

Charge d'un condensateur

1. Charge à courant constant

$$Q = CU$$

$$Q = It$$

Q : en coulomb, U : en volt, C : en farad, I : en ampère, t : en seconde

D'où $It = CU$, donc a courant constant $I\Delta t = C\Delta u$

$$\text{D'où } \Delta u = \frac{I}{C} \times \Delta t$$

Cette formule s'applique également à la décharge à courant constant

Cette formule nous permet aussi de calculer le condensateur de filtrage pour une alimentation

Pour un redressement double alternance de période $T=20\text{ms}$

On a $\Delta t = 10\text{ms}$

Δu : est la valeur moyenne de l'ondulation

$$\text{Et } U_{MAX} = U_{EFF} \times \sqrt{2}$$

$$U_{MIN} = U_S + \sim 3\text{v}$$

$$\text{D'où le condensateur de filetage : } C = \frac{I\Delta t}{\Delta u}$$

2. Charge à tension constante (a travers une résistance)

$$V_c(t) = V_F + (V_I - V_F) e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$V_c(t)$: tension aux borne du condensateur à l'instant t

V_I : tension initiale aux bornes du condensateur (à l'instant $t=0$)

Rappel (déchargé le condensateur est équivalent à un interrupteur fermé)

V_F : tension finale aux bornes du condensateur (à l'instant $t=\infty$)

Il s'agit ici d'une valeur asymptotique

Chargé un condensateur est équivalent à un interrupteur ouvert

t : intervalle de temps de charge

τ : constante de temps du montage $=RC$

1. Méthode d'étude d'un montage à condensateur

Sous forme d'exemple

Avant $t = 0$ le condensateur est chargé donc $V_S=10/2=5\text{v}$

A $t = 0$

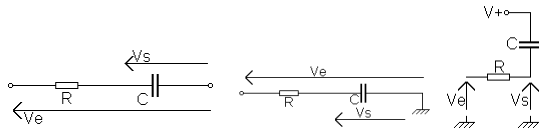
== >> Pour la rédaction de ce paragraphe il faudra attendre << ==

2. Montage intégrateur

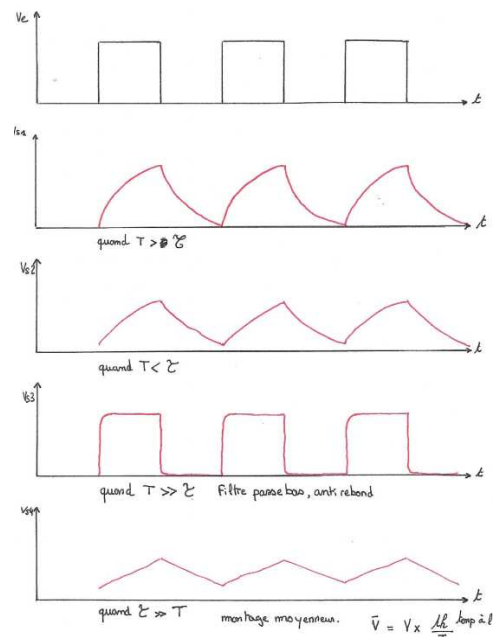
Pour un montage intégrateur la tension de sortie est prise aux bornes du condensateur ou à l'une de ces bornes, l'autre étant relié à un potentiel fixe

La tension de sortie est intégrée, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de variation brusque ou de front.

