

ELECTRONIQUE DES SIGNAUX

ES1 : STABILITE DES SYSTEMES LINEAIRES

1. Systèmes analogiques, linéaires, invariants

- 1.1. *Définition*
- 1.2. *Equation différentielle linéaire à coefficients constants liant les signaux d'entrée et de sortie. Exemples.*
- 1.3. *Fonction de transfert en régime permanent sinusoïdal. Lien entre l'équation différentielle et la fonction de transfert.*
- 1.4. *Exemples fondamentaux : passe-bas et passe-haut d'ordre 1, passe-bas et passe-bande d'ordre 2.*

2. Stabilité

- 2.1. *Définition*
- 2.2. *Stabilité d'un système d'ordre 1*
- 2.3. *Stabilité d'un système d'ordre 2*
- 2.4. *Bilan*
- 2.5. *Réponse indicielle d'un système stable d'ordre 1 ou 2*

CAPACITES EXIGIBLES :

- *Transposer la fonction de transfert opérationnelle dans les domaines fréquentiel (fonction de transfert harmonique) ou temporel (relation différentielle).*
- *Discuter la stabilité d'un système d'ordre 1 ou 2 d'après les signes des coefficients de la relation différentielle ou de la fonction de transfert.*

ES2 : RETROACTION

1. Amplificateur linéaire intégré (A.L.I.)

- 1.1. *Visite guidée d'une datasheet*
- 1.2. *Caractéristiques essentielles*
- 1.3. *Modèle de l'A.L.I. en régime linéaire : système linéaire d'ordre 1 d'impédance d'entrée infinie et d'impédance de sortie nulle.*
- 1.4. *Limitations du régime linéaire : saturation en tension de sortie, en courant de sortie. Caractéristique de transfert en régime stationnaire.*

2. Rétroaction et stabilité d'un montage à A.L.I.

- 2.1. *Montages amplificateur non inverseur et comparateur à hystérésis inverseur.*
- 2.2. *Analyse comparée de la stabilité du régime linéaire des deux montages.*
- 2.3. *Bilan*

3. Amplificateur non inverseur : comportement en fréquence.

- 3.1. *Réponse en fréquence*

3.2. *Compromis gain – bande passante*

4. Modèle de l'A.L.I. idéal de gain infini en régime linéaire

4.1. *Modèle de l'A.L.I. idéal*

4.2. *Amplificateur non inverseur*

4.3. *Impédance de sortie d'un montage à A.L.I. en régime linéaire*

4.4. ***Vitesse limite de balayage***

4.5. *Suiveur*

4.6. *Amplificateur inverseur*

4.7. *Intégrateur et dérivateur*

4.8. *Mise en cascade de deux opérateurs linéaires : adaptation d'impédance*

5. Modèle de l'A.L.I. idéal de gain infini en régime saturé

5.1. *Comparateur simple*

- Instabilité
- Enrichissement spectral

5.2. *Comparateurs à hystérésis inverseur et non inverseur*

- Etablissement comparé des cycles d'hystérésis des deux montages
- Phénomène d'hystérésis

CAPACITES EXIGIBLES :

- Citer les hypothèses du modèle et les ordres de grandeur du gain différentiel statique et du temps de réponse.
- Analyser la stabilité du régime linéaire.
- Identifier la présence d'une rétroaction sur la borne inverseuse comme un indice de probable stabilité du régime linéaire.
- Identifier l'absence de rétroaction ou la présence d'une unique rétroaction sur la borne non inverseuse comme l'indice d'un probable comportement en saturation.
- Établir la conservation du produit gain-bande passante du montage non inverseur.
- Établir la relation entrée-sortie des montages non inverseur, suiveur, inverseur, intégrateur. Exprimer les impédances d'entrée de ces montages. Expliquer l'intérêt d'une forte impédance d'entrée et d'une faible impédance de sortie pour une association en cascade.
- **Détecter, dans un montage à ALI, les manifestations de la vitesse limite de balayage et de la saturation de l'intensité du courant de sortie.**
- Établir la relation entrée-sortie d'un comparateur simple. Pour une entrée sinusoïdale, faire le lien entre la non linéarité du système et la génération d'harmoniques en sortie.
- Établir le cycle d'un comparateur à hystérésis. Décrire le phénomène d'hystérésis en relation avec la notion de fonction mémoire.

