

# مبدل‌های DC به DC

از کتاب

## اصول الکترونیک قدرت

(ویرایش دوم)

تألیف: رابرت اریکسون  
دراگان ماکسیموویچ

ترجمه:

دکتر سید عباس صارمی حصاری

(عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی)

مهندس حسین روستاآزاد

|                     |                                                                                                                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | رابرت اریکسون - Erickson, Robert W. (Robert Warren), 1956                                                                                          |
| عنوان و نام پدیدآور | مبدل های DC به DC از کتاب اصول الکترونیک قدرت (ویرایش دوم) / نوشته رابرت اریکسون و دراگان ماکسیموویچ - مترجمان سیدعباس صارمی حصاری، حسین روستاآزاد |
| مشخصات نشر          | تهران: انتشارات حکمت و عرفان، ۱۴۰۰ -                                                                                                               |
| مشخصات ظاهری        | ۲۱۴ ص                                                                                                                                              |
| شابک                | ۸۱-۵-۸۳۲۳-۹۷۸-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰۰۰۰ ریال                                                                                                                  |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیا                                                                                                                                                |
| یادداشت             | عنوان اصلی : DC-DC Converters From Fundamentals of Power Electronics (Second Edition)                                                              |
| یادداشت             | کتابنامه ص ۲۰۷-۲۰۹                                                                                                                                 |
| موضوع               | الکترونیک قدرت                                                                                                                                     |
| موضوع               | Power electronics :                                                                                                                                |
| شناسه افزوده        | دراگان ماکسیموویچ - ۱۹۶۱م Dragan Maksimovic                                                                                                        |
| شناسه افزوده        | سیدعباس صارمی حصاری ۱۳۵۷ - مترجم                                                                                                                   |
| شناسه افزوده        | حسین روستاآزاد ۱۳۷۴ - مترجم                                                                                                                        |
| رده بندی کنگره      | TK ۷۸۸/۱۵ :                                                                                                                                        |
| رده بندی دیویی      | ۶۲۱/۳۸۱ :                                                                                                                                          |
| شماره کتابشنسی ملی  | ۸۵۳۳۰۴ :                                                                                                                                           |



مبدل های DC به DC  
از کتاب اصول الکترونیک قدرت (ویرایش دوم)  
نویسنده: رابرت اریکسون و دراگان ماکسیموویچ

مترجمان: دکتر سید عباس صارمی حصاری، مهندس حسین روستاآزاد

ناشر: حکمت و عرفان

صفحه آرا: دلارام پری پیکر

نوبت چاپ: اول پاییز ۱۴۰۰

شمارگان: ۵۰۰

قیمت: ۶۰.۰۰۰ تومان

شابک: ۸۱-۵-۸۳۲۳-۹۷۸-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰۰۰۰

انتشارات حکمت و عرفان

تهران، خیابان شهید مصطفی خمینی، کوچه شهید افشار، شهاب ۳، پلاک ۷

تلفن: ۰۹۱۲۱۴۳۲۶۶۷ - ۳۳۵۸۰۶۸

کلیه حقوق برای ناشر و مترجمان محفوظ است.

## فهرست مطالب

|   |                  |
|---|------------------|
| ت | پیشگفتار مترجمان |
| ح | پیشگفتار مولفان  |

### فصل اول: مقدمه

|    |                                       |
|----|---------------------------------------|
| ۲  | ۱-۱- مقدمه‌ای بر پردازش توان          |
| ۱۱ | ۱-۲- برخی از کاربردهای الکترونیک قدرت |
| ۱۴ | ۱-۳- المان‌های الکترونیک قدرت         |
| ۱۶ | منابع                                 |

### فصل دوم: مبانی تجزیه و تحلیل مبدل‌ها در حالت دایمی و پایدار

|    |                                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------|
| ۱۸ | ۲-۱- مقدمه                                                                |
| ۲۲ | ۲-۲- تعادل ولت-ثانیه در سلف، تعادل شارژ در خازن و تقریب ریپل کوچک         |
| ۳۲ | ۲-۳- تحلیل مبدل بوست در حالت پایدار با استفاده از روش بیان شده در این فصل |
| ۳۹ | ۲-۴- تحلیل مبدل چوک در حالت پایدار با استفاده از روش بیان شده در این فصل  |
| ۴۵ | ۲-۵- تخمین ریپل ولتاژ خروجی در مبدل‌های دارای فیلترهای پایین‌گذر مرتبه دو |
| ۴۸ | ۲-۶- خلاصه نکات کلیدی                                                     |
| ۵۰ | مسائل                                                                     |
| ۵۴ | منابع                                                                     |

