

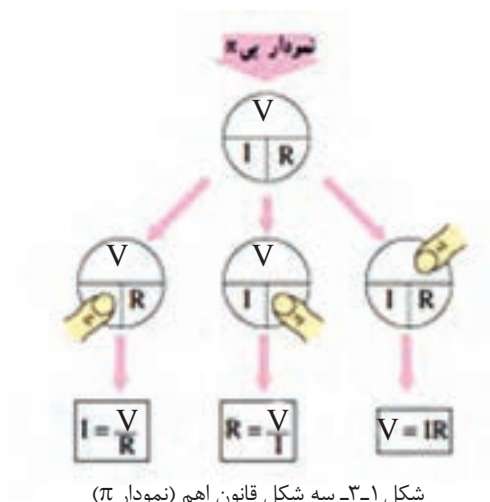
## فصل ۳

دانش فنی، اصول و قواعد، قوانین و مقررات،  
روابط و فرمول‌ها و دستور العمل‌ها

## بخش اول: مبانی برق و مدارهای الکتریکی

### ۳-۱ روابط اساسی در مدارهای الکتریکی:

با در نظر گرفتن  $V$  (ولتاژ)،  $I$  (جریان الکتریکی)،  $R$  (مقاومت اهمی)،  $P$  (توان الکتریکی) روابط زیر برقرار است.



شکل ۳-۱ سه شکل قانون اهم (نمودار اهم)

توان الکتریکی با رابطه  $P = V \cdot I$  معرفی می‌شود. واحد توان الکتریکی وات ( $W$ ) است. با ترکیب این رابطه در روابط بالا، روابط زیر نیز برقرار است.

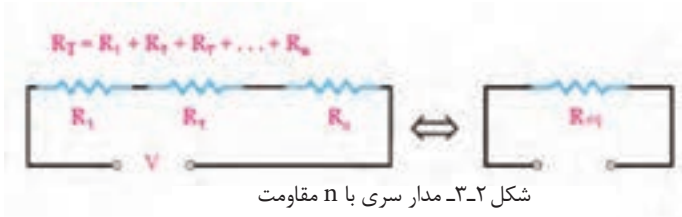
$$P = V \cdot I$$

$$V = RI \rightarrow P = RI \cdot I \rightarrow P = RI^2$$

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow P = V \cdot \frac{V}{R} \rightarrow P = \frac{V^2}{R}$$

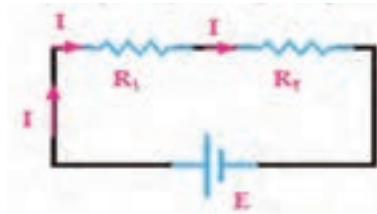
۳-۲- اتصال مقاومت‌ها و پیل‌ها:

الف) اتصال سری (متوالی):



$$V_{R_1} = IR_1$$

$$V_{R_2} = IR_2$$



ب) اتصال موازی:

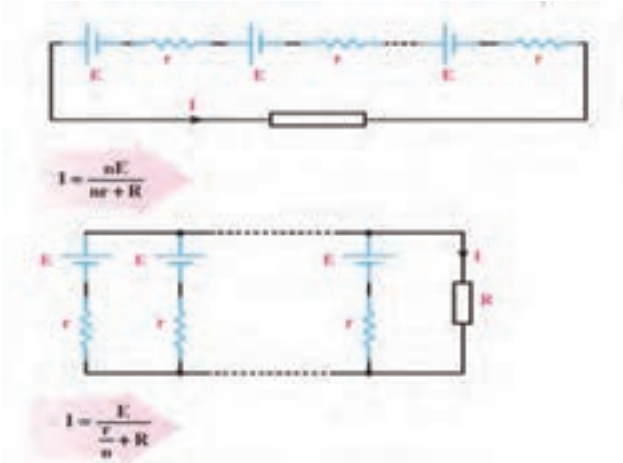


$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

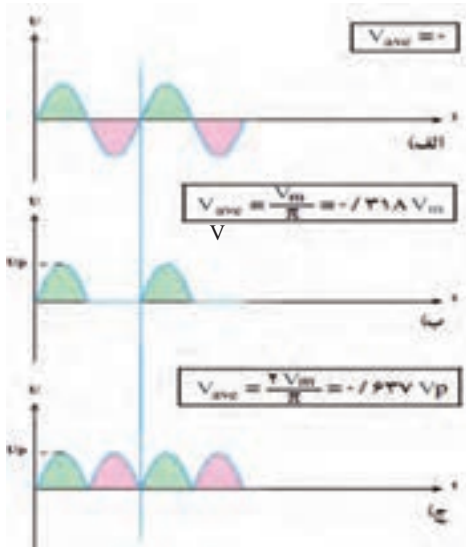
$$P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

