Repères pour la formation

Partie physique

Objectif du document

Le BTS Cybersécurité, Informatique et réseaux, Électronique (CIEL) succède au BTS Systèmes Numériques (SN). L’objectif de ce document est de proposer aux professeurs de physique un outil d’opérationnalisation du référentiel.

Le nouveau référentiel fait apparaître, comme son prédécesseur, deux options :

* Option A : Informatique et Réseaux (IR) ;
* Option B : Électronique et réseaux (ER).

La structuration du programme oblige une séparation, dès la première année, de l’enseignement de physique. Aucune mutualisation n’est donc possible entre les deux options.

La physique fait désormais intégralement partie de la partie professionnelle.

Épreuves / Compétences / Connaissances

L’ensemble des compétences de la partie professionnelle est réparti en trois blocs qui correspondent chacun à une épreuve (E4, E5 et E6). La physique intervient dans chacune d’elles. Le tableau ci-dessous décrit l’organisation de la certification de la partie professionnelle :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Organisation de la certification de la partie professionnelle | | |
| Épreuves | Option A : « Informatique et Réseaux » | Option B : « Électronique et Réseaux » |
| E4 | Étude et conception de réseaux informatiques | Étude et conception de produits électroniques |
| E5 | Exploitation et maintenance de réseaux informatiques | Mise en œuvre de réseaux informatiques |
| E6 | Valorisation de la donnée et cybersécurité | Réalisation et maintenance de produits électroniques |

La partie professionnelle est subdivisée en onze compétences, avec des variantes suivant les options. Elles sont numérotées de C01 à C11. Chaque option n’en mobilise que dix. Pour l’option A, la physique est concernée par uniquement cinq compétences, et six pour l’option B.

Le tableau ci-dessous regroupe les compétences, les épreuves et celles concernées par la physique (en vert) :

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Synthèse compétences, épreuves et connaissances de physique | | | | | | |
|  | Compétences du BTS CIEL | | Épreuves | | Connaissances de physique | |
| Option A : « Informatique et réseaux » | Option B : « Électronique et réseaux » | Option A | Option B | Option A | Option B |
| C01 | Communiquer en situation professionnelle (français/anglais) | Communiquer en situation professionnelle (français/anglais) | E6 | E6 | - | - |
| C02 | Organiser une intervention | Organiser une intervention | E5 | E5 | - | - |
| C03 | Gérer un projet | Gérer un projet | E6 | E6 | - | - |
| C04 | Analyser un système informatique | Analyser une structure matérielle et logicielle | E4 | E4 | Oui | Oui |
| C05 | Concevoir un système informatique | Concevoir une structure matérielle et logicielle | E4 | E4 | Oui | Oui |
| C06 | Valider un système informatique | Valider une structure matérielle et logicielle | E5 | E5 | Oui | Oui |
| C07 | - | Réaliser des maquettes et prototypes | - | E6 | - | - |
| C08 | Coder | - | E6 | - | - | - |
| C09 | Installer un réseau informatique | Installer un système électronique ou informatique | E5 | E5 | Oui | Oui |
| C10 | Exploiter un réseau informatique | Exploiter un réseau informatique | E6 | E5 | Oui | Oui |
| C11 | Maintenir un réseau informatique | Maintenir un système électronique | E5 | E6 | - | Oui |

L’organisation synthèse des deux précédentes peut être représentée comme indiqué ci-dessous :

|  |  |
| --- | --- |
| Organisation des connaissances | |
|  |  |
|  | |

Le référentiel permet, pour chaque compétence, de connaître les connaissances liées à la physique qui seront nécessaires à l’installation de celle-ci. Par exemple, pour la compétence C04 (Analyser un système informatique pour l’option A et Analyser une structure matérielle et logicielle pour l’option B), les connaissances associées ainsi que leurs niveaux taxonomiques sont indiquées ci-dessous (cadre vert). Les connaissances ne font pas apparaître explicitement les champs disciplinaires qui structurent traditionnellement les programmes (réponses temporelles et fréquentielles, filtrage, amplification, télécommunication, antenne, fibre optique, etc.). Pour chaque compétence, les connaissances peuvent porter sur des thèmes communs aux deux options. Mais comme l’indique le tableau comparatif ci-dessous, elles font appel à des niveaux d’abstraction différents correspondant à l’approche « métier ».

|  |  |
| --- | --- |
| Option A | Option B |
|  |  |

Les niveaux taxonomiques sont définis ci-dessous :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Niveau 1 :  Niveau d’information | Niveau 2 :  Niveau d’expression | Niveau 3 :  Niveau de la maîtrise d’outils | Niveau 4 :  Niveau de maîtrise méthodologique |

Répartition des connaissances par compétences

Pour l’option A, les connaissances sont réparties comme indiqué ci-dessous :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ventilation des connaissances en fonction des compétences et du niveau taxonomique | | | | | |
|  | Option A | | | | |
| C4 | C5 | C6 | C9 | C10 |
| Étude de l'interaction d’un système informatique avec son environnement | Niv 2 |  |  |  |  |
| Caractéristiques des capteurs présents dans les systèmes informatiques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 | Niv 3 |
| Fonctions et caractéristiques d’une chaîne de mesure dans un système informatique | Niv 3 | Niv 2 |  |  |  |
| Supports de propagation dans les réseaux informatiques | Niv 3 | Niv 2 |  |  |  |
| Caractéristiques des communications présentes dans les systèmes informatiques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 | Niv 3 |
| Principes de transmission en espace libre ou guidée dans les réseaux informatiques | Niv 3 | Niv 2 |  |  |  |
| Fonctions et caractéristiques d’une chaîne d’action dans un système informatique | Niv 3 | Niv 2 |  |  |  |
| Caractéristiques des actionneurs présents dans les systèmes informatiques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 | Niv 3 |
| Effets et caractéristiques d’un système en boucle fermée | Niv 3 |  |  |  |  |
| Lois générales de l’électricité | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |
| Caractérisations temporelles et fréquentielles des signaux | Niv 3 | Niv 2 |  |  |  |
| Fonction filtrage (analogique et numérique) | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |
| Appareils de mesures |  |  | Niv 3 |  | Niv 3 |
| Mesures et incertitudes |  |  | Niv 3 |  | Niv 3 |

Pour l’option B, les connaissances sont réparties comme indiqué ci-dessous :

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ventilation des connaissances en fonction des compétences et du niveau taxonomique | | | | | | |
|  | Option B | | | | | |
| C4 | C5 | C6 | C9 | C10 | C11 |
| Étude de l’environnement et modélisation d’un système électronique | Niv 2 |  |  |  |  |  |
| Caractéristiques de capteurs présents dans les systèmes électroniques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 |  | Niv 3 |
| Fonctions, structures et caractéristiques d’une chaîne de mesure dans un système électronique | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Supports de propagation dans un système électronique ou une carte électronique | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Caractéristiques des communications présentes dans les systèmes électroniques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 |  | Niv 3 |
| Principes et techniques de transmission en espace libre ou guidée dans les réseaux et les systèmes électroniques | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Fonctions, structures et caractéristiques d’une chaîne d’action dans un système électronique | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Caractéristiques des actionneurs présents dans les systèmes électroniques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 |  | Niv 3 |
| Réglages, effets et caractéristiques d’un système en boucle fermée | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Lois générales de l’électricité | Niv 3 | Niv 3 |  | Niv 3 |  |  |
| Analyse et caractérisation temporelle et fréquentielle des signaux | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Fonction filtrage. Structures de filtres analogiques et numériques | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Appareils de mesure et banc de tests |  |  | Niv 3 |  |  | Niv 3 |
| Mesures et incertitudes |  |  | Niv 3 |  | Niv 3 | Niv 3 |

Organisation thématique

L’analyse des connaissances, quelle que soit l’option, fait apparaître deux types :

* Celles qui sont transversales aux compétences ;
* Celles qui sont spécifiques à l’option.

