Licence de Physique : Mention Instrumentation et mesure

**Semestre -1- volume horaire : 28**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielle  (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | UE : Mathématiques 1 | UEF110 | UEF111 | Algèbre | 1,5 | 1,5 |  |  | 3 | 6 | 1,5 | 3 |  | X |
|  | UEF112 | Analyse | 1,5 | 1,5 |  |  | 3 | 1,5 |
| **2** | UE : Chimie | UEF120 | UEF120 | Chimie générale | 1,5 | 1,5 | 1 |  | 4 | 4 | 2 | 2 |  | X |
|  |
| **3** | UE : Physique 1 | UEF130 | UEF131 | Mécanique 1 | 1,5 | 1,5 | 1 |  | 3 | 6 | 1.5 | 3 |  | X |
|  | UEF132 | Optique géométrique  & instruments | 1,5 | 1,5 | 1 |  | 3 | 1.5 |
| **4** | UE : Physique 2 | UEF140 | UEO140 | Electrostatique | 1,5 | 1,5 | 1 |  | 4 | 4 | 2 | 2 |  | X |
|  |
| **5** | UE : Informatique 1 | UEF150 | UEF150 | Algorithmique & programmation | 1,5 |  | 1,5 |  | 4 | 4 | 2 | 2 | X |  |
|  |
| **6** | UE : Unité transversale | UET160 | UT161  UT162 | Compétence 1  Compétence 2 |  |  |  | 1.5  1.5 | 3  3 | 6 | 1.5  1.5 | 3 | X |  |
| **TOTAL 28h00** | |  | |  | **10,5** | **9** | **5,5** | **3** | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Semestre -2 volume horaire : 27.5**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielle  (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | UE : Mathématiques 2 | UEF210 | UEF211 | Algèbre 2 | 1,5 | 1,5 |  |  | 3 | 6 | 1,5 | 3 |  | X |
| Com : | UEF212 | Analyse 2 | 1,5 | 1,5 |  |  | 3 | 1,5 |
| **2** | UE : Physique 3 | UEF220 | UEF220 | Mécanique 2 | 1,5 | 1,5 | 1 |  | 4 | 4 | 2 | 2 |  | X |
| Com : |
| **3** | UE : Physique 4 | UEF230 | UEF231 | Magnétostatique & Phénomènes d’induction | 1,5 | 1,5 | 1 |  | 3 | 6 | 1.5 | 3 |  | X |
| Com : | UEF232 | Electrocinétique & circuits électriques | 1,5 | 1,5 | 1 |  | 3 | 1.5 |
| **4** | UE : Chimie 2 | UEF240 | UEF241 | Chimie inorganique & cinétique | 1,5 | 1,5 | 1 |  | 4 | 4 | 2 | 2 |  | X |
| Com : | UEF242 |
| **5** | UE : Informatique 2 | UEF210 | UEO211 | Programmation et interfaçage | 1,5 |  | 1 |  | 4 | 4 | 2 | 2 | X |  |
| Com : | UEO212 |
| **6** | UE :  Com : | UET260 | UET261  UET262 | Compétence 1  Compétence 2 |  |  |  | 1.5  1.5 | 3  3 | 6 | 1.5  1.5 | 3 | X |  |
| **TOTAL: 27h50** | | Com : | |  | **10,5** | **9** | **5** | **3** | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Semestre -3 volume horaire : 30.0**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale**  **/ Optionnelle)** | | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité**  **d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle** | **Régime** |
| **continu** | **Mixte** |
| **1** | UE :Mathématiques | UEF310 | UEF311 | | Analyse harmonique et Analyse statistique | 1,5 | 1,5 |  |  | 4 | 4 | 2 | 2 |  | X |
| Com : |  | |
| 2 | UE : Electronique | UEF320 | UEF321 | Electronique analogique | | 1,5 | 1,5 | 1 |  | 3 | 6 | 1.5 | 3 |  | X |
| Com : | UEF322 | Electronique numérique | | 1,5 | 1,5 |  |  | 3 | 1,5 |  | X |
| 3 | UE : Thermodynamique et Transferts thermiques | UEF330 | UEF331  UEF332 | | Thermodynamique | 1,5 | 1,5 | 1 |  | 3 | 6 | 1.5 | 3 |  | X |
| Transferts thermiques | 1.5 | 1,5 |  | 3 | 1,5 |  | X |
| 4 | UE : Electromagnétisme / Métrologie | UEF340 | UEF340 | | Electromagnétisme | 1.5 | 1,5 | 1 |  | 3 | 6 | 1.5 | 3 |  | X |
|  | UEF341 | | Métrologie | 1.5 | 1,5 |  | 3 | 1.5 |  | X |
| **5** | UE : Activités Pratiques | UEP350 |  | | Stage, prototypage, travail sur terrain, Projet Personnel, …. |  |  | 3 |  | 4 | 4 | 2 | 2 | X |  |
| **6** | UE :  Com : | UET360 | UET361  UET362 | | Compétence 1  Compétence 2 |  |  |  | 1.5  1.5 | 2  2 | 4 | 1  1 | 2 | X |  |  |  | UEO112 | **option 2** |  |  | 1 | 1,5 | 3 |  | 1.5 |  |  | x |
| **TOTAL = 30h00** | | | | | | **10,5** | **10.5** | **6** | **3** | 30 | 30 | 15 | 15 |  |  |

**Semestre -4- Volume horaire 30h0**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale**  **/ Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité**  **d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle** | **Régime** |
| **continu** | **Mixte** |
| **1** | UE :Automatique/Alimentation  Com : | UEF410 | UEF411 | Automatique | 1,5 | 1,5 | 1,5 |  | 4 | 6 | 2 | 3 |  | X |
| UEF412 | Les alimentations Electroniques | 1.5 |  |  |  | 2 | 1 |  | X |
| **2** | UE : Physique des ondes / Concepts quantiques  Com : | UEF420 | UEF421 | Physique des ondes | 1.5 | 1,5 | 1,5 |  | 4 | 6 | 2 | 3 |  | X |
| UEF422 | Concepts quantiques | 1.5 | 1,5 |  |  | 2 | 1 |  | x |
| **3** | UE : Traitement de signal/ | UEF430 | UEF431  UEF432 | Traitement de signal | 1,5 | 1,5 |  |  | 4 | 6 | 2 | 3 |  | x |
| Capteurs  Com : | Capteurs et actionneurs | 1.5 |  | 1,5 |  | 2 | 1 | X |
| **4** | UE : Options de parcours | UEO450 | UEO451 | Option 1 | 1.5 |  | 1,5 |  | 2 | 4 | 1 | 2 |  | X |
| Com : | UEO452 | Option 2 | 1.5 |  |  |  | 2 | 1 |  | X |
| **5** | UET :  Com : | UET460 | UET461  UET462 | Compétence 1  Compétence 2 |  |  |  | 1.5  1.5 | 3  3 | 6 | 1.5  1.5 | 3 | X |  |
| 6 | UEF : Activités Pratiques | UEF440 | UEF441 | Stage, prototypage, travail sur terrain, Projet Personnel,…. |  |  | 3 |  |  | 4 | 2 | 2 | X |  |
| **TOTAL = 30h00** | | | | | **12** | **6** | **9** | 3 | 30 | 30 | 15 | 15 |  |  |

**Semestre -5- Volume horaire 30h00**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale**  **/ Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité**  **d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle** | **Régime** |
| **continu** | **Mixte** |
| **1** | UE : Automatisme/hyperfréqu | UEF510 | UEF511 | Automate Programmable Industriel : API | 1.5 |  | 1 |  | 3 | 6 | 1.5 | 3 |  | X |
| Com : | UEF512 | Hyperfréquences | 1,5 | 1,5 |  |  | 3 | 1.5 |  | X |
| **2** | UE : Electronique Industriel | UEF520 | UEF521 | Electronique de puissance | 1.5 | 1,5 | 1 |  | 3 | 6 | 1.5 | 3 |  | X |
| Com : | UEF522 | Electrotechnique | 1.5 | 1,5 |  |  | 3 | 1.5 |  | X |
| 3 | UE : Disopistifs à Semiconducteurs et instrumentations | UEF530 | UEF531  UEF532 | Dispositifs à semiconducteurs | 1.5 | 1,5 | 1 |  | 3 | 6 | 1.5 | 3 |  | X |
| Electronique d’instrumentation I | 1.5 | 1,5 |  | 3 | 1.5 |  | X |
| **4** | UE : Options de parcours | UEO550 | UEO551 | Option 1 | 1.5 |  | 1,5 |  | 2 | 4 | 1 | 2 |  | X |
| Com : | UEO552 | Option 2 | 1.5 |  |  |  | 2 | 1 |  | X |
| **5** | UET :  Com : | UET560 | UET561  UET562 | Compétence 1  Compétence 2 |  |  |  | 1.5  1.5 | 2  2 | 4 | 1  1 | 2 | X |  |
| 6 | UE : Activités pratiques | UEF540 | UEF541 | Stage, prototypage, travail sur terrain, Projet Personnel, …. |  |  | 3 |  | 4 | 4 | 2 | 2 | X |  |
| **TOTAL = 30h00** | | | | | **12** | **7.5** | **7,5** | 3 | 30 | 30 | 15 | 15 |  |  |

