



In The **Name of God**



مجموعه کتاب‌های **راه مهندسی**؛ صفر تا صد رشته مهندسی برق

**Engineering Path** an A to Z of Electrical Engineering

B o o k S e r i e s



# راهنمای



عنوان و نام پدیدآور: صفر تا صد رشته مهندسی برق = Engineering Path an A to Z of

Electrical Engineering / تدوین بخش فنی سعیده ساروخانی؛ تدوین بخش عمومی رعنا شکوهی ستا... [و دیگران]؛ ویراستار فرزانه تقی زاده، مریم تقی زاده؛ به اهتمام معاونت پژوهش و فناوری سازمان بسیج دانشجویی؛ به سفارش سازمان بسیج دانشجویی.

مشخصات نشر: تهران: سازمان بسیج دانشجویی، ۱۴۰۱.

مشخصات ظاهری: ۹۴ ص.؛ مصورا (رنگی).

فروست: مجموعه کتاب های راه مهندسی.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۲۲۵-۹۱-۴

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: تدوین بخش عمومی رعنا شکوهی ستا، رویا احمدیان، سارا مستغانی، مریم توانگر.

یادداشت: کتابنامه.

موضوع: مهندسی برق

Electrical engineering

شناسه افزوده: ساروخانی، سعیده، ۱۳۴۷-، گردآورنده

شناسه افزوده: شکوهی ستا، رعنا، ۱۳۵۶-، گردآورنده

شناسه افزوده: سازمان بسیج دانشجویی، معاونت پژوهش و فناوری

شناسه افزوده: سازمان بسیج دانشجویی

شناسه افزوده: Student Basij Organization

رده بندی کنگره: TK۱۴۵

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳

شماره کتابشناسی ملی: ۹۰۴۸۲۳۷

اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

تاریخ درخواست: ۱۴۰۱/۰۹/۰۶

تاریخ پاسخگویی:

کد پیگیری: 9046836

## همکاران

تدوین بخش فنی: سعیده ساروخانی

تدوین بخش عمومی: رعنا شکوهی ستا، رویا احمدیان، سارا

مستغانی، مریم توانگر

گرافیک و صفحه آرایی: سمیه اسدی، فاطمه فیاضی

طراح جلد: زهرا طالبی بهار

ویراستار: فرزانه تقی زاده، مریم تقی زاده

مدیر محتوایی: زهره آیت اللهی

ناظر پروژه: زهرا سادات فاطمی

مدیریت اجرایی: شرکت رهاورد پژوهش ارتباطات

به سفارش: سازمان بسیج دانشجویی

## Engineering Path

an A to Z of Electrical Engineering

Book Series

## مجموعه کتاب های

راه مهندسی

صفر تا صد رشته

مهندسی برق





مجموعه کتاب‌های **راه مهندسی**؛ صفر تا صد رشته مهندسی برق

**Engineering Path** an A to Z of Electrical Engineering

B o o k S e r i e s



## فهرست

صفحه ۶۶	مهارتهایی برای مؤثرتر بودن	صفحه ۸	معرفی رشته مهندسی برق
صفحه ۷۴	سه‌م من در آینده	صفحه ۱۴	گرایش‌های مهندسی برق
صفحه ۷۶	درباره من	صفحه ۲۲	افق علمی مهندسی برق
صفحه ۸۰	«من» کجای مسیر تخصصی قرار دارد؟	صفحه ۳۴	صنایع و حوزه‌های کاری در مهندسی برق
صفحه ۸۴	کارآفرینی و دنیای استارت‌آپ	صفحه ۴۸	مشاغل رشته مهندسی برق
صفحه ۸۸	شبکه‌سازی و برقراری روابط کاری	صفحه ۵۶	فوت کوزه‌گری مهندس برق
صفحه ۹۰	واژه‌نامه دانشجویی		
صفحه ۹۴	منابع		

# اساتید و نخبگان همراه در این کتاب...



## دکتر محمد مهدی نایبی

- هیئت علمی مخابرات دانشگاه شریف
- مدیر منتخب اقتصاد مقاومتی کشور در سال ۹۴
- فعال در زمینه کارآفرینی



## دکتر بیژن وثوقی وحدت

- هیئت علمی و استادیار دانشگاه شریف
- گرایش بیوالکترونیک
- متخصص در زمینه شبیه سازی و مدل سازی سیستم های عصبی
- دارای سابقه همکاری با شرکت های دانش بنیان و نوآور



## دکتر معصومه نصیری

- هیئت علمی مخابرات دانشگاه شریف
- عضو کارگروه مهندسی بنیاد ملی علم
- عضو کارگروه زنان در مهندسی فرهنگستان علوم
- متخصص سیستم های بی سیم و شبکه های مخابراتی نانو



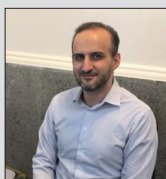
## دکتر مهدی داورپناه

- هیئت علمی دانشکده برق و مکانیک دانشگاه تهران
- گرایش قدرت
- دارای سابقه همکاری با شرکت مشاوران (مشاور وزارت نیرو) و تأسیس شرکت خصوصی و فناور برتر کشور در سال ۹۹



## دکتر محمد مهدی احمدی

- دانشیار دانشگاه امیرکبیر گرایش بیوالکترونیک
- متخصص در زمینه طراحی مدارها و سیستم های مجتمع برای کاربردهای پزشکی
- ۴ ثبت اختراع در آمریکا



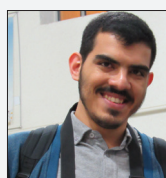
## دکتر سیدمصطفی صفوی همامی

- هیئت علمی دانشگاه امیرکبیر، گرایش مخابرات
- دارای سوابق مدیریتی در وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات
- مدیر پروژه های ماهواره ای کشور



## مهندس محمد مهدی کیانی

- دانشجوی دکتری دانشگاه شریف
- گرایش الکترونیک
- متخصص نوروساینس
- مؤسس استارتاپ



## مهندس نادر دبیران

- کارشناس قدرت
- مدیر امور نظارت بر اجرای نیروگاه های بخاری در شرکت گروه مپنا



# Engineering Path

an A to Z of Computer Engineering

Book Series



## دکتر لیلا محمدی

- هیئت علمی پژوهشگاه فناوری ارتباطات و اطلاعات
- رئیس سابق پژوهشکده فناوری ارتباطات
- متخصص مخابرات سیستم



## دکتر صادق شاملو

- هیئت علمی سابق گرایش قدرت دانشگاه خواجه نصیر
- متخصص در زمینه طراحی، شبیه سازی، ساخت و تولید و آزمون ماشین های الکتریکی



## مهندس عبدالحمید دستغیبی

- کارشناس مخابرات و مدیرکل سابق صدا و تصویر دیجیتال در صدا و سیما
- دارای سابقه دو دهه معاونت در بخش سیگنال در صدا و سیما
- ناظر محتوای اپراتورهای اینترنتی



## دکتر ایمان شریفی

- هیئت علمی گروه کنترل و گروه بین رشته ای مکترونیک دانشگاه امیرکبیر
- معاون اداره توسعه فناوری و نوآوری دانشگاه
- رئیس مرکز نوآوری مهندسی برق
- متخصص سیستم های سایبرفیزیکی



## مهندس سید عباس محسنی

- کارشناس قدرت
- متخصص طراحی، مدیریت و ساخت پروژه های نیروگاهی
- دارای سابقه تأسیس شرکت تولید دستگاه جوشکاری



## دکتر حمزه بیرانوند

- استادیار مخابرات دانشگاه امیرکبیر
- متخصص سیستم های فیبر نوری
- دارای سابقه همکاری با شرکت های سازنده تجهیزات مخابرات فیبر نوری و پژوهشگاه فناوری ارتباطات



## مهندس امیرحسین آشنایی

- دانشجوی دکتری دانشگاه امیرکبیر، گرایش کنترل
- متخصص تحقیق و توسعه سیستم های کنترلی
- دارای سابقه همکاری با شرکت های تخصصی در زمینه تجهیزات کنترلی



## مهندس امیر شکوهی نیا

- فارغ التحصیل دانشکده برق دانشگاه شریف
- متخصص در مدیریت کسب و کار، بازاریابی و فروش
- مدیرعامل شرکت دانش بنیان رایمون استارتاپ





## مقدمه

از مطالب بالا درمی‌یابیم که لازمه مسئله‌مند شدن دانشجویان و دغدغه‌مندی‌شان برای رفع این مسائل، ایجاد دیدی جامع برای آنان نسبت به رشته، گرایش‌های مختلف آن، رویکردهای علمی اتخاذ شده در دنیا در آن رشته و هم‌چنین مسائل موجود در صنعت آن رشته است.

از همین روزمان بسیج دانشجویی، به همت معاونت پژوهش و فناوری، اقدام به برنامه‌ریزی به منظور تهیه و تنظیم «مجموعه کتاب‌های راه مهندسی» کرده است تا بتواند گامی در جهت برطرف کردن خلاءها و نقاط ضعف موجود و هم‌چنین هدایت دانشجویان به سمت شناخت و رفع مسائل کشور بردارد. مجموعه کتاب‌های راه مهندسی شامل ۱۲ جلد کتاب است که هر کدام مختص یک رشته فنی و مهندسی است. هر یک از کتب این مجموعه شامل مصاحبه‌ها و یادداشت‌های اساتید، متخصصان، صاحب‌نظران و افراد فعال در حوزه‌های صنعتی و دانشگاهی آن رشته است تا از این طریق به معرفی رشته و گرایش‌های آن، افق علمی هر رشته در دنیا، معرفی صنایع مرتبط با هر رشته، دستاوردهای مهم آن در کشور و مسائل موجود در آن صنعت، معرفی ظرفیت‌های فعالیت تخصصی در ایران و ایجاد آشنایی در دانشجویان نسبت به چالش‌ها و فرصت‌های حوزه‌های تخصصی هر رشته، زمینه‌سازی برای تعمیق و گسترش ارتباط مؤثر میان صنعت و دانشگاه و... بپردازد. لازم به ذکر است دستیابی به رویکرد مسئله‌محوری در حل مسائل مهندسی جز با پیگیری خود دانشجویان و عمیق‌تر شدن‌شان در موضوعات علمی و نیازهای کشور محقق نخواهد شد.

دانشجویان - که به صورت ویدئو کنفرانس برگزار شد - بر اهمیت این موضوع تأکید کردند.

علاوه بر این، یکی دیگر از خلاءهای موجود در تحصیلات دانشگاهی، این است که دانشجویان آن‌طور که باید و شاید **دید جامع و کاملی** نسبت به رشته، گرایش‌های مختلف آن و هم‌چنین مسائل موجود در صنعت آن رشته پیدا نمی‌کنند و متأسفانه اغلب از طرف دانشگاه‌ها نیز راه حلی برای این موضوع اندیشیده نشده است یا برخی از راه‌حل‌های اندیشیده شده، کارایی و اثرگذاری کافی را در این زمینه ندارند.

باید توجه داشت که دانشجویان ترم‌های نخستین دانشگاه، همان دانش‌آموزان دبیرستانی سال‌های گذشته هستند و باید تفاوت‌های اساسی میان مدرسه و دانشگاه، در همان ابتدای دوران دانشجویی برای آنان تبیین شود. یکی از اساسی‌ترین تفاوت‌ها این است که برای متخصص شدن در یک رشته، صرف درس خواندن کافی نیست و لازم است که دانشجویان در جستجوی یافتن دیدی جامع نسبت به رشته مورد نظر خود، هم از منظر **سیاست‌گذاری** (نگاه کلان) و هم از منظر **تخصصی** باشند. همین دید جامع است که برای دانشجو ظرفیتی جهت رصد شرایط، نیازسنجی و اقدام مناسب به منظور رفع نیازها را ایجاد می‌کند.

این خلاء در حوزه‌هایی همانند رشته‌های مهندسی بیشتر از دیگر رشته‌ها ملموس و آشکار است. چرا که رشته‌های مهندسی برای صنعت و اقتصاد یک کشور نقش پیش‌ران‌هایی را ایفا می‌کنند که در صورت فقدان کارکرد مناسب، موجب عدم رشد کشور در بسیاری از زمینه‌ها می‌شود.

چنانچه به تاریخچه فراگیری علم و دانش در جوامع انسانی بنگریم، می‌بینیم ملت‌ها با هدف پیشرفت و تعالی، نیاز روزافزون به تولید علم و فناوری داشتند؛ همین امر موجبات ساخت مراکز تحصیلی از مدرسه گرفته تا دانشگاه را، به منظور حل مشکلات جوامع از مسائل سیاسی گرفته تا تولید یک محصول فناورانه؛ برای بالا بردن سطح فکری جامعه، فراهم کرد.