Afin de construire une structure commune aux deux options, c’est autour du thème de « l’information », notion moins restrictive que celle de « donnée » (ou data), que le programme a été structuré.

Par ailleurs, afin de laisser toute liberté aux professeurs de physique de construire, en accord avec les autres intervenants de la partie professionnelle, leur programmation et leur progression souhaitées, l’organisation thématique suivante a été retenue.

L’ensemble des connaissances ventilées dans les quatre thèmes précédents (Acquérir l’information, Traiter l’information, Transporter l’information et Utiliser l’information) ainsi que les connaissances transversales est représenté ci-dessous :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | |  |
|  | Ventilation des connaissances en fonction des thèmes (Option A) | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Connaissances spécifiques | Acquérir l’information | Traiter l’information | Transporter l’information | Utiliser l’information |
| Étude de l'interaction d’un système informatique avec son environnement | X |  |  |  |
| Caractéristiques de capteurs présents dans les systèmes informatiques étudiés | X |  |  |  |
| Fonctions et caractéristiques d’une chaîne de mesure dans un système informatique |  | X |  |  |
| Supports de propagation dans les réseaux informatiques |  |  | X |  |
| Caractéristiques des communications présentes dans les systèmes informatiques étudiés |  |  | X |  |
| Principes de transmission en espace libre ou guidée dans les réseaux informatiques |  |  | X |  |
| Fonctions et caractéristiques d’une chaîne d’action dans un système informatique |  |  |  | X |
| Caractéristiques des actionneurs présents dans les systèmes informatiques étudiés |  |  |  | X |
| Effets et caractéristiques d’un système en boucle fermée |  |  |  | X |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Connaissances transversales | Acquérir l’information | Traiter l’information | Transporter l’information | Utiliser l’information |
| Lois générales de l’électricité | X | X | X | X |
| Caractérisations temporelles et fréquentielles des signaux | X | X | X | X |
| Fonction filtrage (analogique et numérique) | X | X | X | X |
| Appareils de mesures | X | X | X | X |
| Mesures et incertitudes | X | X | X | X |

|  |
| --- |
| Ventilation des connaissances en fonction des thèmes (Option B) |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Connaissances spécifiques | Acquérir l’information | Traiter l’information | Transporter l’information | Utiliser l’information |
| Étude de l’environnement et modélisation d’un système électronique | X |  |  |  |
| Caractéristiques de capteurs présents dans les systèmes électroniques étudiés | X |  |  |  |
| Fonctions, structures et caractéristiques d’une chaîne de mesure dans un système électronique |  | X |  |  |
| Supports de propagation dans un système électronique ou une carte électronique |  |  | X |  |
| Caractéristiques des communications présentes dans les systèmes électroniques étudiés |  |  | X |  |
| Principes et techniques de transmission en espace libre ou guidée dans les réseaux et les systèmes électroniques |  |  | X |  |
| Fonctions, structures et caractéristiques d’une chaîne d’action dans un système électronique |  |  |  | X |
| Caractéristiques des actionneurs présents dans les systèmes électroniques étudiés |  |  |  | X |
| Réglages, effets et caractéristiques d’un système en boucle fermée |  |  |  | X |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Connaissances transversales | Acquérir l’information | Traiter l’information | Transporter l’information | Utiliser l’information |
| Lois générales de l’électricité | X | X | X | X |
| Analyse et caractérisation temporelle et fréquentielle des signaux | X | X | X | X |
| Fonction filtrage. Structures de filtres analogiques et numériques | X | X | X | X |
| Appareils de mesure et banc de tests | X | X | X | X |
| Mesures et incertitudes | X | X | X | X |

Plan du document

* Option A : Informatique et Réseaux (IR)
* Connaissances spécifiques
* Thème n°1 : acquérir l’information
* Thème n°2 : traiter l’information
* Thème n°3 : transporter l’information
* Thème n°4 : utiliser l’information
* Connaissances transversales
* Option B : Électronique et Réseaux (ER)
* Connaissances spécifiques
* Thème n°1 : acquérir l’information
* Thème n°2 : traiter l’information
* Thème n°3 : transporter l’information
* Thème n°4 : utiliser l’information
* Connaissances transversales

BTS CIEL

Cybersécurité, Informatique et réseaux, Électronique

Option A : Informatique et Réseaux (IR)

La compétence ainsi que l’épreuve qui mobilise les connaissances décrites ci-dessous sont indiquées en bleu.

Le professeur de physique explique l’interaction entre le système étudié et son environnement. Il complète les connaissances apportées par le professeur d’informatique.

Les activités expérimentales sont indiquées en *italique*. Si elles indiquent que les connaissances acquises lors de ces activités font partie de celles évaluables, le professeur ne doit pas s’interdire d’en introduire d’autres qui viendront enrichir la culture scientifique et technologique de l’étudiant. Même si elles doivent être le plus souvent authentiques, elles peuvent être complétées par des outils de simulation quand cela a un sens technologique, mais aussi pédagogique.

La colonne de gauche propose des entrées thématiques qui permettent de structurer les connaissances. Celle de droite regroupe l’ensemble des connaissances évaluables lors des épreuves de certification.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ventilation des connaissances en fonction des compétences et du niveau taxonomique | | | | | |
|  | Option A | | | | |
| C4 | C5 | C6 | C9 | C10 |
| Étude de l'interaction d’un système informatique avec son environnement | Niv 2 |  |  |  |  |
| Caractéristiques des capteurs présents dans les systèmes informatiques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 | Niv 3 |
| Fonctions et caractéristiques d’une chaîne de mesure dans un système informatique | Niv 3 | Niv 2 |  |  |  |
| Supports de propagation dans les réseaux informatiques | Niv 3 | Niv 2 |  |  |  |
| Caractéristiques des communications présentes dans les systèmes informatiques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 | Niv 3 |
| Principes de transmission en espace libre ou guidée dans les réseaux informatiques | Niv 3 | Niv 2 |  |  |  |
| Fonctions et caractéristiques d’une chaîne d’action dans un système informatique | Niv 3 | Niv 2 |  |  |  |
| Caractéristiques des actionneurs présents dans les systèmes informatiques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 | Niv 3 |
| Effets et caractéristiques d’un système en boucle fermée | Niv 3 |  |  |  |  |
| Lois générales de l’électricité | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |
| Caractérisations temporelles et fréquentielles des signaux | Niv 3 | Niv 2 |  |  |  |
| Fonction filtrage (analogique et numérique) | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |
| Appareils de mesures |  |  | Niv 3 |  | Niv 3 |
| Mesures et incertitudes |  |  | Niv 3 |  | Niv 3 |

