

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Тема:

Токовые направленные защиты

Введение

Направленная защита — это защита, действующая только при определенном направлении (знаке) мощности КЗ.

Применяются для обеспечения селективности в сетях с двусторонним питанием и кольцевых сетях.

Устанавливается с обеих сторон защищаемой линии.

Выполняется на реле направления мощности.

Принцип действия

KW – орган направления мощности;

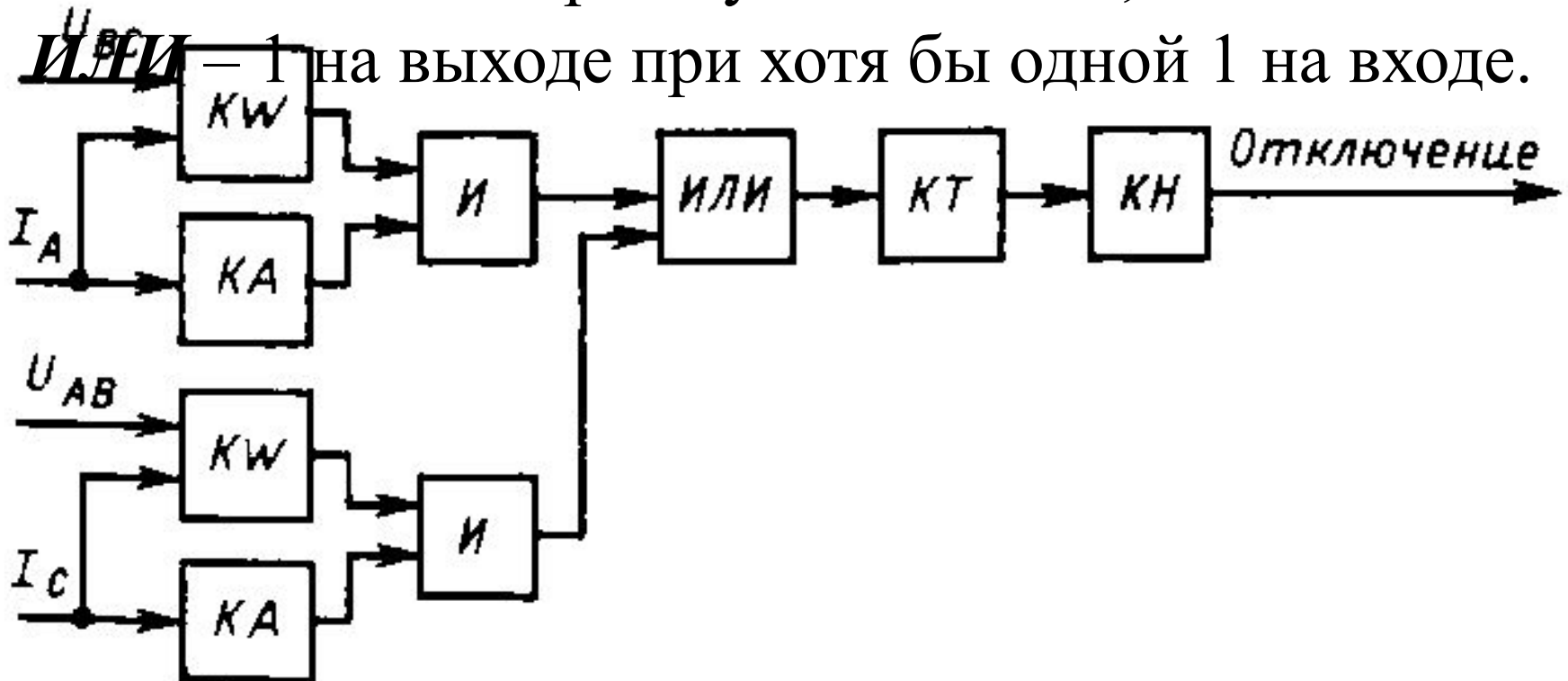
KA – орган тока;

KT – реле времени;

KH – сигнальное реле;

$И$ – 1 на выходе при двух 1 на входе;

~~$ИЛИ$~~ $ИЛИ$ – 1 на выходе при хотя бы одной 1 на входе.



