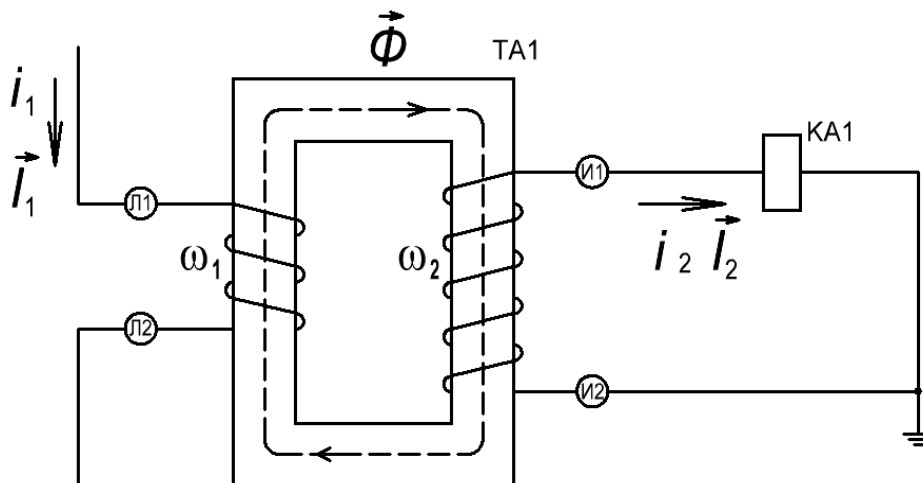


## 2. ЕЛЕМЕНТИ ПРИСТРОЇВ РЗА

### 2.1. Первинні вимірювальні перетворювачі струму

Через первинний перетворювач струму проводиться струм до вимірювальних органів. Найпоширенішими є трансформатори струму (ТС), які забезпечують ізоляцію кіл струму вимірювальних органів від кіл високої напруги і дозволяють незалежно від первинного струму отримати вторинним струмом не більше 5 А.



Згідно з законом повного струму,

$$I_1 W_1 - I_2 W_2 = F_\mu.$$

Результуюча магніторушійна сила  $F_\mu$  визначається частиною первинного струму, яка називається струмом намагнічування.

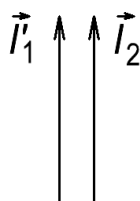
$$F_\mu = I_\mu \cdot W_1.$$

В ідеальному ТС

$$I_1 W_1 - I_2 W_2 = 0, \text{ тому}$$

$$I_2 = I_1 \frac{W_1}{W_2}$$

і тому вектори струму первинної і вторинної обмоток співпадають за фазою.

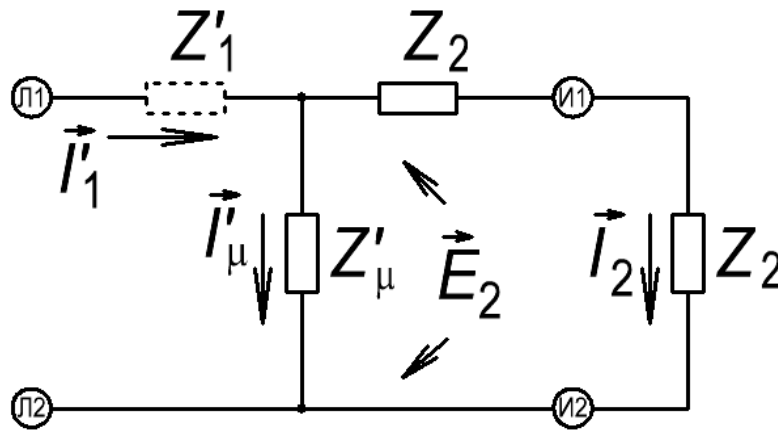


В реальних ТС:

$$I_1 W_1 - I_2 W_2 = I_\mu W_1,$$

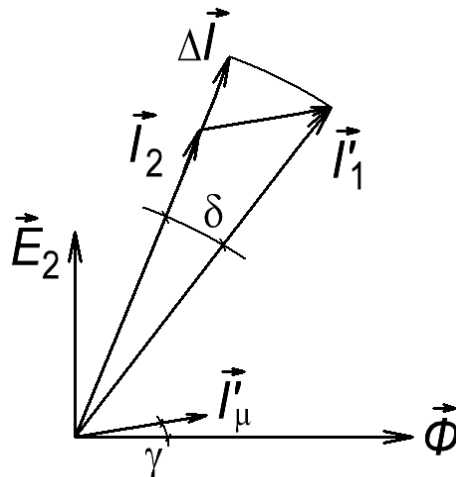
$$I_1 \frac{W_1}{W_2} - I_\mu \frac{W_1}{W_2} = I_1' - I_\mu'.$$

Опір обмотки не впливає на струморозподіл між вторинною обмоткою і намагнічування.



ТС характеризується такими похибками:

1. Струмовою похибкою  $f_i = \frac{I_2 - I'_1}{I_1} * 100\%$ .
2. Кутовою похибкою  $\delta$ , тобто кутом зсуву, між векторами  $I'_1$  і  $I_2$ .
3. Повною похибкою  $\varepsilon$ , яка пропорційна струму намагнічування.



Для класу точності 5P і 10P повна похибка повинна бути менша відповідно 5%, 10% при заданому вторинному навантаженні і розрахунковій граничній кратності первинного струму.

Гранична кратність  $K_{10}$  – це найбільше відношення первинного струму ТС до його номінального струму при повній похибці менше 10%. ТС вибирають так, щоб повна похибка була менша 10% при заданому вторинному навантаженні і кратності первинного струму, яка відповідає умові спрацювання захисту.

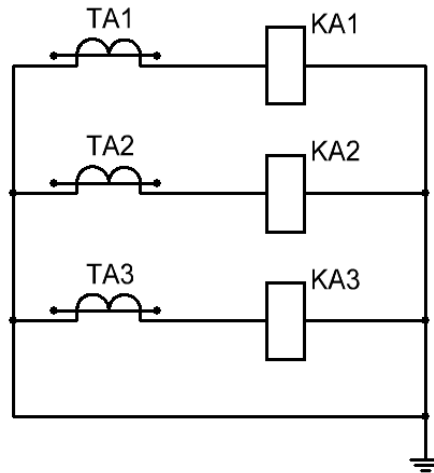
## 2.2. Схема з'єднань ТС

Живлення пристроїв РЗА струмом мережі здійснюється за типовими схемами з'єднання ТС і обмоток реле.

Схеми характеризуються відношенням струму в реле до вторинного струму, яке називається коефіцієнтом схеми

$$K_{cx} = \frac{I_p}{I_2}$$

## I. Схема повної зірки

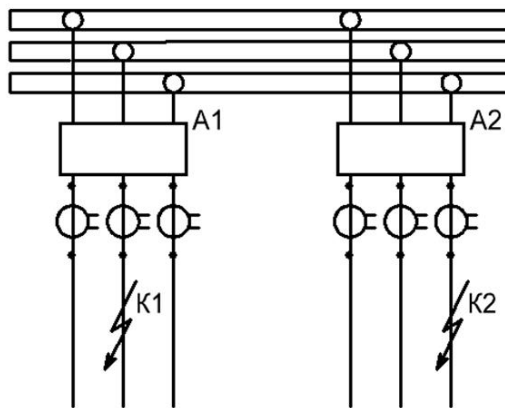


Властивості схеми:

При усіх видах КЗ струми пошкоджень проходять через усі або щонайменше 1 реле, тому захист, виконаний за такою схемою, реагує на усі види КЗ, має однакову чутливість при різних комбінаціях 2 фазних КЗ.

Струм в реле дорівнює вторинному струму, тому коефіцієнт схеми дорівнює 1.

