

Chapitre 15 c

Circuits RL et RC en régime impulsionnel

Sommaire

- Circuits en régime impulsionnel
- Signal impulsionnel
- Mesure d'un circuit RC en régime impulsionnel
- Application pratique
- Etude du circuit RC en régime impulsionnel
- Analyse du circuit
- Mesure du temps de charge du condensateur
- Constante de temps du circuit RL
- Exercices

Introduction

Circuits en régime impulsionnel :

Dans l'étude que nous venons de faire sur les circuits RC et RL, la source de signal générait une forme alternative sinusoïdale. Dans certains cas, ce signal peut avoir une autre forme.

En régime sinusoïdal alternatif, nous parlons de signal analogique, car la valeur de la tension ou du courant varie constamment et toutes ses valeurs successives sont différentes.

En régime impulsionnel, le signal de la source n'a que deux états :

pas de tension	0 [V]	tension présente	x [V]
----------------	-------	------------------	-------

Nous pouvons faire une analogie avec les signaux numériques dans lesquels il n'existe que deux états :

état bas	0	état haut	1
----------	---	-----------	---

Les ordinateurs fonctionnent selon ce principe. Soit l'information numérique est absente, soit elle est présente. Cette information porte de nom de "bit".

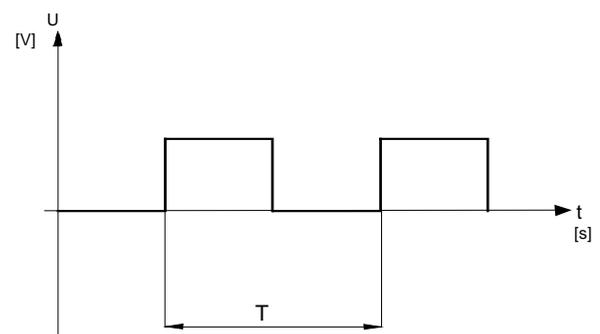
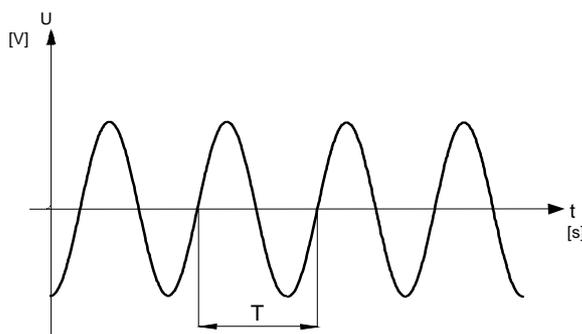
Le "bit" tout seul n'est utilisé que pour les cas simples où il peut permettre de commander l'enclenchement et le déclenchement d'un appareil ou de détecter la présence ou l'absence d'une tension.

Pour pouvoir accomplir des tâches plus complexes, un ordinateur a besoin de travailler avec des informations plus importantes. C'est pourquoi des mots appelés "bytes" ou "octets" sont formés avec des groupes de 8 "bits". Avec les nouvelles technologies, des mots de 16, 32, ou 64 "bits" sont utilisés. Plus la longueur du mot est grande, plus la vitesse d'exécution sera rapide, l'ordinateur pourra effectuer des tâches plus complexes.

L'étude des signaux numériques (digitaux) est très complexe et elle ne fait pas partie de notre sujet. Pour plus de détails, il est nécessaire de consulter la monstrueuse littérature disponible dans ce domaine.

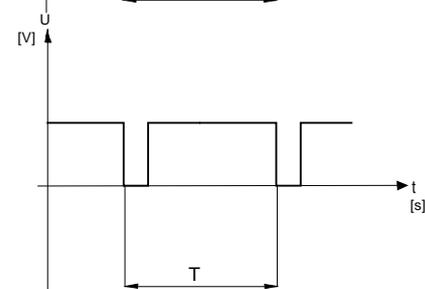
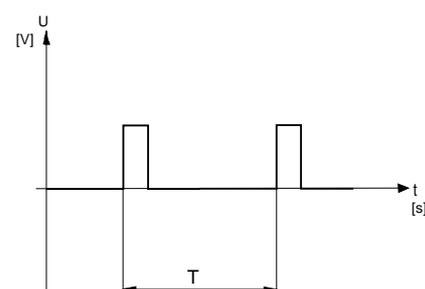
Signal impulsionnel :

Comme pour les signaux alternatifs sinusoïdaux, il est possible de déterminer la fréquence d'un signal impulsionnel.

