P O T Ê N C I A R M S...O QUE É ISTO?

Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC

Alguns artigos têm apresentado em seu texto referência à *potência RMS*. Isto é, na verdade, um equívoco conceitual grave, inaceitável em textos oficiais.

A potência que tem sentido físico claro, é a *potência média* que é resultado de uma tensão ou corrente RMS. Sobre um resistor **R** aplica-se uma tensão periódica **V(t)** e de período **T** (pode-se fazer o mesmo para uma corrente periódica **I(t)** que atravesse **R**). Pergunta-se: qual a tensão *contínua* $\mathbf{V_{ef}}$ aplicada durante o mesmo tempo **T** sobre a mesma resistência **R** que produz a mesma energia dissipada por **V(t)**? A tensão $\mathbf{V_{ef}}$, chamada de tensão eficaz (ou corrente eficaz, no caso de $\mathbf{I_{ef}}$). Acontece que os cálculos mostram (veja apêndice) que a tensão eficaz é igual à RMS ('Root Mean Square' ou Raiz Média Quadrática) da tensão **V(t)**, ou seja, $\mathbf{V_{RMS}}$. A RMS de uma função do tempo é apenas uma média especial tirada sobre os todos valores desta função. Dessa forma a tensão RMS tem um sentido físico claro é útil, pois corresponde à tensão DC que, no mesmo tempo **T**, produz a mesma dissipação de energia da tensão variável **V(t)** (que pode ter uma componente DC e outra AC). A potência constante que produz tal dissipação é a potência média $\mathbf{P_m}$, conforme o apêndice. Para o caso senoidal, isto é, quando a tensão variável no tempo for dada por $\mathbf{V(t)} = \mathbf{V_0 \times sen\ \omega t}$ (ou a corrente $\mathbf{I(t)} = \mathbf{I_0 \times sen\ \omega t}$), então $\mathbf{V_{RMS}} = \mathbf{V_0 \div \sqrt{2}}$ ou $\mathbf{I_{RMS}} = \mathbf{I_0 \div \sqrt{2}}$ e a potência média é $\mathbf{P_m = ½\ (V_0\ .\ I_0) = ½ \times V_0^2 \div R = ½ \times I_0^2 \times R = ½ \times P_0}$, onde $\mathbf{P_0}$ é a potência de pico.

Deve-se chamar a atenção para o fato de que o valor eficaz é algo físico, relacionado com a potência dissipada num resistor constante, mas o valor RMS é puramente matemático, apenas uma média quadrática.

É claro que a potência variável no tempo **P(t)** possui seu valor RMS, $\mathbf{P_{RMS}}$, pois esse é o resultado de uma média apenas. Mas qual sua interpretação física? Para que serve? Na verdade não há nenhuma interpretação física especial ou com alguma utilidade. Assim, **não** pode ser usada com o sentido da potência média ou em lugar desta (note-se que, em algumas normas oficiais, os limites de potência não são especificados *corretamente* como potências médias, mas há referências a potências RMS!). Portanto o produto de uma tensão RMS por uma corrente RMS **NÃO É** uma potência RMS, mas **SIM** uma potência média. Isto é conceitual, não apenas uma questão de definição.

O valor da potência RMS para o caso senoidal, como mostrado no apêndice, resulta em $\mathbf{P_{RMS} = (\sqrt{3/8}) \times P_0}$ ou $\mathbf{P_{RMS} = (\sqrt{3/2}) \times P_m}$.

APÊNDICE MATEMÁTICO

A potência instantânea correspondente à aplicação de uma tensão periódica **V(t)** de período **T** sobre uma resistência constante **R** é dada por:

$$\mathbf{P(t)} = \mathbf{V(t)^2 \div R}$$

A energia **E** dissipada na resistência num período **T** é:

$$\mathbf{E} = \int_0^T \mathbf{P(t) \times dt = (1/R) \times} \int_0^T \mathbf{V(t)^2 \times dt}$$

A potência média no período é dada pela energia dissipada no período dividida pelo próprio período:

$$\mathbf{P_m = (1/R) \times (1/T) \times} \int_0^T \mathbf{V(t)^2 \times dt}$$

Como uma potência pode ser escrita como o quadrado de uma tensão constante dividida pela resistência, podemos escrever a potência média como:

$$\mathbf{P_m = V_{ef}^2 / R}, \text{ onde } \mathbf{V_{ef} = [\ (1/T) \times} \int_0^T \mathbf{V(t)^2 \times dt\ ]^{1/2}}$$

Por definição, a raiz quadrada acima, que contém o inverso do período e a integral no tempo, é chamada de raiz média quadrática, 'Root Mean Square' ou simplesmente RMS da função **V(t)** no período **T**, chamada aqui de $\mathbf{V_{RMS}}$.

Como $\mathbf{V_{ef}}$ é uma tensão constante, ela corresponde ao valor da tensão DC que dissipa em **R** e durante o período **T** a mesma energia dissipada no mesmo tempo pela tensão variável **V(t)**. Dessa forma conclui-se que $\mathbf{V_{ef}} = \mathbf{V_{RMS}}$.

No caso de **V(t)** senoidal pura, isto é, $\mathbf{V(t)} = \mathbf{V_0 \times sen\ \omega t}$, o cálculo leva a:

$$\mathbf{V_{RMS} = V_0 \times [\ (1/T) \times} \int_0^T \mathbf{sen^2\ \omega t \times dt\ ]^{1/2}}$$, o que resulta em $\mathbf{V_{RMS} = V_0 \div \sqrt{2}}$, pois a integral dá **1/2**.

Como $\mathbf{P_m} = \mathbf{V_{ef}}^2 / \mathbf{R}$, $\mathbf{P_m} = \mathbf{V_0}^2 \div (2 \times \mathbf{R})$ e como $\mathbf{V_0 = I_0 \times R}$, $\mathbf{P_m} = \mathbf{V_0 \times I_0 \div 2 = I_0^2 \times R \div 2}$.

A potência RMS seria dada por expressão semelhante:

$$\mathbf{P_{RMS} = \left[(1/T) \times \int_0^T P(t)^2 \times dt \right]^{½}}$$

Não há nenhuma interpretação física especial para esse valor.

No caso de tensão senoidal, tem-se:

$$\mathbf{P_{RMS} = (V_0^2 \div R) \times \left[(1/T) \times \int_0^T sen^4\, \omega t \times dt \right]^{½}}$$

Como a integral dá $\mathbf{T \times 3/8}$ e $\mathbf{V_0^2 \div R}$ é a potência de pico $\mathbf{P_0 = 2 \times P_m}$, tem-se:

$$\mathbf{P_{RMS}} = \mathbf{(\sqrt{3/8}) \times P_0} = \mathbf{(\sqrt{3/2}) \times P_m}$$

Todos os cálculos podem ser refeitos com **I(t)** no lugar de **V(t)**, pondo-se as potências no formato $\mathbf{P = R \times I^2}$.

Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC