

# UE TC5.60 Ingénierie.

L'électronique pour l'expérimentation scientifique

Séance de révision

Fabienne BERNARD - Anthony JUTON - Jean-Charles VANEL



- Quels sont les objectifs de cet enseignement ?
- Quelles questions peuvent permettre de tester ses apprentissages ?

L3 Sciences et ingénierie | 2021-2022

# Partie I

## Rappel du contexte et des objectifs

- 1 Contexte et objectifs
- 2 Modalités
- 3 Planning

# Contexte et objectifs

Lien entre les sciences par la pratique + Instrumentation

Construire et analyser un modèle théorique du comportement d'un circuit simple :

- pour en prédire le comportement ,
- pour pouvoir analyser et concevoir des circuits plus complexes dans sa formation future,
- pour acquérir la démarche et les modèles généraux en physique (mécanique, fluides, optique, . . .)

Démarche scientifique de modélisation

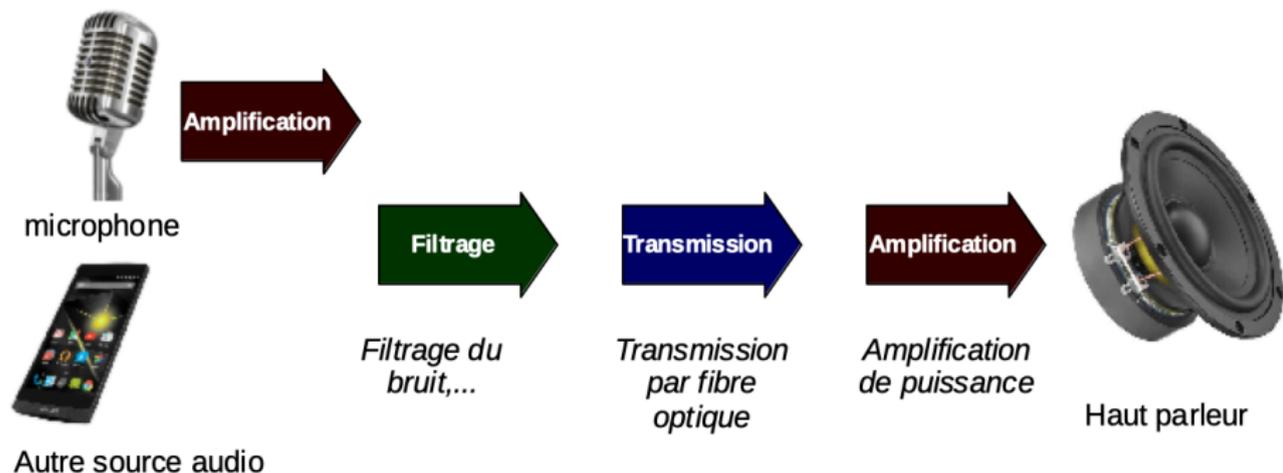
A l'issue de ces enseignements, les étudiants et étudiantes sont capables de :

- Concevoir quelques fonctions essentielles de l'électronique (filtrage, amplification),
- Réaliser ces fonctions (calcul des composants, schéma, câblage, test, débogage),
- Utiliser les instruments usuels de l'électronique (oscilloscope, multimètre, générateur de signaux).

# Contexte et objectifs

Contexte scientifique

On s'intéresse à la transmission (électronique !) d'un signal sonore.



# Modalités

2,5 ECTS | 30 heures expérimentales

- Apprentissages
- 9 séances Travaux pratiques + un mini-projet expérimental.
  - Importance du cahier de manipulation numérique (**binômes**)
  - Pas de cours magistral, sauf si vous le souhaitez, quand vous le souhaitez.

- Evaluation
- Tests : QCM 20mn+ pratique 1h (docs autorisés) **individuels**
  - Travail de synthèse (**binômes**)
  - Examen type I **individuel**

# Planning

3 thèmes

## Thème 1 : Filtrage

Séance 1	3h	Signal audio et filtres RC et CR
Séance 2	3h	Analyse fréquentielle
Séance 3	3h	Modélisation mathématique des filtres
Test Thème 1	1,5h	Test + Synthèse

## Thème 2 : Amplification en tension

Séance 4	3h	Réponse temporelle
Séance 5	3h	Amplification en tension
Séance 6	3h	Limite de l'amplification.
Séance 7	1,5h	Révision
Test Thème 2	1,5h	Test + Synthèse

## Thème 3 : Chaîne de traitement électronique

Séance 8	3h	Mini-Projet ou back to basics 1
Séance 9	2h	Mini-Projet ou back to basics 2

## Examen (type I)

Séance 11	3h	Mini-projet ou back to basics 3 - Evaluation-Bilan du projet
-----------	----	--

## Partie II

Ecrivez le sujet d'examen !

# Programme de la suite de la séance

Ecrivez le sujet d'examen !