شکل ۳-۴

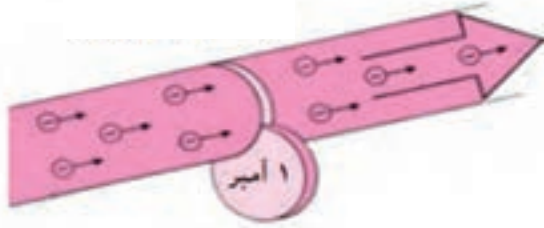


شکل ۵-۳- اتصال باتری ها با مقاومت داخلی به صورت سری و موازی

۳-۳- مقادیر مؤثر و متوسط



شکل ۶-۳- مقادیر مؤثر و متوسط ولتاژ



$$1 \text{ آمپر} = \frac{\text{یک کولن}}{\text{یک ثانیه}} = \frac{6/28 \times 10^{18}}{1} = 6/28 \times 10^{18} e$$

شکل ۷-۳- تعریف آمپر

$$L = \frac{\mu \cdot A \cdot N^2}{L}$$



شکل ۸-۳- پارامترهای مهم در یک سلف

### ۳-۴- مقاومت الکتریکی

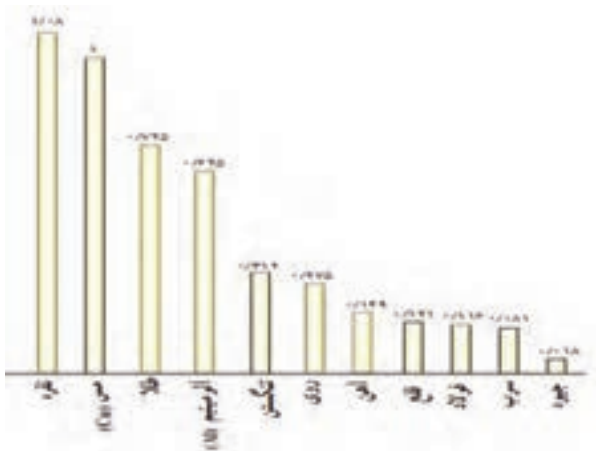


$$R_t = R_0 (1 \pm \alpha t)$$

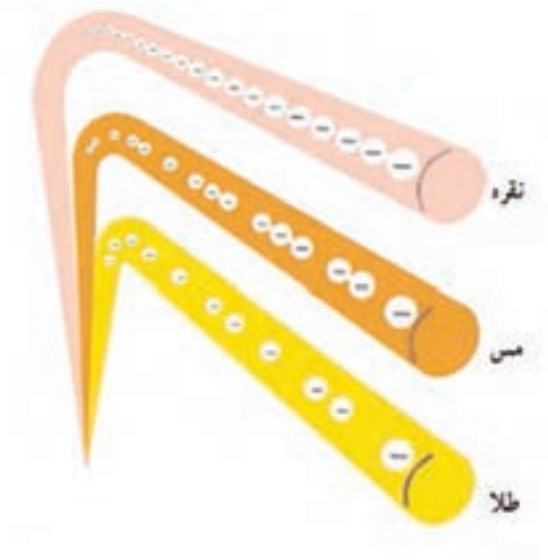
$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$R = \frac{L}{\kappa \cdot A}$$

شکل ۹-۳- رابطه مقاومت الکتریکی و متغیرها



نمودار ۱۰-۳. هدایت مخصوص فلزات مختلف نسبت به مس




شکل ۱۱-۳. مقایسه هادی‌های خوب

۳-۵ چگالی جریان: اگر چگالی جریان با حرف  $J$  و سطح مقطع سیم حامل جریان با  $A$  نشان داده شود مقدار چگالی جریان برابر  $J = \frac{I}{A}$  است. شدت جریانی که از هر میلی‌مترمربع سطح مقطع سیم عبور می‌کند، تراکم جریان نامیده می‌شود و آن را با  $J$  نشان می‌دهند.

$$J = \frac{I}{A} \left[ \frac{A}{\text{mm}^2} \right]$$

در این رابطه I جریان عبوری از سیم بر حسب آمپرو A سطح مقطع سیم بر حسب میلی متر مربع است. در دو سیم با سطح مقطع مساوی هرچه تراکم جریان (J) بیشتر باشد، گرمای ایجاد شده در سیم نیز بیشتر خواهد بود.

