



BLAISE PASCAL
PT 2024-2025

Programme des colles semaines 6 et 7 : du 7 au 18 octobre

Montages à ALI

La colle commence par une application de cours extraite de la liste ci-dessous et se poursuit par un exercice.

Je rappelle que vous trouverez sur mon site la version complétée du poly de cours, ainsi que les corrigés des TD et des DM. N'hésitez surtout pas à me signaler s'il en manque !

Au programme

Chapitre 5 : Amplificateur linéaire intégré

Applications de cours et exercices.

Chapitre 6 : Oscillateurs auto-entretenus

Applications de cours et exercices.

Révisions R3 : Architecture de la matière et cinétique chimique

Applications de cours uniquement, **aucun exercice**.

Applications de cours

Ces applications de cours sont des « briques élémentaires » des raisonnements à mener dans les exercices.

Le travail demandé consiste à se les approprier, afin d'être capable de les réinvestir dans un sujet d'écrit ou d'oral. Je n'attends pas des étudiants une maîtrise parfaite, encore moins un apprentissage par cœur, mais j'attends qu'ils les aient travaillées suffisamment pour les mener à bien en autonomie, c'est-à-dire savoir refaire seul les raisonnements, sans aide de l'interrogateur.

Seuls les étudiants du groupe PT* (trinômes 1 à 6) seront interrogés sur les applications marquées d'une étoile, car elles sont plus techniques et/ou moins essentielles ... mais tous les étudiants sont bien sûr invités à les travailler !

(★) 5.1 - Rappeler les hypothèses du modèle d'ALI idéal de gain infini. Représenter sa caractéristique statique. Rappeler les ordres de grandeur de V_{sat} (tension de saturation) et I_{sat} (courant de saturation). Expérimentalement, comment distinguer une saturation en tension d'une saturation en courant ? Dans le cas d'un montage suiveur débitant dans une résistance R_0 , comment procéder expérimentalement pour observer une saturation en tension ? une saturation en courant ?

Les hypothèses attendues sont celles citées dans l'encadré à mémoriser, évidemment pas celles du paragraphe « pour approfondir ». Une partie de cette question se rapporte au TP « Suiveur et non-inverseur à ALI ».

5.2 - Établir la relation entrée-sortie du montage amplificateur non-inverseur OU amplificateur inverseur OU intégrateur pur (c'est-à-dire sans résistance en parallèle du condensateur), au choix de l'interrogateur.

La connaissance des montages n'est pas exigible : même s'il serait préférable que les étudiants les (re)connaissent, ils pourront être rappelés par l'interrogateur si besoin.

5.3 - Établir et représenter le cycle du comparateur à hystérésis non-inverseur.

Idem sur la connaissance du montage.

(★) 5.4 - Procéder à l'étude de stabilité linéaire du montage amplificateur non inverseur OU du comparateur à hystérésis inverseur, au choix de l'interrogateur. En déduire le régime de fonctionnement de l'ALI du montage étudié.

6.1 - Considérons le multivibrateur astable de la figure 1. Le cycle d'hystérésis du bloc ① est représenté figure 1, et on donne la relation entrée-sortie du bloc ②,

$$\frac{du_3}{dt} = -\frac{1}{\tau}u_2.$$

Déterminer la période des oscillations.

On travaillera uniquement avec les formes canoniques données sans chercher à exprimer les fonctions de transfert des blocs.

J'ai explicitement calculé $u_1(t)$ avant de déterminer l'instant de basculement dans le cours, mais les étudiants sont encouragés à aller plus vite dans la démonstration. Supposons qu'à l'instant $t = 0$ l'ALI ait basculé en saturation haute, il y reste jusqu'à l'instant t_1 tel que $u(t_1) = -\beta V_{sat}$. Ainsi,

$$\int_{u_3(0)=\beta V_{sat}}^{u_3(t_1)=-\beta V_{sat}} du_3 = -\frac{V_{sat}}{\tau} \int_0^{t_1} dt \quad \text{soit} \quad -2\beta V_{sat} = -\frac{V_{sat}}{\tau} t_1 \quad \text{et} \quad t_1 = 2\beta\tau.$$

On détermine de même la durée t_2 pendant laquelle l'ALI reste en saturation basse, puis la période $T = t_1 + t_2 = 4\beta\tau$.