### فصل سوم: مدل‌سازی مدار معادل در حالت پایدار، تلفات و راندمان

|    |                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------|
| ۵۸ | ۳-۱- مدل ترانسفورماتور dc                                            |
| ۶۲ | ۳-۲- محاسبه اتلاف در بخش مسی سلف                                     |
| ۶۶ | ۳-۳- ایجاد مدل مدار معادل                                            |
| ۶۶ | ۳-۳-۱- معادله ولتاژ سلف                                              |
| ۶۷ | ۳-۳-۲- معادله جریان خازن                                             |
| ۶۸ | ۳-۳-۳- مدل مدار کامل                                                 |
| ۷۰ | ۳-۳-۴- راندمان                                                       |
| ۷۲ | ۳-۴- چگونگی به دست آوردن درگاه (پورت) ورودی مدل                      |
| ۷۵ | ۳-۵- مثال: در نظر گرفتن اتلاف رسانشی در نیم‌رساناها در مدل مبدل بوست |
| ۸۰ | ۳-۶- خلاصه نکات کلیدی                                                |
| ۸۲ | مسائل                                                                |
| ۸۸ | منابع                                                                |

## فصل چهارم: پیاده سازی کلیدها در عمل

### فصل پنجم: حالت هدایت ناپیوسته

- ۹۳ ۵-۱- اصول حالت هدایت ناپیوسته و مرزهای بین حالت‌ها
- ۹۹ ۵-۲- تحلیل نسبت تبدیل  $M(D,K)$
- ۱۰۵ ۵-۳- مثالی از مبدل بوست
- ۱۱۳ ۵-۴- خلاصه نتایج و نکات کلیدی
- ۱۱۶ مسائل

### فصل ششم: مدارهای مبدل

- ۱۲۷ ۶-۱- تغییر مدارها و ایجاد مدارهای جدید
- ۱۲۸ ۶-۱-۱- تبدیل متبع و بار
- ۱۳۰ ۶-۱-۲- اتصال آبشاری مبدل‌ها
- ۱۳۳ ۶-۱-۳- چرخش سلول سه ترمینال
- ۱۳۴ ۶-۱-۴- اتصال دیفرانسیلی بار
- ۱۳۸ ۶-۲- لیست کوتاهی از مبدل‌ها
- ۱۴۲ ۶-۳- ایزوله کردن ترانسفورماتور
- ۱۴۷ ۶-۳-۱- مبدل‌های باک ایزوله شده تمام پل و نیم پل
- ۱۵۳ ۶-۳-۲- مبدل مستقیم
- ۱۶۱ ۶-۳-۳- مبدل باک ایزوله شده پوش-پول
- ۱۶۳ ۶-۳-۴- مبدل فلای‌بک
- ۱۶۸ ۶-۳-۵- مبدل‌های ایزوله شده بر پایه مبدل بوست
- ۱۷۱ ۶-۳-۶- نسخه‌های ایزوله شده مبدل‌های چوک و SEPIC
- ۱۷۴ ۶-۴- طراحی و ارزیابی مبدل‌ها
- ۱۷۵ ۶-۴-۱- مصرف و تنش در سویچ
- ۱۷۹ ۶-۴-۲- طراحی با استفاده از صفحه اطلاعات گسترده در کامپیوتر
- ۱۸۴ ۶-۵- خلاصه نکات کلیدی
- ۱۸۶ مسائل
- ۱۹۶ منابع

## پیشگفتار مترجمان

خداوند را شاکریم که به ما فرصتی داد تا با تهیه این کتاب خدمتی هرچند ناچیز به جامعه علمی کشور ارایه دهیم. کتاب اصلی شامل ۲۰ فصل است که در ۵ موضوع گروه بندی شده‌اند. با توجه به حجم زیاد مطالب ارائه شده در کتاب مورد نظر، برآن شدیم تا صرفاً پنج فصل از فصول اولیه این کتاب که مربوط به موضوع اول با عنوان، مبدل‌ها در حالت پایدار، و عمدتاً مبدل‌های DC به DC در حالت پایدار است را ترجمه کنیم و این مطالب را در قالب یک کتاب ارایه دهیم. مباحث مربوط به مبدل‌های DC به DC یکی از مباحث مهم در زمینه الکترونیک قدرت در رشته برق است که در دانشگاه‌ها معمولاً در مقطع کارشناسی به صورت خلاصه و در مقطع تحصیلات تکمیلی به صورت کامل به آن پرداخته می‌شود. یکی از ویژگی‌های اصلی این کتاب آن است که ابتدا سه قضیه بسیار ساده در فصل دوم کتاب با نام‌های تعادل ولت-ثانیه در سلف، تعادل شارژ در خازن و تقریب ریبیل کوچک<sup>۱</sup> در خصوص مبدل‌های الکترونیک قدرت بیان می‌کند سپس در ادامه آن فصل و همچنین در فصل‌های بعدی، با استفاده از این سه قضیه، مبدل‌های الکترونیک قدرت را در حالت پایدار به سادگی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد.