اما وقتی به این روند در کشور می‌نگریم، شاهد هستیم که انحرافات در این اهداف صورت گرفته است. کم‌توجهی به اصل ماهیت آموزش یعنی **رفع نیازهای کشور**، باعث به وجود آمدن خلاءای در دانشجویان شده که متأسفانه گاهی با انگیزه‌های تحصیلی با محوریت رقابت بر مبنای نمره و رتبه یا دریافت مدارک آموزشی، بدون توجه به کاربرد آن‌ها، پر می‌شود. به طوری که دانشجویان به دلیل کم‌رنگ شدن هدفی متناسب با جایگاه دانشگاه در تمدن اسلامی، گاه با مقاصد کم‌مایه‌ای هم‌چون عقب‌نماندن از رقابت‌های آموزشی نمره‌محور، استفاده از دانشگاه به عنوان بستری برای مهاجرت یا در بهترین حالت؛ بستری برای یافتن شغلی پردرآمد و با منزلت اجتماعی بالا، مسیر تحصیلی خود را طی می‌کنند. این موضوع باعث شده برخی از دانشجویان از توجه به حل مشکلات کشور غافل شده و در نهایت آن‌گونه که شایسته کشوری قدرتمند و تواناست، نتوانیم در مسیر پیشرفت قدم برداریم. شاید کلید حل این مشکل حرکت به سمت **مسئله‌محوری**؛ به عنوان تحولی در نگرش بازیگران نظام آموزشی کشور باشد که می‌توان با آن، خلاء موجود را پوشش داد. کما این‌که مقام معظم رهبری نیز در دیدار ماه رمضان سال ۱۳۹۹ خود با



## Engineering Path

an A to Z of Electrical Engineering

Book Series

استاد پیش‌کسوت قدرت دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران و بنیان‌گذار  
موسسه پژوهشی فشارقوی، آزمایشگاه‌های فشارقوی الکتریکی، روشنایی فنی، مدل  
شبکه و جریان قوی برق

دانشجو باید از ترم اول مهندس شود، یعنی شروع کند به ساختن. مهم نیست چه چیزی می‌سازد  
مهم این است که ساختن را یاد بگیرد. آنوقت شاید بتواند نیازهای کشور را برآورده کند. ما در  
دانشکده برق اینکار را شروع کرده‌ایم و آزمایشگاه مجهزی را تدارک دیده‌ایم. حضور در این آزمایشگاه  
کمک می‌کند دانشجویان بهتر درس را یاد بگیرند.  
دانشجویان باید با هر توان و استعدادی که دارند فعالیت کنند. ما استادی داشتیم که  
بخاطر شرایط سخت زندگی، دیپلم خود را شبانه گرفت ولی در ادامه تحصیل  
موفق به دریافت بورسیه شد.

دکتر حسین  
محسنی





# معرفی رشته مهندسی برق



«وقتی دانشجوی سال آخر رشته مهندسی برق بودم، آیفون منزل عموجان خراب شده بود. بیشتر افراد فامیل توقع داشتند که چون رشته برق خوانده‌ام بروم و آیفون را درست کنم و از این‌که چنین توانایی ندارم، متعجب بودند. چون از نظر بسیاری از افراد، کسی که مهندسی برق می‌خواند باید با عملکرد هر وسیله برقی آشنا باشد و توانایی تعمیر آن را داشته باشد.»

چندی نمی‌گذرد که شما نیز با چنین تجاربی مواجه می‌شوید. بسیاری از افراد اطرافتان فکر می‌کنند که شما باید در هر چیز که با برق و باتری کار می‌کند، متبحر باشید. از دوستی که از شما می‌خواهند تا تلویزیون منزلشان را تعمیر کنید تا اقوامی که می‌خواهند هواپیمای کنترلی چند کاناله فرزندشان را راه بیندازید. بهتر است به عنوان دانشجوی این رشته، در همین ابتدای کار با تمام آنچه که در حیطه رشته شما قرار می‌گیرد و هم‌چنین مواردی که مربوط به این رشته نیست، آشنا شوید!

## معرفی رشته مهندسی برق

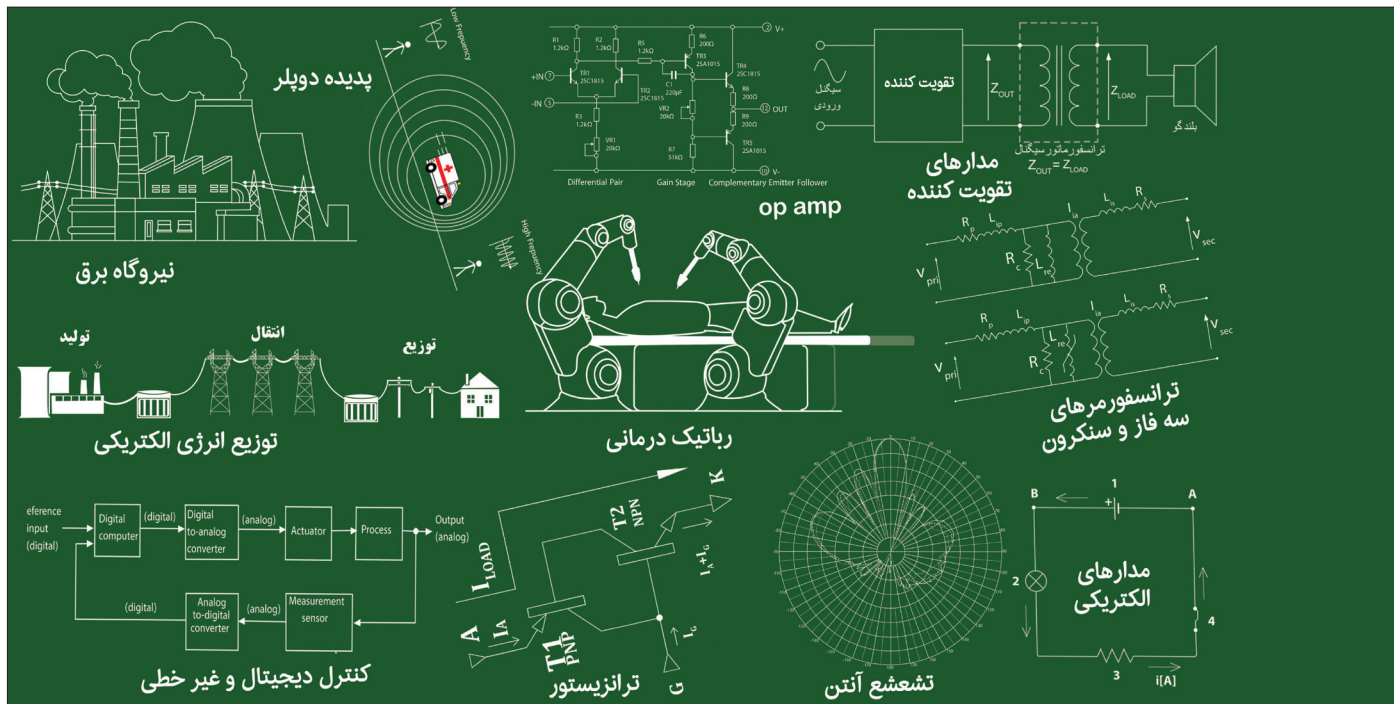
کنجکاو در مورد این‌که جهان و تحولات آن چگونه اتفاق می‌افتد، یکی از جذاب‌ترین موضوعاتی است که همیشه بشر را به خود مشغول کرده و باعث اکتشافات و اختراعات فراوانی شده است. برق در این میان یکی از جالب‌ترین موضوعات است و رشته مهندسی برق به ما کمک می‌کند تا بتوانیم دانش و مهارت آن را بیاموزیم که چگونه این انرژی شگفت‌انگیز را برای پیشرفت و آسایش بشریت به خدمت بگیریم و مسائل جدیدی را که حول این موضوع اتفاق می‌افتد، به شکلی بهینه حل کنیم.

