

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

# Circuit (R,L,C) série en régime sinusoïdal forcé

## Chapitre 9

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

19 janvier 2017

# Sommaire

**Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé**

**allal Mahdade**

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## 1 Introduction

## 2 Le régime alternatif sinusoïdal

## 3 Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

## 4 Phénomène de résonance d'intensité .

## 5 La puissance en régime alternatif sinusoïdal

- La puissance instantanée

# Sommaire

**Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé**

**allal Mahdade**

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## 1 Introduction

## 2 Le régime alternatif sinusoïdal

## 3 Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

## 4 Phénomène de résonance d'intensité .

## 5 La puissance en régime alternatif sinusoïdal

- La puissance instantanée

# Sommaire

**Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé**

**allal Mahdade**

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 1 Introduction
- 2 Le régime alternatif sinusoïdal
- 3 Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal
- 4 Phénomène de résonance d'intensité .
- 5 La puissance en régime alternatif sinusoïdal
  - La puissance instantanée

# Sommaire

**Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé**

**allal Mahdade**

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 1 Introduction
- 2 Le régime alternatif sinusoïdal
- 3 Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal
- 4 Phénomène de résonance d'intensité .
- 5 La puissance en régime alternatif sinusoïdal
  - La puissance instantanée

# Sommaire

**Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé**

**allal Mahdade**

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 1 Introduction
- 2 Le régime alternatif sinusoïdal
- 3 Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal
- 4 Phénomène de résonance d'intensité .
- 5 La puissance en régime alternatif sinusoïdal
  - La puissance instantanée

# Introduction

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

## Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

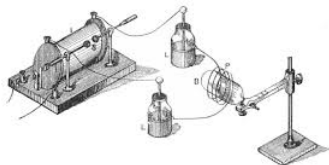
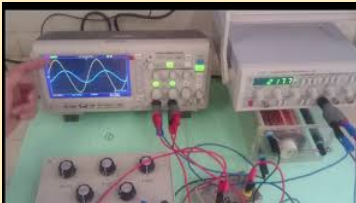
Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

On a vu précédemment que le circuit (R,L,C) en série forme un oscillateur électrique amorti .

Lorsqu'on ajoute , en série , un générateur électrique au circuit qui l'alimente d'une tension alternative sinusoïdale , c'est à dire qu'il impose un régime alternatif sinusoïdal à l'oscillateur ; on obtient **un régime sinusoïdal forcé** .



# Introduction

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

## Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

*Qu'est ce que un régime sinusoïdal forcé ? Quelles sont les grandeurs qui le caractérise ? et comment le réalise-t-on ?*

# Introduction

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

## Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

La sélection des ondes radio et TV  
qui sont reçues par des antennes  
se fait grâce au phénomène de la  
résonance électrique .

*Qu'est ce que la résonance élec-  
trique ? Quelles sont les grandeurs  
qui la caractérise ? et comment la  
réalise-t-on ?*



# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## 1. Intensité du courant alternatif sinusoïdal

L'intensité du courant alternatif sinusoïdal est une fonction du temps qui s'écrit sous la forme suivante :

$$i(t) = I_m \cos(\omega t + \varphi_i)$$

$I_m$  : l'amplitude ou l'intensité maximale du courant , son unité dans S.I est ampère (A)

$\omega$  : la pulsation du courant

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi N$ . Son unité est  $rad/s$

$(\omega t + \varphi_i)$  : la phase du courant à l'instant  $t$  . Son unité est  $rad$

$\varphi_i$  : La phase à l'origine des temps ( $t=0$ ) et on la détermine à partir des conditions initiales

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## Exemple :

à l'origine des dates  $t=0$  l'intensité du courant est maximale

$i(t=0) = I_m$ , c'est à dire que  $\cos\varphi_i = 1$  et  $\varphi_i = 0$

Donc  $i(t) = I_m \cos(\omega t)$

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## Intensité efficace du courant :

On note l'intensité efficace d'un courant alternatif sinusoïdal par  $I$  et on l'exprime par la relation suivante :

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

L'ampèremètre utilisé en courant alternatif indique la valeur de l'intensité efficace .

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## 2. La tension alternative sinusoïdale

La tension alternative sinusoïdale est une fonction du temps , qui s'écrit sous la forme suivante :

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_u)$$

$U_m$  : l'amplitude de  $u(t)$  ou la tension maximale de  $u(t)$  son unité dans SI est le volts (V)

$\omega$  : la pulsation de  $u(t)$  , son unité est  $rad/s$   $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi N$

$(\omega t + \varphi_u)$  : la phase de  $u(t)$  à l'instant  $t$  , son unité est  $rad$

$\varphi_u$  : La phase à l'origine des temps ( $t=0$ ) et on la détermine à partir des conditions initiales

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## Exemple :

à l'origine des dates  $t=0$  on a  $u(0) = U_m$  i.e  $U_m = U_m \cos \varphi_u$  ,c'est à dire  
que  $\cos \varphi_u = 1$  et  $\varphi_i = 0$

Donc  $u(t) = U_m \cos(\omega t)$

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## La tension efficace U

On note la tension efficace d'une tension alternative sinusoïdale par U et on l'exprime par la relation suivante :

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

Le voltmètre utilisé en courant alternatif indique la valeur efficace de la tension .

