آزمایشگاه
مدارهای الکتریکی

- جدول رنگ مقاومت‌ها:

رنگ	رنگ اول (عدد اول)	رنگ دوم (عدد دوم)	رنگ سوم (تعداد صفر)	تلرانس
طلایی	—	—	$10^{-1}=0.1$	٪5
نقره‌ای	—	—	$10^{-2}=0.01$	٪10
سیاه	—	0	$10^{0}=1$	
قهوه‌ای	1	1	$10^{1}=0$	
قرمز	2	2	10^{2}	
نارنجی	3	3	10^{3}	
زرد	4	4	10^{4}	
سبز	5	5	10^{5}	
آبی	6	6	10^{6}	
بنفش	7	7	10^{7}	
خاکستری	8	8	10^{8}	
سفید	9	9	10^{9}	

یادآوری: تلرانس بی رنگ ٪20 می باشد.

عدد اول — عدد دوم — تعداد صفر — تلرانس (طلایی)

$R = 5600\,\Omega \pm ٪5$

- مثال:

① طلایی - طلایی - سیاه - قهوه‌ای $\Rightarrow R = 1\,\Omega \pm ٪5$

② طلایی - نقره‌ای - سیاه - قرمز $\Rightarrow R = 0.2\,\Omega \pm ٪5$

③ طلایی - سیاه - خاکستری - قهوه‌ای $\Rightarrow R = 18\,\Omega \pm ٪5$

- واحدهای بزرگتر از اهم «Ω»:

$K\Omega = 1000\,\Omega = 10^{3}\,\Omega$

$M\Omega = 1000000\,\Omega = 10^{6}\,\Omega$

$G\Omega = 1000000000\,\Omega = 10^{9}\,\Omega$

- رابطه مقاومت با دما:

$$R_\theta = R_0\left(1+\alpha\Delta\theta\right)$$

R_θ: مقاومت در دمای θ

R_0: مقاومت در یک دمای خاص «θ_0»

α: «یا β» مقاومت ویژه

$\Delta\theta$: اختلاف دما «$\Delta\theta = \theta - \theta_0$»

- محاسبه تلرانس:

$$\text{تلرانس}\% = \frac{R\text{ نامی} - R\text{ (کد رنگی) اندازه‌گیری شده}}{R\text{ نامی}} \cdot 100$$

مثال: تلرانس مقاومت زیر را بدست آورید.

طلایی - نارنجی - آبی - سبز $\Longrightarrow R = 56000\,\Omega \pm \%5$

$R = 55440\,\Omega$ اندازه‌گیری شده

$$\text{تلرانس} = \frac{55440-56000}{56000}\cdot 100 = \%-1$$

- استاندارد مقاومتها:

E_6	E_{12}	E_{24}
1	1	1
1.5	1.2	1.1
2.2	1.5	1.2
3.3	1.8	1.3
4.7	2.2	1.5
6.8	2.7	1.6
	3.3	1.8
	3.9	2
	4.7	2.1
	5.6	2.2
	6.8	⋮
	8.2	⋮
	10	9.1

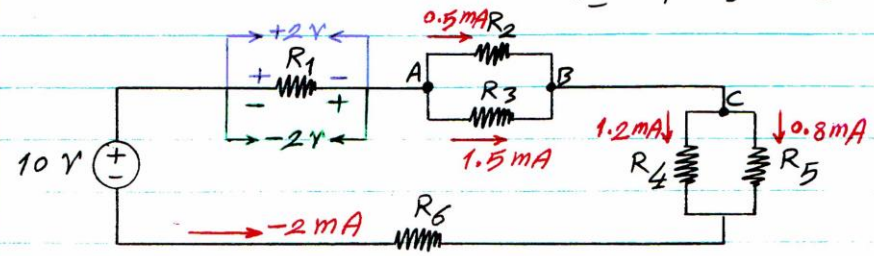
تذکر:

① مقاومتهای استاندارد طبق جدول روبرو و ضرایب 10 اعداد بکار رفته در آنها می‌باشند

② مقاومتهای استاندارد موجود در بازار معمولاً از نوع E_{12} می‌باشند.

(3)

- تحقیق قوانین اهم و کیرشهف :



- قانون اهم :

بعد از اندازه گیری مقدار ولتاژ (بوسیله ولتمتر)، مقدار مقاومت (بوسیله اهم متر) و مقدار شدت جریان (بوسیله آمپرمتر) می توان صحت قانون اهم را بررسی کرد. « $V = R \cdot I$ و $I = \frac{V}{R}$ و $R = \frac{V}{I}$ »

- تذکر :

جهت حرکت در مدار را می توان بصورت واقعی (از منفی به مثبت) و یا بصورت قراردادی (از مثبت به منفی) در نظر گرفت.

مثال : می خواهیم توان مقاومت R_1 را محاسبه کنیم :

$P = V \cdot I$ I : جریان وارد شونده به سر مثبت

① از مثبت به منفی $P = (+2) \times (-(-2)) = 4\ mw$

② از منفی به مثبت $P = (-2) \times (-2) = 4\ mw$

- قانون ولتاژ کیرشهف : « KVL »

جمع جبری ولتاژهای موجود در یک حلقه (مسیر بسته) برابر است با صفر.