شاید بدانید که پدیده عصر مدرن از زمانی قدم به عرصه حضور گذاشت که برق به خانه‌ها، مشاغل و صنایع وارد شد. مجریان این اتفاق مهم، کسی نبودند جز مهندسان برق. شکل‌گیری مهندسی برق به اواخر قرن نوزدهم برمی‌گردد و شاخه برق به عنوان یکی از شاخه‌های نسبتاً جدید مهندسی محسوب می‌شود. طیف فعالیت این شاخه مهندسی که اساس کار آن فناوری برق است، بسیار وسیع است. یک مهندس برق، در حوزه صنعت می‌تواند روی اجزاء، دستگاه‌ها و سیستم‌های متفاوتی کار کند، از ریزتراشه‌های کوچک گرفته تا ژنراتورهای عظیم نیروگاه‌ها. اما در حوزه دانش، لازم است درک عمیقی از نظریه الکترومغناطیس، مفاهیم الکتریسیته ساکن و جاری، پدیده جریان مستقیم و متناوب، علم ریاضیات و دانش مواد داشته باشد؛ پس می‌توان گفت دامنه فعالیت یک مهندس برق، در دو حوزه علم و صنعت، گسترده وسیعی است.

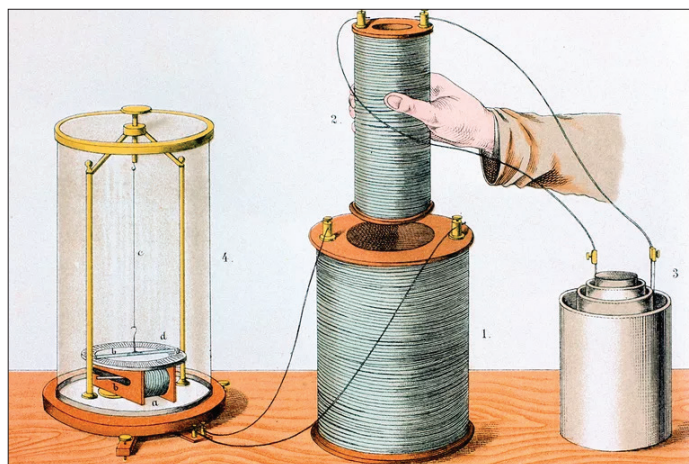
در خصوص پیشگامان این رشته گسترده و مؤثر، شاید کمتر کسی باشد که نام «توماس ادیسون» مخترع لامپ الکتریکی را نشنیده باشد، اما لازم است در اینجا به اسامی «جورج وستینگهاوس» به عنوان کاشف جریان متناوب و «نیکولا تسلا» کاشف موتور القایی هم اشاره کنیم. این مبتکران، ایده‌ها و مفاهیم مربوط به برق را به دستگاه‌ها و سیستم‌های عملی تبدیل کرده و عصری جدید و کاملاً متفاوت را در زندگی بشر پایه‌گذاری کردند. این دانشمندان، اوایل آزمایش‌های خود را به وسیله باتری‌های بدوی و بارهای ساکن انجام دادند و به تدریج طراحی و ساخت واقعی دستگاه‌ها و سیستم‌های کاربردی را شروع کردند.

برخی از مهم‌ترین اصول و قوانین پایه‌ای که دانشجویان رشته برق به مرور زمان در دوره تحصیل خود با آن‌ها آشنا می‌شوند، عبارتند از: قانون اهم، الکترواستاتیک، قانون فارادی، لنز و کولمب، مدل‌های حل مدارهای الکترونیکی و ماشین‌های الکتریکی و... لازم به ذکر است که برای طراحی تمامی دستگاه‌ها و سیستم‌های الکتریکی یک سری





اجزای اساسی به کار خواهند رفت، از جمله هادی، سیم پیچ، آهنربا، باتری، کلید، مقاومت، خازن، دیود و ترانزیستور و... نکته جالب این که تقریباً همه دستگاه‌های الکتریکی و الکترونیکی، از ژنراتورهای نیروگاه برق گرفته تا ریزپردازنده‌های تلفن‌های هوشمند، همگی از این چند جزء اساسی استفاده می‌کنند.



دانشجویان این رشته در آینده‌ای نزدیک، به عنوان یک مهندس برق به احتمال زیاد خواهند توانست اصول طراحی بسیاری از وسایلی را که به تولید برق می‌پردازند یا از آن استفاده می‌کنند، یاد بگیرند. محدوده فعالیت مهندس برق علاوه بر طراحی، نظارت و کنترل هم است. او باید قادر باشد آزمایش‌هایی را روی عملکرد مخرب یا غیرمخرب، قابلیت اطمینان و دوام طولانی مدت دستگاه‌ها و اجزاء آن‌ها انجام دهد.