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## 3. Notion de la phase

On considère deux grandeurs alternatives sinusoïdales :

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_u) \quad i(t) = I_m \cos(\omega t + \varphi_i)$$

On appelle la phase de  $u(t)$  par rapport à  $i(t)$  :  $\varphi_{u/i} = \varphi_u - \varphi_i$   
et la phase de  $i(t)$  par rapport à  $u(t)$  :

$$\varphi_{i/u} = \varphi_i - \varphi_u$$

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

$\varphi_{u/i}$  et  $\varphi_{i/u}$  mesure l'avance et la retard de chaque fonction par rapport à l'autre.

☞  $\varphi_{u/i} > 0$  : on dit que  $u(t)$  est en avance sur  $i(t)$

☞  $\varphi_{u/i} < 0$  :  $u(t)$  est en retard sur  $i(t)$

☞  $\varphi_{u/i} = \frac{\pi}{2}$  on dit que  $u(t)$  et  $i(t)$  sont en quadrature de phase

☞  $\varphi_{u/i} = \pi$  on dit que  $u(t)$  et  $i(t)$  sont en opposition phase

☞  $\varphi_{u/i} = 0$   $u(t)$  et  $i(t)$  sont en phase .

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

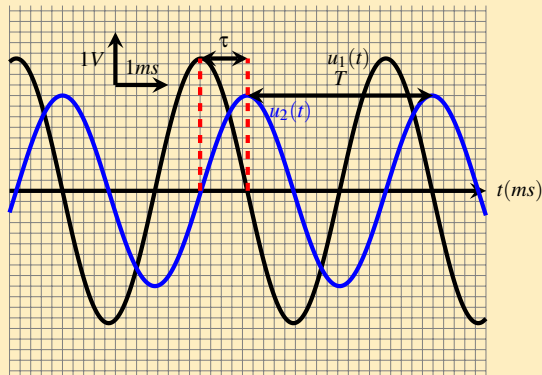
Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## Exemple d'application

On considère les deux tensions alternatives sinusoïdales représentées par les deux courbes suivantes :



Comment peut-on déterminer la valeur de  $\phi$  ?

www.Achamel.info

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

Pour simplifier l'étude , on prend  $\varphi_i = 0$  i.e  $\varphi_{u/i} = \varphi_u$  et la relation sera  $i(t) = I_m \cos(\omega t)$  et  $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_{u/i})$

$$u(t) = U_m \cos \left( \omega t + \frac{\varphi_{u/i}}{\omega} \right)$$

$$\frac{\varphi_{u/i}}{\omega} = \tau$$

$$\varphi_{u/i} = \omega \cdot \tau$$

On appelle  $\tau$  le **décalage horaire** entre  $u(t)$  et  $i(t)$  .  
la mesure directe de  $\tau$  à l'oscilloscope permet d'évaluer la valeur absolue de la phase  $\varphi_u$  .

$$|\varphi_{u/i}| = \frac{2\pi}{T} \cdot \tau$$

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

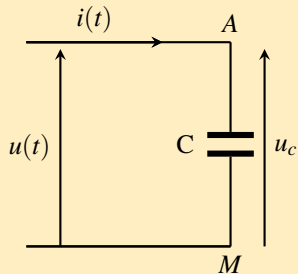
Exemple 1 : Déterminer l'expression de l'intensité du courant alternatif sinusoïdal qui traverse un condensateur de capacité  $C$ , sachant que la tension appliquée à ces bornes est :  $u(t) = U_c \sqrt{2} \cos(\omega t)$ .

On sait que l'intensité du courant qui traverse le condensateur est :

$$i(t) = C \frac{du_c}{dt} \text{ i.e que :}$$

$$i(t) = -CU_c \omega \sqrt{2} \sin(\omega t)$$

$$i(t) = CU_c \omega \sqrt{2} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$



# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

L'intensité efficace  $I$  du courant est  $I = C\omega U_c$  , d'où la tension efficace entre les bornes du condensateur est :

$$U_c = \frac{I}{C\omega}$$

et que  $i(t)$  est en avance de phase sur  $u(t)$  de  $\frac{\pi}{2}$

# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

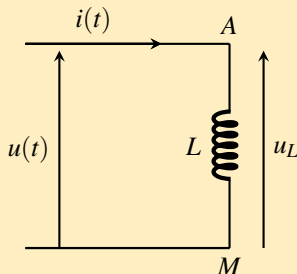
Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

Exemple 2 : Déterminer l'expression de la tension alternative sinusoïdale  $u(t) = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi_{u/i})$  aux bornes d'une bobine pure d'inductance  $L$  , sachant que l'intensité du courant qui le traverse a pour expression :  $i(t) = I\sqrt{2}\cos(\omega t)$  .