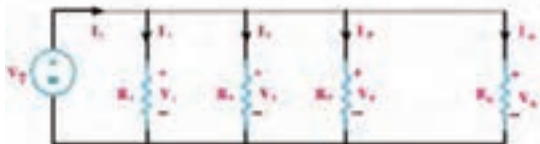
### جدول ۱-۳- ویژگی های مدارهای سری مقاومتی

<p>جریان عبوری از همه مقاومت های سری مساوی است. <math>I_T = I_1 = I_2 = I_3 = I_n</math></p>	<p>جریان</p>
<p>طبق قانون اهم <math>V_1 = R_1 I</math>  <math>V_2 = R_2 I</math>  <math>V_n = R_n I</math></p> <p><math>V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n</math></p> <p>در مدارهای سری ولتاژ به نسبت مقدار مقاومت ها در سر مقاومت های مدار تقسیم می شود.</p>	<p>ولتاژ</p>
<p><math>R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n</math></p>	<p>مقاومت معادل</p>
<p>توان هر یک از مقاومت ها</p> <p><math>P_1 = V_1 I = R_1 I^2 = \frac{V_1^2}{R_1}</math>  <math>P_2 = V_2 I = R_2 I^2 = \frac{V_2^2}{R_2}</math>  <math>P_n = V_n I = R_n I^2 = \frac{V_n^2}{R_n}</math></p> <p><math>P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_n</math></p> <p><math>W_T = W_1 + W_2 + \dots + W_n</math></p> <p><math>P = \frac{W}{t}</math></p>	<p>توان و انرژی</p>
<p>هرگاه n مقاومت مساوی به صورت سری بسته شوند مقاومت معادل از رابطه زیر محاسبه می شود.</p> <p><math>R_{eq} = n.R = (n \text{ تعداد مقاومت ها}) \times (n \text{ مقدار اهم یک مقاومت})</math></p> <p>هرگاه دو مقاومت به صورت سری بسته شوند تقسیم ولتاژ در دو مقاومت از روابط زیر بدست می آید.</p> <p><math>V_{R_1} = V_T \frac{R_1}{R_1 + R_2}</math></p> <p><math>V_{R_2} = V_T \frac{R_2}{R_1 + R_2}</math></p> 	<p>حالت خاص</p>



### ۳-۶- اتصال موازی مقاوت‌ها

هرگاه دو یا چند مقاومت مطابق شکل زیر به یکدیگر اتصال داده شوند اتصال مدار را موازی گویند.

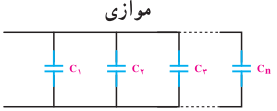
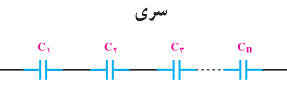


جدول ۳-۲- ویژگی‌های مدارهای موازی مقاومتی

<p>بر اساس قانون اهم</p> $I_1 = \frac{V_T}{R_1}$ $I_2 = \frac{V_T}{R_2}$ $I_3 = \frac{V_T}{R_3}$ $I_4 = \frac{V_T}{R_4}$	<p>در مدارهای موازی جریان به نسبت عکس مقاومت‌ها و متناسب با مقدار مقاومت‌ها در بین آن‌ها تقسیم می‌شود.</p> $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$	<p>جریان</p>
<p>ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌ها با هم برابر است.</p> $V_T = V_1 = V_2 = V_3 = V_4$		<p>ولتاژ</p>
$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$		<p>مقاومت معادل</p>
<p>توان هر یک از مقاومت‌ها</p> $P_1 = V_T \cdot I_1 = R_1 I_1^2 = \frac{(V_T)^2}{R_1}$ $P_2 = V_T \cdot I_2 = R_2 I_2^2 = \frac{(V_T)^2}{R_2}$ $P_3 = V_T \cdot I_3 = R_3 I_3^2 = \frac{(V_T)^2}{R_3}$ $P_4 = V_T \cdot I_4 = R_4 I_4^2 = \frac{(V_T)^2}{R_4}$	<p>توان و انرژی</p> $P = \frac{W}{t}$ $P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$ $W_T = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$	<p>توان و انرژی</p>
<p>هرگاه دو مقاومت مساوی یا یکدیگر موازی باشند مقاومت معادل از رابطه زیر محاسبه می‌شود:</p> $R_{eq} = \frac{R}{2}$ <p>(مقدار اهم یک مقاومت)</p> <p>هرگاه دو مقاومت نامساوی به صورت موازی وصل شوند می‌توانیم معادله معادل و تقسیم جریان در دو مقاومت از روابط معادل بدست می‌آید.</p> $R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ $I_1 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ $I_2 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$		<p>حالت خاص</p>

