

# CIRCUITS RC INTEGRATEUR ET CR DIFFERENTIEUR (TRANSITOIRE & SINUSOIDAL)

## 1. Généralités et conditions expérimentales

Le circuit RC, étudié dans ce TP est un circuit électrique, composé d'une résistance et d'un condensateur montés en série. Dans cette configuration série, le circuit RC (Intégrateur) permet de réaliser un filtre électronique passe-bas et le circuit CR (Différentiateur ou Dérivateur) permet de réaliser un filtre électronique passe-haut.

Liste du matériel utilisé :

- Platine de test Jeulin (voir Figure 1)
- Composants en boîtier : résistance 10k $\Omega$ , condensateur 10nF (voir Figure 1)
- Générateur de tension HAMEG 8030 (sinusoïdal, triangulaire, carré)
- Oscilloscope TEKTRONIX TBS1052B

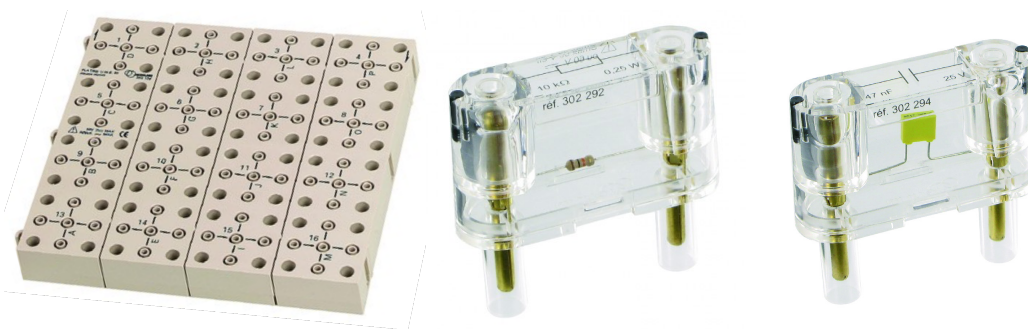


Figure 1 : Platine de test sécurisé, composants en boîtier UME (ici résistance et condensateur)

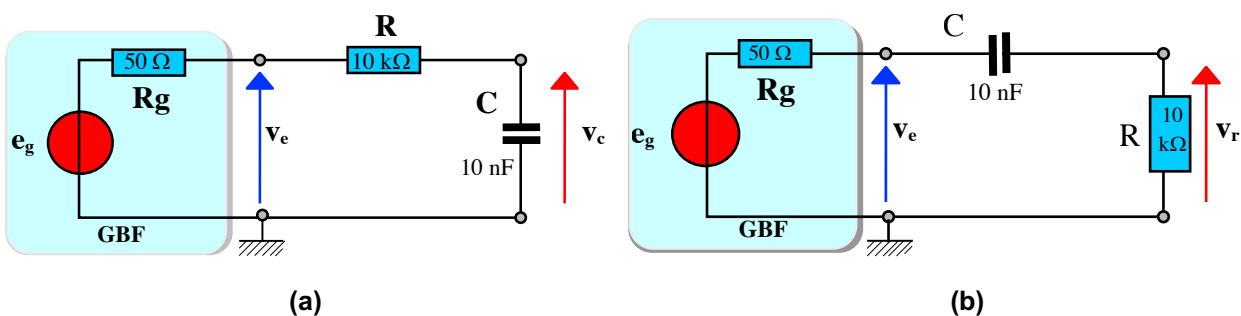


Figure 2 : (a) Circuit « RC intégrateur ». (b) Circuit « CR différentiateur ».

## 2. Partie A : REPONSE A UN ECHELON DE TENSION

Il s'agit d'observer la réponse d'un circuit RC intégrateur puis CR différentiateur attaqué par un signal carré symétrique

### 2.1. Circuit RC Intégrateur : Étude la tension aux bornes de C

Nous utilisons le montage de la Figure 2.(a) qui sera excité par une tension carré  $v_e$  de 4V crête à crête.

