



Zenoo Martini (admin)

# ELETTROTECNICA CON LATEX

8 September 2008

## Cos'è LaTeX

LaTeX (si pronuncia latec) è uno speciale word processor in cui si possono anche definire espressioni che, all'atto della visualizzazione, sono trasformate in formule matematiche. Tex ha la stessa radice di tecnica che deriva dal greco  $\tau\epsilon\chi\nu\eta$  (arte). Esistono molti tutorial presenti on-line. Ne citeremo uno per tutti: [Aiuto:Formule Matematiche TeX](#) Qui scriveremo un sintetico prontuario di Elettrotecnica.

Ricordo che nel [Nostro Forum](#) è possibile scrivere le formule proprio usando questa tecnica. Le formule LaTeX, in tal caso vanno racchiuse tra i tag [tex] [/tex]: si seleziona la formula scritta e si clicca sul pulsante sopra tex a destra

## Bipoli e reti

Sono di seguito raccolte le più frequenti formule usate nell'elettrotecnica per mostrare come si vedono e come si scrivono in LaTeX.

### Leggi di Ohm

Legge	Visualizzazione	Grandezze e unità di misura	Codice LaTeX
<b>Prima</b>	$U = R \cdot I$	<p><math>U</math>: tensione (V:volt)</p> <p><math>I</math>:intensità di corrente (A:ampere)</p> <p><math>R</math>: resistenza (<math>\Omega</math>: ohm)</p>	<code>&lt;math&gt;U=R \cdot I&lt;/math&gt;</code>
<b>Seconda</b>	$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$	<p><math>\rho</math>: resistività: (<math>\Omega \cdot m</math>)</p> <p><math>l</math>: lunghezza (m: metro)</p> <p><math>A</math>: sezione (<math>m^2</math>: metro quadro)</p>	<code>&lt;math&gt;R=\rho \cdot \frac{l}{A}&lt;/math&gt;</code>

--	--	--	--

### Dipendenza della resistenza dalla temperatura

Legge	Visualizzazione	Codice LaTeX
<b>formula generale</b>  <b><math>\alpha</math>: coefficiente di temperatura</b>	$R_{\theta_2} = R_{\theta_1} \cdot \frac{\frac{1}{\alpha} + \theta_2}{\frac{1}{\alpha} + \theta_1}$	$\langle \text{math} \rangle R_{\{\theta_2\}} = R_{\{\theta_1\}} \cdot \frac{\frac{1}{\alpha} + \theta_2}{\frac{1}{\alpha} + \theta_1} \langle \text{math} \rangle$
<b>per il rame</b>  <b><math>\theta_1 = 20</math></b>	$R_{\theta} = R_{20} \cdot \frac{234,5 + \theta}{254,5}$	$\langle \text{math} \rangle R_{\theta} = R_{20} \cdot \frac{234,5 + \theta}{254,5} \langle \text{math} \rangle$
<b>per l'alluminio</b>  <b><math>\theta_1 = 20</math></b>	$R_{\theta} = R_{20} \cdot \frac{230 + \theta}{250}$	$\langle \text{math} \rangle R_{\theta} = R_{20} \cdot \frac{230 + \theta}{250} \langle \text{math} \rangle$

### Leggi di Kirchhoff

Legge	Visualizzazione	Codice LaTeX
<b>I: per ogni nodo</b>	$\sum i(t) = 0$ $i_1 + i_2 + \dots + i_n = 0$	$\langle \text{math} \rangle \sum i(t) = 0 \langle \text{math} \rangle$
<b>II: per ogni maglia</b>	$\sum u(t) = 0$ $u_1 + u_2 + \dots + u_n = 0$	$\langle \text{math} \rangle \sum u(t) = 0 \langle \text{math} \rangle$

### Tensione ai capi di un generatore

Visualizzazione	Grandezze	Codice LaTeX
$U = E - R_i \cdot I$	<b><math>E</math>: forza elettromotrice (V)</b>	$\langle \text{math} \rangle U = E - R_i \cdot I \langle \text{math} \rangle$

