

Capacités exigibles :

- Exploiter la réponse indicielle d'un système linéaire pour identifier ses paramètres caractéristiques (amplification statique, temps de réponse à 5%, bande passante, ordre).

Capacités expérimentales :

- Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever la réponse d'un système à un échelon
- Utilisation de LATISPRO afin d'effectuer des mesures temporelles et en tension.
- Réalisation d'un système électrique

A faire à la maison :



Visualiser la vidéo suivante du chapitre 13 :
« Comment exploiter graphiquement la réponse indicielle d'un système linéaire ? »

A l'aide de la vidéo citée ci-dessus et des réponses indicielles (graphes) des systèmes en annexe 01, compléter le tableau de l'annexe 01.

APPEL 0 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Dans cette séance, on souhaite connaître/étudier le comportement d'un système. Pour cela, on impose à l'entrée de ce système, un signal d'entrée nommé « échelon ».

Un signal « échelon » possède un passage brusque d'une valeur constante à une autre valeur constante du signal. Le laps de temps pour passer de l'une à l'autre est infinitésimal.

L'étude de la forme du signal de sortie permet alors de déterminer les caractéristiques du système : la nature du filtrage réalisé, son ordre, sa bande passante, son amplification, son temps de réponse à 5%, etc.

Dans cet énoncé, dès qu'une référence est faite à une partie du chapitre 13, vous devrez lire la partie du chapitre concernée afin de poursuivre le T.P. Toute question orale portant sur une information rédigée dans le chapitre 13 et indiquant clairement que vous ne l'avez pas lu, entraîne un point en moins.

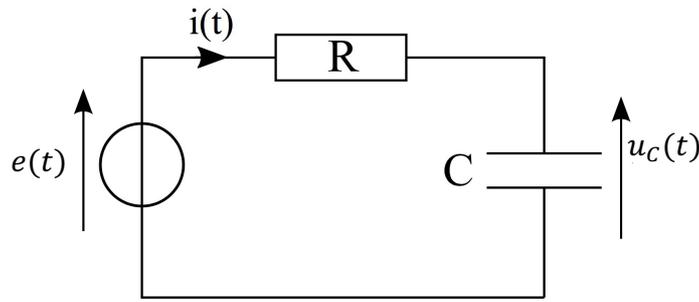
I. Un premier système linéaire électrique : le système analogique (R, C)

A. Réponse indicielle du système électrique :

0. A l'aide du multimètre MX5060 et de la *fiche méthode expérimentale 03*, mesurer et noter la valeur de la capacité $C = 10 \text{ nF}$ (donnée constructeur) du condensateur et de la résistance $R = 10 \text{ k}\Omega$ (donnée constructeur) du conducteur ohmique. On veillera à la précision des mesures.

Principe de notre étude expérimentale :

Le système linéaire analogique étudié dans ce paragraphe est un système contenant deux dipôles en série comme schématisé ci-dessous :

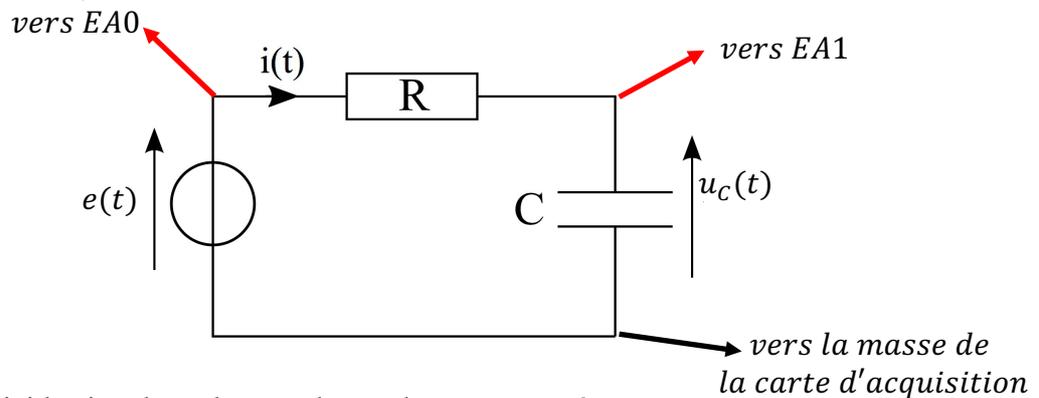


On souhaite étudier la « transformation par le système » du signal en entrée $e(t)$ en signal de sortie $u_C(t)$. Pour cela, le signal d'entrée est un signal « échelon » (comme indiqué dans le *chapitre 13 – paragraphe I.*)