Ventilation des connaissances en fonction des thèmes (Option A)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Connaissances spécifiques | Acquérir l’information | Traiter l’information | Transporter l’information | Utiliser l’information |
| Étude de l'interaction d’un système informatique avec son environnement | X |  |  |  |
| Caractéristiques de capteurs présents dans les systèmes informatiques étudiés | X |  |  |  |
| Fonctions et caractéristiques d’une chaîne de mesure dans un système informatique |  | X |  |  |
| Supports de propagation dans les réseaux informatiques |  |  | X |  |
| Caractéristiques des communications présentes dans les systèmes informatiques étudiés |  |  | X |  |
| Principes de transmission en espace libre ou guidée dans les réseaux informatiques |  |  | X |  |
| Fonctions et caractéristiques d’une chaîne d’action dans un système informatique |  |  |  | X |
| Caractéristiques des actionneurs présents dans les systèmes informatiques étudiés |  |  |  | X |
| Effets et caractéristiques d’un système en boucle fermée |  |  |  | X |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Connaissances transversales | Acquérir l’information | Traiter l’information | Transporter l’information | Utiliser l’information |
| Lois générales de l’électricité | X | X | X | X |
| Caractérisations temporelles et fréquentielles des signaux | X | X | X | X |
| Fonction filtrage (analogique et numérique) | X | X | X | X |
| Appareils de mesures | X | X | X | X |
| Mesures et incertitudes | X | X | X | X |

|  |  |
| --- | --- |
| La grandeur mesurée | Savoir identifier les grandeurs mesurées par un système informatique et préciser leurs unités |
| Exploiter un document expliquant l’origine de la variation de la mesure |
| Savoir déterminer la plage de variation de la grandeur mesurée (étendue de mesure) |
| Les capteurs | Savoir identifier les grandeurs d’entrée et de sortie d’un capteur et son type (analogique, intégré, numérique, Tout ou Rien (T.O.R.) |
| Savoir définir la sensibilité d’un capteur et préciser son unité |
| Exploiter un document décrivant le principe physique utilisé par un capteur (exemples de capteurs : température, humidité, vitesse, image, etc.) |
| Exploiter la documentation technique d’un capteur (sensibilité/résolution, plage de fonctionnement adaptée à la plage de variation de la grandeur, linéarité) |
| Exploiter la caractéristique entrée/sortie d’un capteur (sensibilité/résolution, plage de fonctionnement, linéarité) |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever les caractéristiques entrée/sortie d’un capteur analogique et d’un capteur numérique* |

|  |  |
| --- | --- |
| Capteurs intelligents | Connaître les principes d’un capteur intelligent : entraînement, test et déploiement |
| *Déployer (l’entraîner si nécessaire) et valider le fonctionnement d’un capteur intelligent* |

|  |  |
| --- | --- |
| La chaîne de mesure | Savoir identifier les fonctions (conversion d’une grandeur en tension, amplification/décalage, numérisation, etc.) dans une chaîne de mesure |
| Savoir adapter l’étendue de mesure (conditionnement, amplification) à la pleine échelle du convertisseur analogique numérique (CAN) (réglage des paramètres des éléments de la chaîne de mesure) |
| *Mettre en œuvre une chaîne de mesure et régler ses paramètres* |
| Déterminer le quantum d’une chaîne de mesure (plus petite variation de la grandeur physique mesurable) |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour modéliser la chaîne de mesure (caractéristique entrée/sortie de la chaîne de mesure)* |
| Savoir exploiter la caractéristique entrée/sortie de la chaîne de mesure (trouver la valeur d’une grandeur mesurée à partir de la valeur en sortie de la chaîne de mesure |

|  |  |
| --- | --- |
| Fonction obtention d’une tension  Fonction amplification en tension | Savoir identifier la structure permettant de convertir la grandeur mesurée en une tension électrique. |
| *Mettre en œuvre un élément permettant d’obtenir une tension électrique image de la grandeur mesurée (pont diviseur, pont de Wheatstone, boucle de courant 4-20 mA, etc.)* |
| Savoir déterminer l’amplification en tension à partir du gain en dB et réciproquement (formule à connaître) |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever les caractéristiques d’un amplificateur (gain/amplification, saturation et distorsion, etc.)* |

|  |  |
| --- | --- |
| Numérisation d’une tension | Maîtriser, connaître et savoir démontrer la condition de Shannon |
| Savoir interpréter le spectre d’un signal échantillonné |
| Connaître l’utilité du filtre anti-repliement et savoir déterminer sa fréquence de coupure |
| Connaître et savoir utiliser la relation entre la résolution (nombre de bits) et le quantum d’un convertisseur analogique numérique (CAN) |
| Savoir justifier le choix d’un convertisseur analogique numérique (CAN) (résolution, pleine échelle, temps de conversion) dans un système étudié |
| *Relever la caractéristique de transfert d’un convertisseur analogique numérique (CAN)* |
| Connaître la définition de la profondeur mémoire d’un système de numérisation |

|  |  |
| --- | --- |
| Ondes | Distinguer les caractéristiques d’une onde mécanique de celles d’une onde électromagnétique (OEM) |
| Connaître et savoir utiliser la relation entre la longueur d’onde, la célérité et la fréquence d’une onde |
| Savoir exploiter le spectre des ondes électromagnétiques en fonction de la fréquence ou de la longueur d’onde (domaines et applications) |
| Savoir que la polarisation d’une onde électromagnétique correspond à la direction de son champ électrique |
| Lignes de transmission | Savoir définir l’impédance caractéristique d’une ligne comme étant l’impédance à placer en bout de ligne permettant de l’adapter |
| Savoir identifier à partir d’un chronogramme du signal en entrée de la ligne, si elle est adaptée, en court-circuit ou circuit ouvert |
| Savoir localiser un défaut ou déterminer la longueur d’une ligne de transmission à partir d’un chronogramme du signal en entrée d’une ligne non adaptée |
| Connaître les principaux standards de liaisons série (RS-232, RS-485, etc.) et leurs caractéristiques (synchrone, asynchrone, différentielle ou non, etc.) |
| *Proposer et réaliser un protocole pour identifier et localiser un défaut (coupure ou court-circuit) sur une ligne de transmission* |
| *Utiliser un testeur de ligne permettant de valider certaines de ses caractéristiques (longueur, catégorie, désignation, défaut éventuel, etc.)* |
| Fibre optique | Connaître les principes de propagation de la lumière dans une fibre optique : réfraction et réflexion totale |
| Savoir déterminer les caractéristiques principales d’une fibre optique à partir d’une documentation technique : type de fibre, longueur d’onde, atténuation, bande passante, angle d’ouverture, débit maximum. |
| Les antennes | Connaître le principe de fonctionnement d’une antenne et le lien entre la longueur d’onde de l’onde et la longueur de l’antenne |
| Savoir exploiter la documentation d’une antenne afin de déterminer ses caractéristiques : impédance d’entrée, directivité, angle d’ouverture, gain en dBi et polarisation |
| Savoir déterminer la puissance isotrope rayonnée équivalente (P.I.R.E.) |
| Effectuer un bilan de liaison, la formule de Friis étant donnée (en W ou en dBm) |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de valider un bilan de liaison* |

|  |  |
| --- | --- |
| Introduction aux transmissions numériques | Connaître les principaux éléments d’une chaîne de transmission numérique de l’information (codages sources et canal, émetteur, canal de transmission, récepteur, etc.) |
| Justifier la nécessité de moduler (largeur du canal, fréquence centrale) |
| Connaître les notions de taux d’erreur binaire et d’efficacité spectrale et savoir exploiter les caractéristiques d’une transmission numérique |
| Transmission numérique en bande de base | Définir le codage binaire, M-aire, le débit binaire et débit de symboles (vitesse de transmission) |
| Savoir représenter un signal en bande de base en fonction du temps à partir de sa règle de codage (Non-Retour à Zéro (NRZ), Manchester, etc.) |
| Savoir exploiter la densité spectrale de puissance (DSP) d’un signal en bande de base (débit de symboles, encombrement spectral et efficacité spectrale) |
| Identifier les caractéristiques des codages en bande de base utilisés dans des réseaux locaux et des bus de carte (par exemple : Ethernet, Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART), etc.) à partir d’une documentation technique, d’un chronogramme ou d’une densité spectrale de puissance (DSP) |
| *Proposer et réaliser un protocole pour visualiser et caractériser un signal en bande de base (débit binaire, durée d’un bit, débit de symboles, encombrement spectral, efficacité spectrale)* |

|  |  |
| --- | --- |
| Transmission sur fréquence porteuse | *Mettre en œuvre un multiplieur avec des signaux modulants sinusoïdaux et non sinusoïdaux pour observer la transposition en fréquence* |
| Savoir reconnaître un type de modulation numérique à partir d’un chronogramme, d’un diagramme de constellation : Amplitude Shift Keying (ASK), Phase-Shift Keying (PSK), modulation d'amplitude en quadrature (QAM), Frequency-Shift Keying (FSK), Gaussian Minimum-Shift Keying (GMSK) et toute autre modulation présente dans un système étudié |
| Identifier les caractéristiques des modulations sur fréquence porteuse utilisées dans des transmissions usuelles en espace libre (WIFI, Bluetooth, Lora, etc.) ou sur des bus de communication (standard Homeplug, KNX, etc.) |
| Savoir exploiter la densité spectrale de puissance (DSP) (débit de symbole, débit binaire, encombrement spectral, efficacité spectrale, modulant filtré ou non) d’un signal modulé pour une modulation simple ou multi-porteuses |
| *Visualiser et exploiter le diagramme de constellation d’une modulation numérique* |
| *Proposer et réaliser un protocole pour déterminer la fréquence porteuse et l’encombrement spectral d’une modulation* |

|  |  |
| --- | --- |
| Commande d’actionneurs | Savoir différencier la partie commande de la partie puissance sur un système |
| Connaître quelques commandes d’actionneurs : Tout ou Rien (T.O.R.), Modulation de Largeur d’Impulsion (M.L.I. ou P.W.M.), etc. |
| *Proposer et réaliser un protocole permettant de visualiser et déterminer les caractéristiques d’un signal de commande d’un actionneur* |
| Performances d’un système bouclé | Identifier et connaître les différents éléments fonctionnels d’un système asservi |
| Connaître les définitions des performances d’un système bouclé : rapidité, stabilité, précision |
| Savoir exploiter la réponse indicielle et la réponse impulsionnelle (mesure de la constante de temps, de la valeur finale, du dépassement et du temps de réponse à 5 %) de régime transitoire du 1er et du 2e ordre |
| *Vérifier expérimentalement les performances d’un système bouclé* |
| *Analyser les effets des corrections P et PI sur les performances (stabilité – précision -rapidité) d’un système asservi (réel ou simulé)* |

|  |  |
| --- | --- |
| Régime continu | Connaître et savoir utiliser les lois fondamentales de l’électricité (loi des nœuds, loi des mailles, loi d’Ohm) |
| Comprendre le principe du diviseur de tension |
| Savoir calculer la résistance équivalente de deux résistances en série et en parallèle |
| Savoir calculer la puissance et l’énergie fournies par un générateur ou consommées par un récepteur |
| Savoir calculer l’autonomie d’une batterie à partir de sa capacité et de l’intensité électrique qu’elle délivre |

|  |  |
| --- | --- |
| Régime sinusoïdal | Savoir déterminer les caractéristiques (amplitude, valeur efficace, fréquence, pulsation, période, phase à l’origine, etc.) d’un signal sinusoïdal à partir de son expression littérale réelle ou de son chronogramme |
| *Déterminer le déphasage entre deux signaux sinusoïdaux à partir de leurs chronogrammes* |
| Savoir associer un signal sinusoïdal à sa notation complexe |
| Savoir calculer une puissance active en régime sinusoïdal |
| Connaître et utiliser la relation entre la puissance en mW et le niveau de puissance en dBm, et sa réciproque |
| Connaître et savoir utiliser la loi d’Ohm en régime sinusoïdal, les impédances complexes d’une résistance, d’un condensateur et d’une bobine. |
| Connaître les équivalences d’un condensateur et d’une bobine en très basse fréquence et en haute fréquence |

|  |  |
| --- | --- |
| Adaptation d’impédance | Connaître le modèle équivalent (de Thévenin, dénomination non exigible) d’un générateur |
| Savoir que l’adaptation d’impédance en puissance est réalisée lorsque l’impédance de sortie du générateur est égale à l’impédance d’entrée du récepteur |
| Savoir que l’adaptation d’impédance en tension est réalisée lorsque l’impédance de sortie du générateur est négligeable devant l’impédance d’entrée du récepteur |
| *Déterminer expérimentalement l’impédance d’entrée d’un quadripôle et son impédance de sortie* |

|  |  |
| --- | --- |
| Représentation temporelle d’un signal | Savoir identifier le type de signal (périodique ou non, aléatoire) grâce à son chronogramme |
| Savoir déterminer les caractéristiques d’un signal périodique (période, fréquence, valeur moyenne, valeur efficace, valeur maximale, valeur crête à crête) |
| *Savoir régler un générateur pour produire un signal périodique à partir d’un cahier des charges* |
| Représentation fréquentielle d’un signal | Savoir qu’un signal périodique peut se décomposer en une somme de sinusoïdes |
| Savoir analyser un spectre de raies en amplitude : identification de la composante continue, du fondamental, de l’harmonique de rang n. |
| Savoir analyser le spectre d’un signal quelconque (encombrement spectral, présence de bruit, etc.) |
| Savoir utiliser une échelle en dB (dBm ou dBV) sur un spectre (mesure de l’amplitude de chaque raie) et avoir conscience de son utilité (visualiser les raies de faible amplitude) |
| Connaître les unités des signaux : dBV, dBm, dBµV et savoir convertir une grandeur exprimée en V en dBV et une grandeur en W en dBm (et inversement) |
| Le bruit | Savoir exploiter la relation définissant le rapport signal sur bruit |
| Savoir utiliser la valeur d’un rapport signal sur bruit pour valider un équipement |

|  |  |
| --- | --- |
| Nature des filtres d’ordres 1 ou 2 | Savoir identifier la nature d’un filtre et son ordre à partir de sa fonction de transfert (passe haut, passe-bas, passe bande) |
| Savoir choisir la nature d’un filtre à partir du rôle qui lui est donné par un cahier des charges (passe haut, passe-bas, passe bande) |
| Savoir identifier la nature d’un filtre à partir de son diagramme de Bode (passe haut, passe-bas, passe bande) |
| Savoir identifier la nature d’un filtre à partir de sa courbe d’amplification en fonction de la fréquence (ou la fréquence réduite f/fe pour un filtre numérique) (passe haut, passe-bas, passe bande) |
| Savoir élaborer le gabarit d’un filtre à partir d’un cahier des charges en vue de l’utilisation d’un logiciel de conception (passe haut, passe-bas, passe bande) |
| Transmittance isochrone | Savoir déterminer, à partir d’un schéma électrique, l’expression de la transmittance isochrone dans le cas d’un filtre du premier ordre et l’écrire sous sa forme canonique pour déterminer ses caractéristiques |
| Diagramme de Bode | Savoir déterminer le gain (en dB) à une fréquence donnée à partir du diagramme de Bode d’un filtre |
| Savoir calculer l’amplification à partir du gain (en dB) et réciproquement |
| Savoir déterminer l’amplitude du signal de sortie d’un filtre à partir de l’amplitude du signal sinusoïdal d’entrée, de la fréquence et du diagramme de Bode du filtre (amplitude et phase) |
| Connaître et savoir différencier gain statique, gain à la fréquence propre et gain en hautes fréquences |
| Savoir déterminer la (ou les) fréquence(s) de coupure à partir de la courbe de gain ou de la courbe d’amplification |
| Savoir tracer le diagramme asymptotique (à partir du diagramme de Bode : gain et phase) et l’exploiter pour déterminer la fréquence propre, la pente des asymptotes (en dB/décade et dB/octave), et l’ordre du filtre |
| Vérifier qu’un filtre répond (ou pas) à un cahier des charges en comparant son diagramme de Bode au gabarit imposé |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer la nature d’un filtre* |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer la (ou les) fréquence(s) de coupure d’un filtre* |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever le diagramme de Bode d’un filtre* |
| Réponse temporelle à un échelon | Savoir représenter un signal de type échelon en fonction du temps |
| Savoir identifier le régime transitoire et le régime établi (dit aussi permanent) |
| Savoir déterminer l’amplification statique T0 d’un filtre passe-bas à partir de sa réponse à un échelon |
| Savoir déterminer la nature d’un filtre à partir de sa réponse indicielle |
| Savoir déterminer la constante de temps d’un système du premier ordre à partir de sa réponse à un échelon |
| Savoir mesurer le temps de réponse à 5 % à partir de la réponse à un échelon |
| Savoir discriminer un filtre du premier ordre d’un filtre du second ordre (tangente à l’origine, dépassement) |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever la réponse d’un système à un échelon* |

