

2023年度 授業シラバスの詳細内容

| ○基本情報 | | | |
|-------------|---|-------------------|------------------------------|
| 科目名 | パワーエレクトロニクス (Power Electronics) | | |
| ナンバリングコード | J31402 | 大分類 / 難易度 科目分野 | 機械電気工学科 専門科目 / 応用レベル 電気機器 |
| 単位数 | 2 | 配当学年 / 開講期 | 3年 / 後期 |
| 必修・選択区分 | 選択 ※入学年度及び所属学科コースで異なる場合がありますので、学生便覧で必ず確認してください。 | | |
| 授業コード | J140251 | クラス名 | - |
| 担当教員名 | 林 秀原 | | |
| 履修上の注意、履修条件 | 半導体工学を履修していることが望まれます。パワーエレクトロニクスの応用という観点からは電気機器工学を履修することを前提にしています。パワーエレクトロニクスは電気・電子工学の基礎を応用した技術です。受講者は電気・電子工学の基礎を修得し、かつ、パワーエレクトロニクスの基本的な考え方に興味を持たれることを期待します。教科書に記載の図・表は極めて重要です。初回の授業から教科書を持参し、講義を聴いて重要なことは教科書に直接書き込んでください。電卓は毎回持参し、例題に取り組む意欲を持ち続けてください。 | | |
| 教科書 | 基礎からくわしいパワーエレクトロニクス回路(改訂2版)、島村 茂 著、オーム社、(2015/08発行) | | |
| 参考文献及び指定図書 | パワーエレクトロニクス(改訂版) 江間敏/高橋勲(コロナ社)、半導体デバイス 改訂2版 三菱電機株式会社 技術研修所編(オーム社)、電気学会大学講座 半導体デバイス 改訂版(電気学会)、パワーエレクトロニクス入門 大野榮一 編著(オーム社)、基礎パワーエレクトロニクス 宮電回路1、電気回路2、、電子回路1、電子回路2、電気機器工学、電気電子工学実験1、電磁気学1、電磁気学2 | | |
| 関連科目 | | | |

| ○基本情報 | | | |
|------------------|--|---------|--|
| 授業の目的 | 本講義は「電力の変換と制御、電力用半導体素子、整流回路、直流チョッパ、コンバータ、インバータ」に関する内容を扱います。パワーエレクトロニクスは電力を効率的に変換し、制御する技術を研究する学問分野であり、現代のエネルギー変換と制御技術において重要な役割を果たしています。本講義では、電力の変換と制御に必要な基本的な理論から、電力用半導体素子の動作原理、整流回路、直流チョッパ、コンバータ、インバータなどの主要な電力変換装置について詳細に学びます。 | | |
| 授業の概要 | 本講義の目的は、学生がパワーエレクトロニクスに関する基本的な概念と理論を理解し、エネルギー変換と制御における重要な技術を習得することです。具体的には、以下の目的を持って授業を進めます。 ・パワーエレクトロニクスの基本概念を習得すること。 ・電力用半導体素子の動作原理と特性を理解すること。 ・整流回路、直流チョッパ、コンバータ、インバータなどの電力変換装置について理解すること。 ・エネルギー効率向上や再生可能エネルギーへの応用など、最新のパワーエレクトロニクス技術の動向を把握すること。 | | |
| 授業の運営方法 | (1) 授業の形式 | 「講義形式」 | |
| | (2) 複数担当の場合の方式 | 「該当しない」 | |
| | (3) アクティブ・ラーニング | 「該当なし」 | |
| 地域志向科目 | 該当しない | | |
| 実務経験のある教員による授業科目 | 半導体スイッチを用いたパルス電源の研究開発に従事(平成30年2月～平成31年3月) | | |

| ○成績評価の指標 | | ○成績評価基準(合計100点) | | |
|-------------------|--|-------------------|-------------------|------------------|
| 到達目標の観点 | 到達目標 | テスト (期末試験・中間確) | 提出物 (レポート・作品等) | 無形成果 (発表・その他) |
| 【関心・意欲・態度】 | パワーエレクトロニクスを意欲的に学び、レポートなどに纏める。 | | 20点 | 20点 |
| 【知識・理解】 | 1.ダイオード、整流器の仕組みについて理解できる。 2.トランジスタ、MOS-FET、IGBT等について理解できる。 3.ひずみ波についてフーリエ級数を用いて表すことができる。 | 40点 | | |
| 【技能・表現・コミュニケーション】 | | | | |
| 【思考・判断・創造】 | パワーエレクトロニクスに関して計算できる。 | 20点 | | |

| ○成績評価の補足(具体的な評価方法および期末試験・レポート等の学習成果・課題のフィードバック方法) | |
|--|--|
| レポートは提出と内容により評価を行う。 但し以下に該当する場合は再提出を指示する。再提出しない場合は、大幅な減点とする。 指定用紙サイズ(A4)でない、判読不能、内容不備、破損・汚れ。 定期試験で100点満点を目指す。また、答えだけでなく、途中式や考え方を必ず明記すること。 上記内容を踏まえ評価を行う。 | |
| 「その他」に記載している機械電気工学科のディプロマポリシーに関連しています。 課題のフィードバックは、次回以降の授業中に行います。 | |