Pour générer ce signal d'entrée « échelon », le GBF doit délivrer un signal carré avec une valeur moyenne (un « OFFSET »). Ainsi si la fréquence du signal d'entrée est de 200 Hz , on soumet le système à 200 échelons par seconde (ou encore 200 fermetures d'interrupteur par seconde !) Il suffit alors d'étudier à l'aide de LATISPRO, un de ces échelons.

Le signal d'entrée $e(t)$ est variable, périodique de fréquence $f = 200\text{ Hz}$, carré, de valeur moyenne égale à $5,0\text{ V}$, de hauteur $E = 10\text{ V}$ (la hauteur correspond à sa valeur crête à crête).

Réaliser le système suivant, GBF avec la sortie OUTPUT sur OFF.



Le signal de sortie est ici le signal aux bornes du condensateur, notée u_C .

Le signal d'entrée $e(t)$, (issu du GBF) est mesuré sur la voie EA0 de la carte d'acquisition SYSAM-SP5. Le signal de sortie $u_C(t)$ est mesuré sur la voie EA1 de la carte d'acquisition SYSAM-SP5.

Préparation de LATISPRO :

Dans le répertoire Physique, ouvrir le logiciel nommé LATISPRO (*fiche méthode expérimentale 07* si nécessaire). Sélectionner la voie EA0 et la voie EA1. Mettre 1000 points pour une durée totale de 4 ms . Dans Déclenchement, choisir EA1 comme source avec le sens descendant pour un seuil de 100 mV .

1. Le système électrique est-il actif ou passif ? Justifier votre réponse.

APPEL 1 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Acquérir les deux signaux avec la touche F10. Double-cliquer sur le nom de l'axe des ordonnées EA0 afin d'adapter l'échelle du graphe.

Effectuer un clic droit sur le nom de l'axe des ordonnées EA0, puis Propriétés et choisir comme style « traits » en noir.

Effectuer un clic droit sur le nom de l'axe des ordonnées EA1, puis Propriétés et choisir comme style « traits » en rouge.

Faire un zoom (fonction Loupe de LATISPRO) sur l'échelon montant afin que votre graphe obtenu sur LATISPRO s'approche de celui de l'annexe 02. **On ne touchera plus au zoom !**

APPEL 2 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Imprimer au format paysage ces représentations temporelles puis ajouter à la main, une légende indiquant le signal d'entrée $e(t)$ et le signal de sortie $u_c(t)$.

B. Quelle est la nature de filtrage de ce système ?

Lire le chapitre 13 - rubrique II (dernier tableau plus particulièrement).

2. A l'image de la variation globale du signal d'entrée Δe dans le chapitre, tracer, sur votre impression, à l'aide d'une double-flèche, la grandeur Δs , correspondant à la variation globale du signal de sortie.
3. Le signal de sortie contient-il des raies de basses fréquences (comme le signal d'entrée) ? Justifier votre réponse. En conclure si le système étudié laisse passer les basses fréquences.
4. Sur votre impression, entourer en rouge, la partie du signal d'entrée indiquant la présence de raies « hautes fréquences » (dans le spectre du signal d'entrée).
5. Le signal de sortie contient-il des raies « hautes fréquences » (comme le signal d'entrée) ? Justifier votre réponse. En conclure si le système étudié laisse passer les hautes fréquences.
6. En déduire quelle nature de filtrage est réalisée par ce système.

APPEL 3 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

C. Quel est l'ordre de ce système ?



L'origine de l'expérience correspond à l'instant où l'échelon bascule du niveau bas au niveau haut.

7. Indiquer sur votre impression, le point considéré comme l'origine du signal de sortie.

Lire le chapitre 13 - rubrique III.A.

