

فهرست

فصل اول - المانهای الکترونیک صنعتی.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱- دیود قدرت.....	۲
۱-۲-۱- مشخصه کلید زنی دیود قدرت.....	۴
۲-۲-۱- دیود شاتکی.....	۹
۳-۱- ترانزیستور دو قطبی.....	۱۲
۴-۱- تریتورها.....	۱۶
۵-۱- <i>MOSFET</i> قدرت.....	۳۵
۶-۱- <i>IGBT</i>	۳۹
۷-۱- تریایک.....	۴۲
۸-۱- دیایک.....	۴۳
۹-۱- <i>SCR</i> مکمل.....	۴۵
۱۰-۱- تریتور قابل خاموش شدن (<i>GTO</i>).....	۴۶
۱۱-۱- <i>MCT</i>	۵۱
۱۲-۱- <i>IGCT</i>	۵۲
۱۳-۱- مقایسه مشخصات ادوات نیمه هادی قدرت.....	۵۵
۱۴-۱- ترانزیستور تک پیوندی (<i>UJT</i>).....	۵۶
۱۵-۱- <i>UJT</i> قابل برنامه ریزی (<i>PUT</i>).....	۶۴
۱۶-۱- مدارات درایو.....	۶۷
۱-۱۶-۱- مدارهای درایو تریتور.....	۶۷
۲-۱۶-۱- مدارهای درایو گیت (<i>IGBT , MOSFET</i>).....	۶۷

- ۱-۱۶-۳- مدارهای درایو بیس *BJT*..... ۷۵
- ۱-۱۶-۴- چند مدار درایو عملی ۷۶
- ۱-۱۷- مدارات ضربه گیر..... ۷۸
- تمرین ۸۰

فصل دوم - یکسوکننده ها ۸۹

- ۱-۲- مقدمه ۸۹
- ۲-۲- یکسوکننده‌های تکفاز ۹۱
- ۲-۲-۱- یکسوکننده‌ی نیم موج دیودی تکفاز ۹۱
- ۲-۲-۲- یکسوکننده‌ی نیم موج تریستوری تکفاز..... ۹۷
- ۲-۲-۳- یکسو کننده تکفاز تمام موج با ترانس سر وسط ۱۰۳
- ۲-۲-۴- یکسوکننده‌ی تکفاز با پل تمام تریستوری..... ۱۱۳
- ۲-۲-۵- یکسوکننده‌ی تکفاز با پل مختلط ۱۱۶
- ۳-۲- یکسوکننده‌های سه فاز ۱۲۶
- ۳-۲-۱- یکسوکننده‌ی سه فاز نیم موج دیودی ۱۲۶
- ۳-۲-۲- یکسوکننده‌ی سه فاز نیم موج تریستوری ۱۲۸
- ۳-۲-۳- یکسوکننده‌ی سه فاز تمام موج دیودی یا پل گراتز دیودی ۱۳۲
- ۳-۲-۴- یکسوکننده‌ی سه فاز تمام موج تریستوری (پل گراتز تریستوری)..... ۱۳۵
- ۳-۲-۵- یکسوکننده‌ی سه فاز ۱۲ پالس ۱۳۸
- ۴-۲- پدیدهٔ تداخل (همپوشانی) ۱۴۰
- ۴-۲-۱- تداخل در یکسوکننده سه فاز نیم موج دیودی ۱۴۰
- ۴-۲-۲- تداخل در یکسوکننده سه فاز نیم موج تریستوری ۱۴۴
- ۴-۲-۳- تداخل در یکسوکننده p پالس ۱۴۶

۱۵۳	۵-۲- بررسی پارامترهای عملکردی یکسوکننده‌ها
۱۵۶	۵-۲-۱- پارامترهای مربوط به خروجی یکسوکننده
۱۵۷	۵-۲-۲- پارامترهای مربوط به المانهای مدل
۱۵۸	۵-۲-۳- پارامترهای مربوط به ورودی یکسوکننده
۱۷۵	۶-۲- مدار فرمان یکسوکننده‌های تریستوری
۱۷۵	۶-۲-۱- کنترل خطی زاویه‌ی آتش
۱۷۷	۶-۲-۲- کنترل با موج کسینوسی
۱۸۰	۶-۲-۳- اصول اسیلاتور قفل کننده‌ی فاز (PLL)
۱۸۲	۷-۲- ملاحظات عملی در یکسوکننده‌ها
۱۸۳	۸-۲- یکسوکننده‌های دارای کموتاسیون اجباری
۱۸۶	تمرین