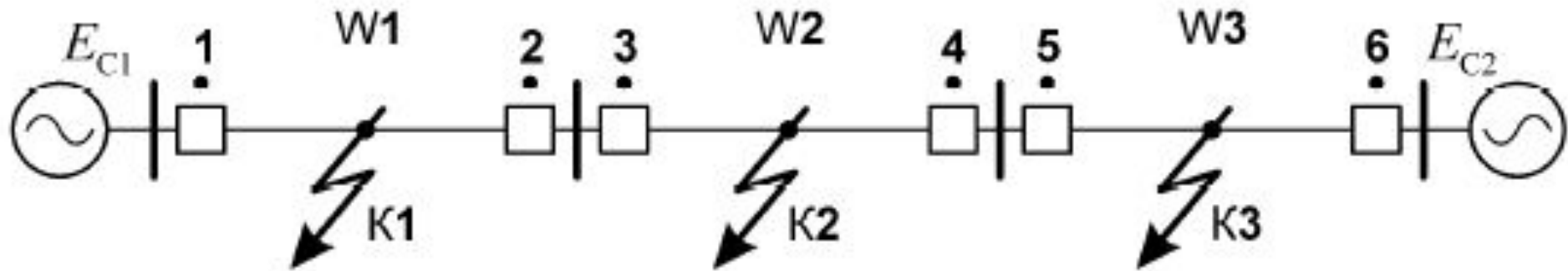
Принцип действия

Условия обеспечения селективности при КЗ
в точке:

