Lycée Jean Jaurès – Argenteuil

Polycopié TP formation

Physique appliquée

BTS ETT



Julien GUÉRET

Recueil des travaux pratiques : manipulations, simulations PSIM et fiches annexes

Chaque TP se termine par un bloc-notes ; les fiches annexes sont regroupées en fin de recueil.

© 2026 Julien Guéret – Lycée Jean Jaurès, Argenteuil Licence CC BY-NC-SA 4.0

Sommaire

Travaux pratiques (formation)

TP 1 Étude en régime continu 3

TP 2 Étude en régime variable 5

TP 3 Réponse à un échelon de tension 8

TP 4 Filtrage (1er et 2e ordre) 11

Fiches annexes

Fiche annexe · Aide et utilisation de PSIM 13

Annexe A · Paramétrer l'horloge de simulation 16

Annexe B · FFT et taux de distorsion harmonique (THD) 18

Fiche technique · Utiliser l'oscilloscope Tektronix TDS2000 20

TRAVAUX PRATIQUES 1 · PHYSIQUE APPLIQUÉE · BTS ETT-CIEL

Étude en régime continu

Théorie, manipulation et simulation

⋆ Activité 1 : lois des mailles et des nœuds

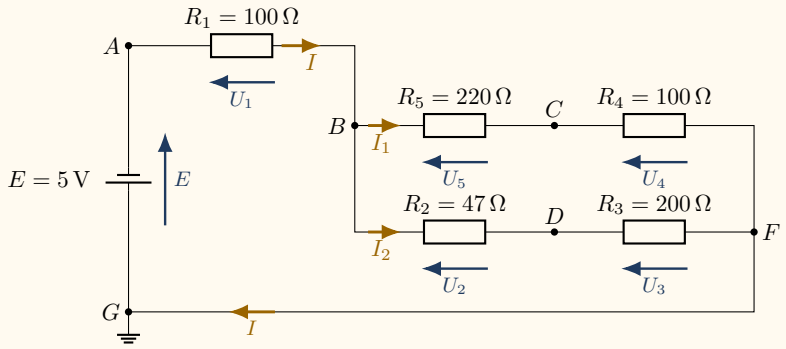


Fig. 1 – Montage électrique à réaliser.

I) Un peu de théorie

- **Énoncez** la loi des mailles dans la maille $ABCFGA$ *(vous préciserez les différentes étapes de votre démarche).*
- **Énoncez** également la loi des mailles dans la maille $BCFDB$.
- **Énoncez** la loi des nœuds au nœud B *(vous préciserez les différentes étapes de votre démarche).*
- **Déterminez l'expression** de la tension U_3 en fonction des résistances R_k ($k = 1$ à 5) et de la tension E *(vous utiliserez la formule du pont diviseur de tension).*
- De même, **déterminez l'expression** de la tension U_5.
- **Calculez** la résistance équivalente R_{eq} du montage électrique dans son intégralité. **Déduisez-en** la valeur théorique de I.

II) Un peu de pratique, avec le matériel électrique

- **Reproduisez**, à l'aide du matériel mis à disposition sur votre paillasse, le montage électrique de la Fig. 1.
- À l'aide d'un appareil de mesure adapté, **mesurez** les tensions aux bornes de chaque résistance (U_1, U_2, U_3, U_4, U_5).
- À l'aide d'un appareil de mesure adapté, **mesurez** les intensités des courants qui traversent les différentes résistances (I_1, I_2).
- À l'aide de toutes ces données :
  - **vérifiez** la loi des mailles dans la maille $ABCFGA$;
  - **vérifiez** la loi des mailles dans la maille $BCFDB$;
  - **vérifiez** la loi des nœuds établie précédemment ;
  - **comparez** les valeurs expérimentales de U_3 et U_5 à celles prédites par le pont diviseur ;
  - **comparez** la valeur de l'intensité I à celle prédite par la résistance équivalente R_{eq}.

III) Un peu de pratique, avec un logiciel de simulation (PSIM)

- **Ouvrez** l'application PSIM (*Bureau → dossier « Powersim » → PSIM démo → Application PSIM*).
- À l'aide de la fiche annexe « Aide et utilisation de PSIM » présente sur votre paillasse, **reproduisez** le montage électrique précédent.
- **Retrouvez numériquement** toutes les valeurs mesurées dans la partie II). Sont-elles cohérentes ?

⋆ Activité 2 : loi d'Ohm

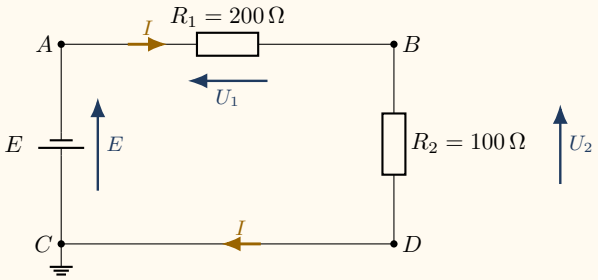


Fig. 2 – Montage électrique à réaliser.

I) Un peu de théorie

- **Énoncez** la loi d'Ohm aux bornes des deux résistances du schéma électrique ci-dessus.
- On souhaite illustrer la proportionnalité entre la tension U et l'intensité I par une courbe expérimentale. **Proposez un modèle mathématique** pertinent *(dont vous préciserez les paramètres).*

II) Un peu de pratique, avec le matériel électrique

- **Reproduisez**, à l'aide du matériel mis à disposition sur votre paillasse, le montage électrique de la Fig. 2.
- Pour différentes valeurs de E, **relevez** l'intensité I du courant qui traverse les résistances, ainsi que les tensions U_1 et U_2 associées *(10 valeurs de E comprises entre 1 et 10 V).*
- **Regroupez** ces données dans le tableur de votre choix (Latis Pro, Regressi, Excel…).
- **Exploitez** vos résultats pour illustrer la loi d'Ohm à l'aide du modèle mathématique énoncé précédemment. Votre modélisation est-elle en accord avec les données du problème ? **Justifiez**.

III) Un peu de pratique, avec un logiciel de simulation (PSIM)

- **Ouvrez** l'application PSIM (*Bureau → dossier « Powersim » → PSIM démo → Application PSIM*).
- À l'aide de la fiche annexe « Aide et utilisation de PSIM » présente sur votre paillasse, **reproduisez** le montage électrique précédent.
- **Utilisez le logiciel** pour mesurer directement les tensions U_1 et U_2 ainsi que l'intensité I pour différentes valeurs de E. Vos résultats sont-ils cohérents avec ceux de la partie II) ?

Bloc-notes

Étude en régime variable

Théorie, manipulation et simulation

⋆ Activité 1 : étude d'un circuit RL série

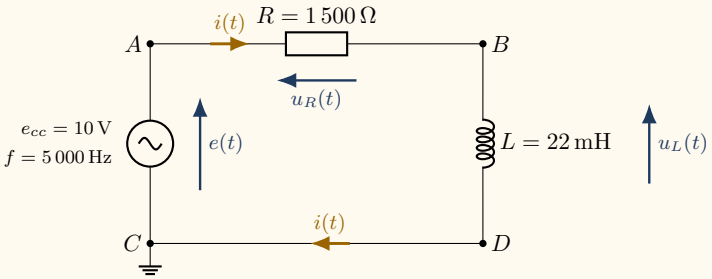


Fig. 1 – Montage électrique à réaliser (RL série).

I) Un peu de théorie

- **Rappelez** l'expression de l'impédance complexe $\underline{Z}_R$ d'une résistance et $\underline{Z}_L$ d'une inductance en fonction de R, L et/ou ω. **Calculez** les modules associés.
- **Énoncez** la loi d'Ohm généralisée (relation reliant $\underline{u}$, $\underline{Z}$ et $\underline{i}$).
- **Déduisez-en** une relation entre U_R, R et I ainsi qu'une relation entre U_L, L, ω et I (valeurs efficaces).
- **Déterminez** l'expression de l'impédance complexe équivalente $\underline{Z}_{eq}$ de l'association en série de la résistance R et de l'inductance L.
- **Déduisez-en** l'expression de son module Z_{eq} et de son argument Φ_{eq}. **Réalisez** l'application numérique.
- **Déduisez-en** la valeur efficace I de l'intensité du courant.
- **Rappelez** l'expression des trois puissances P (active), Q (réactive) et S (apparente) en fonction des valeurs efficaces E, I et du déphasage Φ_{eq}. **Réalisez** l'application numérique.
- Enfin, **exprimez** puis **calculez** le facteur de puissance f_p du circuit.