لازم به ذکر است که برای انجام این تحلیل مطابق روش‌های عادی، باید ابتدا با استفاده از روش‌های تحلیل مدار، معادلات دیفرانسیل حاکم بر مدار مبدل مورد نظر نوشته شود و با حل دستگاه معادلات دیفرانسیل حاصل، مقدار ولتاژها یا جریان‌های مورد نظر در مبدل محاسبه شود. درحالی‌که نوشتن معادلات دیفرانسیل و حل آن‌ها پیچیده و زمان‌بر است، روش ارائه شده در این کتاب بدون تشکیل معادلات دیفرانسیل و صرفاً با استفاده از چند قضیه ساده مداری و محاسبات ساده ریاضی، مقدار پارامترهای مورد نظر در مبدل را محاسبه می‌کند.

هر چند در پیشگفتار ارائه شده توسط مولفان این کتاب در خصوص ساختار مطالب ارایه شده در کتاب و اهداف هریک از فصول آن توضیحات مختصری ارائه شده است اما ذکر توضیحاتی کامل در خصوص مباحث ترجمه شده می‌تواند یک دید کلی و جامع در خواننده در خصوص مطالبی که مطالعه خواهد کرد ایجاد کند و اهداف موردنظر این ترجمه را برای وی بیشتر تبیین کند. لذا در ادامه خلاصه‌ای از مطالب ارائه شده در این اثر ترجمه شده ارائه می‌گردد.

در فصل اول، پس از ارائه مطالبی در خصوص انواع مبدل‌های الکترونیک قدرت، برخی از کاربردهای مبدل‌های الکترونیک قدرت بیان می‌شود و در خصوص عناصر مداری مجاز برای استفاده در مبدل‌های الکترونیک قدرت با استفاده از معیار ارزیابی تلفات توان بحث می‌شود. در این فصل، موضوع تلفات توان با استفاده از یک مبدل DC به DC از نوع باک<sup>1</sup> و به صورت کمی مورد بحث قرار می‌گیرد.

در فصل دوم، سه قضیه، برای تجزیه و تحلیل مدارهای الکترونیک قدرت در حالت پایدار و بدون نیاز به تشکیل و حل معادلات دیفرانسیل بیان می‌شود و در ادامه، تعدادی از مبدل‌های DC به DC معرفی می‌شوند و با استفاده از قضایای ارائه شده در ابتدای فصل و با فرض ایده‌آل بودن کلیدها و سایر عناصر استفاده شده در مبدل، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

در فصل سوم، نحوه عملکرد، میزان تلفات و مقدار بازده مبدل‌های معرفی شده در فصول قبل در صورت استفاده از کلیدها و سلف‌های غیر ایده‌آل به جای عناصر ایده‌آل بررسی می‌شود و در خصوص نحوه مدلسازی مبدل‌های DC به DC در حالت پایدار و با استفاده از مفهوم ترانسفورماتورها مطالب مفیدی ارائه می‌گردد. به این ترتیب، ویژگی‌های مبدل‌ها در حالت پایدار، در مدل‌های ارائه شده، به خوبی جمع و خلاصه می‌شود.

فصل چهارم کتاب که در مورد کلیدهای استفاده شده در مبدل‌های الکترونیک قدرت است، ترجمه نشده است چرا که حذف این فصل خللی در خصوص پیوستگی مطالب مورد نظر مترجمین در مورد مبدل‌های DC به DC ایجاد نمی‌کند. در این فصل در خصوص گروه‌بندی کلیدهای نیمه‌هادی با توجه به نوع ولتاژ و جریان (AC یا DC) که کلیدها می‌توانند قطع و وصل کنند توضیحاتی ارائه می‌شود و در ادامه، ساختمان و نحوه عملکرد و ویژگی‌های برخی کلیدهای نیمه‌هادی مانند ترانزیستورهای BJT، MOSFET و IGBT و نیز ترستورهای SCR، GTO و MCT مورد بررسی قرار می‌گیرد. در پایان این فصل نیز در خصوص تلفات کلیدزنی در کلیدهای نیمه‌هادی مطالب جامعی ارائه می‌گردد.