

راهنمای برنامه کاربردی

تحلیل توان تکفاز (SPPA)

گروه نرم‌افزاری سافت برق

هدف برنامه کاربردی SPPA^۱ تحلیل مؤلفه‌های توان الکتریکی در یک سیستم تکفاز است. در این برنامه سیگنال ولتاژ و جریان به صورت زیر فرض می‌شوند:

$$\begin{cases} v(t) = V_m \sin(t + \phi_v) \\ i(t) = I_m \sin(t + \phi_i) \end{cases}$$

که در آن V_m و I_m به ترتیب دامنه سیگنال ولتاژ و جریان و ϕ_v و ϕ_i به ترتیب زاویه فاز سیگنال ولتاژ و جریان می‌باشند. توان لحظه‌ای^۲ به صورت حاصلضرب سیگنال ولتاژ و جریان تعریف می‌شود که پس از ساده‌سازی به صورت زیر بدست می‌آید:

$$p(t) = v(t) \times i(t) = \underbrace{\frac{1}{2} [V_m I_m \cos(\phi) (1 + \cos(2t))]}_{\text{مؤلفه حقیقی توان لحظه‌ای}} + \underbrace{\frac{1}{2} V_m I_m \sin(\phi) \sin(2t)}_{\text{مؤلفه راکتیو توان لحظه‌ای}}$$

که در آن $\phi = \phi_v - \phi_i$ اختلاف فاز ولتاژ و جریان است.

مقدار متوسط توان لحظه‌ای منجر به انجام کار می‌شود که آن را توان حقیقی (اکتیو)^۳ P می‌نامند:

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\phi)$$

حداکثر مقدار توان حقیقی وقتی حاصل می‌شود که ϕ صفر باشد یعنی فاز سیگنال ولتاژ و جریان برابر باشد که هنگامی که بار مقاومتی است حاصل می‌شود. این توان حداکثر را توان ظاهری^۴ S می‌نامند:

$$S = P_{\max} = \frac{1}{2} V_m I_m$$

همچنین دامنه مؤلفه راکتیو توان لحظه‌ای را توان راکتیو^۵ Q می‌نامند:

$$Q = \frac{1}{2} V_m I_m \sin(\phi)$$

^۱ Single-Phase Power Analysis

^۲ Instantaneous Power

^۳ Real (Active) Power

^۴ Apparent Power

^۵ Reactive Power

بسته با ماهیت بار (مقاومتی، سلفی، خازنی و یا ترکیبی از آنها)، ϕ مقادیر متفاوتی دارد. اگر فاز بردار جریان عقب‌تر از فاز بردار ولتاژ باشد، این حالت را پسفاز^۱، اگر فاز بردار جریان جلوتر از فاز بردار ولتاژ باشد، این حالت را پیشفاز^۲ و اگر فاز بردارهای ولتاژ و جریان با هم برابر باشد، این حالت را همفاز می‌نامند. توان حقیقی در هر حالت همواره ضریبی است از توان ظاهری (حداکثر توان حقیقی) که این ضریب را ضریب توان PF^3 می‌نامند و بیانگر آن است که چند درصد از ظرفیت تولیدی سیستم صرف انجام کار می‌شود:

$$PF = \frac{P}{S} = \cos(\phi)$$

در این نرم‌افزار آموزشی کاربران قادر هستند که تأثیر تغییر دامنه و فاز سیگنال‌های ولتاژ و جریان را بر موارد زیر مشاهده نمایند:

- شکل موج سیگنال ولتاژ و جریان
- شکل موج توان لحظه‌ای
- شکل موج مؤلفه حقیقی توان لحظه‌ای
- شکل موج مؤلفه راکتیو توان لحظه‌ای
- بردار ولتاژ و جریان
- مقدار توان حقیقی (گرافیکی و عددی)
- مقدار توان راکتیو (گرافیکی و عددی)
- مقدار ضریب توان
- مشاهده پسفازی، پیشفازی و یا همفازی سیستم

¹ Lag
² Lead
³ Power Factor