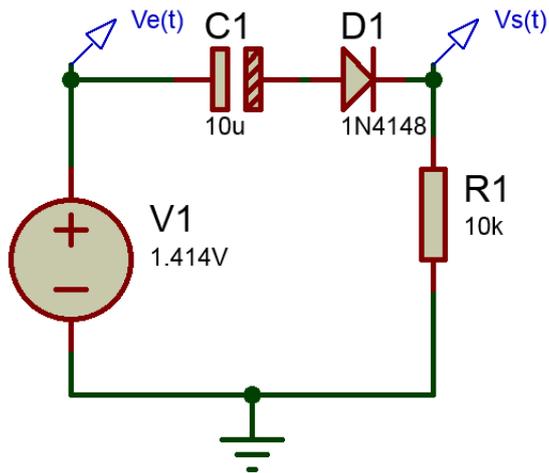


NOTE DE CALCULS

Nous Allons étudier dans cette note de calculs de façon très simplifiée, le montage électronique RC série avec une diode qui sera insérée dans le circuit. Puis nous allons et analyser mathématiquement aux bornes de R1 qui représente la tension $V_{s1}(t)$.

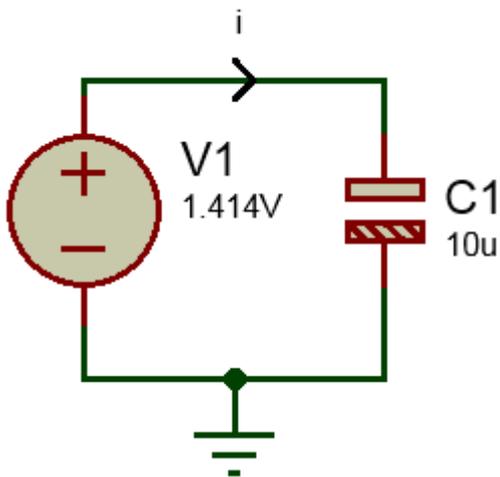
Alors attention !! Ces calculs sont très simplifiés ce qui permettra d'analyser des circuits de façon très simplifiés afin d'avoir une première approche et de comprendre le comportement d'un tel montage électronique.



Un générateur de tension continu qui fournit $1,414V (\sqrt{2})$ pour être précis.

➤ Charge d'un condensateur

Simplifions dans un 1^{er} temps le montage, afin de le réduire à ceci et d'analyser la charge d'un condensateur



Ici nous avons à faire très simplifié par rapport à ce que nous avons eu au début, Pourquoi ? et bien c'est pour comprendre comment un condensateur réagit lorsque celui-ci est traversé par un courant continu constant.

Théoriquement il faut connaître :

On définit la capacité par la relation :

$$Q = C \times U$$

où :

- Q est la charge stockée sur sa borne positive et s'exprime en coulombs ;
- U est la tension aux bornes du composant ; (ici $U=U_c$)
- C est la capacité électrique du condensateur (ici $C=C_1$)

Expression algébrique de la loi de comportement du condensateur :

Les indices 1 et 2 repérant chacune des bornes du condensateur. La borne au potentiel le plus élevé (borne positive) est donc chargée positivement. La charge « totale » d'un condensateur $Q_t = Q_1 + Q_2$ est donc nulle. Procédant par influence électrostatique, le courant « pénétrant » par une borne ressort à l'identique par l'autre borne, bien que les armatures soient séparées par un isolant.

Dans notre exemple la borne 1 est en haut et la borne 2 est en bas.

$$U_c = U_{c1} - U_{c2} \text{ (différence de potentiel entre borne 1 et borne 2)}$$

Ce qui revient à dire en injectant ce calcul on obtient

$$Q = C \times U_{c1} - U_{c2}$$

D'autre part son sait que :

$$Q = i \times t \text{ (} i = \text{intensité et } t \text{ le temps en seconde)}$$

$$\frac{Q}{t} = i$$

Nous avons ici un rapport entre Q qui représente la charge et i qui représente le courant, et tout ça en fonction du temps, il y'a une notion de dérivé (*petit analogie avec les Km/h c'est le nombre de Km en 1h et bien ici c'est pareil, sauf que ce n'est pas les mêmes unités de mesure. Dès qu'on retrouve une chose par rapport à un temps il y'a la notion de dérivée qui intervient*)

