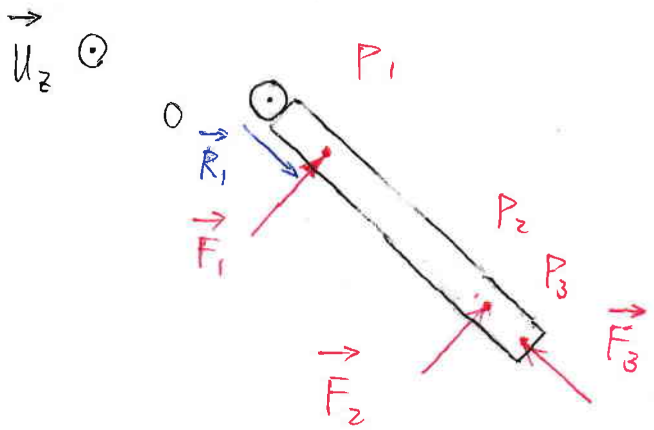
$$\frac{d}{dt}(\vec{L}_0) = \sum \vec{\mathcal{M}}_0 \qquad \text{(Rotation)}$$

↳ moment cinétique $\vec{L}_0 = \vec{OM} \wedge \vec{p} = m\,\vec{OM} \wedge \vec{v}$

Un moment de Force :

$$\vec{\mathcal{M}}_0(\vec{F}) = \vec{OP} \wedge \vec{F}$$

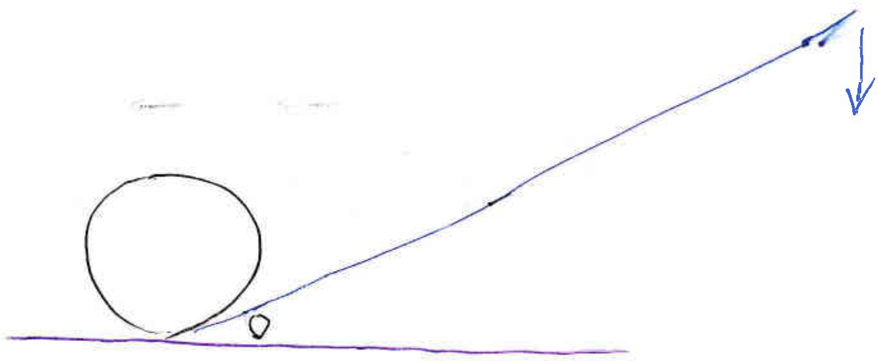
exemple de la porte :



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

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

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



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 :

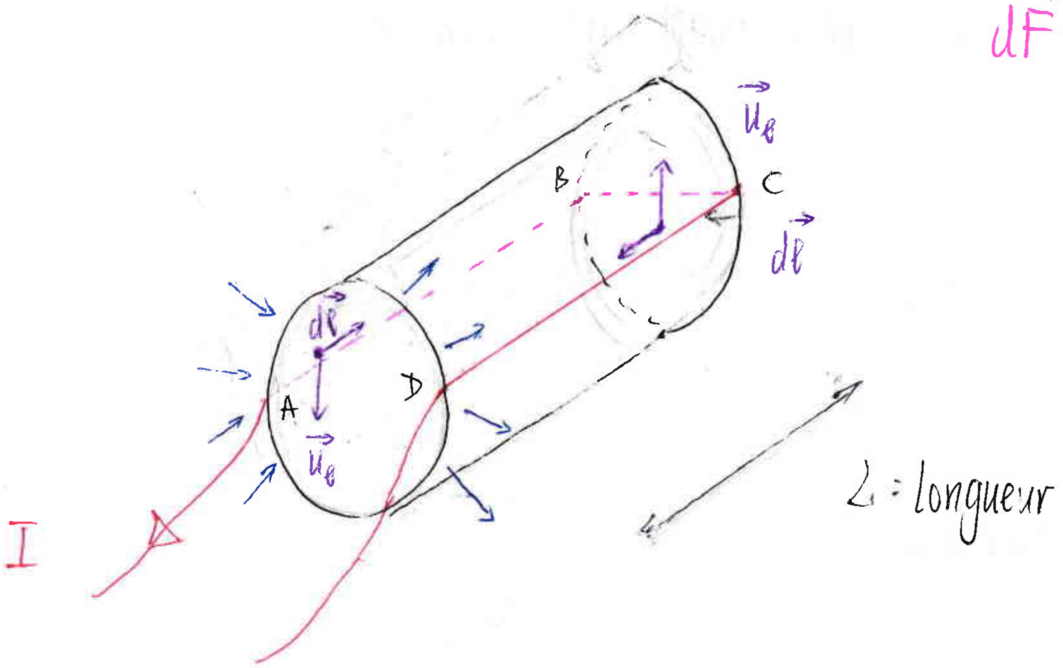
$$\Rightarrow \vec{C} = \mathcal{M}(\vec{F}_{A\to B}) + \mathcal{M}(\vec{F}_{C\to D})$$