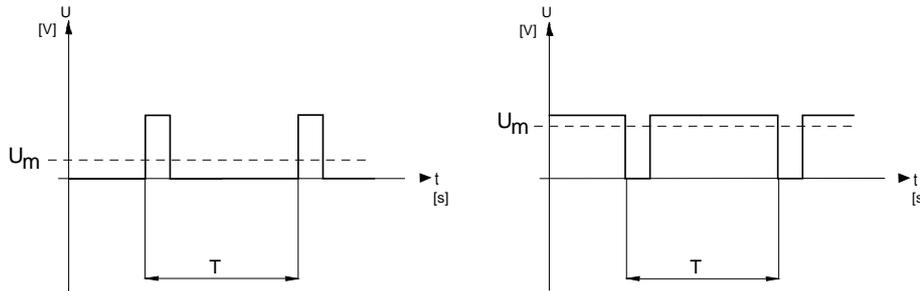


En régime impulsionnel dont la durée des cycles n'est pas identique, nous parlons de cycles asymétriques. La fréquence ne change pas, mais le temps durant lequel l'impulsion est présente n'est plus égal au temps durant lequel elle est à zéro.

Cette caractéristique s'appelle le rapport cyclique. Elle est utilisée dans les téléviseurs pour ajuster les réglages du son, lumière, etc. et également dans certains variateurs de lumière. En effet, dans ces cas particuliers, nous travaillons avec la tension moyenne du signal.



Cette moyenne est obtenue en mesurant la valeur de la tension, le temps durant lequel elle est présente, et le temps durant lequel elle est absente.

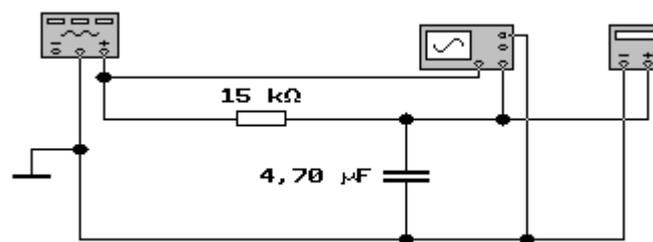


Nous obtenons alors une tension continue variable dépendante du rapport cyclique qui permettra d'effectuer la commande de la fonction désirée.

Le circuit utilisé pour convertir ces impulsions à rapport cyclique variable en tension continue variable se nomme intégrateur. Il peut être composé soit d'une résistance et d'un condensateur, soit d'une bobine et d'une résistance. Il sera possible de définir la tension de sortie en calculant la valeur des éléments.

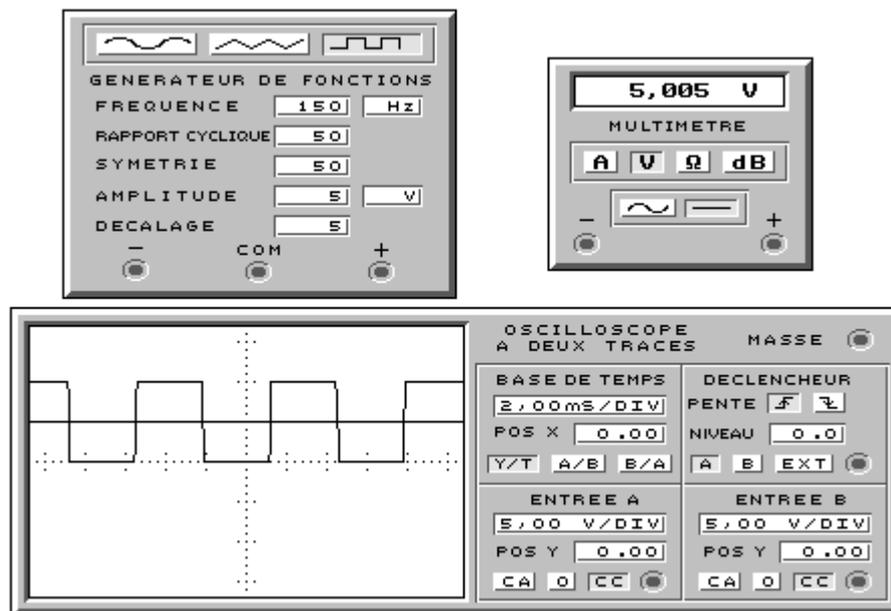
Ce circuit exécute une opération mathématique appelée "intégration d'une fonction". La tension de sortie représente la somme des charges élémentaires emmagasinées dans le condensateur par unité de capacité, ce qui exprime l'intégrale de la tension aux bornes du condensateur.

