



راهنمای آنلاین وبکو

# CT AND PT TURNS RATIO

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| tester             | دسته        |
| Current Trasformer | بخش         |
| فارسی              | زبان        |
| 2026-10-23         | تاریخ تولید |

## Imported Content

1

## محاسبه نسبت تبدیل CT و PT

اولین نکته ای که در تست نسبت تبدیل CT و PT باید در نظر داشت این است که، کلاس دقت تعریف شده برای شرایط کار در Burden نامی و و جریان نامی این ترانس ها است. مثلاً برای CT با کلاس 0.5 و 5 Burden ولت آمپر، خطای نسبت تبدیل در جریان 1 آمپر و در صورتی که بار 5 ولت آمپری به ترمینال CT متصل باشد، حداکثر 0.5 درصد خواهد بود.

|     | Cores | Tap No. | Core Type | Class | I <sub>pn</sub> | I <sub>sn</sub> | FS/ALF  | Burden   | Cos Phi | R <sub>ct</sub> Min | R <sub>ct</sub> max |
|-----|-------|---------|-----------|-------|-----------------|-----------------|---------|----------|---------|---------------------|---------------------|
| ▶ 1 | 1     | S1-S2   | Metering  | 0.5   | 75.00 A         | 1.000 A         | 10.0000 | 5.000 VA | 0.8000  | 2.000 Ω             | 2.100 Ω             |

تصویر 1

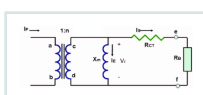
روش رایجی که در پست ها برای تست استفاده می شود این است که ثانویه CT اتصال کوتاه شده و با تزریق جریان (توصیه شده 20%) به اولیه، جریان عبوری از ثانویه اندازه گیری شده و نسبت تبدیل ثبت می شود. در مورد PT هم روش رایج تست به این صورت است که به اولیه PT ولتاژ اعمال شده (2-12 کیلوولت)، و از ثانویه PT ولتاژ به صورت مدار باز اندازه گیری می شود. همانطور که از نحوه تست رایج برمی آید این ترانس ها در شرایطی که برای کار طراحی شده اند تست نمی شوند و با این تست ها صرفاً "نسبت دور" بین اولیه و ثانویه ترانس به دست می آید که ممکن است کلاس دقت طراحی شده خارج باشد. بنابراین برای به دست آوردن خطای "نسبت تبدیل" باید تست را با شرایط دیگری انجام داد.

## تست CT

برای تست نسبت تبدیل و کلاس دقت CT در بارهای مختلف و جریان های مختلف از روش اعمال ولتاژ به ثانویه و اندازه گیری ولتاژ اولیه استفاده می شود.

| Error limits for measuring current transformers |                         |      |      |    |     |     |                         |     |    |    |     |     |
|-------------------------------------------------|-------------------------|------|------|----|-----|-----|-------------------------|-----|----|----|-----|-----|
| Accuracy class                                  | Ratio error             |      |      |    |     |     | Phase displacement      |     |    |    |     |     |
|                                                 | ± %                     |      |      |    |     |     | ± Minutes               |     |    |    |     |     |
|                                                 | at current (% of rated) |      |      |    |     |     | at current (% of rated) |     |    |    |     |     |
|                                                 | 1                       | 5    | 20   | 50 | 100 | 120 | 1                       | 5   | 20 | 50 | 100 | 120 |
| 0.1                                             | -                       | 0.4  | 0.2  | -  | 0.1 | 0.1 | -                       | 15  | 8  | -  | 5   | 5   |
| 0.2                                             | -                       | 0.75 | 0.35 | -  | 0.2 | 0.2 | -                       | 30  | 15 | -  | 10  | 10  |
| 0.2S                                            | 0.75                    | 0.35 | 0.2  | -  | 0.2 | 0.2 | 30                      | 15  | 10 | -  | 10  | 10  |
| 0.5                                             | -                       | 1.5  | 0.75 | -  | 0.5 | 0.5 | -                       | 90  | 45 | -  | 30  | 30  |
| 0.5S                                            | 1.5                     | 0.75 | 0.5  | -  | 0.5 | 0.5 | 90                      | 45  | 30 | -  | 30  | 30  |
| 1                                               | -                       | 3    | 1.5  | -  | 1   | 1   | -                       | 180 | 90 | -  | 60  | 60  |
| 3                                               | -                       | -    | -    | 3  | -   | 3   | Not specified           |     |    |    |     |     |
| 5                                               | -                       | -    | -    | 5  | -   | 5   | Not specified           |     |    |    |     |     |

تصویر 2



تصویر 3

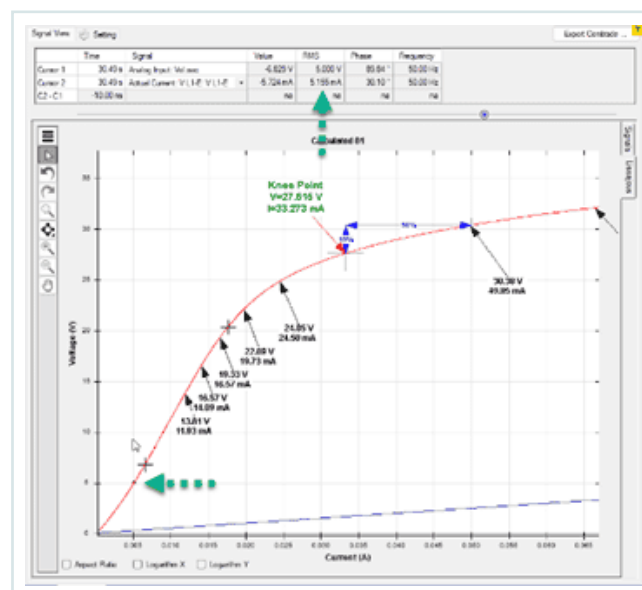
در مرحله اول از این تست، "نسبت دور" بین اولیه و ثانویه به دست می‌آید. ولتاژ این مرحله از تست با تقسیم Burden نامی بر جریان نامی ثانویه به دست می‌آید. علاوه بر این ولتاژ، نصف و دو برابر آن هم برای دستیابی به دقت مناسب اندازه‌گیری اعمال می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{Nominal Burden} &= 5\text{VA} \\ \text{Secondary Nominal Current} &= 1\text{A} \\ \text{Test Voltage} &= \frac{5}{1} = 5\text{V} \\ V_{\text{test1}} &= 2.5\text{V} \\ V_{\text{test2}} &= 5\text{V} \\ V_{\text{test3}} &= 10\text{V} \end{aligned}$$

تصویر 4

با اعمال ولتاژهای بالا نسبت دور CT به دست می‌آید. در این مرحله باید در Burdenهای مختلف و جریانهای مختلف (بر حسب جریان نامی) خطای نسبت تبدیل را به دست آورد. برای نمونه محاسبات خطای نسبت تبدیل برای 3 موقعیت مختلف ارائه می‌شود.

100% جریان و Burden نامی:

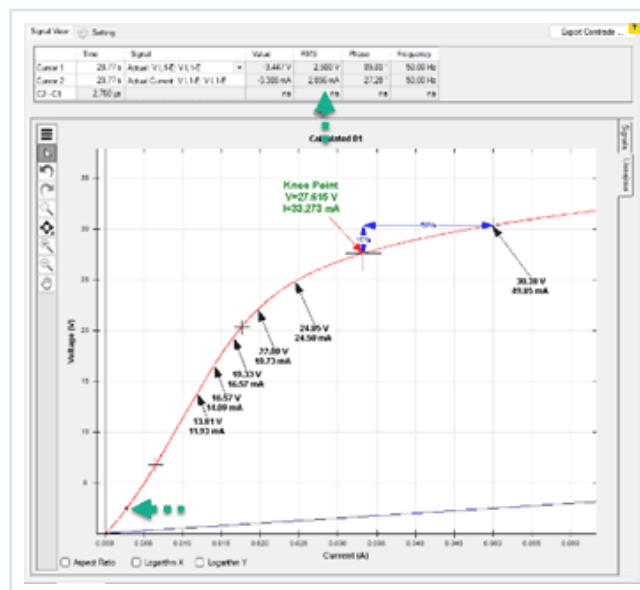


تصویر 5

$$\begin{aligned}
 N_{tm} &= 74.6255 \\
 \left\{ \begin{aligned} \%100I_n &= 1A \\ VA_n &= 5VA \\ Z &= \frac{VA}{I_n^2} = 5\Omega \end{aligned} \right. \\
 V_E &= Z * I = 5 * 1 = 5V \\
 I_{E\_Based\ on\ saturation\ curve} &= 5.154mA \\
 I_{T\_In\ secondary} &= 1 + 0.005154 = 1.005154 \\
 I_{primary} &= 74.6255 * 1.005154 = 75.0101 \\
 Turns\ Ratio\ Error &= \left( \frac{75.0101}{75} - 1 \right) * 100 = 0.013\%
 \end{aligned}$$

تصویر 6

100% جریان و 50% burden نامی:



تصویر 7

$$\begin{aligned}
 N_{tm} &= 74.6255 \\
 \left\{ \begin{aligned} \%100I_n &= 1A \\ 0.5*VA_n &= 2.5VA \\ Z &= \frac{0.5*VA_n}{I_n^2} = 2.5\Omega \end{aligned} \right. \\
 V_E &= Z * I = 2.5 * 1 = 2.5V \\
 I_{E\_Based\ on\ saturation\ curve} &= 2.857mA \\
 I_{T\_In\ secondary} &= 1 + 0.002857 = 1.002857 \\
 I_{primary} &= 74.6255 * 1.002857 = 74.8387 \\
 Turns\ Ratio\ Error &= \left( \frac{74.8387}{75} - 1 \right) * 100 = -0.215\%
 \end{aligned}$$