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

$$= R \,.\, BIL \times \vec{u_z} + R \,.\, BIL \,.\, \vec{u_z}$$

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

On va avoir 2 problèmes :



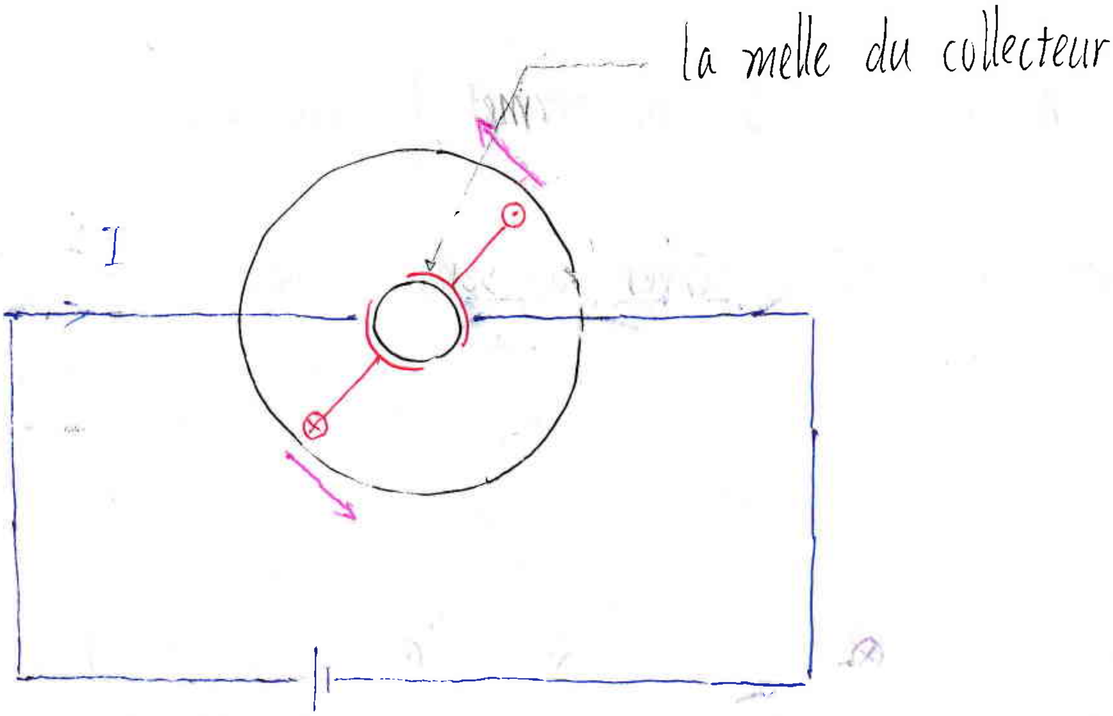
$$\vec{dF} = I\,\vec{dl} \wedge \vec{B}$$

