



BLAISE PASCAL
PT 2022-2023


DM 4 – à rendre lundi 10 octobre

Oscillateurs électroniques

Travailler avec vos cours et TD ouverts est **chaudement recommandé** : un DM est un entraînement, pas une évaluation. En cas de besoin, **n'hésitez pas à me poser des questions**, à la fin d'un cours ou sur le serveur de la classe.



Flasher ce code pour accéder au corrigé

Ceinture		Travail à réaliser
	Ceinture blanche	Partie I en entier
	Ceinture jaune	Partie I en entier
	Ceinture rouge	Partie II sauf questions 9 et 10
	Ceinture noire	Partie II en entier

I - Motorisation d'un véhicule électrique

CCP PSI 2018

Conversion de puissance et alimentation d'un véhicule électrique

Les véhicules électriques sont généralement motorisés par des machines synchrones autopilotées. Dans cette sous-partie, on ne s'intéresse qu'à l'alimentation électrique d'une phase de la machine par l'intermédiaire d'un onduleur de tension.

Un calculateur, qui a pour entrées le couple demandé, le courant de phase, la vitesse et la position du rotor, élabore la tension de consigne $v_{\text{cons}}(t)$ à appliquer à chaque phase.

Dans la partie commande-contrôle de la machine on utilise la tension réduite $v_{\text{red}}(t) = K \cdot v_{\text{cons}}(t)$ où $K \in]0;1[$ est une constante.

L'onduleur de tension (**figure 6**) à Modulation de Largeur d'Impulsion, qui alimente une phase de la machine, possède quatre interrupteurs électroniques. Il est relié en entrée à la source de tension continue E (batterie).

Une électronique de commutation découpe cette tension E à haute fréquence ($f_{\text{déc}} = 10 \text{ kHz}$) pour générer la tension $v_{\text{déc}}(t)$. Sa valeur moyenne sur un faible intervalle de temps (quelques périodes de découpage) correspond à la tension de consigne $v_{\text{cons}}(t)$ qui évolue lentement au cours du temps (à une fréquence bien inférieure à la fréquence de découpage : $f_{\text{déc}} = \frac{1}{T_{\text{déc}}}$).

Pour obtenir la loi de commande des interrupteurs de l'onduleur, on compare (**figure 7**) la tension réduite, $v_{\text{red}}(t)$, à un signal triangulaire symétrique, noté $\Delta(t)$, de fréquence de découpage $f_{\text{déc}}$, dont l'amplitude varie entre $-1V$ et $+1V$:

- lorsque $v_{\text{red}}(t) > \Delta(t)$, les interrupteurs T_1 et T_4 sont fermés et les interrupteurs T_2 et T_3 sont ouverts ;
- lorsque $v_{\text{red}}(t) < \Delta(t)$, les interrupteurs T_2 et T_3 sont fermés et les interrupteurs T_1 et T_4 sont ouverts.

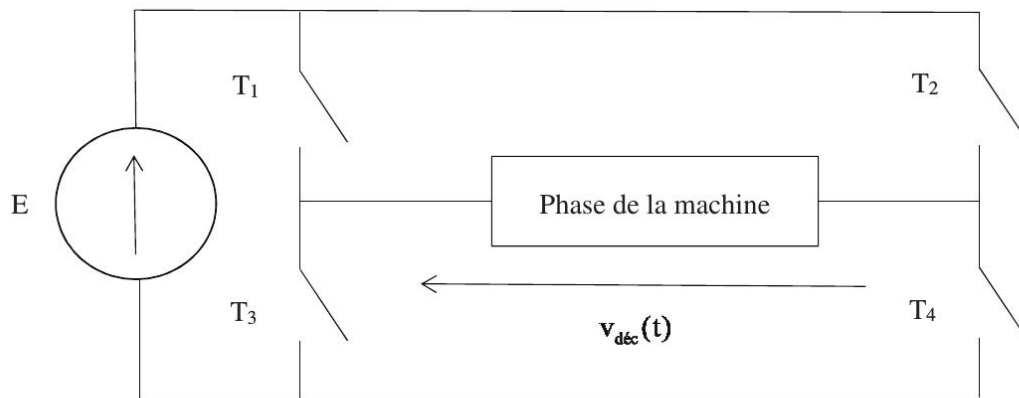
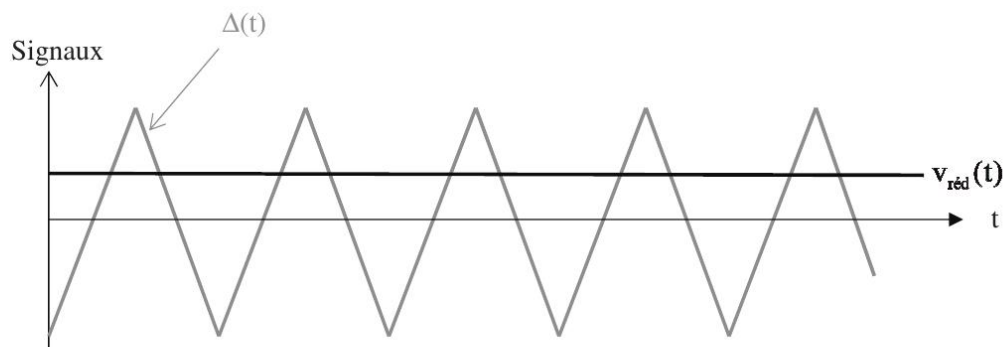


