

به نام خدا



موسسه آموزش عالی روزبه

موسسه آموزش عالی روزبه

مبانی مهندسی برق ۱

برای دانشجویان کارشناسی رشته مهندسی مکانیک

جلسه چهارم

امین رجایی

آبان ۹۹

میتوانید سوال ها و اشکالات درسی را از طریق ایمیل زیر مطرح نمایید.

[amin.rajaei@hotmail.com](mailto:amin.rajaei@hotmail.com)

### تجربه چهارم

در این جلسه قصد داریم در مورد دو مفهوم اصلی در مهندسی برق بیشتر آشنا شویم. این دو مفهوم را می توان به شکلی ساده به هم ارتباط داد. بنابراین، شناسایی یک، به راحتی منجر به یادگیری دیگری نیز خواهد شد.

شما در زندگی روزمره خود، با مفهوم انرژی و حالت های مختلف آن، آشنایی دارید. انرژی انواع مختلف دارد، از قبیل انرژی گرمایی، انرژی صوتی، انرژی حرکتی یا مکانیکی و... آنچه که در این بحث برایمان حائز اهمیت است این نکته است که انرژی الکتریکی و انرژی مکانیکی، در مهندسی مکانیک بصورت حجم فنیده با هم مرتبط می شوند. غالباً تحولات مکانیکی و حرارتی، یا بطور مستقیم و یا از لحاظ سیستم کنترلی با انرژی الکتریکی در ارتباط اند.

انرژی الکتریکی و یا هر نوع دیگر انرژی با واحد ژول "J" ناماد J اندازه گیری می شود. واحدهای دیگری همچون کالری هم برای انرژی معهود است که البته خیلی مورد بحث ما نیست. در مهندسی برق، انرژی الکتریکی، دقیقاً معادل کاری است که تجهیزات برقی ما انجام می دهند، در واقع انرژی و کار، دو دیدگاه بایک مفهوم هستند.

به همین خاطر، ما در مهندسی برق، انرژی الکتریکی را با نماد  $w$  که اول کلمه work به معنوم کار است نمایش می دهیم. پیش از بررسی روابط محاسباتی انرژی الکتریکی، باید توجه کرد که انرژی الکتریکی و یا همان کار الکتریکی با زمان ارتباط مستقیم دارد و ما این نکته را بوضوح در محاسبات خواهیم دید پس باید بدینم افکند انرژی هیچگاه مستقل از زمان نیست.

انرژی الکتریکی یک قطعه مداری که ولتاژ دو سر آن برابر  $V$  باشد و جریان الکتریکی  $I$  از آن عبور میکند، در مدت زمان  $t$  برابر است با:

$$w = V \cdot I \cdot t$$

اگر این قطعه مداری، تولید کننده انرژی باشد یا مصرف کننده انرژی، مقدار انرژی بصورت انرژی تولیدی یا انرژی مصرفی نامگذاری می شود.

مثال) یک قطعه مداری تحت ولتاژ ۲۲۰ ولت با جریان ۰.۵ آمپر، در مدت زمان ۱۰ ثانیه، چند

انرژی دریافت می کند؟  $w = 1100 \text{ J} = 1.1 \text{ kJ}$

$$w = V \cdot I \cdot t \Rightarrow w = 220 * 0.5 * 10 \Rightarrow$$

باتوجه به رابطه محاسبه انرژی الکتریکی  $W = VIt$  و نیز رابطه قانون اهم که در جلسه گذشته بیان آشناسیم  $V = RI$

می توان روابط محاسباتی جدیدی برای بدست آمدن انرژی الکتریکی در المان های مداری معادلات بدست آورد.

$$\begin{cases} W = V \cdot I \cdot t \\ V = R \cdot I \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{الف) } W = (R \cdot I) \cdot I \cdot t \Rightarrow \boxed{W = R \cdot I^2 \cdot t} & I, R \text{ موجود باشد} \rightarrow \text{رابطه جدید} \\ \text{ب) } W = V \cdot \left(\frac{V}{R}\right) \cdot t \Rightarrow \boxed{W = \frac{V^2}{R} \cdot t} & R, V \text{ موجود باشد} \rightarrow \text{رابطه جدید} \end{cases}$$

مثال (مقاومت ۲ اهمی در مدت زمان ۵ ثانیه ای تحت ولتاژ ۱۰ ولت، چند ژول انرژی مصرف می کند؟

$$W = \frac{V^2}{R} \cdot t \xrightarrow{R=20, V=10, t=5, W=?} \boxed{W = \frac{10 \times 10}{20} \times 5 = 25 \text{ J}}$$

