



مؤسسه فرهنگی هنری  
دیبانگران تهران

به نام خدا

# برق صنعتی

## درجه ۱

مؤلف:

دکتر حمیدرضا ولی زاده



هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

## ◀ عنوان کتاب: برق صنعتی درجه ۱

◀ مولف : حمیدرضا ولی زاده

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ ویراستار: مهدیه مخبری

◀ صفحه آرای: نازنین نصیری

◀ طراح جلد: داریوش فرسایی

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۴۰۳

◀ چاپ و صحافی: درج عقیق

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۳۱۰۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۸۹۶-۲

◀ نشانی واحد فروش: تهران-خیابان انقلاب-

خ شهدای زاندارمری-بین خ فخررازی و ۱۲ فروردین-

پلاک ۸۸ طبقه دوم-واحد ۴ تلفن ها: ۶۶۹۶۵۷۴۹-۲۲۰۸۵۱۱۱

◀ فروشگاه‌های اینترنتی دیباگران تهران :

[WWW.MFTBOOK.IR](http://WWW.MFTBOOK.IR)

[www.dibagarantehran.com](http://www.dibagarantehran.com)

نشانی اینستاگرام دیبا dibagaran\_publishing      نشانی تلگرام: @mftbook

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید علمی و شغلی.

هر گوشی همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

از طریق سایتهای دیباگران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

## فهرست مطالب

مقدمه ناشر ..... ۶

مقدمه ..... ۷

### فصل ۱ تشریح المان‌های برق صنعتی ..... ۹

کنتاکتورها ..... ۱۰

رله‌ها ..... ۱۴

فیوزها ..... ۱۶

ترانس CT یا ترانس جریان ..... ۱۹

منابع تغذیه کلیدزنی (Switching Power Supply) ..... ۲۰

کنتاکتورهای خازنی ..... ۲۳

کلید محافظ جان ..... ۲۵

لامپ سیگنال‌ها و پوش باتون‌ها ..... ۲۵

ترمینال‌ها ..... ۳۳

درايوها (اینورترها) ..... ۳۸

### فصل ۲ تابلوهای برق ..... ۴۰

انواع تابلوها ..... ۴۱

انواع تابلو برق فشار ضعیف و متوسط ..... ۴۲

مشخصات فنی تابلوهای برق صنعتی از دیدگاه محفظه ..... ۴۵

مراحل نصب تابلو برق صنعتی ..... ۴۶

تست سرد و تست گرم تابلوهای برق ..... ۴۷

### فصل ۳ کابل‌ها ..... ۵۰

سیم‌ها و کابل‌ها ..... ۵۱

انواع کابل‌ها ..... ۵۲

واژه‌های بکار رفته در کابل‌ها ..... ۵۷

حفاظ‌های کابل ..... ۵۸

مشخصات و کدهای کابل ..... ۶۳

گلندهای کابل ..... ۶۹

### فصل ۴ نقشه‌های الکتریکال ..... ۷۷

انتخاب مکان نصب تابلو ..... ۷۸

۷۸	معرفی نمادهای الکتریکی مهم در طراحی نقشه‌های الکتریکی
۸۰	انواع نقشه‌های الکتریکال
۸۰	نقشه‌های فرمان الکتریکی
۸۱	نقشه‌های قدرت (Power Diagram)
۸۲	نقشه چیدمان تجهیزات (layout plan)
۸۲	نقشه حقیقی (Real Electrical Diagram)
۸۳	نقشه مونتاژ مدارات برقی (Assembly drawing of electrical circuits)
۸۳	نقشه ترمینال‌ها (Terminal Diagram)
۸۵	نقشه یا دیاگرام تک خطی (Single Line Diagram)
۸۵	نرم‌افزارهای نقشه‌کشی

## فصل ۵ سنسورها (Sensors) ۱۰۹

۱۱۰	سنسور القایی (Inductive Sensor)
۱۱۲	تغذیه سنسورها
۱۱۴	سنسور نامور (Numur)
۱۱۵	سنسور خازنی
۱۱۸	سنسور نوری
۱۲۰	سنسورهای لیزری (Laser sensors)
۱۲۱	سنسورهای سطح (پرده‌های نوری) Area Sensors
۱۲۲	Slot Sensor
۱۲۳	سنسورهای آلتراسونیک (Ultrasonic)
۱۲۹	سنسورهای اثر هال
۱۳۳	لیمیت سوئیچ (Limit Switch)
۱۳۷	سنسورهای دما RTD و انواع آن
۱۴۳	سنسورهای فشار

