

Que se passe-t-il  
lorsqu'on relie un  
condensateur  
chargé et une  
bobine ?

Quelle loi décrit  
l'évolution  
temporelle d'un  
circuit oscillant  
(L,C) ?

Oscillations libres  
dans un circuit  
(L,C)

Comment  
s'effectuent les  
échanges  
d'énergie dans un  
circuit oscillant ?

Comment peut-on  
entretenir des  
oscillations non  
amorties ?

# Oscillations libres RLC

## Chapitre 8

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

9 janvier 2017

# Sommaire

## Oscillations libres RLC

allal Mahdade

### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## 1 Introduction

2 Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

3 Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

4 Oscillations libres dans un circuit (L,C)

5 Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

6 Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

# Sommaire

## Oscillations libres RLC

allal Mahdade

### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 1 Introduction
- 2 Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?
- 3 Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?
- 4 Oscillations libres dans un circuit (L,C)
- 5 Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?
- 6 Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

# Sommaire

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 1 Introduction
- 2 Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?
- 3 Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?
- 4 Oscillations libres dans un circuit (L,C)
- 5 Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?
- 6 Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

# Sommaire

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 1 Introduction
- 2 Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?
- 3 Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?
- 4 Oscillations libres dans un circuit (L,C)
- 5 Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?
- 6 Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

# Sommaire

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 1 Introduction
- 2 Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?
- 3 Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?
- 4 Oscillations libres dans un circuit (L,C)
- 5 Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?
- 6 Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

# Sommaire

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 1 Introduction
- 2 Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?
- 3 Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?
- 4 Oscillations libres dans un circuit (L,C)
- 5 Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?
- 6 Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

# Introduction

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

## Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

Si l'électronique permet de d'amplifier et de restituer les sons , des oscillateurs électriques permettent leurs productions .

*De quelle façon peut-on réaliser de tels oscillations et à quelles conditions sont-ils susceptibles d'être le siège d'oscillations électriques ?*



# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

Une bobine et un condensateur deux réservoirs d'énergies électriques .  
Un circuit comportant un conducteur ohmique de résistance  $r'$  , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$  , et un condensateur de capacité  $C$  associés en série , est appelé *circuit (R,L,C) série* . avec  $R = r + r'$  est la résistance totale du circuit .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres  
RLC  
allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## 1. Étude expérimentale

On réalise le montage de la figure 1 en adoptant une faible valeur de  $r'$ . On charge le condensateur en plaçant le commutateur en position 1. On bascule le commutateur en position 2. En utilisant un système d'acquisition informatisée, on visualise la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur. On obtient la courbe suivante :

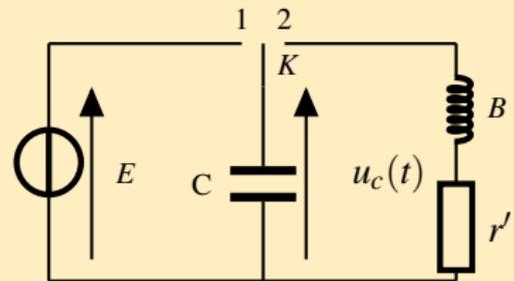


figure 3

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## Exploitation

- 1. La courbe obtenue est pour  $R = 10\Omega$  , comment varie son amplitude ?  $u_C$  est-elle une fonction périodique ?
- Lorsqu'on place K en position 1 , le condensateur se charge et lorsqu'on bascule en 2 on obtient un circuit (R,L,C) série où le condensateur se décharge dans la bobine et le conducteur ohmique , la tension  $u_C(t)$  est une tension alternative , mais n'est pas périodique .  
L'amplitude de cette tension décroît avec le temps : on obtient des oscillations amorties . et puisque ces oscillations sont obtenues sans qu'on lui fournit une énergie de l'extérieur on dit aussi qu'elles sont libres , donc *ce sont des oscillations libres amorties* .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## Exploitation

- 1. La courbe obtenue est pour  $R = 10\Omega$  , comment varie son amplitude ?  $u_C$  est-elle une fonction périodique ?
- Lorsqu'on place K en position 1 , le condensateur se charge et lorsqu'on bascule en 2 on obtient un circuit (R,L,C) série où le condensateur se décharge dans la bobine et le conducteur ohmique , la tension  $u_C(t)$  est une tension alternative , mais n'est pas périodique .  
L'amplitude de cette tension décroît avec le temps : on obtient des oscillations amorties . et puisque ces oscillations sont obtenues sans qu'on lui fournit une énergie de l'extérieur on dit aussi qu'elles sont libres , donc *ce sont des oscillations libres amorties* .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## Exploitation

- 1. La courbe obtenue est pour  $R = 10\Omega$  , comment varie son amplitude ?  $u_C$  est-elle une fonction périodique ?
- Lorsqu'on place K en position 1 , le condensateur se charge et lorsqu'on bascule en 2 on obtient un circuit (R,L,C) série où le condensateur se décharge dans la bobine et le conducteur ohmique , la tension  $u_C(t)$  est une tension alternative , mais n'est pas périodique .  
L'amplitude de cette tension décroît avec le temps : on obtient des oscillations amorties . et puisque ces oscillations sont obtenues sans qu'on lui fournit une énergie de l'extérieur on dit aussi qu'elles sont libres , donc *ce sont des oscillations libres amorties* .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