| ○その他 | |
|---|--|
| 電卓、筆記用具(定規、三角定規、コンパス等)、講義用ノート、復習用ノートが必要です。 | |
| ディプロマ・ポリシー【学位授与の方針】 | |
| 評価基準の観点[関心・意欲・態度] | |
| 機械・電気技術の産業界での役割を考え、身につけた技術や知識を上手く活用し、社会の諸問題に対して主体的に取り組み、常に自発的に学び続ける意欲を持つことができる。 | |
| 評価基準の観点[知識・理解] | |
| 機械と電気の両工学分野にわたる基礎・基幹技術を習得の上、工学基礎から応用に至るプロセスを理解し、情報技術を駆使して工学的諸課題に対する技術的な判断と対応ができる。 | |
| 評価基準の観点[技能・表現・コミュニケーション] | |
| 産業界の期待に応え、技術力・問題解決能力を持ち、ものづくりに対して機械と電気の両側面からのアプローチを果敢に行い、チームにおけるリーダーシップを発揮できる。 | |
| 評価基準の観点[思考・判断・創造] | |
| 機械と電気に関して学ぶ内容と産業界とのつながりを体系的に理解して、技術者としての倫理を身につけ、社会・地域の発展に寄与できる技術力・創造力を持っている。 | |

2023年度 授業シラバスの詳細内容

| ○授業計画 | 科目名 | パワーエレクトロニクス (Power Electronics) | 授業コード | J140251 |
|--|---|---------------------------------|-------|---------|
| | 担当教員 | 林 秀原 | | |
| 学修内容 | | | | |
| 1. パワーエレクトロニクス序論、パワー半導体デバイスの種類 | | | | |
| 電力の変換・制御の意義と歴史、理想的なスイッチ動作、パワーエレクトロニクスの特徴、パワーエレクトロニクス機器の長所と短所、制御システムとしてのパワーエレクトロニクス、パワー半導体デバイスの種類と歴史的発展 (電力の変換・制御の意義と歴史、理想的なスイッチ動作、パワーエレクトロニクスの特徴、パワーエレクトロニクス機器の長所と短所、制御システムとしてのパワーエレクトロニクス、パワー半導体デバイスの種類と歴史的発展) | | | | |
| 予習 | 電力用ダイオードとパワートランジスタ、ダイオード等についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | パワーエレクトロニクス序論、パワー半導体デバイスの種類についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 2. 電力用ダイオードとパワートランジスタ、ダイオード、バイポーラトランジスタ、安全動作領域、スナバ回路 | | | | |
| 半導体、真性半導体、n形半導体、p形半導体、電力用ダイオード、パワートランジスタ、バイポーラトランジスタ、バイポーラトランジスタのスイッチング特性 (PN接合とダイオードの特性、バイポーラトランジスタの構造と特性、安全動作領域、ターンオンスナバ回路、ターンオフスナバ回路) | | | | |
| 予習 | パワーMOSFETとIGBT、電力容量と駆動回路についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | 電力用ダイオードとパワートランジスタ、ダイオード等についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 3. パワーMOSFETとIGBT、電力容量と駆動回路 | | | | |
| FET(電界効果トランジスタ)の基本原理、接合FET(JFET)、パワーMOSFET、エンハンスメント形MOSFET、ディプレッション形MOSFET、IGBT (パワーMOSFETの構造と特徴、IGBTの構造と特徴、電力変換装置の変換容量と動作周波数、パワー半導体デバイスの駆動回路) | | | | |
| 予習 | サイリスタとGTOについてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | パワーMOSFETとIGBT、電力容量と駆動回路についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 4. サイリスタとGTO | | | | |
| サイリスタの構造とその働き、サイリスタのターンオン、サイリスタのターンオン機構、ブレークオーバー電圧による点弧、di/dt特性とdv/dt特性、ゲートターンオフサイリスタ(GTO) (サイリスタの構造と特性、GTOの構造と動作) | | | | |
| 予習 | パワーエレクトロニクスの周辺技術、電動機制御の理論についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | サイリスタとGTOについてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 5. パワーエレクトロニクスの周辺技術、電動機制御の理論 | | | | |
| パワーモジュール、IPM(インテリジェントパワーモジュール)、素子の直並列接続、パワーデバイスの冷却方式、素子のサージ電圧と実装法、スイッチング時の素子のサージ電圧、素子の実装法 (電動機の可変速駆動の発展、直流電動機と誘導電動機、同期電動機と誘導電動機) | | | | |
| 予習 | 交流波形、高調波、電動機制御の応用についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | パワーエレクトロニクスの周辺技術、電動機制御の理論についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 6. 交流波形、高調波、電動機制御の応用 | | | | |
| 正弦波の基本波と高調波、正弦波の実効値、平均値、波形率、波高率、フーリエ級数と高調波 (直流電動機の特徴と制御法、かご形誘導電動機の制御特性、V/f制御、すべり周波数制御) | | | | |
| 予習 | 高調波、整流回路の交流側特性についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | 交流波形、高調波、電動機制御の応用についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 7. 高調波、整流回路の交流側特性 | | | | |
| ひずみ波形、ひずみ波の実効値と電力、ひずみ波形のひずみ率、電力系統の高調波、電力系統からの高調波障害、高調波対策 (整流装置の相数と高調波、交流側電流のひずみと力率、有効電力、無効電力、総合力率、ひずみ率、波形のひずみによる障害) | | | | |
| 予習 | 整流回路についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | 高調波、整流回路の交流側特性についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 8. 整流回路 | | | | |
| 単相半波整流回路とインダクタンスL、環流ダイオードの働き、単相半波整流回路(順抵抗負荷の場合)、誘導負荷におけるインダクタンスLの働き、環流ダイオードの働き、単相全波整流回路、平滑リアクトルをもつダイオードブリッジ回路、平滑コンデンサをもつダイオードブリッジ回路、正弦波入力電流整流回路、サイリスタブリッジ回路 (純抵抗負荷時の単相半波整流回路、誘導性負荷時の単相半波整流回路、純抵抗負荷時の単相全波整流回路、誘導性負荷時の単相全波整流回路) | | | | |
| 予習 | 整流回路についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | 整流回路についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |

| ○授業計画 | 科目名 | パワーエレクトロニクス (Power Electronics) | 授業コード | J140251 |
|--|---|---------------------------------|-------|---------|
| | 担当教員 | 林 秀原 | | |
| 学修内容 | | | | |
| 9. 整流回路 | | | | |
| 三相整流回路、三相半波整流回路、三相全波整流回路、三相整流回路のインバータ運転(他励式インバータ)、三相整流回路の転流と重なり角 (転流、電流の重なりと電圧降下、位相制御角と無負荷直流電圧、誘導性負荷時の三相全波整流回路、直流側にコンデンサをもつ整流回路) | | | | |
| 予習 | インバータ、他励式インバータ、交流電力制御についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | 整流回路についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 10. インバータ、他励式インバータ、交流電力制御 | | | | |
| インバータの原理、歴史、動作、インバータの種類、単相インバータ、三相ブリッジインバータ (他励式インバータの構成と等価回路、余裕角、制御進み角、他励式インバータにおける無効電力、交流スイッチ、純抵抗負荷時の交流位相回路、誘導性負荷時の交流位相回路、純インダクタンス負荷時の交流位相回路、位相制御リアクトル、無効電力補償装置) | | | | |
| 予習 | インバータ、自励式インバータ、PWMインバータについてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | インバータ、他励式インバータ、交流電力制御についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 11. インバータ、自励式インバータ、PWMインバータ | | | | |
| インバータの出力電圧波形改善、インバータと高調波障害、ブリッジ形インバータの出力電圧波形改善、方形波インバータの波形改善、PWMインバータによる波形改善、インバータの主回路と制御回路、三相インバータの主回路、三相インバータの制御回路、PWMインバータの制御回路(単相電圧形トランジスタインバータ回路とその動作波形、帰還ダイオードの作用、三相電圧形トランジスタインバータ回路とその動作波形) | | | | |
| 予習 | 直流チョップパについてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | インバータ、自励式インバータ、PWMインバータについてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 12. 直流チョップパ | | | | |
| 直流チョップパ、チョップパによる電力調整、降圧チョップパ、昇圧チョップパ (降圧チョップパの回路構成、降圧チョップパの動作、還流ダイオードの作用、降圧チョップパの制御法、昇圧チョップパの回路構成、昇圧チョップパの動作、四象限チョップパの回路構成、直流電動機の四象限運転) | | | | |
| 予習 | サイクロコンバータ、電動機制御の応用についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | 直流チョップパについてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 13. サイクロコンバータ、電動機制御の応用 | | | | |
| サイクロコンバータ、交流スイッチと交流電力調整装置 (サイクロコンバータの基本構成と動作波形および出力周波数の限度、ベクトル制御、巻線形誘導電動機の2次励磁制御、可変速揚水システム、同期電動機の制御と応用例) | | | | |
| 予習 | パワーエレクトロニクスの応用技術についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | サイクロコンバータ、電動機制御の応用についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 14. パワーエレクトロニクスの応用技術 | | | | |
| モータ制御分野、直流モータ制御への応用、交流モータ制御への応用、誘導モータのインバータドライブへの応用、PMモータのインバータドライブへの応用、電源分野、直流電源への応用、交流電源への応用、電力分野、電力系統の電圧制御(無効電力制御)への応用、直流送電への応用、太陽光発電への応用 | | | | |
| 予習 | パワーエレクトロニクスの講義内容に関してノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | パワーエレクトロニクスの応用技術についてノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 15. 専門演習と解説/授業内評価 | | | | |
| 電卓持参 Ltspice実習 | | | | |
| 予習 | パワーエレクトロニクスの講義内容に関してノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 復習 | パワーエレクトロニクスの講義内容に関してノートもしくはレポートにまとめる | | | 約2時間 |
| 16. 予備日 | | | | |
| 予習 | | | | |
| 復習 | | | | |