Mesure d'un circuit RC en régime impulsionnel



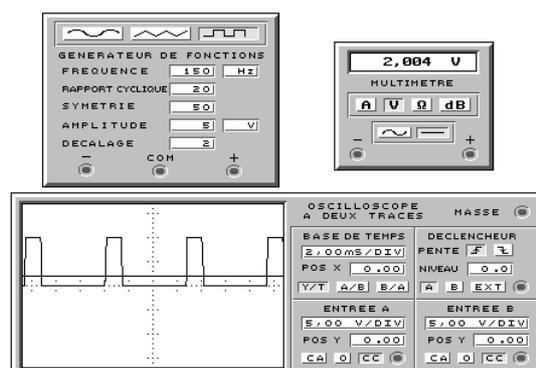
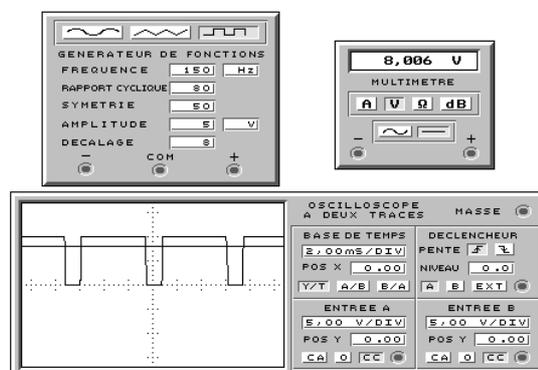
Pour réaliser la mesure, nous disposons une résistance et un condensateur montés en filtre passe-bas. Le générateur fournit une tension continue carrée. L'oscilloscope permet de visualiser la forme de la tension à l'entrée et à la sortie du circuit. Un multimètre est placé à la sortie pour confirmer la valeur de la tension continue à la sortie du filtre.

Résultats de la mesure :

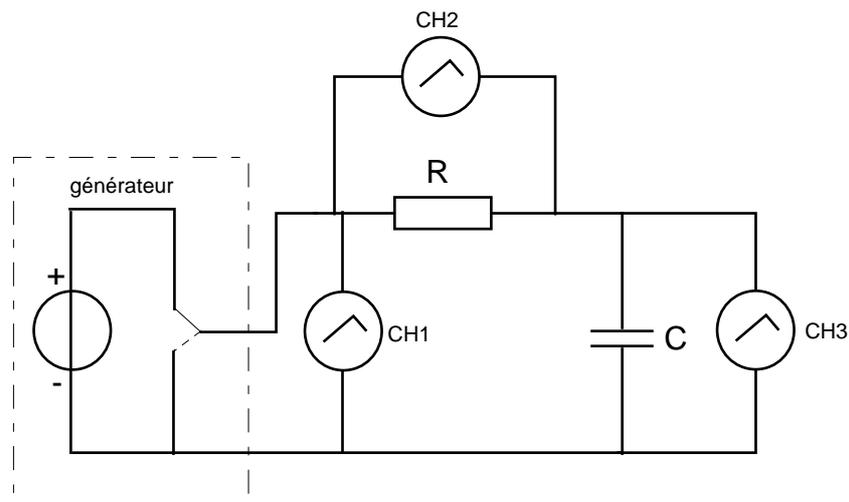


Le générateur fournit un signal carré avec un rapport cyclique de 50 %. Nous constatons qu'à la sortie du filtre, la tension est plane et correspond au 50 % de la tension du générateur.

Si nous varions le rapport cyclique, sans modifier la tension du générateur, la tension continue aux bornes du condensateur varie. Plus le rapport cyclique est grand, plus la tension est grande et inversement.