|  |  |
| --- | --- |
| Filtrage numérique | Savoir identifier une équation de récurrence récursive ou non récursive |
| Savoir représenter le schéma structurel associé à une équation de récurrence et réciproquement (les schémas des opérateurs de base étant donnés) |
| Savoir qu’une équation de récurrence non récursive traduit le fonctionnement d’un filtre à réponse impulsionnelle finie (RIF) |
| Savoir identifier un filtre numérique stable ou instable à partir de sa réponse impulsionnelle ou indicielle |
| Savoir qu’un filtre à réponse impulsionnelle finie (RIF) est toujours stable |
| Savoir qu’un filtre à réponse impulsionnelle infinie (RII) peut-être instable |
| Savoir déterminer la ou les fréquences de coupure à -3 dB à partir de la courbe de l’amplification en fonction de la fréquence ou fréquence réduite |
| Savoir justifier la limite de tracé en abscisse à f=fe/2 ou f/fe = 1/2 de la courbe d’amplification (fe étant la fréquence d’échantillonnage) |
| *Mettre en œuvre un filtre numérique défini à partir d’un cahier des charges et vérifier que la courbe d’amplification (ou courbe de gain) s’inscrit bien dans le gabarit défini dans le cahier des charges* |

|  |  |
| --- | --- |
| Oscilloscope | *Brancher et régler un oscilloscope (déviation verticale, horizontale, déclenchement, etc.) pour visualiser un signal (périodique, non périodique, transitoire, trame, etc.)* |
| *Exploiter les modes DC ou AC de l’oscilloscope pour visualiser un signal ou sa composante alternative* |
| Savoir réaliser des mesures à l’oscilloscope en mode automatique ou à l’aide de curseurs |
| Savoir configurer la fonction Transformation de Fourier Rapide (TFR ou FFT) d’un oscilloscope pour visualiser le spectre d’une tension |
| Analyseur de spectre | *Brancher et configurer un analyseur de spectre pour visualiser le spectre d’un signal* |
| Multimètre | Savoir utiliser un voltmètre et un ampèremètre |
| Savoir utiliser un ohmmètre |
| Testeur de câble | *Utiliser un testeur de câble pour réaliser des mesures sur une ligne de transmission* |
| Autres appareils de mesures | *Utiliser tout appareil de mesure adapté à l’analyse des grandeurs d’un système étudié (champ-mètre, caméra thermique, luxmètre, etc.)* |

|  |  |
| --- | --- |
| Mesures et incertitudes | Déterminer le domaine de validité d’une mesure d’après les caractéristiques des appareils utilisés |
| Savoir définir la justesse et la fidélité d’une mesure |
| Savoir définir et calculer une erreur absolue ou relative |
| Définir l’incertitude-type comme la demi-étendue où la valeur vraie de la grandeur mesurée doit probablement être, avec un niveau de confiance précisé |
| Définir les incertitudes de type A et de type B |
| *Évaluer l’incertitude-type (type A) grâce à une série de mesures automatisée d’une grandeur physique* |
| *Évaluer l’incertitude-type, d’une mesure unique (type B) à partir d’informations sur l’appareil utilisé et de formules fournies* |
| Maîtriser l’usage des chiffres significatifs et les notations scientifique et ingénieur pour écrire un résultat avec l’incertitude-type associée et l’unité correspondante |
| Arrondir un résultat d’une mesure en cohérence avec l’incertitude-type associée |
| Comparer une mesure associée à une incertitude-type aux contraintes d’un cahier des charges à respecter |

BTS CIEL

Cybersécurité, Informatique et réseaux, Électronique

Option B : Électronique et réseaux (ER)

La compétence ainsi que l’épreuve qui mobilise les connaissances décrites ci-dessous sont indiquées en bleu.

Le professeur de physique explique les principes de l’acquisition, du traitement et de la transmission des signaux présents dans le système étudié. Il complète ainsi les connaissances apportées par le professeur d’électronique.

Les activités expérimentales sont indiquées en *italique*. Si elles indiquent que les connaissances acquises lors de ces activités font partie de celles évaluables, le professeur ne doit pas s’interdire d’en introduire d’autres qui viendront enrichir la culture scientifique et technologique de l’étudiant. Même si elles doivent être le plus souvent authentiques, elles peuvent être complétées par des outils de simulation quand cela a un sens technologique, mais aussi pédagogique.

La colonne de gauche propose des entrées thématiques qui permettent de structurer les connaissances. Celle de droite regroupe l’ensemble des connaissances évaluables lors des épreuves de certification.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ventilation des connaissances en fonction des compétences et du niveau taxonomique | | | | | | |
|  | Option B | | | | | |
| C4 | C5 | C6 | C9 | C10 | C11 |
| Étude de l’environnement et modélisation d’un système électronique | Niv 2 |  |  |  |  |  |
| Caractéristiques de capteurs présents dans les systèmes électroniques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 |  | Niv 3 |
| Fonctions, structures et caractéristiques d’une chaîne de mesure dans un système électronique | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Supports de propagation dans un système électronique ou une carte électronique | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Caractéristiques des communications présentes dans les systèmes électroniques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 |  | Niv 3 |
| Principes et techniques de transmission en espace libre ou guidée dans les réseaux et les systèmes électroniques | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Fonctions, structures et caractéristiques d’une chaîne d’action dans un système électronique | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Caractéristiques des actionneurs présents dans les systèmes électroniques étudiés |  |  | Niv 3 | Niv 3 |  | Niv 3 |
| Réglages, effets et caractéristiques d’un système en boucle fermée | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Lois générales de l’électricité | Niv 3 | Niv 3 |  | Niv 3 |  |  |
| Analyse et caractérisation temporelle et fréquentielle des signaux | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Fonction filtrage. Structures de filtres analogiques et numériques | Niv 3 | Niv 3 |  |  |  |  |
| Appareils de mesure et banc de tests |  |  | Niv 3 |  |  | Niv 3 |
| Mesures et incertitudes |  |  | Niv 3 |  | Niv 3 | Niv 3 |

