

# MP33 - Régimes transitoires

Cléments (COLLÉAUX et DE LA SALLE)

13 mai 2020

Niveau : L3

## Bibliographie

- ↗ *Électronique expérimentale*, **Krob** → Circuit "RLC"
- ↗ **Quaranta II** → Expérience du glycérol
- ↗ *Exercices et problèmes de thermodynamique*,  
**Diu** → Pour la diffusion du glycérol encore
- ↗ *BUP 819* → Toujours la diffusion...
- ↗ **Jolidon** → Temps de réponse de la photodiode

## Prérequis

➤

## Expériences

☞

## Table des matières

Table des matières	1
<b>1 Cerner le problème</b>	<b>2</b>
1.1 Transitoire d'un filtre . . . . .	2
<b>2 Grands temps de réponse</b>	<b>4</b>
2.1 Diffusion du glycérol . . . . .	4
2.2 Expérience de RÜCHARDT . . . . .	5
<b>3 Faibles temps de réponse</b>	<b>6</b>
3.1 Temps de réponse d'une photodiode . . . . .	6

## Introduction

Lancer au début de la préparation l'expérience de diffusion du glycérol. Revenir prendre des points de temps en temps au cours de la préparation. Bon en vrai, il paraît que 2h à l'avance ça suffit...

### Définition : Régime transitoire

C'est le régime d'évolution d'un système qui n'a pas encore atteint un état stable ou le régime établi (WIKIPÉDIA). Un régime établi pouvant être un équilibre ou bien forcé. On caractérise un régime transitoire à l'aide de deux principales grandeurs :

- Sa durée (temps de relaxation)
- Son facteur de qualité

On aurait pu également diviser le problème en deux parties : retour à une position d'équilibre / régimes forcés.

## 1 Cerner le problème

### But

Voir qualitativement les différents types de régimes transitoires, et donner des méthodes pour mesurer leurs caractéristiques (temps de relaxation et facteur de qualité).

### 1.1 Transitoire d'un filtre

↳ Krop p.47

Lui il le fait avec un montage chelou :

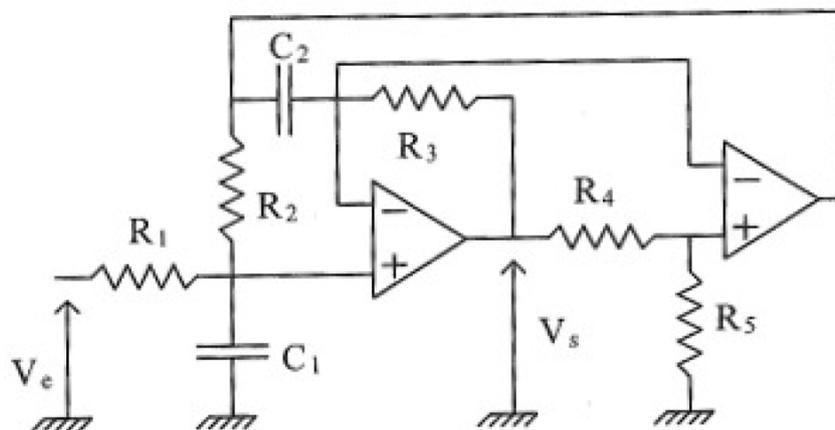


FIGURE 1.1 – On peut choisir  $R = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10\text{k}\Omega$  et  $C = C_1 = C_2 = 10\text{nF}$  puis  $R_1$  variable

L'équation d'évolution correspondante est la même que pour un filtre RLC :

$$\frac{d^2V_s}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{dV_s}{dt} + \omega_0^2 V_s = H_0 \frac{\omega_0}{Q} \frac{dV_e}{dt} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \omega_0 = \frac{1}{RC} \\ Q = \frac{R_1}{R} \end{cases}$$

Les avantages par rapport au simple circuit RLC-série sont les suivants :

- Pour le RLC, la résistance doit être grande devant  $50 \Omega$  afin d'éviter les problèmes d'adaptation d'impédance du GBF. Mais alors le facteur de qualité ne pourra pas être aussi grand que l'on veut :

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

- La capacité du condensateur doit être grande devant celle des câbles coax (mais de même on préfère une faible capa vu la gueule de  $Q$ )
- Un bobine de grande inductance propre a souvent une résistance non-négligeable

Ainsi le montage proposé par KROB permet de s'affranchir de ces soucis tout en ayant une évolution analogue. Après il est peut-être moins pertinent pédagogiquement en première partie, à voir... Bon ensuite y a pas mal de choses à faire :