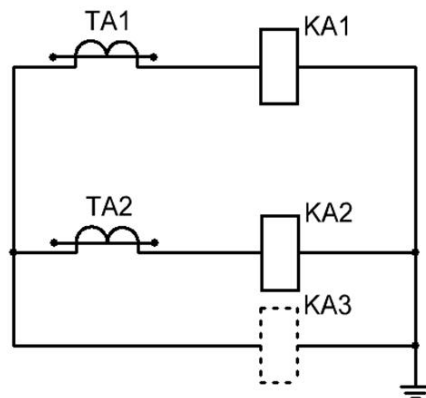
При подвійних замиканнях на землю в мережах з ізолюваною нейтраллю, якщо замикання відбулося на різних лініях, то захисти з однаковими витратами часу обох ліній будуть діяти на їх вимкнення. Це є недоліком, оскільки достатньо вимкнути одну з ліній.



Струм в нульовому проводі дорівнює сумі фазних струмів, тому в нормальному режимі і при усіх багатофазних КЗ в ньому протікає струмом небалансу. В таких випадках обрив нульового проводу не впливає на роботу схеми. При пошкодженні на землю через нього створився шлях до протікання струму пошкодження. При обриві нульового проводу струм пошкодженої фази може замикатись лише через вторинні обмотки ТС непошкоджених фаз, які мають дуже великий опір для нього. Тому використання схеми повної зірки без нульового проводу не допускається.

## II. Схема неповної зірки

Звичайно для виконання цієї схеми виконуються ТС, встановлені у фазах А і С.



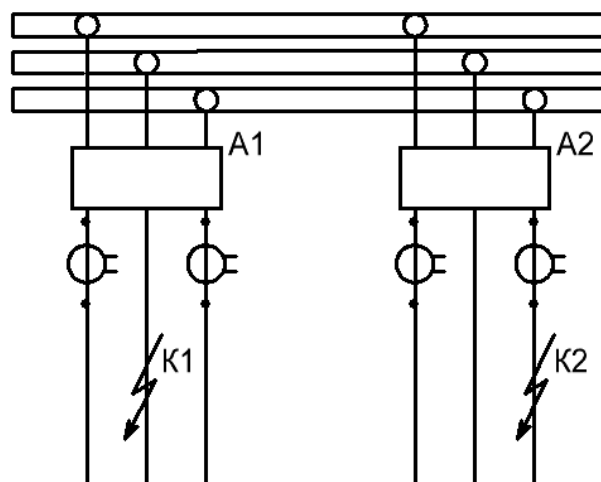
Властивості:

Схема реагує на усі види пошкоджень, крім одного фазного КЗ на землю тієї фази у якій немає ТС. Тому схема викликається лише для захистів від багатофазних КЗ

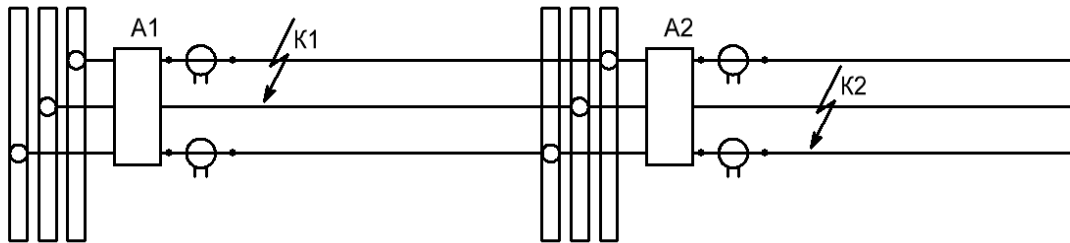
У симетричних режимах через реле проходять вторинні фазні струми, тому коефіцієнт схеми дорівнює 1.

Струм в зворотному проводі проходить не лише при пошкодженні на землю, але і в нормальному режимі, що забезпечує нормативну роботу захисту. Тому виконувати схему без зворотного проводу не допускається.

У мережах з ізолюваною нейтраллю при подвійних замиканнях на землю, коли точки пошкодження на різних лініях і одна точка на фазі В на вимкнення діє лише один захист, який ввімкнений на фазу з пошкодженням, тобто захист А1. Таким чином в двох третіх випадках подвійних замикань на землю вимикається лише одна пошкоджена лінія.

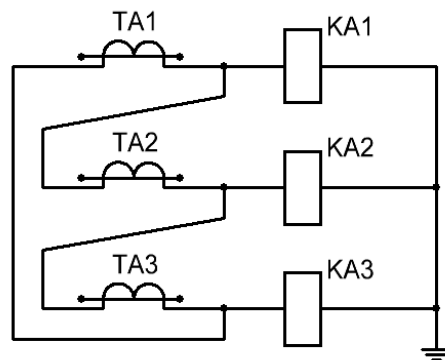


У мережах з ізолюваною нейтраллю при подвійних замиканнях на землю захист може діяти не ефективно. Якщо пошкодження виникли на суміжних ділянках і на попередній ділянці пошкоджена фаза без ТС, тобто в такому випадку подіє захист А1.



Чутливість захисту при 2-му КЗ між фазами А і В. З схемою з'єднань обмоток  $Y/\Delta$  або,  $\Delta/Y$  зменшується вдвічі порівняно з чутливістю схеми повної зірки. Якщо чутливість дворелейної схеми неповної зірки недостатньо, то в зворотній провід вимикається реле струму КА3. Така схема називається трифазною трирелейною схемою неповної зірки. Через реле КА3 проходить сума струмів фаз А і С. Чутливість такої схеми така сама як для схеми повної зірки.

### III. Схема з'єднання ТС $\Delta$ , а реле струму $Y$



Властивості:

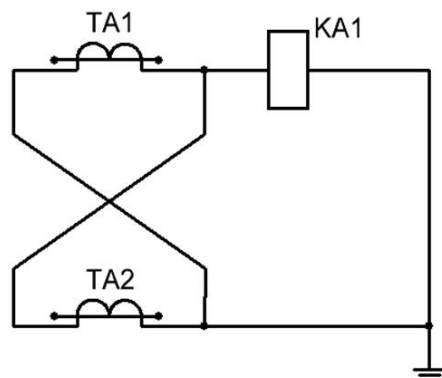
1. Струми в реле проходять при усіх видах КЗ тому захист, виконаний за такою схемою, реагує на усі види пошкоджень.

2. В електричних режимах коефіцієнт схеми дорівнює  $\sqrt{3}$ .

3. Струми нульової послідовності не виходять за межі  $\Delta$  трансформаторів струму, тому захист на них не реагує і при однофазному КЗ в реле потрапляють лише струми прямої і зворотної послідовності, тобто лише частина струму пошкоджень.

4. Відношення струму в реле до фазного струму залежить від виду КЗ. Тому від нього залежить і коефіцієнт чутливості.

### IV. Двофазна однорелейна схема



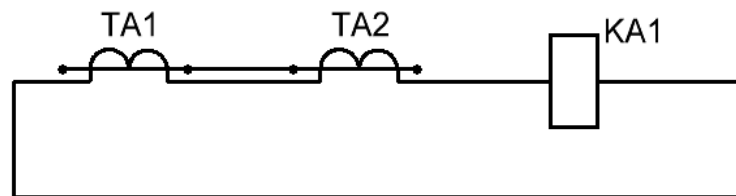
У реле проходить геометрична сума або різниця струмів фаз А і С, в яких встановлені ТС. Властивості схеми:

1. Схема захисту реагує на усі види КЗ, за винятком КЗ на землю фази, в якій немає ТС. Тому схема використовується лише при дії між фазних пошкоджень. Суттєвим недоліком схеми є те, що при двофазному КЗ за трансформатором з з'єднанням обмоток зірка трикутник захист не буде працювати, оскільки струм в фазах з ТС однакові за величиною.

2. В нормальному режимі і при трифазному КЗ коефіцієнт схеми рівний  $\sqrt{3}$ .

