

Вимірювальні трансформатори



- Трансформатори струму (ТС) і трансформатори напруги (ТН) відносяться до вимірювальних трансформаторів.

Вимірювальні трансформатори

- ТС і ТН виконують такі функції:
- - трансформують виміряні струми і напруги для безпечних величин (5А, 100В);
- - ізолюють кола первинної високої сторони від вторинних кіл низької напруги.

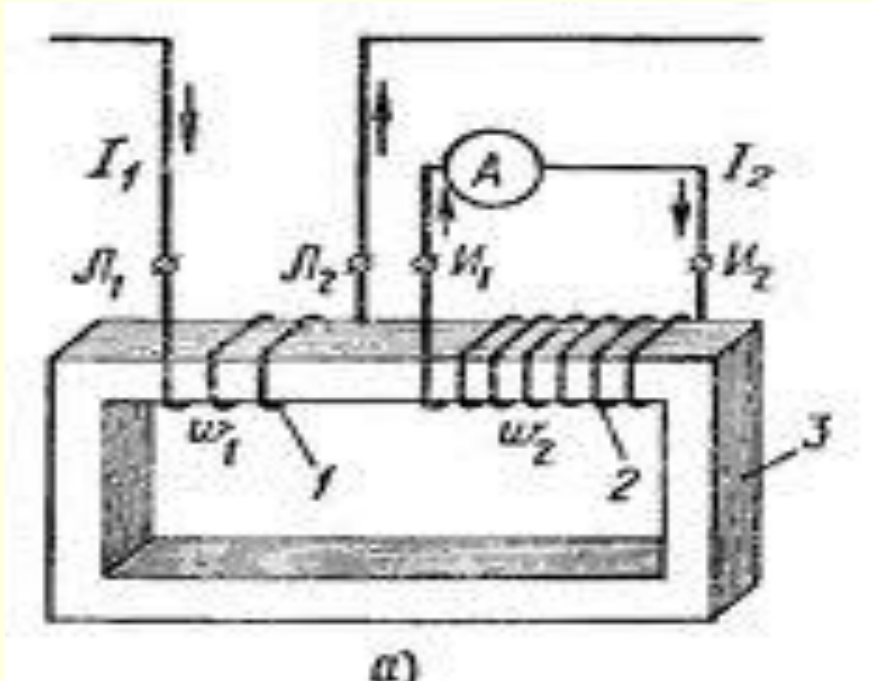
Трансформатори струму



- Призначені для зменшення первинного струму до величини найбільш зручних для вимірювань і налаштування захисту (5А).



Вимірювальні трансформатори



- Прилади вимірювання і контролю, реле захисту і прилади автоматики в колах високої напруги включаються через вимірювальні трансформатори, так як безпосереднє включення приладів в кола високої напруги недопустимо.



Вимірювальні трансформатори

- Прилади вимірювання і автоматики переважно територіально віддалені на щити управління і з'єднуються з вимірювальними приладами за допомогою контрольно-вимірювальних кабелів. Це дозволяє дистанційно проводити заміри, контроль і управління, що значно полегшує роботу обслуговуючого персоналу.