# I. Le régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé  
allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

On sait que la tension électrique aux bornes de la bobine s'écrit :

$$u_L(t) = L \frac{di}{dt} \text{ i.e que :}$$

$$u_L(t) = -LI\omega\sqrt{2}\sin(\omega t)$$

$$u_L(t) = LI\omega\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$u_L(t) = LI\omega\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

D'où la tension efficace  $U_L$  aux bornes d'une bobine est :

$$U_L = L\omega.I$$

et que  $u_L$  est en avance de phase sur  $i(t)$  de  $\frac{\pi}{2}$

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

Activité expérimentale 1 : Visualisation de la tension  $u(t)$  aux bornes d'un circuit (R,L,C) et  $i(t)$  en fonction du temps .

On réalise le montage électrique ci dessous où on règle le générateur à basse fréquence sur une tension alternative sinusoïdale de valeur maximale  $U_m = 2V$  et de fréquence  $N = 100Hz$ .

À l'aide d'un oscilloscope , on visualise la tension  $u_R(t)$  au borne du conducteur ohmique et la tension  $u(t)$  aux bornes du circuit (R,L,C) .  
On mesure à l'aide d'un ampèremètre l'intensité efficace  $I$  du courant qui traverse le circuit et le voltmètre indique la tension efficace  $U$  aux bornes du circuit (R,L,C) .

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

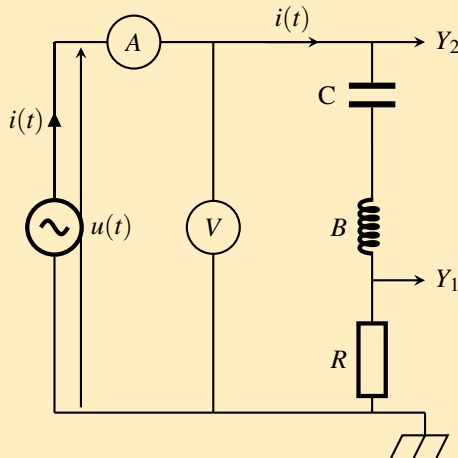
Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée



# II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

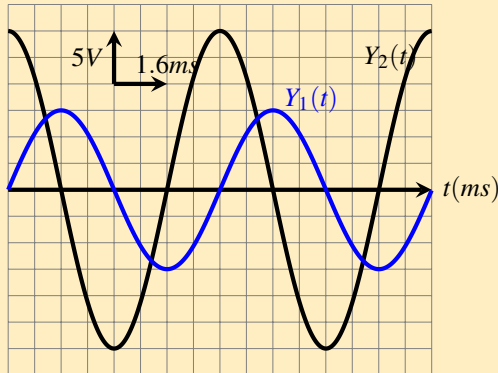
Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée



## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

### Exploitation :

Le générateur GBF délivre au circuit (R,L,C) en série une tension alternative sinusoïdale :

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_{u/i})$$

Il apparaît dans le circuit un courant électrique d'intensité  $i(t) = I_m \cos(\omega t)$  , représente le courant  $i(t)$  la réponse du circuit (R,L,C) à l'excitation qui est imposée par le générateur de base fréquence .

On appelle le circuit (R,L,C) série **le résonateur** et le générateur GBF **excitateur**

Les deux entrées  $Y_1$  et  $Y_2$  de l'oscilloscope, nous permet de visualiser la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique et la tension  $u(t)$  aux bornes du circuit (R,L,C)

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 1. Expliquer pourquoi la visualisation de la tension  $u_R(t)$  nous permet de visualiser l'intensité instantanée  $i(t)$  ?
- D'après la loi d'Ohm , on a

$$u_R(t) = Ri(t) \Rightarrow i(t) = \frac{1}{R} u_R(t)$$

Ce qui montre que la courbe qu'on la visualise à l'entrée  $Y_1$  est inversement proportionnelle à  $i(t)$

- 2. Calculer l'intensité du courant maximal  $I_m$  et vérifier la relation suivante  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$  .
- 3. Indiquer la valeur maximale  $U_m$  de la tension  $u(t)$  et vérifier la relation suivante :  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 1. Expliquer pourquoi la visualisation de la tension  $u_R(t)$  nous permet de visualiser l'intensité instantanée  $i(t)$  ?