10mn	individuellement	Lister les savoirs-faire appris, en pratique et en modélisation (sans documents)
10mn	par 4	Mise à jour de cette liste (avec documents)
15mn	promotion	Partage de la liste
15mn	par 4	Écrire 2 à 4 questions de QCM
15mn	Individuellement	Tester les questions des autres équipes
20mn	promotion	synthèse

# Conseils pour les questions de QCM

- clarté et précision dans l'intitulé de la question
- au moins une bonne réponse sur 3 ou 4 possibilités
- pas de question piège

# Partie III

## Comportement temporel et harmonique des circuits RC et CR

- 1 Objectifs
- 2 Modélisation temporelle. Que retenir ?
- 3 Exercice type à savoir résoudre.
- 4 Modélisation fréquentielle. Que retenir ?
- 5 Exercices-type à savoir résoudre

# Objectifs

À l'issue de ces séances, vous êtes capable de

## Savoirs-faire pratiques

- Utiliser et régler un générateur de fonctions afin d'obtenir :
  - ▶ une source de tension sinusoïdale avec balayage en fréquence,
  - ▶ une source de tension rectangulaire.
- Afficher une courbe à l'oscilloscope et réaliser des mesures temporelles et en amplitude à l'aide de curseurs ou à l'aide des fonctions incluses.
- Mesurer la constante de temps d'un circuit à l'aide de curseurs.
- Afficher sur l'oscilloscope l'allure de la réponse en fréquence d'un circuit.

## Modélisation

- Construire et analyser un modèle théorique du comportement d'un circuit simple.
- Prédire le comportement d'un circuit simple.

# Modélisation temporelle. Que retenir ?

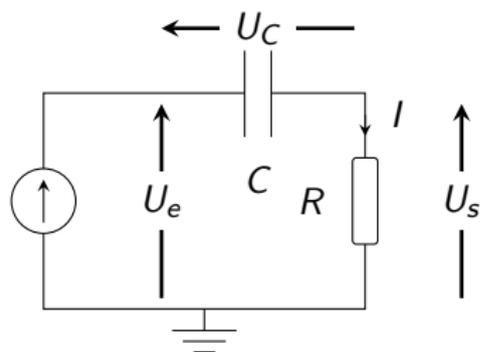
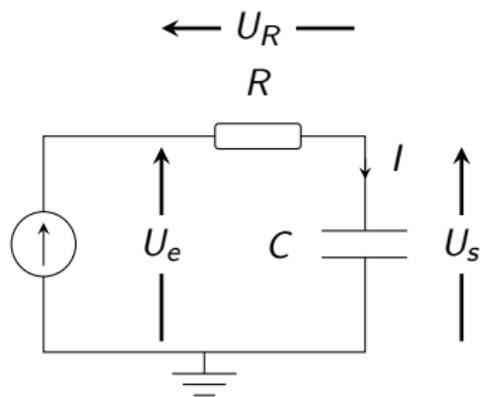
- Définir les deux grandeurs électriques : tension et courant, modélisées par deux fonctions du temps  $u(t)$  et  $i(t)$
- Connaître deux équations :

$$u_R(t) = R \cdot i_R(t) \quad i_C(t) = C \cdot \frac{du_C(t)}{dt}$$

qui lient ces grandeurs pour une résistance de valeur  $R$  et pour un condensateur de capacité  $C$ .

- Appliquer la loi des mailles et la loi des nœuds
- Passer du schéma du circuit à des équations liant les différentes tensions et courants du circuit.
- Définir et calculer la constante de temps

## Exercice type à savoir résoudre.



Dans ces deux cas,

- Déterminer l'expression de l'équation différentielle reliant  $U_e(t)$  et  $U_s(t)$ .
- Donner l'expression de la constante de temps du circuit.
- Prédire l'allure de  $U_s(t)$  quand  $U_e(t)$  est un "échelon"
- Analyser les modifications de cette évolution en fonction des valeurs des composants.

# Modélisation fréquentielle. Que retenir ?

- Les variations sinusoïdales des grandeurs électriques sont des cas particuliers très intéressants :
  - ▶ car toutes les grandeurs électriques sont alors toutes sinusoïdales dans un circuit (linéaire) simple et toutes à la même fréquence,
  - ▶ et si on connaît l'évolution des grandeurs pour toutes les valeurs de fréquence, on connaît TOUT sur le comportement du circuit.
- Les grandeurs qui caractérisent l'évolution d'une tension ou d'un courant sinusoïdal sont la fréquence (ou la pulsation), l'amplitude et la phase.
- La déphasage (un angle) quantifie le décalage (en retard ou en avance) entre deux grandeurs qui évoluent sinusoïdalement.