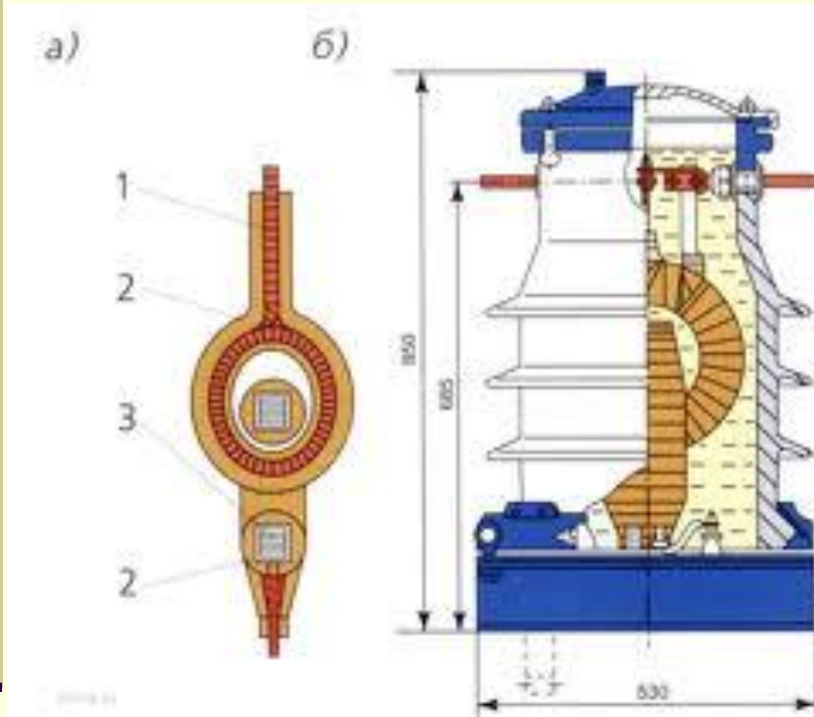
Вимоги

- Однією із важливих вимог до ТС і ТН є наступне:
- - при зміні первинних струмів і напруги повинна забезпечуватися пропорційна зміна вторинних значень струмів і напруги.

Номінальні параметри

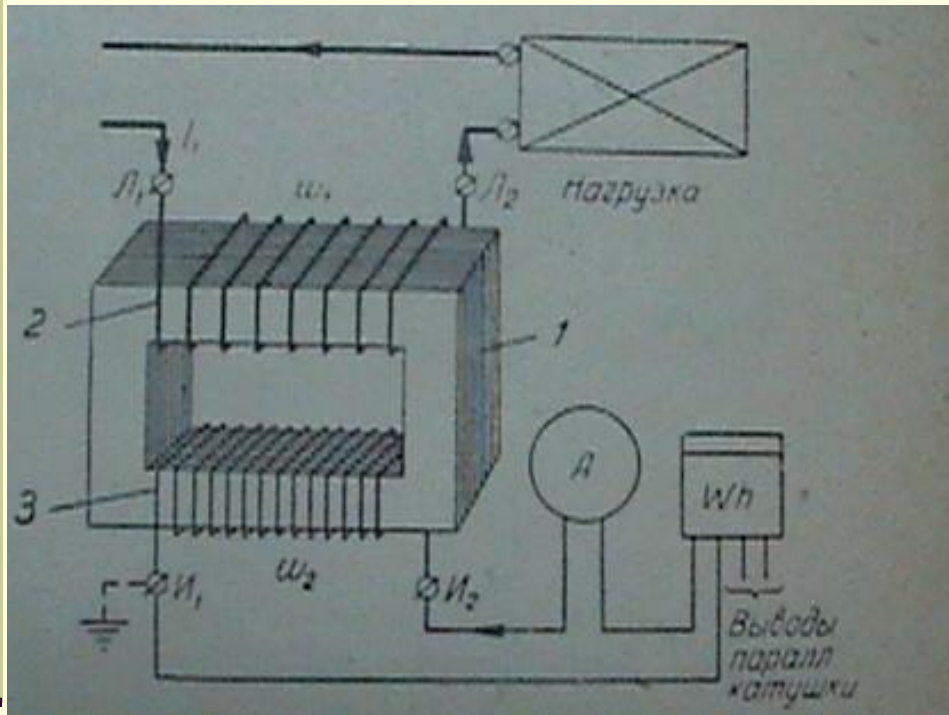
- *Номінальна напруга $U_{ном}$* — це напруга енергосистеми, в якій трансформатор повинен працювати, напруга, на яку розрахована ізоляція первинної обмотки.
- $I_{ном1}$ — це струм, що може пропускати трансформатор тривалий час і не перегріватись.
- $I_{ном2}$ — це стандартизований, струм рівний 5 А або 1 А.

Будова



- Складається ТС (як і силовий трансформатор) із:
- **-замкнутого магнітопроводу,** зібраного із листової або ленточної сталі;
- **- обмоток** – первинної і вторинної, які надійно ізолювані магнітопроводом.

Трансформатори струму

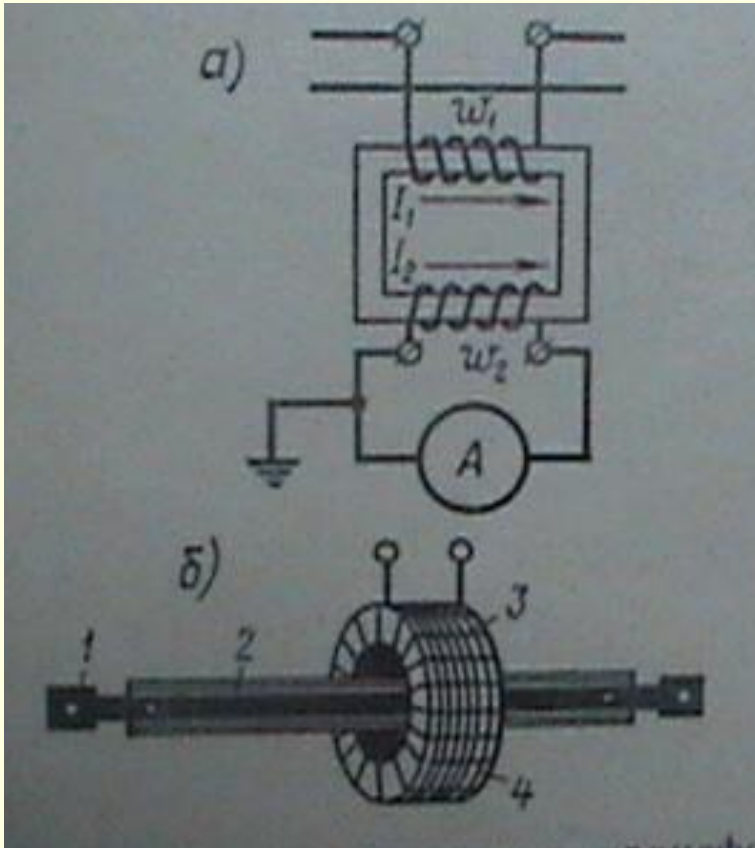


Первинна обмотка включається послідовно в той провід високої напруги де необхідно виміряти струм, а до вторинної обмотки включаються амперметри, струмові котушки ватметрів, лічильників, реле та інші прилади автоматики.

По встановленому стандарту струм вторинної обмотки приймається рівним 5А.

По бажанню замовника можуть бути ТС з вторинним струмом 1А

Трансформатори струму



- ТС працює в умовах відмінних від роботи силових трансформаторів. Опір його обмоток складається із послідовно з'єднаних обмоток і є не великим, тому ТС працює в умовах близьких до к.з.

Коефіцієнт трансформації

- Трансформатор струму характеризується номінальним коефіцієнтом трансформації, який визначається відношенням первинного номінального струму до вторинного:

- $$K = I_{n1} / I_{n2} = w_2 / w_1$$

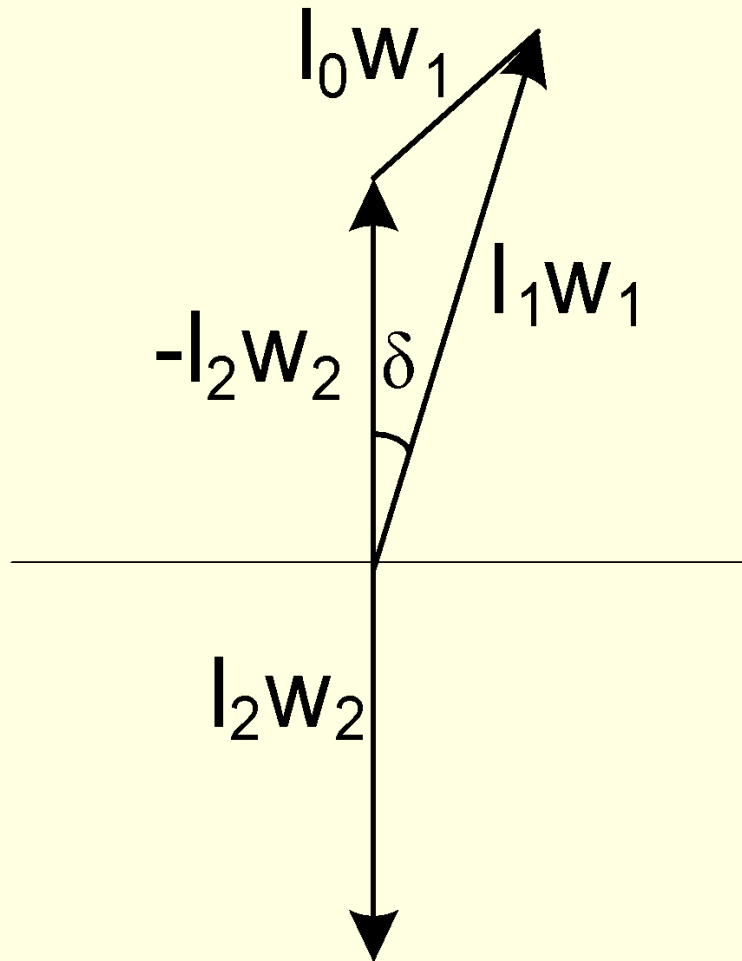
- I_{n1} - первинний номінальний струм
- I_{n2} - вторинний номінальний струм
- W_1 - Кількіст витків первинної обмотки
- W_2 - Кількіст витків вторинної її обмотки

Похибка ТС

- Трансформатор струму має струмову і кутову похибку.
- Під струмовою похибкою розуміють різницю між приблизним значенням kI_2 і дійсним значенням I_1 віднесеним до первинного струму.

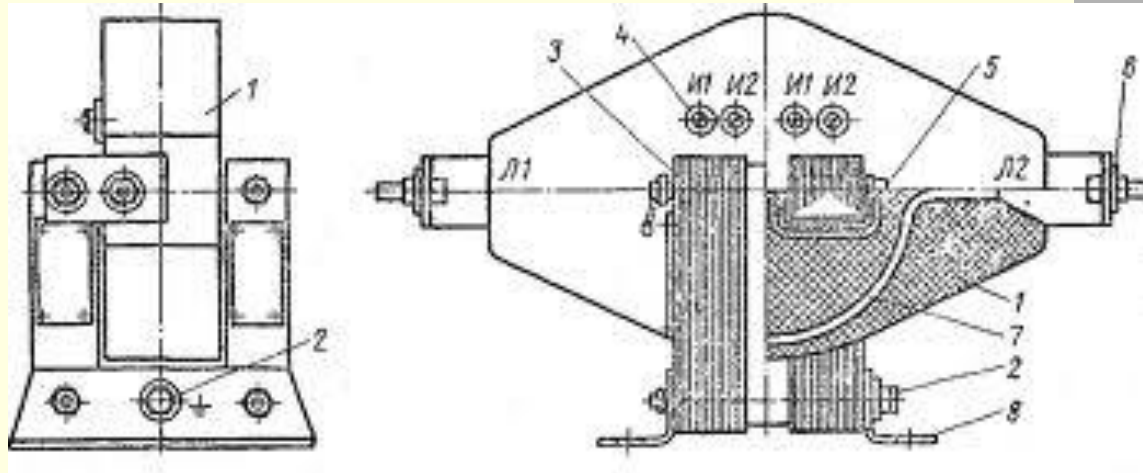
$$f\% = \frac{k \cdot I_2 - I_1}{I_1} \cdot 100\%$$

Кутова похибка ТС



- Як видно із діаграми кутова похибка це кут між струмом I_1 і I_2 повернутим на 180° .
- $I_0 w_1$ - намагнічуючі ампервитки в сердечнику
- $I_1 w_1$ - намагнічуючі ампервитки в первинній обмотці
- $I_2 w_2$ - намагнічуючі ампервитки у вторинній обмотці

Позначення обмоток



- Первинна обмотка ТС позначається –
- Л1-Л2;
- Вторинна – И1-И2,
- при наявності більше вторинних обмоток:
- 1И1-1И2,
- 2И1-2И2,
- 3И1-3И2.

Класи точності ТС

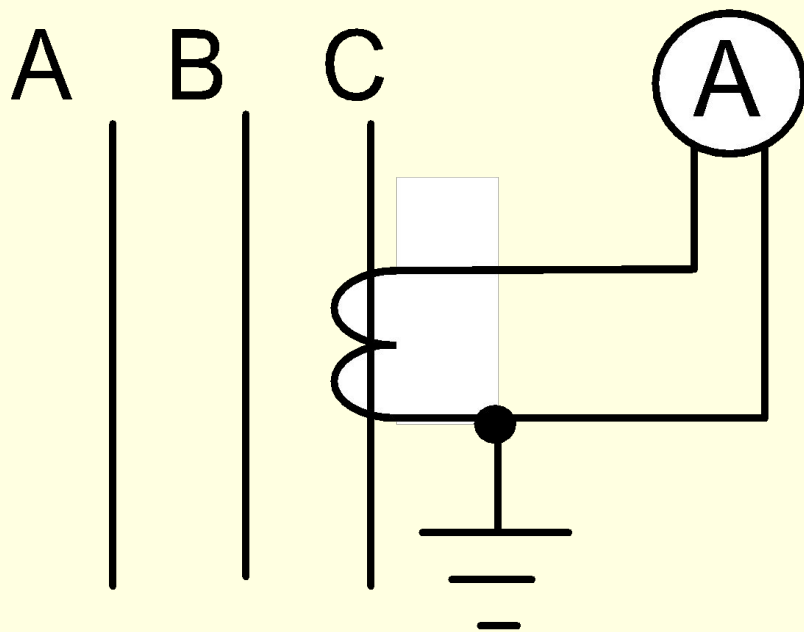
- Клас точності – це похибка в % виміряного значення при номінальному навантаженні.
- ТС мають такі класи точності – 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 10.
- 0,2 – застосовуються для точних лабораторних вимірювань;
- 0,5 – для приєднання лічильників грошового розрахунку;
- 1,0 – для всіх технічних вимірювальних приладів;
- 3,0; 10 – для релейного захисту.