Il en résulte que

$$\frac{Q}{t} = i \text{ devient } \frac{dQ}{dt} = i \text{ c'est une notation mathématique}$$

➤ Etude de la dérivée

$$\frac{dQ}{dt} = i$$

Avant de rentrer dans les calculs on peut encore modifier la formule, en effet on vient de voir précédemment que :

$$Q = C \times U_{c1} - U_{c2}$$

On peut donc « injecter » cette formule dans dQ ce qui donne :

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{d(C \times U_{c1} - U_{c2})}{dt} = i \quad \text{soit} \quad ic = C \frac{dU_c}{dt} \quad U_c \text{ regroupe } U_{c1} - U_{c2}$$

On a retrouvé la formule générale de la charge d'un condensateur qui est :

$$ic = C \frac{dU_c}{dt}$$

Comme vous pouvez le constater nous avons un courant qui circule dans le condensateur en fonction du temps et on récupère une tension aux bornes du condensateur.

Calcul du courant i

Nous pouvons déduire le courant i pour un temps de 1sec:

$$i = \frac{dQ}{dt} = \frac{d(C \times U_{c1} - U_{c2})}{t - t_0} = \frac{d(0,000010 \times 1,414)}{1 - 0} = 0,00001414A \text{ soit } 14 \mu A$$

t_0 correspond au temps initial temps où nous nous sommes « arrêté »

Calcul de la tension U_c

En ce qui concerne dU_c on ne connaît pas!! Il faut donc le résoudre :

$$\frac{dU_c}{dt} = \frac{I_c}{C}$$

$$U_c = \int_0^t \frac{I_c}{C} dt \quad (\text{Oui !! une dérivée qui passe de l'autre côté du égale devient une intégral il faut le savoir})$$

Bon et bien nous sommes ici dans la résolution d'une intégral !!! Je ne rentre pas dans les détails mais je vous donne le résultat final

$$U_c = \frac{1}{C} \times I_c \times t + U_{c0}$$

Je ne sais pas si vous avez reconnu une sorte de courbe affine du type $y=ax+b$? avec x qui représente t le temps

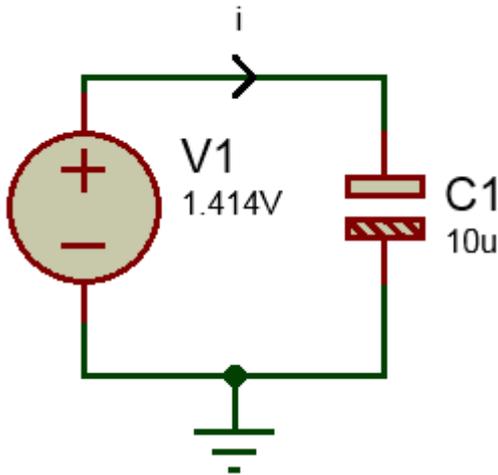
Et bien oui !! La tension aux bornes du condensateur va se charger en forme de « droite »

Uc0 qu'est-ce que c'est ?

Il s'agit des conditions initiales dans lequel le condensateur se trouve. Par exemple si vous récupéré un condensateur qui a trainé pendant des années dans un tiroir, la tension à ses bornes est de $U_{c0}=0V$, par contre un condensateur qui a été branché sous une tension de 100V, et vous désirez de le récupérer en coupant l'alimentation et en utilisant le fer à souder et bien là !!! C'est le drame !!!, la tension $U_{c0}=100V$ **et c'est pour cette raison qu'il faut toujours faire attention à ce que les condensateurs soient totalement déchargés avant de les retirés !!**

➤ Charge du condensateur $0 \leq t \leq 1sec$

Revenons à nos moutons !!