### Expérience : Étude du régime transitoire d'un filtre

➤ Krob p.47

⊖ 10 min

- Augmenter petit-à-petit  $R_1$  pour passer du régime apériodique ( $Q < 1/2$ ) au régime critique puis pseudo-périodique. Vérifier (plus ou moins à l'arrache) que la valeur de la résistance critique est bien celle attendue (si on veut faire du quantitatif, sortir les résistances et les mesurer à l'ohmmètre!)
- Pour l'étude en régime apériodique : mesure du temps de de montée. Avec les curseurs de l'oscillo, prendre la valeur à 63%.
- Pour l'étude du régime pseudo-périodique : mesure de  $Q$  et  $\omega_0$  par méthode du décrétement logarithmique, ou bien en fitant la réponse  $V_s(t)$  sur LatisPro, ou encore par régression linéaire.
- Pour l'étude en régime forcé (et toujours pseudo-périodique) : envoyer des bursts de genre 200 cycles à  $f_e$ . Observer la FFT et constater qu'on a un pic à  $f_e$  et un autre à  $f_0$ . Faire varier  $f_e$  pour rapprocher les pics et observer un phénomène de battement. On peut vérifier quantitativement (mesure de période avec les curseurs) que  $f_{batt} = |f_e - f_0|$

### Inconvénient

Le membre de droite contient la dérivée de  $V_e$ ... Est-ce qu'il faut prendre ça en compte?... Pour faire un vrai RLC, il faut au moins foutre un suiveur après le GBF.

### Décrétement logarithmique

La réponse du système en régime apériodique est du type

$$V_s(t) = e^{-t/\tau} \cos \Omega t \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \tau = \frac{2Q}{\omega_0} \\ Q = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}} \end{cases}$$

Donc en notant  $A_n = V_s(2n\pi/\Omega)$  les amplitudes des maxima locaux, on peut extraire

une constante  $\delta$  appelée **décrément logarithmique**, telle que

$$\delta = \ln \frac{A_n}{A_{n+1}} = 2\pi\sqrt{4Q^2 - 1}$$

Alors on peut mesurer ces maxima, extraire plusieurs valeurs de  $\delta$  (une pour chaque couple  $(n, n + 1)$ ) afin d'obtenir un meilleur traitement statistique. On remonte ensuite au caractéristiques du filtre :

$$Q = \frac{1}{2}\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi}{\delta}\right)^2} \quad \text{et} \quad \tau = \frac{\delta}{2\pi\Omega} \implies \omega_0 = \frac{2Q}{\tau}$$

Il faut donc également mesurer  $\Omega$  (mesure de la pseudo-période avec les curseurs de l'oscillo).

## 2 Grands temps de réponse

### 2.1 Diffusion du glycérol

↪ *Quaranta II p.466*

↪ *Diu p.357*

**But**

Observer la diffusion du glycérol dans l'eau et remonter au coefficient de diffusion.

On dispose de deux phases l'une au dessus de l'autre : de l'eau et un mélange 50/50 en masse glycérol eau, dont l'indice optique est lié linéairement

$$n_{mel} = (1 - c)n_{eau} + cn_{gly}$$

Ainsi l'indice optique dépend de l'altitude  $z$  et du temps  $t$ . On envoie alors une nappe laser à  $45^\circ$ , la lumière étant déviée vers le haut indice, on n'observe une déviation qu'en présence d'un gradient d'indice. Ainsi, seule la lumière qui passe dans la zone de diffusion est déviée. Cette déviation est d'autant plus importante que le gradient est fort (donc au début de l'expérience), et la zone dans laquelle le faisceau est déviée est d'autant plus grande que le glycérol a diffusé (à la fin de l'expérience). L'évolution de ces deux grandeurs nous permet de remonter au coefficient de diffusion.