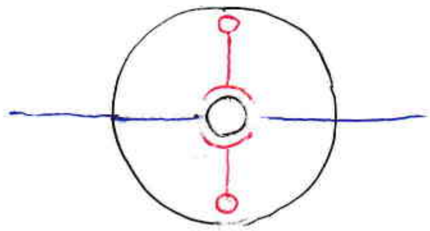
On va avoir 2 problèmes :

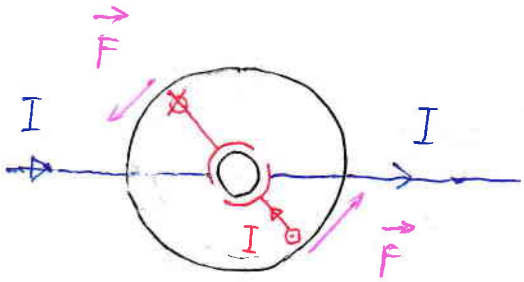
- torsadage des fils

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

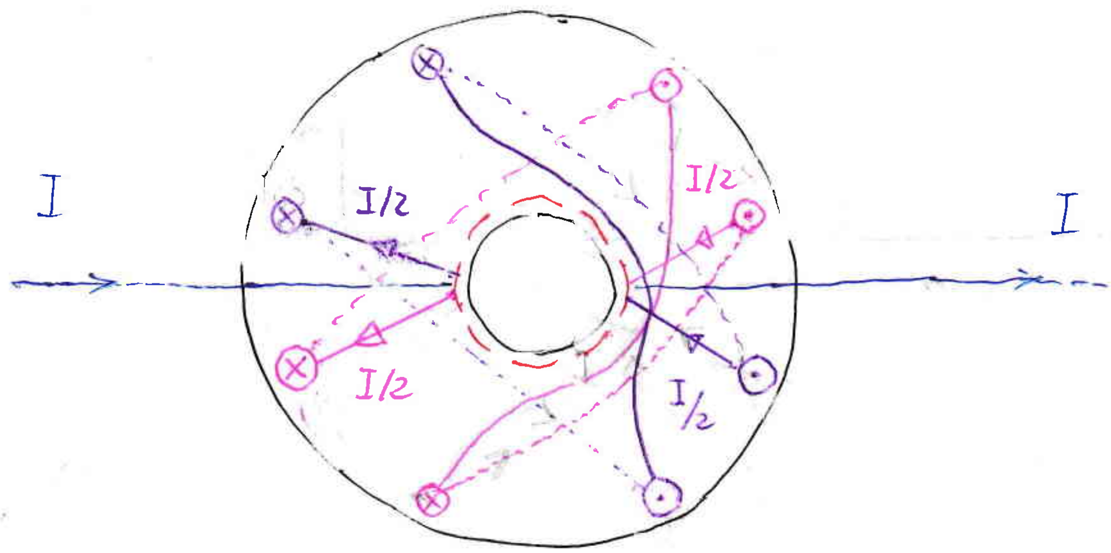
⇒ Solution : c'est collecteur !







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

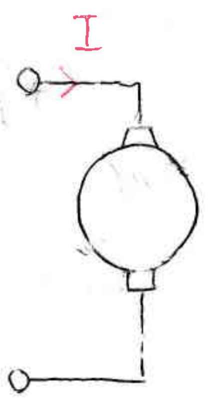


$\Rightarrow$ La MCC est alimentée par I, mais chaque conducteur du bobinage rotonique est parcouru par I/2