2.1.1. Sur une feuille de papier millimétré ou par le logiciel de votre choix, représenter les unes sous les autres, les trois réponses  $v_c$  du circuit pour les fréquences :  $f=50\text{Hz}$ ,  $1\text{KHz}$  et  $10\text{KHz}$

RQ : Représenter au moins une période, l'échelle temporelle doit donc être ajustée en fonction de la fréquence d'utilisation.

2.1.2. Indiquer la fréquence  $f$  qui conduit à la meilleure fonction d'intégration et comparer alors la période  $T$  du signal à la constante de temps  $\tau = RC$  du circuit

### 2.2. Circuit CR Différentiateur : Étude la tension aux bornes de R

Nous utilisons maintenant le montage de la Figure 2.(b), toujours excité par un signal carré de même amplitude.

2.2.1. Comme précédemment et pour les mêmes fréquences, relever les réponses de la tension aux bornes de la résistance  $v_r$ .

2.2.2. Indiquer la fréquence  $f$  qui conduit à la meilleure fonction de dérivation et comparer alors la période  $T$  du signal à la constante de temps  $\tau = RC$  du circuit

## 3. Partie B : REPONSE EN REGIME SINUSOIDAL PERMANENT

Les circuits RC et CR de la Figure 2 sont excités par une tension  $v_e$  sinusoïdale telle que :  $v_e = V_{em} \sin(\omega t)$ . La tension  $v_c$  du circuit RC et tension  $v_r$  du circuit CR constituent les tensions de sortie des deux montages.

Nous nous proposons d'étudier les deux fonctions de transfert :  $T_{RC}(f) = \frac{v_c}{v_e}$  et  $T_{CR}(f) = \frac{v_r}{v_e}$ , en module et argument en fonction de la fréquence, c'est à dire « la réponse fréquentielle » du montage.

### 3.1. ETUDE THEORIQUE

3.1.1. Montrer que :  $T_{RC}(f) = \frac{v_c}{v_e} = \frac{1}{1+jRC2\pi f}$  et que  $T_{CR}(f) = \frac{v_r}{v_e} = \frac{jRC2\pi f}{1+jRC2\pi f}$

3.1.2. En déduire l'expression du module des fonctions de transfert  $T_{RC}(f)$  et  $T_{CR}(f)$ .

3.1.3. Donner l'expression en déciBel du module de la fonction de transfert, sachant que :  $|T(f)|_{dB} = 20 \log |T(f)|$ .

3.1.4. Donner l'expression du déphasage  $\varphi$  de la tension de sortie  $v_c$  ou  $v_r$  par rapport à  $v_e$  sachant que :  
 $\varphi = \text{Argument}(T(f))$ .

### 3.2. MANIPULATION ET RESULTATS

Réaliser sur la maquette Jeulin les montages de la **Figure**. Le signal sinusoïdal d'excitation  $v_e$  est fourni par un générateur sinusoïdal dont la tension de sortie en charge sera préalablement ajustée à 2 V crête à crête lue à l'oscilloscope.

Toutes les mesures seront effectuées avec :  $v_e$  sur la voie 1 et  $v_s$  ( $v_c$  ou  $v_r$ ) sur la voie 2. De même l'oscilloscope permettra la mesure de la phase  $\varphi$  de la tension de sortie par rapport à l'entrée  $v_e$  (**voir annexe**). Nous veillerons à maintenir la tension d'entrée  $v_e$  constante en vérifiant son amplitude sur la voie 1. En effet, le générateur de tension  $e_g$  est imparfait, sa résistance interne  $R_g$  ( $50\Omega$ ) n'est pas nulle. Effectuer l'ensemble des étapes pour le montage RC puis recommencer pour le montage CR.