$$K1: t_{c32} < t_{c33} < t_{c34} < t_{c35} < t_{c36}$$

$$K2: t_{c31} > t_{c32} > t_{c33} \text{ И } t_{c34} < t_{c35} < t_{c36}$$

$$K3: t_{c31} > t_{c32} > t_{c33} > t_{c34} > t_{c35}$$

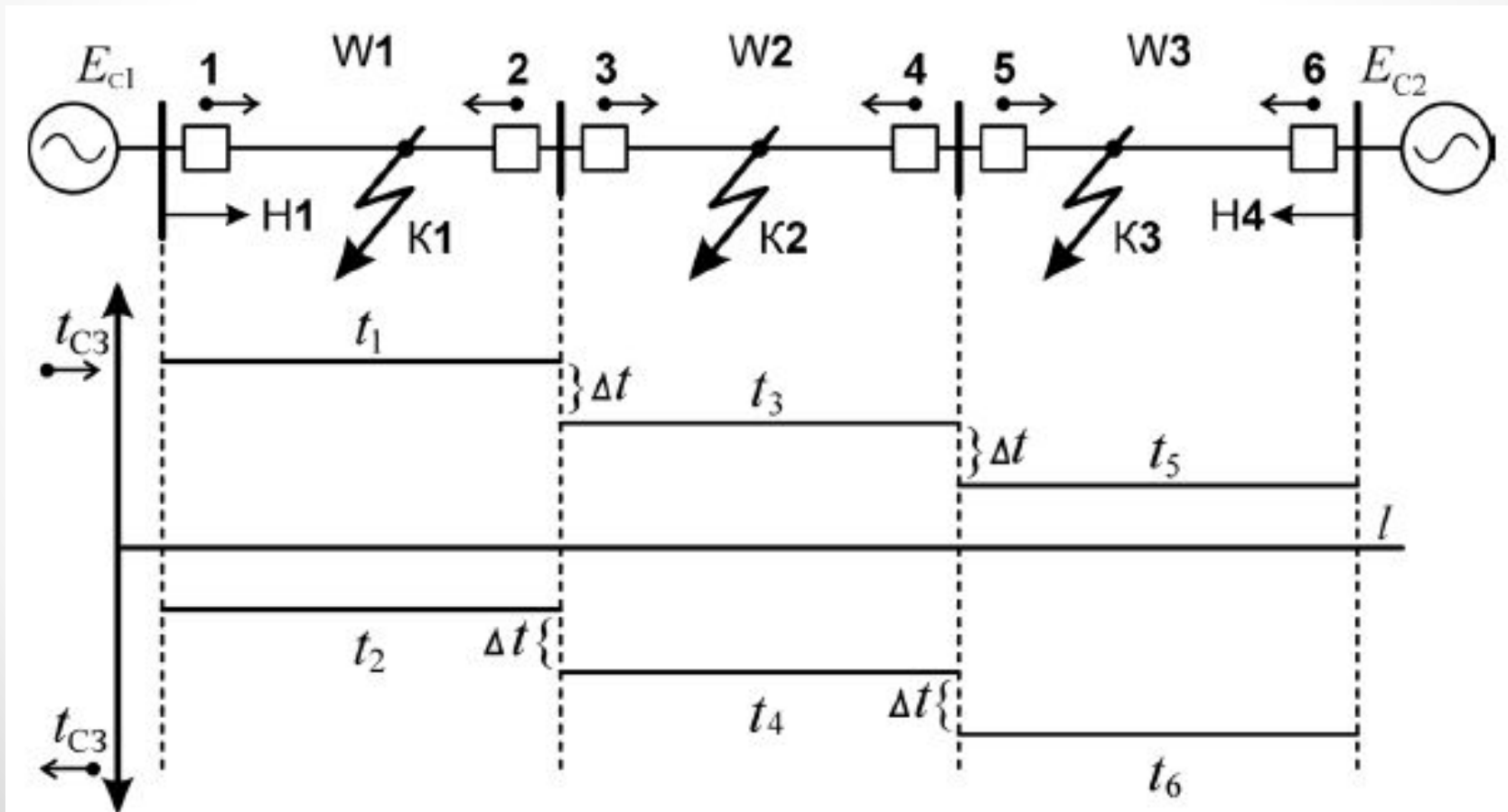


Выбор выдержек времени

$$K1: t_{c32} < t_{c34} < t_{c36}$$

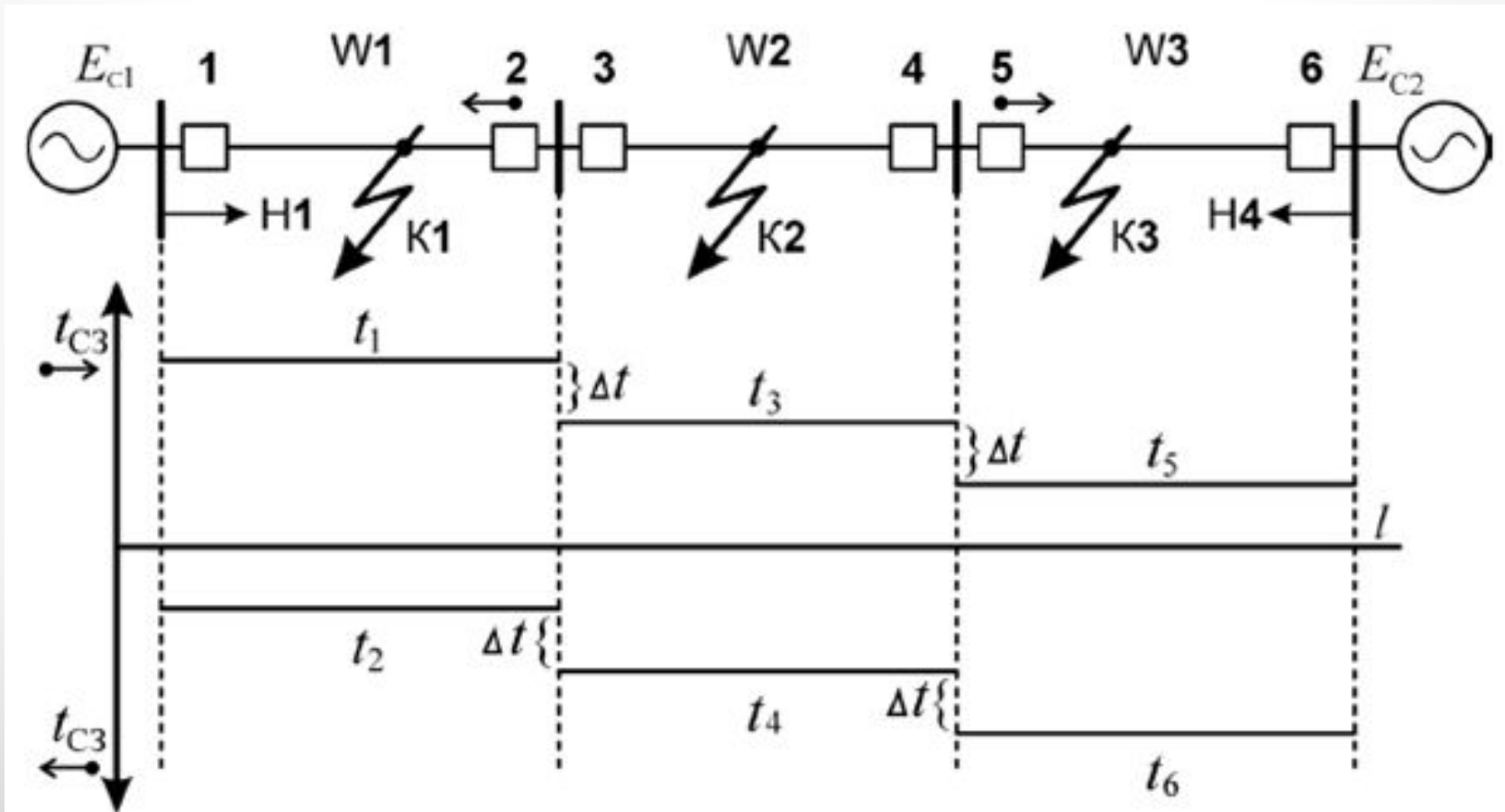
$$K2: t_{c31} > t_{c33} \text{ И } t_{c34} < t_{c36}$$