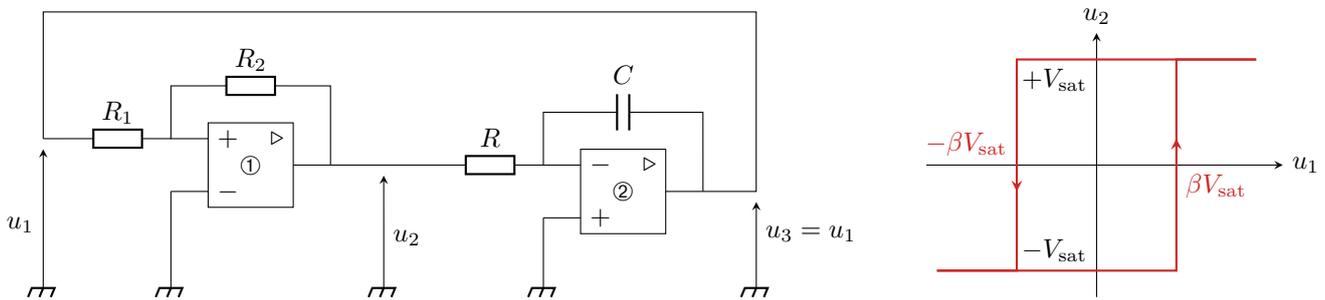


Figure 1 – Multivibrateur astable.

6.2 - Considérons l'oscillateur de Wien de la figure 2, constitué d'un bloc amplificateur à ALI de gain A et d'un filtre passe-bande de fonction de transfert

$$H = \frac{H_0}{1 + jQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}.$$

En déduire l'équation différentielle vérifiée par la tension u_1 , puis la condition sur H_0 et A pour que des oscillations spontanées puissent apparaître. À quelle condition sur H_0 et A ces oscillations sont-elles purement sinusoïdales? Quelle est leur pulsation? Commenter.

On travaillera uniquement avec les formes canoniques données sans chercher à exprimer les fonctions de transfert des blocs. Le commentaire attendu consiste à remarquer que le critère de démarrage ($H_0 A > 1$) et le critère d'oscillations sinusoïdales pures ($H_0 A = 1$) sont incompatibles, si bien que les oscillations ne peuvent qu'être quasi-sinusoïdales.

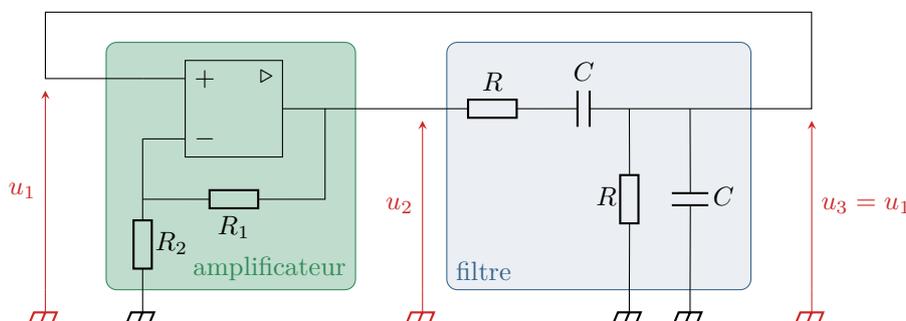


Figure 2 – Oscillateur de Wien.

6.3 - Considérons l'oscillateur de Wien de la figure 2, constitué d'un bloc amplificateur à ALI de gain A et d'un filtre passe-bande de fonction de transfert

$$H = \frac{H_0}{1 + jQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}.$$

Retrouver le critère de Barkhausen. En déduire la condition sur H_0 et A pour que des oscillations purement sinusoïdales puissent exister, et la pulsation de ces oscillations.

On travaillera uniquement avec les formes canoniques données sans chercher à exprimer les fonctions de transfert des blocs.