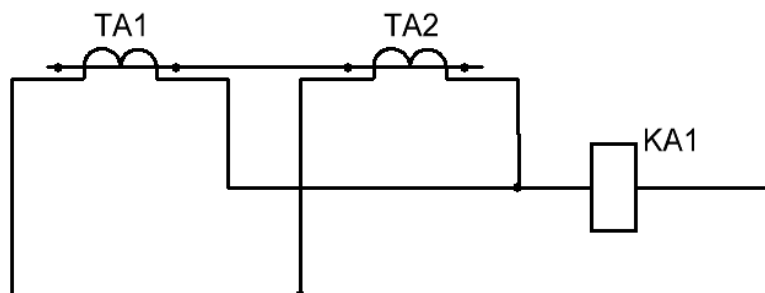
3. Відношення між струмом в реле і фазним струмом залежить від виду КЗ. Тому захист, виконаний за такою схемою, має різну чутливість при різних видах пошкоджень і при пошкодженні різних фаз. Захист має найменшу чутливість при двофазних КЗ між фазами А і В та В і С. В таких випадках його чутливість в  $\sqrt{3}$  разів менша, ніж чутливість захисту виконаного за схемою повної чи неповної зірки.

#### V. Схема послідовного вмикання вторинних обмоток ТС



При такому з'єднанні навантаження на кожен ТС зменшується вдвічі. В таку схему вмикаються малопотужні ТС вбудовані у виводи вимикачів і трансформаторів.

#### VI. Схема паралельного вмикання вторинних обмоток ТС



Коефіцієнт схеми залежить від схеми вмикання ТС. Коефіцієнт трансформації струму вдвічі менший, ніж коефіцієнт трансформації одного ТС. Схема паралельного вмикання використовується для отримання нестандартних коефіцієнтів трансформації.

### 2.3. Оцінка схем з'єднань ТС і сфери їх використання

У мережах з малими струмами замикання на землю захист повинен вимикати пошкоджену ділянку на землю при багатофазних КЗ і подвійних замиканнях на землю.

Тому захист таких мереж можна виконувати за схемою неповної зірки або двофазною однорелейною. Обидві схеми при подвійних замиканнях на землю можуть діяти неселективно. Захист, виконаний за схемою повної зірки, може вимикати при такому пошкодженні обидва місця КЗ, що не бажано. Тому ця схема в мережах з ізольованою нейтраллю не має переваг порівняно з іншими схемами.

Краще схема неповної зірки, яка реагує на всі пошкодження за трансформатором зі з'єднанням обмоток зірка/трикутник і чутливіша до двофазних КЗ. Захист, виконаний двофазним однорелейним, використовується для максимального струмового захисту в мережах до 10 кВ з трансформаторами, які мають схему з'єднань зірка, або зірка із заземленою нейтраллю, для захисту електроустановок споживачів або якщо резервування не забезпечується за чутливістю іншими схемами.

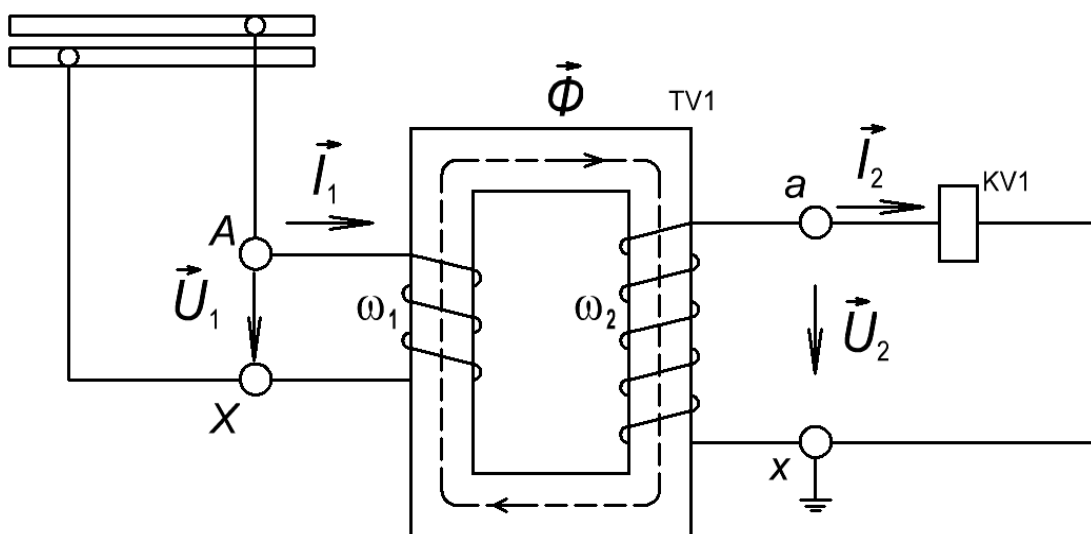
У мережах з великими струмами замикання на землю захист повинен діяти на вимкнення елемента, що захищається при усіх видах КЗ. Такий захист може виконуватися двома способами:

1. За схемою повної зірки.
2. У вигляді двох комплектів:
  - а) від багатofазних КЗ;
  - б) від КЗ на землю.

Схема повної зірки може використовуватися лише за наявності трьох ТС, вбудованих у втулки вимикачів на перших захистах мережі найвіддаленіших від джерела живлення для кращої ліквідації подвійних КЗ на землю.

Схема повного трикутника використовується лише на понижувальних трансформаторах з глухо заземленою нейтраллю для запобігання надлишкового спрацювання струмових захистів під впливом струму нульової послідовності.

#### 2.4. Первинні перетворювачі напруги



Найпоширенішими первинними перетворювачами напруги є трансформатори напруги (ТН), які забезпечують ізоляцію вимірювальних органів

від високої напруги і подають стандартну номінальну напругу вторинної обмотки 100В незалежно від первинної. Коефіцієнт трансформації:  $K_U = \frac{W_1}{W_2}$ .

У режимі х.х. коли  $I_2=0$  коефіцієнт трансформації рівний:

$$K_U = \frac{U_1}{U_2}$$

При вмиканні навантаження до вторинної обмотки з'являється струм  $I_2$ , який викликає втрату напруги  $\Delta U$  у вторинній обмотці. Тому дійсна напруга на виводах вторинної обмотки рівна  $U_2 = U_1 - \Delta U$ .

ТН характеризується такими похибками:

1. Напругова похибка:  $f_U = \frac{K_U U_2 - U_1}{U_1}$ .

2. Кутова похибка.

Із збільшенням навантаження збільшуються втрати напруги  $\Delta U$  і похибки. Тому нормальний режим ТН близький до хх.

При вмиканні первинних обмоток ТН на фазні напруги початки обмоток вмикаються до фаз, кінці об'єднуються в зірку, нульова точка заземлюється. Це потрібне для того, щоб при однофазному КЗ на землю і замиканні на землю мережі де встановлюється ТН, реле правильно вимірювало напругу фаз відносно землі. Вторинна обмотки ТН заземлюються незалежно від схеми їх з'єднань. Заземлення приєднується до кінця обмоток. Таке заземлення є захисним і гарантує безпеку персоналу при порушенні ізоляції первинних і вторинних обмоток. Крім заземлення нульової точки зірки може заземлятися один з кінців вторинної обмотки, як правило фази В. Фаза заземляється при використанні ТН для синхронізації і за необхідності переведення навантаження з одного ТН на інший, коли одну фазу кількох ТН об'єднують. Заземлення виконується якомога ближче до ТН. Але найчастіше воно встановлюється в одній точці (наприклад, на спільній шинці фази В) кількох ТН. В заземлюючих проводах комутаційно-захисна апаратура не встановлюється.

## 2.5. Захист кіл ТН

Первинні обмотки ТН до 35кВ вмикаються до мережі через високовольтні запобіжники й обмежуючі опори. Запобіжники повинні швидко вимикати пошкоджений ТН від мережі. Опори встановлюються для зменшення струмів КЗ, якщо вимикаюча здатність запобіжників недостатня. Якщо виникнення КЗ в колі первинної обмотки малоімовірно, або наслідки такого КЗ не спричиняють порушення електропостачання споживачів, то запобіжники на стороні високої напруги можна не встановлювати.

