

TD : PWM + circuit RC

Un signal PWM d'amplitude E et de rapport cyclique α est appliqué à partir du temps $t=0$ un à un circuit RC passe-bas.

On désire caractériser l'évolution de la tension en sortie du circuit RC.

Première étape : caractérisation du signal PWM.

- 1) Qu'est-ce qu'un signal PWM ? Quel est le terme francophone ?
- 2) Quelle est la grandeur que l'on veut généralement extraire d'un signal PWM ?
- 3) Représenter le signal sur un chronogramme.
- 4) Calculer ses valeurs moyenne et efficace à partir de $t=0$.
- 5) Quel type de circuit permet de ne retenir que la grandeur d'intérêt ?

Deuxième étape : réponse du circuit passe-bas RC pour une entrée active ou nulle.

- 1) Exprimer la forme générale de la réponse du circuit RC avec sortie sur C pour une entrée nulle à partir du temps $t=0$.
- 2) Même question pour une entrée égale à E .
- 3) Tracer la réponse du circuit RC :
 - a) à un échelon d'amplitude E .
 - b) à un échelon inversé d'amplitude E .
- 4) Vérifier que quelque soit le point de départ sur la courbe, la tangente atteint l'état final au bout du temps $\tau=RC$.

Troisième étape : résolution graphique.

On admettra donc que quelque soit la condition initiale comprise entre 0 et E , la réponse est un échantillon de la première courbe si $e(t)=E$ et de la deuxième courbe si $e(t)=0$.

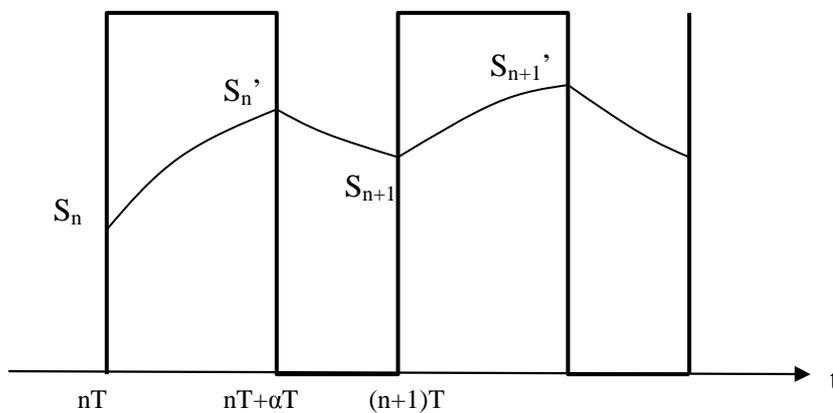
- 1) Le signal d'entrée étant tracé sur du papier calque (pour $\alpha=2/3$ et $\alpha=1/3$), tracer réponse en utilisant par transparence les deux réponses de l'étape précédente.
- 2) Tracer la valeur moyenne du signal PWM et vérifier que le signal de sortie tend à varier autour de cette moyenne.
- 3) Tracer la tangente à l'origine 'moyenne' du signal de sortie et vérifier que, hormis l'ondulation, le signal de sortie est semblable à la réponse du circuit RC à un échelon d'amplitude αE .

Quatrième étape : résolution par le calcul, première période.

On utilisera les résultats de la deuxième étape

- 1) Exprimer $s(t)$ de 0 à αT .
- 2) En déduire $s(t=\alpha T)$.
- 3) On pose $t'=t-\alpha T$. Dans quelles limites varie t' lorsque t varie de αT à T ?
- 4) Exprimer $s(t')$ sur cet intervalle.
- 5) En déduire $s(t=T)$.

Cinquième étape : valeurs aux instants de commutation.



Le signal $s(t)$ vaut S_n au début de la n -ième période du signal PWM. De même le signal $s(t)$ vaut S_n' au début de l'alternance nulle de la n -ième période.

- 1) Exprimer S_n' en fonction de S_n .
- 2) Exprimer S_{n+1} en fonction de S_n' .
- 3) Exprimer S_{n+1}' en fonction de S_{n+1} .
- 4) En déduire S_{n+1} en fonction de S_n .
- 5) Puis en déduire S_{n+1}' en fonction de S_n' .

Sixième étape : ondulation.

- 1) En remarquant qu'en régime permanent, $S_n = S_{n+1}$, calculer S_∞ .
- 2) En remarquant qu'en régime permanent, $S_n' = S_{n+1}'$, calculer S_∞' .
- 3) En déduire l'ondulation en régime permanent $S_\infty - S_\infty'$.
- 4) Tracer l'ondulation en fonction de α . On donnera notamment la valeur de α pour laquelle l'ondulation est maximale ou minimale.

Septième étape : synthèse.

Faire la synthèse des résultats. Evoquer notamment le compromis entre ondulation maximale et rapidité de la réponse.