8. Tracer sur l'annexe 02, à l'aide d'une règle (droite, n'étant pas une carte de cantine), la tangente à l'origine au signal de sortie.
9. Sur LATISPRO, tracer la tangente à l'origine au signal de sortie. Relever sur votre copie la valeur du coefficient directeur mesuré par LATIS PRO sachant que son unité est le V/ms .
10. A l'aide de la méthode de la tangente à l'origine, indiquer l'ordre du système étudié ici. Justifier votre réponse.

APPEL 4 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

D. Détermination des grandeurs caractéristiques du système :

Lire le chapitre 13 - rubrique III.B.

Amplification statique T_0 :

11. Sur LATISPRO, placer à l'aide de l'outil Réticule, lié à la courbe EA0, la nouvelle origine (sur le point du signal d'entrée, ayant pour abscisse l'instant où l'échelon bascule). **Si tu ne sais pas lier un réticule à une courbe ou placer une nouvelle origine, qui dois-tu appeler à ton avis ? Continuer le TP sans réaliser cette étape, serait du temps perdu !** Puis, déterminer graphiquement la valeur de la mesure E (hauteur de l'échelon). Noter sa valeur, en volt, sur votre copie.

Placer ensuite, à l'aide de l'outil Réticule, lié à la courbe EA1, la nouvelle origine (sur le point du signal de sortie, ayant pour abscisse l'instant où l'échelon bascule). Puis, déterminer graphiquement la valeur de la mesure de s_{∞} (valeur du signal de sortie quand t tend vers $+\infty$). Noter sa valeur, en volt, sur votre copie.

Enfin, calculer la valeur de l'amplification statique $T_{0,exp}$ expérimentale du système étudié.

12. A l'aide de l'annexe 02, déterminer l'amplification statique $T_{0,th}$ théorique du système étudié. En déduire si le système amplifie, atténue ou ne modifie pas (en théorie) les amplitudes des raies dont les fréquences sont dans la bande passante.
13. Les deux résultats obtenus sont-ils compatibles ? On ne cherchera pas à calculer ici de z-score.

Lire le chapitre 13 - rubrique III.C.

Durée de réponse à 5% :

On rappelle que les durées mesurées ont pour origine, l'instant où l'échelon bascule du niveau bas au niveau haut. Pour mesurer des durées, **il faut donc prendre comme « nouvelle origine », le point correspondant à l'origine du signal de sortie.**

14. Calculer la valeur en volt, de $0,95 \times s_{\infty}$ (en utilisant s_{∞} déterminé sur Latispro).
15. A l'aide d'un réticule lié à la courbe correspondant au signal de sortie, déterminer graphiquement $\Delta t_{5\%}$.
16. A l'aide de l'annexe 02, déterminer graphiquement $\Delta t_{5\%}$ du système étudié (on fera apparaître les traits de construction au crayon à papier). On rédigera les calculs nécessaires sur sa copie.

APPEL 5 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Constante de temps du système, τ :

Lire le chapitre 13 - rubrique III.D.

❖ Méthode des « 63% » :

17. Calculer la valeur en volt, de $0,63 \times s_{\infty}$ (s_{∞} mesuré sur LATISPRO).
18. En ayant toujours la nouvelle origine placée à l'instant où l'échelon bascule, d'un réticule lié à la courbe correspondant au signal de sortie, et en utilisant la méthode des « 63% », déterminer la valeur expérimentale de τ_{exp} .
19. La valeur théorique de la constante est donnée par la formule $\tau = R \times C$. Déterminer la valeur de τ_{th} à l'aide des valeurs mesurées pour R et C à la question 0.
20. Les deux résultats obtenus pour τ sont-ils compatibles ? On ne cherchera pas à calculer ici de z-score

❖ Méthode de la tangente à l'origine :

21. Sur LATISPRO, à l'aide de la méthode de la tangente à l'origine, déterminer la valeur expérimentale de τ_{exp} . On utilisera la fonction Tangente et Réticule libre (avec nouvelle origine placée).
22. Sur l'annexe 02, à l'aide de la méthode de la tangente à l'origine, déterminer graphiquement la valeur de τ du système étudié (on fera apparaître les traits de construction au crayon à papier).

APPEL 6 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Lire le chapitre 13 - rubrique IV.E.