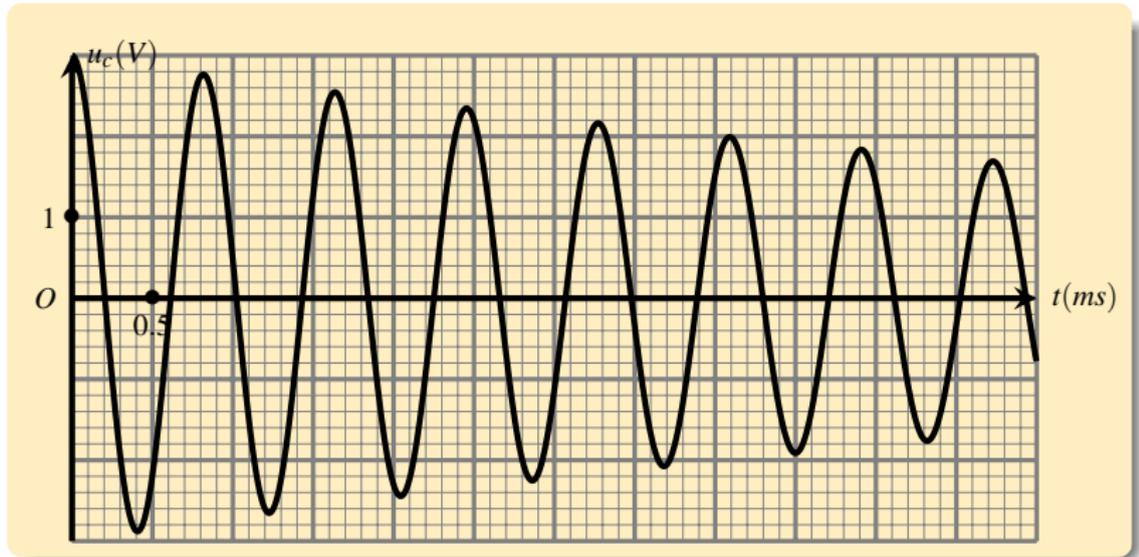
Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?



# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## Conclusion :

La décharge d'un condensateur , initialement chargé , dans une bobine d'un circuit (R,L,C) série , fait apparaître des oscillations libres amorties . On dit que le circuit (R,L,C) série est un oscillateur électrique libre amortie .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

*Définition de la pseudo-périodique  $T$  :*

On appelle pseudo-périodique  $T$ , la durée temporelle qui sépare deux valeurs maximales consécutives de la tension  $u_C(t)$ .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 2. déterminer graphiquement  $T$  .
- D'après le graphe on a  $T = 0,8ms$

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres RLC

allal Mahdade

### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 2. déterminer graphiquement  $T$  .
- D'après le graphe on a  $T = 0,8ms$

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 2. déterminer graphiquement  $T$  .
- D'après le graphe on a  $T = 0,8ms$

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

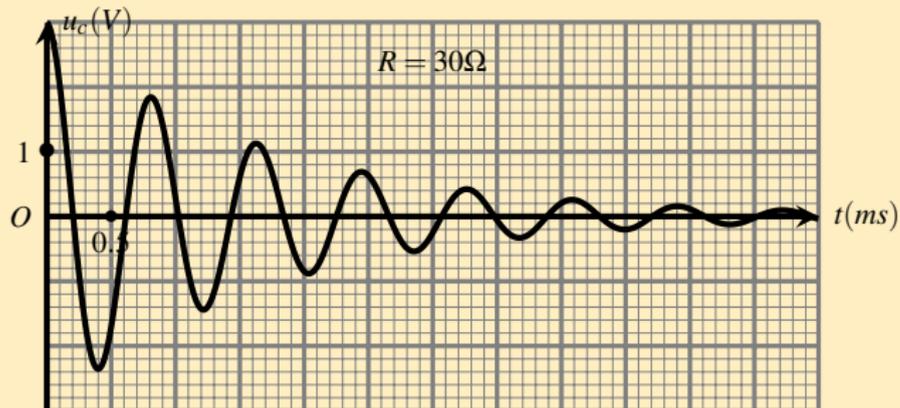
Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

3. On règle la résistance du conducteur ohmique à  $r' = 20\Omega$ . On obtient le graphe suivant :



# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- Quelle est l'influence de la résistance R sur :
- 3.1 L'amplitude des oscillations ?
- lorsqu'on fait varier la résistance totale du circuit l'amplitude des oscillation varie aussi .
- 3.2 la pseudo- périodique T ?
- Pour des faibles valeur de la résistance , on constate que la pseudo-périodique ne dépend pas de la valeur de R .
- 3.3 On règle la résistance du conducteur ohmique sur les valeurs :  $r' = 100\Omega$  et  $r' = 150\Omega$
- La tension visualisée est-elle alternative ?

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- Quelle est l'influence de la résistance R sur :
  - 3.1 L'amplitude des oscillations ?
  - lorsqu'on fait varier la résistance totale du circuit l'amplitude des oscillation varie aussi .
  - 3.2 la pseudo- périodique T ?
  - Pour des faibles valeur de la résistance , on constate que la pseudo-périodique ne dépend pas de la valeur de R .
  - 3.3 On règle la résistance du conducteur ohmique sur les valeurs :  $r' = 100\Omega$  et  $r' = 150\Omega$
  - La tension visualisée est-elle alternative ?

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- Quelle est l'influence de la résistance R sur :
- 3.1 L'amplitude des oscillations ?
  - lorsqu'on fait varier la résistance totale du circuit l'amplitude des oscillation varie aussi .
  - 3.2 la pseudo- périodique T ?
  - Pour des faibles valeur de la résistance , on constate que la pseudo-périodique ne dépend pas de la valeur de R .
  - 3.3 On règle la résistance du conducteur ohmique sur les valeurs :  $r' = 100\Omega$  et  $r' = 150\Omega$
  - La tension visualisée est-elle alternative ?

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- Quelle est l'influence de la résistance R sur :
- 3.1 L'amplitude des oscillations ?
- lorsqu'on fait varier la résistance totale du circuit l'amplitude des oscillation varie aussi .
- 3.2 la pseudo- périodique T ?
- Pour des faibles valeur de la résistance , on constate que la pseudo-périodique ne dépend pas de la valeur de R .
- 3.3 On règle la résistance du conducteur ohmique sur les valeurs :  $r' = 100\Omega$  et  $r' = 150\Omega$
- La tension visualisée est-elle alternative ?

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- Quelle est l'influence de la résistance R sur :
- 3.1 L'amplitude des oscillations ?
- lorsqu'on fait varier la résistance totale du circuit l'amplitude des oscillation varie aussi .
- 3.2 la pseudo- période T ?
  - Pour des faibles valeur de la résistance , on constate que la pseudo-périodique ne dépend pas de la valeur de R .
  - 3.3 On règle la résistance du conducteur ohmique sur les valeurs :  $r' = 100\Omega$  et  $r' = 150\Omega$
  - La tension visualisée est-elle alternative ?