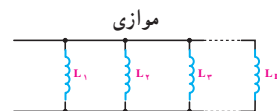

### ۳-۷- ویژگی‌های مدارهای خازنی

تمامی خصوصیات ولتاژی و جریانی مدارهای خازنی سری و موازی در جریان متناوب، مشابه مدارهای سری و موازی مقاومتی است. فقط از نظر محاسبه دو عامل ظرفیت خازنی و راکتانس با یکدیگر تفاوت دارند که در محاسبه آنها به نکات زیر باید توجه کرد.

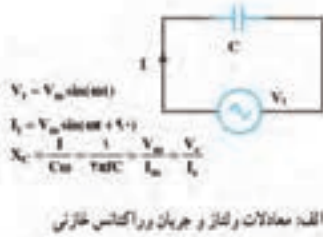
موازی	سری	
		
$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$	$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}}$	ظرفیت معادل $C_T$
$X_{C_T} = \frac{1}{\frac{1}{X_{C_1}} + \frac{1}{X_{C_2}} + \frac{1}{X_{C_3}} + \dots + \frac{1}{X_{C_n}}}$ $X_{C_T} = \frac{1}{C_T \omega}$	$X_{C_T} = X_{C_1} + X_{C_2} + X_{C_3} + \dots + X_{C_n}$ $X_{C_T} = \frac{1}{C_T \omega}$	راکتانس معادل $X_{C_T}$

### ۳-۸- ویژگی‌های مدارهای سلفی

تمامی خصوصیات ولتاژی و جریانی مدارهای سلفی سری و موازی در جریان متناوب مشابه مدارهای سری و موازی مقاومتی است فقط دو عامل ضریب خودالقایی و راکتانس وجود دارند که در محاسبه آنها به نکات زیر باید توجه کرد (شکل ۱۳-۳).

موازی	سری	
		
$L_T = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}}$	$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$	اندوکتانس معادل $L_T$
$X_{L_T} = \frac{1}{\frac{1}{X_{L_1}} + \frac{1}{X_{L_2}} + \frac{1}{X_{L_3}} + \dots + \frac{1}{X_{L_n}}}$ $X_{L_T} = L_T \omega$	$X_{L_T} = X_{L_1} + X_{L_2} + X_{L_3} + \dots + X_{L_n}$ $X_{L_T} = L_T \omega$	راکتانس معادل $X_{L_T}$

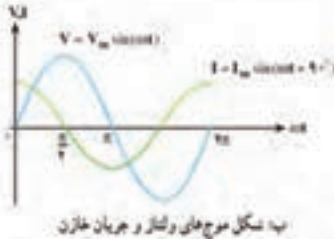
### ۳-۹- بررسی مدارهای خازنی (C)



نسبت بار ذخیره شده به اختلاف ولتاژ در سلحه خازن را ظرفیت خازن یا کاپاسیتانس (C) گویند.

هر گاه یک خازن ایده‌آل (بدون خاصیت اهمی) مطابق شکل مقابل اتصال باشد:

جریان در خازن ۹۰ درجه از ولتاژ جلوتر است.

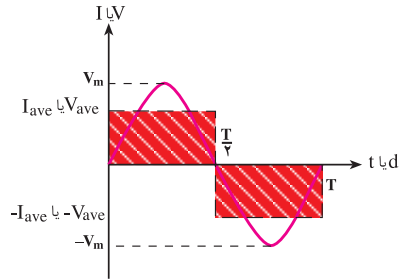


ج: دیاگرام برداری I و V در یک خازن ایده‌آل

### ۳-۱۰- مقدار مؤثر و متوسط

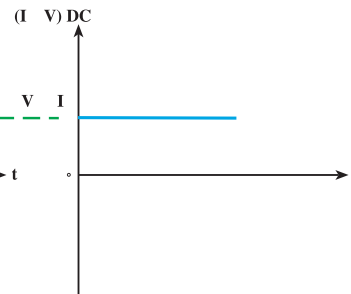
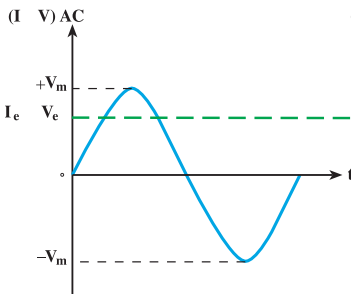
$$V_{ave} = \frac{2}{\pi} \times V_m = 0.637 \times V_m$$

