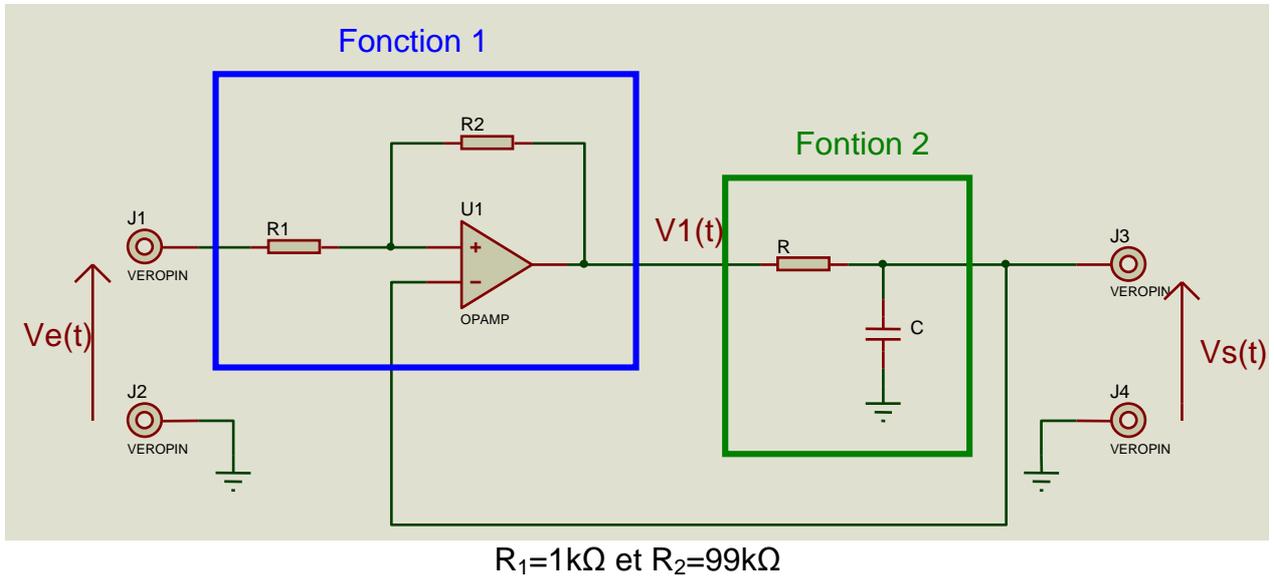


Problème: Convertisseur $\Sigma\Delta$

Soit le convertisseur sigma-delta suivant :



A) Etude de la fonction 1 :

On suppose que U_1 est un AOP rail-to-rail et qu'il est alimenté en 0-10V. On suppose également que $V_e(t)$ est constant.

- 1) Quel est le régime de fonctionnement de U_1 ? Justifier.
- 2) Quelle est la fonction réalisée ?
- 3) Quelles sont les deux valeurs V_{sat}^+ et V_{sat}^- que peut prendre $V_1(t)$?
- 4) Pour chacune de ces deux valeurs, exprimer V^+ en fonction de $V_e(t)$. On les nommera V_{seuil}^+ et V_{seuil}^- .
- 5) Montrer que la grandeur $V_{seuil}^+ - V_{seuil}^-$ ne dépend pas de $V_e(t)$.
- 6) Expliquer le fonctionnement de cette partie de montage en donnant les conditions de basculement vers V_{sat}^+ et V_{sat}^- .

B) Etude de la fonction 2 :

- 1) Donner la réponse de ce circuit lorsque $V_1(t) = 0$ sans indication sur la condition initiale que l'on nommera V_0 .
- 2) Même question pour $V_1(t)=10V$.

On admettra que $e^x \approx 1+x$ si $x \ll 1$.