3.2.1. *Parcourir rapidement l'échelle des fréquences et observer l'allure des phénomènes en notant qu'au-delà de 30 kHz les mesures sont sans intérêt.*

3.2.2. *Dresser ensuite le tableau des mesures correspondant aux données suivantes :*

f (Hz)	Tension $v_s$ c à c	$T(f) = \frac{v_s}{v_e}$	$ T(f) $ en dB	$\Delta T$ (voir annexe)	$\varphi$ déphasage de $v_s$ par rapport à $v_e$
--------	---------------------	--------------------------	----------------	--------------------------	--

3.2.3. *Tracer sur les feuilles de papier semi-logarithmique :*

- Le graphe du module de la fonction de transfert :  $|T| \text{ dB} = f(\text{fréquence})$ .
- Le graphe du déphasage  $\varphi = f(\text{fréquence})$  de la tension  $v_s$  par rapport à  $v_e$ .

3.2.4. *Sur les graphes expérimentaux, déterminer :*

- La fréquence particulière  $f_c$  qui correspond à  $|T(f_c)| = -3\text{dB}$ . Cette fréquence correspond à la « fréquence de coupure » du montage.
- Comparer la fréquence  $f_c$  à sa valeur théorique :  $f_c = 1/(2\pi RC)$  qui sera démontrée.
- La valeur du déphasage  $\varphi$  à la fréquence de coupure  $f_c$  et vérifier théoriquement qu'elle correspond à  $-45^\circ$ .
- Graphe de Nyquist : Construisez le lieu de transfert expérimental en coordonnées polaires  $|T(f)|$  et  $\varphi(f)$ , sans oublier d'indiquer la fréquence en paramètre.

## 4. Lien entre la réponse transitoire et la réponse fréquentielle

Conclure sur la corrélation entre domaine temporel et le fréquentiel en analysant les réponses sous ces deux régimes.

## METHODE DE MESURE DE LA PHASE A L'OSCILLOSCOPE

### *Mesure de la phase d'une tension $V_2$ par rapport à une tension $V_1$ :*

La tension  $V_1$  sert de référence, *dans ces conditions*, son amplitude doit rester constante durant la manipulation.

Dans ces conditions :

- 1) Placer la tension de référence  $V_1$  sur la voie 1 (Ch1) de l'oscilloscope.
- 2) Placer aussi la tension  $V_2$  sur la voie 2 (Ch2) de l'oscilloscope.
- 3) En agissant sur le réglage de l'oscilloscope : appuyer sur le bouton : **Measure**, **CH<sub>1</sub>ou2**, descendre la liste disponible et sélectionner **Retard-RR : CH<sub>i</sub>-CH<sub>j</sub>**

Sur l'écran de l'oscilloscope vous aurez l'affichage du décalage  $\Delta T$  en  $\mu s$ .

- 4) On en déduit alors la phase  $\varphi$  :

$$T(s) = 1/f(\text{Hz}) \rightarrow 2\pi$$

$$\Delta T (\text{mesuré}) \rightarrow \varphi$$

$$\mathbf{D'o\grave{u} la phase \varphi = \Delta T \cdot 2\pi f}$$

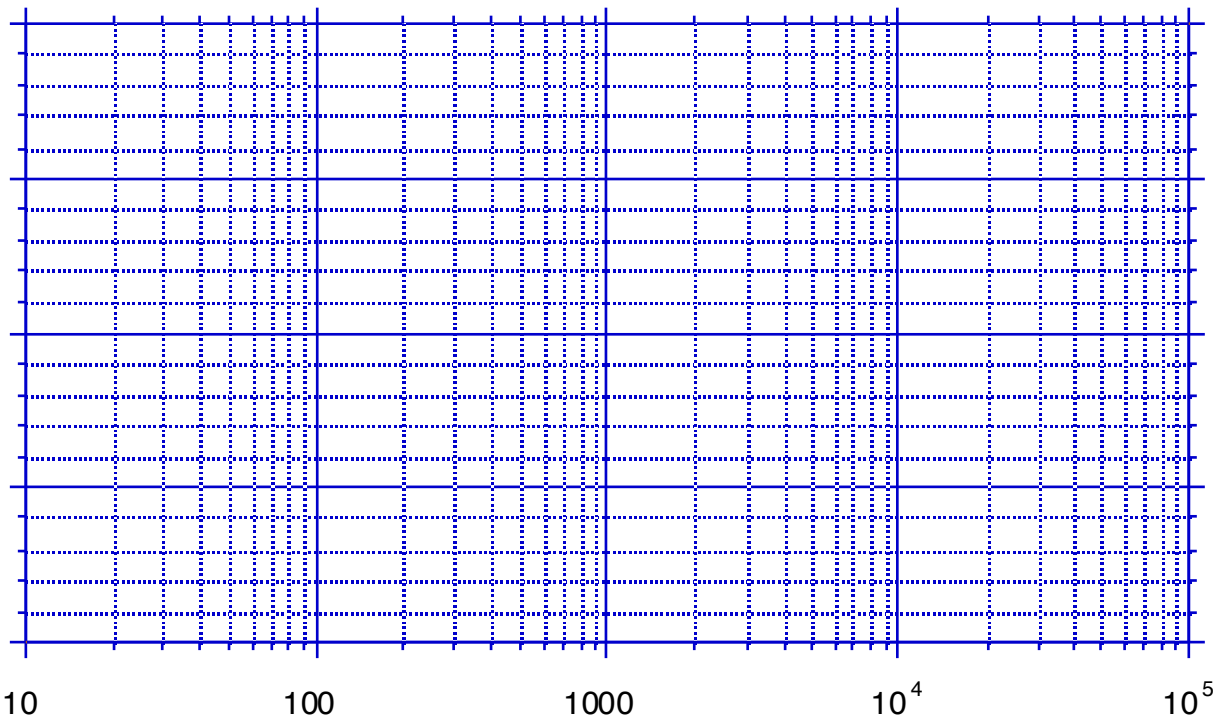
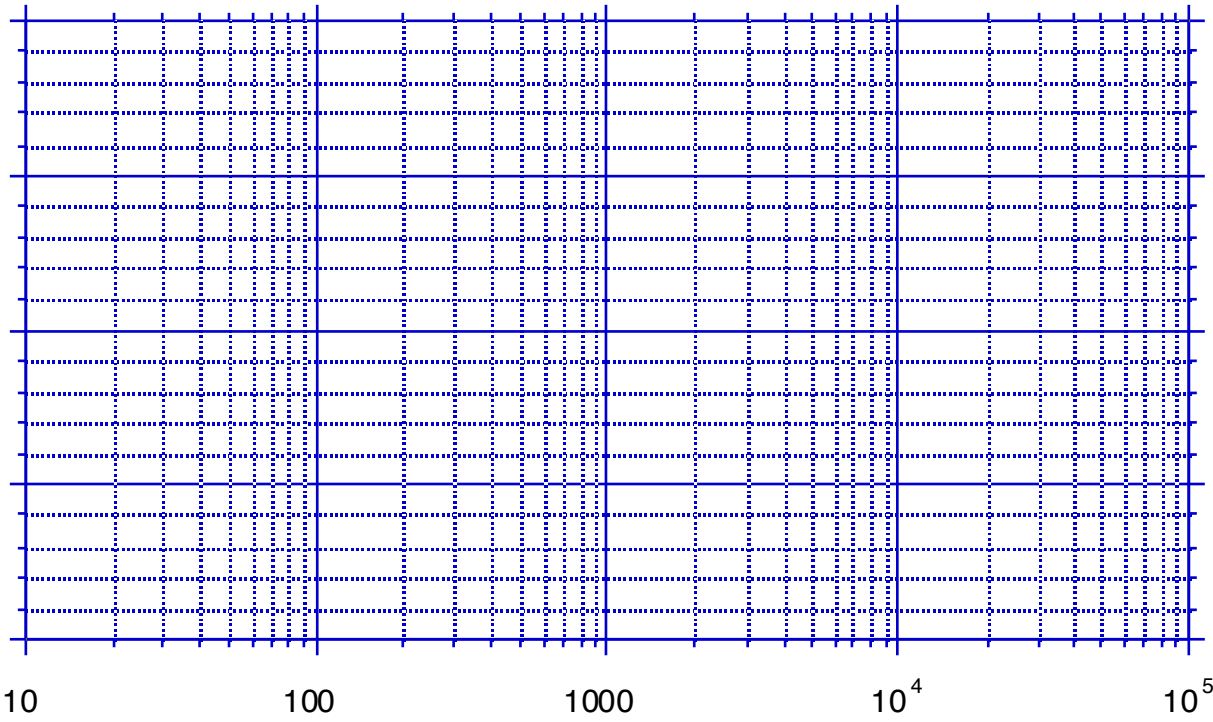
**Remarque 1 :** Il est possible d'afficher directement la valeur de la phase mais des artefacts de mesures sont fréquents, il faut vérifier que le décalage temporel entre les deux signaux est cohérent avec la base temporelle (/div) et ajuster l'échelle des temps en conséquence.