## فصل ۶ کنترل‌کننده‌های منطقی برنامه‌پذیر (PLC) ۱۵۰

۱۵۱	مقایسه سیستم‌های کنترل در گذشته و حال
۱۵۲	برندهای مختلف PLC و عوامل مهم در انتخاب PLC
۱۵۳	PLC
۱۵۶	بلوک دیاگرام ساختمان PLC
۱۶۰	آشنایی با PLC
۱۶۰	معرفی اجزای مختلف PLC های زیمنس
۱۶۵	رک اضافی در S7-300 و ماژول‌های توسعه IM (Interface Madual)
۱۶۸	مقدمه‌ای بر برنامه نویسی (بیاد کتاب طراحی مدارات دیجیتال / موریس مانو)
۱۷۵	فرمت آدرس دهی در S7 (PLC های برند زیمنس)

**فصل ۷** حفاظت و ایمنی (Protection and safety) ..... ۱۷۷

- ۱۷۸ ..... مقدمه
- ۱۷۸ ..... مفاهیم و اصطلاحات ایمنی
- ۱۸۴ ..... سایر حفاظت‌های لازم برای ایجاد شرایط ایمن در بخش الکتریکی
- ۱۸۸ ..... الزامات و مقررات جهت افزایش ایمنی

**فصل ۸** ارتینگ (Earthing) ..... ۱۹۶

- ۱۹۷ ..... تاریخچه ارت
- ۱۹۸ ..... فلسفه ارت نمودن
- ۱۹۹ ..... ویژگی‌های مهم یک سیستم زمین
- ۱۹۹ ..... خطاهای متقارن و نامتقارن
- ۱۹۹ ..... عوامل پیدایش خطا در شبکه
- ۲۰۰ ..... تقسیم‌بندی خطاها
- ۲۰۲ ..... تعاریف مهم در سیستم ارت
- ۲۰۵ ..... اجرای ارت
- ۲۱۰ ..... نکات عمومی و مهم در خصوص سیستم‌های ارت
- ۲۱۲ ..... کار با شبکه و اتصال زمین موقت
- ۲۱۴ ..... دستگاه اتصال زمین موقت برای خطوط فشار ضعیف، متوسط
- ۲۱۹ ..... سیم زمین تجهیزات
- ۲۲۰ ..... بررسی خصوصیات الکترودهای متداول و مقاومت آنها
- ۲۲۲ ..... روش‌های کوبیدن الکترودها در زمین
- ۲۲۵ ..... واکنش فلز الکتروود و هادی اتصال به زمین با انواع خاک

**فصل ۹** دستگاه‌های اندازه‌گیری ..... ۲۲۶

- ۲۲۷ ..... اندازه‌گیری چیست؟
- ۲۲۸ ..... انواع کمیت‌ها در اندازه‌گیری الکتریکی
- ۲۲۸ ..... انواع کمیت‌های الکتریکی و روابط آنها
- ۲۴۵ ..... برشی از یک لامپ اشعه کاتد
- ۲۴۸ ..... پروب: روش صحیح انتقال سیگنال‌ها

خط‌مشی انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی با کیفیت عالی است که بتواند  
خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.  
هر کتاب دیباگران تهران، یک فرصت جدید شغلی و علمی

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی و آموزشی گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و سرعت توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه، نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش برجسته نموده است.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران و محققان در زمینه‌های گوناگون و مورد نیاز جامعه تلاش نموده برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهد.

کتابی که در دست‌دارید تألیف "جناب آقای دکتر حمیدرضا ولی زاده" است که با تلاش همکاران ما در نشر دیباگران تهران منتشر گشته و شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

با نظرات خود مشوق و راهنمای ما باشید

با ارائه نظرات و پیشنهادات و خواسته‌های خود، به ما کمک کنید تا بهتر و دقیق‌تر در جهت رفع نیازهای علمی و آموزشی کشورمان قدم برداریم. برای رساندن پیام‌هایتان به ما از رسانه‌های دیباگران تهران شامل سایتهای فروشگاهی و صفحه اینستاگرام و شماره‌های تماس که در صفحه شناسنامه کتاب آمده استفاده نمایید.