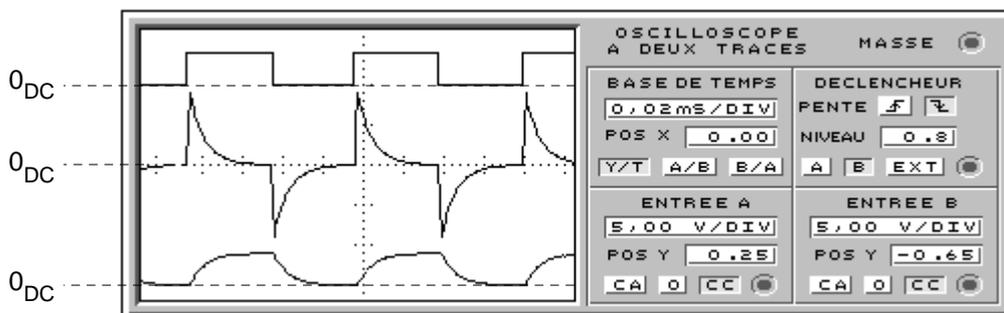


Etude du circuit RC en régime impulsionnel :



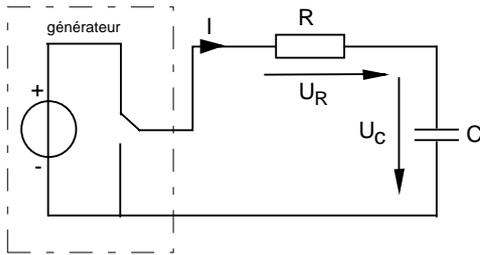
Le générateur fournit une tension carrée continue positive. Trois traces d'oscilloscope sont placées dans le circuit.

- CH1 tension du générateur
- CH2 tension aux bornes de la résistance (proportionnelle au courant dans le circuit)
- CH3 tension aux bornes du condensateur

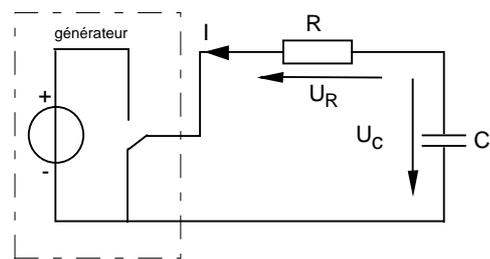
OscillogrammesConstatations :

- la tension à l'entrée du circuit a une forme carrée.
- la tension aux bornes de la résistance est positive lors du flanc montant et négative lors du flanc descendant.
Cette tension représente le courant dans le circuit.
- la tension aux bornes du condensateur met un certain temps pour arriver au maximum.
- la tension aux bornes du condensateur a une forme exponentielle.
- lorsque le condensateur est complètement chargé, il n'y a plus de courant dans le circuit.

Analyse du circuit :



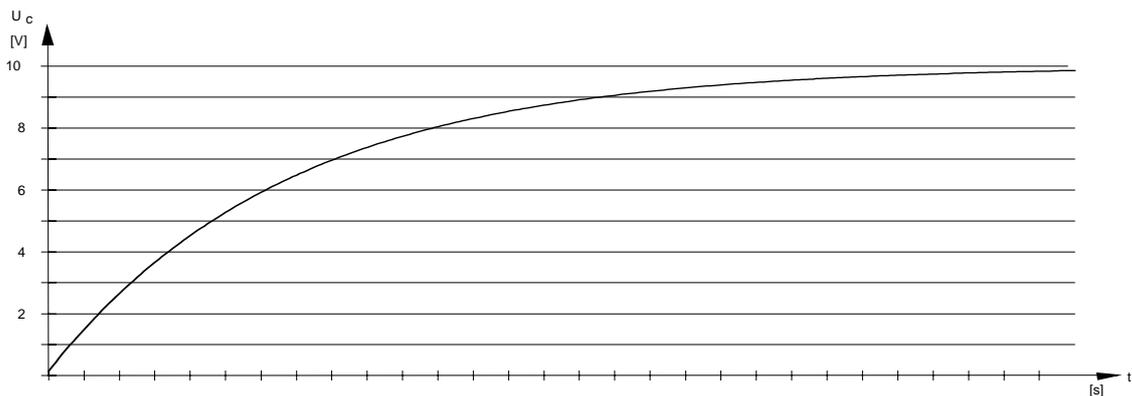
Le générateur fournit une tension et un courant de charge circule dans le circuit.



Le générateur ne fournit pas de tension, sa sortie est à 0 [V], et un courant de décharge circule dans le circuit.

C'est à cause de la charge et de la décharge que le courant s'inverse dans le circuit.

