

POTÊNCIA RMS...O QUE É ISTO?

Por Luiz Amaral
PY1LL/AC2BR

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* **V_{ef}** aplicada durante o mesmo tempo **T** sobre a mesma resistência **R** que produz a mesma energia dissipada por **V(t)**? A tensão **V_{ef}**, chamada de tensão eficaz (ou corrente eficaz, no caso de **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, **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 **P_m**, conforme o apêndice. Para o caso senoidal, isto é, quando a tensão variável no tempo for dada por **V(t) = V₀ × sen ωt** (ou a corrente **I(t) = I₀ × sen ωt**), então **V_{RMS} = V₀ ÷ √2** ou **I_{RMS} = I₀ ÷ √2** e a potência média é **P_m = 1/2 (V₀ · I₀) = 1/2 × V₀² ÷ R = 1/2 × I₀² × R = 1/2 × P₀**, onde **P₀** 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, **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 $P_{\text{RMS}} = (\sqrt{3/8}) \times P_0$ ou $P_{\text{RMS}} = (\sqrt{3/2}) \times P_m$.

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:

$$P(t) = V(t)^2 / R$$

A energia E dissipada na resistência num período T é:

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

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

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

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

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

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 V_{RMS} .

Como 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 $V_{\text{ef}} = V_{\text{RMS}}$.

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

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

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

A potência RMS seria dada por expressão semelhante:

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

Não há nenhuma interpretação física especial para esse valor.

No caso de tensão senoidal, tem-se:

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

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

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

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