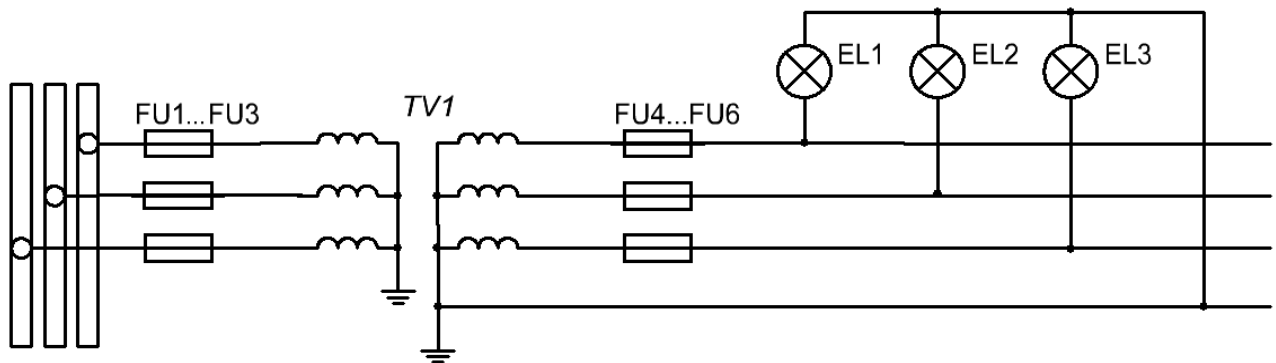
Для захисту ТН від тривалого протікання струму КЗ при пошкодженні у вторинних колах на виводи НН встановлюються запобіжники або автоматичні вимикачі. Запобіжники встановлюються лише в колах тих ТН, які не живлять швидкодіючі захисти, що можуть неправильно спрацювати при порушенні цих кіл. Захисні пристрої вмикаються в усі не заземлені проводи вторинних обмоток,



крім кіл напруги нульової послідовності ТН, які працюють в мережах з заземленою нейтраллю.

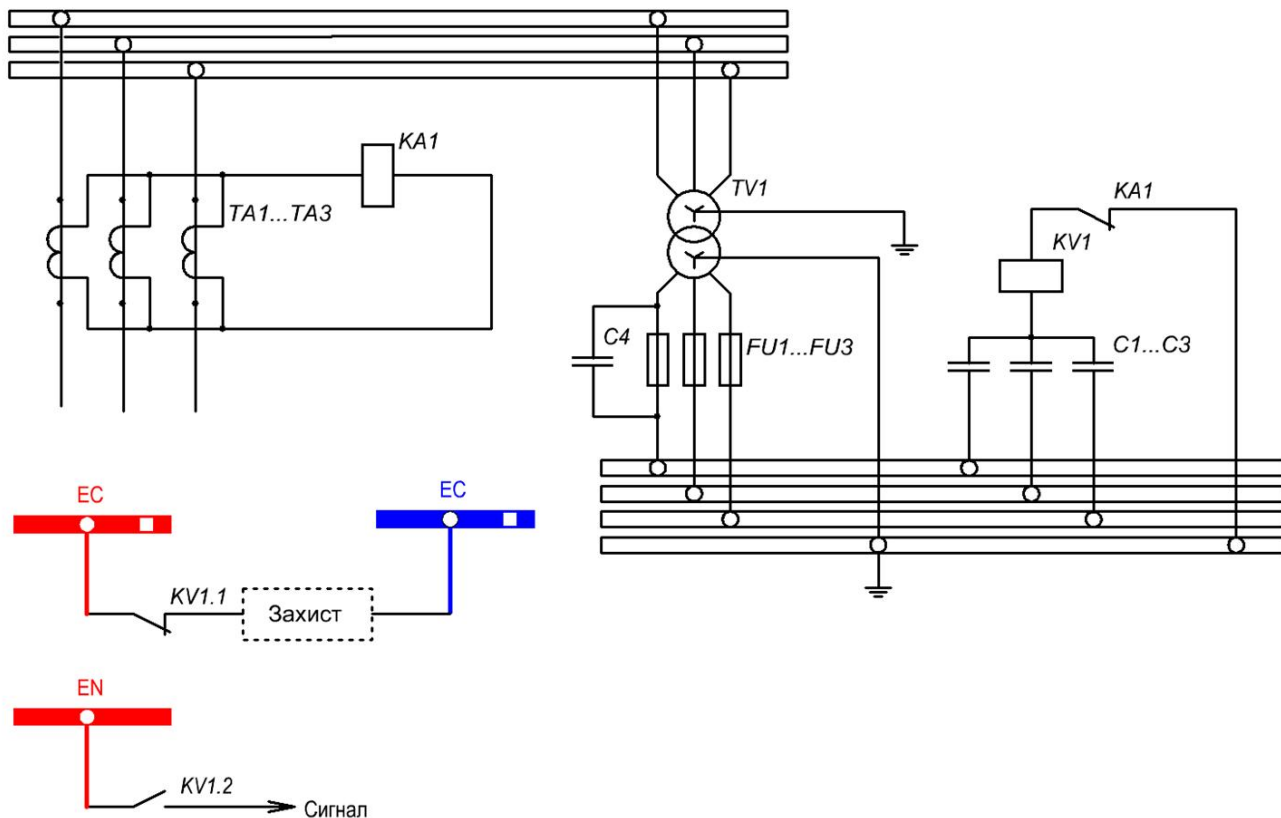
Вторинні обмотки двообмоткових ТН і з'єднані зіркою основні обмотки триобмоткових ТН захищаються триполюсними автоматичними вимикачами з комбінованими розчіплювачами. Обмотки вторинної напруги, які з'єднані в розімкнений трикутник, захищаються однополюсними автоматичними вимикачами з комбінованими розчіплювачами.

Зникнення напруги від ТН при перегорянні запобіжників, спрацювання автоматичних вимикачів, несправності допоміжних контактів сприймається РЗ як зменшення напруги при КЗ в захисній зоні і спричиняє його неправильну дію. Тому захисти, які реагують на зменшення напруги, обладнуються спеціальним блокуванням. Якщо такі порушення безпосередньо не спричиняють хибної роботи захисту, тоді встановлюється пристрій, що сигналізує про зникнення напруги. Сигналізація у схемах зі з'єднанням обмоток зіркою і відкритим трикутником може виконуватися лампами або мінімальним реле напруги. Такі пристрої можуть спрацювати і при КЗ в мережі.

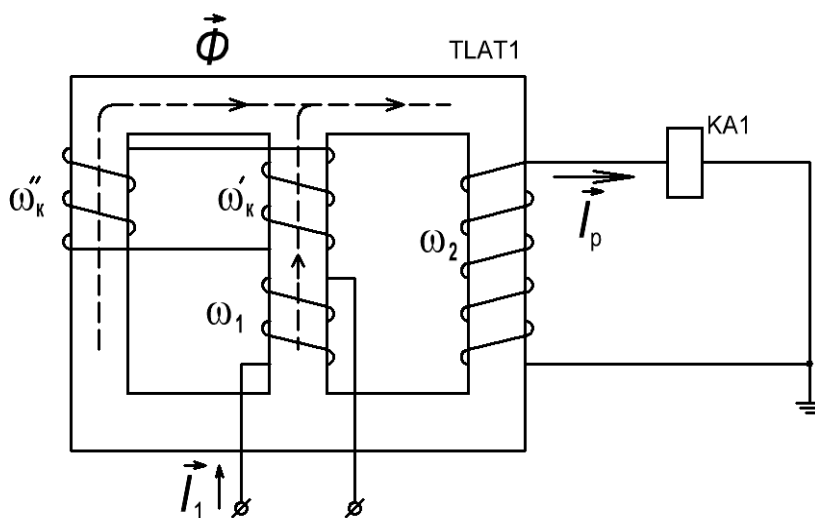


У схемах зі з'єднанням обмоток зіркою за замкненою нульовою точкою використовується вмикання реле КV через конденсатори С1, С2, С3. В нормальному режимі сума фазних напруг рівна нулю. Тоді напруга нульових точок конденсаторів і вторинної обмотки ТН також рівна нулю. Тому струм в обмотці КV відсутній. При перегорянні одного або двох запобіжників напруга нульової точки зірки конденсаторів рівна сумі напруг непошкоджених фаз, а напруга нульової точки зірки вторинної обмотки ТН залишається рівна нулю. Тоді через реле КV пройде струм, воно спрацює і контактом КV.1 зніме напругу з комплексу живлення захисту.