تصویر 8

50% جریان و 50% burden نامی:

$$\begin{aligned}
 N_{\text{turn}} &= 74.6255 \\
 \left\{ \begin{aligned} \%50I_n &= 0.5A \\ 50\%VA_n &= 2.5VA \\ Z &= \frac{50\%VA_n}{I_n^2} = 2.5\Omega \end{aligned} \right. \\
 V_E &= Z * I = 2.5 * 0.5 = 1.25v \\
 I_{E\_Based \text{ on saturation curve}} &= 1.2825mA \\
 I_{T\_InS\_econdary} &= 0.5 + 0.001282 = 0.501282 \\
 I_{\text{primary}} &= 74.6255 * 0.50128 = 37.4084 \\
 \text{Turns Ratio Error} &= \left( \frac{37.4084}{37.5} - 1 \right) * 100 = -0.2442\%
 \end{aligned}$$

تصویر 9

با این روش محاسبات، در جریان‌ها و Burden‌های مختلف می‌توان خطای نسبت تبدیل CT را به دست آورد.

### تست PT

برای تست PT هم ابتدا باید نسبت دور بین اولیه و ثانویه PT را بدست آورد. برای اینکار می‌توان 450 ولت به اولیه PT اعمال کرد و ولتاژ ثانویه را در حالت مدار باز اندازه‌گیری کرد. در این حالت "نسبت دور" بین اولیه و ثانویه به دست می‌آید.

| Core No. | Tap No. | Vprim.   | Primary Factor | Vsec.   | Secondary Factor | VA       | CLP | CLM |
|----------|---------|----------|----------------|---------|------------------|----------|-----|-----|
| 1        | 1       | 20.00 kV | 1/√3           | 100.0 V | 1/√3             | 150.0 VA | 3P  | 0.5 |

تصویر 10

در مرحله بعد باید در Burden‌های مختلف خطای نسبت تبدیل را به دست آورد. برای نمونه محاسبات خطای نسبت تبدیل برای 2 موقعیت مختلف با فرض مقاومت ثانویه 0.1 اهم ارائه می‌شود.

100% Burden نامی:

$$\begin{aligned}
 N_{\text{turn}} &= 199.5784 \\
 \Delta\mu &= 0.1^\circ \\
 \text{Nominal Burden} &= 150VA \\
 I^2 &= 150 \Rightarrow \frac{\left(\frac{100}{\sqrt{3}}\right)^2}{Z} = 150 \Rightarrow Z = \frac{\left(\frac{100}{\sqrt{3}}\right)^2}{150} = 22.22 \Rightarrow 1 = \frac{\sqrt{3}}{22.22} = 2.598A \\
 PF &= 0.8 \Rightarrow \phi = -36^\circ \\
 V_s &= \frac{100}{\sqrt{3}} + R_s * I \angle \phi = \left(\frac{100}{\sqrt{3}} \angle 0\right) + 0.1 * (2.598 \angle -36) = 57.9454 \angle -0.151 \\
 V_p &= 57.9454 * 199.5784 = 11564.6502 \\
 \Rightarrow \text{Turns Ratio Error} &= \left( \frac{11564.6502}{20000/\sqrt{3}} - 1 \right) * 100 = 0.1528\% \\
 \text{Phase Error} &= 0.1 * (-0.151) = 0.2528^\circ
 \end{aligned}$$

تصویر 11

Burden 50% نامی:

$$N_{\text{nom}} = 199.5784$$

$$\Delta\varphi = 0.1^\circ$$

$$\text{Burden} = 75\text{VA}$$

$$\frac{100^2}{\sqrt{3}} = 75 \Rightarrow \frac{\left(\frac{100}{\sqrt{3}}\right)^2}{75} = Z \Rightarrow Z = 44.444 \Rightarrow 44.444 * I^2 = 75 \Rightarrow I = 1.299\text{A}$$

$$\text{PF} = 0.8 \Rightarrow \varphi = -36^\circ$$

$$V_E = \frac{100}{\sqrt{3}} + R_{\text{pt}} * I = \left(\frac{100}{\sqrt{3}} \angle 0\right) + 0.1 * (1.299 \angle -36) = 57.8401 \angle -0.0075$$

$$V_p = 57.8401 * 199.5784 = 11543.6346$$

$$\Rightarrow \text{Turns Ratio Error} = \left( \frac{11543.6346}{\frac{20000}{\sqrt{3}}} - 1 \right) * 100 = -0.0292$$

$$\Rightarrow \text{Phase displacement} = 0.1 - (-0.0075) = -0.1075^\circ$$

تصویر 12