Схеми під'єднання ТС



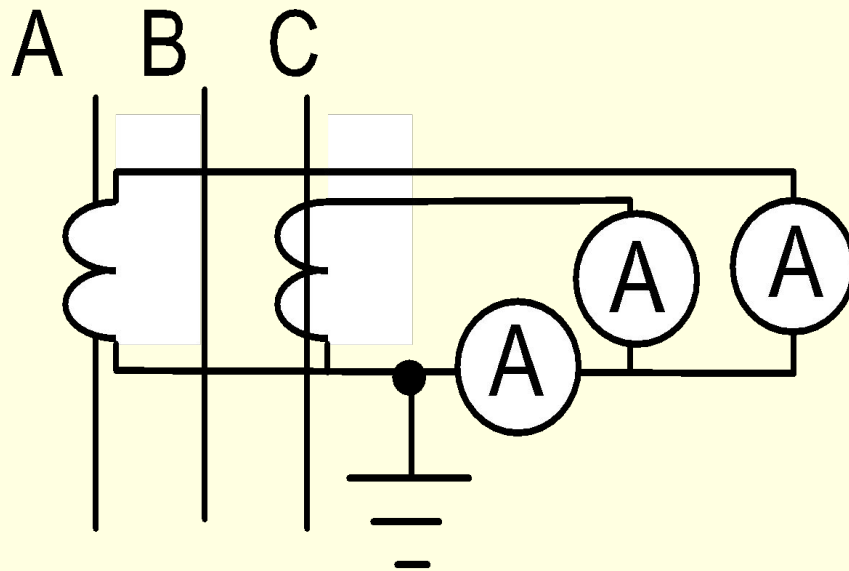
- В залежності від вимог і необхідності ТС можуть встановлюватися в одній, двох, трьох фазах.

Схеми під'єднання ТС



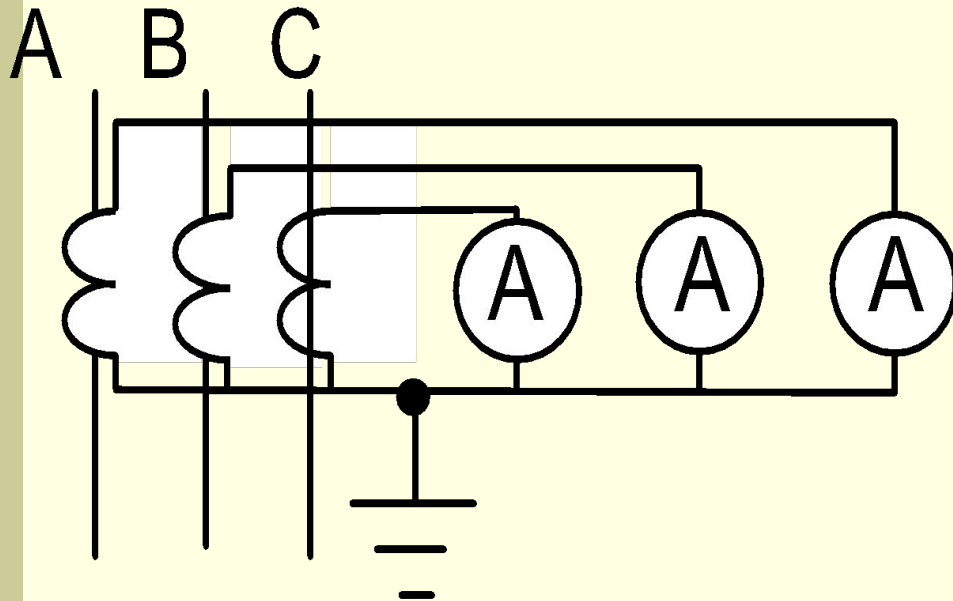
- В трифазній мережі при рівномірному навантаженні, наприклад в колах трифазних двигунів, може застосовуватись схема з одним ТС.

Схеми під'єднання ТС



- В мережах 35кВ і нище, які працюють з ізольованою нейтраллю, для включення вимірювальних приладів і реле використовують схему з двома трансформаторами струму, з'єднані по схемі неповна зірка.

Схеми під'єднання ТС



- В мережах з напругою 110кВ і вище, в мережах з глухозаземленою нейтраллю, використовують схему з трьома ТС у всіх фазах.
- Така схема застосовується в установках 380/220В у випадку нерівномірного навантаження.

Трансформатори струму

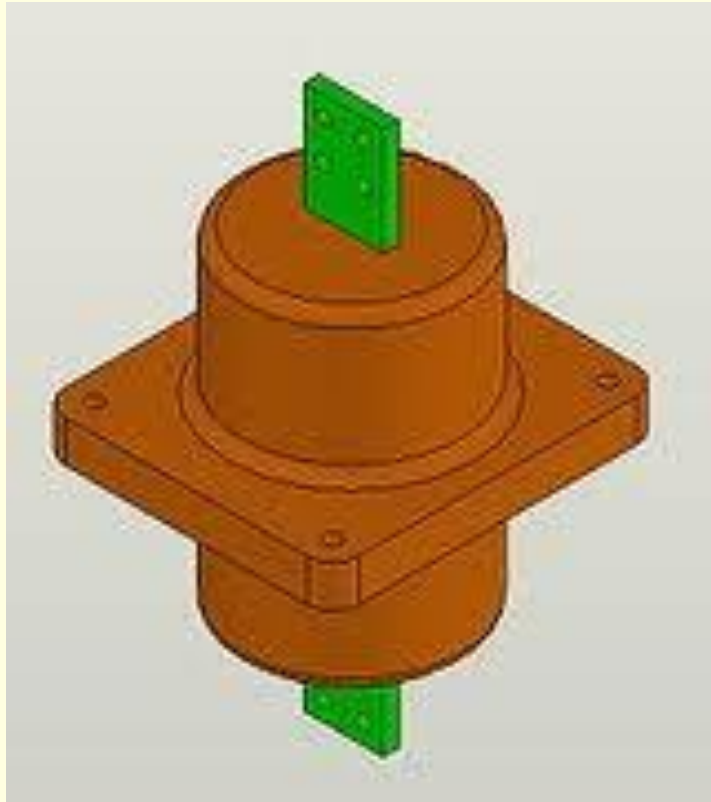


- ТС поділяються на ТС внутрішньої і зовнішньої установки.
- ТС внутрішньої установки мають тільки суху ізоляцію, для зовнішньої установки – парерово - масляну з поміщенням в трансформаторне масло.

Типи

- По способу установки вони діляться на:
- прохідні — (ТПОЛ, ТПОЛМ тощо), які встановлюються в отворах стін, стель або металевих огорожень КРП;
- опорні — (ТПЛ, ТФН тощо). Опорні трансформатори напругою 35 кВ і вище виконуються з фарфоровим чохлам, залитим трансформаторним маслом (ТФЗМ-35, ТФЗМ-110 тощо), які встановлюються на опорних конструкціях;
- встроєні – які вбудовуються у вводи силових трансформаторів та масляних вимикачів.

Типи ТС



- По способу установки розрізняють ТС прохідні, опорні і встроєні.
- По конструкції первинної обмотки – одновиткові і багатовиткові.