|  |
| --- |
| Ventilation des connaissances en fonction des thèmes (Option B) |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Connaissances spécifiques | Acquérir l’information | Traiter l’information | Transporter l’information | Utiliser l’information |
| Étude de l’environnement et modélisation d’un système électronique | X |  |  |  |
| Caractéristiques de capteurs présents dans les systèmes électroniques étudiés | X |  |  |  |
| Fonctions, structures et caractéristiques d’une chaîne de mesure dans un système électronique |  | X |  |  |
| Supports de propagation dans un système électronique ou une carte électronique |  |  | X |  |
| Caractéristiques des communications présentes dans les systèmes électroniques étudiés |  |  | X |  |
| Principes et techniques de transmission en espace libre ou guidée dans les réseaux et les systèmes électroniques |  |  | X |  |
| Fonctions, structures et caractéristiques d’une chaîne d’action dans un système électronique |  |  |  | X |
| Caractéristiques des actionneurs présents dans les systèmes électroniques étudiés |  |  |  | X |
| Réglages, effets et caractéristiques d’un système en boucle fermée |  |  |  | X |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Connaissances transversales | Acquérir l’information | Traiter l’information | Transporter l’information | Utiliser l’information |
| Lois générales de l’électricité | X | X | X | X |
| Analyse et caractérisation temporelle et fréquentielle des signaux | X | X | X | X |
| Fonction filtrage. Structures de filtres analogiques et numériques | X | X | X | X |
| Appareils de mesure et banc de tests | X | X | X | X |
| Mesures et incertitudes | X | X | X | X |

|  |  |
| --- | --- |
| La grandeur mesurée | Savoir identifier les grandeurs mesurées par un système électronique et préciser leurs unités |
| Exploiter un document expliquant l’origine de la variation de la mesure |
| Savoir déterminer la plage de variation de la grandeur mesurée (étendue de mesure) |
| Savoir déterminer l’incertitude-type sur la mesure d’une grandeur |
| Les capteurs | Savoir identifier les grandeurs d’entrée et de sortie d’un capteur et son type (analogique, intégré, numérique, Tout ou Rien (T.O.R.) |
| Savoir définir la sensibilité d’un capteur et préciser son unité |
| Exploiter un document décrivant le principe physique utilisé par un capteur (exemples de capteurs : température, humidité, vitesse, image, etc.) |
| Exploiter la documentation technique d’un capteur (sensibilité/résolution, plage de fonctionnement adaptée à la plage de variation de la grandeur, linéarité) |
| Exploiter la caractéristique entrée/sortie d’un capteur (sensibilité/résolution, plage de fonctionnement, linéarité) |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever les caractéristiques entrée/sortie d’un capteur analogique et d’un capteur numérique* |

|  |  |
| --- | --- |
| Capteurs intelligents | Connaître les principes d’un capteur intelligent : entraînement, test et déploiement |
| *Déployer (l’entraîner si nécessaire) et valider le fonctionnement d’un capteur intelligent* |

|  |  |
| --- | --- |
| La chaîne de mesure | Savoir identifier les fonctions d’une chaîne de mesure (conversion d’une grandeur en tension, amplification/décalage, numérisation, etc.) |
| Savoir faire correspondre l’étendue de mesure à la pleine échelle du convertisseur analogique numérique (CAN) (réglage des paramètres des éléments de la chaîne de mesure) |
| *Mettre en œuvre une chaîne de mesure et régler ses paramètres* |
| Déterminer le pas de mesure d’une chaîne de mesure |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour modéliser la chaîne de mesure (caractéristique entrée/sortie de la chaîne de mesure)* |
| Savoir retrouver la valeur d’une grandeur mesurée à partir de la valeur en sortie de la chaîne de mesure (en utilisant un modèle de la chaîne de mesure) |
| Fonction obtention d’une tension  Fonction amplification en tension  Fonction décalage en tension | Savoir identifier la structure permettant de convertir la grandeur mesurée en une tension électrique |
| *Mettre en œuvre un élément permettant d’obtenir une tension électrique image de la grandeur mesurée (pont diviseur, pont de Wheatstone, transmetteur, boucle de courant 4-20 mA, etc.)* |
| Connaître et savoir utiliser la relation entre l’amplification en tension et le gain en dB |
| Exploiter la documentation technique d’un amplificateur de tension pour en extraire ses caractéristiques (gain/amplification, bande passante, etc.) |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever les caractéristiques d’un amplificateur (gain/amplification, saturation et distorsion, etc.)* |
| *Mettre en œuvre expérimentalement une fonction permettant de décaler une tension (addition, soustraction)* |

|  |  |
| --- | --- |
| Numérisation d’une tension | Connaître et savoir appliquer la condition de Shannon |
| Savoir exploiter le spectre d’un signal échantillonné |
| Connaître la fonction blocage |
| Connaître l’utilité du filtre anti-repliement et savoir déterminer sa fréquence de coupure |
| Connaître et savoir utiliser la relation entre la résolution (nombre de bits) et le quantum d’un convertisseur analogique numérique (CAN) |
| Savoir choisir un convertisseur analogique numérique (CAN) (résolution, pleine échelle, temps de conversion) |
| *Mettre en œuvre un convertisseur analogique numérique (CAN) et relever la caractéristique de transfert, la pleine échelle, le temps de conversion et la fréquence d’échantillonnage* |
| Connaître la définition de la profondeur mémoire d’un système de numérisation |

|  |  |
| --- | --- |
| Ondes | Distinguer les caractéristiques d’une onde mécanique de celles d’une onde électromagnétique (OEM) |
| Savoir définir et connaître la relation entre la longueur d’onde, la célérité et la fréquence d’une onde |
| Savoir exploiter le spectre des ondes électromagnétiques en fonction de la fréquence ou de la longueur d’onde (domaines et applications) |
| Savoir définir la polarisation d’une onde électromagnétique |
| Lignes de transmission | Savoir définir l’impédance caractéristique d’une ligne comme étant l’impédance à placer en bout de ligne permettant de l’adapter |
| Connaître les effets d’une ligne adaptée, en court-circuit ou coupée sur le signal en entrée de la ligne |
| Savoir déterminer la longueur d’une ligne de transmission ou localiser un défaut à partir d’un chronogramme du signal en entrée d’une ligne non adaptée |
| *Proposer et réaliser un protocole pour déterminer les caractéristiques d’une ligne de transmission (impédance caractéristique, coefficient de vélocité et atténuation linéique)* |
| *Proposer et réaliser un protocole pour identifier et localiser un défaut (coupure ou court-circuit)* *sur une ligne de transmission* |
| *Utiliser un testeur de ligne permettant de valider certaines de ses caractéristiques (longueur, catégorie, désignation, défaut éventuel, etc.)* |
| Fibre optique | Connaître les principes de propagation de la lumière dans une fibre optique : réfraction et réflexion totale |
| Savoir déterminer les caractéristiques principales d’une fibre optique à partir d’une documentation technique : type de fibre, longueur(s) d’onde, atténuation, bande passante, angle d’ouverture, débit maximum |
| Les antennes | Connaître le principe de fonctionnement d’une antenne et le lien entre la longueur d’onde de l’onde et la longueur de l’antenne |
| Savoir exploiter la documentation d’une antenne afin de déterminer ses caractéristiques : impédance d’entrée, directivité, angle d’ouverture, gain en dBi et polarisation |
| Savoir déterminer la puissance isotrope rayonnée équivalente (P.I.R.E). |
| Effectuer un bilan de liaison, la formule de Friis étant donnée (en W ou en dBm) |
| *Mettre en œuvre une liaison radio permettant de valider un bilan de liaison (Lora, Wifi, ISM, etc.)* |

|  |  |
| --- | --- |
| Introduction aux transmissions numériques | Connaître les principaux éléments d’une chaîne de transmission numérique de l’information (codages sources et canal, émetteur, canal de transmission, récepteur, etc.) |
| Connaître la nécessité de moduler (largeur du canal, fréquence centrale) |
| Connaître les notions de taux d’erreur binaire et d’efficacité spectrale et savoir exploiter les caractéristiques d’une transmission numérique |