فصل سوم- اینورترها ۱۹۳

۱۹۳	۳-۱- مقدمه
۱۹۵	۳-۲- اینورترهای تکفاز
۱۹۵	۳-۲-۱- اینورتر منبع ولتاژ نیم پل تکفاز
۲۱۸	۳-۲-۲- اینورتر تمام پل
۲۳۲	۳-۳- اینورترهای سه فاز
۲۳۲	۳-۳-۱- اینورتر منبع ولتاژ سه فاز
۲۵۵	۳-۴- اینورترهای چند سطحی
۲۵۸	۳-۴-۱- روش مدولاسیون با حاملهای دارای اختلاف فاز
۲۶۰	۳-۴-۲- روش مدولاسیون با حاملهای دارای اختلاف سطح
۲۶۲	۳-۴-۳- روش مدولاسیون پلکانی
۲۶۴	۳-۵- اینورتر منبع جریان (CSI)

۲۶۴.....	۳-۵-۱- اینورتر منبع جریان مربعی.....
۲۶۷.....	۳-۵-۲- اینورتر منبع جریان با کنترل PWM.....
۲۷۰.....	تمرین.....

فصل چهارم- برشگرهای جریان متناوب..... ۲۷۳

۲۷۳.....	۴-۱- مقدمه.....
۲۷۳.....	۴-۲- کنترل کننده ولتاژ ac به ac تکفاز.....
۲۷۵.....	۴-۲-۱- کنترل فاز.....
۲۸۲.....	۴-۲-۲- کنترل کننده ولتاژ ac به ac تکفاز با کنترل خاموش و روشن.....
۲۸۳.....	۴-۲-۳- کنترل کننده ولتاژ به روش PWM.....
۲۸۵.....	۴-۳- کنترل کننده ولتاژ سه فاز.....
۲۸۷.....	۴-۴- سیکلکانورترها.....
۲۸۷.....	۴-۴-۱- سیکلکانورتر تکفاز.....
۲۹۱.....	۴-۴-۲- سیکلکانورتر سه فاز.....
۲۹۳.....	تمرین.....

فصل پنجم- برشگرهای جریان دایم..... ۲۹۵

۲۹۵.....	۵-۱- مقدمه.....
۲۹۶.....	۵-۲- برشگر کاهنده ولتاژ (مبدل باک).....
۲۹۷.....	۵-۲-۱- مد هدایت پیوسته مبدل باک.....
۳۰۹.....	۵-۲-۲- مد هدایت ناپیوسته مبدل باک.....
۳۰۹.....	۵-۳- برشگر افزایشده ولتاژ (مبدل بوست).....

- ۳۱۱-۳-۵-۱-مد هدایت پیوسته مبدل بوست.....
- ۳۱۹-۳-۵-۲-مد هدایت ناپیوسته مبدل بوست.....
- ۳۲۱-۴-۵-۴-برشگر معکوس کننده ولتاژ(مبدل باک-بوست).....
- ۳۲۱-۴-۵-۱-مد هدایت پیوسته مبدل باک-بوست.....
- ۳۲۵-۴-۵-۲-مد هدایت ناپیوسته مبدل باک-بوست.....
- ۳۲۶-۵-۵-۵-مبدل چوک.....
- ۳۳۰-۶-۵-۶-اثرات غیر ایده آل بودن المانهای مبدل.....
- ۳۳۰-۶-۵-۱-مقاومت اهمی سلف.....
- ۳۳۲-۶-۵-۲-مقاومت زمان هدایت سویچ.....
- ۳۳۴-۶-۵-۳-افت ولتاژ زمان هدایت سویچ و دیود.....
- ۳۳۶-۷-۵-۷-مبدل فلای بک.....
- ۳۴۲-۸-۵-۸-مبدل نیم پل.....
- ۳۴۶-۹-۵-۹-مبدل تمام پل.....
- ۳۴۹-۱۰-۵-۱۰-مبدل پوش-پول.....
- ۳۵۰-۱۱-۵-۱۱-بررسی مدارهای کنترل مبدل های DC/DC.....
- ۳۵۱-۱۲-۵-۱۲-مدارهای کنترل با چند حلقه فیدبک.....
- ۳۵۳-۱۳-۵-۱۳-ملاحظات کنترل کننده های مد جریان.....
- ۳۵۴-۱۴-۵-۱۴-مدارهای کنترل با فرکانس متغیر.....
- ۳۵۵-۱۴-۵-۱-مدار کنترل به روش هیستریزس.....
- ۳۵۶-۱۴-۵-۲-مدار کنترل به روش زمان روشنایی ثابت.....
- ۳۵۸-۱۴-۵-۳-مدار کنترل به روش خاموشی ثابت.....
- ۳۵۸-۱۴-۵-۴-مدار کنترل به روش تنظیم زمان روشنایی با *feedforward*.....
- ۳۵۹-۱۵-۵-۱۵-مدارهای کموتاسیون اجباری.....
- ۳۵۹-۱۵-۵-۱-کموتاسیون خود بخود.....