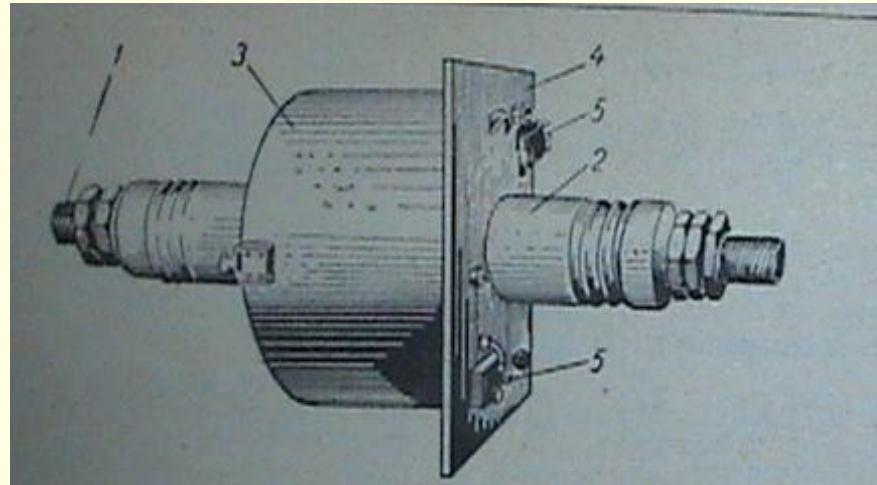
Маркування

- Т — трансформатор струму.
- ВТ — вбудований у силовий трансформатор;
- П – прохідний;
- О — одновитковий;
- Л — з литою смоляною ізоляцією;
- Ш — шинний;
- К — котушковий;
- Ф — з фарфоровою ізоляцією;
- З — для захисту від замикання на землю;
- Н — зовнішньої установки;
- М — маслонаповнений.

Маркування

- Цифри: — перше число після букв — номінальна напруга у кіловольтах;
- перша група чисел «через дріб» — клас точності;
- другі два числа «через дріб» — первинний та вторинний струм.
- Приклад позначень: ТПОЛ-10-0,5-150/5

ТПОФ

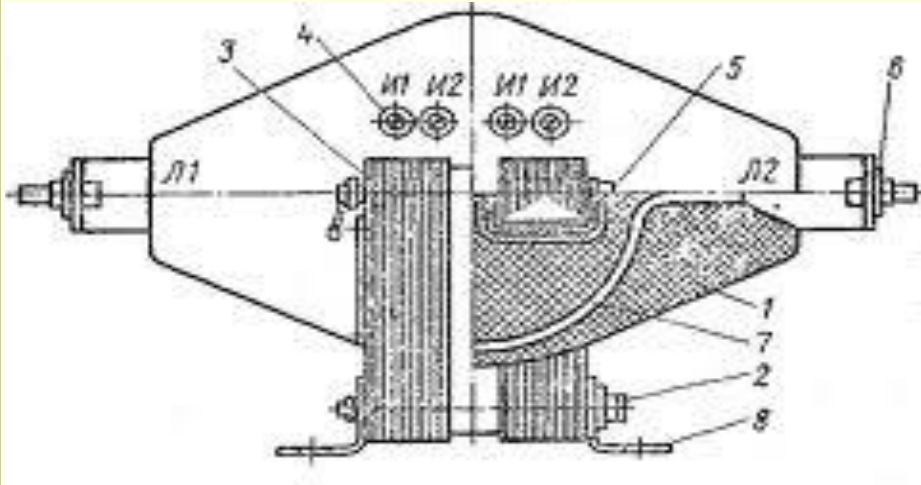


- Найбільш простий по конструкції є ТС типу ТПОФ.
- ТПОФ – прохідний, одновитковий, фарфоровий.
- Випускається на напругу 10кВ. Встановлюється в отворах в стіні або міжповерховими перекриттями.
- Первинною обмоткою ТС служить круглий мідний стержень (мідна труба), яка проходить через фарфоровий ізолятор.

ТПОФ

- Крім ТПОФ є ще одновитковий ТС типу ТПОЛ із литої епоксидної ізоляції.
- Лита епоксидна ізоляція є більш компактною, більш підвищена вологостійкість і дугостійкість.
- Прохідні ТС виконують роль ще й прохідного ізолятора.