Exemple de montage

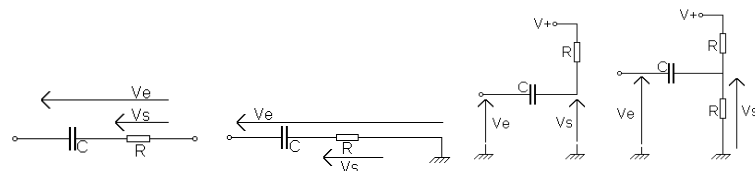


Chronogramme

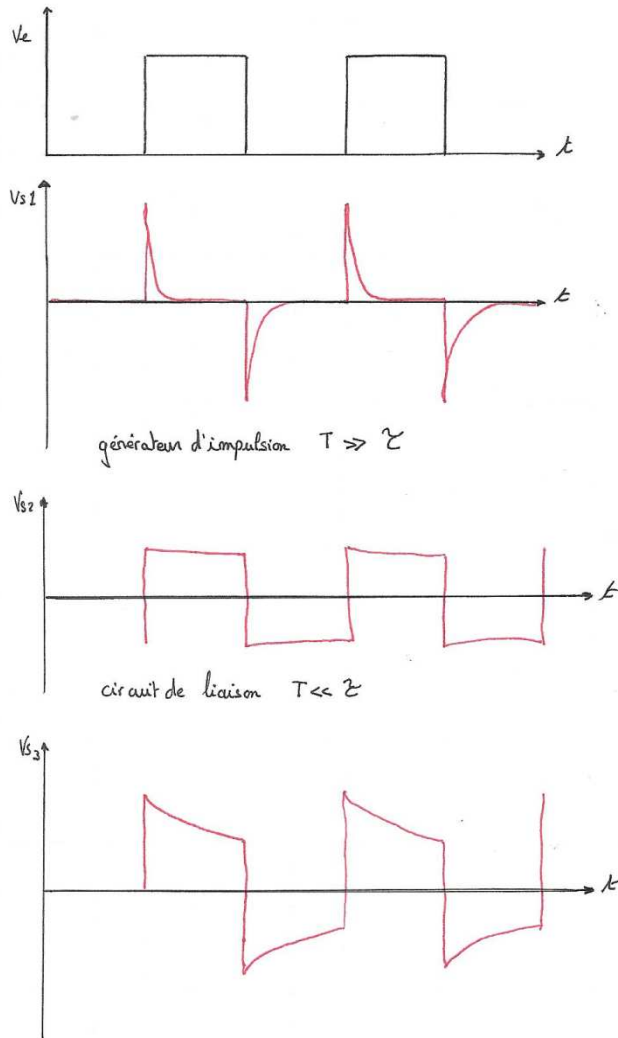


3. Montage dérivateur ou différentiateur

La tension de sortie est prise aux bornes de la résistance ou à l'une de ces bornes, l'autre étant alors relié à un potentiel fixe



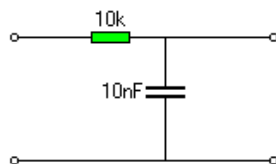
Le circuit transmet les fronts de l'entrée à la sortie



4. Exercice

a. Montage 1

Il s'agit d'un montage intégrateur.



$$\tau = RC = 100\mu s$$

$$t/\tau = -0.5$$

On admet que le condensateur est initialement déchargé.

Le signal d'entrée est un signal périodique de $100\mu s$, il peut être divisé en 10 parties.

Partie 1 : le condensateur est initialement déchargé : $V_s = 0V$

Partie 2 : $V_i = 0\text{v}$, $V_f = 12\text{v} \Rightarrow V_C = 12 + (0 - 12) \times e^{-0.5} = 4.8\text{v}$

La tension V_s va croître exponentiellement de 0v à 4.8v

Partie 3 : $V_i = 4.8\text{v}$, $V_f = 0\text{v} \Rightarrow V_C = 0 + (4.8 - 0) \times e^{-0.5} = 2.911\text{v}$

La tension V_s va décroître exponentiellement de 4.8v à 2.911v

Partie 4 : $V_i = 2.911$, $V_f = 12\text{v} \Rightarrow V_C = 12 + (2.91 - 12) \times e^{-0.5} = 6.486\text{v}$

La tension V_s va croître exponentiellement de 2.911v à 6.486v

Partie 5 : $V_i = 6.486\text{v}$, $V_f = 0\text{v} \Rightarrow V_C = 0 + (6.486 - 0) \times e^{-0.5} = 3.930\text{v}$

La tension V_s va décroître exponentiellement de 6.486v à 3.930v

Partie 6 : $V_i = 3.930\text{v}$, $V_f = 12\text{v} \Rightarrow V_C = 12 + (3.930 - 12) \times e^{-0.5} = 7.105\text{v}$