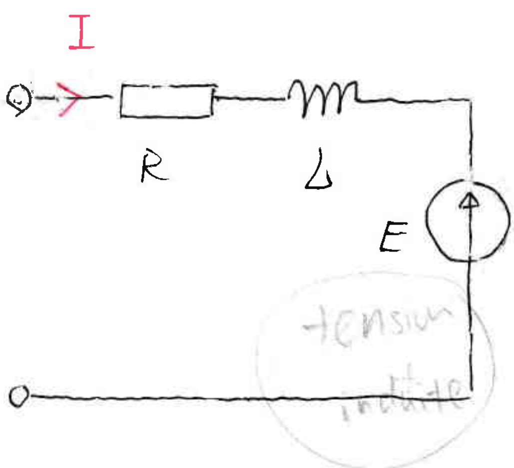
$$\Rightarrow C = n_c \times R \times \frac{BIL}{2} \Rightarrow \boxed{C = kI}$$

k : constante de conversion électromécanique

2.3 Modélisation électrique de la MCC



$\Leftrightarrow$



R dissipe l'énergie

L stocke l'énergie

E convertie l'énergie

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

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

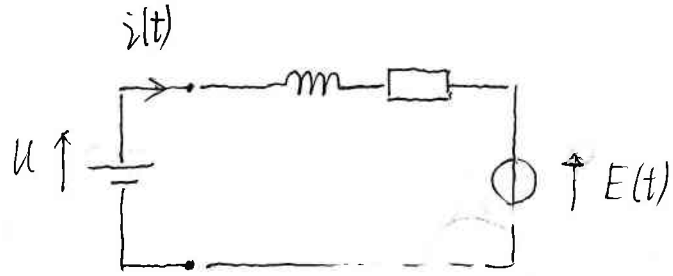
$$\Leftrightarrow \quad E \times I = k I \cdot \Omega$$

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

2.4 Les 4 équations de la MCC

$$C = k \cdot I$$

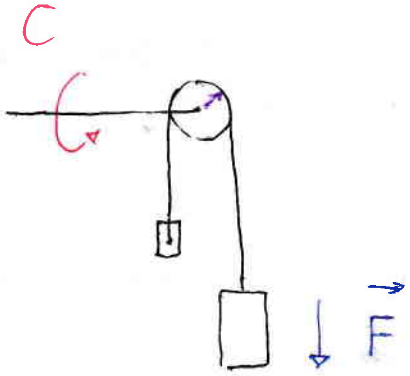
$$E = k \cdot \Omega$$

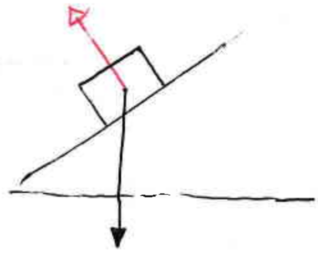


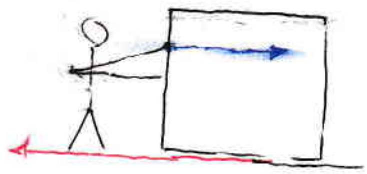
$$u(t) = L \frac{d\,i(t)}{dt} + R\,i(t) + e(t)$$