При КЗ на землю симетрія фазних напруг порушується, блокування може спрацювати і виведе захист з дії. Для запобігання неправильної дії встановлене реле струму КА, яке розмикає коло обмотки КV, запобігаючи його спрацюванню. На такому принципі побудоване блокування типу КРБ-12. Такі пристрої не будуть працювати при перегорянні запобіжників в усіх трьох фазах або при обриві нульового проводу. Для створення блокування вмикається конденсатор С4, який забезпечує підведення напруги до реле КV.



## 2.6. Насичувальні ТС (НТС)



НТС використовуються в диференційному струмовому захисті. При зовнішньому КЗ і при вмиканні елементів цей захист не повинен діяти, що досягається використанням НТС. Такий трансформатор має тристержневе феромагнітне осердя. При синусоїдному струмі він працює як звичайний ТС. Аперіодична складова, яка виникає при зовнішньому КЗ, вмиканні елемента, що захищається, насичує магнітопровід. Обмотки  $\omega'_k$  і  $\omega''_k$  з'єднані так, що магнітні потоки лівого і середнього стержня сумуються, підсилюючи дію аперіодичної складової. Тому частина струму робочої обмотки  $\omega_{роб}$  попадає в обмотку  $\omega_2$  шляхом подвійної трансформації. Тобто, аперіодична складова погіршує

трансформацію періодичної складової. В результаті подвійної трансформації струм  $I_2$  стає досить малим і реле КА при такому струмі не спрацює.

Змінювати характеристику НТС можна, використовуючи струм керування, для чого передбачається обмотка керування, вона ще називається гальмівною і такий НТС називається ТС з магнітним гальмуванням. При збільшенні струму керування збільшується ступінь намагнічування магнітопроводу і для отримання одного і того ж вторинного струму, при якому реле КА спрацює, необхідно збільшувати струм  $I_{роб}$ . На основі НТС побудовані диференційні реле серії РНТ, а на основі ТС з магнітним гальмуванням реле серії ДЗТ.

## **2.7. Трансреактори (ТР)**

Останнім часом з переходом на інтегральну мікроелектронну базу, вхідний опір вимірних органів яких досить великий, використовується ТР (позначаються ТАУ) замість ТС. ТР – це вимірювальний перетворювач, в якому вимірна інформація про первинний струм представляється за допомогою вторинної напруги. Коефіцієнт трансформації рівний  $K_{I,U}=I_1/U_2$ .

Опір навантаження вибирається так, що ТР працюють в режимі близькому до х.х. Тому коефіцієнт трансформації більше залежить від опору магнітопроводу, ніж в ТС. Для зменшення похибок трансформації магнітопровід виконується з великими проміжками. В зв'язку зі складністю виготовлення магнітопроводів з однаковими магнітними характеристиками первинні магнітні ТР не набули великого поширення.

Для приєднання 6–10кВ розроблені ТР з феритовими магнітопроводами. Різновидом ТР є магнітні вимірні перетворювачі, в яких кожне навантаження приєднується до окремого вимірного перетворювача струму. Цей пристрій має обмотку, яка індуктивно зв'язана з проводом, струм в якому необхідно виміряти. Електрорушійна сила кожної фази залежить від струму усіх трьох фаз. Такі перетворювачі використовуються на ПС 110кВ, виконаних за спрощеною схемою.

## **2.8. Фільтри симетричних складових**

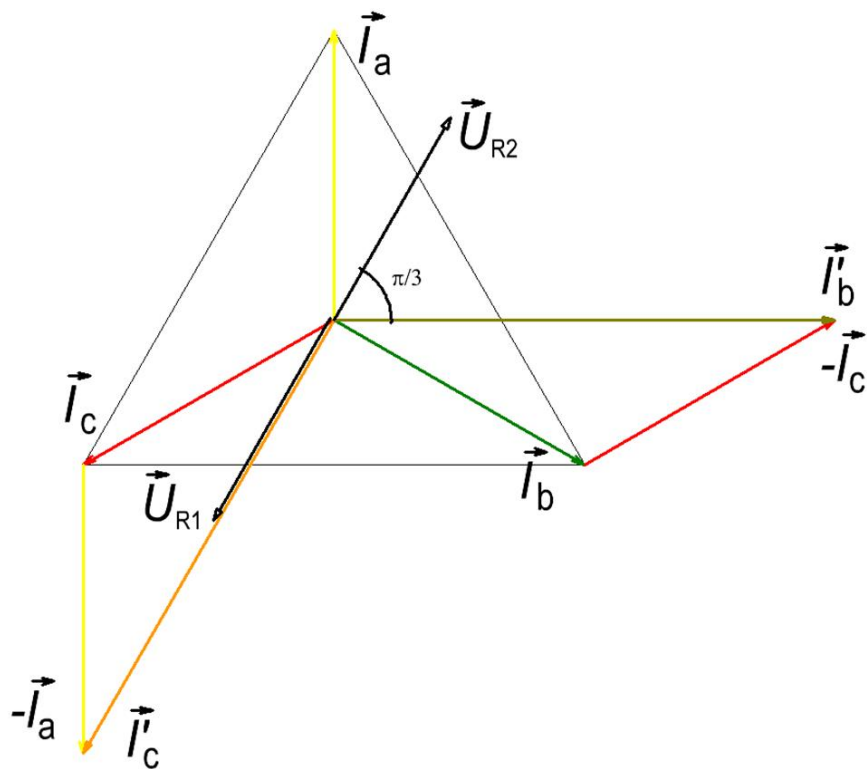
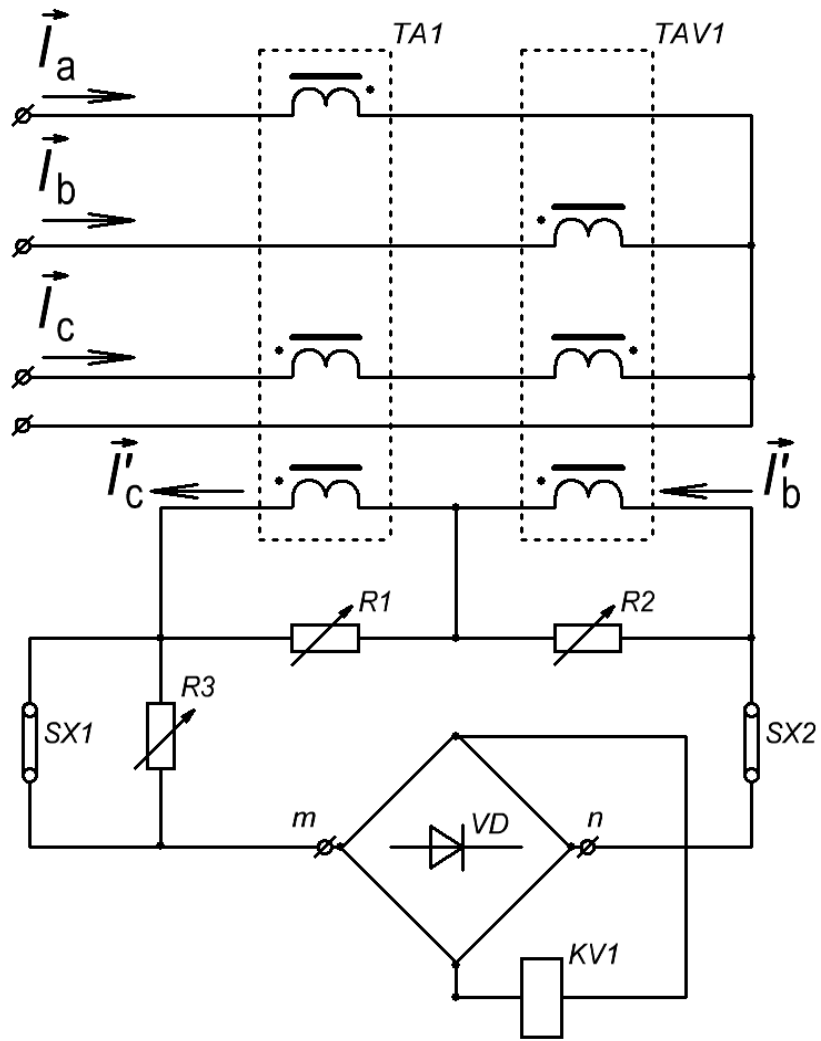
Фільтри симетричних складових струму і напруги виділяють струм або напругу прямої, зворотної або нульової послідовності при порушенні симетричного режиму трифазної системи.