Courbe de charge du condensateur :



On constate sur cette courbe que la tension U_C met un certain temps pour arriver au maximum, sans pour autant y parvenir.

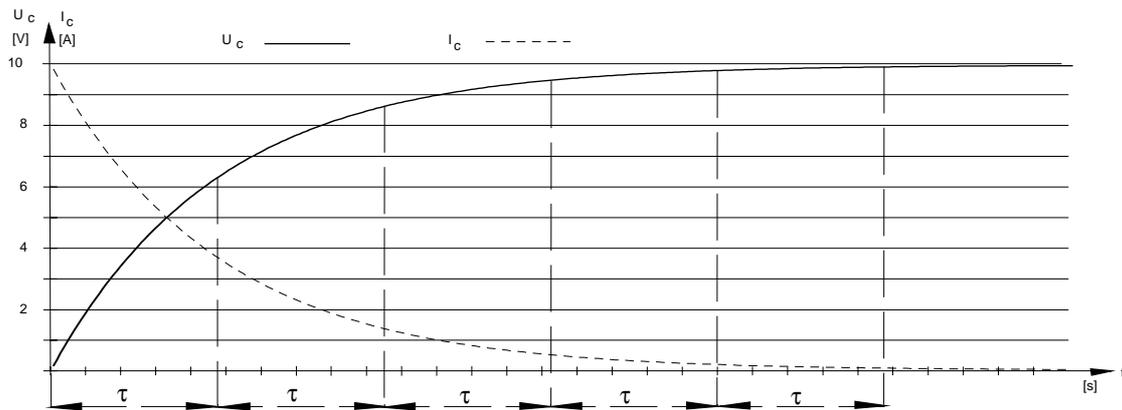
Le temps de charge dépend du produit $R \cdot C$. Ce temps est déterminé par la constante de temps τ exprimée en secondes.

$$\tau = R \cdot C$$

On peut démontrer cette formule par une analyse dimensionnelle :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{[V]}{[A]} = \frac{[V]}{[C]} = \frac{[V] \cdot [s]}{[C]} \quad C = \frac{Q}{U} = \frac{[C]}{[V]} \quad \tau = \frac{[V] \cdot [s]}{[C]} \cdot \frac{[C]}{[V]} = [s]$$

Mesure du temps de charge du condensateur :



A la charge, la constante de temps τ indique le temps qu'il faut au condensateur C pour se charger au 63 % de la tension de charge.

Le courant de charge qui a diminué de 63 % après un τ .

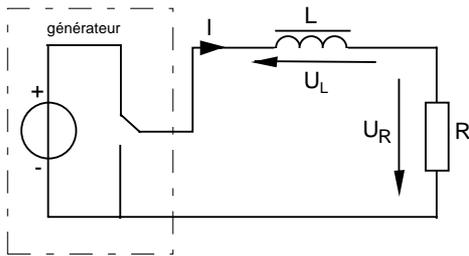
Durant le τ suivant, le condensateur se charge du 63 % de la valeur de tension restante, et ainsi de suite.

Le tableau ci-dessous indique les différentes valeurs de la tension et du courant de charge en fonction de la constante de temps τ .

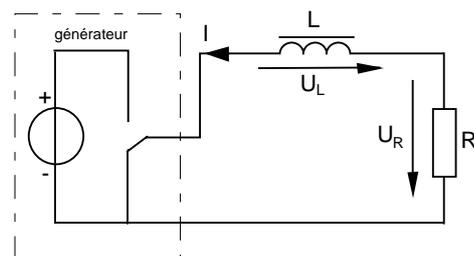
τ [s]	U_C %	I_C %
1/10	9.5	90.5
1/5	18	82
1/2	39.4	60.6
1	63.2	36.8
2	86.46	13.54
3	95	5
4	98.2	1.8
5	99.3	0.7
10	99.99	0.01

Remarque : Dans la pratique, nous admettons que le condensateur est complètement chargé après 5 τ .