	$R_i$ :resistenza interna ( $\Omega$ )	
--	--	--

Legge di Ohm per un circuito chiuso

Visualizzazione	Grandezze	Codice LaTeX
$I = \frac{\sum E}{\sum R} = \frac{\sum E - \sum E_c}{\sum R}$	$E$ : forze elettromotrici $E_c$ :forze controelettromotrici $R$ :resistenze in serie	$\langle \text{math} \rangle I = \frac{\{\sum E\}}{\{\sum R\}} = \frac{\{\sum E - \sum E_c\}}{\{\sum R\}} \langle \text{math} \rangle$

### Equivalenze

Resistenze in serie ed in parallelo

Collegamento	Formula	Codice LaTeX
<b>serie</b>	$R_s = \sum R$	$\langle \text{math} \rangle R_s = \sum R \langle \text{math} \rangle$
<b>parallelo</b>	$R_p = \frac{1}{\sum \frac{1}{R}}$	$\langle \text{math} \rangle R_p = \frac{1}{\{\sum \{\frac{1}{R}\}\}} \langle \text{math} \rangle$

### Partitore di tensione e di corrente

Grandezza	Formula	Codice LaTeX
<b>tensione</b>	$U_{R_1} = U \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$	$\langle \text{math} \rangle U_{\{R_1\}} = U \cdot \frac{\{R_1\}}{\{R_1 + R_2\}} \langle \text{math} \rangle$
<b>corrente</b>	$I_{R_1} = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$	$\langle \text{math} \rangle I_{\{R_1\}} = I \cdot \frac{\{R_2\}}{\{R_1 + R_2\}} \langle \text{math} \rangle$

Trasformazione stella(Y)-triangolo(D)

Trasformazione	Formula	Codice LaTeX
<b>Y-&gt;D</b>	$R_{AB} = \frac{R_A \cdot R_B}{R_Y}$	$\langle \text{math} \rangle R_{\{AB\}} = \frac{\{R_A\} \cdot \{R_B\}}{\{R_Y\}} \langle \text{math} \rangle$

	$R_{BC} = \frac{R_B \cdot R_C}{R_Y}$ $R_{AC} = \frac{R_A \cdot R_C}{R_Y}$ $R_Y = \frac{1}{\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}}$	$R_{BC} = \frac{R_B \cdot R_C}{R_Y}$ $R_{AC} = \frac{R_A \cdot R_C}{R_Y}$ $R_Y = \frac{1}{\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}}$
<b>D-&gt;Y</b>	$R_A = \frac{R_{AB} \cdot R_{AC}}{R_D}$ $R_B = \frac{R_{BC} \cdot R_{AB}}{R_D}$ $R_C = \frac{R_{AC} \cdot R_{BC}}{R_D}$ $R_D = R_{AB} + R_{BC} + R_{AC}$	$R_A = \frac{R_{AB} \cdot R_{AC}}{R_D}$ $R_B = \frac{R_{BC} \cdot R_{AB}}{R_D}$ $R_C = \frac{R_{AC} \cdot R_{BC}}{R_D}$ $R_D = R_{AB} + R_{BC} + R_{AC}$

## Il condensatore

Legge	Visualizzazione	Grandezze e unità di misura	Codice LaTeX
legge del condensatore	$C = \frac{Q}{U}$	C: capacità (F: farad) Q: carica (C: coulomb) U: tensione (V:volt)	$C = \frac{Q}{U}$

Capacità	$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$	<p><math>\epsilon</math>: costante dielettrica assoluta <math>Fm^{-1}</math></p> <p><math>A</math>: superficie dell'armatura (<math>m^2</math>)</p> <p><math>d</math>: distanza tra le armature (m)</p>	$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$
----------	----------------------------------	---	----------------------------------