**Semestre -6- Volume horaire 30h00**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale**  **/ Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielles (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité**  **d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle** | **Régime** |
| **continu** | **mixte** |
| **1** | UE : Analyse numerique/Qualité | UEF610 | UEF611 | Technique d’analyse numérique | 1.5 |  | 1,5 |  | 2 | 5 | 1 |  |  | x |
| Com : | UEF612 | Qualité et contrôle statistique | 1.5 | 1,5 |  |  | 3 | 1.5 | 2.5 |  | x |
| **2** | UE : Instrumentation/CAO | UEF620 | UEF621  UEF622 | CAO | 1.5 |  | 1,5 |  | 2 | 5 | 1 | 2.5 |  | X |
| Com : | Electronique d’instrumentation 2 | 1.5 | 1,5 |  |  | 3 | 1.5 |  | X |
| 3 | UE : Programmation avancée | UEF630 | UEF631  UEF632 | Programmation des sytèmes embarqués | 1.5 |  | 1.5 |  | 3 | 6 | 1.5 | 3 |  | X |
| Com : | Bus et interfaces | 1.5 |  | 1.5 |  | 3 | 1.5 |  | X |
| 4 | UE : Options de parcours | UEO650 | UEO651 | Option 1 |  |  |  | 1.5 | 2 | 4 | 1 | 2 |  | x |
| Com : | UEO652 | Option 2 |  |  |  | 1.5 | 2 | 1 |  | x |
| **5** | UET :  Com : | UET660 | UET661  UET662 | Compétence 1  Compétence 2 |  |  |  | 1.5  1.5 | 2  2 | 4 | 1  1 | 2 | X |  |
| **6** | UE : Activités pratiques | UEF640 | UEF641 | Stage, prototypage, travail sur terrain, Projet Personnel, …. |  |  | 6 |  | 6 | 6 | 3 | 3 | x |  |
| **TOTAL = 30h00** | | | | | **9** | **3** | **12** | 6 | 30 | 30 | 15 | 15 |  |  |

**CONTENUS DES PROGRAMMES DE LA LICENCE PHYSIQUE : INSTRUMENTATION ET MESURES**

**Unités du Semestre S1**

Titre du Module : Analyse 1

Volume horaire :42heures (21 h : Cours, 21 h : TD) Crédits :3 Coefficient:1.5 Semestre: S1

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre :Corps des reels** |
| **Chapitre 2** | **Titre: Suites numériques**   * **Suites** Arithmétiques, * Suites géométriques et de Cauchy, * convergence, * critères deconvergence |
| **Chapitre 3** | **Fonctions d'une variable réelle à valeur réelle** :   * Limites, * continuité, * dérivées, dérivée de fonctioncomposée, * théorème des accroissementsfinis, * formules deTaylor. |
| **Chapitre 4** | **Titre : Fonctions à plusieurs variables réelles à valeur réelle**   * Continuité, * dérivéespartielles, * extrema, * formule de Taylor à l’ordre 2 etplus   . |

Titre du Module :Algèbre 1

Volume horaire :42heures (21 h : Cours, 21 h : TD) Crédits :3 Coefficient:1.5 Semestre: S1

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Groupe, anneau, corps,** |
| **Chapitre 2** | **Notions sur les polynômes** |
| **Chapitre 3** | **Notions sur les fractions rationnelles** |
| **Chapitre 4** | **Espacesvectoriels**   * *sous-espaces,* * *familleslibres,* * *bases des espaces de dimensionfinie* * *espacevectoriel defonctions* |

Titre du Module : Mécanique 1

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD, 14h : TP ) Crédits :3 Coefficient:2 Semestre: S1

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Pré requis et outils mathématiques**   * Calcul vectoriel : produit scalaire (norme), produit vectoriel, Fonctions à plusieurs variables,dérivation * Analyse vectorielle : les opérateurs gradient,rotationnel,… * Les systèmes de coordonnées : le système cartésien, cylindrique et sphérique (expliquer leur intérêt en physique en général et en mécanique enparticulier) |
| **Chapitre 2** | **Titre :Cinématique du point matériel**   * Notion de référentiel et de repérage d’un pointmatériel * Définition du vecteur vitesse et son expression dans les différents systèmes de coordonnées (système cartésien, cylindrique et sphérique) * Définition du vecteur accélération et son expression dans les différents systèmes de coordonnées (système cartésien, cylindrique etsphérique) * DéfinitiondelabasedeSerret-Frenet:Notiond’abscissecurviligneetsasignification,expressiondelavitesseetde   l’accélération dans la base de Serret-Frenet, notion de vecteur tangent et normal, définition du rayon de courbure et du centre de courbure (à chaque fois, la signification physique de chaque grandeur sera précisée). |
| **Chapitre 3** | **Titre : Changement de référentiel-Composition des mouvements**   * Notion d’observateur, Définitions des vecteurs position, vitesse et accélération par rapport à deux référentiels différents : Interprétationphysique * Relation entre les vecteurs vitesse définis par rapport à deux référentiels différents : loi de composition des vitesses : Interprétationphysique * Relation entre les vecteurs accélération définis par rapport à deux référentiels différents : loi de composition des accélérations : Interprétation physique |
| **Chapitre 4** | **Titre :Dynamique du point matériel**   * Les lois de Newton : Principe fondamental de la dynamique et notion de référentielgaliléen * Approfondissement de la notion de référentiel galiléen : exemples de référentiels galiléens par rapport à unmouvement prédéfini * Principe fondamental par rapport à un référentiel non galiléen : notion de forcesd’inertie * Théorème du moment cinétique * Notion de travail et de puissance d’une force par rapport à unréférentiel * Notion de mouvement sansfrottements * Théorèmes énergétiques : théorème de l’énergie cinétique, théorème de l’énergiemécanique |

Titre du Module : Optique géométrique & instrumentation

Volume horaire :56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD, 14h : TP) Crédits :3 Coefficient:2 Semestre: S1

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Fondements de l'optiquegéométrique**   * Notions sur les ondes, longueur d'onde, plans d'onde, indice de réfraction d'unmilieu * Principe de propagation rectiligne de lalumière * limite de validité de l'optiquegéométrique * chemin optique et principe deFermat * Lois de Descartes et application à l’étude d’un prisme |
| **Chapitre 2** | **Formation des images**   * Objets et images * aplanétisme * systèmes centrés dans l'approximation deGauss * notion destigmatisme |
| **Chapitre 3** | **Systèmes optiques à faces sphériques**   * Miroirssphériques application au miroirs plans * dioptressphériques et application aux dioptres plans * Donner les formules de conjugaison dans l'approximation deGauss sans les établir * lentillesminces * formules de conjugaison et de grandissement d'une lentillemince * constructiond'images |
| **Chapitre 4** | Instrumentation   1. Loupe 2. Oeil 3. Telescope 4. Microscope |

Titre du Module :Electrostatique

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD, 14 h : TP) Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S1

|  |  |
| --- | --- |
| **Partie A: Distribution de charges ponctuelles** | |
| **Chapitre 1** | **Titre : Charge électrique et interaction électrostatique**   Electrisation et charges électriques   Force d’interaction électrostatique-Loi de Coulomb   Applications |
| **Chapitre 2** | **Titre : Champ et potentiel électrostatiques**   Champ crée par: une charge ponctuelle, un système de charges   Circulation du champ électrostatique, potentiel électrostatique   Relation entre champ et potentiel électrostatiques   Applications |
| **Chapitre 3** | **Titre : Dipôle électrostatique**   Dipôle électrostatique isolé : définition, moment dipolaire, potentiel électrostatique, champ électrostatique, lignes de champ et surfaces équipotentielles   Dipôle dans un champ extérieur |
| **Partie B: Distribution de charges continues** | |
| **Chapitre 4** | Titre : Flux du champ électrostatique – Théorème de Gauss   Distribution continue de charges-Densité de charges   Flux du champ et théorème de Gauss   Notion de symétries   Application du théorème de Gauss au calcul du champ électrostatique   Exemples d’application   Relations de passage   Equations locales du champ et du potentiel |
| **Partie C: Energie et conducteurs électrostatiques** | |
| **Chapitre 5** | **Titre : Energie électrostatique**   Energie potentielle d’interaction d’un système de charges ponctuelles,   Energie électrostatique d’une distribution continue de charges |
| **Chapitre 6** | **Titre : Les conducteurs en équilibre électrostatique**   Conducteur en équilibre électrostatique : Généralités, propriétés d’un conducteur en équilibre électrostatique, champ au voisinage d’un conducteur en équilibre (théorème de Coulomb), pression électrostatique, pouvoir des pointes   Systèmes de conducteurs en équilibre électrostatique-Influence électrostatique   Coefficients de capacité et d’influence d’un système de conducteurs en équilibre-les condensateurs, Associations de condensateurs. |

Titre du Module : Algorithmique programmation

Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TP) ,Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S1

**Algorithmique et programmation**

Ce cours présente une introduction conceptuelle et pratique à la programmation, illustrée par Java ou Python. Le cours couvrira les principes généraux de la programmation dans des cadres impératifs. Après avoir suivi le cours avec succès, les étudiants seront en mesure de développer des programmes prenant en charge l’expérimentation, la simulation et l’exploration dans d’autres parties du programme d’informatique (par exemple, la capacité de mettre en œuvre, de tester et d’observer un algorithme particulier.