- D'après la loi d'Ohm , on a

$$u_R(t) = Ri(t) \Rightarrow i(t) = \frac{1}{R} u_R(t)$$

Ce qui montre que la courbe qu'on la visualise à l'entrée  $Y_1$  est inversement proportionnelle à  $i(t)$

- 2. Calculer l'intensité du courant maximal  $I_m$  et vérifier la relation suivante  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$  .
- 3. Indiquer la valeur maximale  $U_m$  de la tension  $u(t)$  et vérifier la relation suivante :  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 1. Expliquer pourquoi la visualisation de la tension  $u_R(t)$  nous permet de visualiser l'intensité instantanée  $i(t)$  ?
- 2. D'après la loi d'Ohm , on a

$$u_R(t) = Ri(t) \Rightarrow i(t) = \frac{1}{R}u_R(t)$$

Ce qui montre que la courbe qu'on la visualise à l'entrée  $Y_1$  est inversement proportionnelle à  $i(t)$

- 3. Calculer l'intensité du courant maximal  $I_m$  et vérifier la relation suivante  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$  .
- 4. Indiquer la valeur maximale  $U_m$  de la tension  $u(t)$  et vérifier la relation suivante :  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 1. Expliquer pourquoi la visualisation de la tension  $u_R(t)$  nous permet de visualiser l'intensité instantanée  $i(t)$  ?
- D'après la loi d'Ohm , on a

$$u_R(t) = Ri(t) \Rightarrow i(t) = \frac{1}{R}u_R(t)$$

Ce qui montre que la courbe qu'on la visualise à l'entrée  $Y_1$  est inversement proportionnelle à  $i(t)$

- 2. Calculer l'intensité du courant maximal  $I_m$  et vérifier la relation suivante  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$  .
- 3. Indiquer la valeur maximale  $U_m$  de la tension  $u(t)$  et vérifier la relation suivante :  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 1. Expliquer pourquoi la visualisation de la tension  $u_R(t)$  nous permet de visualiser l'intensité instantanée  $i(t)$  ?
- D'après la loi d'Ohm , on a

$$u_R(t) = Ri(t) \Rightarrow i(t) = \frac{1}{R}u_R(t)$$

Ce qui montre que la courbe qu'on la visualise à l'entrée  $Y_1$  est inversement proportionnelle à  $i(t)$

- 2. Calculer l'intensité du courant maximal  $I_m$  et vérifier la relation suivante  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$  .
- 3. Indiquer la valeur maximale  $U_m$  de la tension  $u(t)$  et vérifier la relation suivante :  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 4. Calculer la période  $T$  et la fréquence  $N$  de chacune des deux courbes  $i(t)$  et  $u(t)$  .
- Les deux courbes ont-elles la même amplitudes ? la même fréquence ? la même phase ?
- Ont dit que le circuit est en régime forcé , expliquer cela .
- 5.Déterminer graphiquement le déphasage  $\phi_{u/i}$  . laquelle des deux grandeurs  $i(t)$  ou  $u(t)$  est en avance de phase ? Justifier votre réponse .
- 6. Vérifier expérimentalement que les grandeurs : l'inductance  $L$  , la capacité  $C$  et la fréquence  $N$  du générateur GBF influence le déphasage  $\phi_{u/i}$  .

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 4. Calculer la période  $T$  et la fréquence  $N$  de chacune des deux courbes  $i(t)$  et  $u(t)$  .
- Les deux courbes ont-elles la même amplitudes ? la même fréquence ? la même phase ?
- Ont dit que le circuit est en régime forcé , expliquer cela .
- 5.Déterminer graphiquement le déphasage  $\phi_{u/i}$  . laquelle des deux grandeurs  $i(t)$  ou  $u(t)$  est en avance de phase ? Justifier votre réponse .
- 6. Vérifier expérimentalement que les grandeurs : l'inductance  $L$  , la capacité  $C$  et la fréquence  $N$  du générateur GBF influence le déphasage  $\phi_{u/i}$  .

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 4. Calculer la période  $T$  et la fréquence  $N$  de chacune des deux courbes  $i(t)$  et  $u(t)$  .
- Les deux courbes ont-elles la même amplitudes ? la même fréquence ? la même phase ?
- Ont dit que le circuit est en régime forcé , expliquer cela .
- 5.Déterminer graphiquement le déphasage  $\phi_{u/i}$  . laquelle des deux grandeurs  $i(t)$  ou  $u(t)$  est en avance de phase ? Justifier votre réponse .
- 6. Vérifier expérimentalement que les grandeurs : l'inductance  $L$  , la capacité  $C$  et la fréquence  $N$  du générateur GBF influence le déphasage  $\phi_{u/i}$  .

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 4. Calculer la période  $T$  et la fréquence  $N$  de chacune des deux courbes  $i(t)$  et  $u(t)$  .
- Les deux courbes ont-elles la même amplitudes ? la même fréquence ? la même phase ?
- Ont dit que le circuit est en régime forcé , expliquer cela .
- 5.Déterminer graphiquement le déphasage  $\phi_{u/i}$  . laquelle des deux grandeurs  $i(t)$  ou  $u(t)$  est en avance de phase ? Justifier votre réponse .
- 6. Vérifier expérimentalement que les grandeurs : l'inductance  $L$  , la capacité  $C$  et la fréquence  $N$  du générateur GBF influence le déphasage  $\phi_{u/i}$  .

