

۱۴۶۹/۸/۹۸
۹۵/۱۲/۱۲

تبدیل توان و کنترل سیستم‌های انرژی بادی

تألیف

یونگ کیانگ لانگ
بوید آرکس - سمیر کورو

ترجمه

حسن منصف
محمدرضا جلیلود

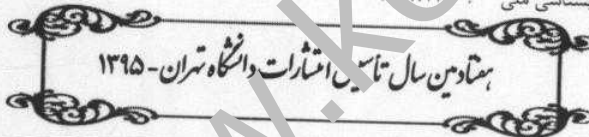


شماره مسلسل ۸۹۷۸

شماره انتشار ۳۷۹۶

انتشارات دانشگاه تهران

عنوان و نام پدیدآور : تبدیل توان و کنترل سیستم‌های انرژی بادی / تألیف بین وو... [و دیگران]؛ ترجمه حسن منصف، محمدرضا جلیلود.
 مشخصات نشر : تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۵.
 مشخصات ظاهری : ۴۵۶ ص: مصور، جدول، نمودار.
 فروست : انتشارات دانشگاه تهران: شماره انتشار ۳۷۹۶.
 شابک : 978-964-03-7033-9
 وضعیت فهرست‌نویسی : فیفا
 یادداشت : مؤلفان بین وو، یونگ کیانگ لانگ، نوید زرگری، سمیر کورو.
 یادداشت : عنوان اصلی: Power Conversion and Control of Wind Energy Systems, c2011.
 یادداشت : کتابنامه: ص. ۴۲۷.
 موضوع : سیستم‌های تبدیل انرژی باد
 شناسه اثر : Wu, B. Bin - ۱۹۵۷ م.
 شناسه افزوده : منصف، حسن، ۱۳۴۰ - مترجم
 شناسه افزوده : جلیلود، محمدرضا، ۱۳۵۵ - مترجم
 شناسه افزوده : دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات
 رده‌بندی کنگره : TK ۱۵۴۱/۰۳۹۵
 رده‌بندی دیویی : ۶۲۱/۳۱۰۱۳۶
 شماره کتابشناسی ملی : ۸۱۴۲۰



این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.

ISBN-978-964-03-7033-9



9 789640 370339

عنوان: تبدیل توان و کنترل سیستم‌های انرژی بادی
 تألیف: بین وو - یونگ کیانگ لانگ - نوید زرگری - سمیر کورو
 ترجمه: دکتر حسن منصف - مهندس محمدرضا جلیلود
 نویت چاپ: اول
 تاریخ انتشار: ۱۳۹۵
 شمارگان: ۵۰۰ نسخه
 ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
 چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجمان است»

بها: ۴۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
 پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>
 بخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲



فهرست مطالب

پیشگفتار مترجمان.....	ز
پیشگفتار مؤلفان.....	س
فهرست علائم.....	ض
سرنام‌ها و اختصارات.....	و

فصل اول.....

۱-۱- مقدمه.....	۱
۱-۲- بررسی سیستم‌های تبدیل انرژی بادی.....	۱
۱-۲-۱- ظرفیت نصب‌شده و نرخ رشد.....	۱
۱-۲-۲- توربین‌های بادی کوچک و بزرگ.....	۲
۱-۳-۲- کاربردهای وضعیت مستقل و اتصال به شبکه.....	۳
۱-۴-۲- کاربردهای روی زمین و فراساحل.....	۴
۱-۵-۲- هزینه‌های سیستم‌های تبدیل انرژی بادی.....	۷
۱-۳- فناوری توربین بادی.....	۸
۱-۳-۱- توربین‌های بادی با محورهای افقی و عمودی.....	۹
۱-۳-۲- توربین‌های سرعت ثابت و متغیر.....	۱۰
۱-۳-۳- کنترل‌های توان آئرو دینامیکی جایگاه و زاویه پره.....	۱۱
۱-۴-۱- ساختارهای سیستم تبدیل انرژی بادی.....	۱۲
۱-۴-۱-۱- سیستم‌های تبدیل انرژی بادی سرعت ثابت بدون رابط مبدل قدرت.....	۱۲
۱-۴-۲- سیستم‌های سرعت متغیر با مبدل‌های قدرت کاهش ظرفیت یافته.....	۱۳
۱-۴-۳- سیستم‌های سرعت متغیر با مبدل‌های قدرت ظرفیت کامل.....	۱۵
۱-۵- الزامات اتصال به شبکه.....	۱۷
۱-۵-۱- نیازهای گذر از خطا.....	۱۸
۱-۵-۲- کنترل توان راکتیو.....	۱۸
۱-۶- خلاصه.....	۱۸
مراجع.....	۲۰