**Remarque 2 :** A l'oscilloscope, l'échelle des temps est orientée de la droite vers la gauche (inverse à la logique d'écriture). Lorsqu'il est indiqué « CH2-CH1 », il s'agit du signal CH1 par rapport au signal CH2. Le signe de phase annoncé par l'équipement est donc l'inverse de la réalité.

*CIRCUIT « RC » INTEGRATEUR*

GRUPE : .....

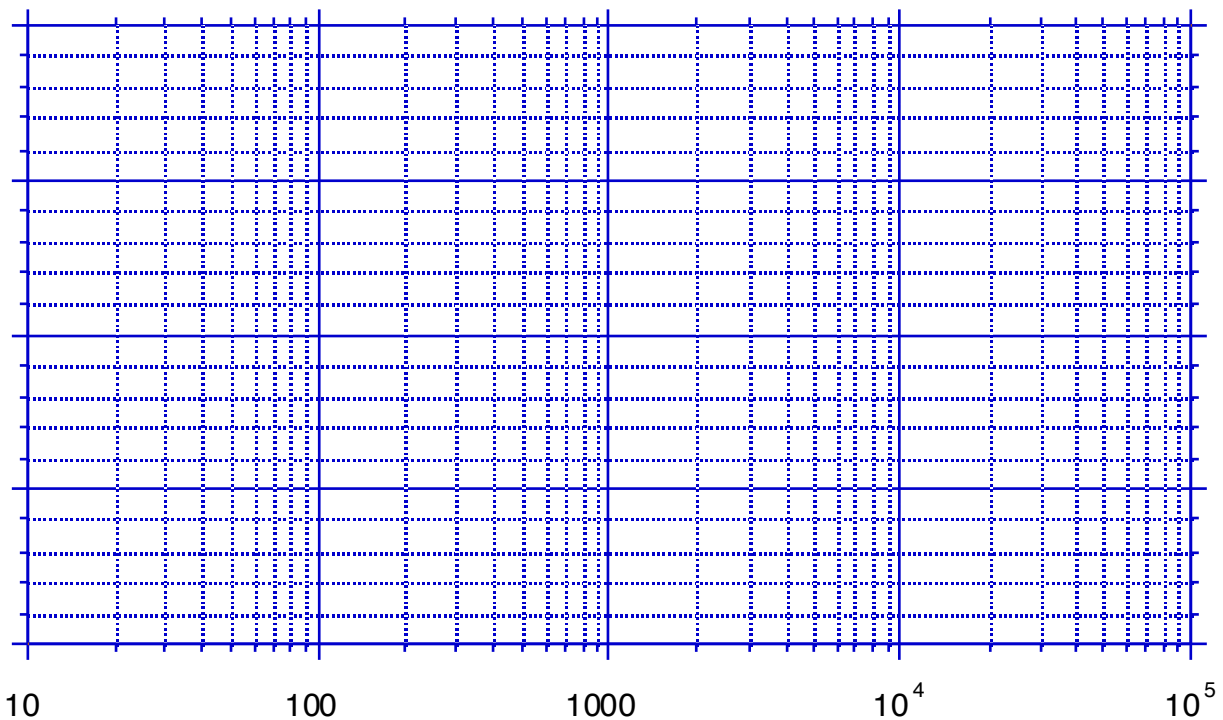
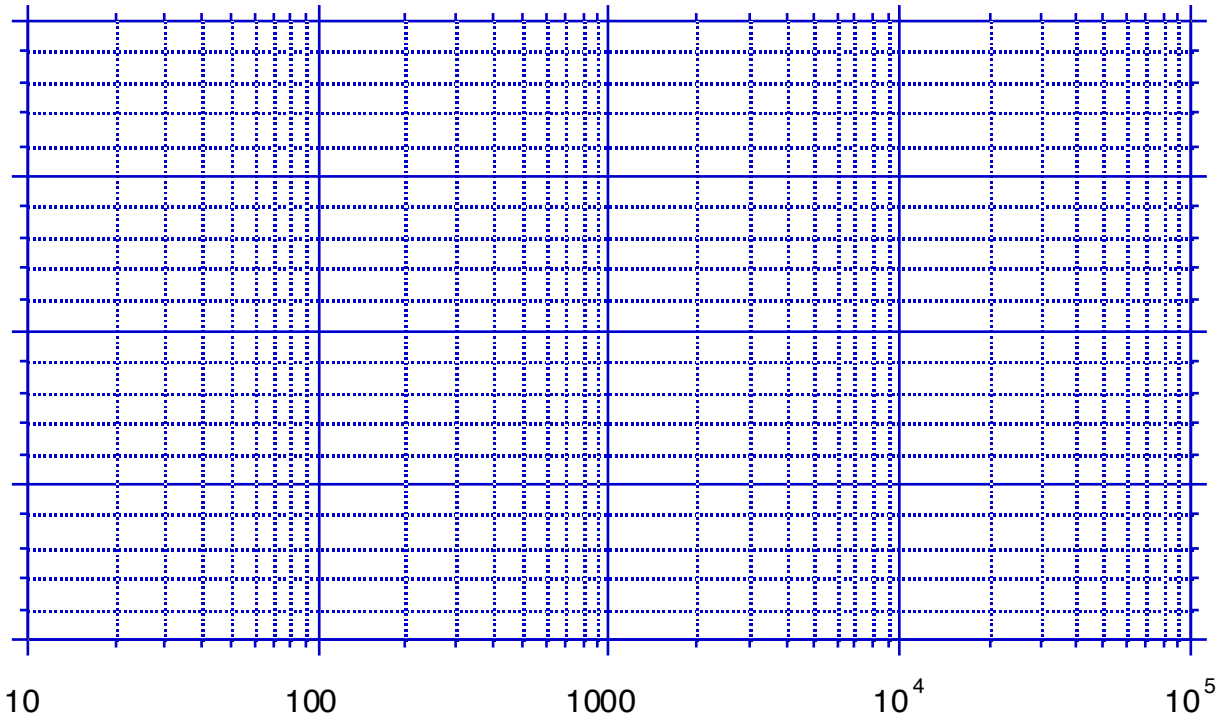
NOMS : .....



*CIRCUIT « CR » DIFFERENTIATEUR*

**GROUPE :** .....

**NOMS :** .....



*Graphe polaire*