۳۶۲.....	۵-۱۵-۲- کموتاسیون اجباری ضربه ای.....
۳۶۶.....	۵-۱۵-۳- کموتاسیون مکمل.....
۳۶۸.....	۵-۱۵-۴- کموتاسیون پالس شدید.....
۳۷۲.....	۵-۱۵-۵- کموتاسیون پالس خارجی.....
۳۷۳.....	۵-۱۵-۶- کموتاسیون سمت خط.....
۳۷۵.....	تمرین.....
۳۷۹.....	مراجع.....
۳۸۱.....	ضمیمه.....

پیش‌گفتار ویرایش دوم

در ویرایش دوم کتاب چندین تغییر نسبت به ویرایش نخست ایجاد شده است. اول آنکه کلیه اشکالات تایپی نسخه اول اصلاح شده است. اضافه شدن بخش محاسبات و شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار *MATLAB* از تغییرات مهم در ویرایش دوم است که فایل‌های مربوط به فصول مختلف در وبگاه مولف به آدرس: <http://aketabi.kashanu.ac.ir> موجود است. برای فهم بهتر مطالب کتاب، مثال‌های متنوع بیشتری همراه با توضیحات لازم ارائه شده است. در ضمن تمرین‌های آخر هر فصل نیز کامل‌تر شده است. توضیحات مربوط به مبدل‌های *DC/DC* در فصل پنجم کتاب بطور کامل بازنویسی شده و مطالب مربوط به مبدل‌های ایزوله تکمیل شده است.

از دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد که در رفع اشکالات ویرایش قبلی کمک کردند، تشکر می‌نمایم. از معاونت پژوهشی دانشگاه کاشان که با حمایت خود امکان چاپ ویرایش جدید این اثر را فراهم نموده است، قدردانی می‌گردد. همچنین از صبر و حوصله و همراهی همسر و فرزندانم در انجام این کار سپاسگزارم.

دکتر عباس کتابی

دانشیار گروه مهندسی برق، دانشگاه کاشان

پیش گفتار ویرایش اول

کتابی که در پیش رو دارید حاصل بیش از سه سال تحقیق و تتبع مولفین جهت گردآوری مجموعه نسبتاً کاملی از مباحث علمی برای درس الکترونیک صنعتی دوره کارشناسی مهندسی برق است. هدف اصلی در این مجموعه ارائه مباحث علمی مبحث جدید الکترونیک قدرت و کاربردهای آن در صنعت می‌باشد لذا این کتاب می‌تواند مورد استفاده مهندسین شاغل در صنعت الکترونیک یا سیستمهای قدرت نیز واقع گردد. بطور کلی الکترونیک قدرت در ده سال اخیر پیشرفتهای شایان توجهی در تمامی ابعاد صنعت برق از کوره های قوس الکتریکی تا منابع تغذیه اضطراری و حتی وسایل برقی خانگی داشته است.

مباحث علمی کتاب تالیف بوده و برگرفته از جزوات درسی تالیف و تدریس شده توسط مولفان از سال ۱۳۷۵ در گروه مهندسی برق دانشکده مهندسی دانشگاه کاشان می‌باشد که به مرور زمان و با توجه به پیشرفت مباحث الکترونیک قدرت به عنوان یک حوزه میان رشته ای بر غنای مطالب آن افزوده شده است. در طراحی سرفصلها و محتوای کتاب توجه ویژه ای به محتوای دروس مشابه در دانشگاههای معتبر دنیا و سرفصلهای مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی مد نظر قرار گرفته است.

اگرچه با مرور و بازنویسی چندباره مطالب سعی شده است تا اشتباهات تایپی به حداقل ممکن برسد اما از خوانندگان عزیز خصوصاً دانشجویان گرامی خواهشمندیم که هرگونه اصلاح یا پیشنهاد خود را جهت پربارتر شدن چاپهای

بعدی کتاب برای مولفان ارسال نمایند. جا دارد از زحمات گرانقدر برادر گرامی آقای مجید محمودوند دانشجوی محترم کارشناسی ارشد مهندسی برق دانشگاه کاشان که زحمات بسیاری در رسم شکل‌های کتاب و تنظیم اشکال متن متقبل گردیده اند تشکر و قدردانی نماییم. همچنین بی شک انجام چنین کاری بدون همراهی و تشویق خانواده مولفان امکان پذیر نبود لذا از ایشان به جهت صبر و همراهی شان نیز تشکر می‌نماییم. از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه کاشان که با حمایت مالی امکان چاپ این اثر را فراهم نموده است قدردانی می‌گردد.

عباس کتابی - داریوش دیدبان

اعضای هیات علمی گروه مهندسی برق دانشگاه کاشان