**Semestre 1**

**I Environnementinformatique:**

* architecture d'un environnementinformatique
* systèmed'exploitation
* structure desfichiers
* éditeur de texte
* compilateur

Applications

**II Constituants des langages de programmation**

* Types, expressions, constantes ; types structurés
* Variables ; instructions d'affectation, d'entrées-sorties ;
* Composition des instructions : séquentielle, conditionnelle et itérative.
* Structuration des programmes
* Structuration de données à l'aide de tableaux

Applications

**III Introduction à l’Algorithmique**

* Elémentsd'algorithmique
* Logiquebooléenne
* Conditionnement d’un algorithme, notion de boucles itératives
* Structures de contrôle
* Introduction aux fonctions et procédures

Applications

Titre du Module : Chimie générale

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD, 14 h : TP) Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S1

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre :Notions d’atomistique**   * L'atome, le tableaupériodique * rayonnement et excitation desatomes. * Principes physiques du modèle deBohr, * insuffisance du modèle classique et présentation du modèlequantique. * Atomed'hydrogène et polyélectronique. * Configuration électronique et remplissage des orbitales (principe Aufbau, règle de Hund, postulat dePauli). |
| **Chapitre 2** | **Titre: Introduction à la chimie des solutions**   * Acides et bases en solutionaqueuse. * Equilibresd’oxydo-réduction. * Piles. |
| **Chapitre 3** | **Introduction à la Thermodynamiquechimique**   * Grandeursthermodynamiques * Principes de lathermodynamique * Application du premier et deuxième principe aux réactions chimiques: * grandeurs de réaction, potentiel chimique principe d’évolution etd’équilibre |

# Unité du Semestre S 2

Titre du Module : Analyse 2

Volume horaire :42heures (21 h : Cours, 21 h : TD) Crédits :3 Coefficient: 1.5 Semestre: S2

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre :Fonctionsanalytiquesusuelles**   * Fonctionexponentielle, * Fonctionlogarithmique, * Fonctionhyperbolique, * Fonctionréciproque * Etc |
| **Chapitre 2** | **Titre :Développementslimités** |
| **Chapitre 3** | **Titre : Primitives et intégrales**   * Introduction à la notion d'intégrale à l'aided'aire, * théorèmefondamental del'analyse, * calcul de primitives, * intégration des fractionsrationnelles, * techniques de calcul des primitives |
| **Chapitre 4** | **Titre : Notions sur les courbes paramétrées élémentaires et les courbes polaires** |
| **Chapitre 5** | **Titre :Equations différentielleslinéaires** |

Titre du Module : Algèbre 2

Volume horaire :42heures (21 h : Cours, 21 h : TD) Crédits :3 Coefficient: 1.5 Semestre: S2

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre: Applications linéaires,**   * Homomorphisme, * endomorphismes, * matrices, changement de base * Théorème du rang,déterminant. |
| **Chapitre 2** | **Titre :Diagonalisation des matrices.**   * *Valeurspropres,* * *vecteurspropres,* * *matrices depassage* |
| **Chapitre 3** | **Titre :Systèmeslinéaires** |

Titre du Module : Mécanique 2

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD, 14 h : TP ) Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S2

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre1** | **Titre :** .Système de deux points matériels   1. Dynamique et notion de particule fictive 2. Collision entre deux points matériels  * Lois de conservation, choc à une dimension : chocs élastiques et chocs mous, chocs élastiques à deuxdimensions * Applications |
| **Chapitre2** | **Titre :**Interaction de gravitation   * Loi d’attraction universelle, champ de potentiel de gravitation, énergie potentielle degravitation * Application aux mouvements desplanètes |
| **Chapitre3** | **Titre :**Oscillateursharmoniques   * Description dumouvement * Etudeénergétique * Analogieélectromécanique |
| **Chapitre4** | **Titre :** Oscillations libres, amorties et forcées   * Mise enéquation etcaractéristiques * Analogieélectromécanique |

Titre du Module: Magnétostatique et phénomènes d'induction

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD, 14 h : TP) Crédits :3 Coefficient: 1.5 Semestre: S2

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre: Courants et conducteurs**   * Densité decourant * Equation decontinuité, * Loid’Ohm. |
| **Chapitre 2** | **Titre: Champ magnétique**   * Loi de Biot etSavart, * théorèmed’Ampère, * calcul de champs magnétiques créés par des courantspermanents, * potentielvecteur, * équations locales de lamagnétostatique |
| **Chapitre 3** | * **TitrePhénomènesd’induction** * Phénomènes d’induction (circuit dans un champ magnétique variable et circuit mobile dans un champmagnétique permanent), * force deLaplace, * théorème deMaxwell, * énergiemagnétique, * application aux circuitscouplés |

Titre du Module : Electrocinétique & circuits électriques

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD, 14 h : TP ) Crédits : Coefficient: 1.5 Semestre: S2

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Les circuits électriques**  Courant, tension: (Vecteur densité de courant, courant électrique, résistivité, lois d'Ohm, lois de Joule...) Les dipôlesélectriques (actifs, passifs....)   * Point de fonctionnement Lois de Kirchoff (lois des nœuds, lois desmailles) |
| **Chapitre 2** | **Théorèmesgénéraux**   * Théorème de Millemann, Théorème de superposition, Théorème Thèvenin, Théorème de Norton, ThéorèmeKennely. |
| **Chapitre 3** | **Régimes transitoire**   * **Dipôles en régime transitoire**; Relations courant tension et dipôles passifs linéaires en régime variable; * Systèmes du premier ordre ; Système du second ordre * Circuit LC, Circuit RL et Circuit RLC série. * Régime forcé du système ; Particularités des systèmes du secondordre |
| **Chapitre 4** | **Régime Sinusoïdal**   * Notion d'impédancecomplexe * Propriétés et représentation ; Représentation des grandeurs sinusoïdales (Fresnel) ; Dipôles passifs en régime sinusoïdal (RLC) ; Puissance dissipée dans les dipôles passifs ; Adaptation d'impédance enpuissance * 1 et 2 ordre Résonance, amortissement, facteur de qualité, facteur depuissance |
| **Chapitre 5** | **Quadripôleslinéaires**   * Représentation matricielle des quadripôles (matrices impédance, admittance, hybride h et g, signification physiquesdes paramètres, schéma équivalents, quadripôles réciproque etsymétriques) * Quadripôles en charge (impédance d'entrée et de sortie, gain en courant, tension et enpuissance) * Association |
| **Chapitre 6** | **Filtrespassifs**   * Etude de fonctions de transfert ( gain en dB, diagramme de Bode, fréquence de coupure)1 et 2ordre * Applications (filtre passe haut,filtre passebas,.....) |

**Titre du Module: Chimie Inorganique et introduction à la cinétique chimique**

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21 h : TD, 1 H : TP) Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S2

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Chimie Inorganique**  *Propriétés physique et chimique des éléments. Evolution dans le tableau périodique. Nomenclature et structure des composés inorganiques.*  *Les produits inorganiques dans la vie quotidienne. Complexes des métaux de transition.*  *Réactions de substitution.*  *Notions sur les cristaux*  **Introduction à la cinétique chimique**  *Cinétique formelle et méthodes expérimentales de la cinétique* |

Titre du Module : Programmation et interfaçage

Volume horaire : 35 heures (21 h : Cours, 14 h : TP) Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S2

**IV Démarche de programmation**

* De l'énoncé à un algorithme : spécification, analyse descendante
* mise en œuvre sur machine : codage, tests.

Applications

**V Les instructions simples. Les structures conditionnelles. Les structures itératives**

* instruction d’affectation Instruction de lecture ou d’entrée , Instruction d’écriture ou de sorties
* Structures conditionnelles simples Structures conditionnelles à choix multiples
* La structure « Pour ….. faire…….Fin pour ». La structure « Répéter …. Jusqu’à » La structure « Tant que…Faire……..Fin tant que »

Applications

**VI Les sous-programmes. La récursivité**

* Les procédures. Les fonctions. Paramètres d’une fonction
* Notion de récursivité. Etude d’un exemple. Interprétation. Mécanisme de fonctionnement de la récursivité

Applications

**Unités du Semestre S3**

Titre du Module : Analyse harmonique et Analyse statistique

Volume horaire : 35 heures (21 h : Cours, 21 h : TD) Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S3

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Compléments d’analyse :**   * Intégrale généralisée * Série numérique * Séries de Fourier * Transformée de Fourier continue * Transformée de Fourier discrète * Théorème de Bessel Plancherel |
| **Chapitre 2** | **Analyse temps-fréquence**   * Principe d’analyse temps-fréquence * Transformée de Fourier à fenêtre * Limitation |
| **Chapitre 3** | **Compléments de probabilités**   * Lois usuelles (binominale, Poisson, exponentielle, normales...) * Variables aléatoires * Distribution * Propriétés des espérances et des variances |
| **Chapitre 4** | **Statistiques différentielles**   * lois d’échantillonnage * estimations * tests d’hypothèse * régression * corrélation * Variables, données statistiques et tableaux * Statistique descriptive |

Titre du Module : Electronique analogique

Volume horaire : 49 heures (21 h : Cours, 21h : TD, 14 h : TP) Crédits :3 Coefficient: 1.5 Semestre: S3