Prenons le cas où le condensateur C1 est totalement déchargé ce qui revient à dire que $U_{c0} = 0V$ la fonction s'écrit donc :

$$U_c = \frac{1}{C} \times I_c \times t$$

Calcul du courant i

On a calculé précédemment le courant i qui correspond au courant qui traverse le condensateur soit $i=I_c=14\mu A$

Calcul de la tension Uc

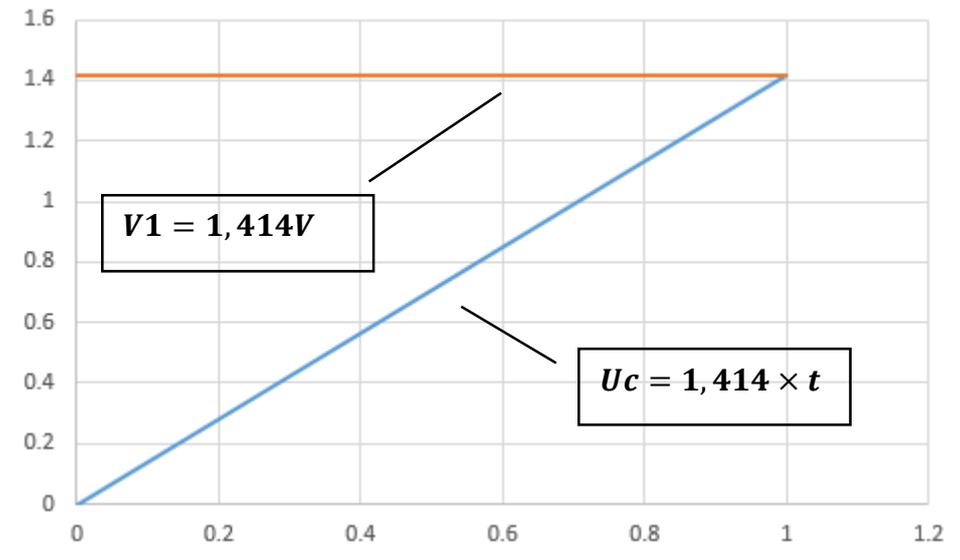
$$U_c = \frac{1}{C} \times I_c = \frac{1}{0,000010} \times 0,00001414 \times 1 = 1,414$$

On peut représenter graphiquement la courbe en fonction du temps soit :

$$U_c = \frac{1}{C} \times I_c = \frac{1}{0,000010} \times 0,00001414 \times t$$

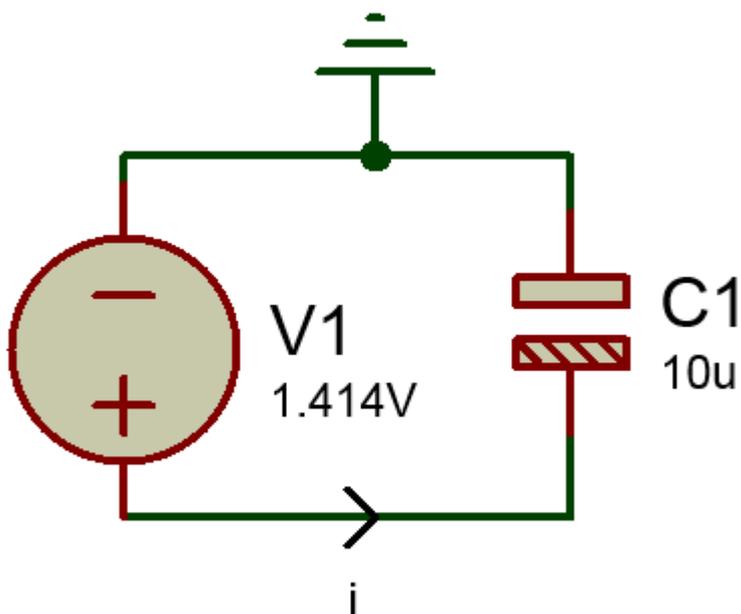
$$U_c = 1,414 \times t$$

Graph



En rouge la tension de notre générateur V1, et en bleu la charge du condensateur que l'on remarque qu'il s'agit d'une tension qui évolue de la manière d'une droite linéaire puisque la condition initiale est nul !!