(★) **6.4** - Considérons l'équation différentielle du second ordre (a, b deux constantes connues)

$$\frac{d^2u}{dt^2} + a \frac{du}{dt} + bu = 0.$$

Compléter le code ci-dessous permettant de la résoudre numériquement pour $u(0) = 5 \text{ V}$ et $du/dt(0) = 0 \text{ V} \cdot \text{s}^{-1}$. Les relations de récurrence utiles doivent être démontrées avant toute écriture de code Python.

```

1  ### Définitions des constantes :
2  a = .1
3  b = 2 # exemples arbitraires !

5  ### Paramètres de la simulation :
6  dt = 1e-3 # pas de temps
7  N = 10000 # nbre de pas de temps

```

Éléments de réponse : On introduit la dérivée première $v = du/dt$, que l'on traite « fictivement » comme une deuxième fonction inconnue, ce qui permet de se ramener à un système différentiel de deux équations du premier ordre

$$\begin{cases} \frac{du}{dt} = v \\ \frac{dv}{dt} + av + bu = 0. \end{cases}$$

Appliquer le schéma d'Euler explicite à ces deux équations différentielles mène aux relations de récurrence. Après calculs (à détailler pendant la colle!),

$$\begin{cases} u_{n+1} = u_n + \Delta t v_n \\ v_{n+1} = (1 - a \Delta t)v_n - b \Delta t u_n \end{cases}$$

Pour le code Python en lui-même, il est nécessaire d'initialiser toutes les listes utiles avant d'écrire la moindre boucle. Un code qui marche est le suivant ... mais il en existe d'autres!

```

1  ### Initialisation des listes :
2  t = [n*dt for n in range(N)]
3  u = [None for n in range(N)] # None = "rien du tout"
4  v = [None for n in range(N)]

6  ### Conditions initiales :
7  u[0] = 5 # en volts
8  v[0] = 0 # en V.s-1

10 ### Récurrence :
11 for n in range(N-1):
12     u[n+1] = u[n] + dt * v[n]
13     v[n+1] = (1 - a*dt) * v[n] - b * dt * u[n]

```

R3.1 - Sur un exemple proposé par l'interrogateur, donner la composition d'un atome à partir de la notation symbolique A_ZX .

Exemple : le célèbre carbone $14 {}^14_6\text{C}$ dont le noyau compte 6 protons, $14 - 6 = 8$ neutrons, et qui est entouré de 6 électrons.

(★) **R3.2** - Donner les schémas de Lewis du méthanal CH_2O , du chlorure de thionyle SOCl_2 , et de l'ion hydrogéné-carbonate HCO_3^- . Il est attendu que l'étudiant sache expliquer son raisonnement à l'oral, pas que les trois schémas aient été appris par cœur ...

Donnée : l'interrogateur rappellera la position des différents éléments dans le tableau périodique.

Ces entités constituent les trois exemples développés dans la partie « Rappels de cours » de la fiche de révisions.

R3.3 - Représenter la maille CFC. Déterminer en justifiant les calculs la population et la compacité.

R3.4 - Considérons un matériau dont on connaît la masse volumique ρ et la masse molaire M , et dont on suppose qu'il cristallise dans une structure CFC. En déduire le paramètre de maille puis le rayon cristallin.

Le calcul du paramètre de maille est détaillé dans la partie « Rappels de cours » de la fiche de révisions. Le rayon cristallin s'en déduit par la condition de tangence.

R3.5 - Sites interstitiels de la maille CFC.

- Représenter la maille CFC.
- Donner les deux types de sites interstitiels, leur localisation et les dénombrer en justifiant.
- (★) Déterminer l'habitabilité d'un des deux types de site, au choix de l'interrogateur.

R3.6 - On considère la réaction $2\text{I}^- + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} = \text{I}_2 + 2\text{SO}_4^{2-}$. On suppose qu'il y a dégénérescence de l'ordre par rapport à $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$: expliquer ce que cela signifie. On admet que la réaction est d'ordre 1 par rapport à I^- : établir et résoudre l'équation différentielle vérifiée par $[\text{I}^-]$. Quel tracé faut-il réaliser pour vérifier expérimentalement l'hypothèse sur l'ordre ?

R3.7 - On considère la réaction $\text{CH}_3\text{CHO} = \text{CH}_4 + \text{CO}$. On admet que la réaction est d'ordre 2 par rapport à CH_3CHO . Établir et résoudre l'équation différentielle vérifiée par $[\text{CH}_3\text{CHO}]$. Quel tracé faut-il réaliser pour vérifier expérimentalement l'hypothèse sur l'ordre ?

Ces deux exemples sont développés dans la partie « Rappels de cours » de la fiche de révisions.

À quoi s'attendre pour le programme suivant ?

- ▷ Chapitre 7 : Enthalpie libre, identités thermodynamiques ;
- ▷ Chapitre 8 : Équilibres chimiques ;
- ▷ Révisions R4 : Équilibres chimiques en solution aqueuse (acide-base et précipitation).