$$I_{ave} = \frac{2}{\pi} \times I_m = 0.637 \times I_m$$



$$V_e = \frac{1}{\sqrt{2}} \times V_m = 0.707 \times V_m$$

$$I_e = \frac{1}{\sqrt{2}} \times I_m = 0.707 \times I_m$$



### فرمول‌ها و روابط

ولتاژ و جریان خط و فاز اتصال ستاره	$V_L = \sqrt{3} V_P$ $I_L = I_{ph}$
ولتاژ و جریان خط و فاز اتصال مثلث	$V_L = V_{ph}$ $I_L = \sqrt{3} I_P$
توان در حالت مثلث	$P_{\Delta} = 3 V_P I_P \cos \varphi = 3 V_L \frac{V_L}{Z} \cos \varphi = 3 \frac{V_L^2}{Z} \cos \varphi$
توان در حالت ستاره	$P_{\lambda} = 3 \left( \frac{V_L}{\sqrt{3}} \right) \left( \frac{V_L}{\sqrt{3} Z} \right) \cos \varphi = \frac{V_L^2}{Z} \cos \varphi$
مقایسه توان ستاره و مثلث	$P_{\Delta} = 3 P_{\lambda}$
مقایسه جریان خط ستاره و معادل خط مثلث	$I_{L_{\lambda}} = \frac{1}{\sqrt{3}} I_{L_{\Delta}}$
محاسبه سطح مقطع کابل تک فاز	$A = \frac{\gamma \times L \times I \times \cos \varphi}{\kappa \times \% \Delta V \times V}$
محاسبه سطح مقطع کابل سه فاز	$A = \frac{\sqrt{3} L \times I \times \cos \varphi}{\kappa \times \% \Delta V \times V_L}$
ولتاژ القایی در سیم پیچ	$E = -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$
محاسبه تعداد دور اولیه و ثانویه ترانسفورماتور	$U_1 = 4/4 \times N_1 \times B_{Max} \times S_{Fe} \times f$ $U_2 = 4/4 \times N_2 \times B_{Max} \times S_{Fe} \times f$
رابطه اساسی ترانسفورماتور	$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$
محاسبه سطح مقطع هسته	$S_{Fe} = K \sqrt{P_{S_1}}$
محاسبه سطح مقطع هسته ترانسفورماتور	$S_{Fe} = 1/\sqrt{2} \sqrt{P_{S_1}}$

محاسبه سطح مقطع هسته آهنی	$S'_{Fe} = \frac{S_{Fe}}{K_{Fe}}$
محاسبه دور بر ولت ترانسفورماتور	$N_V = \frac{r_V / \Delta}{S_{Fe}}$
محاسبه تعداد دور ثانویه	$N_r = n \times V_r (1 + \Delta V_r / \%)$
محاسبه قطر سیم پیچی اولیه	$d_1 = 1/13 \sqrt{A_1}$
محاسبه قطر سیم پیچ ثانویه	$d_r = 1/13 \sqrt{A_r}$
محاسبه توان تیپ	$P_{ST} = P_{Sr} \frac{U_1 - U_r}{U_1}$
محاسبه چگالی جریان	$J = \frac{I}{A} \left[ \frac{A}{mn^2} \right], A_1 = \frac{I_1}{J}, A_r = \frac{I_r}{J}$
مقایسه مقاومت اهمی آلومینیوم و مس	$R_{Al} = 1/\Delta \lambda R_{Cu}$
تبدیل قطر سیم مسی به آلومینیوم	$d_{Cu} = 0/793 d_{Al}$
تبدیل سیم لاکه به چند لایه سیم با قطر دیگر	$d = \frac{D}{\sqrt{n}}$
معادل سازی سیم های لاکه برای شماره بزرگ تر	
محاسبه ارتباط تعداد دور و قطب	$P = \frac{\epsilon \times f}{n_s}$
محاسبه گام قطبی	$Y_p = \frac{Z}{r_p}$
محاسبه زاویه الکتریکی شیارها	$\alpha_{ez} = \frac{r\epsilon \times P}{Z}$
محاسبه تعداد شیار زیر هر قطب مربوط به هر فاز	$X = \frac{Z}{rP.m}$