### L'induttore

Legge	Visualizzazione	Grandezze e unità di misura	Codice LaTeX
legge dell'induttore	$L = \frac{\Phi_c}{I}$	<p><math>L</math>: coefficiente di autoinduzione (H : henry)</p> <p><math>\Phi_c</math>: flusso magnetico concatenato(Wb: weber)</p> <p><math>I</math>: intensità di corrente (A:ampere)</p>	$L = \frac{\Phi_c}{I}$
Induttanza	$L = N^2 \cdot \frac{\mu \cdot l}{A}$	<p><math>\mu</math>: permeabilità magnetica assoluta <math>Hm^{-1}</math></p> <p><math>A</math>: superficie dell'armatura (<math>m^2</math>)</p> <p><math>l</math>: lunghezza della linea media del flusso (m)</p>	$L = N^2 \cdot \frac{\mu \cdot l}{A}$

### Grandezze alternate sinusoidali

Grandezza	Visualizzazione	Parametri e unità di misura	Codice LaTeX
-----------	-----------------	-----------------------------	--------------

pulsazione	$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$	$f$ :frequenza (Hz= $s^{-1}$ ) $T$ :periodo (s)	$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
intensità di corrente	$i(t) = I_M \cdot \sin(\omega t + \alpha)$	$I_M$ : corrente massima (A :ampere) $\alpha$ : fase (radianti)	$i(t) = I_M \cdot \sin(\omega t + \alpha)$
tensione	$u(t) = U_M \cdot \sin(\omega t + \beta)$	$U_M$ :tensione massima (V :volt) $\beta$ : fase (radianti)	$u(t) = U_M \cdot \sin(\omega t + \beta)$

### Fasori

espressione analitica	Fasore	Parametri del fasore	Codici LaTeX
$I_M \cdot \sin(\omega t + \alpha)$	$\mathbf{I} = I_R + j \cdot I_X$	$j^2 = -1$ $I_R = I \cdot \cos \alpha$ $I_X = I \cdot \sin \alpha$ $I = \frac{I_M}{\sqrt{2}}$ valore efficace (A)	1: $\mathbf{I} = I_R + j \cdot I_X$ 2: $j^2 = -1$ 3: $I_R = I \cdot \cos \alpha$ 4: $I_X = I \cdot \sin \alpha$ 5: $I = \frac{I_M}{\sqrt{2}}$

$U_M \cdot \sin(\omega t + \beta)$	$\mathbf{U} = U_R + j \cdot U_X$	$j^2 = -1$ $U_R = U \cdot \cos \beta$ $U_X = U \cdot \sin \beta$ $U = \frac{U_M}{\sqrt{2}}$ valore efficace (V)	1: $\mathbf{U} = U_R + j \cdot U_X$ 2: $j^2 = -1$ 3: $U_R = U \cdot \cos \beta$ 4: $U_X = U \cdot \sin \beta$ 5: $U = \frac{U_M}{\sqrt{2}}$
------------------------------------	----------------------------------	---	--

## Impedenza

denominazione	Espressione	Parametri	Codici LaTeX
Impedenza	$\mathbf{Z} = \frac{\mathbf{U}}{\mathbf{I}} = R + jX$	$R$ : resistenza ( $\Omega$ ) $X$ : reattanza ( $\Omega$ )	$\mathbf{Z} = \frac{\mathbf{U}}{\mathbf{I}} = R + jX$
Modulo dell'impedenza	$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + X^2}$		$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + X^2}$
argomento dell'impedenza	$\phi = \arctan \frac{X}{R} = \beta - \alpha$	$\alpha, \beta$ : fase dei fasori tensione e corrente	$\phi = \arctan \frac{X}{R} = \beta - \alpha$
resistenza serie	$R = Z \cdot \cos \phi$		$R = Z \cdot \cos \phi$
reattanza induttiva serie	$X_L = \omega \cdot L$	$L$ :	$X_L = \omega \cdot L$

		induttanza serie	
reattanza capacitiva serie	$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$	C: capacità serie	$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$
reattanza serie	$X = X_L - X_C = Z \cdot \sin \phi$	$X_L$ : reattanza induttiva serie $X_C$ : reattanza capacitiva serie	$X = X_L - X_C = Z \cdot \sin \phi$