ТПЛ



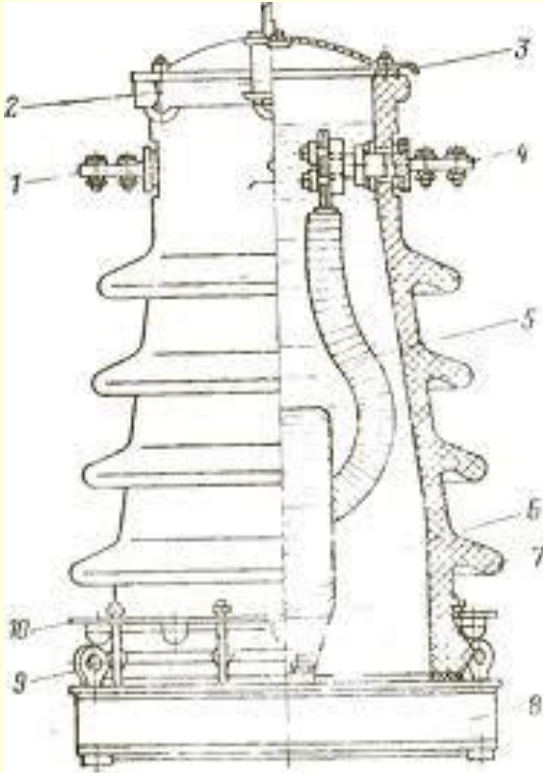
■ Для закритих РУ напругою до 10кВ застосовують опорні трансформатори струму типу ТПЛ-10 і ТКЛ-10.

ТФН



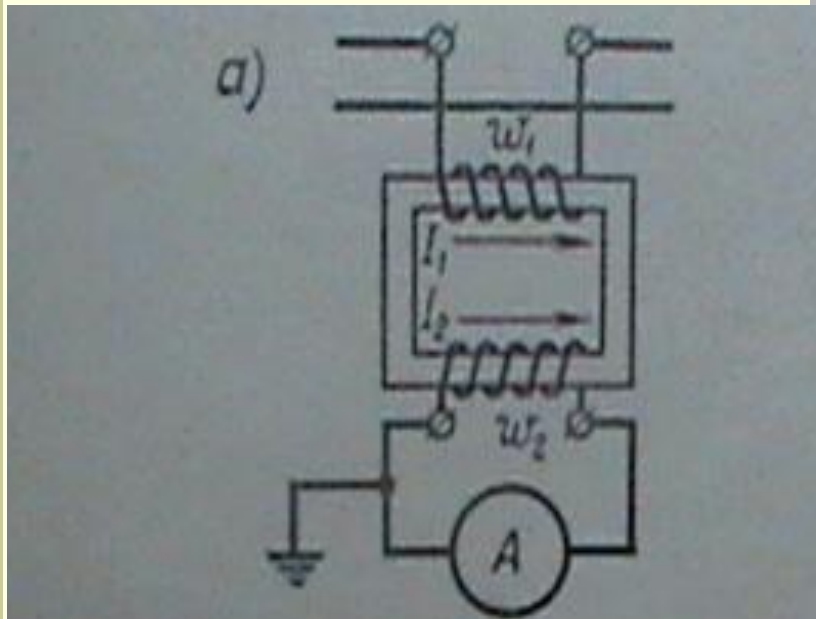
- Для зовнішньої установки використовують ТС типу ТФН на 35-220кВ.
- У фарфоровому ізоляторі, заповненому маслом, знаходяться обмотки і сердечник трансформатора.

ТФН



- Первинна обмотка складається із двох секцій, які за допомогою перемикача можуть з'єднуватися паралельно або послідовно чим досягається зміна номінального коефіцієнта трансформації.
- На фарфоровій покришці встановлений показник рівня масла, повітряний фільтр.

Заземлення вторинних кіл



Вторинна обмотка заземлюється обов'язково. У випадку пробоя ізоляції прилади і реле лишаються в такому випадку під потенціалом землі.

Технічне обслуговування

- В комплекс робіт по тех. обсл. входить огляди, випробування і ремонт.
- При огляді звертають увагу на рівень масла у масловказівнику, колір індикаторного силікагелю у повітряному фільтрі і рівень масла в їх гідравлічних затворах, цілісність фарфора, відсутність підтікання масла.

Технічне обслуговування

- Періодично (у відповідності з місцевими інструкціями) здійснюється огляд ТС зі зняттям напруги. При цьому здійснюється очистка фарфора і виводи вторинних обмоток, заміна силікагеля, відбір проби трансформаторного масла для аналізу і доливка масла в разі потреби, в/в випробування.

Ремонт

- Невеликі по об'єму ремонтні роботи , такі як заміна скла і вказівника рівня масла, невеликий ремонт форфорових покриттів проводять на місці встановлення ТС. Роботи пов'язані з розбиранням ТС, заміна масла і сушка обмоток проводять в ремонтних цехах.