$$K3: t_{c31} > t_{c33} > t_{c35}$$



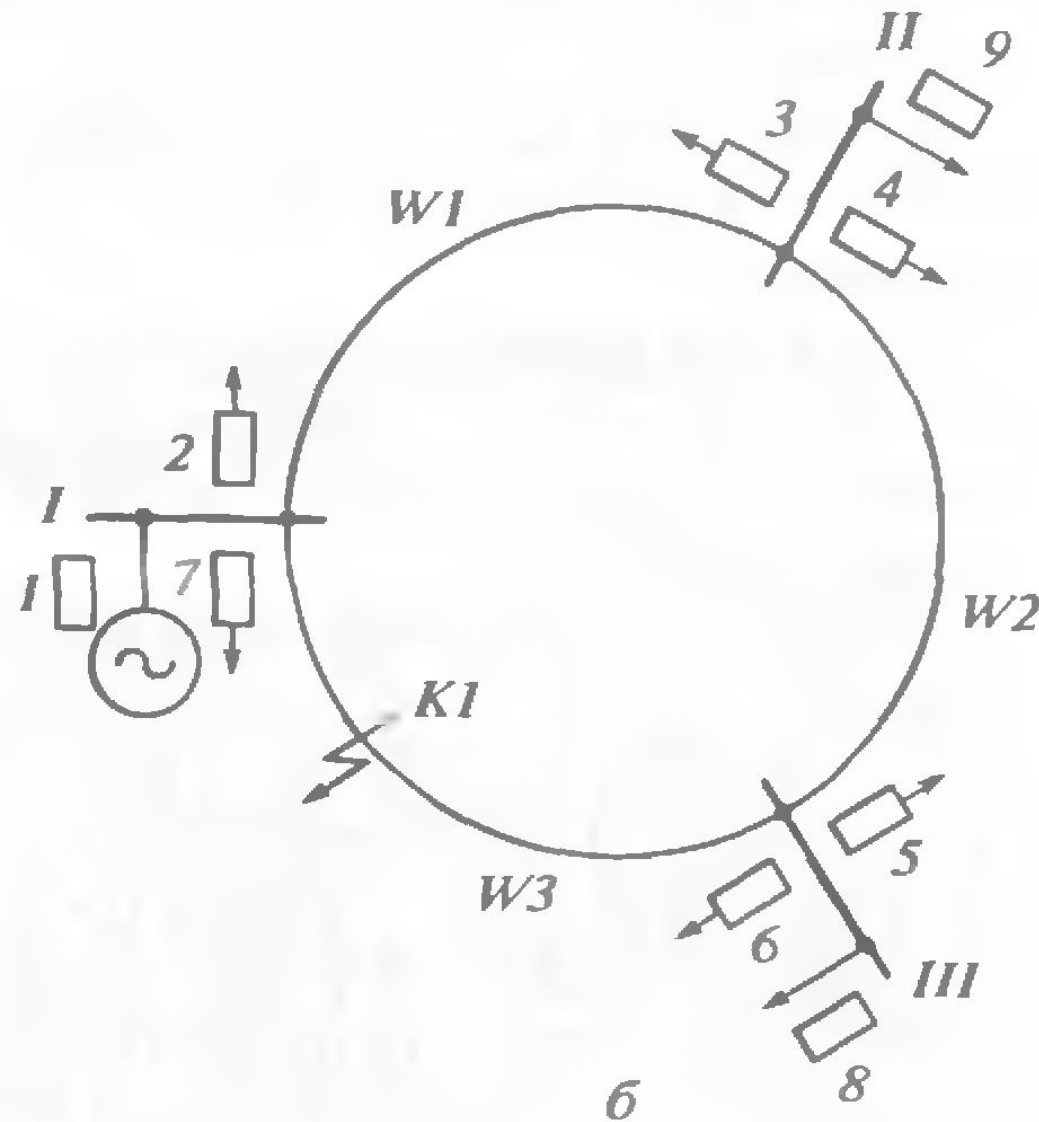
Выбор выдержек времени

Не все защиты должны выполняться направленными. В рассматриваемой схеме направленными должны быть только защита 2 и 5.



Зона каскадного действия

Зона каскадного действия – это часть защищаемой линии, в которой при КЗ защита не действует до отключения линии с противоположного конца.



Мертвая зона

При трехфазных КЗ вблизи места установки направленной защиты напряжение, подводимое к реле направления мощности, может оказаться настолько малым, что это реле не сработает, а следовательно, защита откажет.

Часть защищаемой линии, при КЗ в которой защита не срабатывает из-за недостаточного напряжения, подводимого к реле направления мощности, называется мертвой зоной.

Выбор тока срабатывания

Ток срабатывания направленной МТЗ:

$$I_{с.з.} = \frac{k_{отс} k_{сзп}}{k_{в}} I_{раб\ max} \quad (1)$$

Дополнительное условие для сетей с глухозаземленной нейтралью:

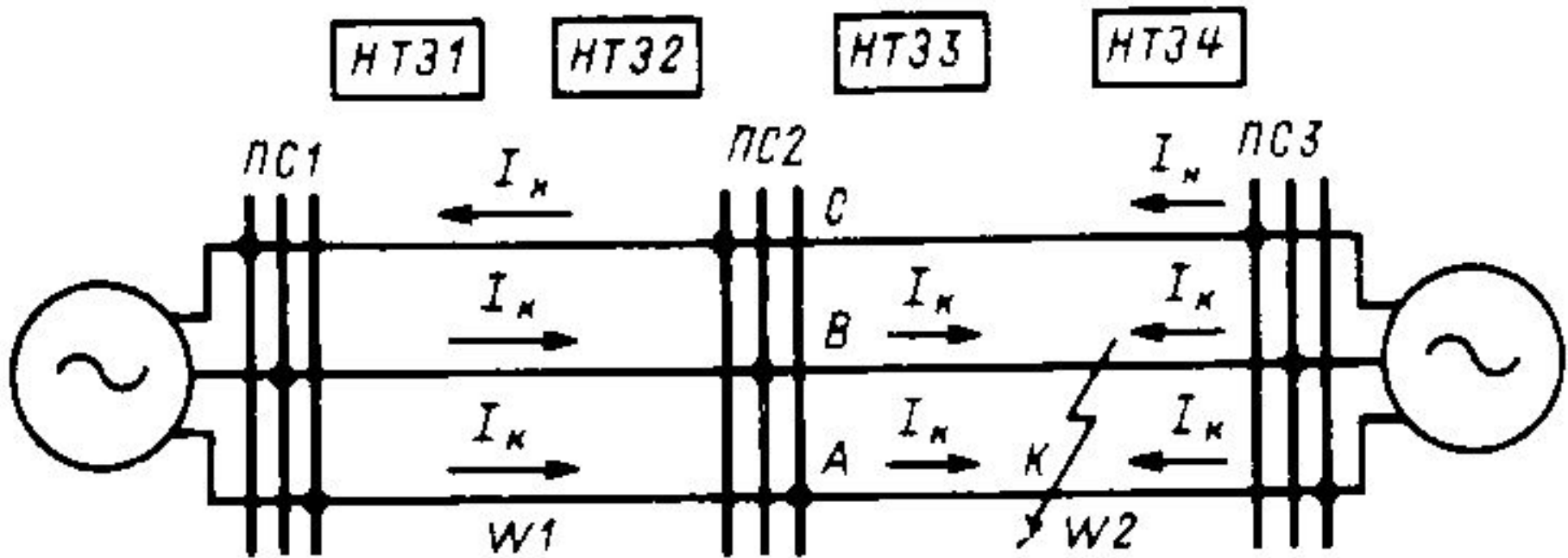
$$I_{с.з.} = k_{отс} I_{нф} \quad (2)$$

где $I_{нф}$ — ток в неповрежденной фазе.

Согласование чувствительности защит:

$$I_{с.з.n} \geq k_{отс} I_{с.з.(n-1)}$$

Выбор тока срабатывания



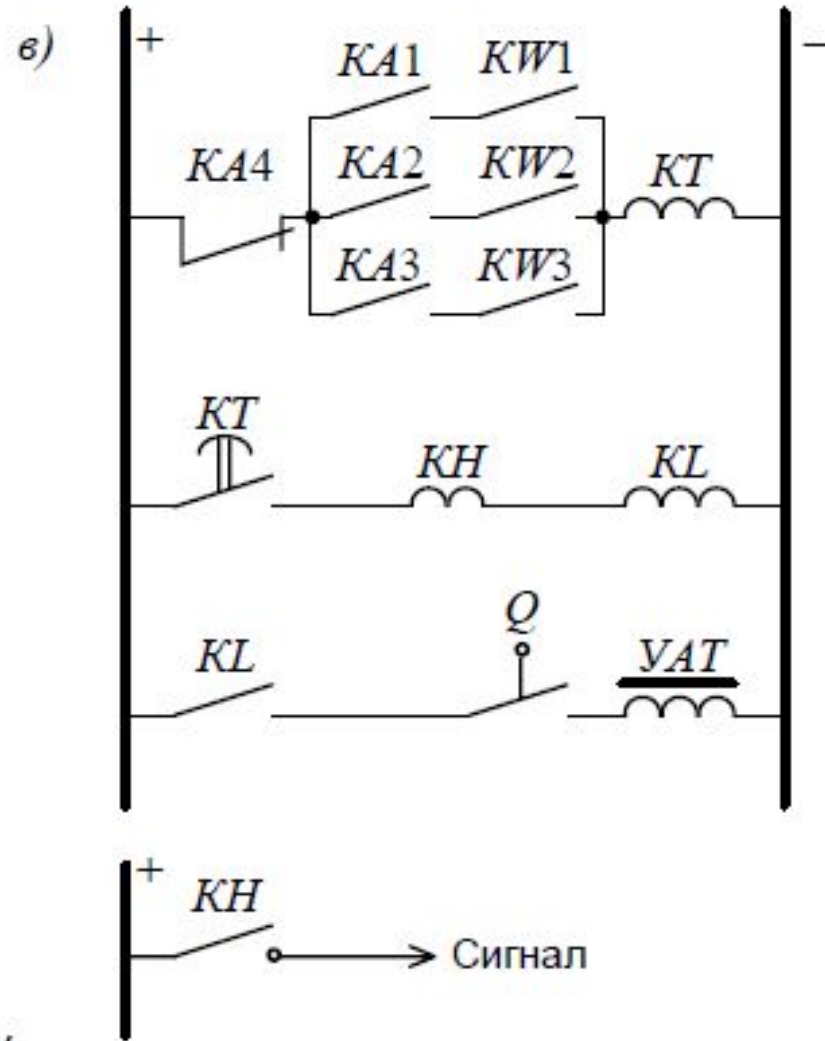
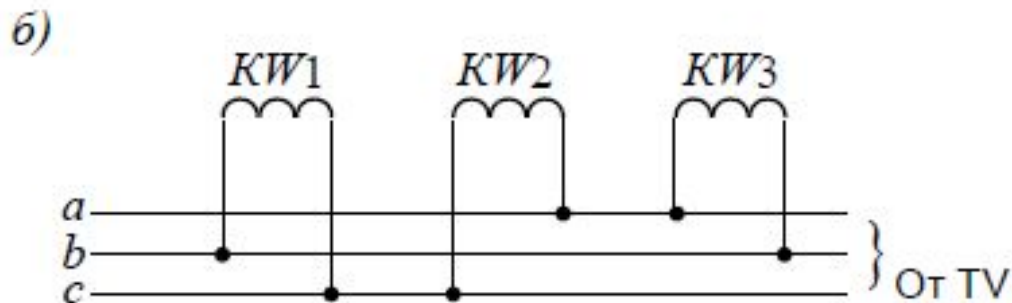
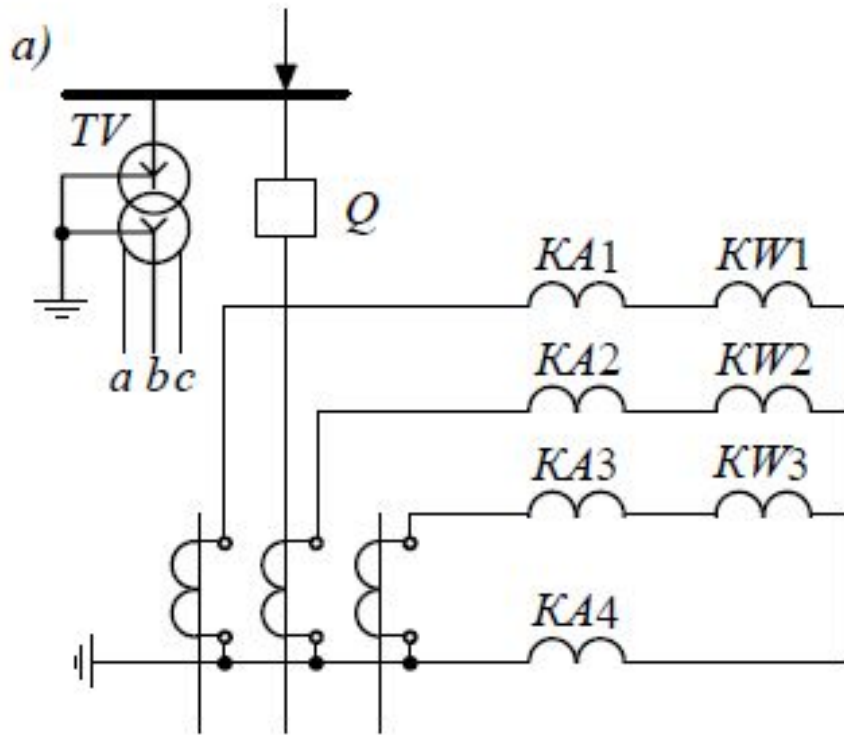
$$I_{\text{нф}} = I_{\text{н}} + kI_{\text{к}}$$