## Potenza ed energie

### In continua

denominazione	Espressione	Parametri ed unità di misura	Codici LaTeX
potenza	$P = U \cdot I$	P: watt (W) U: volt (V) I: ampere (A)	$P = U \cdot I$
leggi di Joule	$P = R \cdot I^2$ $P = \frac{U^2}{R}$	R: resistenza (ohm)	1: $P = R \cdot I^2$ 2: $P = \frac{U^2}{R}$



energia elettrostatica	$E = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U$ $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$ $E = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$	<p><math>E</math>: energia immagazzinata: joule (J)</p> <p><math>Q</math>: carica: coulomb (C)</p> <p><math>U</math>: tensione: volt (V)</p> <p><math>C</math>: capacità: farad (F)</p>	<p>1: &lt;math&gt;E=\frac{1}{2} \cdot Q \cdot U&lt;/math&gt;</p> <p>2: &lt;math&gt;E=\frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2&lt;/math&gt;</p> <p>3: &lt;math&gt;E=\frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}&lt;/math&gt;</p>
energia magnetica	$E = \frac{1}{2} \cdot \Phi_c \cdot I$ $E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$ $E = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Phi_c^2}{L}$	<p><math>E</math>: energia immagazzinata: joule (J)</p> <p><math>\Phi_c</math>: flusso magnetico concatenato: coulomb (C)</p> <p><math>I</math>: corrente: ampere (A)</p> <p><math>L</math>: induttanza: henry (H)</p>	<p>1: &lt;math&gt;E=\frac{1}{2} \cdot \Phi_c \cdot I&lt;/math&gt;</p> <p>2: &lt;math&gt;E=\frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2&lt;/math&gt;</p> <p>3: &lt;math&gt;E=\frac{1}{2} \cdot \frac{\Phi_c^2}{L}&lt;/math&gt;</p>

### In alternata sinusoidale monofase

denominazione	Espressioni	Parametri ed unità di misura	Codici LaTeX
potenza apparente	$S = U \cdot I$ $S = Z \cdot I^2$	<p><math>S</math>: voltampere (VA)</p> <p><math>U</math>: valore efficace della tensione: volt (V)</p> <p><math>I</math>: valore efficace della corrente: ampere (A)</p>	<p>1: &lt;math&gt;S=U \cdot I&lt;/math&gt;</p> <p>2:</p>

	$S = \frac{U^2}{Z}$	Z: impedenza: ohm ( $\Omega$ )	$S = Z \cdot I^2$ <p>3:</p> $S = \frac{U^2}{Z}$
potenza attiva	$P = U \cdot I \cdot \cos \phi$ $P = S \cdot \cos \phi$ $P = R \cdot I^2$	<p>P: watt (W)</p> <p>S: potenza apparente (VA)</p> <p><math>\cos \phi</math>: fattore di potenza</p> <p><math>\phi</math>: angolo di sfasamento tra tensione e corrente (argomento dell'impedenza): radianti</p> <p>R: resistenza serie: ohm (<math>\Omega</math>)</p>	<p>1:</p> $P = U \cdot I \cdot \cos \phi$ <p>2:</p> $P = S \cdot \cos \phi$ <p>3:</p> $P = R \cdot I^2$
potenza reattiva	$Q = U \cdot I \cdot \sin \phi$ $Q = S \cdot \sin \phi$ $Q = X \cdot I^2$	<p>Q: voltampere reattivi (var)</p> <p>S: potenza apparente (VA)</p> <p><math>\phi</math>: angolo di sfasamento tra tensione e corrente (argomento dell'impedenza): radianti</p> <p>X: reattanza serie: ohm (<math>\Omega</math>)</p>	<p>1:</p> $Q = U \cdot I \cdot \sin \phi$ <p>2:</p> $Q = S \cdot \sin \phi$ <p>3:</p> $Q = X \cdot I^2$