## تاریخچه مهندسی برق

الکتریسیته یکی از موضوعات جذاب علمی از اوایل قرن هفدهم بوده است. «ویلیام گیلبرت» با مطالعاتی که در این سال‌ها روی خاصیت کهریایی مواد انجام داد، این خاصیت را کشف کرد و آن پدیده را الکتریسیته نامید. او نخستین وسیله اندازه‌گیری الکتریسیته یا الکتروسکوپ را طراحی کرده و به‌طور واضح مغناطیس و الکتریسیته ساکن را تمیز داد. توسعه مبانی علمی مهندسی برق، با ابزارهای تکنیک‌های نوین تحقیق، در قرن نوزدهم شدت گرفت. «هانس کریستین اورستد» در سال ۱۸۲۰ کشف کرد که جریان الکتریکی یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند که یک سوزن قطب‌نما را منحرف می‌کند. «مایکل فارادی» موتور الکتریکی را در سال ۱۸۲۱ اختراع کرد و «گئورگ اهم» در سال ۱۸۲۷، مدار الکتریکی را به صورت ریاضی تحلیل کرد. الکتریسیته و مغناطیس و نور به صورت قطعی حوالی سال‌های ۱۸۶۱ توسط «جیمز کلرک ماکسول» به یکدیگر مرتبط شدند.

### آموزش مهندسی برق

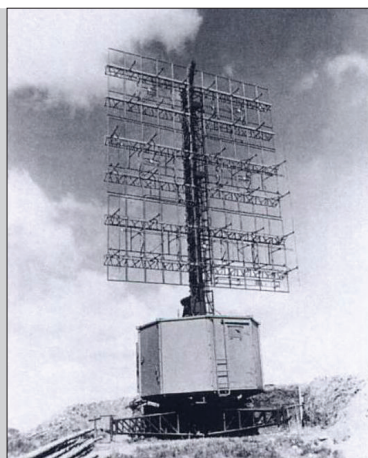
برنامه‌های درسی مهندسی برق برای اولین بار در ایالات متحده در اوایل دهه ۱۸۸۰ به عنوان گزینه‌هایی در فیزیک ظاهر شد. با توسعه این صنعت، آموزش مهندسی برق نیز پیشرفت کرد و در عرض یک دهه در بین بخش‌های مهندسی قدیمی جایگاهی برای خود پیدا کرد. از حدود سال ۱۸۸۵ برخی دانشگاه‌ها و مؤسسات فناوری رشته کارشناسی مهندسی برق را ایجاد کردند. در سال ۱۸۸۲، دانشگاه صنعتی «دارمشتات» در کشور آلمان، اولین کرسی و اولین دانشکده مهندسی برق در سراسر جهان را تأسیس کرد. در همان سال، تحت نظر پروفیسور «چارلز کراس» مؤسسه فناوری ماساچوست اولین گزینه مهندسی برق را در یک گروه فیزیک ارائه داد. در سال ۱۸۸۳، دانشگاه صنعتی دارمشتات و دانشگاه کرنل در ایالت نیویورک اولین دوره‌های تحصیل در رشته مهندسی برق را در جهان معرفی کردند. برنامه‌های درسی این رشته قبل از جنگ جهانی اول بیشتر روی خصوصیات مدارها و تجهیزات AC و DC و سیستم‌های توزیع برق متمرکز بود. تا آن زمان، الگوی شغلی استاندارد، دریافت درجه کارشناسی بود. پس از جنگ جهانی اول، دانشجویانی که علاقه خاصی به تدریس یا تحقیق داشتند برای گرفتن مدرک کارشناسی ارشد تشویق می‌شوند. در سال‌های بعد تکنیک‌های الکتریکی

## تاریخچه مهندسی برق

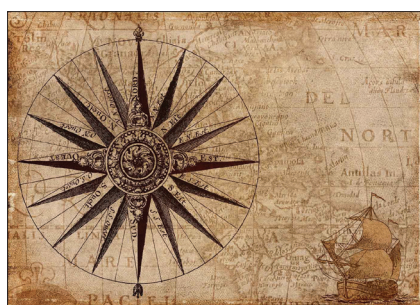


وقتی کلید چراغ اتاقی را می‌زنیم، فوراً چراغ به شکلی که شاید برای بسیاری از مردم قدیم حالت جادو داشته باشد روشن می‌شود، اما پشت این راحتی روزمره زندگی، تاریخ غنی و متنوعی وجود دارد. اگرچه مردم از قدیم درباره برق با دیدن وقایعی مانند رعد و برق اطلاع داشته‌اند، اما مدت زیادی نیست که از قدرت آن استفاده می‌کنند.





و الکترونیکی جدیدی مانند رادار، مایکروویو، سیستم‌های کنترل، موشک‌های هدایت شونده، فیوزهای مجاورت و... ایجاد شده و پس از جنگ جهانی دوم در برنامه‌های درسی مهندسان برق گنجانده شدند.



### به‌کارگیری برق در روشنایی و ارتباطات رادیویی

توماس ادیسون پس از تولید یک لامپ رشته‌ای کاربردی برای روشنایی در محیط داخلی، در سال ۱۸۸۲ با استفاده از سیستم جریان مستقیم ۱۱۰ ولت، اولین دستگاه برق عمومی جهان را روشن کرد. به دنبال آن شهرها شروع به نصب سیستم‌های روشنایی خیابانی در مقیاس بزرگ بر اساس لامپ‌های قوسی کردند. پیشرفت‌های مهندسی در دهه ۱۸۸۰، از جمله اختراع ترانسفورماتور، منجر به تأسیس جریان برق متناوب شد و «جورج وستینگ‌هاوس» کارآفرین و مهندس آمریکایی، از توسعه یک شبکه برق متناوب عملی پشتیبانی کرد. در سال ۱۸۸۷ تسلا چند اختراع در مورد جریان متناوب به ثبت رساند و با اثبات برتری جریان متناوب، این جریان برای تبدیل و انتقال انرژی انتخاب می‌شود. در اواسط دهه ۱۸۹۰ «ماکسول» به عنوان پایه و اساس یکی از قوی‌ترین و موفق‌ترین نظریه‌ها در کل فیزیک شناخته شده و در کنار قوانین مکانیک نیوتن قرار گرفتند. چشمگیرترین موارد استفاده عملی این قوانین در فناوری‌های جدید در حال ظهور، از جمله ارتباطات رادیویی، صنایع تلگراف، تلفن و برق بود. مهندسی برق در اواخر قرن نوزدهم به یک حرفه تبدیل شد و اولین مؤسسات مهندسی برق برای حمایت از این رشته جدید در انگلستان و ایالات متحده تأسیس شدند.