$I_{\text{нф}}$ — ток в неповрежденной фазе;

$I_{\text{н}}$ — ток нагрузки;

$kI_{\text{к}}$ — доля тока, замыкающегося по неповрежденной фазе при КЗ на землю.

Схема направленной МТЗ

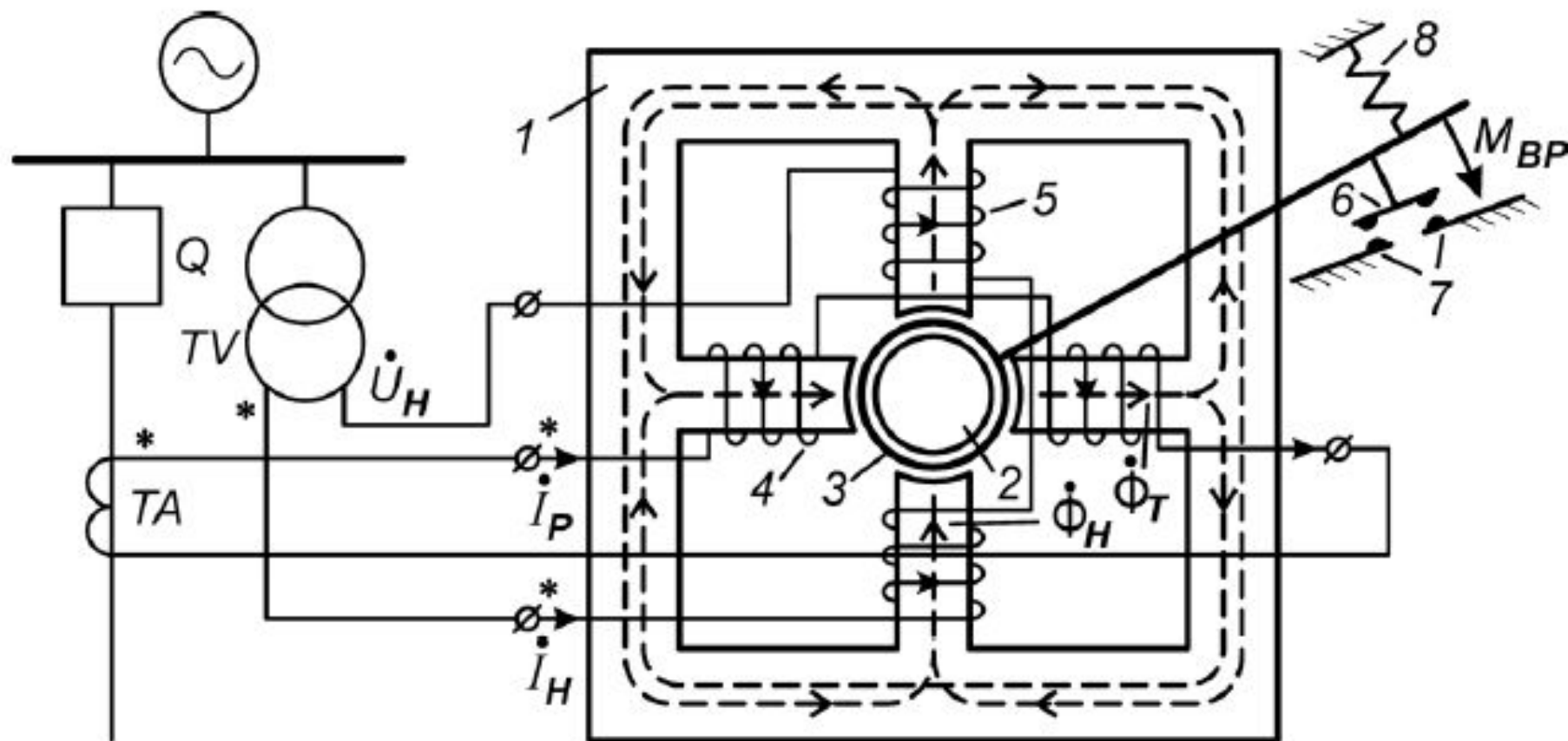


Реле направления мощности

Реле направления мощности используется в схемах защит в качестве органа, который по направлению (знаку) мощности, протекающей по защищаемому элементу, определяет элемент (участок), в котором произошло повреждение.