- قانون جریان کیرشهف : « KCL »

جمع جبری جریانهای ورودی یا خروجی به یک نقطه (گره) برابر است با صفر.

KCL در نقطه A : $0.5 + 1.5 - 2 = 0$

KCL در نقطه C : $1.2 + 0.8 - 2 = 0$

- قضیه تلگان:

مجموع توان‌های موجود در یک حلقه برابر است با صفر: « $\sum P = 0$ »

تذکر:

① توان برابر است با حاصلضرب ولتاژ در جریان وارد شونده به سر مثبت.

$P =$ جریان وارد شونده به سر مثبت $\times$ ولتاژ

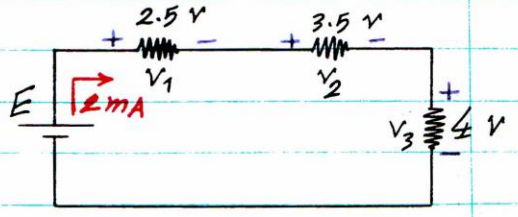
② هرگاه توان مثبت باشد یعنی جذبی است (دریافت کننده) و هرگاه توان منفی باشد یعنی تحویلی است (تحویل دهنده).

P_w توان جذبی = همیشه مثبت است

P_d توان تحویلی = همیشه منفی است

$$P_w \equiv -P_d$$

- مثال: قضیه تلگان را در مدار زیر بررسی کنید.



$P = V \cdot I$

$$\begin{cases} P_1 = 2.5 \times 2 = 5 \quad mw \\ P_2 = 3.5 \times 2 = 7 \quad mw \\ P_3 = 4 \times 2 = 8 \quad mw \end{cases} \Rightarrow \text{جذبی } P_w = 20 \ mw$$

$E = 2.5 + 3.5 + 4 = 10 \ V$

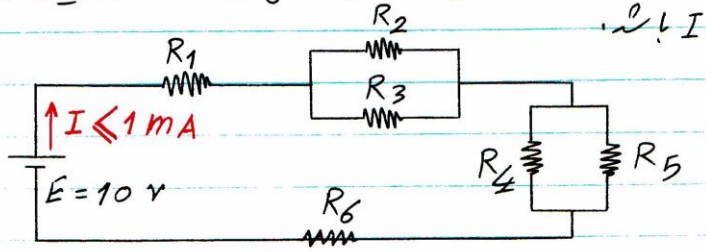
طبق مدار بالا جریان خارج شونده از سر مثبت باتری $+2mA$ می باشد درنتیجه می توان گفت که جریان وارد شونده به سر مثبت باتری $-2mA$ می باشد.

توان تحویلی منبع $P_t = 10 \times (-2) = -20 \ mw$

$$P_w \equiv -P_d \Rightarrow \boxed{20 \equiv -20}$$

(5)

— تمرین: مقدار مقاومتها در مدار زیر را طوری طراحی کنید که مقدار جریان ورودی $I \ll 1\,mA$ باشد.



$$I = \frac{E}{R_{eq}} \ll 1\,mA \Rightarrow R_{eq} \gg \frac{V}{I} = \frac{10}{1\,mA} = 10\,k\Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + (R_2 \| R_3) + (R_4 \| R_5) + R_6 \gg 10\,k\Omega$$

R_1: (1) kΩ $R_2 \| R_3$: (4) kΩ $R_4 \| R_5$: (3.8) kΩ R_6: (1.2) kΩ

مقاومتهای R_1 و R_6 را طبق استاندارد «E_{12}» و بطور دلخواه انتخاب می‌کنیم.
برای مجموعه‌های موازی بصورت زیر عمل می‌کنیم:
یکی از مقاومتها را طبق استاندارد «E_{12}» انتخاب نموده و سپس مقاومت دیگر را محاسبه می‌کنیم آنگاه مقدار آن را با جدول «E_{12}» مقایسه نموده و نزدیکترین عدد به آن را تعیین می‌نمائیم.

$$4 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} \Rightarrow 4 = \frac{4.7 \times R_3}{4.7 + R_3} \Rightarrow R_3 = 26.85\,k\Omega$$

$$\begin{cases} R_2 = 4.7\,k\Omega \\ R_3 = 27\,k\Omega \end{cases}$$

$$3.8 = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} \Rightarrow 3.8 = \frac{3.9 \times R_5}{3.9 + R_5} \Rightarrow R_5 = 148.2\,k\Omega$$

$$\begin{cases} R_4 = 3.9\,k\Omega \\ R_5 = 150\,k\Omega \end{cases}$$

$$R_{eq} = 1 + (4.7 \| 27) + (3.9 \| 150) + 1.2 = 10.004\,k\Omega$$

$$I = \frac{10}{10.004} = 0.999\,mA$$