در ابتدای قرن بیستم برای اولین بار پخش صدا از طریق رادیو توسط «رجینالد فسندن» انجام شد. در اوایل دهه ۱۹۲۰ میلادی، علاقه به توسعه کاربردهای خانگی برای برق روز افزون بوده و منجر به برپایی نمایشگاه‌هایی از جمله نمایشگاه «خانه‌های آینده» در کشور انگلستان و هم‌چنین تأسیس انجمن برق زنان با مدیریت خانم «کارولین هاسلت» در سال ۱۹۲۴ شد تا زنان را به کار در مهندسی برق ترغیب کند. در سال ۱۹۳۱ فناوری تلویزیون الکترونیکی توسط «ادوین هوارد آرمسترانگ» فراهم شد.



### سال‌های جنگ جهانی دوم و بعد از آن

جنگ جهانی دوم شاهد پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه الکترونیک و به‌ویژه ارتباطات راداری بود. از سال ۱۹۴۰ تعیین موقعیت رادیویی، ارتباط رادیویی و هدایت رادیویی هواپیما، فرستنده‌ها و گیرنده‌های رادیویی مخفی پیشرفته برای استفاده توسط عوامل مخفی و رمزگشایی پیام‌های رمزگذاری شده، توسعه یافت. اندکی پس از جنگ، مطالعات در این زمینه‌ها، در مجموعه‌ای توسط انتشارات McGraw-Hill در سال ۱۹۴۶ منتشر شد. در دهه ۱۹۵۰، اصطلاح مهندسی رادیو به تدریج جای خود را به نام «مهندسی الکترونیک» داد. این جایگزینی نتیجه کشف ترانزیستور در سال ۱۹۴۷، اختراع مدار مجتمع، تولید تراشه مدار یکپارچه در سال ۱۹۵۸، ثبت اختراع CD-ROM در سال ۱۹۷۰ و... است. پس از آن می‌توان گفت اتفاق جدی در صنعت برق رخ نداده است و صرفاً کاربردهای آن توسعه یافته است.

پس از آن می‌توان گفت اتفاق جدی در



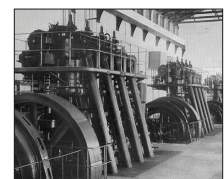
## توسعه مهندسی برق در ایران

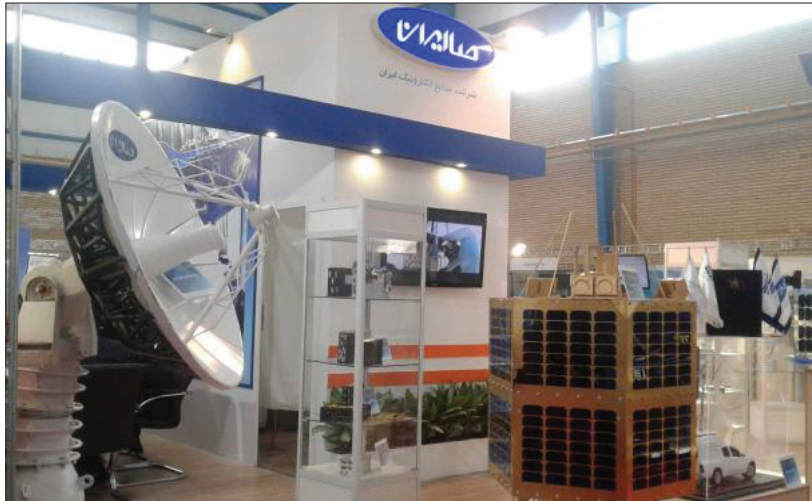
### توسعه مهندسی برق در ایران

نخستین مولد برق ایران در سال ۱۲۶۴ هجری خورشیدی یعنی شش سال پس از اختراع لامپ برق توسط توماس ادیسون، کاخ گلستان تهران را روشن کرد. این مولد به دستور ناصرالدین شاه قاجار به ایران وارد شده بود، اما در سال ۱۲۸۴ نخستین نیروگاه خصوصی برق شهری توسط مرحوم حاج حسین مهدوی (امین الضرب) به قدرت ۴۰۰ کیلووات از نوع بخار پیستونی در شهر تهران راه‌اندازی شد. این نیروگاه در ۲۴ ساعت فقط ۶ ساعت برق ۲۲۰ ولت تک‌فاز و ۳۸۰ ولت سه فاز متناوب مشترکان آن زمان را تأمین می‌کرد. در سال ۱۳۱۶ نخستین نیروگاه برق دولتی به قدرت ۶۴۰۰ کیلووات از نوع بخار، توسط بلدیة تهران (شهرداری) در شمال شرقی بیرون دروازه دوشان تپه (میدان شهدا) راه‌اندازی شد و بعدها مولدهای دیزلی و نیز توربین بخار به قدرت تولید برق نیروگاه مذکور اضافه شد. در سال ۱۲۶۵ (۱۸۸۶)، برای نخستین بار در ایران، یک رشته سیم تلفن بین تهران و شاهزاده عبدالعظیم به طول ۷٫۸ کیلومتر کشیده شد و سه سال بعد از ارتباط تلفنی، بین دو ایستگاه ماشین دودی تهران و شهرری راه‌اندازی شد. بیش از صد سال بعد، یعنی در سال ۱۳۷۲ فراخوان برای ثبت نام نخستین «شبکه تلفن متحرک جیبی» نظر بسیاری را به خود جلب کرد. فکر ایجاد سازمان رادیو تلویزیون ملی ایران در دهه ۱۳۳۰ مطرح شد و نخستین فرستنده تلویزیون ایران در مهر ماه سال ۱۳۳۷، اولین برنامه خود را پخش کرد.

### آموزش مهندسی برق در ایران

«حیدرخان عمواوغلی» متولد ۱۲۵۹ خورشیدی در ارومیه آذربایجان، معروف به حیدر برقی، اولین مهندس برق ایران، فارغ‌التحصیل دانشگاه برق انستیتوی پلی تکنیک گرجستان بود. از سال ۱۳۰۷ دانشگاه‌های ایران رشته مهندسی برق را ایجاد کردند و مهندسان ایرانی را در گرایش‌های الکترونیک، مخابرات، قدرت و کنترل وارد این صنعت در کشور کردند. به دنبال ایجاد دانشکده‌های برق، پژوهشکده‌های برق از دهه ۱۳۵۰ برای فعالیت و تحقیق در زمینه‌های میان رشته‌ای برق با سایر رشته‌ها مانند ریاضی، کامپیوتر، پزشکی و تحقیق در تکنولوژی‌های مرتبط با فناوری اطلاعات، برق و انرژی، مخابرات، امنیت اطلاعات، فناوری مالی، اینترنت اشیا، ابررایانه، هوش مصنوعی و یادگیری و ... راه‌اندازی شدند.