➤ Décharge du condensateur $1 \leq t \leq 2\text{sec}$



Reprenons le même montage sauf que nous allons inverser la polarisation, nous nous retrouvons dans une situation où le courant est inversé et que les tensions aux bornes du condensateur sont elle aussi inversée.

Il en résulte que la formule va changer regardons celle-ci attentivement à la page suivante.

Calcul du courant i

Uc1 devient égale à 0V et Uc2 devient égale à 1,414V

$$i = \frac{dQ}{dt} = \frac{d(C \times Uc1 - Uc2)}{dt} = \frac{d(0,000010 \times (0 - 1,414))}{1} = -0,00001414A \text{ soit } -14 \mu A$$

Le signe moins montre bien l'inversion du courant qui traverse le condensateur C1

Calcul de la tension Uc

Attention !! la conditions initiale va intervenir puisque précédemment au temps de t=1sec la tension aux bornes du condensateur était de 1,414V temps ou les courbe rouge et bleu « s'arrête »

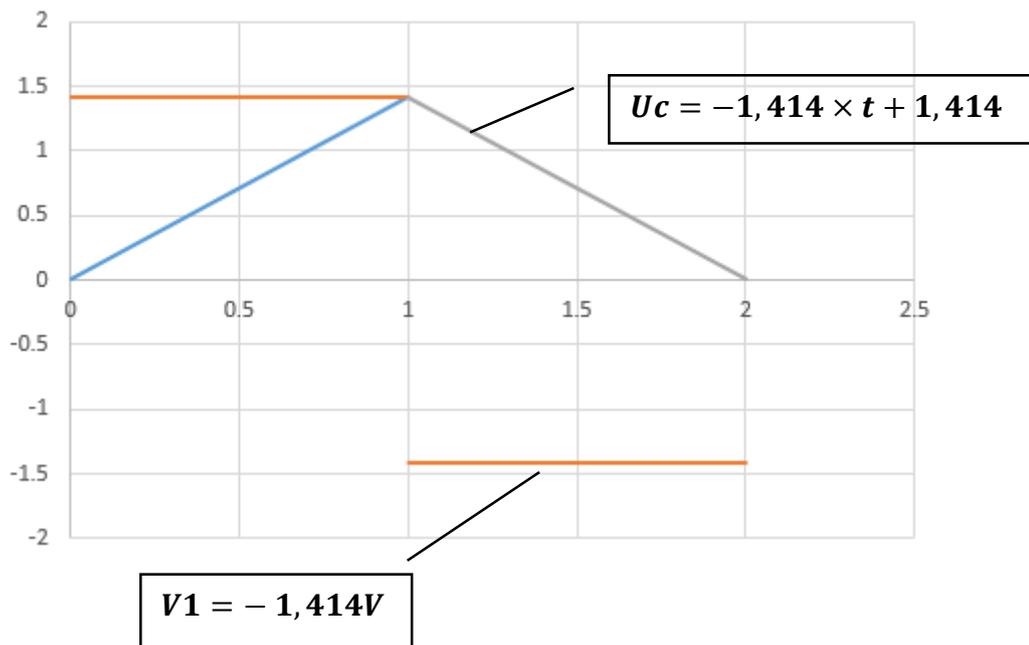
Uc0 vaut donc 1,414V soit Uc0=1,414V. et t0=1sec

Il suffit de remplacer dans la formule C puis Ic puis Uc0 Soit :

$$Uc = \frac{1}{C} \times Ic \times (t - t0) + Uc0 = \frac{1}{0,000010} \times -0,000014 \times (2 - 1) + 1,414$$

