

آشنایی با شبکه‌های برق



تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

ایمان صادق‌خانی

دانشکده مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

- الکتریسیته تا سال ۱۶۰۰ به مدت چند هزار سال تنها به عنوان یک کنجکاوی ذهنی قلمداد می‌شد، تا اینکه ویلیام گیلبرت، دانشمند انگلیسی، مطالعات دقیقی پیرامون الکتریسیته و مغناطیس انجام داد. او تأثیر سنگ آهنربا را به وسیله مالش کهربا شناسایی کرد. او واژه **electricus** را به خاصیت جذب اجسام کوچک، پس از مالش، نسبت داد. پس از این رویداد، واژه الکتریسیته و الکتریکی برای اولین در کتاب سیودود کسپا اپیدمیکا، نوشته توماس براون چاپ شد.
- در اواخر قرن نوزدهم نبردی بین سه مخترع برجسته توماس ادیسون، نیکولا تسلا و جورج وستینگهاوس در گرفت که از بین جریان مستقیم و جریان متناوب کدامیک جریان استاندارد شود. در این جنگ جریان‌ها، ادیسون طرفدار برق جریان مستقیم بود در حالی که دو مخترع دیگر طرفدار برق جریان متناوب بودند. در اواخر دهه هزار و هشتصد و هفتاد میلادی ادیسون اولین لامپ روشنایی عملی را اختراع کرد و پس از آن سیستمی برای تولید و توزیع برق به صورت جریان مستقیم توسعه داد و در سال هزار و هشتصد و هشتاد و دو اولین نیروگاه خود را در نیویورک افتتاح کرد.

• دو سال بعد تسلا مهندس جوان صربستانی به آمریکا مهاجرت کرده و برای ادیسون مشغول به کار شد. تسلا ژنراتورهای دی سی ادیسون را بهبود داد و تلاش می کرد که توجه رئیس خود را به موتور جریان متناوبی که ساخته بود نیز جلب کند. اما جادوگر پارک منلو (لقبی که به ادیسون بابت اختراع دستگاه گرامافون دادند) اعتقاد داشت که برق جریان متناوب آینده ای ندارد. تسلا از کار کردن برای ادیسون دست کشید و چند سال بعد چندین اختراع در زمینه فناوری جریان متناوب داشت. در سال هزار و هشتصد و هشت تسلا اختراعات خود را به وستینگهاوس فروخت و شرکت برق او به سرعت رقیب ادیسون شد. با توجه به انتقال اقتصادی تر انرژی الکتریکی به فرم جریان متناوب در مسافت های طولانی، ادیسون احساس خطر کرده و پویشی تبلیغاتی برای بی اعتبار کردن برق جریان متناوب و متقاعد کردن مردم به اینکه این شکل از برق خطرناک است، راه انداخت. اما در نهایت ادیسون در بی اعتبار کردن برق جریان متناوب شکست خورد؛ وستینگهاوس برنده تأمین برق نمایشگاه جهانی شیکاگو شد. همچنین او قرارداد مهمی برای ساخت ژنراتورهای جریان متناوب نیروگاه برق آبی آبشار نیاگارا بست که در سال هزار و هشتصد و هشتاد و شش این نیروگاه برق را به بیست و شش مایل دورتر انتقال داد. این دستاورد به عنوان پایانی غیر رسمی برای جنگ جریان ها تعبیر شد و برق جریان متناوب در صنعت برق چیره گشت.

از ۱۳۰۰ تا ۱۳۱۰: از اوایل سال‌های ۱۳۰۰ به بعد، با آگاهی و علاقه مند شدن بخش خصوصی به مزایای برق، رفته رفته در شهرهای بزرگ و کوچک ایران، تاسیساتی برای تولید و توزیع و فروش برق ایجاد شد. این گونه فعالیت‌ها عموماً "درمقیاس‌های کوچک و محدود و به طور کلی منفک از یکدیگر انجام می‌گرفت و البته نیاز به هماهنگی هم در شرایط آن روزهای نخستین احساس نمی‌شد. در همین دوران برخی از کارخانه‌های صنعتی جدید التاسیس هم دارای تجهیزات برق اختصاصی شدند که داد و ستدهایی نیز با مؤسسات برق شهری داشتند.

در ۱۳۱۰: برای نخستین بار، شبانه روزی کردن برق در تهران در میان دولتمردان آن زمان مطرح شد و اقدامات اولیه برای تحقق آن صورت گرفت.