### رشد صنایع بومی

رشد صنعت برق و بومی شدن آن در سال‌های بعد ادامه داشت. شرکت کارخانجات مخابراتی ایران، اولین و بزرگ‌ترین تولیدکننده مراکز تلفن ثابت و سیار کشور در تاریخ ۱۳۴۸ به بهره‌برداری رسیده و علاوه بر تولید نرم‌افزار و سخت‌افزار مراکز سوئیچینگ پر ظرفیت تلفن ثابت و همراه، تولید منابع تغذیه سوئیچ مد، طراحی و تولید راک‌های مخابراتی، تولید مراکز تلفن همراه اضطراری به همراه دکل‌های تلسکوپی قابل حمل (BTS)، ساخت انواع تلفن رومیزی و همراه، انواع ترمینال‌های مخابراتی و انواع پُردهای مورد مصرف در رایانه (PCM) را انجام می‌دهد.

«شرکت صنایع الکترونیک ایران» یا «صایران» در سال ۱۳۵۴ تأسیس شده و فعالیت خود را در زمینه صنایع الکترونیک، اپتیک و مخابرات آغاز کرد. بیشتر تولیدات الکتریکی، اپتیک و مخابراتی صنایع نظامی مانند ساخت رادارها، قطعات الکتریکی خودرو یا ماهواره امید به این شرکت مرتبط بوده است.

اولین رادار بومی در تاریخ ایران در سال ۱۳۷۷ ساخته شد و ایران به جمع معدود کشورهای تولیدکننده رادار پیوست. از سال ۱۳۸۷ در جهان به علت پیشرفت فناوری باتری و نگرانی از افزایش گازهای گلخانه‌ای، ساخت خودرو برقی در سطح صنعتی در جهان آغاز شد. در ایران برای نخستین بار در سال ۱۳۹۳ در مرحله نخست یک خودرو دوگانه سوز برقی - بنزینی رونمایی شد و برای اولین بار در ایران نمونه آزمایشی خودرو تمام برقی از دی ماه سال ۱۳۹۶ در کشور رونمایی شد که گامی بلند هم در صنعت خودرو کشور و هم در فناوری‌های وابسته به تولید موتور برقی به شمار می‌آید.

در سال ۱۳۸۴ ایران نهمین کشور جهان بود که برای اولین بار در تاریخ خود، به مدار زمین ماهواره فرستاد. اما این ماهواره همچنان با مشارکت خارجی‌ها ساخته شده بود. ایران چندماه بعد از این پرتاب، روند ساخت ماهواره کاملاً بومی را هم شروع کرد و سرانجام در بامداد ۱۵ بهمن سال ۱۳۸۷، در سی‌امین سالگرد انقلاب اسلامی، ماهواره امید که کاملاً ساخت ایران بود به فضا پرتاب شد.





## گرایش‌های مهندسی برق

بسیاری از تجهیزاتی که با فناوری و تکنولوژی برق تهیه شده‌اند، محصول تلاش مجموعه‌ای از مهندسان برق با گرایش‌های مختلف است. برای مثال یک ماهواره فضایی را در شکل زیر در نظر بگیرید، هریک از بخش‌های این محصول صنعتی، حاصل فعالیت یکی از گرایش‌های مهندسی برق است.

هدف اصلی مهندسی قدرت تولید برق در نیروگاه‌ها، انتقال نیرو از طریق خطوط انتقال و توزیع آن در شبکه‌های شهری و روستایی و در نهایت توزیع آن برای مصارف خانگی و کارخانجات است. سیستم‌های قدرت از یک طرف شامل کسب و کارهای خیلی بزرگ دولتی است و از طرف دیگر شامل پروژه‌های شرکت‌های کوچک و در ارتباط با صنعت الکتروموتور است و در آسانسور، لباسشویی و ... که با موتور سر و کار دارند، دیده می‌شود. از طرف دیگر صنعت انتقال خرد که شامل برق‌کشی ساختمان، به‌کارگیری برق سه فاز، محافظت جانی، چاه earth و ... برای آن تأمین می‌شود. بنابراین یک مهندس برق در گرایش قدرت باید با روش‌های مختلف تولید برق، خطوط انتقال نیرو و سیستم‌های توزیع آشنا باشد.

بخش مهمی در ماهواره وظیفه تأمین انرژی مورد نیاز و ذخیره و توزیع و تنظیم توان و انرژی را بر عهده دارد. تأمین انرژی در ماهواره‌ها معمولاً توسط سلول‌های خورشیدی (solar) انجام می‌گیرد. سلول‌های خورشیدی بر اساس خاصیت فتوولتاییک کار می‌کنند و وقتی که در معرض نور خورشید قرار می‌گیرند؛ الکترون‌ها از باند ظرفیت به باند هدایت می‌آیند و ایجاد اختلاف پتانسیل می‌کنند که این اختلاف پتانسیل به عنوان یک منبع ولتاژ DC استفاده می‌شود. البته در مواردی که نیاز به ولتاژ AC باشد، از مبدل‌ها استفاده می‌کنند.

### مهندسی قدرت

### مهندسی الکترونیک

محسوب می‌شود با حرکت الکترون‌ها در هدف مهندسان الکترونیک این است که آن سمتی که می‌خواهند توسط مدارهای الکترونیکی هدایت کنند. مهندسان رشته الکترونیک به‌طور کلی با عملکرد این مدارها آشنایی دارند و بردهای الکترونیکی را به کمک اجزایی از قبیل ترانزیستور، لامپ‌های LED، مقاومت و ... طراحی می‌کنند. این بردها را در همه سیستم‌های برقی می‌توان دید. ساخت و نگاه‌داری انواع مدارهای الکترونیکی مورد نیاز صنایع مختلف است، مهندسان رشته الکترونیک با عملکرد مدارهای الکترونیکی آشنا می‌شوند و می‌توانند این مدارها را طراحی کرده و بسازند یا مدارهای ساخته شده را راه‌اندازی و نگاه‌داری کنند. در ماهواره مانند هر سیستم برقی دیگر بردهای الکترونیکی زیادی وجود دارد که توسط این مهندسان طراحی شده‌اند. برای مثال بخش ردیابی تله متری و فرمان (TT&C) اطلاعات مورد نیاز از قسمت‌های مختلف یک ماهواره را توسط حسگرهای مختلف (آنالوگ یا دیجیتال) جمع‌آوری کرده و در اختیار مراکز کنترل ماهواره قرار می‌دهد.