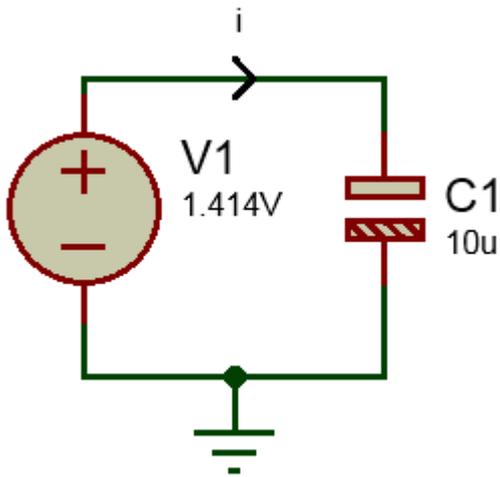
$$Uc = -1,414 + 1,414 = 0V$$

Graph



➤ **Charge du condensateur $2 \leq t \leq 3\text{sec}$**

On recommence le cycle !!



Calcul du courant i

Uc1 redevient égale à 1,414VV et Uc2 égale à 0V

$$i = \frac{dQ}{dt} = \frac{d(C \times U_{c1} - U_{c2})}{t - t_0} = \frac{d(0,000010 \times 1,414)}{1 - 0} = 0,00001414A \text{ soit } 14 \mu A$$

Calcul de la tension Uc

Attention !! la conditions initiale va intervenir puisque précédemment au temps de $t=2\text{sec}$ la tension aux bornes du condensateur était de 0V temps ou les courbe rouge et bleu « s'arrête »

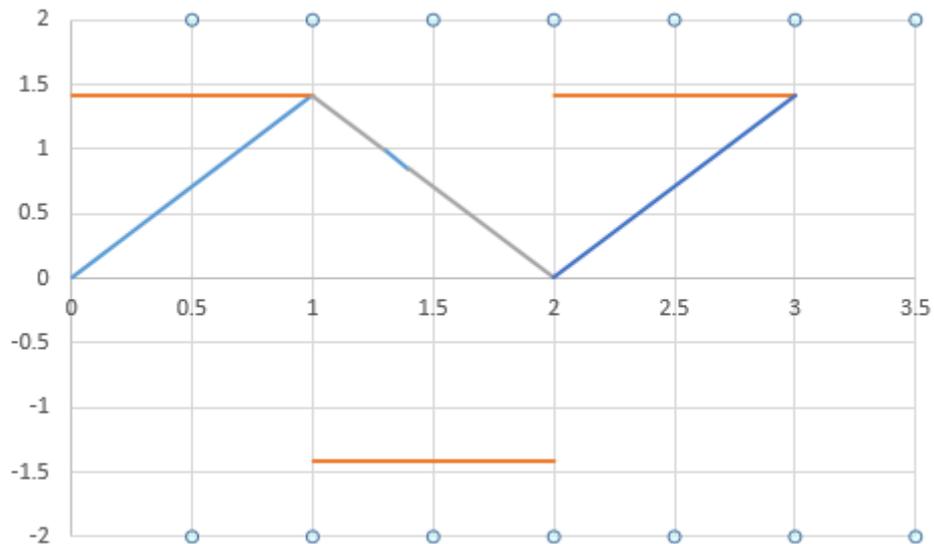
Uc0 vaut donc 0V soit $U_{c0}=0V$. et $t_0=2\text{sec}$

Il suffit de remplacer dans la formule C puis Ic puis Uc0 Soit :

$$U_c = \frac{1}{C} \times I_c \times (t - t_0) + U_{c0} = \frac{1}{0,000010} \times 0,000014 \times (3 - 1) + 0$$

$$U_c = 1,414$$

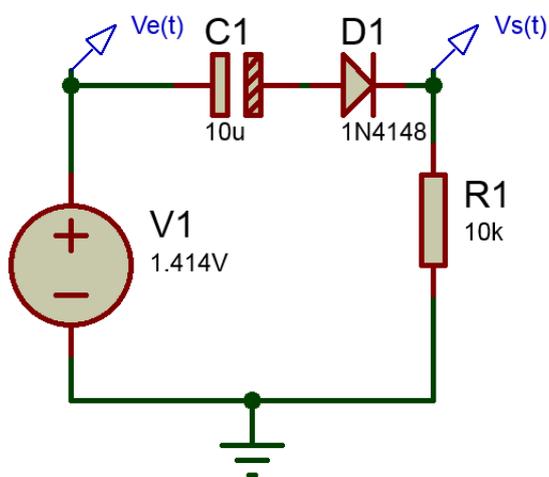
Graph



Et ainsi de suite....

