

電力制御工学 (Power Electronics)		4年・通年・2学修単位()・必修 電気工学科・担当 石飛 学
[準学士課程(本科 1-5年) 学習教育目標] (2)	[システム創成工学教育プログラム 学習・教育目標] D-1(100%)	[JABEE 基準] (d-2a), (d-2c)
[講義の目的] ・現代を支えているパワーエレクトロニクスの必要性和、どこに利用されている技術であるか学び、身近な電気製品等の理解に繋げる。 ・各種電力変換方式の動作解析を通して解析方法を修得し、また、電力のやり取りや転流動作を視覚的に(波形から)理解できる能力を身につける。さらに、これらを通して線形素子をはじめとする回路素子の特性を再確認する。 ・回路技術を通じた環境問題へのアプローチ方法を学ぶ。		
[講義の概要] 電力形態を変換するための回路方式及び変調方式を中心に講義を行う。前半では、電力回路を理解する上で必須となる微分方程式を用いた過渡回路解析と線形素子の取り扱いを学び、電力変換に用いる半導体デバイスの特性も確認する。後半では、回路シミュレータによる演習を取り入れながら、各種電力変換を行う基本回路の構成、動作及びパルス変調方法を学ぶ。最後に地球環境と共存していくための省エネ技術や高調波障害等についても触れる。大学編入試験にも大きく関わる。		
[履修上の留意点] 様々な回路方式が出てくるが、動作を丸暗記せず、手を動かしながら解析すること。また、シミュレータを用いて電力のやり取りや転流動作を視覚的に理解できるように努めてほしい。板書をそのまま写すのではなく、必要なところだけメモをとり、できるだけ耳を立て、考え、質問する時間をつくってほしい。授業中もしくはその日のうちに理解するよう心がけること。		
[到達目標] 前期中間試験 : 1)記号法を用いた常微分方程式、2)線形素子の特性、3)微分方程式を用いた過渡解析(直流) 前期末試験 : 1)微分方程式を用いた過渡解析(交流、振動、スイッチング回路)、2)半導体スイッチの理解、3)パルス変調方式、4)平均値・実行値・電力の計算、高調波と力率の導出 後期中間試験 : 1)各種半導体スイッチ、2)ソフトスイッチング、3)AC-DC変換回路の動作理解、4)高調波問題の理解、5)DC-DC変換回路の動作理解 学年末試験 : 1)DC-AC変換回路の動作理解、2)モード解析、3)PWMパルス発生回路、4)絶縁型DC-DC変換回路と高周波トランスの特徴、5)ノイズの発生と対策について、6)省エネ技術と高調波対策の基礎 <div style="text-align: right;">以上の修得</div>		
[評価方法] 定期試験成績(70%)、課題点(20%)と授業態度(出席及び質問)(10%)の総合評価にて行う。定期試験ごとの達成目標を各々クリアすることで、単位認定の原則とする。		
[教科書] 「PSIMで学ぶ基礎パワーエレクトロニクス」、電気書院、野村 宏、藤原憲一郎、吉田正伸 緒		
[補助教材・参考書] ・回路解析シミュレータ PSIM, Powersim 社製(国内販売代理店: Myway プラス株式会社) 評価版がフリーでダウンロードできます。 ・「実践パワー・エレクトロニクス入門」、CQ出版、トランジスタ技術 SPECIAL 編集部 編 ・「スイッチングコンバータ回路入門」、日刊工業新聞社、岡山 努 緒 ・補助教材は適宜準備		
[関連科目] 複合領域の応用分野ですので、全ての電気に関する科目とこれに関連する数学が基礎となります。特に半導体工学、電子回路、直流・交流回路理論、回路網理論および数学の知識が必要です。		

