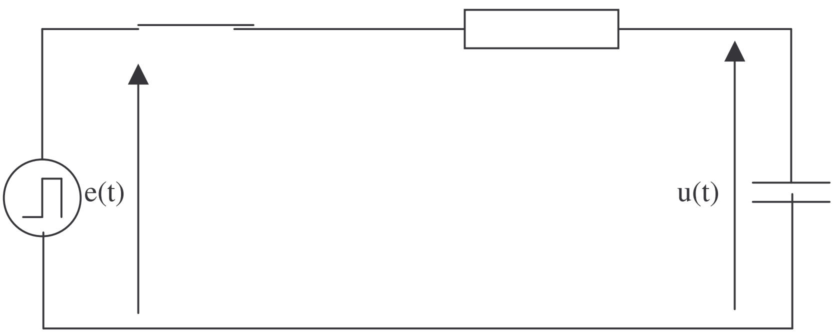
STS IRIS 2003-2004
$1^{ère}$ année
durée : 2h.

T.P. numéro 12 : mesures de constantes de temps d'un circuit alimenté par un signal créneau.

<u>Buts du TP</u> : le but de ce TP est l'observation de la réponse d'un circuit de type RC série à une entrée en créneau. On veut expliquer la forme des courbes en donnant l'équation et on va comparer de manière pratique et théorique la valeur de la constante de temps.

I - Etude du circuit RC série : résolution de l'équation différentielle du premier degré.

Câbler le circuit suivant avec R = 2.2 kΩ et C = 10 nF.
On prendra pour e(t) un signal créneau (de 0 à 5V sortie TTL du GBF) à la fréquence de f = 2 kHz.



a) établir que la tension u(t) répond à l'équation différentielle : $RC \cdot \frac{du}{dt} + u(t) = e(t)$

b) on considère que e(t) passe de 0 à E à t = 0 et que u(t) était égal à 0 auparavant (condensateur complètement déchargé).
Ecrire l'équation différentielle en remplaçant e(t) par sa valeur et résoudre cette équation en faisant intervenir la constante de temps $\tau = RC$.

On rappelle que : si une fonction X(t) satisfait l'équation différentielle du premier degré suivante :

$\alpha . \frac{dX}{dt} + X = A$ où α et A sont deux constantes, alors, la fonction X(t) vaut : $X(t) = A + (X(0)-A).\exp(-t/\alpha)$ avec X(0) = valeur de X(t) pour t = 0.

c) on considère que e(t) passe de E à 0 pour un nouvel instant t que l'on prend comme nouvelle référence et que u(t) était égal à E auparavant (condensateur complètement chargé).
Ecrire l'équation différentielle en remplaçant e(t) par sa valeur et donner la solution de cette nouvelle équation, en considérant les conditions à l'instant initial.

La forme des courbes que vous obtenez par la théorie correspond-elle aux courbes que vous obtenez sur votre oscillo ? Pour répondre à cette question, on dira si la forme des courbes est bien exponentielle et quelles en sont les limites si $t \to 0$ et si $t \to \infty$.

d) Que se passe-t-il si on fait passer la fréquence du générateur e(t) de f = 2 kHz à f = 20 kHz ?
(Vous pourrez illustrer votre compte-rendu en utilisant l'oscillo à mémoire)

II - Mesures de la constante de temps du montage :

On reprend le signal d'entrée de fréquence f = 2 kHz et on veut mesurer la constante de temps (ici $\tau = RC$) du montage en utilisant deux méthodes :

a) **première méthode** : lecture directe sur l'oscillo.(voir figure 1 à la fin du TP)

Lorsque e(t) passe de 0 à E, le signal u(t) s'écrit : $u(t) = E.(1 - \exp(-t/\tau))$
Lorsque $t = \tau$, $u(t = \tau) = E.(1 - \exp(-1))$
Or, $(1 - \exp(-1))$ vaut 0.63 donc il suffit de repérer l'instant t où u(t) vaut 0.63*E .
On sait alors que cet instant correspond à $t = \tau$.

Une méthode consiste alors à dilater verticalement le signal d'entrée pour que E soit sur 8 carreaux.
On repère alors l'instant où le signal de sortie passe par : 0.63*8 = 5.05 carreaux. (≈5).
On a alors la constante de temps du système.

Utiliser cette méthode pour mesurer la constante de temps du système et comparer à la valeur RC .

b) **deuxième méthode** : méthode utilisant la tangente. (voir figure 2 à la fin du TP)
On considère qu'à t=0 , le signal d'entrée passe de 0 à E.
La valeur de u(t) pour t>0 est donnée par : $u(t) = E*(1 - \exp(-t/\tau))$

Montrer que l'équation de la tangente à l'origine (en t=0) est :

$$y = \frac{E}{\tau} . t$$

Cette droite coupe donc la valeur y = E à l'instant $t = \tau$!

Imprimer alors une période des courbes e(t) et u(t), tracer la tangente à l'origine et mesurer la constante de temps de votre système. Comparer avec la valeur théorique RC.

III - Evolution du signal avec la fréquence :

D'après la remarque faite au II, le signal de sortie u(t) a un comportement différent selon la fréquence du signal d'entrée e(t).

Augmenter la fréquence du signal créneau et dire ce qui se passe : en particulier, donner la valeur vers laquelle le signal de sortie u(t) tend si f est grande devant $(1/\tau)$. Comparer cette valeur avec la valeur moyenne de e(t)

IV - Mesure de constante de temps sur un second montage.

On considère le second montage de la page suivante avec les valeurs de composants suivant :

R1 = R2 = 10 kΩ, C = 100 nF, e(t) : signal carré 0 - 5V de fréquence f = 500 Hz

a) écrire la relation liant e(t) à uc(t), R1 et i(t).
b) écrire la relation liant ic(t) à uc(t).
c) exprimer le courant i2(t) à l'aide de uc(t) et de R2.
d) à l'aide de la loi des nœuds et des questions précédentes, montrer que la tension uc(t) satisfait à une équation différentielle du premier ordre similaire à celle vue au I.
e) exprimer les valeurs littérales, puis numériques de α et de A.
f) **manipulations** : effectuer le montage et mesurer, à l'aide des deux méthodes vues précédemment, la constante de temps du montage. Comparer à la valeur théorique.

g) Mesurer les valeurs limites de la tension uc(t) et comparer aux valeurs calculées.