

Chapitre 1.

Régime Impulsionnel

A l'encontre d'un fonctionnement sous régime harmonique (ou sinusoïdal), l'électronique peut être soumise à un autre régime de fonctionnement dit régime impulsionnel (ou de commutation dans certains cas).

1. Composants passifs en régime impulsionnel :

Les impulsions se présentent sous diverses formes, allant du carrée et rectangulaire au triangulaire et dent de scie passant par l'échelon et la rampe, voire l'escalier.

Les composants passifs tels que le condensateur et la bobine, agissent différemment en présence d'impulsions qu'en cas sinusoïdal. Un aperçu sur ces comportements est dévoilé ci-après.

1.1 Condensateur :

On rappelle que le cas d'un régime harmonique peut être considéré comme un cas particulier du régime impulsionnel, où la variable complexe P de Laplace est directement posée proportionnelle à la fréquence angulaire ω , soit $P = j\omega$.

En mode impulsionnel, on retient la propriété du condensateur dictant qu'il ne peut se charger ou se décharger en un temps nul. Il s'oppose donc à toute variation brusque de la charge stockée ($Q = CV$) ou ce qui revient au même, aux variations instantanées de tension aux bornes (ou d'énergie électrostatique emmagasinée, $\frac{1}{2} CV^2$).

1.2 Bobine :

En mode impulsionnel, on retient la propriété de la bobine dictant que son énergie électromagnétique stockée ($\frac{1}{2} LI^2$) ne peut pas varier en un temps nul. Ainsi, il est impossible d'imposer à travers une bobine, des variations brusques de courant.

2 Circuits passifs de mise en forme :

La mise en forme du signal est sa transformation d'une forme à l'autre, par l'action d'un circuit.

2.1 Circuits linéaires :

Les circuits passifs linéaires se composent de résistances, condensateurs, et bobines, dont on se limite à l'utilisation des deux premiers composants (résistances et condensateurs) dans les applications qui vont suivre.

Ainsi la simple mise en série d'une résistance R avec un condensateur C, conduit à un montage intégrateur ou dérivateur du premier ordre. Ces montages sont le siège de charge et de décharge, sous un régime impulsionnel.

Sous un échelon de tension d'amplitude E, la tension aux bornes du condensateur suit la loi de charge régie par la constante de temps RC :

$$v(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Avec les limites, $v(0) = 0$ pour un condensateur déchargé initialement, et $v(\infty) = E$ comme charge finale. Cependant en pratique, la charge complète du condensateur peut être estimée accomplie en un temps fini qu'on prend égal à cinq fois la constante de temps (à $5RC$, la charge arrive à plus de 99% de la charge finale).

Le condensateur chargé à E présente une loi de décharge à travers la résistance, régie également par la constante de temps RC :

$$v(t) = E e^{-\frac{t}{RC}} \dots\dots\dots(2)$$

Où les limites deviennent, $v(0) = E$ pour un condensateur chargé initialement, et $v(\infty) = 0$ comme décharge finale. Cependant en pratique, la décharge complète du condensateur peut être estimée accomplie en un temps fini qu'on prend égal à cinq fois la constante de temps (à $5RC$, la décharge est accomplie à plus de 99%).

2.1.a Intégrateur RC :

Considérons le cas général d'une impulsion rectangulaire (positive ou négative), figure 1. Le signal de période T , bascule entre les niveaux V_{\min} et V_{\max} en présentant un état haut durant t_{on} et un état bas durant t_{off} .

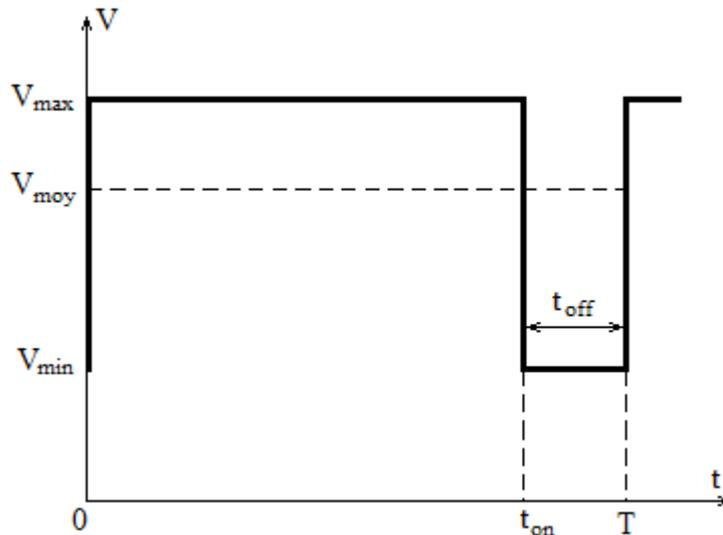


Figure 1 : Caractérisation d'un signal rectangulaire quelconque

Le rapport cyclique (ou facteur de forme) est défini comme étant le rapport :

$$\varepsilon = \frac{t_{\text{on}}}{T} \dots\dots\dots(3)$$

Le rapport complémentaire peut être déduit :

$$\bar{\varepsilon} = 1 - \varepsilon = \frac{t_{\text{off}}}{T} \dots\dots\dots(4)$$

La valeur moyenne du signal de la figure 4, s'écrit par conséquent :

$$V_{\text{moy}} = V_{\min} + (V_{\max} - V_{\min}) \frac{t_{\text{on}}}{T} = \varepsilon V_{\max} + \bar{\varepsilon} V_{\min} \dots\dots\dots(5)$$

Le circuit RC intégrateur du premier ordre est représenté dans la figure 2a, où il est attaqué par un signal rectangulaire, figure 1, possédant les caractéristiques :

$$\left\{ \begin{array}{l} T = 1\text{ms} \\ t_{\text{on}} = 0.7\text{ms} \Rightarrow \varepsilon = 0.7 \quad (3) \\ t_{\text{off}} = 0.3\text{ms} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 0.3 \quad (4) \\ V_{\max} = 5\text{V} \\ V_{\min} = 2\text{V} \Rightarrow V_{\text{moy}} = 4.1\text{V} \quad (5) \end{array} \right.$$

Lors d'une période du signal d'entrée, son état haut dure plus longtemps et par conséquent, sa durée t_{on} est à comparer au temps limite de charge totale, soit $5RC$.

Trois cas de valeur attribuée à la constante de temps, sont envisagés :

- Pour RC faible devant t_{on} ou de façon précise $t_{\text{on}} > 5RC$, figure 2b.

- Pour RC ayant la valeur limite, soit $t_{on} = 5RC$, figure 2c.
- Pour RC grande devant t_{on} ou de façon précise $t_{on} < 5RC$, figure 2d.

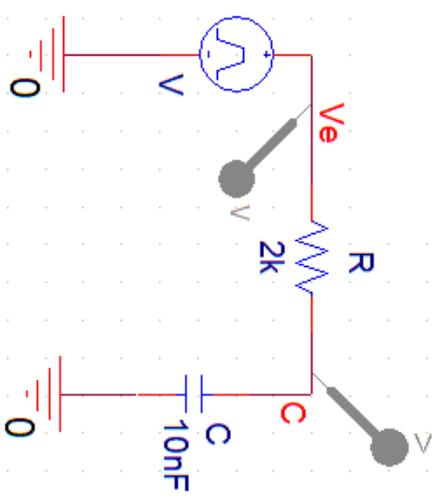
Les résultats d'analyse sont récapitulés dans le tableau 1.

<i>Charge/décharge rapides RC faible</i>	<i>Charge/décharge moyennes RC limite</i>	<i>Charge/décharge lentes RC grande</i>
Pas d'intégration	Intégration	Intégration
Pas de régime transitoire	Pas de régime transitoire	Régime transitoire

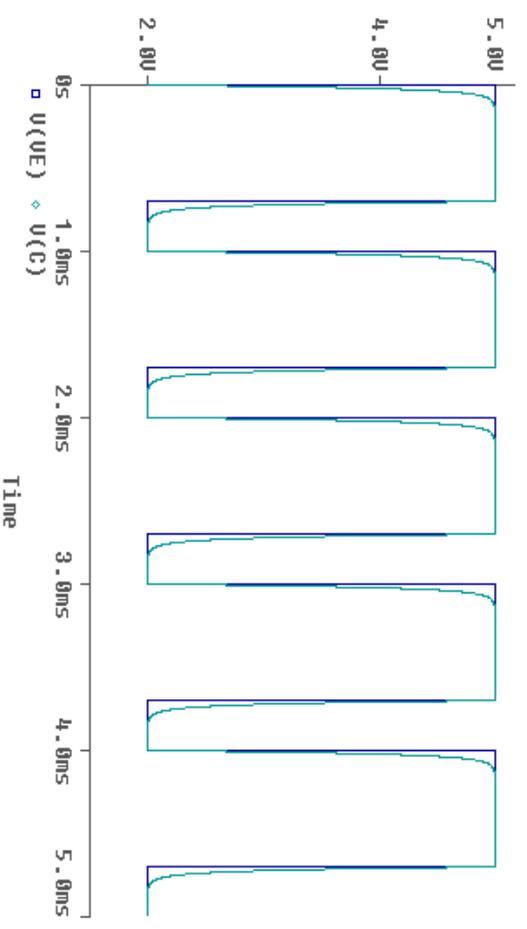
Tableau 1 : Fonctionnement de l'intégrateur sous différentes constantes de temps

Dans les trois cas étudiés, le signal de sortie varie toujours autour de la valeur moyenne du signal d'entrée, 4.1V.

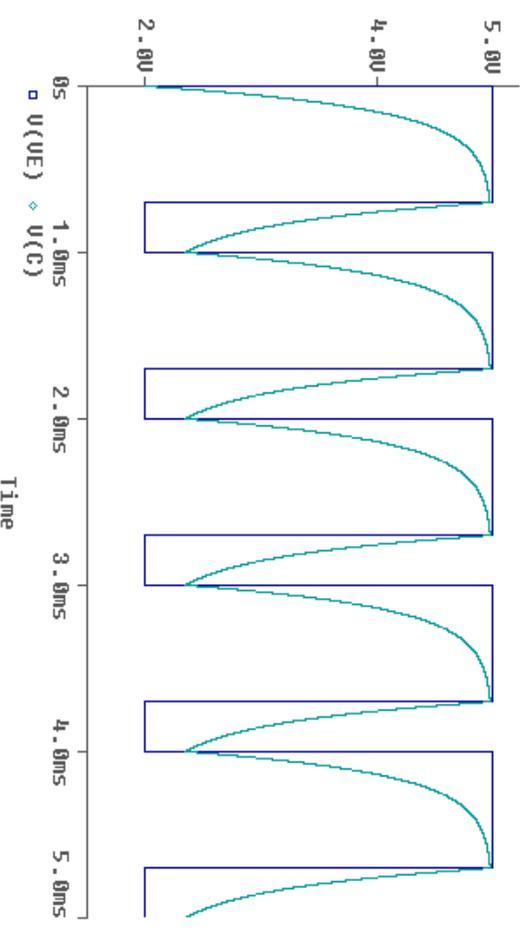
$V1 = 2V$
 $V2 = 5V$
 $TD = 0$
 $TR = 0.1\mu s$
 $TF = 0.1\mu s$
 $PW = 0.7ms$
 $PER = 1ms$



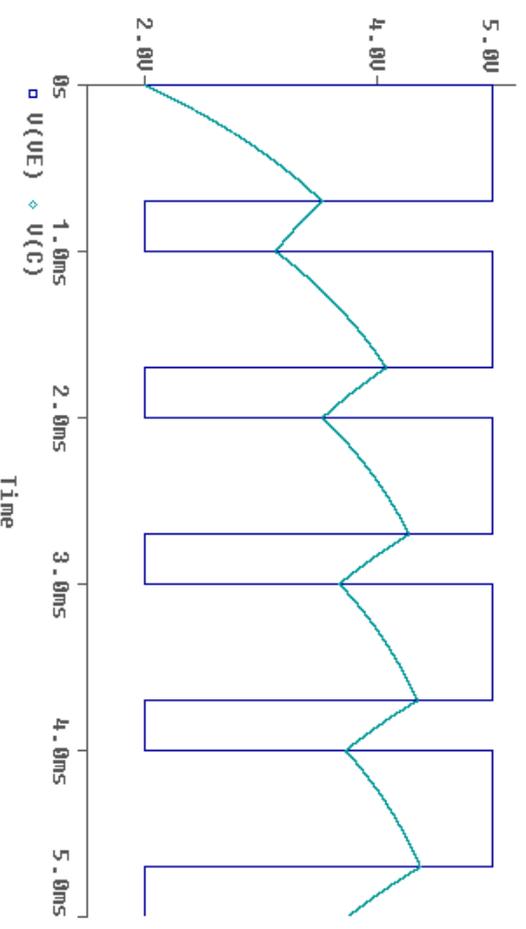
(a) intégrateur RC du 1^{er} ordre



(b) $t_{on} > 5 RC$, avec $R = 2 k\Omega$



(c) $t_{on} = 5 RC$, avec $R = 14 k\Omega$



(d) $t_{on} < 5 RC$, avec $R = 98 k\Omega$

Figure 3.5 : (a) intégrateur RC avec tension aux bornes de C superposée à celle d'entrée pour les cas (b) faible RC, (c) moyenne RC, (d) grande RC

2.1.b Dérivateur RC :

Le circuit RC dérivateur du premier ordre est représenté dans la figure 3a, où il est attaqué par le même signal rectangulaire que celui de la figure 3a et dont la valeur moyenne vaut 4.1V.

Comme l'état haut du signal d'entrée dure plus longtemps dans chaque période, sa durée t_{on} reste par conséquent à comparer au temps limite de charge totale du condensateur, soit $5RC$.

Les trois cas de valeur attribuée à la constante de temps, sont ici repris pour étude. Ainsi :

- Pour RC faible devant t_{on} ou bien $t_{on} > 5RC$, figure 3b.
- Pour RC ayant la valeur limite, soit $t_{on} = 5RC$, figure 3c.
- Pour RC grande devant t_{on} ou de façon précise $t_{on} < 5RC$, figure 3d.

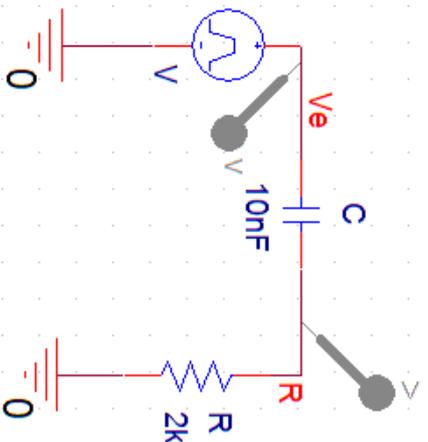
Les résultats d'analyse sont récapitulés dans le tableau 2.

<i>Charge/décharge rapides RC faible</i>	<i>Charge/décharge moyennes RC limite</i>	<i>Charge/décharge lentes RC grande</i>
Dérivation	Dérivation	Pas de dérivation
Pas de régime transitoire	Pas de régime transitoire	Régime transitoire

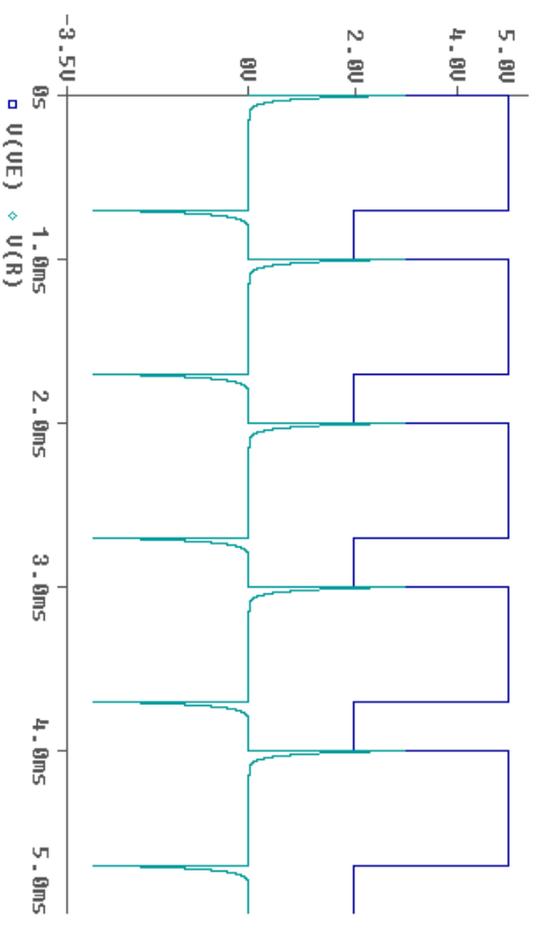
Tableau 2 : Fonctionnement du dérivateur sous différentes constantes de temps

Dans les trois cas étudiés, le signal de sortie varie toujours autour de 0V car le condensateur ne permet pas le passage de la composante continue (ou moyenne) du signal d'entrée vers la résistance de sortie.

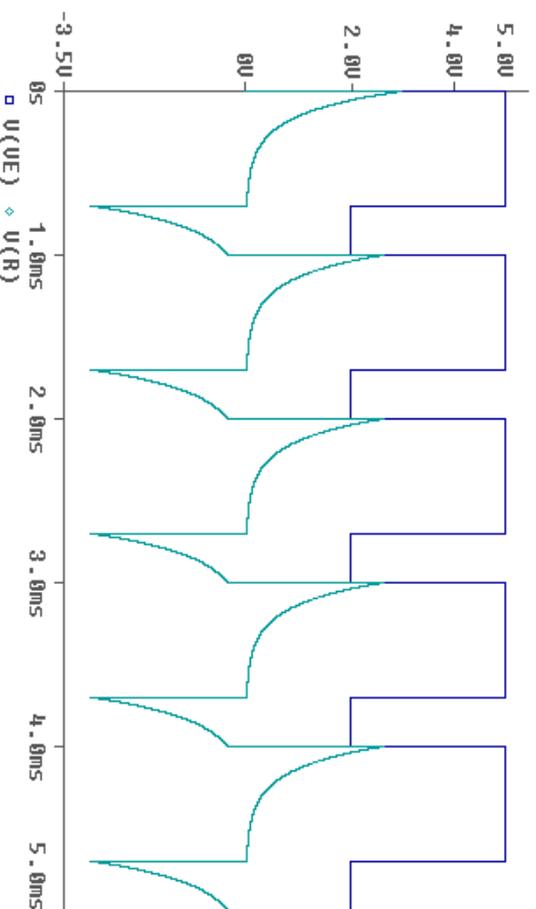
$V1 = 2V$
 $V2 = 5V$
 $TD = 0$
 $TR = 0.1\mu s$
 $TF = 0.1\mu s$
 $PW = 0.7ms$
 $PER = 1ms$



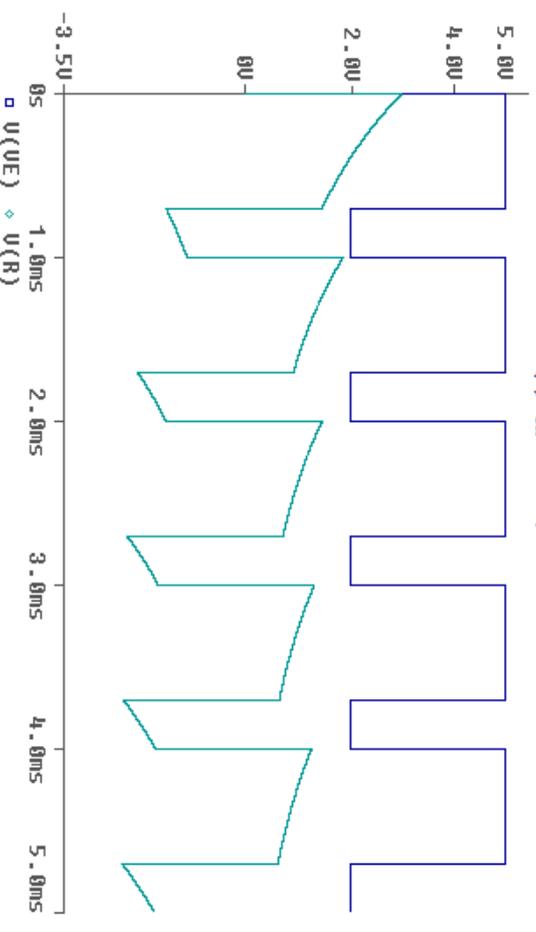
(a) dérivateur RC du 1^{er} ordre



(b) $t_{on} > 5 RC$, avec $R = 2 k\Omega$



(c) $t_{on} = 5 RC$, avec $R = 14 k\Omega$



(d) $t_{on} < 5 RC$, avec $R = 98 k\Omega$

Figure 3.6 : (a) dérivateur RC avec tension aux bornes de R superposée à celle d'entrée pour les cas (b) faible RC, (c) moyenne RC, (d) grande RC