Constante de temps du circuit RL :



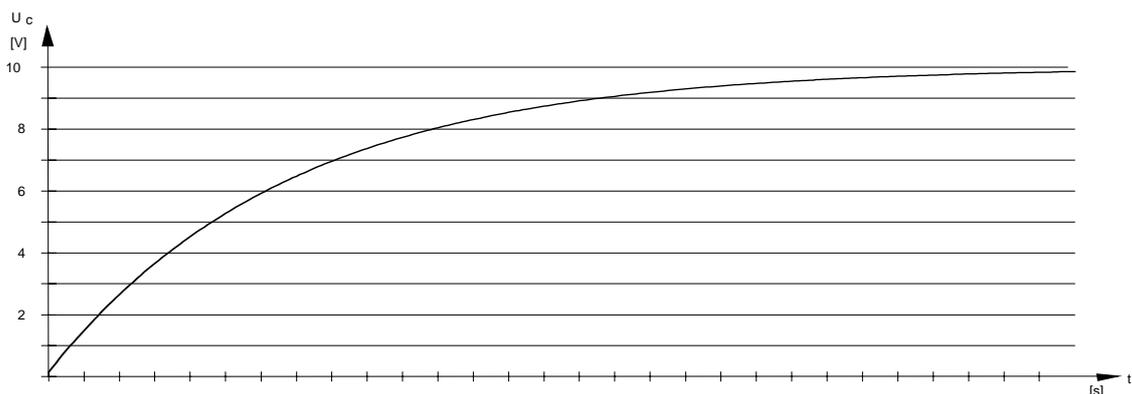
Le générateur fournit une tension et un courant circule dans le circuit. Par effet de self-induction, la bobine s'oppose au passage du courant.



Le générateur ne fournit pas de tension, sa sortie est à 0 [V], et la bobine restitue son énergie en inversant la polarité à ses bornes.

Par la loi de Lenz et l'opposition de la tension induite, le courant s'inverse dans le circuit.

Courbe de la tension sur la résistance :



On constate sur cette courbe que la tension U_R met un certain temps pour arriver au maximum, sans pour autant y parvenir.

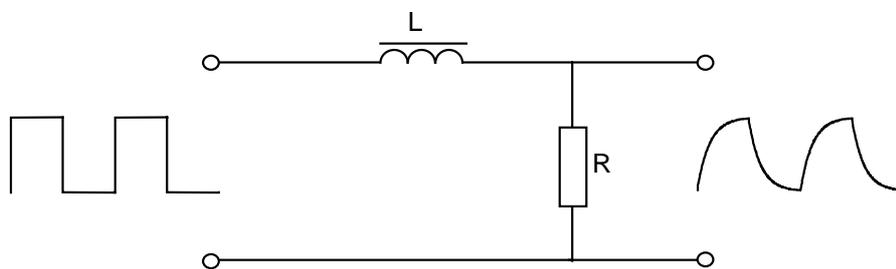
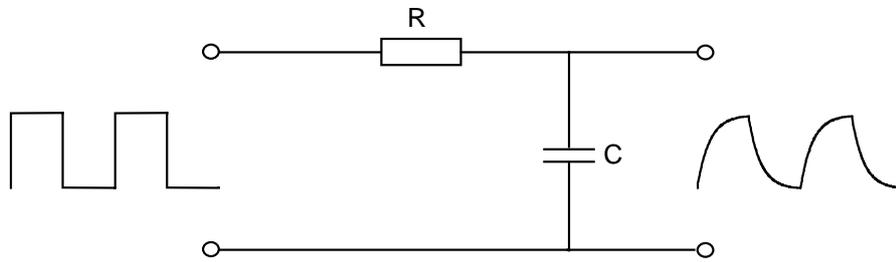
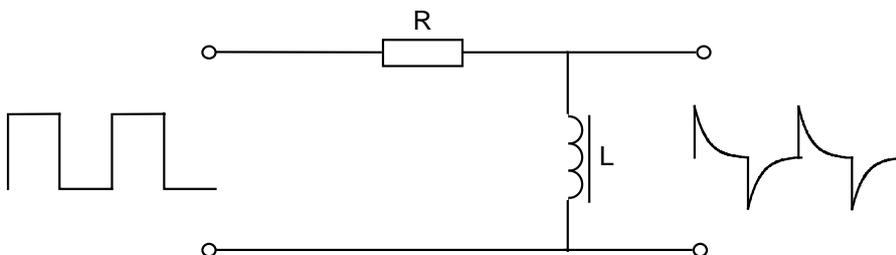
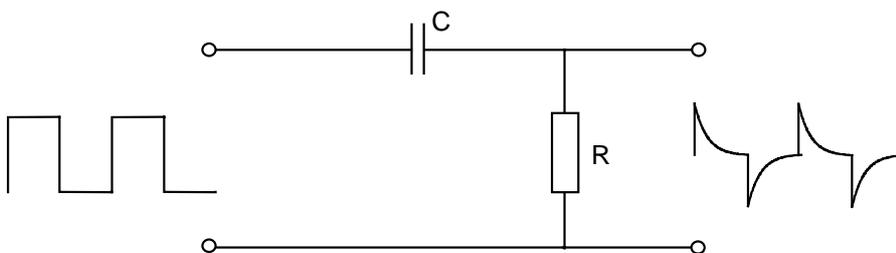
Ce temps dépend de la division de L par R . Ce temps est déterminé par la constante de temps τ exprimée en secondes.