به‌طور کلی رشته الکترونیک که از قدیمی‌ترین گرایش‌های این رشته مدارهای مختلف دیجیتال و آنالوگ سر و کار دارد. آن‌طور که می‌خواهند رفتار الکترون را کنترل کنند و به الکترونیکی هدایت کنند. مهندسان رشته الکترونیک به‌طور کلی با عملکرد این مدارها آشنایی دارند و بردهای الکترونیکی را به کمک اجزایی از قبیل ترانزیستور، لامپ‌های LED، مقاومت و ... طراحی می‌کنند. این بردها را در همه سیستم‌های برقی می‌توان دید. ساخت و نگاه‌داری انواع مدارهای الکترونیکی مورد نیاز صنایع مختلف است، مهندسان رشته الکترونیک با عملکرد مدارهای الکترونیکی آشنا می‌شوند و می‌توانند این مدارها را طراحی کرده و بسازند یا مدارهای ساخته شده را راه‌اندازی و نگاه‌داری کنند. در ماهواره مانند هر سیستم برقی دیگر بردهای الکترونیکی زیادی وجود دارد که توسط این مهندسان طراحی شده‌اند. برای مثال بخش ردیابی تله متری و فرمان (TT&C) اطلاعات مورد نیاز از قسمت‌های مختلف یک ماهواره را توسط حسگرهای مختلف (آنالوگ یا دیجیتال) جمع‌آوری کرده و در اختیار مراکز کنترل ماهواره قرار می‌دهد.



## مهندسی مخابرات

مهندسی مخابرات یکی از زیرشاخه‌های اصلی و عمده مهندسی برق و در ارتباط با امواجی است که در سیستم‌های مخابراتی رد و بدل می‌شوند. وظیفه اصلی مهندسی مخابرات توانایی ایجاد ارتباط بین افراد است و این کار به روش‌های متفاوتی انجام می‌گیرد. گوشی‌های هوشمندی که امروز جزء جداناپذیر زندگی ما هستند و به طریق صوتی، متنی و تصویری ارتباط ما را با دیگران برقرار می‌کنند، بخش قابل توجهی از مهندسی مخابرات را در حوزه بی‌سیم به خود اختصاص می‌دهند. دریافت سیگنال‌های تصویری تلویزیونی از سیستم‌های زمینی یا سیستم‌های ماهواره‌ای هم از بخش‌های مهم مهندسی مخابرات است. از بخش‌های پیچیده‌تر این رشته رمزگذاری و رمزگشایی است که موضوعات گیج‌کننده‌ای مثل بلاک چین را در زندگی ما وارد کرده است. مهندسان مخابرات همواره در چهار زمینه ابزار فرستنده، ابزار گیرنده، مرحله انتقال پیام از فرستنده به گیرنده و توسعه شبکه ارتباطی، مشغول به کار هستند.

یک ماهواره معمولاً آنتنی همه‌جهته دارد که برای دریافت سیگنال فرمان‌های صادره از زمین به کار می‌رود. این آنتن همه‌جهته هم‌چنین برای کنترل سیستم‌های فرعی در زمان پرتاب ماهواره و تعیین موقعیت آن به کار می‌رود. علاوه بر آنتن‌ها، تکرارکننده‌ها (ترانسپاندرها) در ماهواره، وظیفه تکرار و تقویت امواج رادیویی را به عهده دارند. ترانسپاندرها سیگنال‌های فرستاده شده از زمین را دریافت و پس از تقویت و تغییر فرکانس، آن‌ها را به زمین می‌فرستند. آنتن‌های مربوط به این ترانسپاندرها طوری طراحی شده‌اند که فقط قسمت‌هایی از سطح زمین را که درون شبکه ماهواره‌ای قرار دارند، پوشش می‌دهد.

## مهندسی کنترل

همان‌طور که از اسم این گرایش پیداست، در آن به بررسی نحوه کنترل سیستم‌ها پرداخته می‌شود. در طول تاریخ، انگیزه بشر این بوده است که بتواند خروجی سیستم‌ها را به شکل دلخواه کنترل کند، این سیستم ممکن است یک بادبادک یا یک پالایشگاه باشد. مهندسان کنترل از این جنبه با رشته‌های دیگر مثل مکانیک ارتباط زیادی دارند چون باید این سیستم‌ها را بشناسند. وقتی می‌گوییم کنترل، ممکن است کنترل دمایی یک فرایند باشد و نیاز به تجهیزاتی داشته باشیم که بتواند دما را به دلخواه ما سرد و گرم کند، اما وقتی می‌گوییم کنترل در برق، طبیعتاً مسئله مورد نظر، کنترل برقی یک سیستم است. در واقع مهندس کنترل باید سیستم‌هایی را طراحی کند که بتواند یک تجهیز برقی را به خوبی کنترل کند و آن را در حالت پایدار نگه دارد. اغلب سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی نیازمند یک قسمت کنترلی هستند و این قسمت از مهم‌ترین بخش‌های هر یک از این سیستم‌هاست. به همین منظور، یک مهندس کنترل باید در طراحی این قسمت تمام دقت خود را به کار گیرد. در طراحی ماهواره نیز بخشی به عنوان سیستم کنترل وضعیت وجود دارد که پایداری چرخان ماهواره را حول سه محور عملیاتی کنترل کرده و آن را در هر جهتی که لازم باشد، هدایت می‌کند. هم‌چنین بخش دیگری در بدنه ماهواره وظیفه کنترل حرارت را به عهده دارد. ماهواره‌ها در فضایی قرار دارند که از یک طرف تحت تأثیر تابش نور خورشید با درجه حرارتی بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته‌اند. از سمت دیگر آن‌ها به شدت سرد هستند و سرمایایی نزدیک به ۱۰۰- به آن‌ها وارد می‌شود. قطعاً این‌ها در این بازه دمایی محیط (۱۰۰ تا ۱۰۰-) کار کنند بسیار محدود و گران هستند و باید استانداردهای فضایی را دارا باشند. بنابراین یک بخش کنترل حرارتی در ماهواره نیاز داریم که باید برای هر کدام از زیرسامانه‌های ماهواره، بازه حرارتی متناسب آن را کنترل کند.