**مدیر انتشارات**

**مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران**  
dibagaran@mftplus.com

آموختن از کجا آغاز می‌گردد؟ چرا باید آموخت؟ و چقدر باید آموخت؟ در این مقدمه سه سؤال مطرح گردیده که هر سه آن آموختن را در دل خود بجا گذاشته است. برای پاسخ به این سؤال‌ها شاید هر کس پاسخ خاص به خود را داشته باشد. این پاسخ‌ها می‌تواند برگرفته از شرایط زندگی هر کس باشد که درحال مبدأً علایق او شده است. به‌عنوان مثال انسانی که در منطقه‌ای زندگی می‌کند که با کمبود پزشک و یا معلم مواجه است، آرزو دارد تا تلاش کند، بیاموزد و تلاش کند تا پزشک یا معلمی برای منطقه جغرافیایی خود باشد. کمبودهای هر کس اهداف و آرزوهای آن خواهد شد، اما کسی که بدنبال آموختن می‌رود و قدم برای رسیدن به هدف خود می‌گذارد نه اینکه فقط برای آن است که آرزویی در قلب خود پرورش دهد بلکه آموختن همانند قدم‌هایی است که انسان مدرن را به اهدافش می‌رساند، اما آموختن هر علمی از کجا آغاز می‌گردد؟ این سؤال جوابی آسان و روشن دارد. هر علمی دارای یک ابتدایی است و گاهی هم دارای یک پیش‌نیاز که آن را استاد با صبر و صمیمیت آموزش خواهد داد.

اما نکته مهم و بقولی نکته کنکوری آموختن هر علمی همین آموختن موارد ابتدایی است. آموختن مبانی. به اعتقاد من هر علمی مبنا، پایه و اساسی دارد و کسی که استمرار در یادگیری بخش‌های پایه داشته باشد و مبنا را هر علم را به خوبی بیاموزد در آن علم موفق خواهد شد. مبنا و پایه هر علم باید جزئی از وجود انسان شود. باید به نقطه‌ای برسد که بتواند از مبانی فراگرفته شده آن علم گشایش‌های جدیدی ایجاد کند.

علم و دانش در صنعت برق نیز بدین گونه است دارای مبانی می‌باشد که محوریت و اهداف کتاب پیش‌رو است. کتاب‌های زیادی تاکنون در این حوزه توسط مؤلفین بزرگوار به رشته تحریر درآمده، ولی با توجه به پیشرفت تکنولوژی و تغییرات چشمگیر در صنعت برق در این کتاب سعی بر آن شده مطالب برق صنعتی درجه ۱ مطابق دانش بروز برای دانشجویان علاقمند به صنعت برق ارائه گردد. در این کتاب که چهارمین تألیف اینجانب در حوزه برق، اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق و همچنین نگهداری و تعمیرات می‌باشد، سعی شده است از دانش و تجربه ۲۵ سال فعالیت در حوزه برق صنعتی (گرایش اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق) و همچنین سوالات مطرح شده دانشجویانم در زمان تدریس در دانشگاه و مجموعه‌های صنعتی یاری گرفته شود و مطالبی مطابق صنعت امروز در محدوده برق صنعتی درجه ۱ ارائه گردد.

آموزش و تألیف اساتید همانند چوبی است که در دستان دوندگان دوی امدادی قرار دارد، مدرس و مؤلف سعی می‌کند با آموزش و تألیف دانش خود را به نسل‌های بعدی انتقال دهد. من نیز مفتخرم که دانشجوی اساتیدی همچون جناب آقایان مهندس هومان مهمم کار خیراندیش و دکتر فرهاد اکبری برومند بوده و تلاش دارم دانش خود را به نسل جدید که برای من بسیار عزیز هستند انتقال دهم.

لازم بذکر است پاسخ دو سؤال دیگر که در ابتدای این مقدمه مطرح شد، (چرا باید آموخت؟ و چقدر باید آموخت؟) در مقدمه کتاب برق صنعتی ۲ ارائه خواهد شد.

**دکتر حمیدرضا ولی‌زاده**

**پاییز ۱۴۰۳**

تقديم به:  
مهتر، دعا و یاد  
مادر عزیزم