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 4. Calculer la période  $T$  et la fréquence  $N$  de chacune des deux courbes  $i(t)$  et  $u(t)$  .
- Les deux courbes ont-elles la même amplitudes ? la même fréquence ? la même phase ?
- Ont dit que le circuit est en régime forcé , expliquer cela .
- 5.Déterminer graphiquement le déphasage  $\phi_{u/i}$  . laquelle des deux grandeurs  $i(t)$  ou  $u(t)$  est en avance de phase ? Justifier votre réponse .
- 6. Vérifier expérimentalement que les grandeurs : l'inductance  $L$  , la capacité  $C$  et la fréquence  $N$  du générateur GBF influence le déphasage  $\phi_{u/i}$  .

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 4. Calculer la période  $T$  et la fréquence  $N$  de chacune des deux courbes  $i(t)$  et  $u(t)$  .
- Les deux courbes ont-elles la même amplitudes ? la même fréquence ? la même phase ?
- Ont dit que le circuit est en régime forcé , expliquer cela .
- 5.Déterminer graphiquement le déphasage  $\phi_{u/i}$  . laquelle des deux grandeurs  $i(t)$  ou  $u(t)$  est en avance de phase ? Justifier votre réponse .
- 6. Vérifier expérimentalement que les grandeurs : l'inductance  $L$  , la capacité  $C$  et la fréquence  $N$  du générateur GBF influence le déphasage  $\phi_{u/i}$  .

# II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## 2. Notion d'impédance .

Étude expérimentale :

Reprenons le montage précédent , pour une fréquence fixée de la tension , on fait varier la tension efficace  $U$  du générateur . On mesure les valeurs de  $U$  et  $I$  et on relève le déphasage  $\phi_{u/i}$  . Pour le déphasage , on constate qu'il reste constant quelque soit la tension efficace  $U$  et pour  $I$  et  $U$  on les regroupe dans le tableau suivant :

|               |   |     |     |      |      |       |
|---------------|---|-----|-----|------|------|-------|
| $u(V)$        | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5  | 2,0  | 2,5   |
| $I(mA)$       | 0 | 0,6 | 1,2 | 1,85 | 2,50 | 3,15  |
| $U/I(\Omega)$ | 0 | 833 | 833 | 810  | 800  | 0,793 |

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

On constate que  $U$  et  $I$  sont inversement proportionnelle i.e que  $U = Z.I$  avec  $Z$  un facteur de proportionnalité , on l'appelle l'impédance du circuit . qui a une dimension de la résistance  $\Omega$

### Définition

On appelle  $Z$  l'impédance du circuit , son expression est :

$$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U}{I}$$

Son unité dans le système internationale est  $\Omega$

## II. Étude expérimentale du circuit (R,L,C) série en régime alternatif sinusoïdal

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

### Influence de la fréquence

On fait varier la fréquence du circuit (R,L,C) précédent  $N'=500\text{Hz}$  qu'observez - vous ? On observe que le déphasage change et aussi l'impédance  $Z$  .  
donc l'impédance  $Z$  dépend de la fréquence du circuit .

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### 1. Étude expérimentale :

On réalise le montage électrique ci dessous où le générateur à basse fréquence alimente le circuit (R,L,C) série d'une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace  $U$  et de fréquence  $N$  réglables .

\* Une bobine d'inductance  $L=5,2\text{mH}$  et de résistance  $r = 7\Omega$  .

\* Un condensateur de capacité  $C = 0,47F$

On fixe la tension efficace sur la valeur  $U=4V$  et la résistance globale  $R = r + r$  sur la valeur  $R_1 = 37\Omega$  .

On fait varier la fréquence  $N$  du générateur et dans chaque cas on mesure l'intensité efficace  $I$  du courant

On règle la résistance globale  $R$  sur la valeur  $R_2 = 107\Omega$  en faisant varier la résistance  $r'$  du conducteur ohmique et on répète l'étape précédent de l'expérience .

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

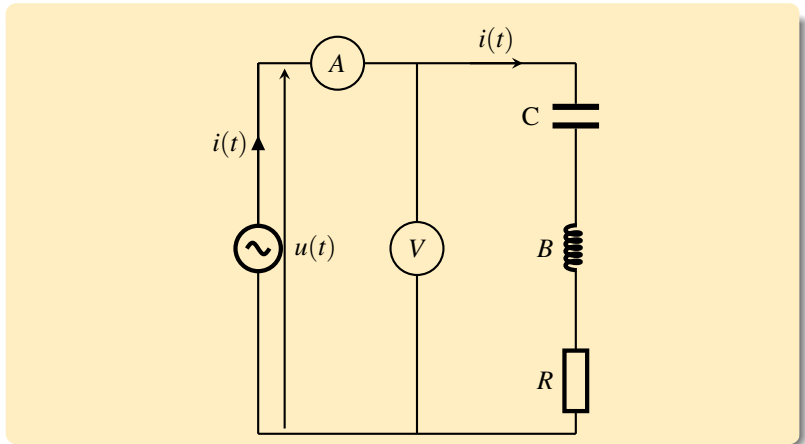
Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée



### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

On regroupe les résultats dans le tableau suivant :

|              |      |     |     |      |      |      |      |      |      |     |
|--------------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|
| $N(kHz)$     | 1,5  | 2,0 | 2,5 | 2,75 | 3    | 5,25 | 3,5  | 5,75 | 4    | 4,5 |
| $R_1, I(mA)$ | 21   | 36  | 60  | 80   | 100  | 105  | 95   | 80   | 66   | 48  |
| $R_2, I(mA)$ | 19,5 | 27  | 33  | 35   | 36,5 | 37   | 36,5 | 35,5 | 34,5 | 31  |

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

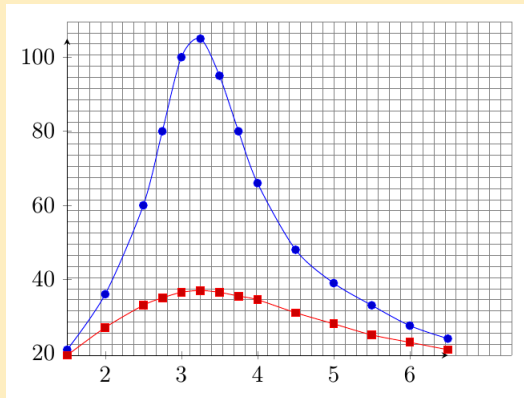
Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée



### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### Exploitation des résultats :

1. Représenter dans le même repère les deux courbes  $I$  en fonction de  $N$  pour les deux résistances  $R_1$  et  $R_2$  du circuit .
2. Donner une définition de la résonance électrique .

#### définition

On appelle **résonateur** , l'oscillateur RLC et **excitateur**, le générateur de basse fréquence .

Lorsque la fréquence  $N$  d'excitateur prend une valeur égale à la fréquence propre  $N_0$  du résonateur , l'intensité efficace  $I$  du courant qui traverse le circuit sera maximale et égale à  $I_0$ , on dit dans ce cas que le circuit RLC série est **en résonance** .

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoidal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoidal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoidal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoidal

La puissance  
instantanée

2. Déterminer pour chaque courbe  $I=f(N)$  :

- \* La fréquence  $N_0$  à la résonance
- \* L'intensité efficace  $I_0$  à la résonance

3. Calculer  $Z$  l'impédance du circuit à la résonance et la comparer avec la résistance globale  $R$  du circuit dans les deux cas . En déduire le comportement du circuit (R,L,C) à la résonance .

4. La bande passante à -3 décibels du circuit (R,L,C) est définie comme une intervalle continue des fréquences  $[N_1, N_2]$  du générateur, pour laquelle l'intensité efficace  $I$  du courant vérifie la relation suivante :

$$I \geq \frac{I_{0max}}{\sqrt{2}} .$$

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

- 4.1 Indiquer les deux valeurs  $N_1$  et  $N_2$  pour la courbe correspondante à  $R_1$  .
- 4.2 Calculer la largeur de la bande passante  $\Delta N = N_2 - N_1$  et la comparer avec la valeur théorique  $\Delta N = \frac{R_1}{2\pi L}$  . quelle est votre conclusion ?
- 4.3 Quel est l'influence de la résistance globale sur la largeur de la bande passante ?
5. On règle la fréquence de l'excitateur à la valeur  $N_0$  .
- 5.1 Comment peut-on brancher l'oscilloscope pour visualiser les deux tensions  $u(t)$  et  $u_R(t)$  ?
- 5.2 Les deux tensions  $u(t)$  et  $u_R(t)$  sont-elles en phase ? Justifier votre réponse .

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### Réponse :

1. Représentation de la courbe  $I = f(N)$

#### définition

Résonance d'intensité : à la résonance , l'intensité efficace du courant prend une valeur maximale  $I_0 = 105mA$

2. La fréquence  $N_0 = 3,25kHz$  pour les deux courbe et l'intensité efficace maximale  $I_0 = 105mA$  pour la courbe  $R_1$  et  $I_0 = 37mA$  pour la courbe  $R_2$ .

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

3. L'impédance du circuit à la résonance :  
pour la courbe  $R_1$

$$Z_1 = \frac{U}{I_{01}} = \frac{4}{105 \times 10^{-3}} = 38\Omega$$

pour la courbe  $R_2$  :

$$Z_2 = \frac{U}{I_{02}} = 108\Omega$$

Dans les deux cas l'impédance du circuit est à peu près égale à la résistance globale du circuit .