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Les circuits à diodes**   * Introduction (jonction P-N) * Modélisation de la diode (modèle réel, modèle linéaire, modèle idéal) * Régime statique (Caractéristique I-V, point de fonctionnement) * Régime dynamique (Redressement, Ecrêtage, doubleur de tension) * Diodes Zener (stabilisation), diodes électroluminescentes |
| **Chapitre 2** | **Titre : Le transistor bipolaire utilisé en amplification**   * Introduction (jonction PNP, jonction NPN, symboles) * Caractéristiques statiques (Réseau de caractéristiques d’entrée, caractéristiques de transfert en tension, caractéristiques de transfert en courant et caractéristiques de sortie) * Les circuits de polarisation (droite d’attaque, droite de charge statique, point de fonctionnement) * Le transistor en régime dynamique (schéma équivalent, paramètres hybrides * Différents types de montage amplificateurs (Emetteur commun, Collecteur commun, base commune) |
| **Chapitre 3** | **Titre : Le transistor à effet de champ**   * Introduction (transistor canal N et transistor canal P, symboles) * Réseaux de caractéristiques (caractéristique de sortie : ***IDS=f(VDS),*** caractéristique de transfert ***IDS=f(VGS))*** * Circuit de polarisation (droite de charge, droite d’attaque, point de repos) * Etude dynamique (schéma équivalent, Transconductance, résistance dynamique) * Différents types de montage |
| **Chapitre 4** | **Titre : Amplificateur opérationnel**   * Généralités (Amplificateur différentiel, étage d’entrée, étage de sortie, symbole, gain en tension, tension de décalage) * Amplificateurs de tension * Calculateurs analogiques (Additionneur, intégrateur, comparateur, …) * Convertisseurs (courant-tension, tension-courant) * Circuits spéciaux (suiveur, trigger, …) |
| **Chapitre 5** | **Titre : Réponse fréquentielle**   * Filtres passifs et actifs (filtre passe-bas, passe-haut, passe bande, réjecteur de bande) * Diagramme asymptotique de Bode (amplitude et phase) |

Titre du Module : Electronique Numérique

Volume horaire : 49 heures (21 h : Cours, 21h : TD, 07 h : TP) Crédits :3 Coefficient: 1.5 Semestre: S3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Systèmes de numération**  - Le système décimal  - Le système binaire  - Le système octal  - Le système hexadécimal  - Conversion d’un système de numération à un autre :  - *De la base B vers la base 10*  *- De la base 10 vers la base B*  *- De la base 2n vers la base 2*  Les codes binaires : code BCD, code majoré de 3, code de Gray  Conversion binaire → Gray ; Conversion Gray → binaire |  |
| **Chapitre 2** | **Les opérations binaires**  - Addition de deux entiers positifs  - Représentation des nombres entiers signés : Notation en complément à 1, Notation en complément à 2  - Addition en complément à 2  - Soustraction: complément à 2  - Multiplication de nombres binaires  - Multiplication en complément à 2  - Division binaire |  |
| **Chapitre 3** | **La logique combinatoire**  - Variable logique, Notion d'opérateur logique, table de vérité  - Opération d'ordre 1 : fonction d'une variable : Porte NON  - Opération d'ordre 2 : fonction à deux variables : Porte ET, OU  - Propriétés des opérations logiques élémentaires : *Théorème d'idempotence* , *théorème des constantes*, *théorème de complémentation, théorème de commutativité* , *théorème de distributivité* , *théorème d'associativité* , *relation d'absorption*, *théorème de consensus*  - Opérateurs complets: théorème de Morgan, fonctions NAND, fonctions NOR  - Systèmes combinatoires universels: formes canoniques: mintermes, maxtermes, fonction logique universelle, fonction OU-EXCLUSIF, *théorème d'associativité,* fonction majorité |  |
| **Chapitre 4** | **Représentation et simplification des fonctions logiques**  Diagramme de Karnaugh, Simplification des fonctions logiques, Minimisation des fonctions logiques par le diagramme de Karnaugh, Cas des fonctions contenant des termes indifférents : fonctions incomplément définies |  |
| **Chapitre 5** | **Applications simples de la logique combinatoire**  Aiguilleurs, démultiplexeur, décodeur, multiplexeur, encodeur de priorité, circuits arithmétiques: demi-additionneur-aditionnaire, mémoires  Réalisation d’une fonction logique combinatoire |  |
| **Chapitre 6** | **LOGIQUE SEQUENTIELLE**  **LES BASCULES**  - Circuits logiques séquentiels : circuits séquentiels asynchrones, circuits séquentiels synchrones  - Les bascules :bascule RS (RSH), bascule à verrouillage (D-latch), bascules maître-esclave, bascule JK, bascule D synchrone  bascule T. |  |

Titre du Module : Thermodynamique

Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21h : TD, 07 h : TP) Crédits :3 Coefficient: 1.5 Semestre: S3

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Notions et grandeurs thermodynamiques**   * Notion de température * Définitions relatives au système * Notion de principe * Les gaz parfaits * Notions mathématiques |
| **Chapitre 2** | **Le premier principe de la thermodynamique**   * Notion d’énergie interne * Les échanges d’énergie * Enoncé du premier principe |
| **Chapitre 3** | Le second principe de la thermodynamique, la fonction entropie S   * Enoncé de second principe de la thermodynamique * L’entropie * Bilan entropique * Entropie du gaz parfait * Diagramme entropique du gaz parfait * Troisième principe de la thermodynamique |
| **Chapitre 4** | **Application des deux principes aux machines**   * Classification des systèmes thermiques * Machines thermiques dithermes * Machine idéale : Cycle de Carnot * Le moteur à combustion interne * Les machines frigorifiques |
| **Chapitre 5** | **Introduction sur le Changement de Phase d’un Corps Pur**   * Digramme d’équilibre * Les échanges thermiques lors du changement de phase * La formule de Clapeyron |

Titre du Module : Transferts thermiques

Volume horaire : 56 heures (21 h : Cours, 21h : TD, 14 h : TP) Crédits :3 Coefficient: 1.5 Semestre: S3

Titre du Module : Electromagnétisme

Semestre 3 Volume horaire : 49 h (21h : Cours, 21 h : TD 7h : TP) Crédits : 3

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Régimes variables - Equations de Maxwell dans le vide**   * **Rappels sur les équations de Maxwell en régime statique** * **Rappels sur les phénomènes d’induction électromagnétique** * Equations de Maxwell en régime variable **(contenu physique,** équation de conservation de la charge) * **Relations de passage des composantes des champs E et B** * Equations vérifiées par le potentiel scalaire et le potentiel vecteur, notion de jauge * Résolution des équations aux potentiels avec la jauge de Lorentz (Potentiel retardé, Approximations des régimes quasi stationnaires) * Energie électromagnétique |
| **Chapitre 2** | **Ondes Electromagnétiques dans le vide**   * Equations de Maxwell dans le vide et loin des sources (en l’absence de charges et de courants) * Equation d’onde * Résolution de l'équation d'onde : onde plane, onde sphérique * Ondes électromagnétiques planes progressives monochromatiques (spectre électromagnétique), Notation complexe * Energie électromagnétique (Bilan énergétique, Vecteur de Poynting) * Polarisation d’une onde plane progressive harmonique |

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 3** | **Titre: Introduction aux milieux matériels**   1. **Milieux diélectriques et polarisation en régime statique**  * Description macroscopique d'un milieu diélectrique * Vecteur polarisation, charges et courants de polarisation, vecteur induction électrique 𝐷⃗ * Permittivité et susceptibilité électrique dans les milieux linéaires homogènes et isotropes * Champs microscopiques et macroscopiques et équations locales pour 𝐷⃗ et 𝐸⃗ * Relation de continuité (ou de passage) des champs 𝐷⃗ et 𝐸⃗  1. **Milieux magnétiques et aimantation en régime statique**  * Description macroscopique d'un milieu magnétique, * Vecteur excitation magnétique, vecteur aimantation, charges et courants d’aimantation * Perméabilité et susceptibilité magnétiques dans les milieux linéaires homogènes et isotropes * Equations locales pour 𝐻⃗ et 𝐵⃗ , relations de passage * Notions sur les milieux magnétiques (paramagnétisme, diamagnétisme, ferromagnétisme, …) |
| **Chapitre 4** | **Titre: Propagation des ondes électromagnétiques planes dans les milieux linéaires, homogènes et isotropes non magnétiques globalement neutres (Dispersion, absorption)**   * Equations de Maxwell dans un milieu matériel (équation de dispersion, Constante diélectrique) * Onde électromagnétique plane dans un milieu diélectrique linéaire homogène et isotrope, notion d'indice de réfraction complexe, dispersion et absorption dans un milieu diélectrique, * Propagation dans un milieu LHI dans le cadre du Modèle de l'électron élastiquement lié : milieu diélectrique parfait (isolant), milieu conducteur, plasma. |
| **Chapitre 5** | **Titre : Propagation des ondes EM dans les milieux matériels limités (Réflexion, réfraction)**   * Conditions aux limites à l’interface de deux diélectriques, * lois de Snell-Descartes * Onde polarisée dans le plan d’incidence, onde polarisée perpendiculairement au plan d’incidence * Coefficients de Fresnel et facteurs de réflexion et de transmission en amplitude et en énergie |

**Titre : METROLOGIE**

Volume horaire : 49h (21h : Cours, 21 h : TD 7h : TP) Crédits : 3 Semestre: S3

**Pré-requis :**

###### *Des connaissances élémentaires en physique sont obligatoires : Optique, Mécanique, Thermodynamique, Electronique…etc,*

###### *Des connaissances élémentaires en mathématiques générales sont obligatoires.*

###### *Des connaissances élémentaires en statistique et en probabilité sont obligatoires.*

**Objectif.**

###### *L’objectif essentiel du module est de :*

###### *Savoir analyser, interpréter, présenter un résultat de mesure sous la forme : valeur numérique, unité, incertitude ;*

###### *Apprendre à évaluer l’influence des principales étapes d’un procédé de mesure d’une grandeur physique sur les performances de l’instrument ;*

###### *Des réponses concrètes aux problèmes posés par l’estimation des incertitudes liées aux opérations d’étalonnage*

**Détails du module cours « Métrologie ».**

###### - *Chapitre 1 : Grandeurs physiques*

* Grandeur Mesurable et Grandeur repérable ;
* Systèmes d’unités ; Invariance d’une grandeur ;
* Equation aux unités ; Equation aux dimensions ;
* **Chapitre 2 : Notions d’erreurs, Correction et Incertitude**

###### *Erreur aléatoire ;* *Erreur systématique ;* *Correction ;*

* Incertitude : incertitude évaluée par des méthodes de type A et de type B.