II) Un peu de pratique, avec le matériel électrique

- **Reproduisez**, à l'aide du matériel mis à disposition sur votre paillasse, le montage électrique de la Fig. 1.
- À l'aide de l'oscilloscope, **mesurez** les valeurs efficaces des tensions e, u_L et u_R *(pour u_R, utilisez le mode maths de l'oscilloscope).*
- **Déduisez-en** la valeur efficace I du courant. **Comparez** cette valeur avec celle attendue.
- En affichant $e(t)$ et $u_R(t)$ (image de $i(t)$) sur l'oscilloscope, **mesurez** à l'aide des curseurs le retard τ et la période T, puis **calculez** le déphasage $\Phi = 360 \times \dfrac{\tau}{T}$ (en degrés). **Comparez** cette valeur avec celle attendue.
- À l'aide de toutes ces données :
  - **calculez** Z_R à partir de U_R et I, Z_L à partir de U_L et I, Z_{eq} à partir de E et I ;
  - **calculez** P, Q, S et f_p à partir de E, I et Φ ;
  - **comparez** ces valeurs avec celles attendues.

III) Un peu de pratique, avec un logiciel de simulation (PSIM)

- **Ouvrez** l'application PSIM (*Bureau → dossier « Powersim » → PSIM démo → Application PSIM*).
- À l'aide de la fiche annexe « Aide et utilisation de PSIM » présente sur votre paillasse, **reproduisez** le montage électrique précédent.
- À l'aide du logiciel, **donnez** (sans calcul) les valeurs efficaces de e, u_R, u_L et i, ainsi que les valeurs de P,

S et f_p.

- **Déduisez-en**, par le calcul, les valeurs de Q, Z_{eq}, Z_R et Z_L. **Comparez** avec les résultats obtenus précédemment.

⋆ Activité 2 : étude d'un circuit RC série

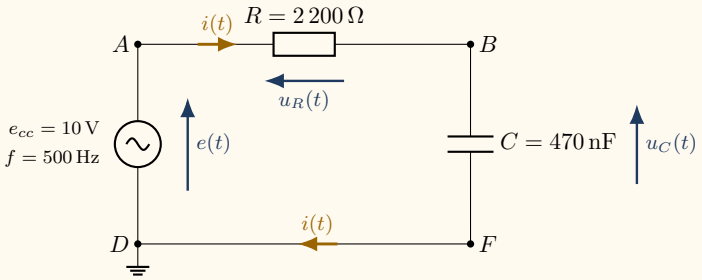


Fig. 2 – Montage électrique à réaliser (RC série).

I) Un peu de théorie

- **Rappelez** l'expression de l'impédance complexe $\underline{Z}_C$ du condensateur en fonction de C et ω. **Calculez** le module associé.
- **Déduisez-en** une relation entre U_C, C, ω et I.
- **Déterminez** l'expression de l'impédance complexe équivalente $\underline{Z}_{eq}$ de l'association en série de la résistance R et du condensateur C.
- **Déduisez-en** l'expression de son module Z_{eq} et de son argument Φ_{eq}. **Réalisez** l'application numérique.
- **Déduisez-en** la valeur efficace I de l'intensité du courant.
- **Calculez** les puissances P, Q et S ainsi que le facteur de puissance f_p.

II) Un peu de pratique, avec le matériel électrique

- **Reproduisez**, à l'aide du matériel mis à disposition sur votre paillasse, le montage électrique de la Fig. 2.
- À l'aide de l'oscilloscope, **mesurez** les valeurs efficaces des tensions e, u_C et u_R *(pour u_R, utilisez le mode maths de l'oscilloscope).*
- **Déduisez-en** la valeur efficace I du courant. **Comparez** cette valeur avec celle attendue.
- En affichant $e(t)$ et $u_R(t)$ (image de $i(t)$) sur l'oscilloscope, **mesurez** à l'aide des curseurs le retard τ et la période T, puis **calculez** le déphasage Φ. **Comparez** cette valeur avec celle attendue.
- À l'aide de toutes ces données :
  - **calculez** Z_C à partir de U_C et I, puis Z_{eq} à partir de E et I ;
  - **calculez** P, Q, S et f_p à partir de E, I et Φ ;
  - **comparez** ces valeurs avec celles attendues.

III) Un peu de pratique, avec un logiciel de simulation (PSIM)

- Avec la même méthode, **retrouvez** à l'aide de PSIM toutes les grandeurs mesurées précédemment. **Comparez** les résultats entre eux.

Bloc-notes

⋆⋆ Activité 3 : étude d'un circuit RLC série

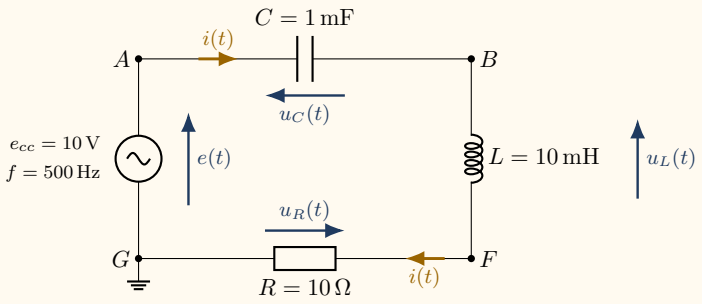


Fig. 3 – Montage électrique à réaliser (RLC série).

I) Un peu de théorie

- **Déterminez** l'expression de l'impédance complexe équivalente $\underline{Z}_{eq}$ de l'association en série de la résistance R, de l'inductance L et du condensateur C.
- **Déduisez-en** l'expression de son module Z_{eq} et de son argument Φ_{eq}. **Réalisez** l'application numérique.
- **Déduisez-en** la valeur efficace I de l'intensité du courant.
- **Calculez** les puissances P, Q et S ainsi que le facteur de puissance f_p.

II) Un peu de pratique, avec le matériel électrique

- **Reproduisez**, à l'aide du matériel mis à disposition sur votre paillasse, le montage électrique de la Fig. 3.
- À l'aide de l'oscilloscope, **mesurez** les valeurs efficaces des tensions e et u_R.
- À l'aide d'un voltmètre, **mesurez** les valeurs efficaces des tensions u_L et u_C.
- **Déduisez-en** la valeur efficace I du courant. **Comparez** cette valeur avec celle attendue.
- En affichant $e(t)$ et $u_R(t)$ sur l'oscilloscope, **mesurez** à l'aide des curseurs le retard τ et la période T, puis **calculez** le déphasage Φ. **Comparez** cette valeur avec celle attendue.
- À l'aide de toutes ces données :
  - **calculez** Z_{eq} à partir de E et I ;
  - **calculez** P, Q, S et f_p à partir de E, I et Φ ;
  - **comparez** ces valeurs avec celles attendues.

III) Un peu de pratique, avec un logiciel de simulation (PSIM)

- Avec la même méthode, **retrouvez** à l'aide de PSIM toutes les grandeurs mesurées précédemment. **Comparez** les résultats entre eux.

Bloc-notes

Réponse à un échelon de tension

Théorie, manipulation et simulation

⋆ Activité 1 : étude d'un circuit RC série (1er ordre)

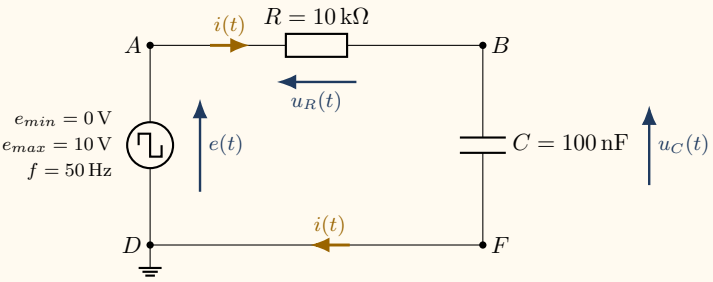


Fig. 1 – Montage électrique à réaliser (RC série).