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

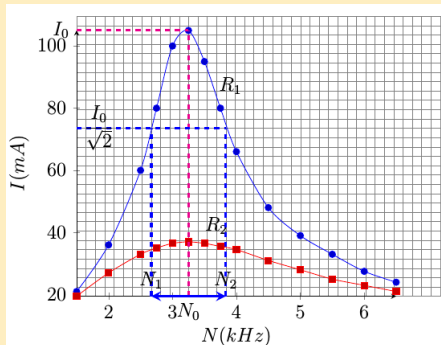
Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée



### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

À la résonance , l'impédance du circuit (R,L,C) est égale à la résistance globale du circuit i.e que le circuit (R,L,C) se comporte comme un inducteur ohmique de résistance R

$$Z = R_T$$

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### Étude des courbe de la résonance d'intensité .

##### a. La valeur de la fréquence de résonance :

D'après la courbe  $I=f(N)$  , on constate :

\* Elle possède une valeur maximale qui correspond à la même valeur de la fréquence égale à  $N_r = 3250Hz$  pour le circuit (R,L,C) qu'elle que soit la valeur de R \* calcul de la fréquence propre  $N_0$  du circuit :

$$N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 3219Hz$$

$$N_r \simeq N_0$$

On dit que le circuit (R,L,C) est en résonance .

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

Le phénomène de résonance apparaît, lorsque la fréquence de résonance  $N_r$  s'identifie à la fréquence propre  $N_0$  du circuit oscillant .

$$N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$N_r = N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### b. Le rôle de la résistance globale du circuit .

D'après les courbes de la résonance d'intensité , on constate que :  
lorsque la résistance  $R$  du circuit est petite (**amortissement du circuit est faible**), l'intensité efficace maximale du courant à la résonance est grande et **la résonance est aiguë** .

Dans le cas où  $R$  est grande (**l'amortissement du circuit est fort**),  
l'intensité efficace maximale du courant est petite et **la résonance est floue** .

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### c. L'impédance du circuit à la résonance .

À la résonance l'impédance du circuit est minimale et  $Z = R_T$  . et La tension aux bornes du condensateur est égale à la tension aux bornes de la bobine i.e que  $U_C = U_L$  donc

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}$$

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### d. La phase $\varphi$ à la résonance .

À l'aide d'un oscilloscope on visualise les deux tensions  $u(t)$  et  $u_R(t)$  ,  
on observe qu'elles sont en phase i.e **à la résonance  $i(t)$  et  $u(t)$  sont en phase :**

$$\varphi_{u/i} = 0$$

# III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## 3. La bande passante à -3 db du circuit (R,L,C)

\* La bande passante à -3db du circuit (R,L,C) est définie comme une intervalle continue des fréquences  $[N_1, N_2]$  du générateur, pour laquelle l'intensité efficace  $I$  du courant vérifie la relation suivante :  $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$  .

$I_0$  est l'intensité maximale efficace à la résonance .

La largeur de la bande passante :

$$\Delta N = N_2 - N_1$$

D'après l'étude expérimentale :  $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$  où  $I_0 = 74mA$  pour  $R_1$  et  $I_0 = 26mA$  pour  $R_2$  , donc  $\Delta N = 1,03kHz$  et  $\Delta N' = 3,47kHz$  voir le graphe ci-dessus

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### Conclusion

On conclue que :

Dans le cas où  $R$  est petite ( amortissement faible ) , la résonance est aiguë i.e que la largeur de la bande passante  $\Delta N$  est petite . et lorsque  $R$  est grande ( amortissement forte) , la résonance est floue et  $\Delta N$  est grande .

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### 4. Facteur de qualité Q

On définit le facteur de qualité Q par un nombre sans dimension :

$$Q = \frac{N_0}{\Delta N}$$

et puisque  $\omega = 2\pi N$  donc :

$$Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{\omega_0}{\Delta \omega}$$

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### Application

Calcul du facteur de qualité dans l'étude précédente :

$$Q_1 = \frac{3,25}{1,03} = 3,15$$

$$Q_2 = \frac{3,25}{3,74} = 0,74$$

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### quelque effets de la résonance sur le circuit

Q facteur de qualité est inversement proportionnelle à la largeur de la bande passante et qui caractérise l'acuité de la résonance .

- ☞ Le circuit est d'autant plus sélectif que Q est sera grand .
- ☞ Autant que la résonance est aiguë plus la valeur de Q est grande .
- ☞ Autant que Q est petite plus le circuit est amorti i.e que la résonance est floue . On appelle aussi le facteur de qualité : **la surtension**

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoidal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoidal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoidal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoidal

La puissance  
instantanée

Expérimentalement que lorsque la résonance est aiguë plus  $Q$  est grande . i.e que  $U_C > U$  et  $U_L > U$  ce qui prouve que à la résonance il apparaît une surtension . c'est un phénomène qui peut créer un certain danger qui peut aller jusqu'à la détérioration des éléments du circuit (L,C) c'est pour cela on doit l'éviter .

### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

#### Remarque :

D'après la courbe de la résonance d'intensité et l'étude expérimentale :  
 $N < N_0$  on a  $i(t)$  en avance de phase sur  $u(t)$  on dit que le circuit est  
capacitif

$N > N_0$  on a  $u(t)$  en avance de phase sur  $i(t)$  on dit que le circuit est  
inductif .