|  |  |
| --- | --- |
| Transmission numérique en bande de base | Définir le codage binaire, M-aire, le débit binaire et débit de symboles (vitesse de transmission) |
| Savoir représenter un signal en bande de base en fonction du temps à partir de sa règle de codage (NRZ, Manchester, et pour tout codage étudié dans un système électronique, etc.) |
| Savoir exploiter la densité spectrale de puissance (DSP) d’un signal en bande de base (débit binaire, durée d’un bit, débit de symboles, encombrement spectral, efficacité spectrale) |
| Identifier les caractéristiques des codages en bande de base utilisés dans des réseaux locaux et des bus de carte (par exemple : Ethernet, CAN, I2C, SPI, Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART), etc.) à partir d’une documentation technique, d’un chronogramme, d’une densité spectrale de puissance (DSP) |
| *Proposer et réaliser un protocole pour visualiser et caractériser un signal en bande de base (débit binaire, durée d’un bit, débit de symboles, encombrement spectral, efficacité spectrale)* |

|  |  |
| --- | --- |
| Transmission sur fréquence(s) porteuse(s) | Connaître l’action d’un multiplieur et son effet sur le spectre en sortie (transposition en fréquence) |
| *Mettre en œuvre un multiplieur avec plusieurs types de signaux pour observer la transposition en fréquence.* |
| Savoir reconnaître un type de modulation numérique à partir d’un chronogramme, d’un diagramme de constellation : Amplitude Shift Keying (ASK), Phase-Shift Keying (PSK), modulation d'amplitude en quadrature (QAM), Frequency-Shift Keying (FSK), Gaussian Minimum-Shift Keying (GMSK) et toute autre modulation présente dans un système étudié |
| Identifier les caractéristiques des modulations sur fréquence porteuse utilisées dans des transmissions usuelles en espace libre (WIFI, Bluetooth, Lora, etc.) ou sur des bus de communication (standard Homeplug, KNX, etc.) |
| Savoir exploiter la densité spectrale de puissance (DSP) (débit de symbole, débit binaire, encombrement spectral, efficacité spectrale, modulant filtré ou non) d’un signal modulé pour une modulation simple ou multi-porteuses |
| Connaître et savoir exploiter le diagramme de constellation d’une modulation numérique |
| *Visualiser et interpréter le diagramme de constellation.* |
| *Proposer et réaliser un protocole pour déterminer la fréquence porteuse et l’encombrement spectral d’une modulation* |

|  |  |
| --- | --- |
| Commande d’actionneurs | Savoir identifier la partie commande et la partie puissance sur un système |
| Savoir schématiser une chaîne d’action et décrire les fonctions et les signaux mis en jeu |
| Connaître quelques commandes d’actionneurs : Tout ou Rien (T.O.R.), Modulation de Largeur d’Impulsion (M.L.I. ou P.W.M.), etc. |
| *Proposer et réaliser un protocole permettant de visualiser et déterminer les caractéristiques d’un signal de commande d’un actionneur* |

|  |  |
| --- | --- |
| Performances d’un système bouclé | Identifier et connaître les différents éléments fonctionnels d’un système asservi |
| Connaître les définitions des performances d’un système bouclé : rapidité, stabilité, précision |
| Savoir exploiter la réponse indicielle et la réponse impulsionnelle (mesure de la constante de temps, de la valeur finale, du dépassement et du temps de réponse à 5 %) de régime transitoire du 1er et du 2e ordre |
| Énoncer le critère du revers et l’utiliser dans le plan de Bode |
| Déterminer les performances d’un système bouclé sur le diagramme de Bode de sa Fonction de Transfert en Boucle Ouverte (FTBO) (mesure de la marge de phase et de la marge de gain) |
| V*érifier expérimentalement les performances d’un système bouclé* |
| Correction analogique ou numérique | Savoir positionner un correcteur dans le schéma fonctionnel d’un système asservi |
| Connaître les effets des actions P, I et D sur les performances d’un système bouclé |
| Savoir choisir un correcteur à partir d’un cahier des charges et de relevés de réponses indicielles ou fréquentielles |
| *Analyser les effets du réglage des corrections P, PI et PID sur les performances d’un asservissement (stabilité-précision-rapidité) et les mettre en évidence expérimentalement sur un système réel aussi bien qu’à l’aide d’un logiciel de simulation* |

|  |  |
| --- | --- |
| Régime continu | Connaître et savoir utiliser les lois fondamentales de l’électricité (loi des nœuds, loi des mailles, loi d’Ohm) |
| Connaître et savoir utiliser la relation du pont diviseur de tension |
| Savoir calculer la résistance équivalente de deux ou plusieurs résistances en série et en parallèle |
| Savoir calculer la puissance, l’énergie fournie par un générateur ou consommée par un récepteur |
| Savoir calculer l’autonomie d’une batterie à partir de sa capacité |
| Régime sinusoïdal | Savoir déterminer les caractéristiques (amplitude, valeur efficace, fréquence, pulsation, période, phase à l’origine, etc.) d’un signal sinusoïdal à partir de son expression littérale réelle ou de son chronogramme |
| *Déterminer le déphasage entre deux signaux sinusoïdaux à partir de leurs chronogrammes* |
| Savoir associer un signal sinusoïdal à sa notation complexe |
| Savoir calculer une puissance active en régime sinusoïdal |
| Connaître et utiliser la relation entre la puissance en mW et le niveau de puissance en dBm, et sa réciproque |
| Connaître et savoir utiliser la loi d’Ohm en régime sinusoïdal, les impédances complexes d’une résistance, d’un condensateur et d’une bobine. |
| Connaître les équivalences d’un condensateur et d’une bobine en très basse fréquence et en haute fréquence |

|  |  |
| --- | --- |
| Adaptation d’impédance | Connaître le modèle équivalent (de Thévenin, dénomination non exigible) d’un générateur |
| Savoir que l’adaptation d’impédance en puissance est réalisée lorsque l’impédance de sortie du générateur est égale à l’impédance d’entrée du récepteur |
| Savoir que l’adaptation d’impédance en tension est réalisée lorsque l’impédance de sortie du générateur est négligeable devant l’impédance d’entrée du récepteur |
| *Déterminer expérimentalement l’impédance d’entrée d’un quadripôle et son impédance de sortie* |

|  |  |
| --- | --- |
| Représentation temporelle d’un signal | Savoir identifier le type de signal (périodique ou non et/ou aléatoire) grâce à son chronogramme |
| Savoir déterminer les caractéristiques d’un signal périodique (période, fréquence, valeur moyenne, valeur efficace, valeur maximale, valeur crête à crête) |
| *Savoir régler un générateur pour produire un signal périodique dont les caractéristiques sont données* |
| Représentation fréquentielle d’un signal | Savoir utiliser la décomposition d’un signal périodique en une somme de sinusoïdes ; relation temps fréquence entre les deux représentations |
| Savoir analyser un spectre de raies : identification du fondamental, de l’harmonique de rang n. |
| Savoir analyser le spectre d’un signal quelconque (encombrement spectral, présence de bruit, etc.) |
| Connaître les unités des signaux : dBm, dBV, dBµV et savoir convertir une grandeur exprimée en V en dBV et une grandeur en W en dBm (et inversement) |
| Savoir utiliser une échelle en dB (dBm, dBV ou dBµV) sur un spectre (mesure de l’amplitude de chaque raie) et avoir conscience de son utilité (visualiser les raies de faible amplitude) |