### In alternata sinusoidale trifase

denominazione	Espressioni	Parametri ed unità di misura	Codici LaTeX
potenza apparente	$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ $S = 3 \cdot Z_Y \cdot I^2$ $S = 3 \cdot \frac{U^2}{Z_D}$	<p><math>S</math>: voltampere (VA)</p> <p><math>U</math>: valore efficace della tensione concatenata: volt (V)</p> <p><math>I</math>: valore efficace della corrente di linea: ampere (A)</p> <p><math>Z_Y</math>: impedenza di una fase a stella</p> <p><math>Z_D</math>: impedenza di una fase a triangolo</p> <p><math>Z_D = 3 \cdot Z_Y</math></p>	<p>1:</p> $\langle \mathbf{S} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \rangle$ <p>2:</p> $\langle \mathbf{S} = 3 \cdot Z_Y \cdot I^2 \rangle$ <p>3:</p> $\langle \mathbf{S} = 3 \cdot \frac{U^2}{Z_D} \rangle$
potenza attiva	$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$ $P = S \cdot \cos \phi$ $P = 3 \cdot R_Y \cdot I^2$	<p><math>P</math>: watt (W)</p> <p><math>S</math>: potenza apparente (VA)</p> <p><math>\cos \phi</math>: fattore di potenza</p> <p><math>\phi</math>: angolo di sfasamento tra tensione stellata e corrente di linea</p> <p>(argomento dell'impedenza): radianti</p> <p><math>R_Y</math>: resistenza di <math>Z_Y</math></p>	<p>1:</p> $\langle \mathbf{P} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi \rangle$ <p>2:</p> $\langle \mathbf{P} = S \cdot \cos \phi \rangle$ <p>3:</p> $\langle \mathbf{P} = 3 \cdot R_Y \cdot I^2 \rangle$
potenza reattiva	$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \phi$	<p><math>Q</math>: voltampere reattivi (var)</p>	<p>1:</p>

	$Q = S \cdot \sin \phi$ $Q = 3 \cdot X_Y \cdot I^2$	<p><b>S</b>: potenza apparente (VA)</p> <p><b>X<sub>Y</sub></b>: reattanza di Z<sub>Y</sub></p> <p><b>φ</b>: angolo di sfasamento tra tensione di fase e corrente di linea</p> <p>(argomento dell'impedenza): radianti</p>	<p><math>Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \phi</math></p> <p>2:</p> <p><math>Q = S \cdot \sin \phi</math></p> <p>3:</p> <p><math>Q = 3 \cdot X_Y \cdot I^2</math></p>
--	---	--	--

### Relazioni e teoremi

denominazione	Espressioni	Parametri ed unità di misura	Codici LaTeX
teorema di Boucherot	$P_{tot} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$ $Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$	<p><b>P<sub>tot</sub></b>: potenza attiva totale (W)</p> <p><b>P<sub>i</sub></b>: potenze attive del componente i-esimo</p> <p><b>Q<sub>tot</sub></b>: potenza reattiva totale (var)</p> <p><b>Q<sub>i</sub></b>: potenze reattive del componente i-esimo</p>	<p><math>P_{tot} = P_1 + P_2 + \dots + P_n</math></p> <p><math>Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n</math></p>
triangolo delle potenze	$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	<b>S</b> : potenza apparente (VA)	$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

		$P$ :potenza attiva (W) $Q$ :potenza reattiva (var)	
potenza complessa	$\mathbf{S} = \mathbf{U} \cdot \mathbf{I}^*$ $\mathbf{S} = P + jQ$	$\mathbf{U}$ : fasore della tensione $\mathbf{I}^*$ : fasore coniugato della corrente	$\mathbf{S} = \mathbf{U} \cdot \mathbf{I}^*$ $\mathbf{S} = P + jQ$

Estratto da "<http://new.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Admin:eplatex>"