### **2.8.1. Фільтр струму зворотної послідовності**

Фільтр струму зворотної послідовності типу РТФ–1М складається з трансформатора струму ТА і трансреактора ТАУ, кожний з яких має по дві первинні обмотки, ввімкнені для конденсації струмів зворотної послідовності на різницю струмів двох фаз. Напруга на реостаті R1 рівна:

$$U_{R1}=K1I_C R1=K1(I_C-I_A)R1$$

і співпадає з вектором струму  $I_C$ .



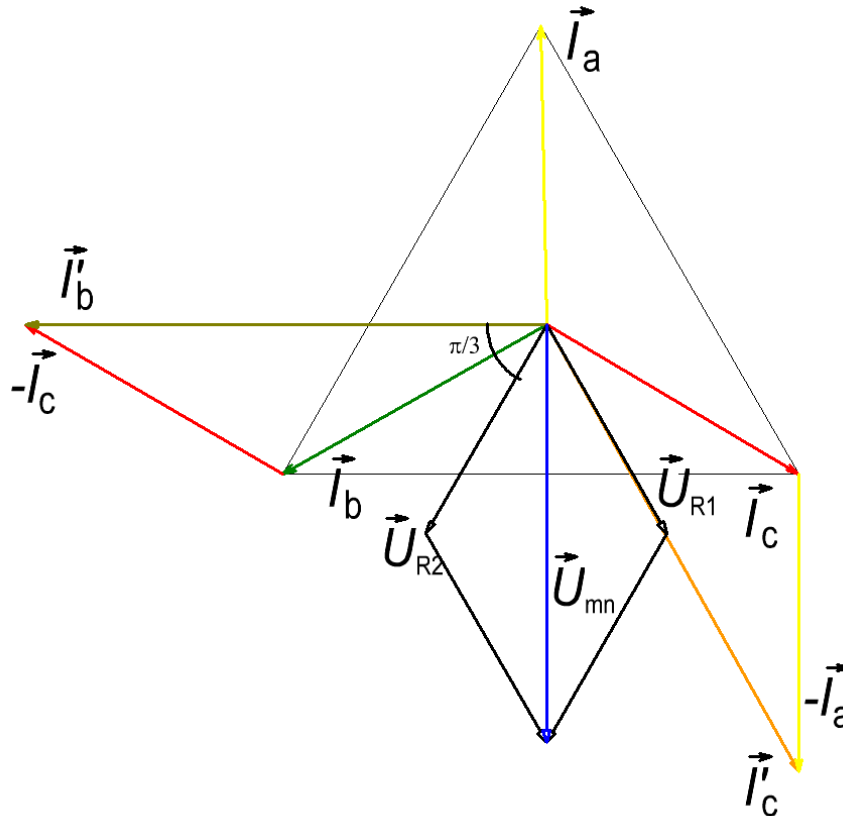
Напряга на реостаті R2 випереджує  $I'_B$  на  $60^\circ$ :

$$U_{R2} = K_{I,U} \cdot I'_B \cdot R2 \cdot e^{-j\pi/3} = K_{I,U} \cdot (I_B - I_c) \cdot R2 \cdot e^{-j\pi/3}.$$

При поданні на фільтр струму прямої послідовності струм на виході  $m-n$  відсутній за умови, якщо:

$$\frac{W_{1TA}}{W_{2TA}} R1 = 0,5 \frac{W_{1TAV}}{W_{2TAV}} R2 \cdot$$

При поданні струму зворотної послідовності сума напруг на реостатах  $R1$  і  $R2$  рівна  $E_{mn}$ , яка пропорційна струму зворотної послідовності.



### 2.8.2. Фільтри струму нульової послідовності

Для виділення струму нульової послідовності використовують сумування фазних струмів.

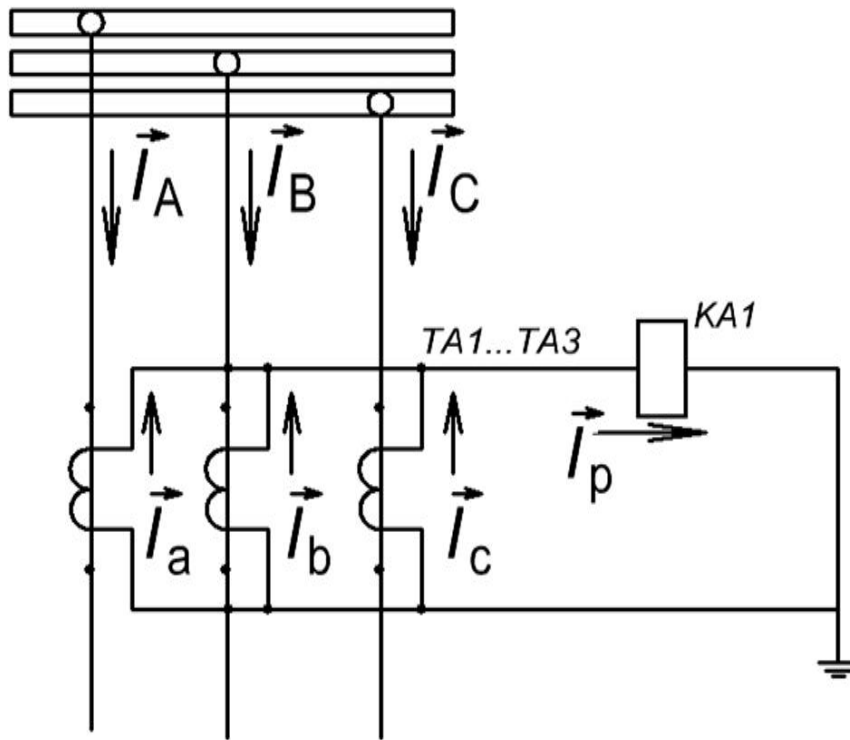
Струми можна додавати, якщо вторинні обмотки ТС з'єднати паралельно однойменними виводами, а до точок з'єднання під'єднати реле КА. Такий фільтр називається тритрансформаторним первинним фільтром струму нульової послідовності. Для нього струм реле рівний сумі вторинних струмів ТС .

$$I_p = I_a + I_b + I_c.$$

У реальних ТС  $I_p = (I_a + I_b + I_c) 1/K_I - (I_{a\mu} + I_{b\mu} + I_{c\mu}) * 1/K_I = 3I_0/K_I - I_{HВ}$

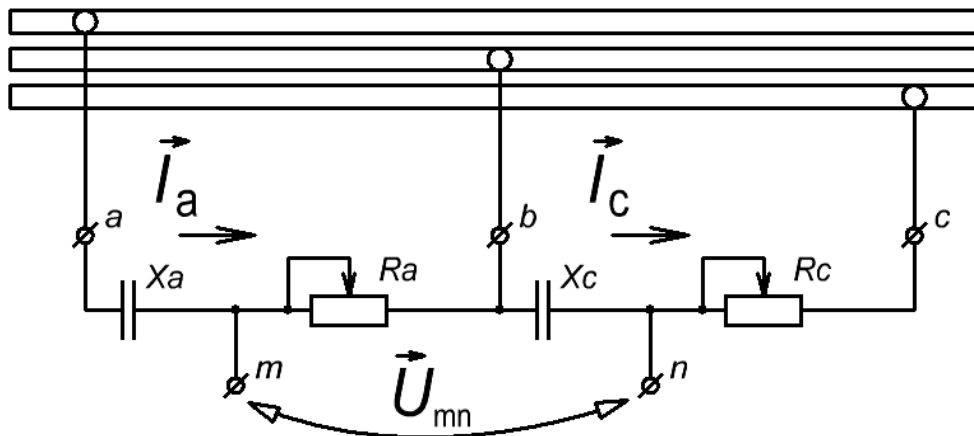
Струм нульової послідовності з'являється при пошкодженні на землю. В інших режимах коли він відсутній, через реле проходить лише струм небалансу, який збільшується із збільшенням первинного струму та появи в ньому аперіодичної складової. Такий фільтр використовується для захисту елементів мереж з глухозаземленою нейтраллю. В мережах з ізольованою нейтраллю застосовується однострансформаторний первинний фільтр – вимірний ТС нульової послідовності, який складається з тороподібного магнітопровода на якому розташовано вторинна обмотка. Трифазний кабель є первинною обмоткою. При

замиканні на землю еквівалентний первинний струм визначається струмами нульової послідовності. Він обумовлює в магнітопроводі потік, який наводить електрорушійну силу у вторинній обмотці і викликає струм в реле. В інших режимах сума фазних струмів рівна нулю.