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- Quelle est l'influence de la résistance R sur :
- 3.1 L'amplitude des oscillations ?
- lorsqu'on fait varier la résistance totale du circuit l'amplitude des oscillation varie aussi .
- 3.2 la pseudo- période T ?
- Pour des faibles valeur de la résistance , on constate que la pseudo-périodique ne dépend pas de la valeur de R .
- 3.3 On règle la résistance du conducteur ohmique sur les valeurs :  $r' = 100\Omega$  et  $r' = 150\Omega$
- La tension visualisée est-elle alternative ?

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- Quelle est l'influence de la résistance R sur :
- 3.1 L'amplitude des oscillations ?
- lorsqu'on fait varier la résistance totale du circuit l'amplitude des oscillation varie aussi .
- 3.2 la pseudo- période T ?
- Pour des faibles valeur de la résistance , on constate que la pseudo-périodique ne dépend pas de la valeur de R .
- 3.3 On règle la résistance du conducteur ohmique sur les valeurs :  $r' = 100\Omega$  et  $r' = 150\Omega$
- La tension visualisée est-elle alternative ?

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- Quelle est l'influence de la résistance R sur :
- 3.1 L'amplitude des oscillations ?
- lorsqu'on fait varier la résistance totale du circuit l'amplitude des oscillation varie aussi .
- 3.2 la pseudo- période T ?
- Pour des faibles valeur de la résistance , on constate que la pseudo-périodique ne dépend pas de la valeur de R .
- 3.3 On règle la résistance du conducteur ohmique sur les valeurs :  $r' = 100\Omega$  et  $r' = 150\Omega$
- La tension visualisée est-elle alternative ?

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

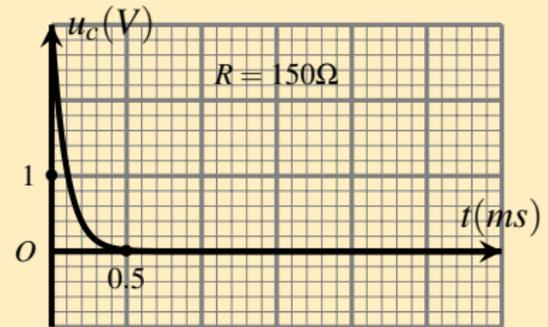
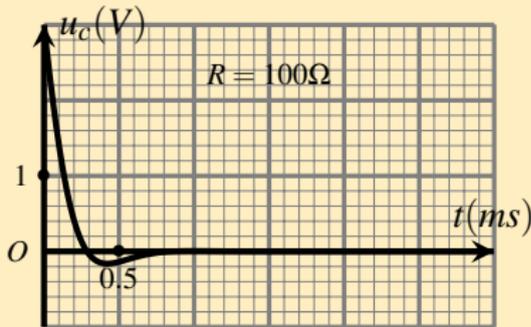
Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?



# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

Pour des valeurs élevées de  $R$  , les oscillations disparaissent la tension  $u_C(t)$  n'est plus alternative et l'amortissement sera important .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 4. D'après les valeurs de la résistance globale  $R$  du circuit on peut distinguer deux régimes d'oscillation : Régime pseudo-périodique et régime apériodique . Identifier chacune des deux régimes à partir des graphes précédents .
- Le régime pseudo-périodique apparaît pour une faible valeur de la résistance  $R=r+r'$  et le régime apériodique pour une grande valeur de  $R$  .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 4. D'après les valeurs de la résistance globale  $R$  du circuit on peut distinguer deux régimes d'oscillation : Régime pseudo-périodique et régime apériodique . Identifier chacune des deux régimes à partir des graphes précédents .
- Le régime pseudo-périodique apparaît pour une faible valeur de la résistance  $R=r+r'$  et le régime apériodique pour une grande valeur de  $R$  .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 4. D'après les valeurs de la résistance globale  $R$  du circuit on peut distinguer deux régimes d'oscillation : Régime pseudo-périodique et régime apériodique . Identifier chacune des deux régimes à partir des graphes précédents .
- Le régime pseudo-périodique apparaît pour une faible valeur de la résistance  $R=r+r'$  et le régime apériodique pour une grande valeur de  $R$  .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 5. On règle à nouveau  $R$  sur la valeur  $R = 10\Omega$  dans le premier cas on fixe  $L$  sur la valeur  $1\text{mH}$  et  $C = 1\mu\text{F}$ , on mesure la pseudo-période  $T$  et dans un deuxième cas  $1\text{mH}$  et  $C = 2\mu\text{F}$ , on mesure la pseudo-période  $T$ .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 5. On règle à nouveau R sur la valeur  $R = 10\Omega$  dans le premier cas on fixe L sur la valeur  $11mH$  et  $C = 1\mu F$ , on mesure la pseudo-période T et dans un deuxième cas  $11mH$  et  $C = 2\mu F$ , on mesure la pseudo-période T .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

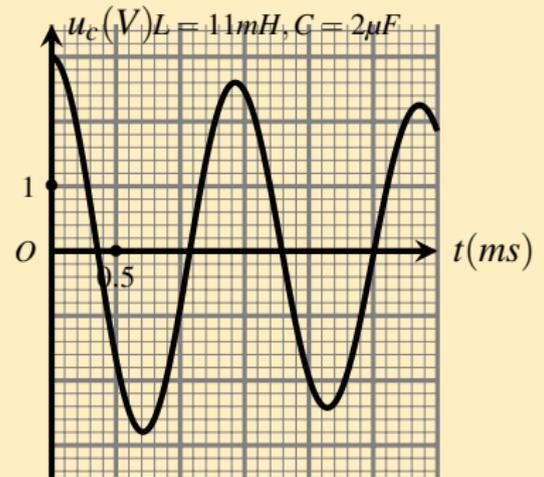
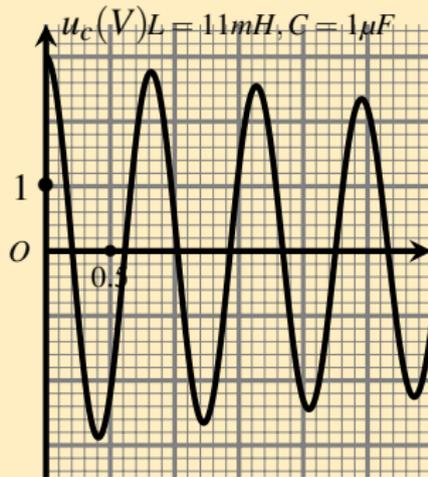
Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?



# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- La pseudo-période  $T$  dépend-t-elle de  $L$  et de  $C$  ?
- Oui , la pseudo-période dépend de  $L$  et de  $C$ .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- La pseudo-période  $T$  dépend-t-elle de  $L$  et de  $C$  ?
- Oui , la pseudo-période dépend de  $L$  et de  $C$ .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

## Oscillations libres RLC

allal Mahdade

### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- La pseudo-période  $T$  dépend-t-elle de  $L$  et de  $C$  ?
- Oui , la pseudo-période dépend de  $L$  et de  $C$ .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## 2. Les régimes des oscillations libres

Selon la valeur de la résistance  $R$  du circuit ( $R,L,C$ ) , on distingue trois régimes :

☞ **Régime pseudo-périodique** : pour des faibles valeurs de  $R$  , l'amplitude des oscillations décroît progressivement et durent longtemps : l'amortissement est faible . la pseudo-période est indépendant de  $R$  .

☞ **régime apériodique** : pour des valeurs élevées de  $R$  , les oscillations disparaissent , la tension  $u_C(t)$  tend lentement vers zéro .

☞ **régime critique** : la valeur de  $R$  qui délimite les deux régime précédents est appelée **résistance critique** ; noté  $R_c$  .

Pour  $R = R_c$  , la tension tend le plus rapidement vers zéro sans oscillation : c'est **le régime critique** .

# I. Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## Conclusion :

Selon la valeur de la résistance  $R$  du circuit (R,L,C) , on distingue les régimes pseudo-périodique , critique et apériodique .

Pour des valeurs faibles de la résistance  $R$  , la pseudo-période  $T$  d'un circuit (R,L,C) ne dépend pas de  $R$  .

## II. Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

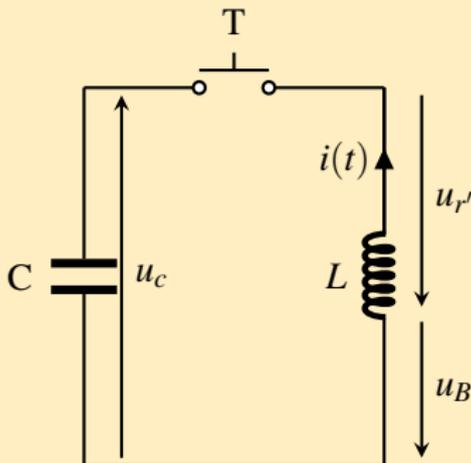
Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

### 1. L'équation différentielle de la tension aux bornes du condensateur d'un circuit (R,L,C) série

On considère le circuit (R,L,C) série suivant, constitué par une bobine d'inductance  $L$  de résistance négligeable, d'un conducteur ohmique de résistance  $R$  et d'un condensateur de capacité  $C$ .



## II. Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

On applique la loi d'additivité des tensions entre D et F, on a

$$u_c + u_B + u_{r'} = 0 \Rightarrow u_c + (r + r')i(t) + L \frac{di}{dt} = 0$$

Avec  $i(t) = C \frac{du_c}{dt}$  et  $\frac{di}{dt} = C \frac{d^2 u_c}{dt^2}$  Donc

$$u_c + RC \frac{du_c}{dt} + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} = 0$$

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0$$

## II. Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

L'équation différentielle du circuit (R,L,C) série vérifiée par  $u_C(t)$  la tension aux bornes du condensateur est :

$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC} u_C = 0$$

La grandeur  $\frac{R}{L} \frac{du_C}{dt}$  exprime le phénomène d'amortissement des oscillations et elle se détermine suivant la valeur de R ( le régime des oscillations )

Dans le cas du régime pseudo-périodique , la solution de l'équation différentielle s'écrit :

$$u_C(t) = U_0 e^{-\lambda t} \cos \left( \frac{2\pi}{T} t + \varphi \right)$$

avec  $\lambda = \frac{R}{2L}$  et toutes les autres constantes on les détermine à partir du graphe .

# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

#### Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

Lorsque la résistance du circuit (R,L,C) est nulle , on dit qu'il est **idéal** et on l'appelle circuit (L,C) car on ne peut pas le réaliser .

# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

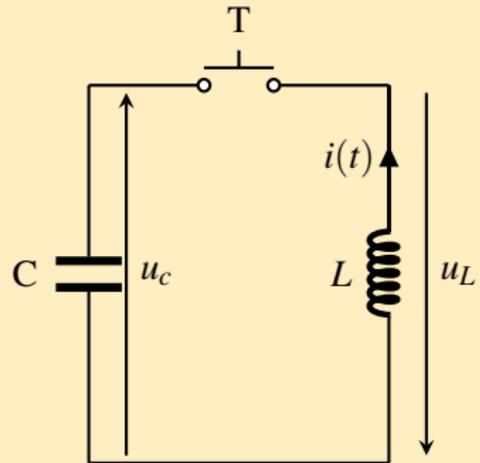
Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

Le circuit de la figure ci-contre comporte une bobine d'inductance  $L$  et de résistance très négligeable et un condensateur de capacité  $C$  qu'est chargé initialement de charge  $q(0)$ .



# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

#### Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## 1. L'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$

On applique la loi d'additivité des tension :

$$u_c + u_L = 0 \Rightarrow u_c + L \frac{di}{dt} = 0$$

avec :  $i(t) = C \frac{du_C}{dt}$  et  $\frac{di}{dt} = C \frac{d^2 u_C}{dt^2}$  Donc on peut écrire

$$u_c + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} = 0$$

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_c = 0$$

# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

#### Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## Conclusion :

Durant les oscillations électriques libres non amorties d'un circuit (L,C), la tension aux bornes du condensateur obéit à l'équation différentielle :

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_c = 0$$

# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## 2. Solution de l'équation différentielle :

On a l'équation différentielle :  $\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_c = 0$  est une équation linéaire de deuxième ordre, mathématiquement sa solution s'écrit de la forme suivante :

$$u_c(t) = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$$

- ☞  $U_m$  Amplitudes des oscillations
- ☞  $\varphi$  la phase à l'instant  $t=0$
- ☞  $T_0$  : la période propre des oscillation
- ☞  $\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$  : La phase à l'instant (t)

# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## 3. L'expression de la période propre des oscillations

On reporte la solution dans l'équation différentielle :

$$\frac{du_c}{dt} = -U_m \frac{2\pi}{T_0} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

$$\frac{d^2u_c}{dt^2} = -\frac{4\pi^2}{T_0^2} U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

C'est à dire pour que  $\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{4\pi^2}{T_0^2}u_c = 0$  soit une solution , il suffit que

$$\frac{4\pi^2}{T_0^2} = \frac{1}{LC}$$

donc :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

#### Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

Conclusion :

La fonction  $u_C(t) = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi_0\right)$ , avec  $T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$ , est

solution de l'équation différentielle  $\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_c = 0$ .

$T_0$  période propre des oscillations ne dépend que de L et C . son unité dans le système international est le seconde (s) .

# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## 4. Détermination des constantes $U_m$ et $\varphi_0$

Pour déterminer les valeurs de  $U_m$  et  $\varphi_0$ , on exprime les valeurs de  $u_C(t)$  et de  $i(t) = \frac{dq}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt}$  à l'instant  $t = 0$  soit  $u_C(0)$  et  $i(0)$  et en considérant que  $u_C$  et  $i(t)$  sont deux fonctions continues quelque soit la valeur de  $t$ .

$$\text{On a } i(t) = C \frac{du_C}{dt} = -C \frac{2\pi}{T_0} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

à l'instant  $t=0$  on a  $i(0) = 0$ , la bobine n'est traversée par aucun courant électrique

$$i(t) = -C \frac{2\pi}{T_0} \sin(\varphi) = 0$$

$\sin\varphi = 0$  C'est à dire que  $\varphi = 0$  ou  $\varphi = \pi$

# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

#### Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

d'autre part , à l'instant  $t=0$  le condensateur est chargé i.e  $u_c(0) = U_0$

$$U_0 = U_m \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = \frac{U_0}{U_m} > 0$$

donc  $\varphi = 0$  et  $U_m = U_0$  d'où

$$u_c(t) = U_m \cos \left( \frac{1}{\sqrt{LC}} t \right)$$

# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

#### Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## 5. L'expression de $q(t)$ et $i(t)$

On sait que la charge du condensateur :

$$q(t) = Cu_c(t) = CU_m \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t\right)$$

et on a  $q(0) = CU_m$  donc l'expression de la charge :

$$q(t) = Q_m \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t\right)$$

### III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

#### Oscillations libres

#### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

#### Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

d'où l'expression de l'intensité du courant :

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = -\frac{CU_m}{\sqrt{LC}} \sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t\right)$$

$$i(t) = -U_m \sqrt{\frac{C}{L}} \sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t\right)$$

i.e , l'intensité maximale du courant est :  $I_m = U_m \sqrt{\frac{C}{L}}$  et

$i(t) = I_m \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t + \frac{\pi}{2}\right)$  i.e que  $i(t)$  est en avance de phase par rapport à  $q(t)$  de  $\pi/2$  ; donc  $i(t)$  et  $q(t)$  en quadrature de phase .

# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

## Oscillations libres RLC

RLC

allal Mahdade

### Introduction

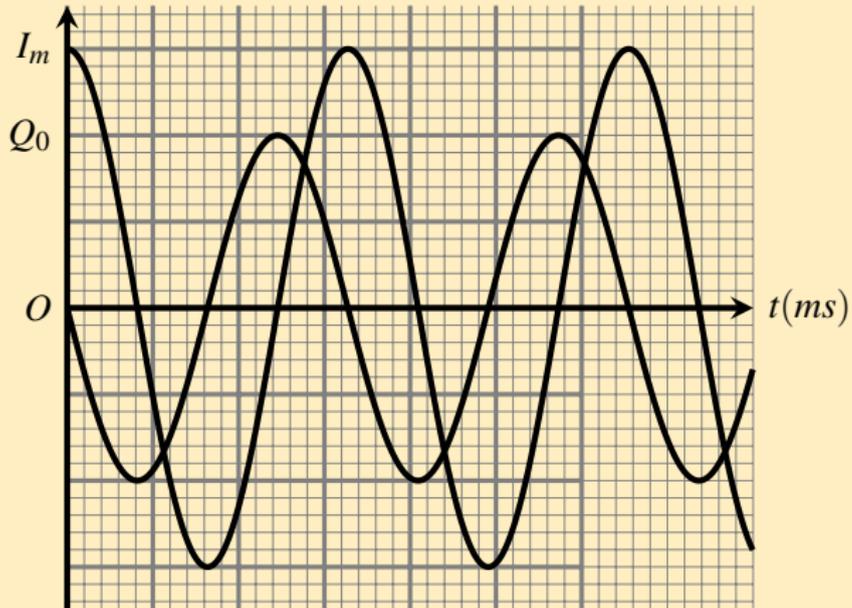
Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

### Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?