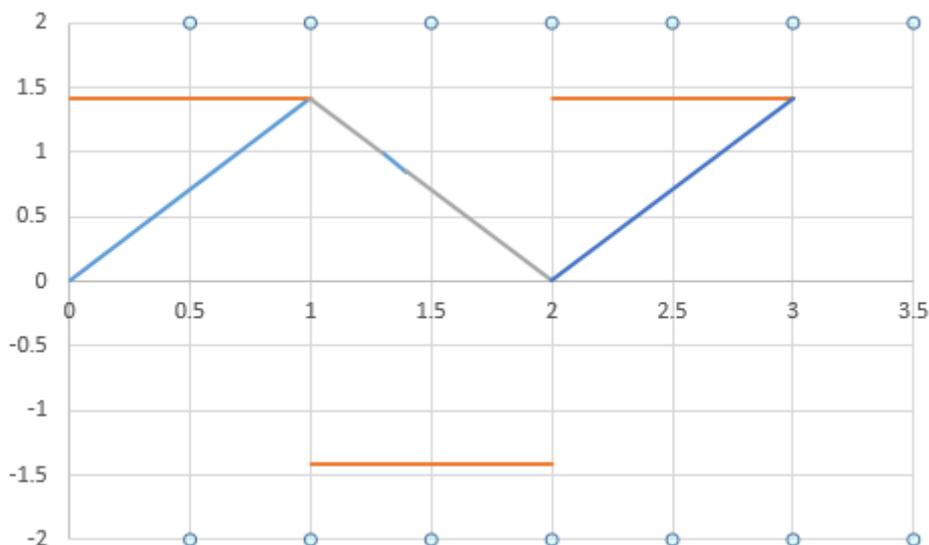
➤ Charge du condensateur à travers la diode et la résistance

Nous venons de comprendre comment se chargeait le condensateur C1, mais reprenons ensemble en plaçant la résistance R1 et la diode D1 comme le montre le schéma électronique ci-dessous :



Gardons en tête la forme du signal aux bornes du condensateur C1 (*forme en dents de scie*)

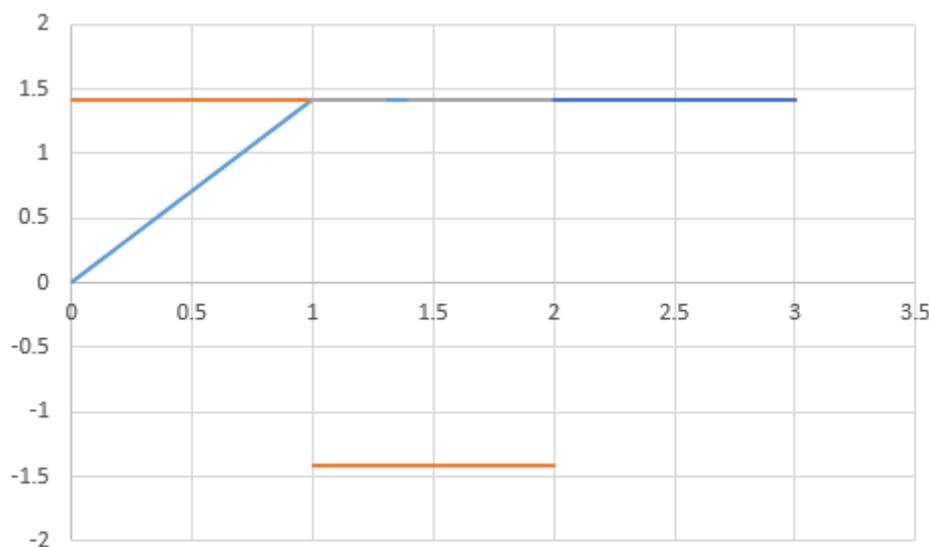
Graph



Puisque la diode est insérée dans le circuit, celle-ci est passante. La tension aux bornes du condensateur étant nulle, toute la tension d'alimentation V_1 se retrouve aux bornes de la résistance R_1 moins la chute de tension de la diode D_1

Modifions légèrement le graph proposé ci-dessus, nous avons vu précédemment que le courant était inversé entre 1sec et 2sec il en résulte que le courant change de sens suite au signe « - ».