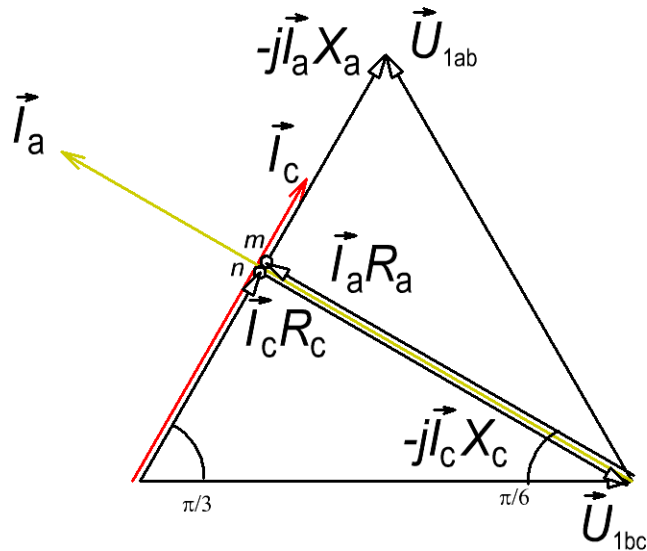
Суттєвою різницею між цими фільтрами є те, що струм небалансу ТС нульової послідовності визначається лише несиметрією розташування проводів фаз кабелю відносно магнітопровода і вторинної обмотки. Тому він значно менший і не перевищує 8–10мА. Для збільшення чутливості захисту замикань на землю ТС нульової послідовності виконують з підмагніченням.

### 2.8.3. Фільтри напруги зворотної послідовності



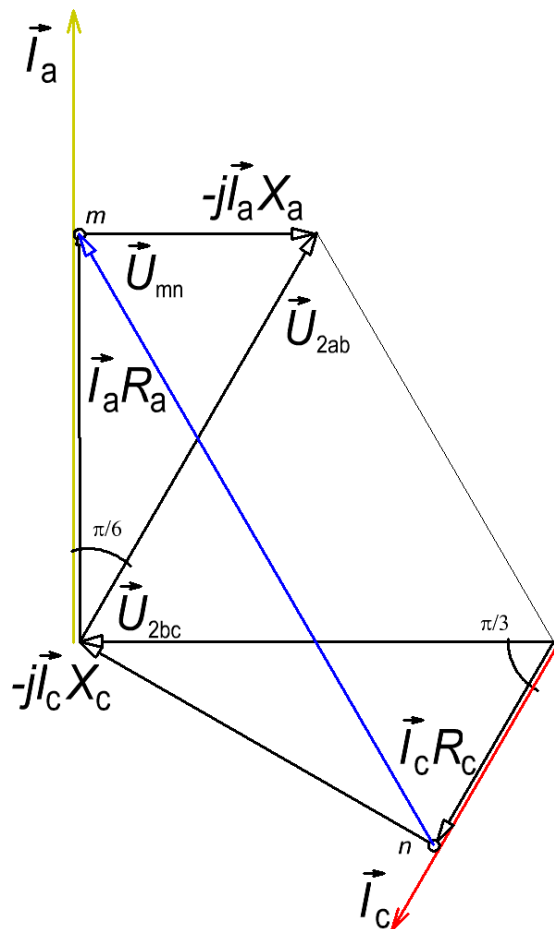
Міжфазні напруги не мають складових нульової послідовності, тому фільтр виконується на лінійні напруги.

Опори  $R_a, X_a, R_c, X_c$  вибираються так, щоб у разі відсутності на вході фільтра напруги зворотної послідовності, напруга на виході  $U_{mn}=0$ . Ці опори вибираються з умови віддачі максимальної потужності.



У разі появи на вході фільтри напруги зворотної послідовності, на виході з'являється напруга пропорційна напрузі зворотної послідовності:

$$U_{mn}=1,5U_{ab}2e^{-j\pi/6}.$$

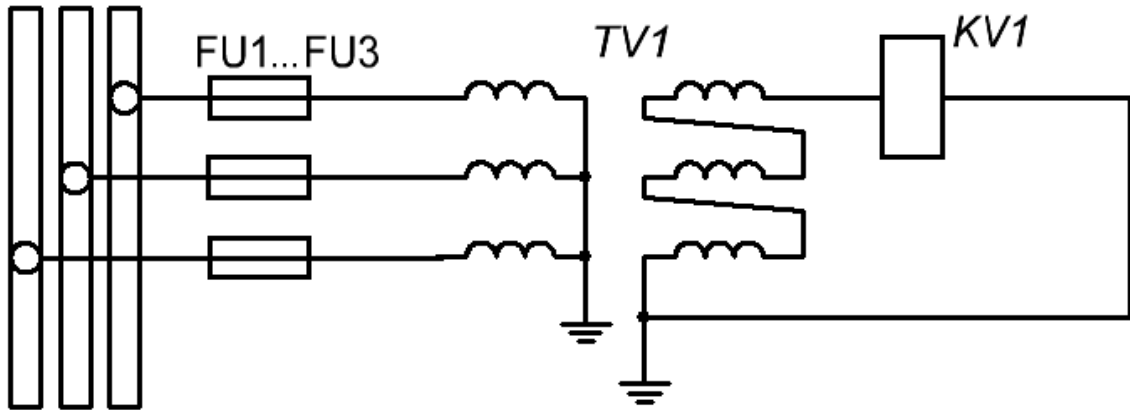


Напруга небалансу визначається похибкою в роботі фільтра і наявністю деякої несиметрії системи вхідних напруг. Похибка збільшується при відхиленні частоти до номінальної величини. При цьому змінюється опір на конденсаторі і

порушується відношення між активними і реактивними опорами. На такому принципі побудовано фільтр – реле РНФ–1М.

Якщо поміняти місцями входні затискачі, то можна отримати фільтр напруги прямої послідовності. Порушивши вказані співвідношення між активними і реактивними опорами можна отримати комбінований фільтр, який одночасно виділяє пряму і зворотну послідовність.

#### 2.8.4. Фільтр напруги нульової послідовності



Для отримання напруги нульової послідовності використовуються однофазні (в мережах понад 35 кВ) і трифазні 5–стержневі (в мережах до 35 кВ) ТН. Для отримання напруги нульової послідовності обмотки ТН з'єднують у схему

У разі появи напруги нульової послідовності напруга на реле рівна:

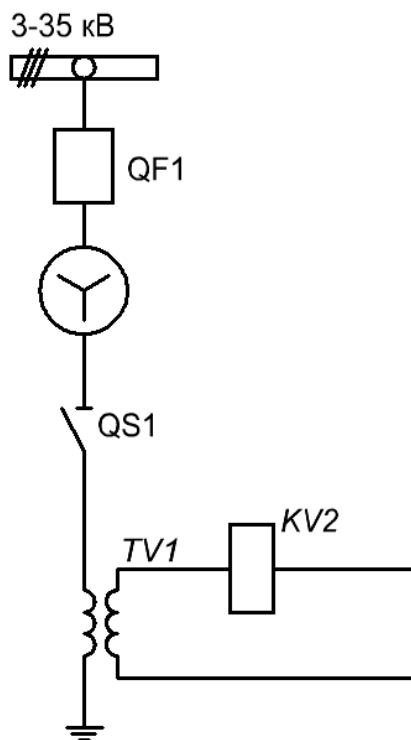
$$U_p = U_a + U_b + U_c = 3U_0 / K_U.$$

Напруга небалансу обумовлена вищими гармоніками і неоднаковою провідністю фаз системи відносно землі. Напругу нульової послідовності можна отримати, безпосередньо заземливши нейтраль системи через однофазний ТН.