I) Un peu de théorie

- **Énoncez** la loi des mailles dans la maille $ABFDA$.
- À l'aide des lois de comportement de la résistance et du condensateur, **déterminez** l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$. **Déduisez-en** l'expression (puis la valeur) de la constante de temps τ.
- **Résolvez** cette équation, sachant qu'à $t = 0^+$ on a $u_C(0^+) = 0$ (condensateur déchargé).
- **Tracez** l'allure de $u_C(t)$ *(vous détaillerez votre raisonnement).*
- **Rappelez** la relation entre $u_C(t)$ et $i(t)$. **Déduisez-en** une expression mathématique de $i(t)$.
- **Tracez** sur le graphique précédent l'allure de $i(t)$ *(toujours en justifiant votre raisonnement).*

II) Un peu de pratique, avec le matériel électrique

- **Reproduisez**, à l'aide du matériel mis à disposition sur votre paillasse, le montage électrique de la Fig. 1.
- À l'aide de l'oscilloscope, **affichez** la courbe de $u_C(t)$. **Déterminez** graphiquement la valeur de $u_C(t \to +\infty)$ et celle de τ. Sont-elles cohérentes avec celles de la partie théorique ?
- En faisant varier la capacité avec la boîte à décades, **déterminez** la valeur de C pour laquelle l'asymptote n'est plus atteinte.
- À l'aide de l'oscilloscope, **affichez** la courbe de $u_R(t)$ (image de $i(t)$, *avec le mode maths de l'oscilloscope*). **Déterminez** graphiquement la valeur de $i(0^+)$ et **retrouvez** celle de τ. Retrouve-t-on les valeurs de la partie théorique ?

III) Un peu de pratique, avec un logiciel de simulation (PSIM)

- **Ouvrez** l'application PSIM (*Bureau → dossier « Powersim » → PSIM démo → Application PSIM*).
- À l'aide de la fiche annexe « Aide et utilisation de PSIM » présente sur votre paillasse, **reproduisez** le montage électrique précédent.
- **Affichez** les courbes de $u_C(t)$ et $i(t)$. **Déterminez** graphiquement $i(0^+)$, $u_C(t \to +\infty)$ et τ. **Comparez** ces valeurs avec celles attendues.

⋆ Activité 2 : étude d'un circuit RL série (1er ordre)

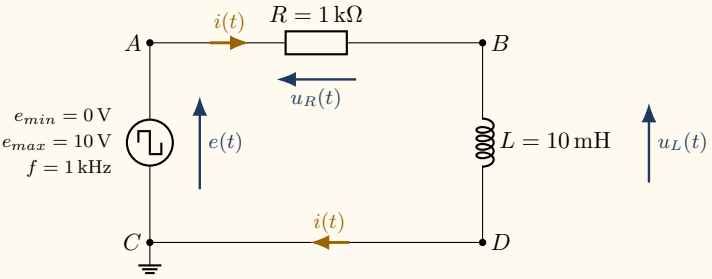


Fig. 2 – Montage électrique à réaliser (RL série).

I) Un peu de théorie

- **Énoncez** la loi des mailles dans la maille $ABDCA$.
- À l'aide des lois de comportement de la résistance et de l'inductance, **déterminez** l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$. **Déduisez-en** l'expression (puis la valeur) de la constante de temps τ.
- **Résolvez** cette équation, sachant qu'à $t = 0^+$ on a $i(0^+) = 0$.
- **Tracez** l'allure de $i(t)$ *(vous détaillerez votre raisonnement).*
- **Rappelez** la relation entre $u_L(t)$ et $i(t)$. **Déduisez-en** une expression mathématique de $u_L(t)$.
- **Tracez** sur le graphique précédent l'allure de $u_L(t)$ *(toujours en justifiant votre raisonnement).*

II) Un peu de pratique, avec le matériel électrique

- **Reproduisez**, à l'aide du matériel mis à disposition sur votre paillasse, le montage électrique de la Fig. 2.
- À l'aide de l'oscilloscope, **affichez** la courbe de $u_R(t)$ (image de $i(t)$). **Déterminez** graphiquement la valeur de $i(t \to +\infty)$ et celle de τ. Sont-elles cohérentes avec celles de la partie théorique ?
- En faisant varier l'inductance avec la boîte à décades, **déterminez** la valeur de L pour laquelle l'asymptote n'est plus atteinte.
- À l'aide de l'oscilloscope, **affichez** la courbe de $u_L(t)$. **Déterminez** graphiquement la valeur de $u_L(0^+)$ et **retrouvez** celle de τ. Retrouve-t-on les valeurs de la partie théorique ?

III) Un peu de pratique, avec un logiciel de simulation (PSIM)

- **Ouvrez** l'application PSIM (*Bureau → dossier « Powersim » → PSIM démo → Application PSIM*).
- À l'aide de la fiche annexe « Aide et utilisation de PSIM » présente sur votre paillasse, **reproduisez** le montage électrique précédent.
- **Affichez** les courbes de $i(t)$ et $u_L(t)$. **Déterminez** graphiquement $i(t \to +\infty)$, $u_L(0^+)$ et τ. **Comparez** ces valeurs avec celles attendues.

Bloc-notes

⋆⋆ Activité 3 : étude d'un circuit RLC série (2e ordre)

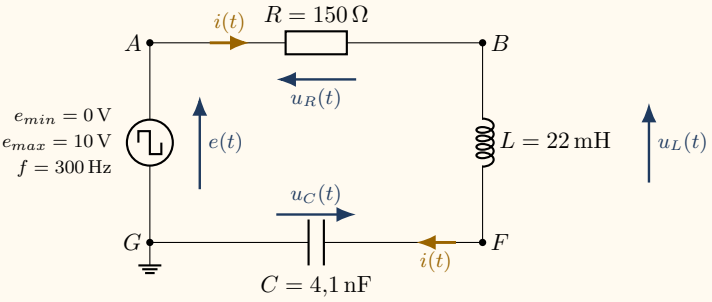


Fig. 3 – Montage électrique à réaliser (RLC série).

I) Un peu de théorie

- **Énoncez** la loi des mailles dans la maille $ABFGA$.
- À l'aide des lois de comportement de la résistance, de l'inductance et du condensateur, **déterminez** l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$. On la mettra sous la forme :

$$\frac{\mathrm{d}^2 u_C(t)}{\mathrm{d}t^2} + 2m\omega_0 \frac{\mathrm{d}u_C(t)}{\mathrm{d}t} + \omega_0^2\, u_C(t) = \omega_0^2\, e(t)$$

  Montrez alors que $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ et que $m = \dfrac{R}{2}\sqrt{\dfrac{C}{L}}$.
- **Calculez** ω_0, f_0, T_0 puis m.
- **Rappelez** les conditions sur le coefficient d'amortissement m qui fixent le régime de la réponse (pseudo-périodique, critique ou apériodique). Dans quel régime sommes-nous ici ?
- **Résolvez** cette équation, sachant qu'à $t = 0^+$ on a $i(0^+) = 0$ et $u_C(0^+) = 0$ (condensateur déchargé).
- **Tracez** l'allure de $u_C(t)$ *(vous détaillerez votre raisonnement).*

II) Un peu de pratique, avec le matériel électrique

- **Reproduisez**, à l'aide du matériel mis à disposition sur votre paillasse, le montage électrique de la Fig. 3.
- À l'aide de l'oscilloscope, **affichez** la courbe de $u_C(t)$. **Déterminez** graphiquement la valeur de $u_C(t \to +\infty)$, du dépassement D (s'il y en a un) et de la pseudo-période T_p (s'il y en a une). Sont-elles cohérentes avec celles de la partie théorique ?
- En faisant varier la capacité avec la boîte à décades, **déterminez** la valeur de C pour laquelle il n'y a plus de dépassement.

III) Un peu de pratique, avec un logiciel de simulation (PSIM)

- **Ouvrez** l'application PSIM (*Bureau → dossier « Powersim » → PSIM démo → Application PSIM*).
- À l'aide de la fiche annexe « Aide et utilisation de PSIM » présente sur votre paillasse, **reproduisez** le montage électrique précédent.
- **Affichez** la courbe de $u_C(t)$ pour déterminer graphiquement $u_C(t \to +\infty)$, le dépassement D (s'il y en a un) et la pseudo-période T_p (s'il y en a une).
- **Comparez** ces valeurs avec celles attendues.

Bloc-notes

Filtrage (1er et 2e ordre)

Théorie, manipulation et simulation

⋆ Activité 1 : filtrage du 1er ordre

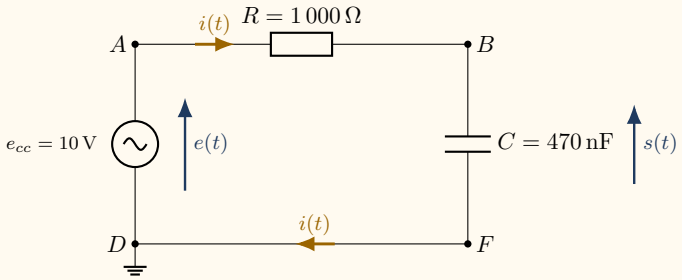


Fig. 1 – Montage électrique à réaliser (RC série, sortie aux bornes du condensateur).