فصل دوم - اصول کنترل سیستم تبدیل انرژی بادی.....

۱-۲- مقدمه.....	۲۱
۲-۲- اجزای توربین بادی.....	۲۱
۱-۲-۲- پره توربین.....	۲۲

۲۴	۲-۲-۲-سازوکار زاویه پره
۲۵	۳-۲-۲-جعبه‌دنده
۲۷	۴-۲-۲-ترمز مکانیکی روتور
۲۷	۵-۲-۲-ژنراتور
۲۸	۶-۲-۲-درایو Yaw (انحراف)
۲۸	۷-۲-۲-برج و پی‌ریزی
۳۰	۸-۲-۲-حسگرهای باد (بادسنج)
۳۲	۳-۲-۲-آئرو دینامیک توربین بادی
۳۲	۱-۳-۲-مشخصه توان توربین‌های بادی
۳۲	۲-۳-۲-کنترل توان آئرو دینامیکی: جایگاه غیرفعال، جایگاه فعال و کنترل زاویه پره
۳۶	۳-۳-۲-نسبت سرعت نوک پره
۳۶	۴-۲-کنترل ردیابی نقطه بیشینه توان (MPPT)
۳۸	۱-۴-۲-MPPT با پروفایل دان توربین
۳۸	۲-۴-۲-MPPT با نسبت بهینه نسبت نوک پره
۴۰	۳-۴-۲-MPPT با کنترل گشتاور بهینه
۴۰	۵-۲-خلاصه
۴۱	مراجع
۴۳	فصل سوم - ژنراتورهای بادی و مدل‌سازی
۴۳	۱-۳-مقدمه
۴۴	۲-۳-تبدیل چارچوب مرجع
۴۴	۱-۲-۳-تبدیل چارچوب مرجع $abc \rightarrow dq$
۴۷	۲-۲-۳-تبدیل چارچوب مرجع $abc \rightarrow \alpha\beta$
۴۸	۳-۳-مدل‌های ژنراتور القایی
۴۸	۱-۳-۳-ساختمان
۴۹	۲-۳-۳-مدل بردار-فضا
۵۱	۳-۳-۳-مدل چارچوب مرجع dq
۵۲	۴-۳-۳-مدل شبیه‌سازی
۵۴	۵-۳-۳-مشخصه‌های گذرای ژنراتور القایی
۵۶	۶-۳-۳-مدار معادل حالت دائمی
۶۳	۴-۳-ژنراتورهای سنکرون
۶۳	۱-۴-۳-ساختمان
۶۶	۲-۴-۳-مدل دینامیکی ژنراتور سنکرون
۷۲	۳-۴-۳-مدارهای معادل حالت دائمی
۷۶	۵-۳-خلاصه
۷۷	تمرینات