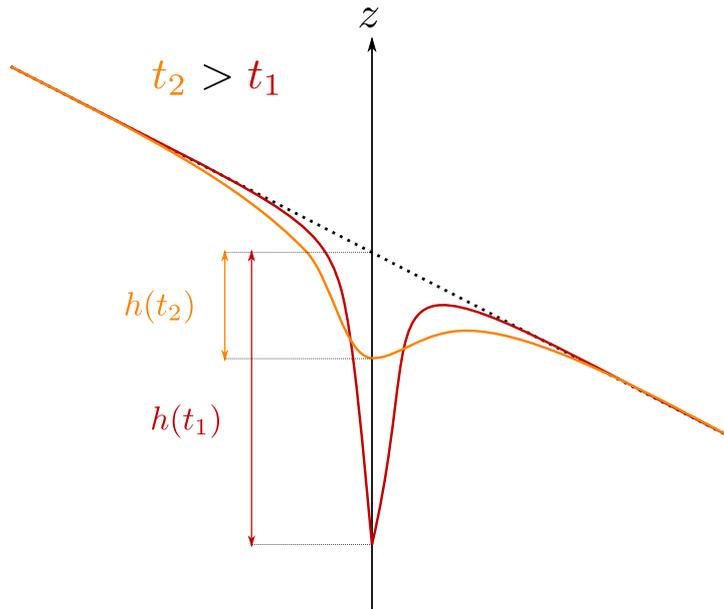


FIGURE 2.1 – La mesure de l'évolution de la hauteur de déviation  $h$  nous renseigne sur le coefficient de diffusion. Seul la lumière traversant un gradient d'indice est déviée.

On obtient alors l'expression suivante pour l'angle de déviation (avec  $e$  la largeur de la cuve) *Diu p.357* :

$$\theta(z, t) = -e(n_{mel} - n_{eau}) \frac{e^{-z^2/4Dt}}{\sqrt{4\pi Dt}}$$

On obtient alors naturellement la hauteur de déviation sur l'écran en multipliant par la distance cuve-écran (faibles angles) et puisque la zone est faiblement étendue, on assimile l'exponentielle à 1 :

$$h(t) = \frac{eL(n_{mel} - n_{eau})}{\sqrt{4\pi Dt}}$$

### Expérience : Mesure du coefficient de diffusion du glycérol dans l'eau

☞ Quaranta II p.466

⊖ 10 min

Remplir à une grosse moitié le récipient prévu à cet effet (P105.29?). Ajouter avec délicatesse et précaution un ou deux centimètres de mélange eau-glycérol au fond de la cuve à l'aide d'une pipette de chimie. Utiliser un bout de cylindre en verre pour faire la nappe laser. Tracer un trait vertical et passant par le pic à  $t = 0$  puis relever l'intersection entre la nappe laser et cet axe à des temps donnés.

Tracer  $\left(\frac{eL(n_{eg}-n_e)}{\sqrt{4\pi h}}\right)^2$  en fonction de  $t$ . On attend une droite de pente  $D$ . Le handbook donne  $D = 1.06 \times 10^{-5} \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  pour du glycérol pur dans de l'eau à 25°C.

## 2.2 Expérience de RÜCHARDT

☞ Notice du montage P104.41

Attention pour cette expérience :

"Est-il bien légitime de présenter l'expérience de Rüchardt dans ce montage alors que son exploitation assimile le régime transitoire à un régime permanent?" **Book 2017**

Perso je trouve ça pas très pertinent vu qu'on néglige en plus l'amortissement donc on ne peut même pas parler de facteur de qualité...

## 3 Faibles temps de réponse

### 3.1 Temps de réponse d'une photodiode

↪ *MP12*

↪ *Jolidon p.165*

#### Questions

Votre GBF il a pas une résistance interne ? Est-ce légitime de la négliger ? Elle vaut combien ? Pourquoi elle vaut ça du coup ?

Donner d'autres interprétations du facteur de qualité ?

La diffusivité dépend de la concentration ? Pourquoi utiliser le mélange eau-glycérol 50/50 ? A quoi correspond la distance de la loi d'échelle de diffusion dans cette expérience alors que c'est le gradient de concentration qui détermine ce qu'on voit ?

Comment être sûr qu'on caractérise bien la photorésistance et pas la lampe ?

Autre possibilité de suivi pour Ruchardt ? Légitime de suivre la pression ? Comment décider ? Parler du caractère transitoire de ce régime, évaluer son facteur de qualité - Est-il bien légitime de présenter l'expérience de Rüchardt dans ce montage alors que son exploitation assimile le régime transitoire à un régime permanent ?

Lien entre le transitoire et la détermination du coefficient de diffusion thermique ?

Barre de cuivre : Quels types de capteurs ? Quelles incertitudes sur les capteurs ?

Expliquez d'où vient la loi de la déviation qui relie l'angle au gradient d'indice pour la diffusion du glycérol. Comment est relié l'indice aux concentrations ?

RLC : utilité montage suiveur ?

Dans quelles conditions l'air est-il un gaz parfait ? GP : comportement qu'on a observé pour tous les gaz à pression très faible.

Diffusion du glycérol : pour le système évolue vers une homogénéisation ? Second principe : maximisation de l'entropie.

Montage surprise : Vérifier que la résistance interne du GBF est bien de 50 Ohm. Méthode de la tension moitié.