La tension V_s va croître exponentiellement de 3.930 à 7.105v

Partie 7 : $V_i = 7.105\text{v}$, $V_f = 0\text{v} \Rightarrow V_C = 0 + (7.105 - 0) \times e^{-0.5} = 4.30\text{v}$

La tension V_s va décroître exponentiellement de 7.105 à 4.30v

Partie 8 : $V_i = 4.30\text{v}$, $V_f = 12\text{v} \Rightarrow V_C = 12 + (4.30 - 12) \times e^{-0.5} = 7.3297\text{v}$

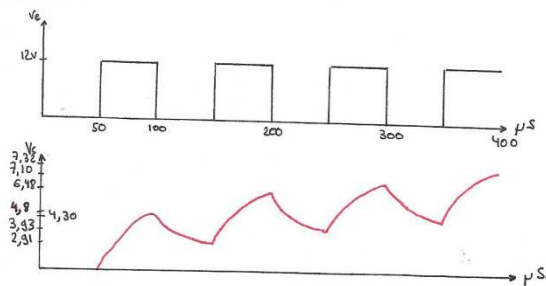
La tension V_s va croître exponentiellement de 4.30v à 7.3297v

Partie 9 : $V_i = 7.3297\text{v}$, $V_f = 0\text{v} \Rightarrow V_C = 0 + (7.32 - 0) \times e^{-0.5} = 4.439\text{v}$

La tension V_s va décroître exponentiellement de 7.32v à 4.439v

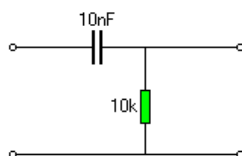
Partie 10 : $V_i = 4.439\text{v}$, $V_f = 0\text{v} \Rightarrow V_C = 12 + (4.43 - 12) \times e^{-0.5} = 7.4084\text{v}$

La tension V_s va croître exponentiellement de 4.43v à 7.4084v



b. Montage 2

Il s'agit d'un montage dérivateur



$$\tau = RC = 50\mu\text{s}$$

Avant l'instant $t = 0$ et $t = 0$

Le condensateur est déchargé

Avec la loi des mailles : $5 - V_C - 0 \Rightarrow 5 = -V_C \Rightarrow V_C = -5v$