|  |  |
| --- | --- |
| Le bruit | *Identifier un bruit blanc à l’aide de la densité spectrale de puissance* |
| Savoir exploiter la relation définissant le rapport signal sur bruit |
| Savoir utiliser la valeur d’un rapport signal sur bruit pour valider un équipement |

|  |  |
| --- | --- |
| Nature des filtres d’ordres 1 ou 2 | Savoir identifier la nature d’un filtre et son ordre à partir de sa fonction de transfert (passe haut, passe-bas, passe bande) |
| Savoir choisir la nature d’un filtre à partir du rôle qui lui est donné par un cahier des charges (passe haut, passe-bas, passe bande) |
| Savoir identifier la nature d’un filtre à partir de son diagramme de Bode (passe haut, passe-bas, passe bande) |
| Savoir identifier la nature d’un filtre à partir de sa courbe d’amplification en fonction de la fréquence (ou la fréquence réduite : f/fe) pour un filtre numérique |
| Savoir élaborer le gabarit d’un filtre à partir d’un cahier des charges : représentation et annotation en vue de l’utilisation d’un logiciel de conception |
| Transmittance isochrone | Savoir déterminer, à partir d’un schéma électrique, l’expression de la transmittance isochrone dans le cas d’un filtre du premier ordre et l’écrire sous sa forme canonique pour déterminer ses caractéristiques |

|  |  |
| --- | --- |
| Diagramme de Bode | Savoir déterminer le gain (en dB) à une fréquence donnée à partir du diagramme de Bode d’un filtre. |
| Savoir calculer l’amplification à partir du gain (en dB) et réciproquement. |
| Savoir déterminer les caractéristiques du signal de sortie d’un filtre à partir de celles du signal d’entrée et du diagramme de Bode du filtre (amplitude et phase) |
| Connaître et savoir différencier gain statique, gain à la fréquence propre et gain en hautes fréquences |
| Savoir déterminer la (ou les) fréquence(s) de coupure à partir de la courbe de gain ou de la courbe d’amplification |
| Savoir tracer le diagramme asymptotique (à partir du diagramme de Bode : gain et phase) et l’exploiter pour déterminer la fréquence propre, la pente des asymptotes (en dB/décade et dB/octave), et l’ordre du filtre |
| Connaître l’effet du coefficient d’amortissement sur le diagramme de Bode pour un filtre du second ordre |
| Déterminer le spectre du signal de sortie d’un filtre à partir de son diagramme de Bode et du spectre du signal périodique d’entrée |
| *Vérifier qu’un filtre répond (ou pas) à un cahier des charges en comparant son diagramme de Bode au gabarit imposé* |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer la nature d’un filtre* |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer la ou les fréquence(s) de coupure d’un filtre* |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever le diagramme de Bode d’un filtre* |
| Réponse temporelle à un échelon | Savoir représenter un signal de type échelon en fonction du temps |
| Savoir identifier le régime transitoire et le régime établi (dit aussi permanent) |
| Savoir déterminer l’amplification statique T0 d’un filtre passe-bas à partir de sa réponse à un échelon |
| Savoir déterminer la nature d’un filtre à partir de sa réponse indicielle |
| Savoir déterminer la constante de temps d’un système du premier ordre à partir de sa réponse à un échelon et connaître sa relation avec sa pulsation propre ω0 |
| Savoir mesurer le temps de réponse à 5% à partir de sa réponse à un échelon |
| Savoir discriminer un filtre du premier ordre d’un filtre du second ordre (tangente à l’origine, dépassement) |
| Savoir déterminer les caractéristiques de la fonction de transfert d’un filtre du premier ordre (T0,, ω0) et du second ordre (T0,m, ω0) à partir de sa réponse à un échelon et d’abaques |
| *Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever la réponse d’un système à un échelon* |

|  |  |
| --- | --- |
| Filtrage numérique | Savoir identifier une équation de récurrence récursive ou non récursive |
| Savoir représenter le schéma structurel associé à une équation de récurrence et réciproquement |
| Savoir qu’une équation de récurrence non récursive traduit le fonctionnement d’un filtre à réponse impulsionnelle finie (RIF) |
| Savoir qu’un filtre à réponse impulsionnelle finie (RIF) est toujours stable |
| Savoir qu’un filtre à réponse impulsionnelle infinie (RII) peut-être instable |
| Savoir identifier un filtre numérique stable ou instable à partir de sa réponse impulsionnelle ou indicielle |
| Savoir déterminer la ou les fréquences de coupure à -3 dB à partir de la courbe de l’amplification en fonction de la fréquence ou fréquence réduite |
| Savoir justifier la limite de tracé en abscisse à f=fe/2 ou f/fe = 1/2 de la courbe d’amplification (fe étant la fréquence d’échantillonnage) |
| *Mettre en œuvre un filtre numérique défini à partir d’un cahier des charges et vérifier que la courbe d’amplification (ou courbe de gain) s’inscrit bien dans le gabarit défini dans le cahier des charges* |

|  |  |
| --- | --- |
| Oscilloscope | *Brancher et régler un oscilloscope (déviation verticale, horizontale déclenchement, etc.) pour visualiser un signal (périodique, non périodique, transitoire, trame, etc.)* |
| *Exploiter les modes DC ou AC de l’oscilloscope pour visualiser un signal ou sa composante alternative* |
| Savoir réaliser des mesures à l’oscilloscope en mode automatique et/ou à l’aide de curseurs |
| Savoir utiliser des sondes de tensions et de d’intensités de courants |
| Savoir configurer la fonction Transformation de Fourier Rapide (TFR ou FFT) d’un oscilloscope pour visualiser le spectre d’une tension. |
| Analyseur de spectre | *Brancher et configurer un analyseur de spectre pour visualiser le spectre d’un signal* |
| Multimètre | Savoir utiliser un voltmètre et un ampèremètre et leurs modes de mesure |
| Savoir utiliser un ohmmètre |
| Testeur de câble | *Utiliser un testeur de câble pour réaliser des mesures sur une ligne de transmission* |
| Autres appareils de mesures | *Utiliser tout appareil de mesure adapté à l’analyse des grandeurs d’un système étudié (champ-mètre, caméra thermique, luxmètre, etc.)* |

|  |  |
| --- | --- |
| Banc de tests | Définir le rôle du banc de test dans la validation de tout ou partie d’une carte électronique |
| *Mettre en œuvre un banc de test permettant de valider au moins une caractéristique de la maquette réalisée dans le projet ou dans un système.* |

|  |  |
| --- | --- |
| Mesures et incertitudes | Déterminer le domaine de validité d’une mesure d’après les caractéristiques des appareils utilisés. |
| Savoir définir la justesse et la fidélité d’une mesure |
| Savoir définir et calculer une erreur absolue ou relative |
| Définir l’incertitude-type comme la demi-étendue où la valeur vraie de la grandeur mesurée doit probablement être, avec un niveau de confiance précisé |
| Définir les incertitudes de type A et de type B |
| *Évaluer l’incertitude-type (type A) grâce à une série de mesures automatisée d’une grandeur physique* |
| *Évaluer l’incertitude-type, d’une mesure unique (type B) à partir d’informations sur l’appareil utilisé et de formules fournies.* |
| Maîtriser l’usage des chiffres significatifs et l’écriture scientifique/ingénieur pour écrire un résultat avec l’incertitude-type associée et l’unité correspondante. |
| Arrondir un résultat d’une mesure en cohérence avec l’incertitude-type associée. |
| Comparer une mesure associée à une incertitude-type aux contraintes d’un cahier des charges à respecter. |