# III. Oscillations libres dans un circuit (L,C)

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

#### Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

*Remarque :*

*lorsque la charge du condensateur est maximale , l'intensité du courant sera nulle et inversement .*

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

Dans les chapitres précédents, nous avons vu que le condensateur peut stocker de l'énergie électrique  $\mathcal{E}_e$

$$\mathcal{E}_e = \frac{1}{2} C u_c^2$$

et la bobine peut stocker de l'énergie magnétique  $\mathcal{E}_m$

$$\mathcal{E}_m = \frac{1}{2} L i(t)^2$$

Soit  $\mathcal{E}$  l'énergie totale du circuit :

$$\mathcal{E}_T = \frac{1}{2} C u_c^2 + \frac{1}{2} L i(t)^2$$

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## 1. L'énergie d'un circuit (L,C) série

On considère un circuit idéal (L,C) série, à l'aide d'un système d'acquisition on visualise l'évolution de  $\mathcal{E}_m$ ,  $\mathcal{E}_e$  et  $\mathcal{E}_m$  en fonction du temps et on obtient le graphe suivant :

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres  
RLC  
allal Mahdade

Introduction

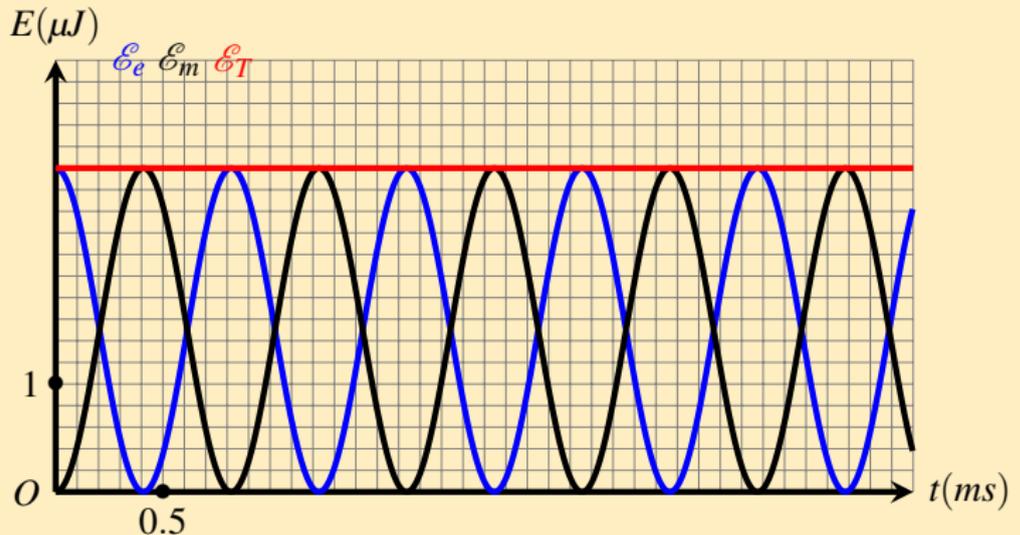
Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?



# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- L'étude des énergies emmagasinées dans un circuit (L,C) en fonction du temps .
- 1. Comment varie l'énergie  $E_e$  emmagasinée dans le condensateur quand celle ,  $E_m$  emmagasinée dans la bobine augmente ? même question quand  $E_m$  diminue . que peut-on en conclure ?
- l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue et inversement quand  $E_m$  diminue l'énergie dans le condensateur augmente . on conclue qu'il y a un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- L'étude des énergies emmagasinées dans un circuit (L,C) en fonction du temps .
  - 1. Comment varie l'énergie  $E_e$  emmagasinée dans le condensateur quand celle ,  $E_m$  emmagasinée dans la bobine augmente ? même question quand  $E_m$  diminue . que peut-on en conclure ?
  - l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue et inversement quand  $E_m$  diminue l'énergie dans le condensateur augmente . on conclue qu'il y a un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- L'étude des énergies emmagasinées dans un circuit (L,C) en fonction du temps .
- 1. Comment varie l'énergie  $E_e$  emmagasinée dans le condensateur quand celle ,  $E_m$  emmagasinée dans la bobine augmente ? même question quand  $E_m$  diminue . que peut-on en conclure ?
- l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue et inversement quand  $E_m$  diminue l'énergie dans le condensateur augmente . on conclue qu'il y a un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- L'étude des énergies emmagasinées dans un circuit (L,C) en fonction du temps .
- 1. Comment varie l'énergie  $E_e$  emmagasinée dans le condensateur quand celle ,  $E_m$  emmagasinée dans la bobine augmente ? même question quand  $E_m$  diminue . que peut-on en conclure ?
- l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue et inversement quand  $E_m$  diminue l'énergie dans le condensateur augmente . on conclue qu'il y a un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 2. Comment varie globalement l'énergie totale  $E$  emmagasinée dans le circuit au cours du temps ?
- L'énergie globale dans le circuit (L,C) reste constante au cours du temps donc il y a conservation de l'énergie globale du circuit  $E = Cte$ .
- 3. Prouver ce résultat théoriquement avec deux méthodes , en utilisant la solution de l'équation différentielle et en utilisant directement l'équation différentielle .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 2. Comment varie globalement l'énergie totale  $E$  emmagasinée dans le circuit au cours du temps ?
  - L'énergie globale dans le circuit (L,C) reste constante au cours du temps donc il y a conservation de l'énergie globale du circuit  $E = Cte$ .
  - 3. Prouver ce résultat théoriquement avec deux méthodes , en utilisant la solution de l'équation différentielle et en utilisant directement l'équation différentielle .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 2. Comment varie globalement l'énergie totale  $E$  emmagasinée dans le circuit au cours du temps ?
- L'énergie globale dans le circuit (L,C) reste constante au cours du temps donc il y a conservation de l'énergie globale du circuit  $E = Cte$ .
- 3. Prouver ce résultat théoriquement avec deux méthodes , en utilisant la solution de l'équation différentielle et en utilisant directement l'équation différentielle .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 2. Comment varie globalement l'énergie totale  $E$  emmagasinée dans le circuit au cours du temps ?
- L'énergie globale dans le circuit (L,C) reste constante au cours du temps donc il y a conservation de l'énergie globale du circuit  $E = Cte$ .
- 3. Prouver ce résultat théoriquement avec deux méthodes , en utilisant la solution de l'équation différentielle et en utilisant directement l'équation différentielle .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

☞ Première méthode :

$$E_T = E_e + E_m \Rightarrow E_T = \frac{1}{2} C u_c^2 + \frac{1}{2} L i^2$$

$$: \text{On a } u_c = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) \text{ et } i(t) = -I_m \frac{2\pi}{T_0} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) \text{ avec } I_m = \frac{C U_m}{\sqrt{LC}}$$

$$E_T = \frac{1}{2} C U_m^2 \cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) + \frac{1}{2} L I_m^2 \sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$$