On trouve donc aux bornes de la résistance : $V_S = 12 - (-5) = 12 + 5 = 17v$

Après $t=0$

Le condensateur va tendre à ce chargé jusqu'à 12v : 12v

D'où la tension aux bornes de la résistance va tendre vers : 00v

Initialement aux bornes de la résistance on a : 17v

D'où $V_C = 0 + (17 - 0) \times e^{-4} = 0.31v$

Après $200\mu S$ on a

Tension aux bornes de la résistance : 0.31v

Tension aux bornes du condensateur : $V = V_e - V_S = 12 - 0.31 = 11.69v$

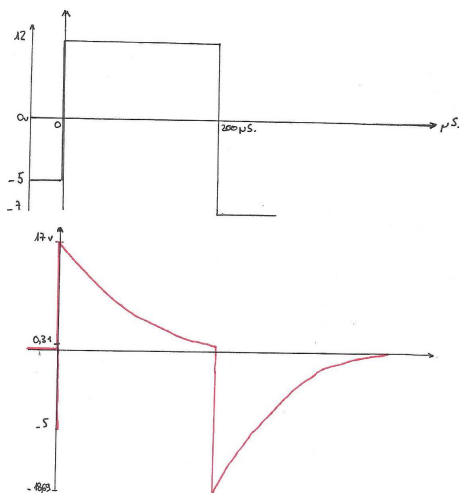
A $200\mu S$, V_e passe à -7v

Tension aux bornes de la résistance : $V_e - V - V_S = 0$

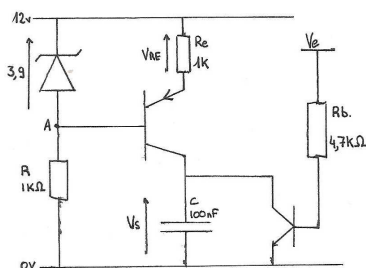
$V_e - V = V_S = -7 - 11.69 = -18.69v$

Tension aux bornes du condensateur : 11.69v

La tension V_S va décroître exponentiellement vers 0v



c. Générateur de dent de scie



Calcul de la différence de potentiel entre le point A et la masse

Loi des branches : $V_{AM} = V_{CC} - V_Z = 12 - 3.9 = 8.1v$

Calcul de V_{RE} , tension aux bornes de la résistance

Loi des mailles : $V_{RE} = V_Z - V_{EB} = 3.9 - 0.7 = 3.2v$

Calcul de I_{RE} , courant entrant sur la borne d'émetteur du transistor

Loi d'ohm : $I_{RE} = \frac{V_{RE}}{R_E} = \frac{3.2}{1000} = 3.2 \times 10^{-3} A = 3.2mA$

On néglige le courant I_B , en déduire le courant sortant par le collecteur du transistor ce courant sera appelé courant de charge du condensateur.

Dans le cadre d'un transistor PNP on a $I_C + I_B = I_E$ or on néglige I_B donc $I_C = I_E = 3.2mA$

On peut préciser que le courant de charge est constant.

Calculer le temps que le condensateur aura le temps de se charger

La période du signal de V_E est $100\mu s$ or le temps de décharge est de $10\mu s$, il reste donc $90\mu s$ pour que le condensateur se charge

Calculer la tension maximale de V_s

Règle de la charge d'un condensateur à courant constant :

$$U = \frac{It}{C} = \frac{3.2 \times 10^{-3} \times 90 \times 10^{-6}}{100 \times 10^{-9}} = 2.88v$$

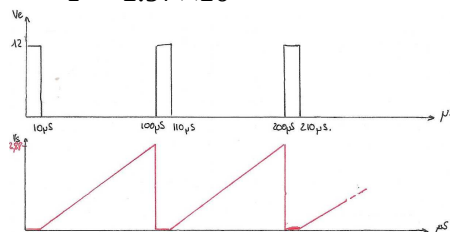
Calculer le temps de charge t du condensateur pour que le condensateur se charge jusqu'à 6v.

$$t = \frac{CU}{I} = \frac{100 \times 10^{-9} \times 6}{3.2 \times 10^{-3}} = 1.875 \times 10^{-4} = 187\mu s$$

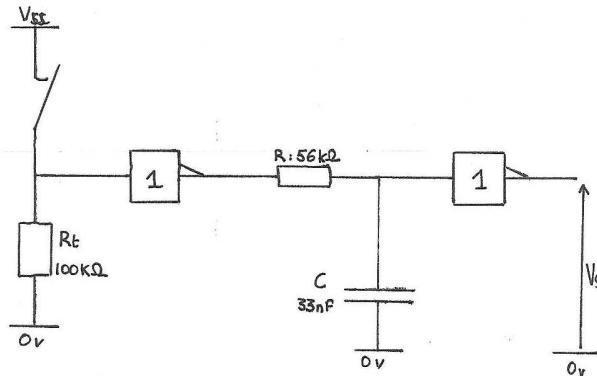
Calculer alors la période ainsi que la fréquence du signal V_e

$$t = 1.87 \times 10^{-4} + 10 \times 10^{-6} = 1.97 \times 10^{-4} s$$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.97 \times 10^{-4}} = 5076.14 Hz$$



d. Dispositif anti-rebond



A l'instant t_0 , on ferme l'interrupteur, on obtient l'allure de la tension V_E définie dans le graphique récapitulatif ci-après :

Avant t_0 , l'interrupteur est ouvert, la tension V_A , en sortie de la porte logique : est de 6V

Comme on suppose que l'interrupteur était très longtemps ouvert le condensateur est chargé donc la tension V_C est de 6V, et donc V_S est de 0V

De l'instant t_0 à t_1 ; l'interrupteur est fermé, la tension V_A , en sortie de la porte logique est de 0V

Le condensateur est chargé $V_f = 0V$, $V_i = 6$

Le temps que le condensateur a pour se décharger est de 1mS

$$\tau = RC = 56 \times 10^3 \times 33 \times 10^{-9} = 1.848 \times 10^{-3}$$

$$t = 1 \times 10^{-3}$$

$$V_C = 0 + (6 - 0)e^{-\frac{1 \times 10^{-3}}{1.848 \times 10^{-3}}} = 3.492V$$

La tension V_S est strictement supérieure à la tension de commutation de la porte ($V_{CC}/2$), donc la sortie reste à 0V.