Mais attention !! la diode D_1 « bloque » le courant si celui-ci n'est pas dans le sens de la diode. Il en résulte que le graph ci-dessus devient entre les instants 1 et 2 comme ceci:



Hum !!! je ne sais pas si vous avez remarqué mais on avait calculé que pour $t=2\text{sec}$ la tension était de 0V et ce n'est pas le cas !!! puisque la condition initiale suite à la diode D_1 montre que $U_c=1,414\text{V}$ à $t=2\text{sec}$. Il faut donc refaire le calcul : ce qui donne :

Calcul du courant i

Uc1 reste égale à 1,414V et Uc2 égale à 0V

$$i = \frac{dQ}{dt} = \frac{d(C \times Uc1 - Uc2)}{t - t0} = \frac{d(0,000010 \times 1,414)}{1 - 0} = 0,00001414A \text{ soit } 14 \mu A$$

Calcul de la tension Uc

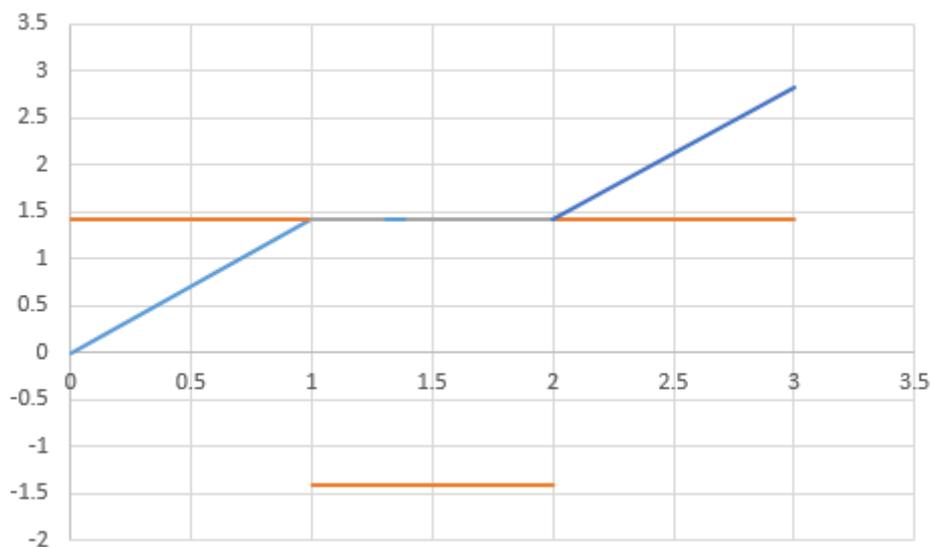
au temps de t=2sec Uc0 devient Uc0=1,414V

Il suffit de remplacer dans la formule C puis Ic puis Uc0 Soit :

$$Uc = \frac{1}{C} \times Ic \times (t - t0) + Uc0 = \frac{1}{0,000010} \times 0,000014 \times (3 - 2) + 1,414$$