$$\tau = \frac{L}{R}$$

On peut démontrer cette formule par une analyse dimensionnelle :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{[V]}{[A]} \quad L = \frac{U_i \cdot \Delta t}{\Delta I} = \frac{[V] \cdot [s]}{[A]} \quad \tau = \frac{L}{R} = \frac{\frac{[V] \cdot [s]}{[A]}}{\frac{[V]}{[A]}} = \frac{[V] \cdot [s] \cdot [A]}{[A] \cdot [V]} = [s]$$

Comparaison des circuits RC et RL en régime impulsionnel :

Circuit intégrateur :Circuit différenciateur :

Exercice :

Un circuit intégrateur est composé d'une résistance de $820 \text{ } [\Omega]$ et d'un condensateur.
La charge complète du condensateur est atteinte après $90.2 \text{ } [\mu\text{s}]$

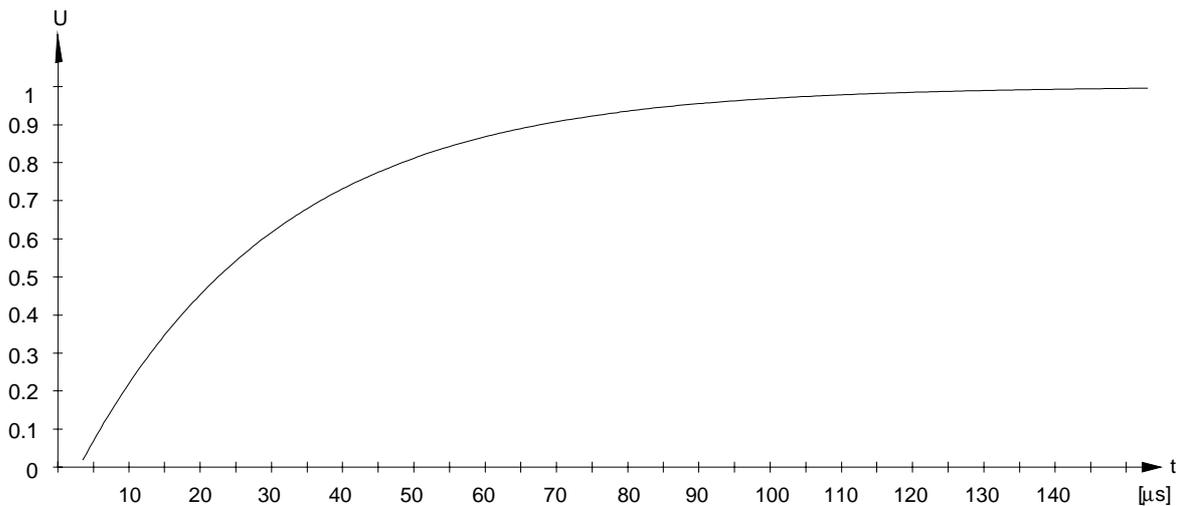
Calculer la valeur du condensateur.

Déterminer tau sur la courbe ci-dessous

Tracer tous les tau.

