

平成30年度 授業シラバスの詳細内容

科目名(英)	パワーエレクトロニクス (Power Electronics)	授業コード	J140251
担当教員名	島元 世秀	科目ナンバリングコード	J31402
配当学年	3	開講期	後期
必修・選択区分	コース必修 電気電子コース コース選択必修 自動車・ロボットコース 機械・エネルギーコース 選択 全コース(2017年度以降)	単位数	2
履修上の注意または履修条件	講義用ノートと復習用ノートの2冊を準備して下さい。		
受講心得	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。学生各自は講義用ノートと復習用ノートの2冊を準備し、自分自身のノートに仕上げていくことを奨めます。		
教科書	パワーエレクトロニクス 江間敏, 高橋勲 (コロナ社)		
参考文献及び指定図書	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) 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 宮入庄太 著(丸善)、 パワーエレクトロニクス 楠本一幸 著(オーム社)、 パワーエレクトロニクス回路 電気学会・半導体電力変換システム調査専門委員会編 (オーム社) パワーデバイス・パワーICハンドブック 電気学会・高性能高機能パワーデバイス・パワーIC調査専門委員会編(コロナ社)		
関連科目	電気回路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、電気磁気学1、電気磁気学2		

授業の目的	パワーエレクトロニクスはパワー半導体デバイスを用いて電力の変換・制御を行う技術分野です。サイリスタ、GTO、バイポーラパワートランジスタ、パワーMOSFETおよびIGBTなどのデバイスが開発され、変換・制御技術の進歩と相俟ってその応用分野は各種の産業分野から家電機器に至るまで広範囲にわたっています。 パワーエレクトロニクスは半導体デバイスのスイッチング制御が基本です。したがって、パワー半導体デバイスの基本的動作特性を修得した後、スイッチング回路による交流／直流変換に始まる整流回路理論を学びます。 サイリスタの位相制御による順変換、逆変換の概念、転流動作、インダクタンスの作用、還流ダイオードの作用、GTOやパワートランジスタなどの自己消弧形高速デバイスを用いるPWMインバータ、パワー半導体デバイスの安全動作、スナバ回路など基礎的な事項を理解することを目指します。応用として電動機制御の基本を修得します。
授業の概要	パワーエレクトロニクスはパワー半導体デバイスを用いて電力の変換・制御を行う技術や材料の機構について学びます。

○授業計画	
学修内容	学修課題(予習・復習)
第1週: 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/授業内評価	

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)	授業の復習(2h)
第2週：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/授業内評価 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)	授業の予習・復習(2h・2h)
第3週：パワーMOSFETとIGBT、電力容量と駆動回路/授業内評価 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)	授業の予習・復習(2h・2h)
第4週：サイリスタとGTO/授業内評価 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)	授業の予習・復習(2h・2h)
第5週：パワーエレクトロニクスの周辺技術、電動機制御の理論/授業内評価 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、直流電動機の世界速度制御、誘導電動機の世界速度制御、同期電動機の世界速度制御)	授業の予習・復習(2h・2h)
第6週：交流波形、高調波(1)、電動機制御の応用(1)/授業内評価 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)	授業の予習・復習(2h・2h)
第7週：高調波(2)、整流回路の交流側特性/授業内評価 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)	授業の予習・復習(2h・2h)
第8週：整流回路(1)/授業内評価 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)	授業の予習・復習(2h・2h)
第9週：整流回路(2)/授業内評価 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)	授業の予習・復習(2h・2h)
第10週：インバータ(1)、他励式インバータ、交流電力制御/授業内評価 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)	授業の予習・復習(2h・2h)
第11週：インバータ(2)、自励式インバータ、PWMインバータ/授業内評価	

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、三相3レベルインバータ回路とその動作波形、電圧形インバータの直流電源、三相電流形インバータ、単相電圧形PWMインバータ、ハーフブリッジ電圧形PWMインバータの基本回路とその動作波形、信号波、搬送波、搬送波周波数と出力電流波形、単相フルブリッジPWMインバータ、バイポーラスイッチング式とユニポーラスイッチング式PWMの出力電圧スペクトラム、三相電圧形PWMインバータ)	授業の予習・復習(2h・2h)	
第12週：直流チョップ/授業内評価 直流チョップ、チョップによる電力調整、降圧チョップ、昇圧チョップ (降圧チョップの回路構成、降圧チョップの動作、還流ダイオードの作用、降圧チョップの制御法、昇圧チョップの回路構成、昇圧チョップの動作、四象限チョップの回路構成、直流電動機の四象限運転)	授業の予習・復習(2h・2h)	
第13週：サイクロコンバータ、電動機制御の応用(2)/授業内評価 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))	授業の予習・復習(2h・2h)	
第14週：パワーエレクトロニクスの応用技術/授業内評価 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	授業の復習(2h)	
第15週：確認テストと解説/授業内評価 電卓持参		
第16週：期末試験		
授業の運営方法	(1)授業の形式	
	(2)複数担当の場合の方式	
	(3)アクティブ・ラーニング	
地域志向科目	該当しない	
備考	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。	

○単位を修得するために達成すべき到達目標	
【関心・意欲・態度】	
【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。
【技能・表現・コミュニケーション】	
【思考・判断・創造】	

○成績評価基準(合計100点)			合計欄	100点
到達目標の各観点と成績評価方法の関係および配点	期末試験・中間確認等(テスト)	レポート・作品等(提出物)	発表・その他(無形成果)	
【関心・意欲・態度】 ※「学修に取り組む姿勢・意欲」を含む。		15点	15点	

【知識・理解】 ※「専門能力(知識の獲得)」を含む。	60点		
【技能・表現・コミュニケーション】 ※「専門能力(知識の活用)」「チームで働く力」「前に踏み出す力」を含む。			
【思考・判断・創造】 ※「考え抜く力」を含む。	10点		
(「人間力」について) ※以上の観点に、「こころの力」(自己の能力を最大限に発揮するとともに、「自分自身」「他者」「自然」「文化」等との望ましい関係を築き、人格の向上を目指す能力)と「職業能力」(職業観、読解力、論理的思考、表現能力など、産業界の一員となり地域・社会に貢献するために必要な能力)を加えた能力が「人間力」です。			

○配点の明確でない成績評価方法における評価の実施方法と達成水準の目安	
成績評価方法	評価の実施方法と達成水準の目安
レポート・作品等 (提出物)	公欠対象者は休講した回の内容をレポートで提出し、内容を理解しているか確認の小テストを行います。
発表・その他 (無形成果)	出席及び講義用と復習用ノートを考慮します。