۸۸	مسائل
۸۹	مراجع
۹۱	فصل چهارم - مبدل‌های قدرت در سیستم‌های تبدیل انرژی بادی
۹۱	۱-۴ مقدمه
۹۱	۲-۴ کنترل‌کننده‌های ولتاژ AC (راه‌اندازهای نرم)
۹۲	۱-۲-۴ کنترل‌کننده ولتاژ AC تک‌فاز
۹۵	۲-۲-۴ کنترل‌کننده ولتاژ AC سه‌فاز
۱۰۱	۳-۴ مبدل‌های بوست میانی
۱۰۲	۱-۳-۴ مبدل بوست تک‌کانال
۱۰۶	۲-۳-۴ مبدل بوست میانی دوکانال
۱۱۰	۳-۳-۴ مبدل‌های بوست میانی چندکانال
۱۱۳	۴-۴ مبدل‌های منبع ولتاژ دو سطحی
۱۱۴	۱-۴-۴ مدولاسیون عرض پالس (PWM) سینوسی
۱۱۷	۲-۴-۴ مدولاسیون بردار فضایی
۱۲۴	۳-۴-۴ تجزیه و تحلیل هارمونیک
۱۲۶	۵-۴ مبدل‌های برشی سه‌سطحی با نقص خازن
۱۲۷	۱-۵-۴ ساختار مبدل
۱۲۹	۲-۵-۴ مدولاسیون بردار فضایی
۱۳۱	۶-۴ مبدل‌های منبع جریان PWM
۱۳۱	۱-۶-۴ پیکربندی اینورتر منبع جریان
۱۳۲	۲-۶-۴ حذف هارمونیک‌های انتخابی
۱۳۳	۳-۶-۴ مدولاسیون بردار فضایی
۱۳۸	۴-۶-۴ یکسوکننده منبع جریان PWM
۱۴۰	۷-۴ کنترل اینورتر متصل به شبکه
۱۴۱	۱-۷-۴ کنترل ولتاژ محور (VOC)
۱۴۴	۲-۷-۴ VOC با کنترل‌کننده مستقل
۱۴۶	۳-۷-۴ بهره‌برداری از اینورتر متصل به شبکه با VOC و کنترل توان راکتیو
۱۵۰	۸-۴ خلاصه
۱۵۱	تمرینات
۱۶۵	مسائل
۱۶۶	مراجع
۱۶۷	فصل پنجم ساختارهای سیستم انرژی بادی
۱۶۷	۱-۵ مقدمه
۱۶۷	۲-۵ سیستم تبدیل انرژی بادی سرعت ثابت
۱۶۷	۱-۲-۵ سیستم تبدیل انرژی بادی تک‌سرعتی

۱۶۹	۵-۲-۲-سیستم تبدیل انرژی بادی دوسرعتی
۱۷۰	۵-۳-سیستم تبدیل انرژی بادی ژنراتور القایی سرعت متغیر
۱۷۰	۵-۳-۱-ژنراتور القایی روتور سیم‌پیچی شده با مقاومت خارجی روتور
۱۷۱	۵-۳-۲-سیستم تبدیل انرژی بادی ژنراتور القایی دوسو تغذیه با مبدل قدرت ظرفیت کاهش یافته
۱۷۳	۵-۳-۳-سیستم انرژی بادی ژنراتور القایی قفس سنجابی (SCIG) با مبدل قدرت ظرفیت کامل
۱۷۵	۵-۴-سیستم تبدیل انرژی بادی ژنراتور سنکرون سرعت متغیر
۱۷۵	۵-۴-۱-ساختار با مبدل‌های قدرت پشت‌به‌پشت ظرفیت کامل
۱۷۷	۵-۴-۲-ساختار با یکسوکندنه دیودی و مبدل‌های DC/DC
۱۷۹	۵-۴-۳-ساختار با مبدل‌های توزیع شده برای ژنراتورهای چند سیم‌پیچی
۱۸۲	۵-۵-خلاصه
۱۸۳	مراجع

۱۸۵	فصل ششم - سیستم‌های تبدیل انرژی بادی ژنراتور القایی سرعت ثابت
۱۸۵	۶-۱-مقدمه
۱۸۵	۶-۲-ساختار سیستم‌های انرژی بادی سرعت ثابت
۱۸۶	۶-۲-۱-توربین بادی
۱۸۶	۶-۲-۲-جعبه دنده
۱۸۶	۶-۲-۳-ژنراتور
۱۸۷	۶-۲-۴-راه‌انداز (شروع کننده) نرم
۱۸۷	۶-۲-۵-جبران‌سازی توان راکتیو
۱۸۸	۶-۲-۶-ویژگی‌ها و اشکالات اصلی
۱۸۹	۶-۳-اصول بهره‌برداری
۱۸۹	۶-۳-۱-بهره‌برداری سرعت ثابت از SCIG
۱۸۹	۶-۳-۲-بهره‌برداری دوسرعتی در سیستم‌های تبدیل انرژی بادی سرعت ثابت
۱۹۲	۶-۴-اتصال شبکه با راه‌انداز (شروع کننده) نرم
۱۹۴	۶-۵-جبران توان راکتیو
۱۹۸	۶-۶-خلاصه
۱۹۹	تمرینات
۲۰۵	مسائل
۲۰۶	مراجع