I) Un peu de théorie

- **Exprimez** la fonction de transfert $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{\underline{s}}{\underline{e}}$ en utilisant la notation complexe et un pont diviseur de tension. On la mettra sous la forme :

$$\underline{T}(j\omega) = \frac{K}{1 + j\,\dfrac{\omega}{\omega_0}}$$

  Montrez alors que $K = 1$ et que $\omega_0 = \dfrac{1}{RC}$.
- **Calculez** ω_0 puis f_0.
- **Déterminez** l'expression puis **donnez** la valeur de la fréquence de coupure à $-3\,\text{dB}$, notée f_c.
- **Présentez** brièvement : la décomposition en série de Fourier d'un signal périodique, le fondamental (de fréquence f_1) et les harmoniques de rang n (de fréquences f_n).
- **Problème :** un signal triangulaire est envoyé à l'entrée du filtre *(dont vous préciserez la nature)*. On souhaite récupérer en sortie un signal sinusoïdal, de fréquence égale à celle du fondamental du signal triangulaire. Quel choix de fréquence pour le générateur vous semble le plus adapté ? *(Vous expliquerez votre démarche.)*

II) Un peu de pratique, avec le matériel électrique

- En reliant directement la source $e(t)$ à l'oscilloscope, **observez** le signal triangulaire (à la fréquence choisie). **Décrivez** son spectre en amplitude à l'aide de la fonction FFT (mode maths). Quelles sont les particularités de ses harmoniques ? *Deux critères sont attendus.*
- **Reproduisez**, à l'aide du matériel mis à disposition sur votre paillasse, le montage électrique de la Fig. 1.
- À l'aide de l'oscilloscope, **affichez** la courbe de $s(t)$. Le problème est-il résolu ? *(Vous justifierez votre réponse.)*

III) Un peu de pratique, avec un logiciel de simulation (PSIM)

- **Ouvrez** l'application PSIM (*Bureau → dossier « Powersim » → PSIM démo → Application PSIM*).
- À l'aide de la fiche annexe « Aide et utilisation de PSIM » présente sur votre paillasse, **reproduisez** le montage électrique précédent.
- **Affichez** les courbes de $e(t)$ et $s(t)$, puis **utilisez** la fonction FFT. Le problème est-il résolu ? *(Vous justifierez votre réponse et comparerez les taux de distorsion harmonique des deux signaux, voir l'annexe B.)*

⋆⋆ Activité 2 : filtrage du 2e ordre

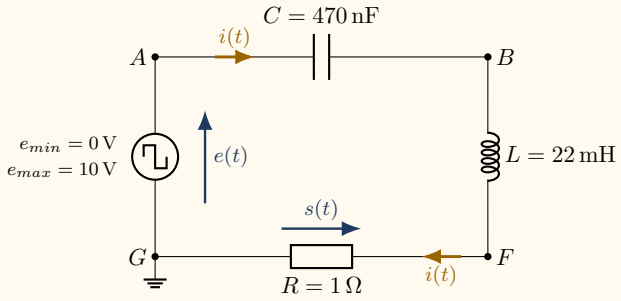


Fig. 2 – Montage électrique à réaliser (RLC série, sortie aux bornes de la résistance).

I) Un peu de théorie

- **Exprimez** la fonction de transfert $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{\underline{s}}{\underline{e}}$ en utilisant la notation complexe et un pont diviseur de tension. On la mettra sous la forme :

$$\underline{T}(j\omega) = \frac{K}{1 + jQ\left(\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

  Montrez alors que $K = 1$, $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ et $Q = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$.
- **Calculez** ω_0, f_0 et Q.
- **Montrez** que la bande passante à $-3\,\text{dB}$ a pour expression $\Delta f = f_{c2} - f_{c1} = \dfrac{f_0}{Q}$. **Calculez-la**.
- **Problème :** un signal rectangulaire est envoyé à l'entrée du filtre *(dont vous préciserez la nature)*. On souhaite récupérer en sortie un signal sinusoïdal, de fréquence égale à celle du fondamental du signal rectangulaire. Quel choix de fréquence pour le générateur vous semble le plus adapté ? *(Vous expliquerez votre démarche.)*

II) Un peu de pratique, avec le matériel électrique

- **Reproduisez**, à l'aide du matériel mis à disposition sur votre paillasse, le montage électrique de la Fig. 2.
- À l'aide de l'oscilloscope, **affichez** la courbe de $s(t)$. Le problème est-il résolu ? *(Vous justifierez votre réponse.)*

III) Un peu de pratique, avec un logiciel de simulation (PSIM)

- **Ouvrez** l'application PSIM (*Bureau → dossier « Powersim » → PSIM démo → Application PSIM*).
- À l'aide de la fiche annexe « Aide et utilisation de PSIM » présente sur votre paillasse, **reproduisez** le montage électrique précédent.
- **Affichez** les courbes de $e(t)$ et $s(t)$, puis **utilisez** la fonction FFT. Le problème est-il résolu ? *(Vous justifierez votre réponse et comparerez les taux de distorsion harmonique des deux signaux, voir l'annexe B.)*

Bloc-notes

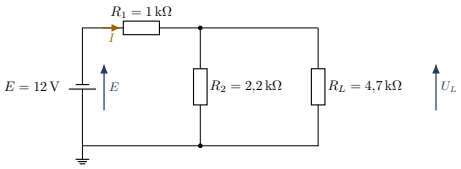
FICHE ANNEXE · PHYSIQUE APPLIQUÉE · BTS ETT-CIEL

Aide et utilisation de PSIM

Réaliser un schéma électrique, le simuler et lire les résultats dans SIMVIEW, en régime continu puis en régime sinusoïdal.

Les gestes de base : Elements pour poser un composant · Ctrl+R pour le faire pivoter · outil fil pour câbler · double-clic pour régler les paramètres · Échap ou clic droit pour quitter un outil · F8 pour lancer la simulation. Les nombres décimaux s'écrivent avec un **point** (`2.2k`) ; préfixes : `k` kilo, `m` milli, `u` micro, `meg` méga.

Partie 1 – Régime continu : un pont diviseur de tension chargé



Élément	Valeur (saisie)	Rôle
E	12 V (`12`)	Générateur continu, borne + en haut
R_1	1 kΩ (`1k`)	En série avec E, à l'horizontale
R_2	2,2 kΩ (`2.2k`)	Verticale, entre le nœud et la masse
R_L	4,7 kΩ (`4.7k`)	Charge, en parallèle de R_2

1 Créer et enregistrer le projet

Objectif : partir d'une feuille propre, déjà sauvegardée.

1. Lance PSIM, puis File > New : une feuille blanche s'ouvre.
2. File > Save as : choisis un dossier dédié et nomme le fichier `tp_pont_diviseur` (format `.psimsch`).

Tu dois voir : le nom du fichier dans la barre de titre de la fenêtre.

Si ça ne marche pas : évite les accents, les espaces et les dossiers trop profonds dans le chemin : ils peuvent bloquer la simulation.

2 Placer les composants

Objectif : poser les 4 éléments sur la feuille, sans les relier pour l'instant.

1. Ouvre le menu Elements et choisis le composant (voir le tableau). Le symbole suit la souris : clique pour le poser.
2. Pour les résistances, clique trois fois à trois endroits différents : PSIM pose une copie à chaque clic. Quitte avec Échap.

Composant	Où le trouver	Quantité
Générateur continu	Elements > Sources > Voltage > DC	1
Résistance	Elements > Power > RLC branches > Resistor	3

Tu dois voir : 4 symboles, espacés d'au moins 3 ou 4 carreaux : il faudra de la place pour tracer les fils.

3 Orienter les composants

Objectif : R_1 à l'horizontale, R_2 et R_L à la verticale.

1. Sélectionne une résistance et appuie sur Ctrl+R : elle pivote de 90° à chaque appui. Fais pivoter R_2 et R_L.
2. Fais glisser les composants pour les aligner : R_2 et R_L à la même hauteur, le générateur à gauche, borne + en haut.

Tu dois voir : une disposition proche du schéma ci-dessus.

Si ça ne marche pas : si la borne + du générateur est en bas, tourne-le : sinon toutes les tensions et tous les courants changent de signe.

4 Câbler avec l'outil fil

Objectif : relier les bornes pour fermer le circuit.

1. Clique sur l'icône fil de la barre d'outils (ou Edit > Wire).
2. Trace, dans l'ordre : borne + de E vers la gauche de R_1, puis droite de R_1 vers le haut de R_2, prolongé jusqu'au haut de R_L.
3. Relie le bas de R_2 au bas de R_L, puis à la borne − de E. Quitte l'outil avec Échap.