**- Chapitre 3 : Incertitudes de mesure**

###### *Loi de combinaison des variances pour une grandeur propagée linéairement ;*

* Présentation des résultats de mesure de cas concrets.

**- Chapitre 4 : Estimateurs**

* Estimation de l’Espérance Mathématique : Valeur moyenne ;
* Estimation de la variance et Ecart type Expérimental ;
* Loi de propagation des incertitudes.
* Covariance et coefficient de corrélation linéaire ;
* **Chapitre 5 : Expression du résultat final d’une mesure**
* Loi de propagation généralisée des incertitudes ;
* Démarche structurée l’estimation d’une incertitude de mesure ;
* Les différentes lois de probabilité : loi Uniforme, loi Normale, loi Dérivée-Arcsinus, loi Triangulaire ;
* Applications aux différents mesurandes : longueur, résistance électrique, force mécanique, température, courant électrique,…etc.
* **Chapitre 6 : Tests statistiques**
* Tests statistiques, tests paramétriques et non paramétriques, théorème de la limite centrale,
* Intervalle de confiance pour l’espérance mathématique, intervalle de confiance pour la variance.
* **Chapitre 7 : Méthodes des Moindres Carrés**
* Théorème de Gauss,
* Estimation par la méthode des moindres carrés de la pente et de l’ordonnée à l’origine d’une droite,
* Estimation des variances sur la pente et l’ordonnée à l’origine,
* Estimation de la covariance sur la pente et l’ordonnée à l’origine.

**Détails des Travaux Dirigés « Métrologie » :**

###### *Les contenus des travaux dirigés sont définis autour de la thématique « Mesure des grandeurs physiques » peuvent constituer les supports théoriques du module associé aux travaux pratiques.*

**Détails du module de Travaux Pratiques « Métrologie » :**

L’étudiant est appelé pendant la séance des travaux pratiques à maîtriser les différentes techniques d’étalonnage des différents dispositifs de mesure tout en définissant les corrections et les incertitudes associées :

* Etalonnage de capteurs de mesure de température,
* Etalonnage des balances de pesage,
* Etalonnage des pieds à coulisse et des micromètres,
* Etalonnage des multimètres :
* en tension continue et alternative,
* en courant continu et alternatif
* en résistance électrique.
* Etalonnage et caractérisation des débitmètres, etc.

Titre du Module : Anglais

Volume horaire : 21 heures (21 h : cours) Crédits :2 Coefficient: 1 Semestre: S3

|  |  |
| --- | --- |
| **Objectif :** Ce cours de préparation au TOEIC (Test of English for International Communication) permet aux étudiants d’acquérir des capacités de compréhension orale et écrite en anglais utiles dans le domaine professionnel. | |
| **Partie A** | **Mise à niveau de l’ensemble des étudiants** |
| **Partie B** | **Les bases fondamentales de la longue anglaise** |
| **Partie C** | **Entrainement à l’oral: Comprendre et savoir se faire comprendre** |
| **Partie D** | **Entrainement à l’écrit : Lire et écrire d’une façon compréhensible** |
| **Partie E** | **Tests TOEIC** |

Titre du Module : Techniques de communication 3

Volume horaire : 14 heures (14 h : cours) Crédits :2 Coefficient: 1 Semestre: S3

|  |  |
| --- | --- |
| **Objectif :** L’étudiant doit avoir les connaissances nécessaires pour faire face à diverses situations de communication qu’il rencontrera dans le monde du travail. | |
| **Discriptif et contenu** | L’étudiant doit atteindre, à la fin de sa formation académique, le niveau 1 et 2 du cadre européen commun de référence pour les langues qui est le niveau de compétence d’un utilisateur « expérimenté » (DALF). L’apprenant de niveau L 2 doit communiquer aisément et spontanément : il peut, désormais avec aisance, gérer une conversation, argumenter et négocier. L’apprenant est ainsi un utilisateur expérimenté : il peut comprendre une grande gamme de textes longs et complexes, ainsi que saisir des significations implicites. Il doit être capable de s’exprimer spontanément et convenablement Il doit utiliser la langue aisément dans sa vie sociale, professionnelle ou académique |

**Unités du Semestre S4**

Titre du Module : Automatique

Volume horaire : 49 heures (21 h : cours, 21h :TD, 07h : TP ) Crédits : 4 Coefficient: 2 Semestre: S4

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Modélisation des systèmes linéaires invariants dans le temps**   * Introduction générale * Notion de signal (signaux temporels, principe de causalité, signaux non temporels) * Transformation de Laplace (définition, propriétés fondamentales, transformation de Laplace inverse,Théorèmes de la valeur initiale et de la valeur final, TL des signaux périodiques) * Transformées de Laplace particuliers (Echelon unité, Rampe ou échelon de vitesse, Impulsion de Dirac, signal sinusoïdal, signaux quelconques) |
| **Chapitre 2** | **Titre: Fonction de transfert et schémas fonctionnel d’un système Linéaire**   * Fonction de transfert (Transmittance opérationnelle, transmittance harmonique, transmittance en boucle ouverte, transmittance en boucle fermée) * Schéma fonctionnel et règles de simplification (Association en cascade, association en parallèle, réduction de boucles) |
| **Chapitre 3** | **Titre : Etude systématique des Systèmes du premier ordre**   * Mise en équation * Réponse impulsionnelle, réponse indicielle, réponse en vitesse * Analyse harmonique d’un système du premier ordre : Diagramme de Bode |
| **Chapitre 4** | **Titre : Etude systématique des Systèmes du second ordre**   * Mise en équation * Réponse impulsionnelle, réponse indicielle (régime apériodique, régime pseudo-périodique) * Analyse harmonique d’un système du second ordre : Diagramme de Bode |
| **Chapitre 5** | **Titre : Problematique, mise en équation des asservissements linéaires**   * Inroduction * Inconvénients de la commande en boucle ouverte. * Principe de la commande en boucle fermée * Modélisation d’une boucle de régulation * Problème de stabilité |
| **Chapitre 6** | **Titre : Stabilité des systèmes linéaires Asservis**   * Critère mathématique de stabilité (Enoncé du critère de stabilité, inconvénient du critère mathématique) * Critère algébrique de Routh (Principe, exemples) * Marges de stabilité (marge de gain et marge de phase) |
| **Chapitre 7** | **Titre : Correction des systèmes linéaires asservis**   * Cahier de charges d’un asservissement * Principe générale de la correction d’un système * Actions correctives élémentaires (Correcteur proportionnel, intégral,…) |

Titre du Module : Les Alimentations électroniques

Volume horaire : 35 heures (21 h : cours, 14h : TP ) Crédits : 2 Coefficient: 1 Semestre: S4

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Généralités** |
| **Chapitre 2** | **Etude de la fonction stabilisation et régulation**   1. Différence entre stabilisation et régulation 2. Stabilisation par diode zener  * Caractéristique * Stabilisation diode zener seule * Stabilisation par diode zener et transistor  1. Régulation par circuit intégré  * Principe * Les principaux régulateurs 78XX * Principaux Boîtiers et brochages * Montages de base * Protection des régulateurs * Régulateurs ajustables : LM117 ou LM317 |
| **Chapitre 3** | **Les alimentations à découpage :**  **Les alimentations non isolées de la source**   1. **Convertisseur abaisseur « BUCK »**  * Principe de fonctionnement * Calcul de la fonction de transfert * Etude des signaux * Choix des composants * Performances  1. **Convertisseur élévateur « BOOST »**  * Principe de fonctionnement * Calcul de la fonction de transfert * Etude des signaux * Choix des composants * Performances  1. **Convertisseur inverseur « BUCK-BOOST »**  * Principe de fonctionnement * Calcul de la fonction de transfert * Etude des signaux * Choix des composants * Performances |
| **Chapitre 4** | **Alimentations Sans Isolement**   1. Alimentation d’une diode électroluminescente à partir du secteur 2. Alimentation d’une charge quelconque 3. Quelques variantes  * Alimentation symétrique * Redressement en pont * Stabilisation ou régulation de la tension de sortie  1. Lampes à LED |

Titre du Module : Physique des ondes

Volume horaire : 63 heures (21 h : Cours, 21h : TD, 21 h : TP) Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S4

Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 14 h : TD 07h TP) Crédits :4 Coefficient: 2 Semestre: S3