۲۰۷	فصل هفتم - سیستم‌های انرژی بادی سرعت متغیر با ژنراتور القایی قفسه سنجابی
۲۰۷	۷-۱-مقدمه
۲۰۷	۷-۲-کنترل با محوریت میدان (FOC) مستقیم
۲۰۷	۷-۲-۱-محوریت میدان
۲۰۹	۷-۲-۲-FOC مستقیم برای سیستم‌های انرژی بادی SCIG

۲۱۰	۳-۲-۷- حسابگر شار روتور
۲۱۲	۴-۲-۷- تجزیه و تحلیل حالت دینامیکی و دائمی FOC مستقیم در سیستم تبدیل انرژی بادی
۲۱۹	۳-۷- کنترل با محوریت میدان (FOC) غیرمستقیم
۲۱۹	۱-۳-۷- اصول بهره‌برداری در FOC غیرمستقیم
۲۲۱	۲-۳-۷- تجزیه و تحلیل حالت دائمی FOC غیرمستقیم سیستم انرژی بادی SCIG
۲۲۳	۴-۷- کنترل مستقیم گشتاور (DTC)
۲۲۴	۱-۴-۷- اصول کنترل مستقیم گشتاور
۲۲۵	۲-۴-۷- منطق کلیدزنی
۲۲۷	۳-۴-۷- حسابگر شار استاتور و گشتاور
۲۲۸	۴-۴-۷- تجزیه و تحلیل حالت گذرای سیستم تبدیل انرژی بادی SCIG با DTC
۲۳۰	۵-۴-۷- تجزیه و تحلیل حالت دائمی سیستم تبدیل انرژی بادی SCIG با DTC
۲۳۵	۵-۷- کنترل مبدل منبع جریان (CSC) واسط در سیستم تبدیل انرژی بادی
۲۳۵	۱-۵-۷- مقدمه
۲۳۷	۲-۵-۷- کنترل CSC سیستم تبدیل انرژی بادی با α متغیر و m ثابت
۲۴۰	۳-۵-۷- تجزیه و تحلیل حالت دائمی سیستم تبدیل انرژی بادی
۲۴۶	۶-۷- خلاصه
۲۴۷	تمرینات
۲۶۱	مسائل
۲۶۳	مراجع
۲۶۵	فصل هشتم - ژنراتور القایی دوسو تغذیه (DFIG) در سیستم های تبدیل انرژی بادی
۲۶۵	۱-۸- مقدمه
۲۶۶	۲-۸- بهره‌برداری فوق‌سینکرون و زیرسینکرون از DFIG
۲۶۷	۳-۸- بهره‌برداری در ضریب توان واحد از DFIG
۲۶۸	۱-۳-۸- مدار معادل حالت دائمی DFIG به همراه مبدل سمت روتور
۲۷۳	۲-۳-۸- مشخصه‌های گشتاور - لغزش سیستم تبدیل انرژی بادی DFIG
۲۷۵	۳-۳-۸- تجزیه و تحلیل حالت دائمی سیستم تبدیل انرژی بادی DFIG با $PF_s = 1$
۲۷۷	۴-۳-۸- محاسبات ساده شده
۲۷۹	۴-۸- بهره‌برداری در ضریب توان پیش‌فاز و پس‌فاز
۲۸۱	۵-۸- کنترل با محوریت ولتاژ استاتور در سیستم تبدیل انرژی بادی DFIG
۲۸۱	۱-۵-۸- اصول کنترل با محوریت ولتاژ استاتور (SVOC)
۲۸۴	۲-۵-۸- نمودار بلوکی سیستم
۲۸۵	۳-۵-۸- عملکرد دینامیکی سیستم تبدیل انرژی بادی DFIG
۲۹۰	۴-۵-۸- عملکرد حالت دائمی سیستم تبدیل انرژی بادی DFIG
۲۹۴	۶-۸- راه‌اندازی و آزمایش‌های سیستم تبدیل انرژی بادی DFIG
۲۹۷	۷-۸- خلاصه
۲۹۸	تمرینات