Tu dois voir : une boucle fermée, avec un point de connexion à chaque jonction en T (en haut et en bas de R_2).

Si ça ne marche pas : un fil doit se terminer exactement sur une borne. Deux fils qui se croisent sans point de connexion ne sont pas reliés.

5 Régler les paramètres

Objectif : donner à chaque composant son nom et sa valeur.

1. Double-clique sur R_1 : `Name = R1`, `Resistance = 1k`, puis **OK**.
2. Fais de même pour R_2 (`2.2k`) et R_L (`4.7k`), puis pour la source : nom `E`, `Amplitude = 12`.

Tu dois voir : les noms et les valeurs affichés à côté de chaque symbole.

Si ça ne marche pas : écris les décimaux avec un point (`2.2k`) et non une virgule. Pour méga, PSIM attend `M` ou `meg` selon la version.

6 Ajouter la masse et les sondes

Objectif : définir la référence des potentiels et choisir ce qu'on mesure.

1. Place une masse (cherche Ground dans Elements > Sources > Voltage ou Elements > Other) et relie-la au fil du bas.
2. Dans Elements > Other > Probes, place une **sonde de tension** sur le fil du haut de R_L (elle mesure U_L) et une **sonde de courant** sur le fil qui sort de la borne + de E (elle mesure I).
3. Double-clique sur chaque sonde pour la nommer (`UL` et `I`).

Tu dois voir : une masse, une sonde de tension et une sonde de courant, chacune avec son nom.

Si ça ne marche pas : la sonde de courant se place **sur un fil** (en série), la sonde de tension se raccorde **à un point** du circuit. Les inverser donne des résultats faux.

7 Lancer la simulation et lire les résultats

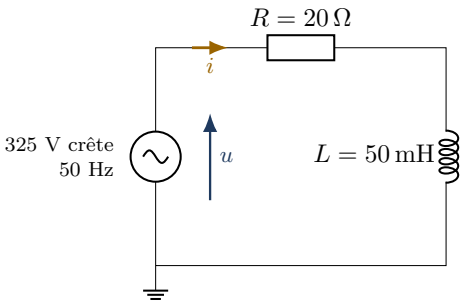
Objectif : obtenir U_L et I.

1. Simulate > Simulation control : pose l'icône horloge, puis double-clique : `Time step = 1E-5` (10 µs) et `Total time = 0.01` (10 ms). Voir l'annexe A.
2. Lance Simulate > Run simulation (ou **F8**) : la fenêtre SIMVIEW s'ouvre.
3. Avec Add curve, affiche `UL` et `I`, puis lis les valeurs avec le curseur de mesure (Measure).

Tu dois voir : deux droites horizontales (circuit continu) : $U_L \approx 7{,}20\,\text{V}$ et $I \approx 4{,}80\,\text{mA}$.

Si ça ne marche pas : si la simulation refuse de démarrer, lis le message en bas de la fenêtre : le plus souvent, il manque la masse ou un composant est mal relié.

Partie 2 – Régime sinusoïdal : une charge R, L série



Élément	Valeur (saisie)	Rôle
Source sinus	325 V crête, 50 Hz	$U \approx 230\,\text{V}$ efficaces, $T = 20\,\text{ms}$
R	20 Ω (`20`)	Résistance série, horizontale
L	50 mH (`50m`)	Bobine, verticale

Grandeur	Relation	Unité	Comment l'obtenir dans PSIM
Valeurs efficaces	$U = \hat{U}/\sqrt{2}$, $I = \hat{I}/\sqrt{2}$	V, A	Courbes de u et i dans SIMVIEW, case `RMS`
Période T	durée d'une période de u	s (ici 20 ms)	Curseurs sur la courbe de u
Déphasage Φ	$\Phi = 360 \times \frac{\tau}{T}$	° (τ, T en s)	Curseurs sur u et i, ou $\Phi = \arccos(f_p)$
Puissance active P	$P = U\,I\cos(\Phi)$	W	Bouton `P` de SIMVIEW
Puissance apparente S	$S = U\,I$	VA	Bouton `S` de SIMVIEW
Facteur de puissance	$f_p = P/S = \cos(\Phi)$	sans unité	Bouton `PF` de SIMVIEW

1 Placer et câbler le circuit

Objectif : réaliser la boucle source, R, L (comme les étapes 1 à 4 de la partie 1).

1. Nouveau projet `tp_regime_sinusoidal`. Place une source sinusoïdale (et non DC : Sine dans Elements > Sources > Voltage), une résistance et une bobine (Elements > Power > RLC branches > Inductor).
2. Oriente R à l'horizontale et L à la verticale (Ctrl+R), puis câble la boucle.

> **Tu dois voir :** une boucle fermée contenant la source, R et L.

2 Régler la source et les composants

Objectif : donner à la source sa forme d'onde et aux composants leurs valeurs.

1. Source : `Peak Amplitude = 325`, `Frequency = 50`, `Phase Angle = 0`, `DC Offset = 0`.
2. Résistance : `Resistance = 20` ; bobine : `Inductance = 50m`.

> **Attention :** PSIM demande la valeur **crête** $\hat{U}$, pas la valeur efficace : $U = \hat{U}/\sqrt{2} = 325/1{,}414 \approx 230\,\text{V}$. Si tu saisis 230, la tension efficace ne vaut que 163 V.

3 Ajouter masse et sondes, puis lancer la simulation

Objectif : afficher $u(t)$ et $i(t)$ sur plusieurs périodes en régime établi.

1. Place une masse sur le fil du bas, une sonde de tension sur le fil du haut côté source (`U`) et une sonde de courant en série sur ce même fil (`I`).
2. Horloge : `Time step = 1E-5` (10 µs) et `Total time = 0.2` (200 ms, soit 10 périodes). Lance avec F8.

> **Tu dois voir :** les deux sondes nommées, puis la fenêtre SIMVIEW qui s'ouvre à la fin de la simulation.

> **Si ça ne marche pas :** avec une durée trop courte, le régime transitoire (quelques ms au début) pèse trop dans les mesures.

4 Afficher u et i et lire les valeurs efficaces

Objectif : obtenir U et I.

1. Ajoute les courbes de u et i (Add curve) sur deux écrans superposés (Screen) : leurs amplitudes (325 V et environ 12,8 A) sont trop différentes pour une même échelle.
2. Sélectionne une courbe, ouvre Measure et coche `RMS` : la valeur efficace s'affiche. Recommence pour l'autre.

> **Tu dois voir :** $U \approx 229{,}8\,\text{V}$ et $I \approx 9{,}04\,\text{A}$.

> **Si ça ne marche pas :** la valeur RMS porte sur la plage affichée : elle doit contenir un nombre entier de périodes, en régime établi.

5 Lire P, S, f_p et déterminer le déphasage Φ

Objectif : relever les puissances, puis mesurer Φ en degrés.

1. Courbes de u et i affichées, ouvre Measure et appuie sur `P`, `S` et `PF`.
2. Superpose u et i ; avec les curseurs, relève la période T et le décalage τ entre les passages par zéro de u et de i.
3. Calcule $\Phi = 360 \times \tau/T$, puis vérifie avec $\Phi = \arccos(f_p)$.

> **Tu dois voir :** $P \approx 1\,633\,\text{W}$, $S \approx 2\,077\,\text{VA}$, $f_p \approx 0{,}786$; $T = 20\,\text{ms}$, $\tau \approx 2{,}12\,\text{ms}$, d'où $\Phi \approx 38{,}2°$: le courant est en retard sur la tension (charge inductive).

> **Si ça ne marche pas :** les mesures portent sur la plage affichée : un nombre entier de périodes, en régime établi. Le signe de Φ dépend de l'orientation des flèches de u et i.

Mémo : PSIM et la simulation des TP de la journée

Besoin	Dans PSIM
Sources carrée, triangulaire (TP 3, 4)	Square ou Triangular dans Elements > Sources > Voltage : `Vpp`, `Frequency`, `Duty cycle = 0.5`, `DC offset`
Condensateur, bobine	Elements > Power > RLC branches > Capacitor / Inductor
Tension aux bornes d'un dipôle	sonde de tension entre deux nœuds (Voltage probe (node-to-node) selon la version), ou différence de deux sondes dans SIMVIEW
Réglages de l'horloge	annexe A · spectre et THD : annexe B

ANNEXE A · PHYSIQUE APPLIQUÉE · BTS ETT-CIEL

Paramétrer l'horloge de simulation

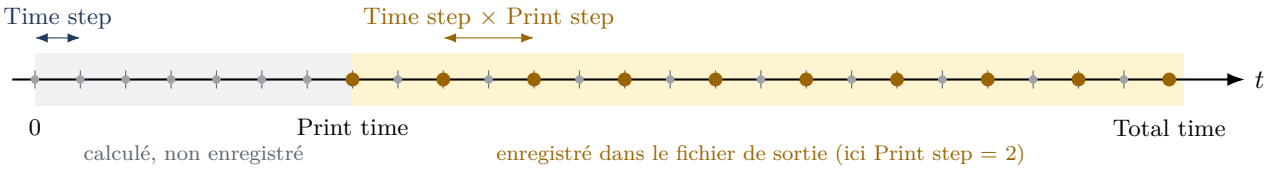
PSIM calcule le circuit pas à pas : l'horloge fixe le pas de calcul, la durée simulée et les points enregistrés pour SIMVIEW.