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

$$E_T = \frac{1}{2}CU_m^2 \cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right) + \frac{1}{2}L\left(\frac{CU_m}{\sqrt{LC}}\right)^2 \sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$

$$E_T = \frac{1}{2}CU_m^2 \left( \cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right) + \sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right) \right)$$

$$E_T = \frac{1}{2}CU_m^2 = \frac{1}{2}LI_m^2$$

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

☞ Deuxième méthode On a

$$\frac{dE_T}{dt} = \frac{1}{2}C \frac{du_c^2}{dt} + \frac{1}{2}L \frac{di^2}{dt}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = Cu_c \frac{du_c}{dt} + Li \frac{di}{dt}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = Cu_c \frac{du_c}{dt} + LC^2 \frac{du_c}{dt} \times \frac{d^2u_c}{dt^2}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = C \frac{du_c}{dt} \left( u_c + LC \frac{d^2u_c}{dt^2} \right)$$

$$\frac{dE_T}{dt} = 0 \Rightarrow E_T = 0$$

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

Dans un circuit idéal (L,C) l'énergie globale reste constante et égale l'énergie initiale emmagasinée dans le condensateur .

Au cours des oscillations non amorties , l'énergie emmagasinée dans le condensateur se transforme en énergie magnétique dans la bobine et inversement

$$E_T = E_m + E_e = \frac{1}{2}CU_m^2 = \frac{1}{2}LI_m^2$$

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## 2.L'énergie d'un circuit en (R,L,C)

Au cours d'une étude expérimentale d'un circuit (R,L,C) série où la résistance R globale du circuit n'est pas nulle , on visualise à l'aide d'un système informatisé convenable les courbes d'évolution des énergies  $E_m, E_e, E_T$  en fonction du temps et on obtient le graphe suivant :

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres RLC

RLC

allal Mahdade

### Introduction

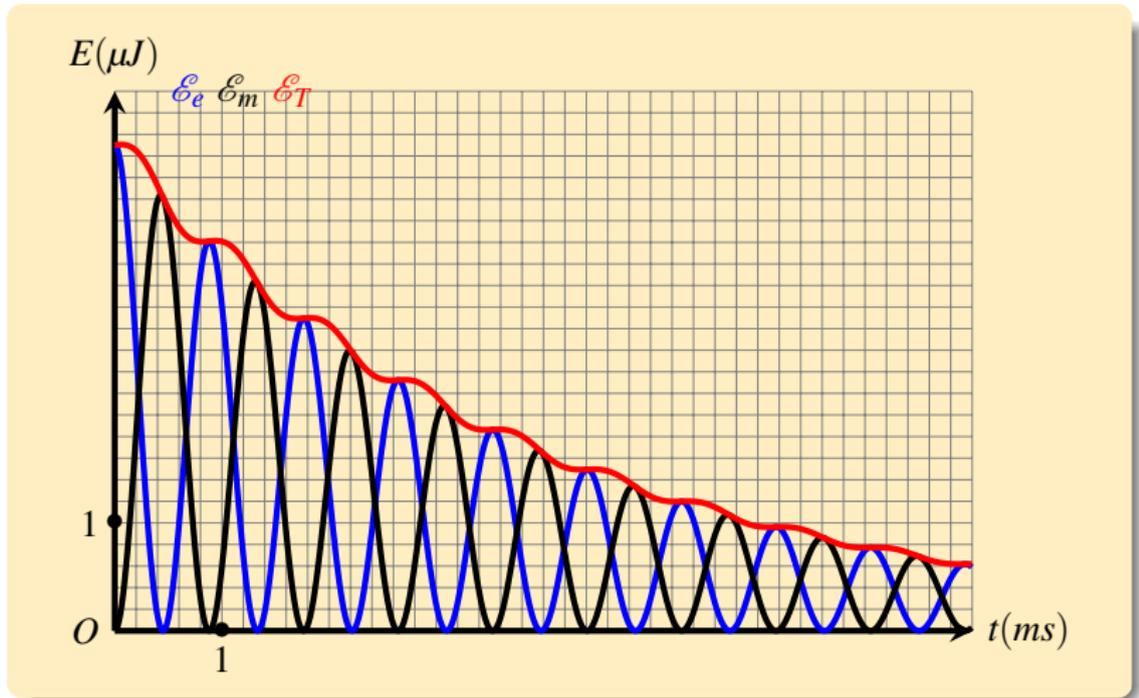
Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?



# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 1. comment varie l'énergie  $E_e$  lorsque augmente  $E_m$  ?  
même question lorsque  $E_m$  diminue ? .  
Que peut-on en conclure ?
- Lorsque l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue , l'énergie de la bobine augment et inversement , donc il y a un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine au cours d'une période  $T = T_0/2$  avec  $T_0$  la période propre des oscillations
- 2. comment varie l'énergie globale emmagasinée dans le circuit au cours du temps ?
- On constate qu'au cours de chaque échange d'énergie entre le condensateur et la bobine , l'énergie globale  $E$  diminue à cause de l'existence de la résistance  $R$  .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 1. comment varie l'énergie  $E_e$  lorsque augmente  $E_m$  ?  
même question lorsque  $E_m$  diminue ? .  
Que peut-on en conclure ?
  - Lorsque l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue , l'énergie de la bobine augment et inversement , donc il y a un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine au cours d'une période  $T = T_0/2$  avec  $T_0$  la période propre des oscillations
  - 2. comment varie l'énergie globale emmagasinée dans le circuit au cours du temps ?
  - On constate qu'au cours de chaque échange d'énergie entre le condensateur et la bobine , l'énergie globale E diminue à cause de l'existence de la résistance R .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 1. comment varie l'énergie  $E_e$  lorsque augmente  $E_m$  ?  
même question lorsque  $E_m$  diminue ? .  
Que peut-on en conclure ?
- Lorsque l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue , l'énergie de la bobine augment et inversement , donc il y a un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine au cours d'une période  $T = T_0/2$  avec  $T_0$  la période propre des oscillations
- 2. comment varie l'énergie globale emmagasinée dans le circuit au cours du temps ?
- On constate qu'au cours de chaque échange d'énergie entre le condensateur et la bobine , l'énergie globale E diminue à cause de l'existence de la résistance R .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 1. comment varie l'énergie  $E_e$  lorsque augmente  $E_m$  ?  
même question lorsque  $E_m$  diminue ? .  
Que peut-on en conclure ?
- Lorsque l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue , l'énergie de la bobine augment et inversement , donc il y a un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine au cours d'une période  $T = T_0/2$  avec  $T_0$  la période propre des oscillations
- 2. comment varie l'énergie globale emmagasinée dans le circuit au cours du temps ?
- On constate qu'au cours de chaque échange d'énergie entre le condensateur et la bobine , l'énergie globale  $E$  diminue à cause de l'existence de la résistance  $R$  .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 1. comment varie l'énergie  $E_e$  lorsque augmente  $E_m$  ?  
même question lorsque  $E_m$  diminue ? .  
Que peut-on en conclure ?
- Lorsque l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue , l'énergie de la bobine augment et inversement , donc il y a un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine au cours d'une période  $T = T_0/2$  avec  $T_0$  la période propre des oscillations
- 2. comment varie l'énergie globale emmagasinée dans le circuit au cours du temps ?
- On constate qu'au cours de chaque échange d'énergie entre le condensateur et la bobine , l'énergie globale  $E$  diminue à cause de l'existence de la résistance  $R$  .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 3. Quel phénomène est responsable de cette variation ?
- C'est le phénomène d'amortissement à cause de la transformation d'une partie d'énergie globale par effet joule en énergie thermique .