# Modélisation fréquentielle. Que retenir ?

- Le modèle du comportement harmonique utilise la notation complexe et la notion d'amplitude complexe (évite d'avoir des " $\cos(\omega t)$ " partout!).
- La réponse en fréquence (ou transmittance complexe ou fonction de transfert) est une fonction à valeur complexe qui permet de connaître l'évolution d'une tension  $v_s(t)$  connaissant celle d'une tension  $v_e(t)$ . Elle est définie par le rapport des amplitudes complexes :

$$T(j\omega) = \frac{V_S(j\omega)}{V_E(j\omega)}$$

- Le comportement fréquentiel peut souvent se qualifier de passe-bas, passe-bande ou passe-haut selon si c'est dans le cas de basses, moyennes, ou hautes fréquences que le signal de sortie est le moins atténué.
- ( On trace habituellement les courbes du module et de la phase en échelle log-log dans des "diagrammes de Bode". )

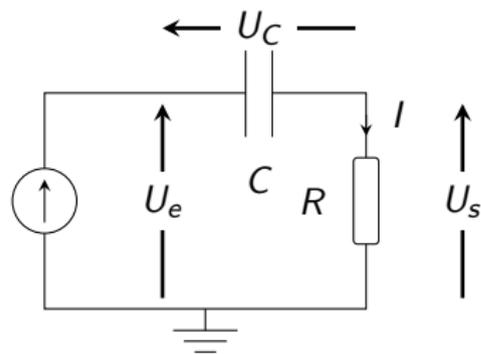
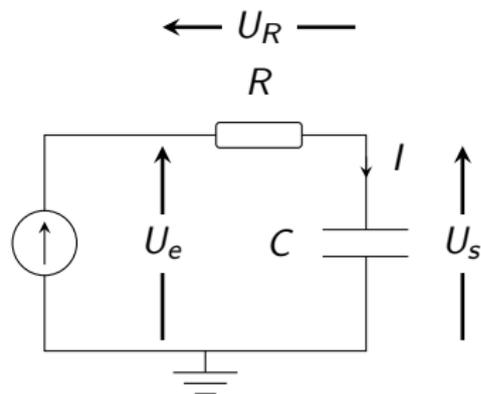
# Exercice-type à savoir résoudre

## Amplitude complexe des signaux sinusoïdaux

- Déterminer l'expression de l'amplitude complexe à partir de l'expression de l'évolution temporelle et réciproquement.
- Représenter l'allure de deux signaux sinusoïdaux déphasés de  $\frac{\pi}{2}$ , de  $\frac{\pi}{4}$ , ...

# Exercice-type à savoir résoudre

Réponse en fréquence de filtres



Dans ces deux cas,

- Déterminer l'expression de l'équation reliant  $\underline{U_e}(j\omega)$  et  $\underline{U_s}(j\omega)$ .
- En déduire l'expression de la réponse en fréquence (ou transmittance) du circuit.
- Prédire le comportement passe-bas ou passe-haut de ce circuit.
- Donner l'expression de la bande passante du circuit.
- Analyser les modifications du comportement du circuit en fonction des valeurs des composants.

# Partie IV

## Amplification en tension

- 1 Objectifs
- 2 Que retenir ?
- 3 Exercice type à savoir résoudre

# Objectifs

A l'issue de ces séances, vous êtes capable de

## Savoirs-faire pratiques

- Mettre en œuvre un circuit amplificateur à base d'amplificateur opérationnel.
- Régler les valeurs des composants de ce circuit en fonction du cahier des charges.
- Associer plusieurs circuits électroniques ayant des fonctions différentes.
- En prévoir quelques limites d'utilisation (limite en gamme de tension et limite en puissance )

## Modélisation

- Lister et motiver les différentes fonctions électroniques nécessaires dans une application.

# Que retenir ?

- Pour réaliser un dispositif d'amplification en tension, il faut utiliser un "amplificateur opérationnel", appelé aussi "Amplificateur Linéaire Intégré".
- Ce composant porte mal son nom, car utilisé seul il n'amplifie rien de tout (en fait il amplifie beaucoup trop).
- Ce composant s'utilise donc avec des composants annexes (des résistances en particulier).
- L'amplification en tension ne suffit pas pour disposer de "plus de puissance" (exemple du haut parleur), car il est limité en courant de sortie.

# Exercice type à savoir résoudre

- Placer les circuits de filtrage, d'amplification en tension, d'amplification de puissance dans une chaîne de traitement électronique
- Anticiper les précautions à prendre ou les limites d'utilisation des différents éléments (saturation en amplitude, limitation en courant)

# Partie V

## La suite

- 1 Planning
- 2 Mini-projet ou « back to basics »

# Planning

**Aujourd'hui** Révision sur la modélisation des circuits

**lundi 15 novembre** - Test (pratique+QCM) thèmes 1 & 2

Rendre synthèse Thème 2

**lundis 22 et 29 novembre** - Projet ou Back to basics

**lundi 06 décembre** - Évaluation type I

**lundi 13 décembre** - Bilan|Soutenances

## Semestre 6

Arduino, projet « capteur » et modélisation plus avancée pour préparation aux concours et aux masters.

# Mini-projet ou « back to basics »

Pour conforter son savoir-faire expérimental et appliquer son savoir.

## Projet

Réaliser un dispositif électronique complet (avec carte Arduino) de transmission sur fibres optiques.

**Livrables** : Démonstration du circuit et 4 pages (ou vidéo)

## *Back to basic*

Prendre le temps de revenir sur les savoirs-faire de base.

**Livrables** : Fiches (ou vidéos) d'utilisation des appareils et des méthodes de mesure.

Choisir pour le 22 novembre prochain