Figure 6 – Onduleur de tension

Figure 7 – Signaux pour l'élaboration du signal $v_{d\acute{e}c}(t)$

- Q24.** Pourquoi ne voit-on pas évoluer la tension $v_{r\acute{e}d}(t)$ sur le chronogramme précédent ?
- Q25.** Dessiner, sur quelques périodes de découpage, l'allure de la tension $v_{d\acute{e}c}(t)$ pour une tension réduite $v_{r\acute{e}d}(t) \approx 0,5V$.
- Q26.** Quelle valeur faut-il donner au coefficient K , tel que $v_{r\acute{e}d}(t) = K.v_{cons}(t)$, pour que la valeur moyenne de $v_{d\acute{e}c}(t)$, sur l'intervalle $[t_0; t_0 + T_{d\acute{e}c}]$, corresponde à la tension de consigne $v_{cons}(t_0)$?

Génération du signal $\Delta(t)$

La génération de la tension $\Delta(t)$ se fait au moyen du système bouclé (**figure 8**) qui se compose d'un comparateur à hystérésis et d'un intégrateur.

R_1 , R_2 , R_3 sont les résistances des trois conducteurs ohmiques respectifs et C est la capacité du condensateur.

Dans cette sous-partie, les Amplificateurs Linéaires Intégrés (ALI) sont supposés de gain infini et ont des impédances d'entrées infinies, une impédance de sortie nulle et une tension de saturation $V_{sat} = \pm 15V$.

- Q27.** Isoler l'étage comparateur à hystérésis. Le reproduire sur une figure sur votre copie où vous indiquerez les bornes inverseuse (-) et non inverseuse (+) de l'ALI qu'il contient. Identifier l'entrée et la sortie de cet étage.
- Q28.** Représenter l'allure du cycle V_{sortie} en fonction de $V_{entr\acute{e}e}$ du montage comparateur à hystérésis précédent. Donner une justification du sens de parcours du cycle, ainsi que les expressions des tensions de basculement faisant intervenir V_{sat} et les valeurs des impédances des composants électroniques.