$$\frac{dE_T}{dt} = \frac{1}{2}C \frac{du_c^2}{dt} + \frac{1}{2}L \frac{di^2}{dt}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = Cu_c \frac{du_c}{dt} + Li \frac{di}{dt}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = Cu_c \frac{du_c}{dt} + LC^2 \frac{du_c}{dt} \times \frac{d^2 u_c}{dt^2}$$

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 3. Quel phénomène est responsable de cette variation ?
- C'est le phénomène d'amortissement à cause de la transformation d'une partie d'énergie globale par effet joule en énergie thermique .

$$\frac{dE_T}{dt} = \frac{1}{2}C \frac{du_c^2}{dt} + \frac{1}{2}L \frac{di^2}{dt}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = Cu_c \frac{du_c}{dt} + Li \frac{di}{dt}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = Cu_c \frac{du_c}{dt} + LC^2 \frac{du_c}{dt} \times \frac{d^2 u_c}{dt^2}$$

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

- 3. Quel phénomène est responsable de cette variation ?
- C'est le phénomène d'amortissement à cause de la transformation d'une partie d'énergie globale par effet joule en énergie thermique .

$$\frac{dE_T}{dt} = \frac{1}{2}C \frac{du_c^2}{dt} + \frac{1}{2}L \frac{di^2}{dt}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = Cu_c \frac{du_c}{dt} + Li \frac{di}{dt}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = Cu_c \frac{du_c}{dt} + LC^2 \frac{du_c}{dt} \times \frac{d^2u_c}{dt^2}$$

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

$$\frac{dE_T}{dt} = C \frac{du_c}{dt} \left( u_c + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} \right)$$

$$\frac{dE_T}{dt} = C \frac{du_c}{dt} \left( LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c \right)$$

D'après l'équation différentielle vérifiée par  $u_c$  entre les bornes du condensateur :

$$\frac{dE_T}{dt} = C \frac{du_c}{dt} \left( -RC \frac{du_c}{dt} \right)$$

$$\boxed{\frac{dE_T}{dt} = -Ri^2}$$

ce qui montre que l'énergie globale du circuit (R,L,C) diminue à cause de l'existence de la résistance R .

# IV. Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Oscillations libres

RLC

allal Mahdade

Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## Conclusion :

Dans un circuit (R,L,C) série, l'amortissement des oscillations est dû à une perte d'énergie par effet Joule .

# V. Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

**Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?**

Les oscillations d'un circuit comportant une bobine et un condensateur sont toujours amorties, car le circuit possède toujours une résistance (bobine, fils de connexion). Il en résulte des pertes d'énergie par effet Joule qui doivent être compensées si on veut entretenir les oscillations.

# V. Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

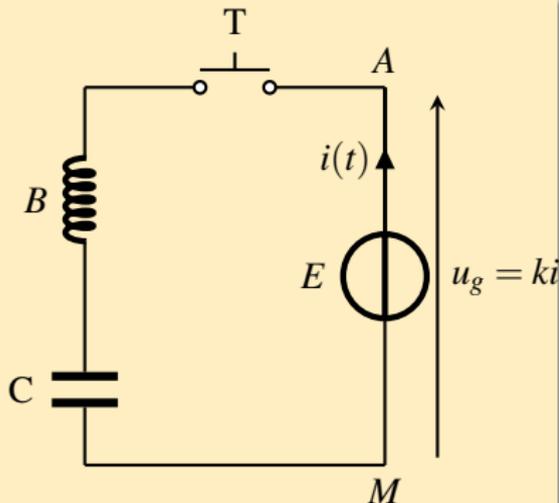
On réalise le montage électrique suivant :

À chaque instant , on peut appliquer la loi d'additivité des tensions :

$$u_{AM} = u_c + u_B$$

$$ki = ri + L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C}$$

$$\text{on a : } i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_c}{dt}$$



# V. Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

## Oscillations libres

### RLC

allal Mahdade

#### Introduction

Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé et une bobine ?

Quelle loi décrit l'évolution temporelle d'un circuit oscillant (L,C) ?

Oscillations libres dans un circuit (L,C)

Comment s'effectuent les échanges d'énergie dans un circuit oscillant ?

Comment peut-on entretenir des oscillations non amorties ?

$$kC \frac{du_c}{dt} = rC \frac{du_c}{dt} + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c$$

$$LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + (r - k) \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$$

Pour  $k = R$  on obtient l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_c = 0$$

C'est l'équation qui caractérise un oscillateur (L,C) de résistance négligeable

Donc le montage étudié nous permet d'entretenir des oscillations .