۳۱۷	مسائل
۳۱۹	مراجع
۳۲۱	فصل نهم - سیستم‌های انرژی بادی سرعت متغیر با ژنراتورهای سنکرون
۳۲۱	۱-۹- مقدمه
۳۲۱	۲-۹- ساختار سیستم
۳۲۲	۳-۹- کنترل ژنراتورهای سنکرون
۳۲۲	۱-۳-۹- کنترل جریان صفر محور d (ZDC)
۳۲۴	۲-۳-۹- کنترل بیشینه گشتاور به ازای هر آمپر (MTPA)
۳۲۵	۳-۳-۹- کنترل ضریب توان واحد (UPF)
۳۲۷	۴-۳-۹- مقایسه کنترل‌های ZDC، MTPA و UPF
۳۲۳	۴-۹- سیستم انرژی بادی مبتنی بر تبدیل منبع ولتاژ پشت‌به‌پشت
۳۲۳	۱-۴-۹- سیستم تبدیل انرژی بادی ژنراتور سنکرون قطب صاف با ZDC و کنترل گشتاور بهینه
۳۲۴	۲-۴-۹- بررسی حالت گذرا و دائم سیستم تبدیل انرژی بادی ژنراتور سنکرون قطب صاف
۳۲۸	۳-۴-۹- سیستم تبدیل انرژی بادی ژنراتور سنکرون قطب برجسته با MTPA و کنترل‌های پسخور سرعت روتور
۳۳۹	۴-۴-۹- بررسی حالت گذرا و دائمی در سیستم تبدیل انرژی بادی ژنراتور سنکرون قطب برجسته
۳۴۵	۵-۴-۹- طرح کنترلی MPPT سمت شبکه
۳۴۵	۵-۹- مدل بوست dc/dc واسط در سیستم انرژی بادی SG
۳۴۷	۶-۹- کنترل توان راکتیو در سیستم تبدیل انرژی بادی SG
۳۵۰	۷-۹- سیستم‌های انرژی SG بر پایه مدل منبع جریان
۳۵۰	۱-۷-۹- مدل منبع جریان در سیستم‌های انرژی بادی با کنترل راکتیو
۳۵۵	۲-۷-۹- مدل منبع جریان در سیستم‌های انرژی بادی با کنترل توان راکتیو
۳۵۷	۸-۹- خلاصه
۳۵۸	تمرینات
۳۷۵	مسائل
۳۷۷	مراجع
۳۷۹	پیوست الف: سیستم پربونیت
۳۸۰	پیوست ب: پارامترهای ژنراتور
۳۸۱	ب-۱- ژنراتورهای القایی قفسه سنجابی
۳۸۴	ب-۲- ژنراتورهای القایی دوسو تغذیه
۳۸۸	ب-۳- ژنراتورهای سنکرون
۳۹۲	پیوست ج: پاسخ‌های مسائل
۴۰۹	واژه نامه انگلیسی به فارسی
۴۱۹	واژه نامه فارسی به انگلیسی

پیشگفتار مترجمان

افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی از یک طرف و مسائل زیست‌محیطی و افزایش دمای زمین از طرف دیگر موجب رشد فزاینده استفاده از منابع تجدیدپذیر خصوصاً بادی و خورشیدی شده است.

به‌رغم وجود مقالات و منابع پژوهشی و تحقیقات زیاد و پراکنده در زمینه ساختار و کنترل واحدهای بادی، کتاب‌های آموزشی بسیار اندکی در این زمینه یافت می‌شود.

یکی از بارزترین و کاربردی‌ترین این کتاب‌ها، کتاب "تبدیل توان و کنترل سیستم‌های انرژی بادی" است که در سال ۲۰۱۱ میلادی توسط پروفسور بین وو از استادان برجسته دانشگاه رایرسون-کانادا و دانشجویان وی یونگ کیانگ لانگ، نوید زرگری و سمیر کورو که هم‌اکنون همگی در دانشگاه‌های کشور آمریکا فعالیت می‌کنند، به‌رشته تحریر درآمده و توسط مؤسسه IEEE و انتشارات Wiley چاپ و منتشر شده است.