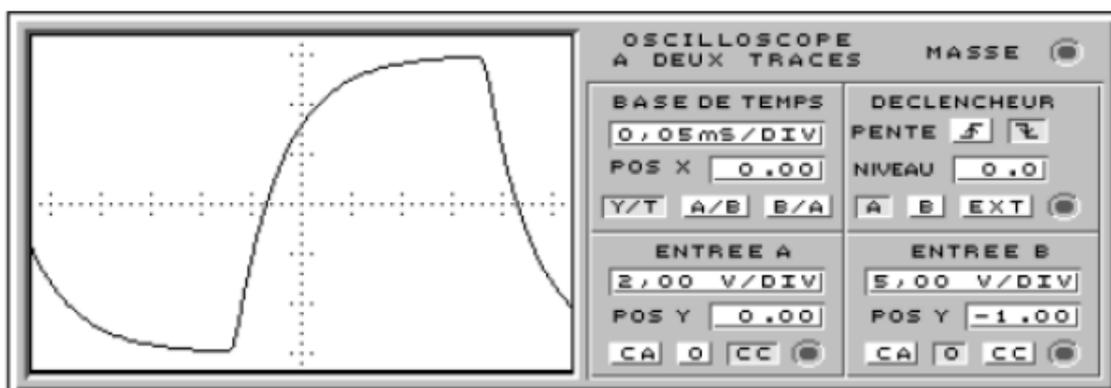
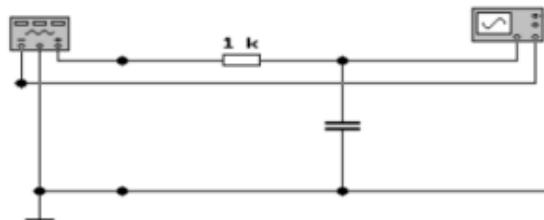
Dessiner les schémas des deux montages possibles:

Calculer la valeur des éléments en utilisant une résistance de $470 \text{ } [\Omega]$ dans les deux circuits



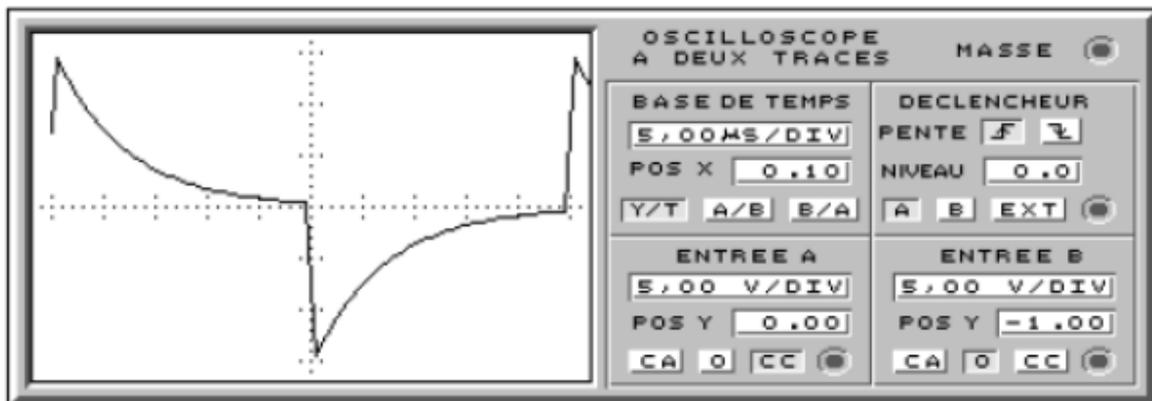
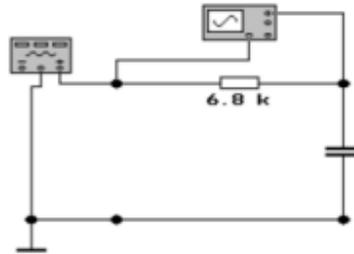
Les mesures sur un circuit ont donné les résultats montrés ci-dessous.

Calculer : la valeur de l'élément manquant. $R = 1 \text{ } [\text{k}\Omega]$.
la tension et la fréquence du générateur.
le courant maximum dans le circuit.



Les mesures sur un circuit ont donné les résultats montrés ci-dessous.

Calculer : la valeur de l'élément manquant $R = 6.8 \text{ [k}\Omega\text{]}$.
 la tension et la fréquence du générateur.
 le courant maximum dans le circuit.



Un circuit intégrateur RC est composé d'une résistance de $2.2 \text{ [k}\Omega\text{]}$ et d'un condensateur de 56 [nF] . Il est raccordé sur un générateur qui fournit un signal carré de 15 [V] d'amplitude.

Dessiner le schéma du circuit.

Tracer les courbes de charge du condensateur et de courant dans le circuit.

Quel va être le comportement du circuit si la fréquence du générateur vaut 1 [kHz] ?

Quelle est la fréquence maximum de fonctionnement du circuit ?