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

moment d'inertie





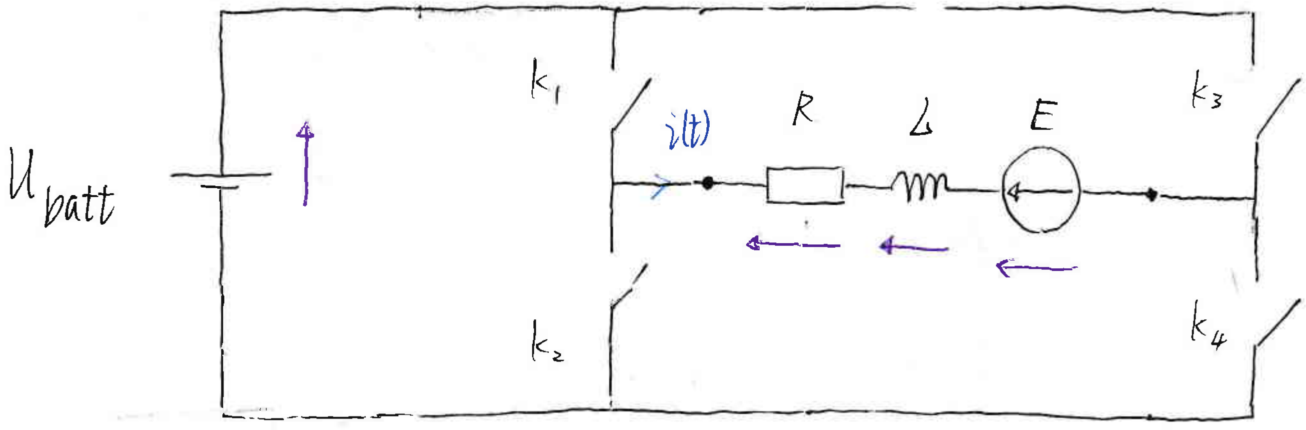


J : moment d'inertie

└→ $kg.m^2$

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

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

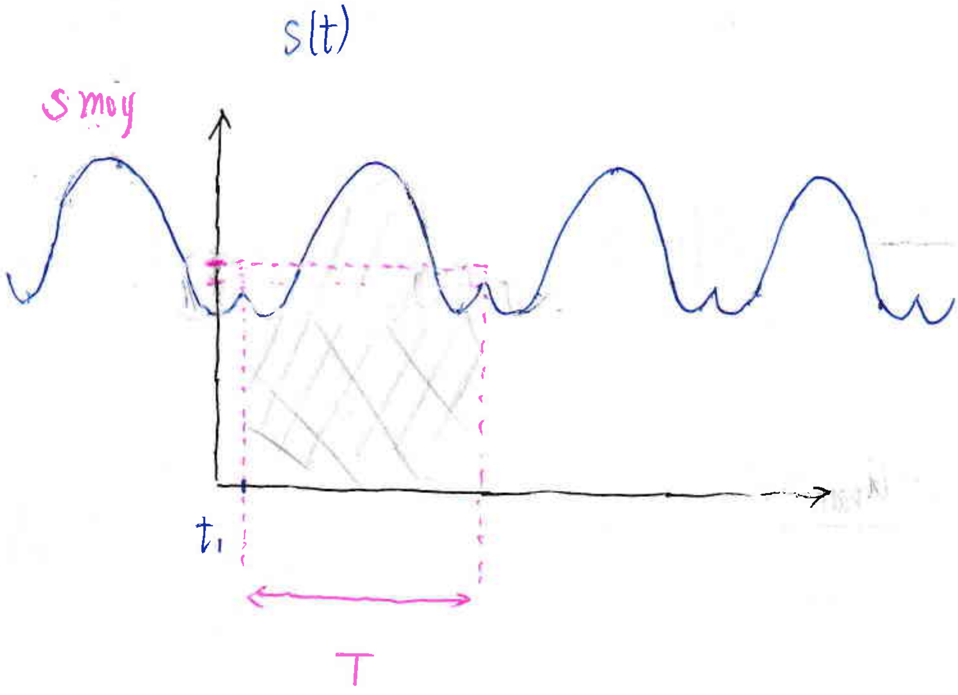
- $\forall t \in [\alpha Td, Td]$: $k_1 k_4$ OFF, et k_2 et k_3 ON

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

- $$< V_L > = < L\frac{di}{dt} > = 0$$

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

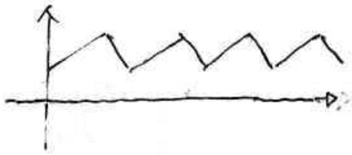
$$= \frac{1}{Td} \int_0^{\alpha Td} (U_{batt} - Ri - e)\, dt + \frac{1}{Td} \int_{\alpha Td}^{Td} (-U_{batt} - Ri - e)\, dt$$



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

⚠ $U_{batt} = cte$

$i \neq cte$



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

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

$fd = 10\ kHz \rightarrow Td = 100\ \mu s$. Sur une durée

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

$$\langle V_L \rangle = \frac{(U_{batt} - E)}{Td} \times \alpha Td - R \times \frac{1}{Td}\int_0^{\alpha Td} i(t)\, dt$$

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

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

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

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

⇒ 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