این کتاب با دید یک کتاب درسی نوشته شده است و نویسندگان تمام جنبه‌ها و ویژگی‌های یک کتاب درسی از جمله سادگی و روانی مطالب، پیوستگی و ارتباط منطقی مباحث و طرح پرسش و تشویق خوانندگان به مطالعه بیشتر را مدنظر داشت‌اند. به‌منظور کمک به خواننده برای درک اصول و به‌برداری، تواناگون سیستم‌های تبدیل انرژی بادی، بیش از ۳۰ مورد مطالعاتی و بیش از ۱۰۰ مسئله حل‌شده (مسائل و پاسخ‌ها) بسط داده شده است؛ لذا این کتاب نه‌تنها برای محققان علمی و مهندسان شاغل، کتابی مرجع محسوب می‌شود، بلکه برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی و دانشجویان کارشناسی سال چهارم، کتاب درسی مناسبی است.

مترجمان کتاب با توجه به ویژگی‌های بارز این کتاب و نبود کتاب درسی مناسب در زمینه کنترل واحدهای بادی و همچنین نیاز به معرفی مفاهیم کنترل این واحدها، به ترجمه این کتاب ارزشمند همت گماردند.

در ترجمه این کتاب سعی شده است، ضمن امانتداری، مطالب به زبانی بیان شوند که برای مهندسان و دانشجویان قابل استفاده باشد. بدیهی است که انجام دادن چنین کاری به‌دور از کاستی و ایراد نیست؛ بنابراین با اذعان به نواقص موجود، از خوانندگان و صاحب‌نظران گرامی درخواست می‌شود که مترجمان را از نظرهای اصلاحی و پیشنهادهای رهنمودهای ارزشمند خود محروم نکنند. در پایان ضمن سپاسگزاری از درگاه خداوند بزرگ که به ما توفیق به‌جاء رسانید، چنین کاری را عطا کرد، از کارکنان محترم مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران و تمامی استادان، دانشجویان و دوستانی که در این کار یاری رساندند، همچنین از زحمات خانواده‌های گرانقدرمان که با حمایت‌های خود و با ایجاد محیطی آرام، امکان انجام دادن چنین کاری را فراهم آوردند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنیم.

حسن منصف

محمد رضا جلیلوند

پیشگفتار مؤلفان

انرژی باد پاک و پایدار است. در بین منابع انرژی تجدیدپذیر، این انرژی سریع‌ترین رشد را داشته است. تبدیل انرژی جنبشی باد به انرژی الکتریکی، طبیعتی چندعاملی است که شامل آنرودینامیک، سیستم‌های مکانیکی، ماشین‌های الکتریکی، الکترونیک قدرت، نظریه کنترل و سیستم‌های قدرت است. در گذشته، شماری از کتاب‌ها به تعدادی از این موضوعات پرداخته‌اند. کتاب پیش رو تبدیل توان و کنترل سیستم‌های تبدیل انرژی بادی (WECS) را از منظر مهندسی برق بررسی می‌کند. این کتاب بررسی عمیق و جامعی از ژنراتورهای بادی، ساختارهای سیستم، مبدل‌های قدرت، طرح‌های کنترلی و عملکرد حالت دینامیکی و دائمی سیستم‌های انرژی بادی را عرضه می‌کند.

این کتاب شامل نه فصل است: در فصل اول، به بررسی بازار و فناوری‌های توربین بادی، دسته‌بندی سیستم‌های انرژی بادی، هزینه‌ها و الزامات اتصال به شبکه (کدهای شبکه) برای تجمیع توان بادی پرداخته می‌شود؛

در فصل دوم، اصول و مبنای کنترل سیستم‌های انرژی بادی، شامل اجزای توربین بادی، آنرودینامیک، کنترل‌های جایگاه و زاویه پره و طرح‌های ردیابی نقطه بهینه توان معرفی می‌شود؛

در فصل سوم، ژنراتورهای معمولی، ژنراتورهای القایی قفسه سنجابی، ژنراتورهای القایی دوستغذیه و ژنراتورهای سنکرون معرفی می‌شود و مدل‌های دینامیکی در حالت دائمی، این ژنراتورها به منظور تسهیل تجزیه و تحلیل سیستم‌های انرژی بادی در فصل‌های پسین معرفی خواهند شد.