$$Uc = 2,828V!!$$

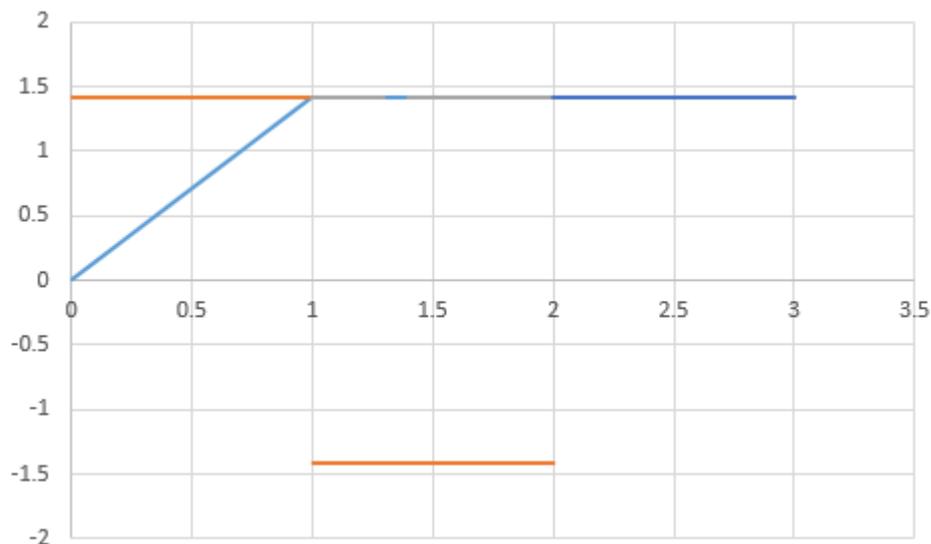
Graph



Oui !! C'est bien ça le condensateur va donc emmagasiner une nouvelle fois la tension d'alimentation sans jamais se vider.

Oui mais encore une fois attention, mathématiquement c'est juste, mais ici la tension d'alimentation de V1 est de 1,414V donc le condensateur aura atteint sa tension de charge à 1,414V il en résulte que la courbe final est donc :

Graph



➤ Vs(t) 0 ≤ t ≤ 1sec

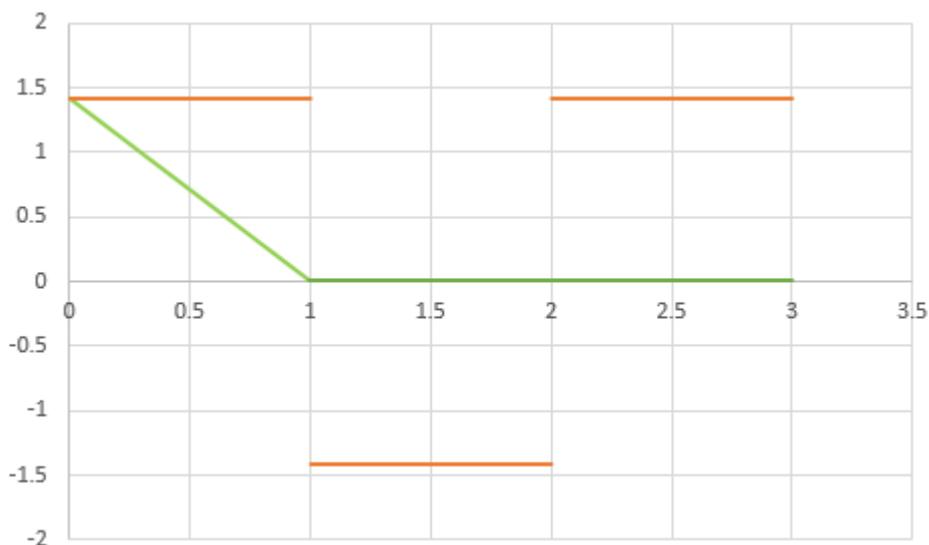
En ce qui concerne la tension Vs(t) le résultat est le suivant :

$V_e(t) = U_c(t) + V_{d1} + V_s(t)$ V_{d1} existe si et seulement si les tensions sont supérieures à 0,6V

$$V_s(t) = V_e(t) - U_c(t) - V_{d1} = V_e(t) - \frac{1}{C} \times I_c \times t - 0,6$$

$$V_s(t) = 1,414 - 1,414 \times t - 0,6$$

Graph



➤ Conclusion

Pour finir sur ces quelques lignes, lorsqu'un condensateur est inséré en série à travers une diode, le signal n'existe plus en sortie de la diode. Ce genre de montage permet de filtrer les alternances négatives et de supprimer les tensions résiduelles.