À quoi sert l'horloge ?

À intervalles réguliers, PSIM calcule toutes les tensions et tous les courants du circuit. L'icône horloge lui indique **quel pas de calcul** utiliser, **jusqu'à quel instant** simuler et **quels points enregistrer**. Il en faut **une seule** par schéma : sans elle, PSIM ne sait pas combien de temps simuler.

1. Clique sur `Simulate > Simulation control` : l'icône horloge suit la souris.
2. Clique sur la feuille pour la poser, puis double-clique dessus : la fenêtre des paramètres s'ouvre.

Le principe en un schéma



Les paramètres

Paramètre	Ce qu'il fait	Unité	Défaut
`Time step`	Pas de calcul : durée entre deux calculs successifs, fixe pendant toute la simulation.	s	à choisir
`Total time`	Durée simulée : la simulation s'arrête à cet instant.	s	à choisir
`Print time`	Instant à partir duquel les résultats sont enregistrés. Rien n'est enregistré avant.	s	0
`Print step`	Un point sur N est enregistré (1 : tous ; 10 : un sur dix). Réduit le fichier de sortie.	entier	1
`Load flag`	Si 1, une simulation précédente (fichier `.ssf`) sert de conditions initiales.	0 ou 1	0
`Save flag`	Si 1, l'état final est sauvegardé dans un fichier `.ssf`.	0 ou 1	0
`Free run`	La simulation continue jusqu'à ce qu'on l'arrête à la main.	case	décochée
`Hardware target`	Carte cible pour la génération de code (SimCoder) : laisser sur `None`.	liste	None
`R_switch_on/off`	Résistances des interrupteurs passants et bloqués ; sans effet sans interrupteur.	Ω	—

Relations utiles

Grandeur	Relation	Unité
Nombre de points calculés	Total time / Time step	sans unité
Durée entre deux points enregistrés	Time step × Print step	s
Nombre de points enregistrés	(Total time − Print time) / (Time step × Print step)	sans unité
Nombre de points par période	T / Time step	sans unité

Exemple : avec $T = 20\,\text{ms}$ et Time step $= 10\,\mu\text{s}$, on calcule 2 000 points par période ; avec Total time $= 200\,\text{ms}$, cela fait 20 000 points calculés.

Réglages conseillés

Situation	Time step	Total time	Print time	Print step
Régime continu (fiche PSIM, partie 1)	10 µs	10 ms	0	1
Régime sinusoïdal 50 Hz (fiche PSIM, partie 2)	10 µs	200 ms	0	1
FFT d'un signal à 50 Hz (annexe B)	10 µs	300 ms	0	1

Comment choisir les valeurs

1 Choisir Time step

Objectif : avoir assez de points pour décrire correctement les courbes.

1. Au moins **100 points par période** : Time step $\leq T/100$ (pour $T = 20\,\text{ms}$: Time step $\leq 200\,\mu\text{s}$).
2. Time step doit aussi être **très inférieur à la plus petite constante de temps** du circuit (au moins 10 fois plus petit). Pour un circuit R, L : $\tau = L/R$; avec $L = 50\,\text{mH}$ et $R = 20\,\Omega$, $\tau = 2{,}5\,\text{ms}$.
3. Valeur courante dans les fiches : `Time step = 1E-5` (10 µs).

Tu dois voir : des courbes lisses, sans angles visibles.

Si ça ne marche pas : si les courbes sont anguleuses ou les résultats faux, réduis Time step. Trop petit, la simulation devient lente et le fichier volumineux.

2 Choisir Total time

Objectif : simuler assez longtemps pour atteindre le régime établi.

1. Le régime transitoire dure environ 5τ (ici $5 \times 2{,}5\,\text{ms} = 12{,}5\,\text{ms}$).
2. Ajoute plusieurs périodes pour mesurer : 10 périodes de 20 ms donnent `Total time = 0.2` (200 ms).

Tu dois voir : une fin de courbe stable, sans variation de l'enveloppe.

Si ça ne marche pas : si les valeurs mesurées varient encore à la fin de la simulation, allonge Total time.

3 Choisir Print time et Print step

Objectif : ne garder que les points utiles.

1. `Print time = 0` pour tout enregistrer, ou par exemple `0.1` (100 ms) pour ne garder que le régime établi.
2. `Print step = 1` pour une analyse fréquentielle (FFT) : l'enregistrement ne doit pas réduire le nombre de points.

Tu dois voir : un nombre de points dans SIMVIEW cohérent avec les relations ci-dessus.

Si ça ne marche pas : avec un Print step trop grand, les courbes sont sous-échantillonnées et la FFT perd les hautes fréquences.

Pour les TP de formation (7 à 10) (valeurs calculées à partir des montages)

Montage	Durée caractéristique	Time step	Total time
TP 1 · circuits en continu	—	10 µs	10 ms
TP 2 · RL série, $f = 5\,\text{kHz}$	$T = 200\,\mu\text{s}$; $\tau = L/R \approx 15\,\mu\text{s}$	1 µs	2 ms
TP 2 · RC série, $f = 500\,\text{Hz}$	$T = 2\,\text{ms}$; $\tau = RC \approx 1\,\text{ms}$	10 µs	30 ms
TP 2 · RLC série, $f = 500\,\text{Hz}$	$T = 2\,\text{ms}$; transitoire lent $\approx 9\,\text{ms}$	10 µs	100 ms
TP 3 · RC, échelon à 50 Hz	$\tau = RC = 1\,\text{ms}$	10 µs	60 ms
TP 3 · RL, échelon à 1 kHz	$\tau = L/R = 10\,\mu\text{s}$	0,5 µs	3 ms
TP 3 · RLC, échelon à 300 Hz	$T_0 \approx 60\,\mu\text{s}$; $m \approx 0{,}03$	0,5 µs	7 ms
TP 4 · passe-bas RC ($f_c \approx 339\,\text{Hz}$)	$\tau = RC = 0{,}47\,\text{ms}$; ex. $f = 1\,\text{kHz}$	1 µs	25 ms
TP 4 · passe-bande RLC ($f_0 \approx 1{,}57\,\text{kHz}$)	$Q \approx 216$: transitoire $\approx 5 \times 2Q/\omega_0 \approx 0{,}2\,\text{s}$	5 µs	300 ms

Pour la FFT : choisis Print time après le régime transitoire et une fenêtre d'analyse contenant un nombre entier de périodes (annexe B). Avec le passe-bande très sélectif du TP 4, la sortie met environ 0,2 s à s'établir : n'analyse que la fin de la simulation.

ANNEXE B · PHYSIQUE APPLIQUÉE · BTS ETT-CIEL

FFT et taux de distorsion harmonique (THD)

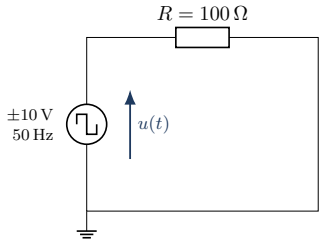
Décomposer un signal périodique en harmoniques avec PSIM, lire son spectre et calculer son taux de distorsion.

Rappels

Un signal périodique de période T se décompose en une somme de sinusoïdes : le **fondamental**, de fréquence $f_1 = 1/T$, et les **harmoniques**, de fréquences multiples entières de f_1. La **FFT** (transformée de Fourier rapide) affiche l'amplitude de chacune de ces composantes.