講義項目・内容

週数	講義項目	講義内容	自己評価*
第1週	イントロダクション	まず最初に、本教科のやり方や進め方などの説明を行う。次に、パワーエレクトロニクス概論を行う。	
第2-3週	常微分方程式	回路の過渡解析に必要な微分方程式の確認+を行う。微分方程式は記号法を用いた解法を中心に学ぶ。(編入試験対策としても効果大)	
第4-5週	交流理論から過渡現象へ(+PSIM演習1)	R(複数)RL、RC回路を用いて線形素子の特性を確認し、交流理論の世界から一般の世界への誘導を行う。また、回路シミュレータ(PSIM)の使い方を学び、視覚的に過渡現象を確認する。	
第6週	過渡解析(基本回路)	RL、RC、LC、RLC回路について、微分方程式による過渡解析を行う。	
第7週	確認と演習	これまで習得した内容の確認と演習を行う。	
第8週	過渡解析(交流回路)	定期テストの結果をもとに勘違い点、ミスしやすい点を確認し、次に交流電圧源・電流源を入力にもつ回路の過渡解析を学ぶ。	
第9-10週	過渡解析(各種回路)	初期値をもつRL、RC回路にスイッチ(ダイオードを含む)が組み合わさったものを取り上げ、微分方程式を用いずに過渡解析を行う。	
第11週	過渡解析(振動回路)	振動(LCをもつ)回路について、微分方程式を用いず過渡解析を行う。	
第12週	電力等の計算(+PSIM演習2)	平均値・実行値・電力の計算、高調波と力率について確認する。次に、PSIMを用いてスイッチが組み合わさった回路の演習を行う。(過渡回路解析3,4+PSIMに関する演習を夏休みの宿題に入れる。)	
第13週	電力制御の基礎(線形orスイッチングレギュレータ)	トランジスタやサーモスタットによる温度制御から電力変換の基礎を学び、各種パルス変調方式(PWM、PFM、PAM、PDM、PSM)を理解する。続いて、理想スイッチと実際のスイッチ(機械スイッチ、半導体スイッチ)の違いと特徴を学ぶ。	
第14週	半導体スイッチ1	ダイオードとその高耐圧化、リカバリ電流、ライフタイムとスイッチング速度について解説する。また、SiCダイオードの紹介も行う。	
第15週	確認と演習	これまで習得した内容の確認と演習を行う。	
前期期末試験			
第16-17週	半導体スイッチ2	サイリスタ(SCR、GTO、トライアック)、パワーMOS-FET及びIGBTについて解説し、各種半導体スイッチの特性をまとめる。	
第18週	各種スイッチの使い方と注意点等	交流電圧源と抵抗負荷による簡単な回路に各種スイッチを挿入し、その使い方を確認する。次に、スイッチングノイズ及び損失について解説し、実際の回路及び回路素子をもつ寄生成分、高周波スイッチングの必要性、半導体スイッチに求められていること等にも触れる。	
第19週	各種電力変換+AC-DC変換1	各種電力変換と応用の話をする。次に抵抗負荷をもつ半波及び全波整流回路の確認を行い、誘導性負荷の場合も解説する。ここで環流ダイオードの重要性を取り上げる。	
第20週	AC-DC変換2(+PSIM演習3)	容量性負荷をもつ整流回路について学ぶ。その中で、入力高調波の問題に触れる。その後、AC-DC変換についてPSIM演習を通して確認する。	
第21週	DC-DC変換1	降圧チョッパ及び昇圧チョッパについて学ぶ。(単発ではない定常状態の扱いについて)	
第22週	DC-DC変換2	昇降圧チョッパを紹介する。また、チョッパを通して磁気デバイスの飽和とサイズ及び損失について復習する。その後、これまでの確認を行う。	
第23週	DC-AC変換1	定期テストの結果をもとに勘違い点、ミスしやすい点を確認する。次にブリッジ回路(フルブリッジ、ハーフブリッジ、SEPP)を紹介し、インバータの基礎を学ぶ。	
第24週	DC-AC変換2	LR負荷をもつフルブリッジインバータを例に回路のモード解析を学び、デッドタイムの有無、SEPPインバータを用いて演習を行う。	
第25週	DC-AC変換3	SEPPインバータを用いて各種変調方式とソフトスイッチングの確認をする。またフルブリッジインバータで正弦波PWMを学び、PWMパルス発生回路についても触れる。	
第26週	DC-AC変換4	代表的な共振形インバータを取り上げ、モード解析を通して動作を学ぶ。	
第27週	DC-DC変換(絶縁型)	絶縁型DC-DCコンバータの必要性和高周波トランスの難しさについて紹介する。	
第28-29週	各種電力変換回路、現代の課題と将来展望	デバイスの保護及びノイズの発生と対策(ツイスト線、スナバ回路等)省エネルギーなどについて認識を深める。また、その中でAC-AC変換、PFC回路、高速駆動回路等に触れる。	
第30週	総合演習	演習を通して電力変換回路の解析力を磨く。	
学年末試験			

* 4 : 完全に理解した, 3 : ほぼ理解した, 2 : やや理解できた, 1 : ほとんど理解できなかった, 0 : まったく理解できなかった.
(達成) (達成) (達成) (達成) (達成)