در فصل چهارم، درباره مبدل‌های قدرت گوناگون و طرح‌های PWM به کاررفته در سیستم‌های انرژی بادی بحث می‌شود. گفتنی است هر دو مبدل، منبع جریان و ولتاژ با تأکید بر سیستم انرژی بادی پرتوان معرفی می‌شوند؛

در فصل پنجم، بررسی عمومی از ساختارها و مشخصه‌های بیشتر سیستم‌های تبدیل انرژی بادی کاربردی به دست داده می‌شود؛ در فصل ششم، بر ژنراتور القایی سرعت ثابت در سیستم‌های انرژی بادی تمرکز می‌شود و مسائل مهمی از جمله اتصال شبکه، بهره‌برداری دوسرعتی و جبران توان راکتیو نیز بحث می‌شود؛

در فصل هفتم، سیستم‌های انرژی بادی مجهز به ژنراتورهای القایی قفسه سنجابی (SCIG) سرعت متغیر را تشریح می‌شود که در آن ساختارهای معمول سیستم و طرح‌های کنترلی پیشرفته مانند کنترل‌های با محاسبات میدان (FOC) و کنترل مستقیم گشتاور (DTC) با دقت شرح داده می‌شوند؛

در فصل هشتم، در مورد سیستم‌های ژنراتور القایی دوستغذیه (DFIG) بحث می‌شود و حالت‌های بهره‌برداری زیرسنکرون و فوق‌سنکرون بررسی می‌شوند؛

فصل نهم به سیستم‌های بادی ژنراتور سنکرون سرعت متغیر اختصاص دارد که در آن طرح‌های کنترلی گوناگون، شامل کنترل جریان صفر محور d (ZDC)، کنترل پیشینه گشتاور بر آمپر (MTPA) و کنترل ضریب توان واحد (UPF) در جزئیات تجزیه و تحلیل می‌شوند.

به منظور کمک به خواننده برای درک اصول و بهره‌برداری گوناگون سیستم‌های تبدیل انرژی بادی، بیش از ۳۰ مورد مطالعاتی و بیش از ۱۰۰ مسئله حل‌شده (مسائل و پاسخ‌ها) بسط داده شده است؛ بنابراین این کتاب نه تنها برای محققان علمی و مهندسان شاغل، کتابی مرجع محسوب می‌شود، بلکه برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی و دانشجویان کارشناسی سال چهارم، کتاب درسی مناسبی است.

سپاسگزاری صمیمانه خودمان را از آقای ونکاتا یاراماسو، دانشجوی دکتری در آزمایشگاه تحقیق و کاربردهای درایو الکتریکی (ILEDAR) در دانشگاه رایرسون، برای کمک بزرگ ایشان در آماده‌سازی پیوست‌ها و سه قسمت اول فصل چهارم ابراز می‌کنیم. از

دانشجویان فوق دکتری و تحصیلات تکمیلی در LEDAR، به ویژه دکتر ویکتور اف لیو، دکتر مویا جی دی، آقای نینگ ژو و آقای احسان النبی برای کمک خوب آن‌ها در آماده‌سازی نسخه دست‌نویس تشکر می‌کنیم. همچنین از ویراستاران انتشارات Wiley/IEEE برای کمک و حمایتشان قدردانی می‌کنیم. همچنین از حمایت و پشتیبانی بی‌دریغ خانواده‌هایمان که مشوق ما در طول آماده‌سازی این کتاب بوده‌اند، سپاسگزاری می‌کنیم.

بین وو

یونگ کیانگ لانگ

نوید زرگری

سمیر کورو

تورنتو، اونتاریو، کانادا

www.ketab.ir