Grandeur	Relation	Unité
Fréquence de l'harmonique de rang n	$f_n = n\,f_1 = n/T$	Hz
Amplitude de l'harmonique de rang n	U_n, lue sur le spectre	V
Taux de distorsion harmonique	$\mathrm{THD} = \dfrac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \cdots + U_N^2}}{U_1}$	sans unité (×100 en %)
Résolution en fréquence	1 / (durée de la fenêtre d'analyse)	Hz
Fréquence maximale visible	1 / (2 × Time step × Print step)	Hz

Le circuit d'exemple : un signal carré

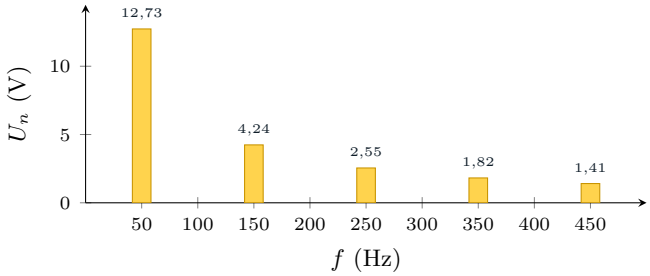


Un signal carré est riche en harmoniques : c'est un bon exemple pour observer une FFT.

Élément	Valeur (saisie dans PSIM)
Source carrée	20 V crête à crête (`20`), 50 Hz, rapport cyclique 0,5 : entre −10 et +10 V
R	100 Ω (`100`), charge

Le spectre attendu

Pour un signal carré symétrique d'amplitude $\hat{U} = 10\,\mathrm{V}$, seuls les **harmoniques impairs** existent, avec $U_n = \dfrac{4\hat{U}}{\pi\, n}$ (amplitudes crêtes).



Rang n	f_n (Hz)	U_n (V)	U_n/U_1
1	50	12,73	100 %
3	150	4,24	33,3 %
5	250	2,55	20,0 %
7	350	1,82	14,3 %
9	450	1,41	11,1 %

Rangs pairs (100, 200, 300 Hz…) : amplitude nulle.

Les 7 étapes en détail

1 Placer et régler le circuit

Objectif : construire la source carrée en série avec R.

1. Place une source carrée (`Square` dans `Elements > Sources > Voltage`), une résistance, une masse et une sonde de tension.
2. Source : `Vpp = 20` , `Frequency = 50` , `Duty cycle = 0.5` , `DC offset = 0` . Résistance : `Resistance = 100` .
3. Câble la boucle comme dans la fiche PSIM et nomme la sonde `U` .

> **Tu dois voir :** une boucle fermée : source, R, masse en bas et sonde de tension sur le fil du haut.

2 Régler l'horloge de simulation

Objectif : assez de points et de nombreuses périodes (annexe A).

1. Simulate > Simulation control : `Time step = 1E-5` (10 µs), `Total time = 0.3` (300 ms, soit 15 périodes), `Print time = 0` , `Print step = 1` .

Tu dois voir : l'icône horloge posée sur la feuille avec ses valeurs.

Si ça ne marche pas : avec un Print step supérieur à 1, la fréquence maximale visible diminue et les harmoniques élevés disparaissent.

3 Lancer la simulation et afficher $u(t)$

Objectif : obtenir la tension carrée dans SIMVIEW.

1. Lance la simulation (F8), puis ajoute la courbe de `U` avec Add curve.

Tu dois voir : un signal carré entre -10 et $+10$ V, de période 20 ms.

Si ça ne marche pas : si le signal oscille entre 0 et 20 V, il contient une composante continue de 10 V : elle apparaît à 0 Hz dans la FFT et n'influence pas le THD.

4 Choisir la fenêtre d'analyse

Objectif : analyser un nombre entier de périodes.

1. Règle l'axe des temps de SIMVIEW (Axis, axe X) de `0.1` à `0.3` s.
2. Cette fenêtre dure 0,2 s : elle contient 10 périodes de 20 ms, et la résolution vaut $1/0{,}2\,\text{s} = 5\,\text{Hz}$.

Tu dois voir : 10 périodes complètes du signal carré.

Si ça ne marche pas : si la fenêtre ne contient pas un nombre entier de périodes, les pics s'élargissent et leurs amplitudes sont faussées.

5 Lancer la FFT

Objectif : afficher le spectre du signal.

1. Sélectionne la courbe de u et clique sur le bouton FFT de SIMVIEW : un écran de spectre s'ouvre (fréquence en Hz, amplitude en V).
2. Règle l'axe des fréquences de 0 à 500 Hz pour voir les premiers harmoniques.

Tu dois voir : des pics à 50, 150, 250, 350 Hz…, de plus en plus petits.

6 Lire les harmoniques

Objectif : relever la fréquence et l'amplitude de chaque pic.

1. Place le curseur sur chaque pic, note sa fréquence et son amplitude, puis compare au tableau des valeurs attendues.

Tu dois voir : des valeurs proches du tableau, et aucun pic aux rangs pairs (100, 200 Hz…).

Si ça ne marche pas : si tes valeurs sont 1,41 fois plus petites (environ 9 V pour le fondamental), le spectre affiche des valeurs efficaces et non crêtes : le THD n'est pas modifié.

7 Calculer le THD

Objectif : quantifier la distorsion par un seul nombre.

1. Note U_1, puis U_3, U_5, U_7, U_9, et calcule $\text{THD} = \sqrt{U_3^2 + U_5^2 + U_7^2 + U_9^2}\,/\,U_1$; multiplie par 100 pour l'exprimer en %.
2. PSIM propose aussi un bloc THD (dans Elements) : relie-le au signal et règle la fréquence du fondamental (50 Hz).

Tu dois voir : $\text{THD} = \sqrt{4{,}24^2 + 2{,}55^2 + 1{,}82^2 + 1{,}41^2}\,/\,12{,}73 \approx 0{,}429$, soit environ 42,9 %.

Si ça ne marche pas : le THD dépend du nombre d'harmoniques pris en compte : avec tous les rangs, il tend vers $\sqrt{\pi^2/8 - 1} \approx 48{,}3\,\%$. Indique toujours jusqu'à quel rang tu as calculé.

Pour le TP 4 : signaux triangulaire et rectangulaire

Signal ($\pm\hat{U}$)	Harmoniques impairs	Décroissance	THD (tous les rangs)
Carré (rapport cyclique 0,5)	$U_n = 4\hat{U}/(\pi\, n)$	en $1/n$	$\sqrt{\pi^2/8 - 1} \approx 48{,}3\,\%$
Triangulaire	$U_n = 8\hat{U}/(\pi^2 n^2)$	en $1/n^2$, bien plus rapide	$\sqrt{\pi^4/96 - 1} \approx 12{,}1\,\%$

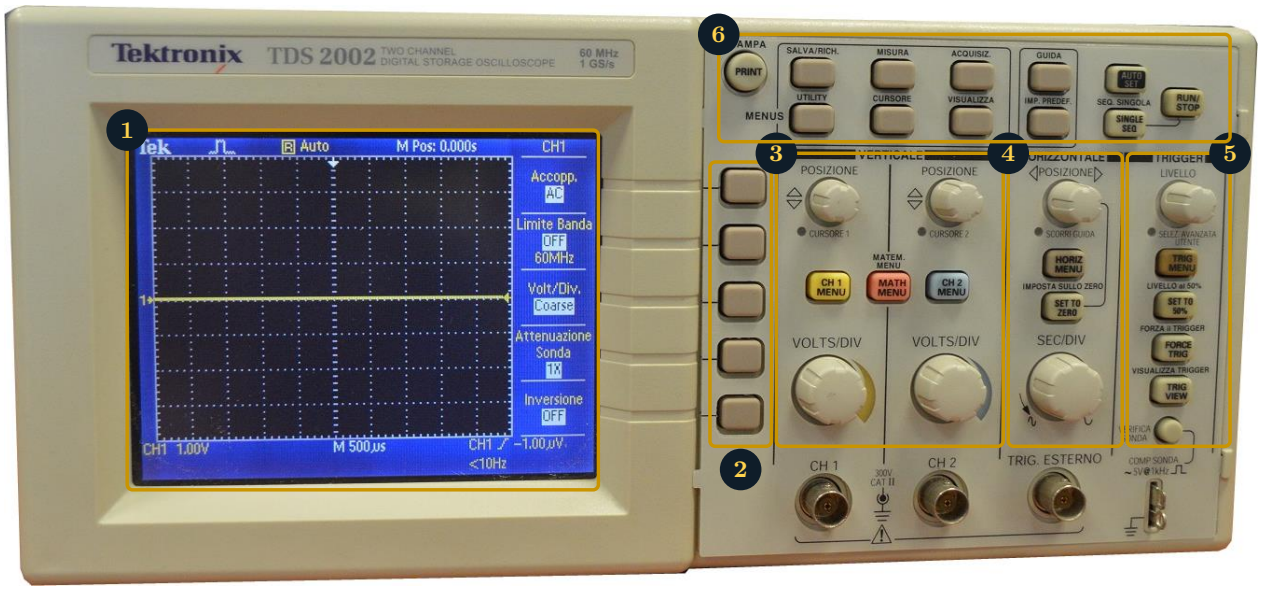
Le triangle est déjà « presque sinusoïdal » : un passe-bas suffit pour en extraire le fondamental ; le carré demande un filtre plus sélectif (passe-bande du TP 4).