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Propagation dans une ligne de transmission**  **Lignes à pertes**  **.** Définition d’une ligne de transmission  **.** Equations des télégraphistes  . Cas du régime harmonique  . Détermination des paramètres secondaires  . Impédance complexe  . Coefficient de réflexion  **Lignes sans pertes**  **.** Paramètres secondaires  . Taux d’ondes stationnaires  . Impédance  **Abaque de Smith**  . Construction de l’abaque  . Adaptation d’une ligne de transmission (par simple et double stub) |
| **Chapitre 2** | **Titre : Couplage d’oscillateurs mécaniques et électriques**   * **.** Analogie Electrique-Mécanique : on se limite à l’analogie force-tension. * . Cas d’un système à deux degrés de liberté * . Modes propres et coordonnées normales * . Généralisation à un système à N degrés de liberté * . Application : Vibrations d’une chaine linéaire atomique : cas du cristal NaCl * . Approximation des milieux continus |
| **Chapitre 3** | **Titre : Corde vibrante**   * **.** Description et mise en équation * . Résolution de l’équation de propagation * . Réflexion et transmission le long d’une corde * . Aspect énergétique * . Application : Guitare * . Etude énergétique |
| **Chapitre 4** | **Titre : Ondes acoustiques dans les fluides**   * **.** Définition des ondes sonores * . Mise en équations (Equation hydrodynamique, Equations de continuité, équations thermodynamiques dans le cas d’un gaz parfait avec des transformations adiabatiques réversibles) * . Les approximations acoustiques * . Equations de propagation en p (surpression) et en u (vitesse vibratoire) * . Impédance d’onde * . Résonateur d’Helmoltz * . Etude énergétique |
| **Chapitre 5** | **Titre :Propagation guidée**   * **.** Notion de guide d’ondes * . Rappels des équations de Maxwell (cas d’un conducteur parfait et un diélectrique parfait) * . Equations de propagation : Etude générale * . Définitions des modes (Mode transverse magnétique TM ou E, Mode transverse Electrique ou H, Mode transverse électromagnétique TEM) * . Fréquence de coupure et longueur d’onde de coupure * . Applications (guide rectangulaire, guide circulaire, guide coaxial). * . Impédance d’onde et impédance caractéristique d’un guide. * . Analogie de Schelkunoff * . Cavité rectangulaire (Mise en équation, conditions aux limites, Facteur de qualité ou coefficient de surtension propre, pertes dans le diélectrique). |

Titre du Module : Concepts Quantiques,

Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD) Crédits : 2 Coefficient 1 Semestre 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Introduction aux phénomènes quantiques**   * Rappels sur la physique classique * Rayonnement du corps noir, Effet photoélectrique, * Quantification de l’énergie des atomes : Spectres atomiques, modèle de Bohr. Expérience de Franck et Hertz. * Aspect corpusculaire du rayonnement : Effet Compton. Notion de photon * Constante de Planck, action et ordres de grandeur. |  |
| **Chapitre 2** | **Les particules quantiques :** dualité onde-corpuscule   * Expériences des fentes d’Young et ses paradoxes :   avec une onde lumineuse  avec des projectiles  avec des particules quantiques   * Relations onde-particule, longueur d’onde de de Broglie, * Expériences d’interférométrie avec des ondes de matière (Davisson et Germer, interférométrie atomique, …) * Particule libre, onde plane, paquet d’ondes, Inégalités de Heisenberg, vitesse de groupe, vitesse de phase, Quelques applications * Intrication quantique « cryptographie quantique » |  |
| **Chapitre 3** | **Equation de Schrödinger**   * ~~E~~quation de Schrödinger * Puits de potentiel infini, confinement et quantification de l’énergie, * Traversée d’une barrière de potentiel, effet Tunnel. * Applications : puits quantiques microscope électronique, radioactivité, … |  |
| **Chapitre 4** | **Atome d’hydrogène**   * Le modèle de Bohr et ses limites * Equation de Schrödinger * Séparation des variables * Fonctions d’onde et orbitales atomiques * Spectre énergétique * Absorption et émission de rayonnement |

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 5** | **Oscillateur harmonique / rayonnement du corps noir**   * Rappels sur l'oscillateur harmonique en mécanique classique * Equation de Schrödinger * Energies propres et fonctions d’onde à une dimension * Oscillateur harmonique à trois dimensions * Application : rayonnement du corps noir * Eléments de physique statistique (densité d’états, facteur de Botzmann,…) * Equilibre entre radiation et matière * Modes de la radiation en cavité * Energie moyenne d’un oscillateur harmonique à l’équilibre thermique. * Loi de Planck. Loi de Stéfan. |

Titre du Module : Traitement de signal

Volume horaire : 49 heures (21 h : cours, 21h :TD, 07h : TP ) Crédits : 4 Coefficient: 2 Semestre: S4

|  |  |
| --- | --- |
| Chapitre 1 | **Titre : Généralités sur les signaux et leurs traitement**   * Introduction générale * Notion de signal * Classification des signaux (signaux déterministes et signaux aléatoires) * Signaux particuliers * Représentation des signaux * Représentation des systèmes ou filtre |
| Chapitre 2 | **Titre: Transformation de Fourier des signaux périodiques**   * Représentation des signaux périodiques * Décomposition en Série de Fourier : Spectres d’amplitude et spectres de phase des signaux périodiques. * Application de la formule de Bessel-Parceval |
| Chapitre 3 | **Titre : Transformation de Fourier des signaux périodiques**   * Représentation des signaux non périodiques * Transformée de Fourier, Spectre des signaux non périodiques |
| Chapitre 4 | **Titre : Modulation-Démodulation Analogique de signaux**   * Différents types de modulation * Etude de modulation d’amplitude * Modulation AM, Modulation AM-P, Modulation en BLU |
| Chapitre 5 | **Titre : Echantillonnage et reconstitution des signaux analogiques**   * Introduction * Analyse temporelle (type de signaux, échantillonnage des signaux analogiques) * Analyse fréquentielle (spectre du peigne de Dirac, Spectre d’un signal échantillonné) * Théorème de l’échantillonnage. * Spectre des signaux échantillonnés, Repliement de spectre * Restitution des signaux |
| Chapitre 6 | **Titre : Signaux déterministes discrets**   * Numérisation des signaux * Séquences de signaux discrets * Transformée de Fourier Discret (TFD), Spectre des signaux discrets * Transformée de Fourier Rapide (FFT), Algorithme de Cooley-Tukey. |

Titre du Module : Capteur et Actionneurs

Volume horaire : 35 heures (21 h : cours, 14h : TP )

Crédits : 2 Coefficient: 1 Semestre: S4

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Métrologie des capteurs**   * Chaine d’instrumentation * Conditionneur * Placement du capteur dans la chaîne d’instrumentation |
| **Chapitre 2** | **Notion des capteurs**   * Etendue de mesure * Sensibilité * Linéarité * Rapidité * Grandeurs d’infuences |
| **Chapitre 3** | **Types des capteurs**   * Capteurs résistifs * Capteurs capacitifs * Capteurs Electromagnétiques * Capteus pièzo-électriques * Capteurs thermoélectrique * Capteur à ultrasons * Capteur à effet hall * Capteur numériques * Capteur Optoélectroniques….. |
| **Chapitre 4** | **Mesure des grandeurs**   * Grandeur de position * Grandeur de vitesse * Grandeur d’accélaration * Grandeur de Température * Grandeur de pression * Grandeur de pression * Grandeur de debit   Conditionneurs de signaux |

.

**Unités du Semestre S5**

Titre du Module : Automate programmable industriel : API

Volume horaire : 35 heures (21 h : cours, 14h : TP ) Crédits : 3 Coefficient: 1.5 Semestre: S5

**Objectifs :** Etude et programmation des Automates industriels commercialisées (Siemens, Schneider....)

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Généralité sur l’API**   * Présentation et description des éléments d’un API * Systèmes de commande * Architecture d’un API |
| **Chapitre 2** | **Dispositifs d’entrées-sorties**   * Dispositifs d’entrées, * Dispositifs de sorties, * Exemples d’applications   **Traitement des entrées-sorties**   * Unités d’entrées-sorties, * Traitement du signal Connexions distantes, * Réseaux, * Exemples de systèmes commerciaux * Traitement des entrées, * Adresses des entrées-sorties, * Sous-programmes |
| **Chapitre 3** | **Temporisateurs et Compteurs**   * Types de temporisateurs, * Temporisateurs à l’enclenchement, * Temporisateurs au déclenchement, * Temporisateurs à impulsion, * Temporisateurs rémanents, * Exemples de programmes, * Types de compteurs, * Programmation, * Compteurs progressifs-dégressifs, * Temporisateurs et compteurs, * Séquenceurs |
| **Chapitre 4** | **Registres à décalage et Gestion de données**   * Registres à décalage, * Programmes en langage à contacts, * Registres et bits, * Gestion de donnée, * Fonctions arithmétiques, * Contrôle en boucle fermée |
| **Chapitre 5** | **Programmes, Régulation de température**   * Séquencement de vannes, * Commande d’une bande transporteuse, * Contrôle d’un processus, * Exemple de sélection : distributeur de boissons, * Exemple de comparaison de données : radiateur soufflant |

Titre du Module : Hyperfréquence (à revoir)

Volume horaire : 49 heures (21 h : cours, 14h :TD, 14h : TP ) Crédits : 3 Coefficient: 1.5 Semestre: S5

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Formalisme micro-ondes**   * Lignes de transmission et résonateurs (ligne planaires, guides d’onde, fibre optiques) * Adaptation |
| **Chapitre 2** | **Modèle circuit d’une ligne de propagation**   * Circuits passifs : obstacles, jonctions, transitions, couplage, filtres, circuits non-réciproques * Mesures de paramètres de circuits : réflexion, transmission, puissance et bruit |
| **Chapitre 3** | * **Sources et composants actifs** * Semi-conducteurs : diodes, transistors * Tubes * Amplification paramétrique |
| **Chapitre 4** | **Rayonnement, transmission et systèmes de communications micro-ondes**   * Equation de propagation * Caractéristiques des ondes * Impédances caractéristiques * Coefficient de réflexion et de transmission |