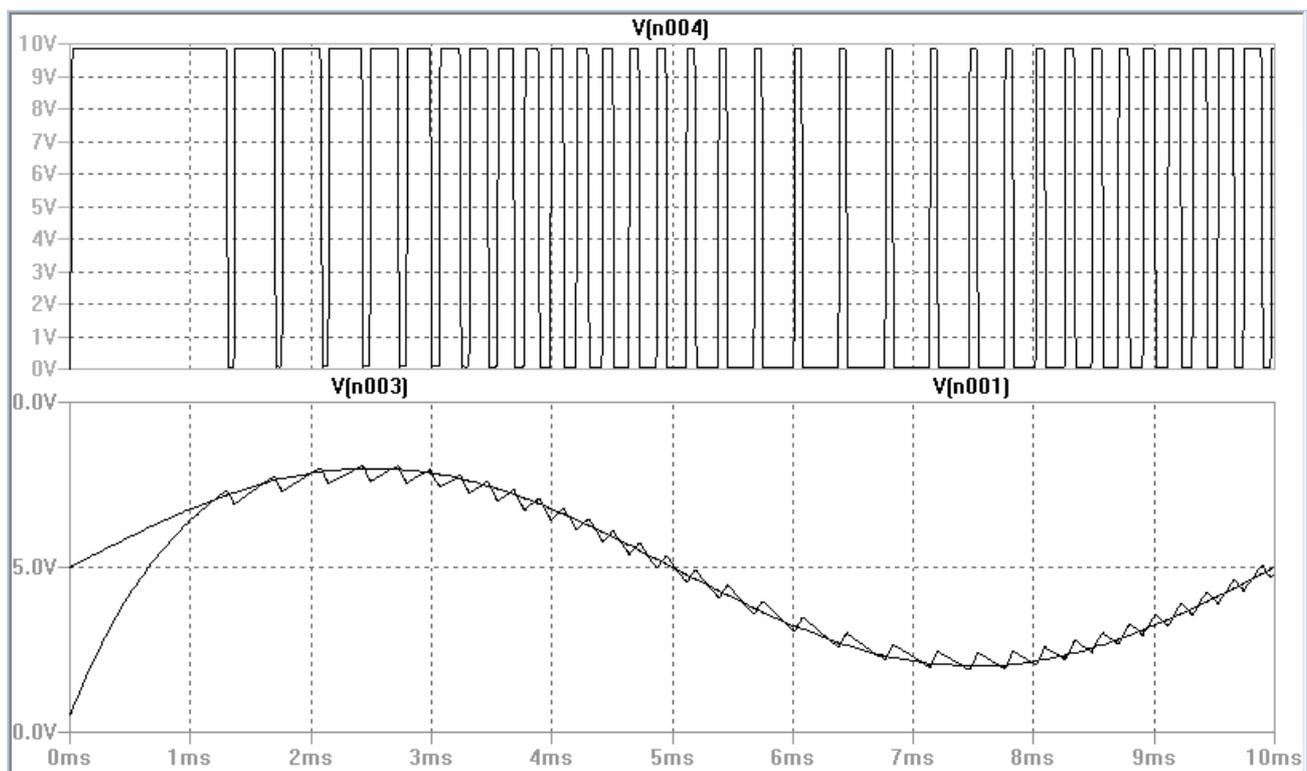
- 3) Reprendre les questions 1 et 2 en remplaçant l'exponentielle par son approximation.
- 4) A partir de cette approximation, exprimer le temps t^+ mis pour passer de V_{seuil}^- à V_{seuil}^+ lorsque $V_1(t)=10V$ en fonction de V_0 . On remarquera que $V_s(0) = V_0 = V_{seuil}^-$ et que $V_s(t^+) = V_{seuil}^+$.
- 5) Même question pour le temps t^- , temps mis pour passer de V_{seuil}^+ à V_{seuil}^- lorsque $V_1(t) = 0$.

C) Montage complet :

On suppose d'abord $V_e(t) = 8V$.

- 1) Calculer t^+ et t^- .
- 2) Expliquer comment $V_1(t)$ passe indéfiniment de V_{sat}^+ à V_{sat}^- et inversement.
- 3) Tracer sur un chronogramme l'évolution de $V_1(t)$ et de $V_s(t)$ pour deux périodes de fonctionnement.
- 4) Calculer la période $T = t^+ + t^-$.
- 5) Calculer le rapport cyclique de $V_s(t)$.
- 6) Pour $V_e(t)$ quelconque dans l'intervalle $[0 ; 10V]$, calculer le rapport cyclique en fonction de $V_e(t)$ en supposant $V_{seuil}^+ \approx V_{seuil}^-$.
- 7) conclusion.

D) Etude d'une simulation :



- 1) Identifier les différentes courbes.
- 2) Commenter le début de la simulation.
- 3) Déterminer graphiquement la constante de temps du circuit RC.
- 4) Déterminer graphiquement l'ondulation résiduelle. En déduire le rapport $\frac{R_1}{R_2}$
- 5) La fréquence du signal PWM est-elle constante ? Donner une estimation graphique de ses extrema.
- 6) Quel type de montage simple permettrait de reconstituer le signal d'origine ?
- 7) Quelle forme aurait le signal reconstitué ?