تعداد کلاف‌های هر فاز در سیم پیچی دو طبقه	$\gamma_T = \frac{Z}{m}$
محاسبه اندازه تعداد کلاف‌های هر فاز در سیم پیچی	$\gamma_1 = \frac{Z}{2m}$
محاسبه شیار شروع هر فاز در سیم پیچی سه فاز	$\begin{bmatrix} R: 1 \\ S: 1 + \frac{120}{\alpha_{ez}} \\ T: 1 + \frac{240}{\alpha_{ez}} \end{bmatrix}$
معادلات ولتاژ سه فاز	$\begin{aligned} V_A &= V_m \sin \omega t \\ V_B &= V_m \sin(\omega t - 120^\circ) \\ V_C &= V_m \sin(\omega t - 240^\circ) \end{aligned}$
توان ظاهری سه فاز	$S = \sqrt{3} V_L I_L$
توان مفید (حقیقی)	$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$
توان غیر مفید (غیر حقیقی)	$Q = \sqrt{3} \sqrt{L} I_L \sin \phi$
رابطه توان ظاهری با حقیقی و غیر حقیقی	$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
تلفات ترانسفورماتور	$\Delta P = P_{Fe} + P_{Cu}$
ولتاژ اتصال کوتاه	$\% V_K = \frac{V_{SC}}{V_{In}} \times 100$
جریان اتصال کوتاه	$I_{SC} = \frac{I_n}{U_K}$
شیار شروع فاز الکتروموتور یک فاز	$\begin{aligned} U &= 1 \\ W &= 1 + \frac{90}{\alpha_{ez}} \end{aligned}$

## ادامه فرمول‌های کاربردی:

فرمول	کاربرد	ردیف
$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$	مقدار مؤثر جریان	۱
$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$	مقدار مؤثر ولتاژ	۲
$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \alpha}$	محاسبه برآیند دو بردار	۳
$A' = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \alpha}$	محاسبه تفاضل دو بردار	۴
$Q = V_e I_e \sin \phi$	توان غیرمؤثر	۵
$P = V_e I_e \cos \phi$	توان مؤثر	۶
$\phi = \theta_v - \theta_i$	زاویه بین فاز ولتاژ با فاز جریان $\phi$	۷
$S = V_e I_e$	محاسبه مقدار توان ظاهری	۸
$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	محاسبه مقدار توان ظاهری	۹
$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n$ [W]	محاسبه توان مؤثر شبکه	۱۰
$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$ [VAR]	محاسبه توان غیرمؤثر شبکه	۱۱
$X_L = \omega L$	مقاومت القایی	۱۲
$V_L = X_L \cdot I_L$	ولتاژ دو سر سلف	۱۳
$Z = \frac{V_e}{I_e}$	مقاومت ظاهری مدار	۱۴
$\tan \phi = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{V_L}{V_R}$	ضریب کیفیت در RL سری	۱۵
$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$	مقاومت ظاهری مدار در RL سری	۱۶
$Q_L = X_L I_L^2$	محاسبه توان غیرمؤثر در مدار RL	۱۷
$P_e = R I_R^2$	محاسبه توان مؤثر در مدار RL	۱۸
$S = Z I_e^2$ [VA]	محاسبه توان ظاهری	۱۹