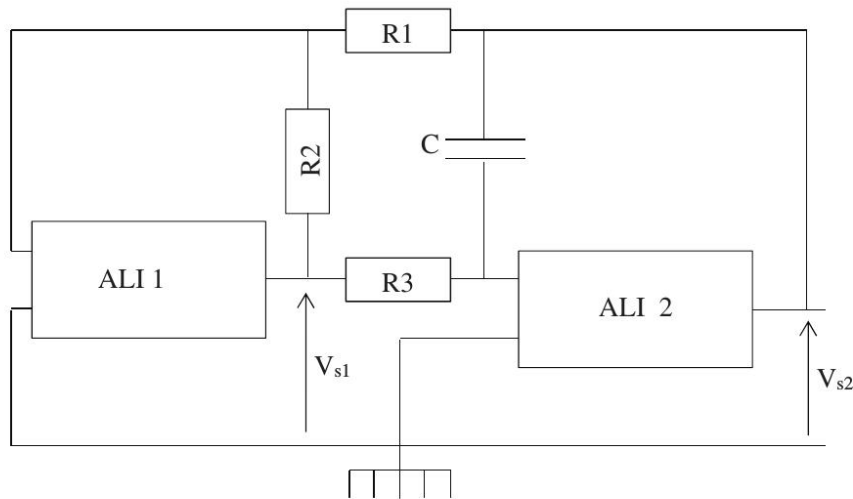
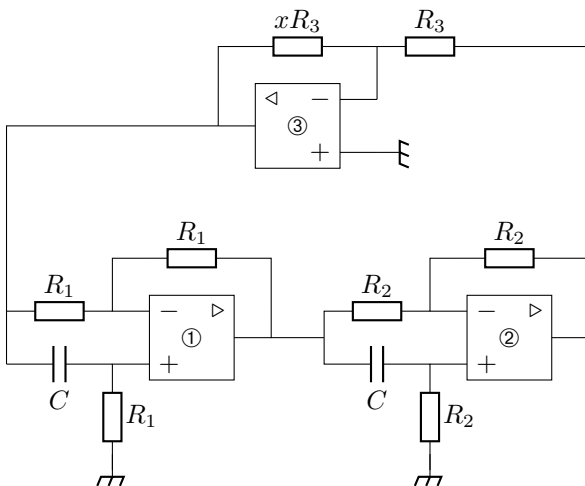


Figure 8 – Générateur de tension triangulaire

- Q29.** Isoler l'étage intégrateur. Le reproduire dans une figure sur votre copie où vous indiquerez les bornes inverseuse (-) et non inverseuse (+) de l'ALI qu'il contient. Identifier l'entrée et la sortie de cet étage.
- Q30.** Déterminer, en fonction des valeurs littérales des composants, l'équation différentielle qui lie dans le domaine temporel l'entrée et la sortie du montage intégrateur.
- Q31.** Préciser les contraintes sur les composants du montage global qui permettent d'imposer, pour la tension $\Delta(t)$, une amplitude crête à crête de 2V (de -1V à 1V) et une fréquence de 10 kHz.
- Q32.** En pratique, les ALI comportent cinq connexions. À quoi correspondent les deux autres connexions non représentées de chacun des ALI ?

II - Oscillateur déphaseur à trois ALI



Considérons le montage ci-contre, constitué de trois blocs autour de chaque ALI. On note s_1 , s_2 et s_3 les tensions de sortie des trois ALI.

- 1 - Établir la fonction de transfert \underline{H}_1 du bloc ①, en posant $\tau_1 = R_1 C$.
- 2 - Exprimer $|\underline{H}_1|$ et $\arg \underline{H}_1$ pour une pulsation ω quelconque. En déduire la fonction réalisée par ce bloc.
- 3 - Donner sans calcul la fonction de transfert \underline{H}_2 , avec $\tau_2 = R_2 C$.
- 4 - Établir la fonction de transfert \underline{H}_3 .

5 - Montrer que la tension de sortie de l'ALI ③ vérifie l'équation différentielle

$$\tau_1 \tau_2 (1+x) \frac{d^2 s_3}{dt^2} + (\tau_1 + \tau_2)(1-x) \frac{ds_3}{dt} + (1+x)s_3 = 0.$$

6 - En déduire la condition d'accrochage des oscillations portant sur x , c'est-à-dire la condition pour que des oscillations puissent apparaître spontanément dans le montage. Par quel effet l'amplitude des oscillations va-t-elle être limitée ? À quelle valeur ?

On suppose cette condition remplie, et les phases non-linéaires de durée suffisamment faible pour pouvoir considérer que des oscillations sinusoïdales sont établies dans le montage.

7 - Déterminer leur pulsation ω_0 .

8 - Comparer les amplitudes des trois tensions s_1 , s_2 et s_3 .

9 - On prend comme référence $\varphi_3 = 0$. Exprimer successivement les phases φ_1 puis φ_2 . Interpréter le résultat. On rappelle que pour $x > 0$,

$$\arctan x + \arctan \frac{1}{x} = \frac{\pi}{2}.$$

10 - On souhaite obtenir deux tensions déphasées de $\pi/3$ et de pulsation Ω imposée. Est-ce possible avec ce montage ? On impose $C = 100 \text{ nF}$ et $f = 2,5 \text{ kHz}$, que doivent valoir les résistances ?