# III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

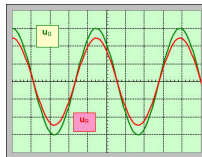
Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

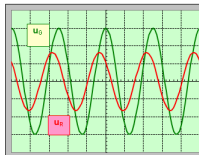
Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

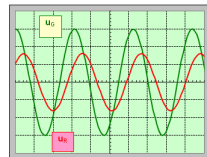
La puissance  
instantanée



$i(t)$  et  $u(t)$  sont en phase  
phénomène de la résonance



$i(t)$  est en avance sur  $u(t)$   
Le circuit est capacitif



$u(t)$  est en avance sur  $i(t)$   
Le circuit est inductif

# IV. La puissance en régime alternatif sinusoïdal .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

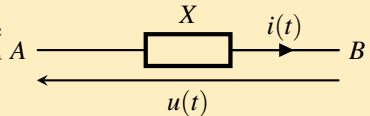
Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

Dans la cas d'un courant continu :

Au cours de la durée  $\Delta t$  , l'énergie  
reçu par un dipôle  $X$  est :  $W = UI.\Delta t$   
et la puissance électrique  $\mathcal{P} = UI$



### III. Phénomène de résonance d'intensité .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

Dans le cas d'un courant alternatif sinusoïdal :

$i = I\sqrt{2}\cos(\omega t)$  et  $u(t) = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$  , la puissance électrique instantanée

$$\mathcal{P} = u(t) \times i(t)$$

$$\mathcal{P} = 2UI\cos\omega t.\cos(\omega t + \varphi) \text{ et on sait que}$$

$$\cos(\omega t).\cos(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2} (\cos(2\omega t + \varphi) + \cos\varphi)$$

$$\mathcal{P} = UI (\cos(2\omega t + \varphi) + \cos(\varphi))$$

On remarque que cette puissance ne peut pas évaluer le bilan énergétique reçu par le dipôle il nous montre seulement , à un instant donné , si ce dipôle a reçu une énergie  $\mathcal{P} > 0$  ou il l'a perdu  $\mathcal{P} < 0$ , c'est pour cela il faut qu'on définit la puissance moyenne .

# IV. La puissance en régime alternatif sinusoïdal .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## 2. La puissance moyenne

L'énergie électrique reçu par un dipôle au cours d'une période T :

$$\mathcal{P} = \frac{dE}{dt} \Rightarrow dE = \mathcal{P} dt$$

$$E = UI \int_0^T (\cos(2\omega t + \varphi) + \cos(\varphi)) dt$$

$$E = UI \cos \varphi \int_0^T dt + UI \int_0^T \cos(2\omega t + \varphi) dt$$

$$E = UIT \cos \varphi + 0 = UIT \cos \varphi$$

$$\mathcal{P} = \frac{E}{T}$$

$$\mathcal{P} = UI \cos \varphi$$

Avec  $\cos \varphi$  est la facteur de puissance du circuit et puisque  $U = ZI$  et  $\cos \frac{R}{Z}$  donc on a  $\mathcal{P} = RI^2$

# IV. La puissance en régime alternatif sinusoïdal .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

## Conclusion

Dans un circuit (R,L,C) série la puissance électrique moyenne ne se consomme que par la résistance globale R par effet joule et elle est donnée par la relation suivante :

$$\mathcal{P} = RI^2$$

## IV. La puissance en régime alternatif sinusoïdal .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

### Remarque : utilité de facteur de puissance

Lorsqu'un consommateur consomme une énergie électrique ,  
l'établissement distributeur lui garantit une tension  $U$  constante , c'est à  
dire que cette consommation lui correspond un courant électrique  $i(t)$   
qui traverse les lignes du réseau conducteur tel que son avance ou son  
retard en phase  $\varphi$  dépend des types des éléments électriques utilisés .

## IV. La puissance en régime alternatif sinusoïdal .

Circuit (R,L,C)  
série en régime  
sinusoïdal forcé

allal Mahdade

Introduction

Le régime  
alternatif  
sinusoïdal

Étude  
expérimentale du  
circuit (R,L,C)  
série en régime  
alternatif  
sinusoïdal

Phénomène de  
résonance  
d'intensité .

La puissance en  
régime alternatif  
sinusoïdal

La puissance  
instantanée

De la relation  $\mathcal{P} = RI^2$  avec  $\mathcal{P}$  bien déterminée on a  $I \cos \varphi = \frac{\mathcal{P}}{U}$  aussi d'où  $I$  sera plus grande tant que le facteur de puissance  $\cos \varphi$  est petit et puisque l'effet Joule dans les lignes de réseau est inversement proportionnelle à  $I^2$ , cela représente une perte d'énergie en compte de l'établissement distributeur et c'est pour cela que cet dernier qui détermine le facteur de puissance et l'impose à le consommateur, en général le facteur de puissance ne sera jamais inférieur à 0.8 .