FICHE TECHNIQUE · PHYSIQUE APPLIQUÉE · BTS ETT-CIEL

Utiliser l'oscilloscope Tektronix TDS2000

La face avant, les réglages essentiels et la méthode pour observer et mesurer un signal, étape par étape.

La face avant



	Zone	Élément	Rôle
1	Écran	Zone d'affichage	Trace le signal sur une grille de 8 × 10 divisions
		Zone de messages	Affiche Volts/div, Sec/div et l'état du déclenchement
2	Touches de menu	Boutons non étiquetés	Choisissent les options du menu affiché à droite de l'écran
3	Vertical (par voie)	CH1 MENU, CH2 MENU	Affichent ou masquent une voie ; couplage, atténuation de sonde
		Molette POSITION	Déplace la trace verticalement
		Molette VOLTS/DIV	Règle l'échelle verticale (V par carreau)
		MATH MENU	Somme, différence de voies et FFT
4	Horizontal	HORIZ MENU, POSITION	Options de la base de temps, décalage horizontal
		Molette SEC/DIV	Règle la base de temps (durée par carreau)
5	Déclenchement	TRIG MENU	Source, type, pente, mode (Auto ou Normal)
		Molette LEVEL, SET TO 50%	Niveau de déclenchement, ou mise à mi-hauteur du signal
6	Commandes générales	AUTOSET	Règle automatiquement échelle, base de temps et déclenchement
		RUN/STOP, SINGLE SEQ	Démarre ou fige l'acquisition ; acquiert une seule fois
		MEASURE, CURSOR	Mesures automatiques ; curseurs de temps ou de tension

Sur ce modèle à sérigraphie italienne, les touches du haut s'appellent MISURA (MEASURE), CURSORE (CURSOR), ACQUISIZ. (ACQUIRE), SALVA/RICH. (SAVE/RECALL), VISUALIZZA (DISPLAY), GUIDA (HELP) ; les autres touches portent leur nom anglais.

Grandeurs et relations utiles

Grandeur	Relation	Unité
Tension crête à crête	hauteur du signal (carreaux) × Volts/div	V
Période T	largeur d'une période (carreaux) × Sec/div	s
Fréquence	$f = 1/T$	Hz
Déphasage	$\Phi = 360 \times \frac{\tau}{T}$ (τ : décalage entre les deux signaux)	°
Tension réelle à la sonde	valeur lue × atténuation de la sonde (souvent ×10)	V

Attention aux masses : les masses des deux voies sont **reliées entre elles** et à la terre. Les deux pinces de masse doivent être branchées **au même point** du circuit. Pour visualiser une tension dont aucune borne n'est à la masse, utilise une sonde différentielle ou la différence de deux voies (MATH MENU, CH1 − CH2).

Les étapes en détail

1 Régler l'échelle verticale

Objectif : que le signal remplisse l'écran sans être coupé.

1. Appuie sur CH1 MENU : le menu vertical s'affiche. Vérifie le couplage (DC) et l'atténuation de la sonde (×1 ou ×10).
2. Tourne la molette VOLTS/DIV pour que le signal occupe la majeure partie de l'écran.

Tu dois voir : le signal centré verticalement, sur 4 à 6 carreaux de hauteur.

Si ça ne marche pas : si le signal est coupé en haut ou en bas, ou trop petit, ajuste encore VOLTS/DIV.

2 Régler la base de temps

Objectif : afficher un nombre lisible de périodes.

1. Tourne la molette SEC/DIV pour afficher 2 à 5 périodes du signal, puis centre la zone utile avec POSITION horizontale.

Tu dois voir : plusieurs périodes stables, ni trop resserrées ni trop étalées.

Si ça ne marche pas : avec un seul carreau par période, la forme du signal disparaît ; avec 20 périodes à l'écran, les détails aussi.

3 Stabiliser l'affichage : le déclenchement

Objectif : obtenir une trace immobile.

1. Appuie sur TRIG MENU : choisis la **source** (la voie qui porte le signal le plus « propre », souvent CH1), le type **Edge** et la pente (montante).
2. Appuie sur SET TO 50%, ou règle le niveau avec la molette LEVEL.

Tu dois voir : une trace immobile ; la flèche de niveau à droite de l'écran se trouve dans la hauteur du signal.

Si ça ne marche pas : si la trace défile, le niveau est en dehors du signal ou la source n'est pas la bonne voie.

4 Utiliser le mode Math (opérations et FFT)

Objectif : combiner deux voies ou visualiser le contenu fréquentiel d'un signal.

1. Appuie sur MATH MENU. Pour combiner deux voies, règle `Operation` sur `CH1 - CH2` ou `CH1 + CH2`.
2. Pour un spectre, règle `Operation` sur `FFT`, puis `Source` sur la voie à analyser.
3. Choisis la fenêtre (`Window`) : `Hanning` convient à la plupart des signaux, `Rectangular` aux transitoires courts.
4. Règle l'échelle du spectre (`dB` ou `Linear RMS`) et agrandis une zone avec `FFT Zoom`.

Tu dois voir : une courbe (couleur Math) : la combinaison des voies, ou un spectre avec un pic net au fondamental.

Si ça ne marche pas : si le spectre est difficile à lire, laisse au moins quelques dizaines de périodes à l'écran (SEC/DIV) et vérifie que le signal ne sature pas l'entrée.

5 Utiliser les curseurs (temps et amplitude)

Objectif : mesurer précisément un écart de temps ou de tension.

1. Appuie sur **CURSOR**, règle `Type` sur `Time` (durée) ou `Voltage` (tension), et `Source` sur la voie à mesurer (CH1, CH2 ou Math).
2. Sélectionne un curseur et déplace-le avec la molette multifonction jusqu'au premier point ; fais de même avec le second.
3. Lis l'écart (Δt ou ΔV) et la position de chaque curseur dans le menu à droite.

Tu dois voir : deux lignes pointillées (verticales pour Time, horizontales pour Voltage) et l'écart affiché.

Si ça ne marche pas : si les curseurs ne bougent pas, vérifie que Source correspond à la voie affichée et utilise la molette multifonction (pas **VOLTS/DIV** ni **SEC/DIV**).

6 Mesurer un déphasage entre deux signaux

Objectif : obtenir Φ entre une tension et un courant (TP 2).

1. Affiche les deux signaux (par exemple $e(t)$ sur CH1 et $u_R(t)$, image de $i(t)$, sur CH2), centrés sur la même ligne de zéro.
2. Avec les curseurs Time, mesure la période T, puis le décalage τ entre deux passages par zéro (même sens de variation) des deux signaux.
3. Calcule $\Phi = 360 \times \tau / T$ en degrés ; le signe se lit sur l'écran : $\Phi > 0$ si la tension est en avance sur le courant.

Tu dois voir : pour une charge inductive, $u_R(t)$ (donc le courant) en retard sur $e(t)$.

Si ça ne marche pas : mesure τ sur des passages par zéro du **même sens** (deux fronts montants) ; agrandis la base de temps pour gagner en précision.

7 Utiliser Autoset pour un réglage rapide

Objectif : obtenir en un geste un affichage exploitable.

1. Appuie sur **AUTOSET** : l'oscilloscope choisit lui-même l'échelle, la base de temps et le déclenchement. Affine ensuite **VOLTS/DIV**, **SEC/DIV** et **LEVEL**.

Tu dois voir : un signal stable et lisible en quelques secondes.

Si ça ne marche pas : avec un signal très faible ou de très basse fréquence, Autoset peut mal régler l'affichage : reprends les réglages un par un.

8 Mesurer le signal

Objectif : obtenir tension crête à crête, période et fréquence sans curseurs.

1. Mesures automatiques : appuie sur **MEASURE**, puis choisis un type pour chaque option (`Pk-Pk` , `Period` , `Freq` , `Cyc RMS` , `Mean` …).
2. À la main : compte les carreaux et multiplie par Volts/div ou Sec/div (tableau ci-dessus).

Tu dois voir : des valeurs affichées cohérentes avec ce que tu lis sur la grille.

Si ça ne marche pas : une mesure affichée `?????` signifie que le signal sort de l'écran ou ne contient pas assez de périodes : ajuste **VOLTS/DIV** ou **SEC/DIV**.