Titre du Module : Electronique de puissance

Volume horaire : 49 heures (21 h : cours, 14h :TD, 14h : TP ) Crédits : 3 Coefficient: 1.5 Semestre: S5

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | 1. Introduction à l’électronique de puissance  2. Domaine applications des convertisseurs statique  3. Fonctions périodiques  3.1. Valeurs moyennes et valeur efficaces  3.2. Facteur de forme et taux d’ondulation  3.3. Fonctions périodiques non sinusoïdales  3.4. Puissance cas : courant et tension non sinusoïdaux, mais périodiques et de même période |
| **Chapitre 2** | **Les composants de l’électronique de puissance et des circuits associés à chaque dispositif**  1. Généralités  2. Diodes de puissance (Diode PIN)  2.1. Caractéristiques et structure  2.2. Valeurs limites absolues d’utilisation  2.3. Caractéristiques dynamiques  3. Les thyristors  3.1. Fonctionnement et caractéristique statiques  3.2. Analyse du phénomène d’amorçage du thyristor par la théorie des deux transistors équivalents  3.3. Caractéristiques dynamiques du thyristor  3.4. Composant dérivés du thyristor  4. Transistor bipolaire de puissance  4.1. Caractéristiques statiques  4.2. Aire de sécurité  4.3. Caractéristiques dynamiques  5. Autres Variantes d’interrupteurs  5.1. MOS de puissance (Metal Oxyde Semi‐conducteur)  5.2. Transistor IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) |
| **Chapitre 3** | **Redressement non commandé**  Redressement avec alimentation monophasée  1.1. Redressement monophasé  1.2. Modification du commutateur : diode de roue libre  1.3. Inconvénient du redressement mono‐alternance  1.4. Redressement des deux alternances  2. Redressement avec alimentation triphasé  2.1. Mode de redressement  2.2. Grandeurs caractéristiques d’un montage redresseur  3. Problèmes posés par redresseurs réels  3.1. Inductance de fuites – Empiétement  3.2. Chute de tension en charge |
| **Chapitre 4** | **Redressement commandé**  1. Alimentation monophasé  1.1. Redressement monophasé  1.2. Redressement double alternance  2. Redressement avec alimentation triphasée  2.1. Redressement parallèle (exemple P3  2.2. Redressement parallèle double (Pont commandés)  3. Empiétement en commutation : chute de tension en charge  4. Montages mixtes en pont (PD3 ou S3)  5. Application convertisseurs alternatif‐ continu |
| **Chapitre 5** | **Grandeur monophasé**   * Principe de fonctionnement * Etude des grandeurs caractéristiques (valeurs moyennes, efficaces) * Des formes d’onde en régime permanent * Exemple d’application |

Titre du Module : Electrotechnique

Volume horaire : 49 heures (21 h : cours, 14h :TD, 14h : TP ) Crédits : 3 Coefficient: 1.5 Semestre: S5

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Systèmes monophasés-systèmes triphasés**   1. **Systèmes monophasés**   1.1 Calcule de puissance  1.2 Mesure de puissance en monophasé   1. **systèmes triphasés**   2.1 Couplage  2.2 Puissances et facteur de puissance  2.3 Compensation de l’énergie réactive  2.4 Systèmes triphasés non équilibrés en régime sinusoïdal  2.5 Composants symétriques d’un système triphasé déséquilibré |
| **Chapitre 2** | **Circuit magnétique**  1. Théorie du circuit magnétique non saturé  1.1. Circuit magnétique homogène  1.2. Eléments en série de section et de perméabilité magnétique différentes‐ddp magnétique Entrefer  1.3. Circuit dérivés  1.4. Généralisation : Lois de Kirchhoff  1.5. Fuites magnétiques  1.6. Coefficients d’induction propre et d’induction mutuelle des 2 enroulements placés sur un circuit magnétique  1.7. Inductances des fuites totales de BOUCHEROT  1.8. Coefficient de dispersion de Blondel  2. Circuit magnétique saturé  2.1. Influence de la saturation  2.2. Méthode de calcul des flux par les caractéristiques partielles  2.2. Eléments en série  2.3. Eléments parallèles séries  3. Pertes dans les circuits magnétiques  3.1. Pertes par hystérésis  3.2. Pertes par courants de FAUCAULT |
| **Chapitre 3** | **Transformateur monophasé**  1. Equations générales  2. Etude à vide  3. Etude de court-circuit  4. Diagramme vectoriel complet  5. Diagramme de Kapp  6. Etude de rendement du transformateur  7. Etude de la chute de tension  **Transformateur triphasé**  1. Branchement des enroulements  2. Grandeurs caractéristiques  2.1. Repérage des bornes.  2.2. Grandeurs nominales  2.3. Rapport de transformation  2.4. Indice horaire  3. Choix d’un mode de couplage  3.1. Introduction  4. Etude théorique en régime équilibré  5. Etude du transformateur en régime déséquilibré |
| **Chapitre 4** | **Machines à courant continu**  1. Principe de fonctionnement d’un générateur à courant continu  2. Description d’une machine à courant continu  3. Calcul de la f.é.m. induite  4. Fonctionnement en charge d’une génératrice  4.1. Réaction d’induit  4.2. Commutation  5. Caractéristique des génératrices  5.1. Génératrice à excitation séparée  5.2. Génératrice Shunt  5.3. Génératrice série  5.4. Génératrice à excitation composé (compound)  5.5. Bilan énergétique  6. Moteurs à courant continu  6.1. Généralités  6.2. Caractéristiques des différents types de moteurs (à U=cte)  6.3. Rendement d’un moteur çà courant continu  6.4. Démarrage des moteurs à courant continu |

Titre du Module : Dispositifs à semi-conducteurs

Volume horaire : 56 heures (21 h : cours, 21h :TD, 14h : TP )

Crédits : 3 Coefficient: 1.5 Semestre: S5

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Introduction sur les matériaux**   * classification des matériaux * notions de conductivité (électrique et thermique) * structure cristallographique |
| **Chapitre 2** | **Structure électronique et peuplement**   * Notions des bandes d’énergie * densité d’état et peuplements intrinsèque * Dopage et peuplement extrinsèque |
| **Chapitre 3** | **Phénomène de transport**   * Expression du flux de courant à faible excitation * conductivité et mobilité dans les semiconducteurs * Photocourant |
| **Chapitre 4** | **Les composants unipolaires**   * Contact Métal-Semiconducteur * Transistor à effet de champ * Contact Métal-Isolant-Semiconducteur (MIS) * Contact Métal-Oxyde-Semiconducteur (MOS) * Effet de la polarisation I(v) |
| **Chapitre 5** | **Les composants bipolaires**   * Jonction PN * Les diodes * Transistors bipolaires * Les dispositifs multijonctions * de la polarisation I(v) |
| **Chapitre 6** | **Les composants optoélectroniques**   * **Les propriétés optiques dans les semiconducteurs** * **Les photodétecteurs** * **Les photoémetteurs** |

Titre du Module : Informatique d’instrumentation

Volume horaire : 35 heures (21 h : Cours, 14 h : TP) Crédits :2 Coefficient: 1 Semestre: S3

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Introduction à l'instrumentation**   * Définition * Domaines et secteurs d'activités * Chaine d'instrumentation |
| **Chapitre 2** | **Les capteurs**   * Définition d’un capteur * Les différents types de capteurs (numériques, analogiques, passifs, actifs) * Exemples de capteurs et domaines d'application * Le conditionneur, filtre anti-repliement et les Convertisseurs CAN et CNA |
| **Chapitre 3** | **Introduction aux microcontrôleurs (par exemple Arduino, ESP NodeMCU, PIC, STM**   * Définition d’un Microcontrôleur * Les différents familles et plateformes * Domaines d'application * Introduction aux systèmes embarqués (définition, caractéristiques, contraintes et architecture) |
| **Chapitre 4** | **Architecture interne du microcontrôleur**   * l'Unité de Commande, l'unité UAL, les bus d'adresse et des données * Les registres les plus utilisés * Les différents types de mémoires * La base de temps (les types d’horloges et le cycle machine) * Les timers * Les interruptions * Les communications (UART, I2C, SPI,1Wire...) * Les ports d'E/S |
| **Chapitre 5** | **Programmation du microcontrôleur**   * Les différentes structures de langage de haut niveau (C/C++ par exemple) * Les fonctions C adaptées au microcontrôleur étudié * Programmer les E/S numériques du µC * Programmer les E/S analogiques du µC * Se communique avec le µC à travers les différents ports de communication(RS232, SPI, I2C...etc) * Réaliser des applications pour la robotique, domotique, agriculture, control de processus industriels et IOT (Internet des objets) |
| **Chapitre 6** | **Programmation avancée et interface homme machine**   * Interface homme machine (Android, Labview, , Python, Tkinter, C/C++, QT)   **(à développer).** |

Titre du Module : Electronique d’instrumentation I

Volume horaire : 49 heures (21 h : cours, 21h :TD,)