در ۱۳۱۶: پس از شش سال و با گذراندن نشیب و فرازهای بسیار، بالاخره در تاریخ ۲۵ / ۶ / ۱۳۱۶ نیروگاه بخاری ساخت کارخانه اشکودای چکسلواکی با قدرت $۴ \times ۱۶۰۰ = ۶۴۰۰$ کیلو وات در محل کنونی شرکت برق منطقه‌ای تهران نصب شد و به بهره برداری رسید.

با وجود آن که در تهران به علت وسعت شهر و موقعیت سیاسی و اجتماعی آن، سرمایه گذاری دولتی در کار برق رسانی پیش از همه شهرهای دیگر آغاز شد، بخش خصوصی هم در امور برق رسانی در تهران فعالیت قابل توجهی داشت به نحوی که در سال ۱۳۴۱ یعنی سال تأسیس سازمان برق ایران تعداد شرکت‌های خصوصی که هر یک در بخشی از شهر تهران فعالیت داشتند، به ۳۲ شرکت رسیده بود.

- افزایش قابلیت اطمینان، کاهش هزینه‌ها و مبادله برق ← شبکه سراسری برق

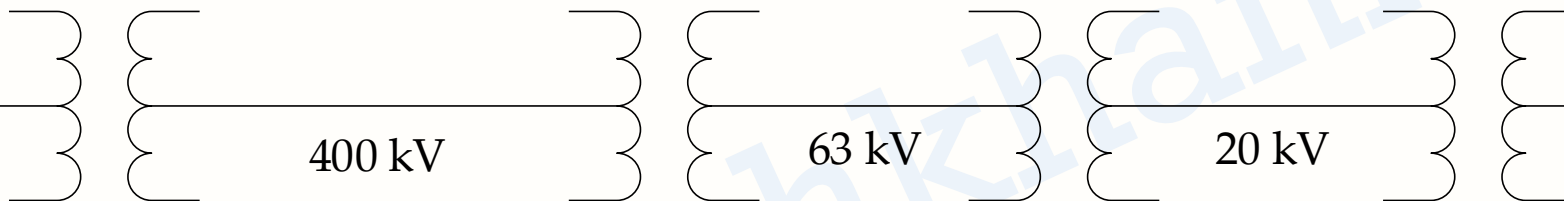
سیستم تولید

سیستم انتقال

سیستم توزیع



10-30 kV



400 V (L-L)
230 V (L-N)

تولید

انتقال

توزیع

400 kV, 230 kV

ولتاژ بالا HV

400 V

ولتاژ پایین LV

63 (132) kV, 20 (33) kV

تحت ولتاژ متوسط MV





- تولید انرژی الکتریکی در نیروگاه‌های سنتی برق بواسطه قانون القای فارادی و چرخش یک سیم پیچ در میدان مغناطیسی (یا چرخش میدان حول سیم پیچ) می‌باشد.
- نیروگاه‌های سنتی عبارتند از:
 - ✓ نیروگاه بخار
 - ✓ نیروگاه گازی
 - ✓ نیروگاه سیکل ترکیبی
 - ✓ نیروگاه اتمی
 - ✓ نیروگاه آبی



- انتقال انرژی الکتریکی در ولتاژهای بالا (۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت در ایران) انجام می‌شود. از آنجایی که افزایش ولتاژ نیروگاه با استفاده از ترانس انجام می‌شود، به همان نسبت جریان خط انتقال کاهش می‌یابد که نتیجه آن کاهش افت ولتاژ در طول خط ($\Delta V \propto I$) و کاهش شدید تلفات توان ($P_{\text{Loss}} \propto I^2$) است.

- توزیع انرژی الکتریکی در دو سطح ولتاژ متوسط (۲۰، ۳۳، ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت) و ولتاژ پایین (۴۰۰ ولت) صورت می گیرد. سطح ولتاژ ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت را برخی مواقع شبکه فوق توزیع نیز می نامند.
- شبکه برق از محل تولید تا نزدیک ترین نقطه به مصرف کنندگان سه فاز است زیرا امکان انتقال مقدار توان بیشتر با هزینه کمتر (هزینه کابل و دکل) وجود دارد. خطوط فشار متوسط سه سیمه هستند زیرا شبکه در این سطح ولتاژ متعادل بوده و نیازی به سیم نول نیست. اما در سطح فشار ضعیف به دلیل وجود بارهای تکفاز (منازل مسکونی و واحدهای تجاری) چهار سیمه (پنج سیمه) هستند.