$V_e = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$	مقدار مؤثر ولتاژ در مدار RL سری	۲۰
$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2} \text{ [VA]}$	محاسبه توان ظاهری در مدار	۲۱
$\cos \phi = \frac{R}{Z}$	ضریب توان مؤثر در RL سری	۲۲
$\cos \phi = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{I_R}{I_e}$	ضریب توان مؤثر در مدار RL سری	۲۳
$\sin \phi = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{I_L}{I_R}$	ضریب توان غیرمؤثر در مدار RL سری	۲۴
$V_C = X_C I_C$	ولتاژ دو سر ظرفیت خازن	۲۵
$X_C = \frac{1}{\omega C}$	RC مقاومت خازنی در مدار	۲۶
$\omega = 2\pi f$	سرعت زاویه‌ای	۲۷
$Q_C = -X_C I_C^2$	RC محاسبه توان غیرمؤثر در مدار	۲۸
$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$	مقاومت ظاهری در مدار در RC سری	۲۹
$Q = Q_L + Q_C$	توان غیرمؤثر در مدار RLC	۳۰
$S = \sqrt{P^2 + Q_C^2} \text{ [VA]}$	محاسبه توان ظاهری در مدار RC سری	۳۱
$S_{r\phi} = 3V_p I_p$	توان ظاهری مصرف کننده سه‌فاز	۳۲
$S = \sqrt{P^2 + (+Q_L - Q_C)^2} \text{ [VA]}$	توان ظاهری در مدار RLC	۳۳
$n_s = \frac{120 \times f}{P}$	سرعت چرخش روتور سرعت	۳۴
$n_r = \frac{120 \times f \times (1-s)}{P}$	سرعت چرخش روتور را بر اساس فرکانس ورودی و لغزش آن	۳۵
$f = \frac{n_r \times P}{120(1-s)}$	فرکانس برق ورودی به موتور	۳۶
$P_L = R_L \cdot I_L^2$	تلفات خط	۳۷



$S = \sqrt{3} V_L \cdot I_L$	توان خروجی ژنراتورهای سه فاز	۳۸
$M = K \sqrt{L_1 L_2}$	M القای متقابل	۳۹
$E_1 = 4/4\pi N_1 \cdot B_m \cdot A \cdot f$	مقدار نیروی محرکه القایی در سیم پیچی ها	۴۰
$I_o = \frac{V_1 - E_1}{Z_1}$	جریان بی باری	۴۱
$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$	رابطه نیروها با نسبت دور سیم پیچ ها	۴۲
$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$	رابطه ولتاژ با نسبت دور سیم پیچ ها	۴۳
$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2}$	نسبت تبدیل	۴۴
$\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_1}{I_2}$	رابطه جریان با نسبت دور سیم پیچ ها	۴۵
$V_{X1} = X_1 \cdot I_1$	افت ولتاژ القایی در سیم پیچی اولیه	۴۶
$V_{X2} = X_2 \cdot I_2$	افت ولتاژ القایی در سیم پیچی ثانویه	۴۷
$\Delta V_2 = \sqrt{V_{R2}^2 + V_{X2}^2}$	محاسبه مقدار افت ولتاژ ثانویه در حالت اهمی خالص	۴۸
$\Delta V_2 = V_{R2} \cdot \cos \phi_2 \pm V_{X2} \cdot \sin \phi_2$	محاسبه مقدار افت ولتاژ ثانویه به ازای بارهای اهمی - سلفی و اهمی - خازنی	۴۹
$E \approx \Delta V + V$	به صورت تقریبی E نیروی محرکه	۵۰
$P_{fe} = P_h + P_f$	تلفات کل هسته	۵۱
$P_{fe} = \frac{(V)^2}{R_C}$	تلفات کل هسته	۵۲
$\Delta P = \Delta P_{core} (P_{fe} + P_{ic}) + \Delta P_{winding} (P_{cu} + P_{lw})$	تلفات ترانسفورمر	۵۳
$\Delta P = \text{winding} (P_{cu}) + \text{core} (P_{fe})$	تلفات پراکندگی	۵۴

$P_{CU1} = P_{CU1} + P_{CU2}$	تلفات مسی کل ترانسفورمر	۵۵
$P_{CU1} = R_1 \cdot I_1^2$	تلفات مسی سیم پیچ اولیه	۵۶
$P_{CU} = P_{CU1} + P_{CU2}$ $= (R_1 \cdot I_1^2) + (R_2 \cdot I_2^2)$	تلفات مسی (تلفات متغیر ترانسفورمر)	۵۷
$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100$ یا $\eta = \frac{S_2}{S_1} \times 100$	ضریب بهره یا راندمان	۵۸
$\Delta P = P_1 - P_2 = P_{cu} + P_{fe}$	تلفات ترانسفورمر	۵۹
$S_1 = V_1 \cdot I_1$	توان ظاهری	۶۰
$P_1 = S_1 \cdot \cos\phi_1$	توان حقیقی	۶۱
$S_B = (V_1 - V_2) \cdot I_1$	توان تیپ یا توان انتقالی	۶۲
$S_B = \frac{V_H - V_L}{V_H} S$	توان تیپ یا توان انتقالی	۶۳