Crédits : 3 Coefficient: 1.5 Semestre: S5

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Amplificateurs Opérationnels et montages usuels**  1.1. Historique de l’amplificateur opérationnel  1.2. Présentation de l’ampli-op (Rappels).  1.3. L’approximation de l’ampli-op idéal (Rappel)  1.4. L’ampli-op réel  1.4.1. Imperfections statiques  1.4.2. Imperfections dynamiques  1.5. Données techniques de l'ampli-op |
| **Chapitre 2** | **De l'amplificateur différentiel à l'amplificateur d'instrumentation**  2.1. L'ampli-diff en mesures physiques  2.2. Exemples d'applications de l'ampli-diff  2.2.1. Le pont de Wheatstone  2.2.2. Applications biomédicales: électrocardiogramme (ECG) et électro-encéphalogramme (EEG)  2.3. Généralités sur les ampli-diff: réjection en mode commun d'un ampli-diff  2.4. Montage d'ampli-diff  2.4.1. Influence de la précision des résistances  2.4.2. Influence des résistances des sources e1 et e2: amélioration du montage précédent  2.5. Montage d'ampli-diff élaboré (ampli-d’instrumentation)  2.5.1. L'ampli-d’instrumentation intégré |
| **Chapitre 3** | **Filtrage actif**  3.1. Notion de filtrage (Rappel)  3.2. Classification des filtres  3.3. Filtres actifs à base d'ampli-op idéaux  3.3.1. Filtre passe-bas du 1er ordre (ou filtre à 20 dB/déc = 6 dB/octave)  3.3.2. Filtre passe-haut du 1er ordre (ou filtre à 20 dB/déc = 6 dB/octave)  3.3.3. Filtre passe-bas du 2ième ordre (ou filtre en -40 dB/décade)  3.3.4. Filtre passe-haut du 2ième ordre (ou filtre en 40 dB/décade)  3.3.5. Filtre passe-bande (filtre réjecteur) |
| **Chapitre 4** | **Traitement génération et conversion de signaux**  4.1. Comparateurs de signaux (Rappel)  4.1.1. Comparateur à zéro  4.1.2. Comparateur à référence non nulle  4.1.3. Comparateurs à hystérésis: Trigger de Schmitt  4.1.4. Comparateurs à fenêtre  4.2. Convertisseurs de signaux  4.3. Générateurs de signaux astables et monostables  4.3.1. Oscillateurs à relaxation  4.3.2. Le temporisateur 555 (Timer 555)  4.3.2.1. Fonctionnement en bistable (astable)  4.3.2.2. Fonctionnement en monostable  4.4. Modulation  4.4.1. Modulation d'amplitude (AM)  4.4.2. Modulation de fréquence (FM)  4.4.2.1. Exemple de modulateur FM: l'oscillateur commandé en tension (OCT  4.4.3. Modulation en largeur d’impulsions (MLI)  4.4.3.1. Exemple de modulateur MLI: l'oscillateur 555 en mode monostable |

**Unités du Semestre S6**

Titre du Module : Technique d’analyse numérique

Volume horaire : 42 heures (21 h : cours, 21h :TP ) Crédits : 2 Coefficient: 1 Semestre: S6

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Résolution des systèmes d’équations linéaires et non linéaires**  méthodes directes et itératives pour la résolution de systèmes linéaires :   * méthode de d’élimination de Gauss, * méthode de double balayage, * méthode de Gauss-Seidel, * méthode de Jacobi.   méthodes itératives pour les systèmes d’équations non linéaires :   * méthode de dichotomie, * méthode du point fixe, * méthode de Newton |
| **Chapitre 2** | **Approximations des fonctions**   * méthode de Lagrange, * méthodes des différences divisées, * méthode des moindres carrées |
| **Chapitre 3** | **Intégration numérique**   * Méthode des rectangles, * méthode des Trapèzes, * méthodes de Simpson |

Titre du Module : Qualité et contrôle statistique

Volume horaire : 42 heures (21 h : cours, 21h :TD ) Crédits : 3 Coefficient: 1.5 Semestre: S6

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Principes fondamentaux de la qualité et de contrôle statistique**   1. Présentation des graphiques de contrôle 2. Eléments de base d’un programme de contrôle de la qualité |
| **Chapitre 2** | **Applications à l’ingénierie**   * Etude de capabilité de processus * Plans d’expériences * Distributions * Profils des graphiques de contrôle |
| **Chapitre 3** | **Applications à l’atelier**   * Graphiques de contrôles de processus * Actions sur les graphiques de contrôle * L’équipe de contrôle de la qualité |
| **Chapitre 4** | **Procedures d’inspection**   * Principe de l’inspection * Acceptation par échantillonnage |

Titre du Module : Technologie et CAO

Volume horaire : 42 heures (21 h : cours, 21h : TP ) Crédits : 2 Coefficient: 1 Semestre: S6

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Proteus**   * Présentation * Applications |
| **Chapitre 2** | **Eagle**   * Présentation * Application |
| **Chapitre 3** | **Autocad**   * Présentation * Applications |
| **Chapitre 4** | **CAO en Robotique**   * Utilisation de CAO en robotique * Logiciels * Géométrie et conception * Exemple d’un Robot |

Titre du Module : Electronique d’instrumentation 2

Volume horaire : 42 heures (21 h : cours, 21h :TD)

Crédits : 3 Coefficient: 1.5 Semestre: S6

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Généralité sur l’électronique d’instrumentation**  Chaines d’acquisition  Chaine de mesure |
| **Chapitre 2** | 1. Circuits convertisseurs et comparateurs  1.1 Convertisseurs des signaux  1.2 Comparateur  1.3 Circuits d’entrée  2. Circuits de sortie  2.1 Circuits génération et traitement des signaux  2.2 VCO et PLL  2.3 Modulation  2.4 Multiplexeurs |
| **Chapitre 3** | **Bruit dans les circuits électroniques**  1. Sources de bruit  1.1. Définition  1.2. Propriétés générales du bruit  1.3. Bruit thermique  1.4. . Le bruit de grenaille  1.5. Bruit en 1/f ou bruit de scintillation ("Flicker noise")  1.6. Bruit composite  1.7. Association de dipôles  2. Bruit de l’amplificateur opérationnel  2.1. Amplificateur inverseur et non inverseur  2.2. Bruit d’amplificateur d’instrumentation  3. Prise en compte du bruit dans les systèmes  3.1. Calcul du bruit de sortie d’un système linéaire  3.2. Bande équivalente de bruit  3.3. Facteur de bruit  4. Aspects du bruit liés aux détecteurs  4.1. Considérations générales  4.2. Influence d’une résistance en parallèle avec un capteur résistif  4.3. Cas d’une capacité en shunt  4.4. Circuit résonant : Capteur inductif ou RLC |
| **Chapitre 4** | **Techniques de réduction de bruit**  1. Chaîne de mesure classique  2. Chaîne de mesure modulée  3. Détection synchrone  4. Par autocorrélation  5. Réduction du bruit par moyennage |

Titre du Module : Programmation des systèmes embarqués

Volume horaire : 42 heures (21 h : cours, 21h :TP ) Crédits : 3 Coefficient: 1.5 Semestre: S6

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre** | **Continue** |
| **Chapitre I** | **Introduction aux systèmes embarqués**   * Définition d’un système embarqué * Architecture d’un système embarqué: processeurs, communication, interfaces, entrées/sorties * Caractéristiques principales d'un système embarqué * Les contraintes de temps pour un système embarqué |
| **Chapitre II** | **Aspect Hardware pour un système embarqué**   * Les différents types de calculateurs dans un système embarqué * Les GPP * Les DSP * Les GPU * Les processeurs ARM * Les FPGA * Les ASICs, ASIPs * Les microcontrôleurs * Principales architectures (RISC/CISC/configurables/SOC/PSOC/MPSOC/ Mixtes(Hard-soft)), familles, jeux d'instructions * Choix d'un calculateur selon l'application |
| **Chapitre III** | **Aspect Software pour un système embarqué**   * Les différents langages de Programmation (Bas niveau et haut niveau) * Chaine de compilation(compilation, assemblage, linkage et chargement * Les Systèmes d'exploitation embarqués et les logiciels libres |
| **Chapitre IV** | **Introduction aux microcontrôleurs (choisir une plateforme parmi: PIC, Arduino, ESP NodeMCU, STM ...etc)**   * Définition d’un Microcontrôleur * Les différents familles et plateformes * Domaines d'application |
| **Chapitre V** | **Architecture interne du microcontrôleur étudié**   * l'Unité de Commande, l'unité UAL, les bus d'adresse et des données * Les registres les plus utilisés * Les différents types de mémoires * La base de temps (les types d’horloges et le cycle machine) * Les timers * Les interruptions * Les communications (UART, I2C, SPI,1Wire...) * Les ports d'E/S |
| **Chapitre VI** | **Programmation du microcontrôleur étudié en langage de bas niveau**   * Le jeu d’instructions * Les boucles de temporisation * Organisation d’un fichier assembleur * Programmation des timers et des interruptions * Programmation des Ports d'E/S et des registres |
| **Chapitre VII** | **Programmation du microcontrôleur étudié en langage de haut niveau**   * Les différentes structures de langage de haut niveau (C/C++ par exemple) * Les fonctions C adaptées au microcontrôleur étudié * Programmer les E/S numériques du µC * Programmer les E/S analogiques du µC * Se communique avec le µC à travers les différents ports de communication (SPI, I2C...etc) * Réaliser des applications pour la robotique, domotique, agriculture, control de processus industriels et IOT (Internet des objets) |

Titre du Module : Bus et Interfaces

Volume horaire : 42 heures (21 h : cours, 21h :TP ) Crédits : 3 Coefficient: 1.5 Semestre: S6

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Bus et interfaçage**   * Présentation * Types des Bus |
| **Chapitre 2** | **RS 232**   * Présentation * Trame * Applications |
| **Chapitre 3** | **USB**   * Présentation * Types * Trame |
| **Chapitre 4** | **Bus CAN**   * Présentation * Trames * Applications |