ES3 : OSCILLATEURS

1. Oscillateurs quasi-sinusoïdaux

1.1. *Architecture générale d'un oscillateur quasi – sinusoïdal bouclé*

1.2. *Exemple de l'oscillateur à pont de Wien*

- 1.3. *Conditions théoriques d'auto – oscillation sinusoïdale : condition de Barkhausen.*
- 1.4. *Instabilité du système bouclé et démarrage des oscillations*
- 1.5. *Stabilisation de l'amplitude des oscillations et non linéarités*
- 1.6. *Taux de distorsion harmonique des signaux : pureté spectrale.*

2. Oscillateurs à relaxation

- 2.1. *Générateur de signaux non sinusoïdaux : multivibrateur astable associant un comparateur à hystérésis non inverseur et un intégrateur.*
 - Schéma fonctionnel et montage
 - Observations expérimentales
- 2.2. *Analyse du fonctionnement du montage*

CAPACITES EXIGIBLES :

- Exprimer les conditions théoriques (gain et fréquence) d'auto-oscillation sinusoïdale d'un système linéaire bouclé.
- Analyser sur l'équation différentielle l'inégalité que doit vérifier le gain de l'amplificateur afin d'assurer le démarrage des oscillations.
- Interpréter le rôle des non linéarités dans la stabilisation de l'amplitude des oscillations.
- **Réaliser un oscillateur quasi-sinusoïdal et mettre en évidence la distorsion harmonique des signaux par une analyse spectrale.**
- **Capacité numérique :** à l'aide d'un langage de programmation, simuler l'évolution temporelle d'un signal généré par un oscillateur.
- Décrire les différentes séquences de fonctionnement. Exprimer les conditions de basculement. Déterminer la période d'oscillation.
- **Réaliser un oscillateur de relaxation et effectuer l'analyse spectrale des signaux générés.**

ES4 : MODULATION – DEMODULATION

1. Le principe de la modulation – démodulation

- 1.1. *Nécessité de la modulation*
- 1.2. *Ordres de grandeur*
- 1.3. *Les 3 types de modulation*

2. Modulation d'amplitude

- 2.1. *Définition*
- 2.2. *Réalisation pratique : utilisation d'un multiplieur analogique*
- 2.3. *Spectre du signal modulé. Conséquences pratiques.*

3. Démodulation d'amplitude

- 3.1. *Nécessité d'une opération non linéaire*
- 3.2. *Démodulation par détection synchrone*

CAPACITES EXIGIBLES :

- Définir un signal modulé en amplitude, en fréquence, en phase.
- Citer les ordres de grandeur des fréquences utilisées pour les signaux radio AM, FM, la téléphonie mobile.
- Interpréter le signal modulé comme le produit d'une porteuse par une modulante. Décrire le spectre d'un signal modulé.
- À partir de l'analyse fréquentielle, justifier la nécessité d'utiliser une opération non linéaire. Expliquer le principe de la détection synchrone.
- **Réaliser une modulation d'amplitude et une démodulation synchrone avec un multiplieur analogique.**

ES5 : RUDIMENTS D'ELECTRONIQUE NUMERIQUE (traité en TP)

1. Echantillonnage d'un signal analogique

- 1.1. *Du signal analogique au signal échantillonné.*
- 1.2. *Spectre du signal échantillonné. Fréquence d'échantillonnage.*
- 1.3. *Condition de Nyquist-Shannon*
- 1.4. *Repliement de spectre*

2. Filtrage numérique

- 2.1. *Filtrage numérique passe-bas du 1^{er} ordre : discrétisation de l'équation différentielle linéaire (approche temporelle).*

CAPACITES EXIGIBLES :

- **Expliquer l'influence du choix de la fréquence d'échantillonnage.**
- Utiliser la condition de Nyquist-Shannon.
- **Mettre en évidence le phénomène de repliement de spectre au moyen d'un oscilloscope numérique ou d'un logiciel de calcul numérique.**
- Choisir les paramètres (durée, nombre d'échantillons, fréquence d'échantillonnage) d'une acquisition numérique afin de respecter la condition de Nyquist-Shannon.
- **Capacité numérique :** Calculer, à l'aide d'un langage de programmation, la transformée de Fourier discrète d'un signal numérique.
- **Mettre en œuvre une chaîne d'acquisition et de conversion.**
- **Capacité numérique :** Réaliser, à l'aide d'un langage de programmation, un filtrage numérique d'un signal issu d'une acquisition, et mettre en évidence la limitation introduite par l'échantillonnage.