De t_1 à t_2 ; 9mS

V_A repasse à l'état haut, le condensateur se charge

Donc on a : $V_f = 6V$, $V_i = 3.492V$

La constante de temps est inchangée

$$V_C = 6 + (3.49 - 6)e^{-\frac{9 \times 10^{-3}}{1.848 \times 10^{-3}}} = 5.98V$$

La tension V_S est toujours à 0V, car V_C est strictement supérieure à $V_{CC}/2$

De t_2 à un instant t_3 , pas connu

La tension V_A passe à l'état bas, le condensateur se décharge dans la résistance, de manière exponentielle, à un temps t_3 , la porte logique va commuter à cet instant t_3 , la sortie va passer à l'état haut.

Calcul du temps t3.

$$\ln(e^x) = x$$

$$V_C = V_f + (V_i - V_f)e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$V_C - V_f = (V_i - V_f)e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{V_C - V_f}{(V_i - V_f)} = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{V_C - V_f}{(V_i - V_f)} = \frac{1}{e^{\frac{t}{\tau}}}$$

$$\frac{V_i - V_f}{V_C - V_f} = e^{\frac{t}{\tau}}$$

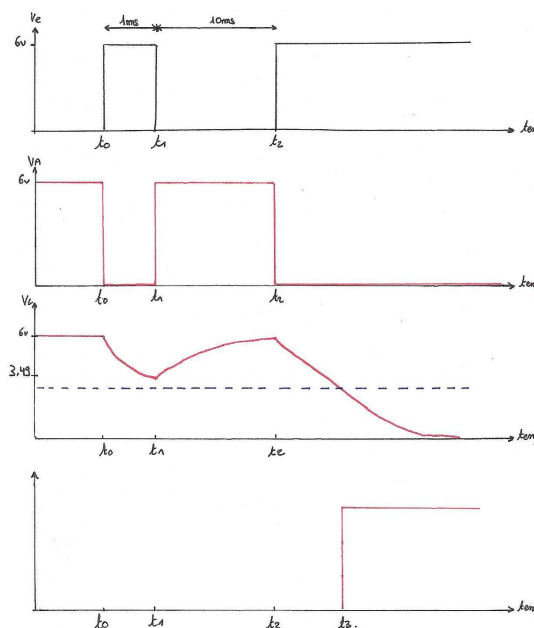
$$\frac{t}{\tau} = \ln\left(\frac{V_i - V_f}{V_C - V_f}\right)$$

$$t = \ln\left(\frac{V_i - V_f}{V_C - V_f}\right) \times \tau$$

$$t = \ln\left(\frac{V_i - V_f}{V_f - V_a}\right) \times \tau$$

La tension Va, est la tension pour la quel on va arrivé à (VCC/2)

$$t = \ln\left(\frac{V_i - V_f}{V_f - V_a}\right) \times \tau = \ln\left(\frac{0 - 6}{0 - 3}\right) \times \tau = \tau \times \ln(2) = 1.28mS$$

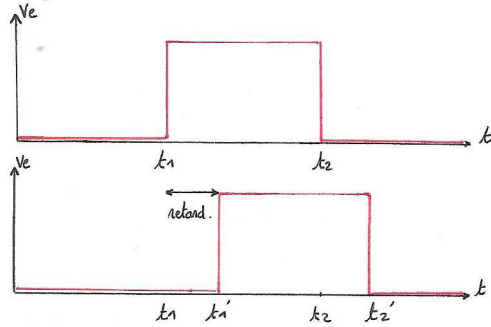


e. Ligne à retard

$$\tau = \frac{10^{-3}}{\ln\left(\frac{0-6}{0-3}\right)} = \frac{10^{-3}}{\ln(2)} = 1.44$$

$$\tau = RC = R \times 10nF \Rightarrow R = \frac{1.44}{10nF} = 144k\Omega$$

Principe.



dans notre cas.