۲۵ ژول انرژی صرف می کند

مثال ۱ اگر جریان ۲ آمپر با بدت ۱۰ ثانیه از یک مقاومت ۲ اهمی عبور دهیم، چه مقدار انرژی الکتریکی در این مقاومت، به انرژی گرمایی تبدیل خواهد شد؟

$$W = R \cdot I^2 \cdot t \xrightarrow{R=2, I=6, t=10, W=?} \boxed{W = 2 \times 6 \times 6 \times 10 = 720 \text{ J}}$$

۷۲۰ ژول انرژی تبدیل خواهد شد

نکته: تجهیزات الکتریکی در انواع مدارها می توانند به صورت های گستر انرژی تبدیل شوند. مثلاً در مدار در بازکن به انرژی مکانیکی، در لامپ و سایر تجهیزات روشنایی به نور، در تجهیزات صوتی به انرژی صوتی و ...

نکته: معمولاً در مقاومت های عادی، انرژی الکتریکی بصورت گرما تلف می شود.

بنابراین با آشنایی با مفهوم و روابط ریاضیاتی محاسباتی انرژی الکتریکی آشناسیم. در ادامه می خواهیم با مفهوم توان الکتریکی بیشتر آشنا شویم که در ارتباط تنگاتنگ با مفهوم انرژی الکتریکی دارد.

توان الکتریکی طبق تعریف عبارتست از مقدار انرژی مصرفی یا تولیدی در واحد زمان.

رابطه معادل، رابطه محاسبه توان الکتریکی است. واحد توان الکتریکی "وات" است.  $P = \frac{W}{t}$  که آن را با  $W$  نمایش می دهیم.



مبانی فیزیکی

رسانا

زمان $t$	انرژی $w$	توان $P$	پتانسیل
ثابت	تولید	واحد	

حداکثر توان باشد واحد توان  $w$  را با  $w$  که نماد انرژی الکتریکی است اشتباه نگیریم.

طبق روابط انرژی، می توانیم روابط ریاضیاتی توان الکتریکی را بدست آوریم.

روابط انرژی

$$w = V \cdot I \cdot t$$

$$P = \frac{w}{t}$$

روابط توان

$$P = V \cdot I$$

$$w = R \cdot I^2 \cdot t$$

$$P = \frac{w}{t}$$

$$P = R \cdot I^2$$

$$w = \frac{V^2}{R} \cdot t$$

$$P = \frac{w}{t}$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

مثال: در یک مدار الکتریکی، منبع الکتریکی ۲۲۰ ولت، جریان ۲ آمپری به مصرف کننده ۳۰ اهم منتقل می کند. توان الکتریکی تولیدی منبع و نیز توان مصرفی محاسبه و محاسبه کنید چه مقدار توان الکتریکی به سایر بخش ها هدایت می شود؟

توان منبع :  $P = V \cdot I \Rightarrow$

$$P = 220 \cdot 2 = 440 \text{ w}$$

توان مصرف کننده :  $P = R \cdot I^2 \Rightarrow$

$$P = 30 \cdot 2^2 = 120 \text{ w}$$

$$P_{\text{باقی مانده}} = 440 - 120 = 320 \text{ w}$$

نکته: از آنجائیکه واحد تولد در محاسبات انرژی الکتریکی، واحد به نسبت کوچکی است، از واحد دیگری هم تحت عنوان "کیلووات ساعت" نیز جهت اندازه گیری انرژی استفاده می شود.

$$P = \frac{w}{t} \Rightarrow w = P \cdot t$$

طبق رابطه  $w = P \cdot t$ ، اگر توان یعنی  $P$  را بر حسب کیلووات  $\text{kW}$  مطرح کنیم و زمان یعنی  $t$  را بر حسب ساعت مطرح کنیم (نماد ساعت  $h$  است، آنکه  $\text{hour}$ )، آنگاه واحد انرژی عبارت خواهد بود از کیلووات ساعت  $\text{kWh}$ .

معمولاً برای بیان انرژی مصرف خانوار و مراکز صنعتی از واحد  $\text{kWh}$  استفاده می کنند. مثلاً اگر مجموع توان مصرفی چراغ های یک خانه حدود ۱۵۰ وات باشد، اگر مدت ۶ ساعت همه چراغ ها روشن باشند انرژی مصرفی طی ۶ ساعت عبارتست از:

$$w = P \cdot t = 150 \cdot 6 = 900 \text{ wh}$$

پایان جلسه چهارم