При замиканні на землю нейтраль зміщується на деяку величину  $U_p = U_0 / K_U$ .

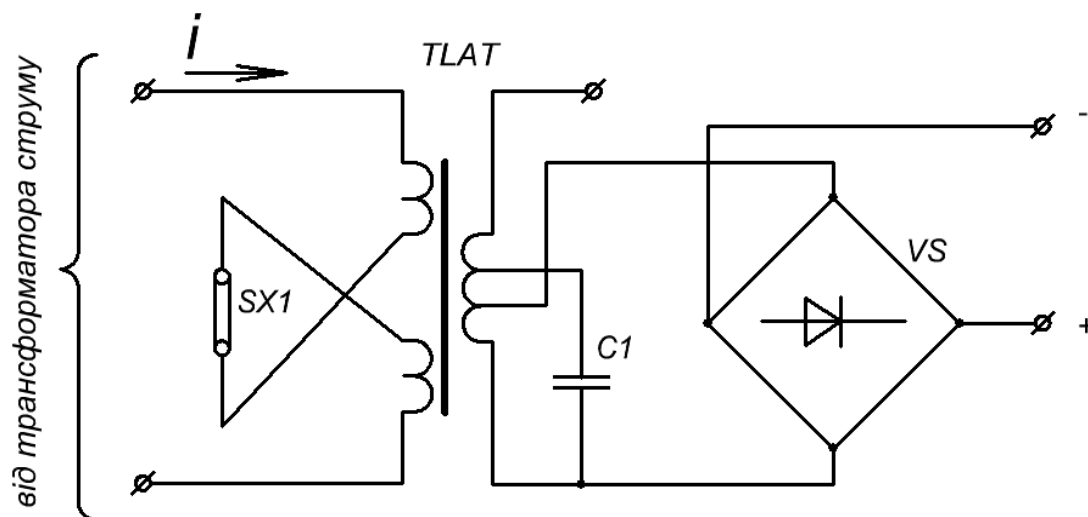
Така схема інколи використовується в мережах до 10 кВ. Вторинні фільтри нульової послідовності виконуються за допомогою з'єднання резисторів або конденсаторів зіркою і приєднання їх до вторинної обмотки первинного ТН. Крім того, може використовуватись проміжний ТН зі схемою з'єднань обмоток зірка/трикутник.



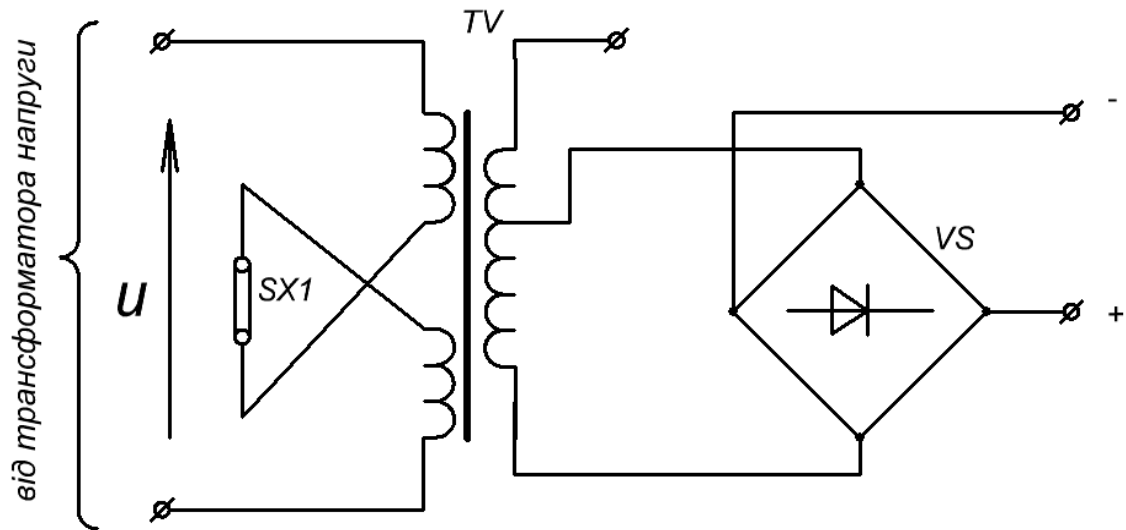


## 2.9. Блоки живлення

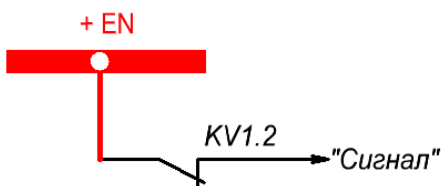
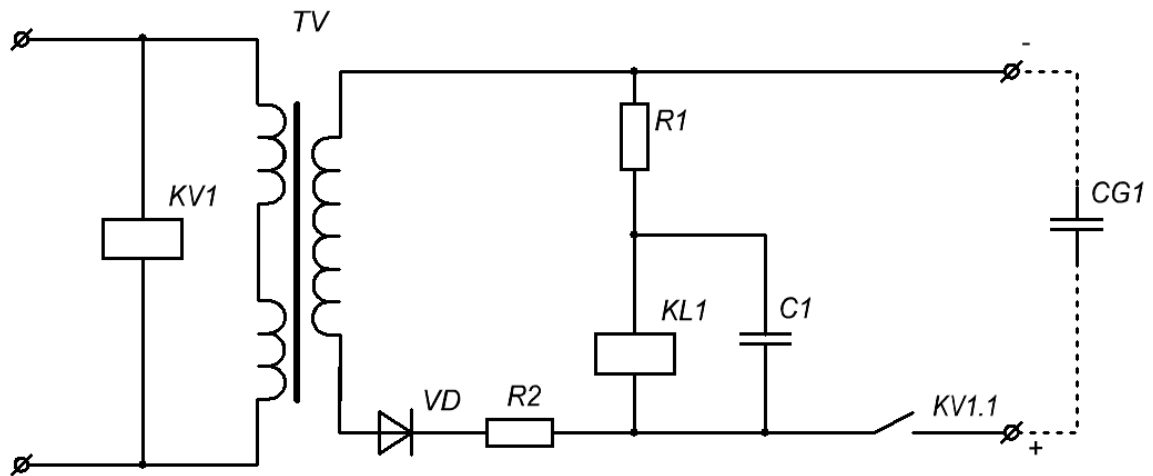
Блоки живлення призначені для забезпечення оперативним виправленим струмом пристроїв РЗА. Вони вмикаються до первинних ТС або ТН і до трансформаторів власних потреб.



Блоки живлення мають проміжний насичувальний ТС і двопівперіодний випрямляч. Насичувальний ТС забезпечує досить стабільну напругу на виході блока живлення при зміні первинного струму в широких межах. Конденсатор  $C_1$  забезпечують з колом намагнічувального трансформатора ферорезонансну стабілізацію напруги на виході блока. За такою схемою побудовані блоки живлення струму (БПТ) і блоки живлення напруги (БПН).



Як короточасні джерела оперативного струму використовуються конденсаторні батареї заряджені в нормальному режимі роботи за допомогою зарядних пристроїв (на схемі пунктиром).



Для сповільнення розряду конденсатора  $C_2$  вмикається резистор  $R$ , діод  $VD$  не допускає розряду конденсатора при зниженні струму на вході блока. За такою схемою побудовані блоки живлення і заряду типу БПЗ.