Lien entre τ et $\Delta t_{5\%}$:

23. Déterminer la valeur de $3 \times \tau_{exp}$ à l'aide de la valeur de τ_{exp} , déterminée à l'aide de la méthode des « 63% ».
24. Les deux résultats obtenus pour $\Delta t_{5\%}$ sont-ils compatibles ? On ne cherchera pas à calculer ici de z-score

Influence de la résistance sur les grandeurs temporelles :

Faire varier la résistance du système de $R = 10 \text{ k}\Omega$ à $R = 30 \text{ k}\Omega$ et lancer l'acquisition.

25. Recopier la phrase suivante en choisissant la proposition correcte :
« Lorsque la résistance du système augmente, les valeurs des constantes de temps τ et $\Delta t_{5\%}$ du système augmentent / diminuent » .

Fréquence de coupure du système :

26. A l'aide de la valeur de τ_{exp} (pour $R = 10 \text{ k}\Omega$) déterminée à l'aide de la méthode des « 63% », déterminer la valeur de la fréquence de coupure f_c du système, en Hz.
27. En déduire la bande passante du système, en Hz.
28. En déduire la largeur de la bande passante du système, en Hz.

APPEL 7 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

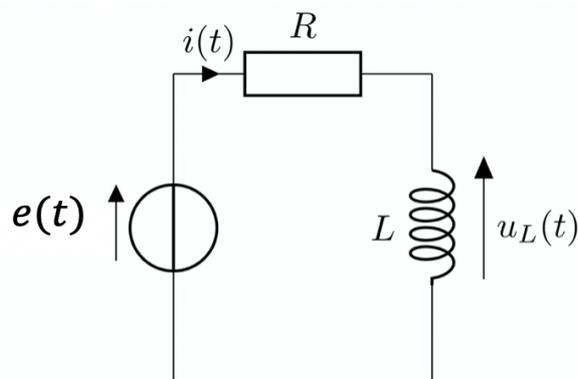
II. Un deuxième système linéaire électrique : le système analogique (R, L)

A. Réponse indicielle du système électrique :

29. A l'aide du Henrymètre, mesurer la valeur de l'inductance de la bobine $L = 0,1 \text{ H}$ (donnée constructeur)
A l'aide du multimètre, mesurer la valeur de la résistance $R = 1,0 \text{ k}\Omega$ (donnée constructeur) du conducteur ohmique. On veillera à la précision des mesures.

Le signal d'entrée $e(t)$ est variable, périodique de fréquence $f = 100 \text{ Hz}$, carré, de valeur moyenne égale à $4,0 \text{ V}$, de hauteur $E = 8,0 \text{ V}$ (la hauteur correspond à sa valeur crête à crête).

Réaliser le système suivant, GBF avec la sortie OUTPUT sur OFF.



La résistance présente dans le système est $R = 1,0 \text{ k}\Omega$.

Le signal de sortie est ici le signal aux bornes de la bobine notée $u_L(t)$.

Le signal d'entrée $e(t)$, (issu du GBF) est mesuré sur la voie EA0 de la carte d'acquisition SYSAM-SP5.
Le signal de sortie $u_L(t)$ est mesuré sur la voie EA1 de la carte d'acquisition SYSAM-SP5.

Préparation de LATISPRO :

Sélectionner la voie EA0 et la voie EA1. Mettre 1000 points pour une durée totale de 10 ms. Dans Déclenchement, choisir EA1 comme source avec le sens montant pour un seuil de -100 mV .

APPEL 8 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Acquérir les deux signaux avec la touche F10. Double-cliquer sur le nom de l'axe des ordonnées EA0 afin d'adapter l'échelle du graphe.

Effectuer un clic droit sur le nom de l'axe des ordonnées EA0, puis Propriétés et choisir comme style « traits » en noir.

Effectuer un clic droit sur le nom de l'axe des ordonnées EA1, puis Propriétés et choisir comme style « traits » en rouge.

Faire un zoom (fonction Loupe de LATISPRO) sur l'échelon montant.

APPEL 9 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Imprimer au format paysage ces représentations temporelles puis ajouter à la main, une légende indiquant le signal d'entrée $e(t)$ et le signal de sortie $u_L(t)$.

B. Quelle nature de filtrage est réalisé par ce système ?

30. A l'aide de la variation globale du signal d'entrée Δe dans le chapitre, tracer, sur votre impression, à l'aide d'une double-flèche, la grandeur Δs , correspondant à la variation globale du signal de sortie.
31. Le signal de sortie contient-il des basses fréquences (comme le signal d'entrée) ? Justifier votre réponse. En conclure si le système étudié laisse passer les basses fréquences.
32. Le signal de sortie contient-il des raies « hautes fréquences » (comme le signal d'entrée) ? Justifier votre réponse. En conclure si le système étudié laisse passer les hautes fréquences.
33. En déduire quelle nature de filtrage est réalisée par ce système.

APPEL 10 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

C. Quel est l'ordre de ce système ?

Lire le chapitre 13 - rubrique IV.A.

34. Indiquer sur votre impression, le point considéré comme l'origine du signal de sortie.
35. Sur LATISPRO, tracer la tangente à l'origine au signal de sortie. Relever sur votre copie la valeur du coefficient directeur mesuré par LATIS PRO sachant que son unité est le V/ms .
36. A l'aide de la méthode de la tangente à l'origine, indiquer l'ordre du système étudié ici. Justifier votre réponse.
37. Tracer sur votre impression, à l'aide d'une règle (droite, n'étant pas une carte de cantine), la tangente à l'origine au signal de sortie.

D. Détermination des grandeurs caractéristiques du système :

On admettra pour la suite que le système est d'ordre 1. **Sur LATISPRO, placer à l'aide de l'outil Réticule lié à la courbe EA1, la nouvelle origine.**

Amplification à hautes fréquences T_0 :

Lire le chapitre 13 - rubrique IV.B.

38. A l'aide des réticules (qu'il faut lier aux courbes) sur LATISPRO, déterminer les valeurs des mesures de s_0 et E . Puis, calculer la valeur de l'amplification à hautes fréquences $T_{0,exp}$ expérimentale du système étudié. En déduire si le système amplifie les fréquences dans la bande passante.

L'amplification à hautes fréquences $T_{0,th}$ théorique du système étudié est $T_{0,th} = 1,00$.

39. Les deux résultats obtenus sont-ils compatibles ? On ne cherchera pas à calculer ici de z-score.

Durée de réponse à 5% :

Lire le chapitre 13 - rubrique IV.C.

40. En prenant soin d'établir une nouvelle origine et à l'aide d'un réticule lié à la courbe correspondant au signal de sortie, déterminer graphiquement $\Delta t_{5\%}$. On rédigera les calculs nécessaires sur sa copie.

Constante de temps du système, τ :

Lire le chapitre 13 - rubrique IV.D.

❖ **Méthode des « 37% » :**

41. En prenant soin d'établir une nouvelle origine, d'un réticule lié à la courbe correspondant au signal de sortie, et en utilisant la méthode des « 37% », déterminer la valeur expérimentale de τ_{exp} . On rédigera les calculs nécessaires sur sa copie.

42. La valeur théorique de la constante est donnée par la formule $\tau = \frac{L}{R}$. Déterminer la valeur de τ_{th} .

43. Les deux résultats obtenus pour τ sont-ils compatibles ? On ne cherchera pas à calculer ici de z-score

❖ **Méthode de la tangente à l'origine :**

44. Sur LATISPRO, à l'aide de la méthode de la tangente à l'origine, déterminer la valeur expérimentale de τ_{exp} . On utilisera la fonction Tangente et Réticule libre (avec nouvelle origine placée).

APPEL 11 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Lien entre τ et $\Delta t_{5\%}$:

45. Déterminer la valeur de $3 \times \tau_{exp}$ à l'aide de la valeur de τ_{exp} , déterminée à l'aide de la méthode des « 37% ».

46. Les deux résultats obtenus pour $\Delta t_{5\%}$ sont-ils compatibles ? On ne cherchera pas à calculer ici de z-score

Fréquence de coupure du système :

47. A l'aide de la valeur de τ_{exp} , déterminée à l'aide de la méthode des « 37% », déterminer la valeur de la fréquence de coupure f_c du système, en Hz.

48. En déduire la bande passante du système, en Hz.

49. En déduire la largeur de la bande passante du système, en Hz.

APPEL 12 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.