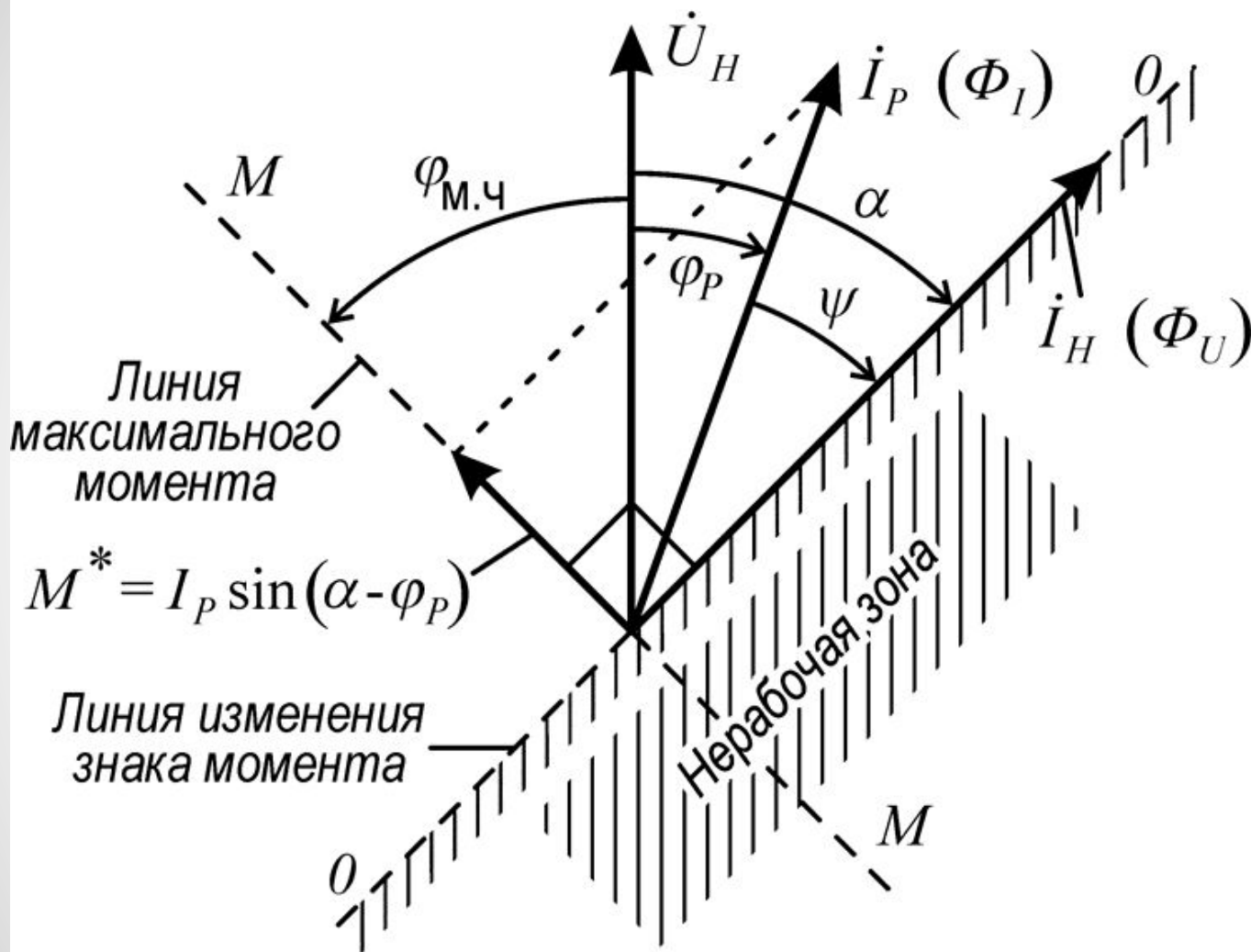
На практике находят применение индукционные (серия РБМ) и микроэлектронные реле направления мощности (серия РМ).

Принцип работы



1 — магнитопровод; 2 — сердечник; 3 — алюминиевый ротор; 4 — токовая обмотка; 5 — обмотка напряжения; 6 — контактный мостик; 7 — неподвижные выходные контакты; 8 — противодействующая пружина.

Векторная диаграмма РНМ



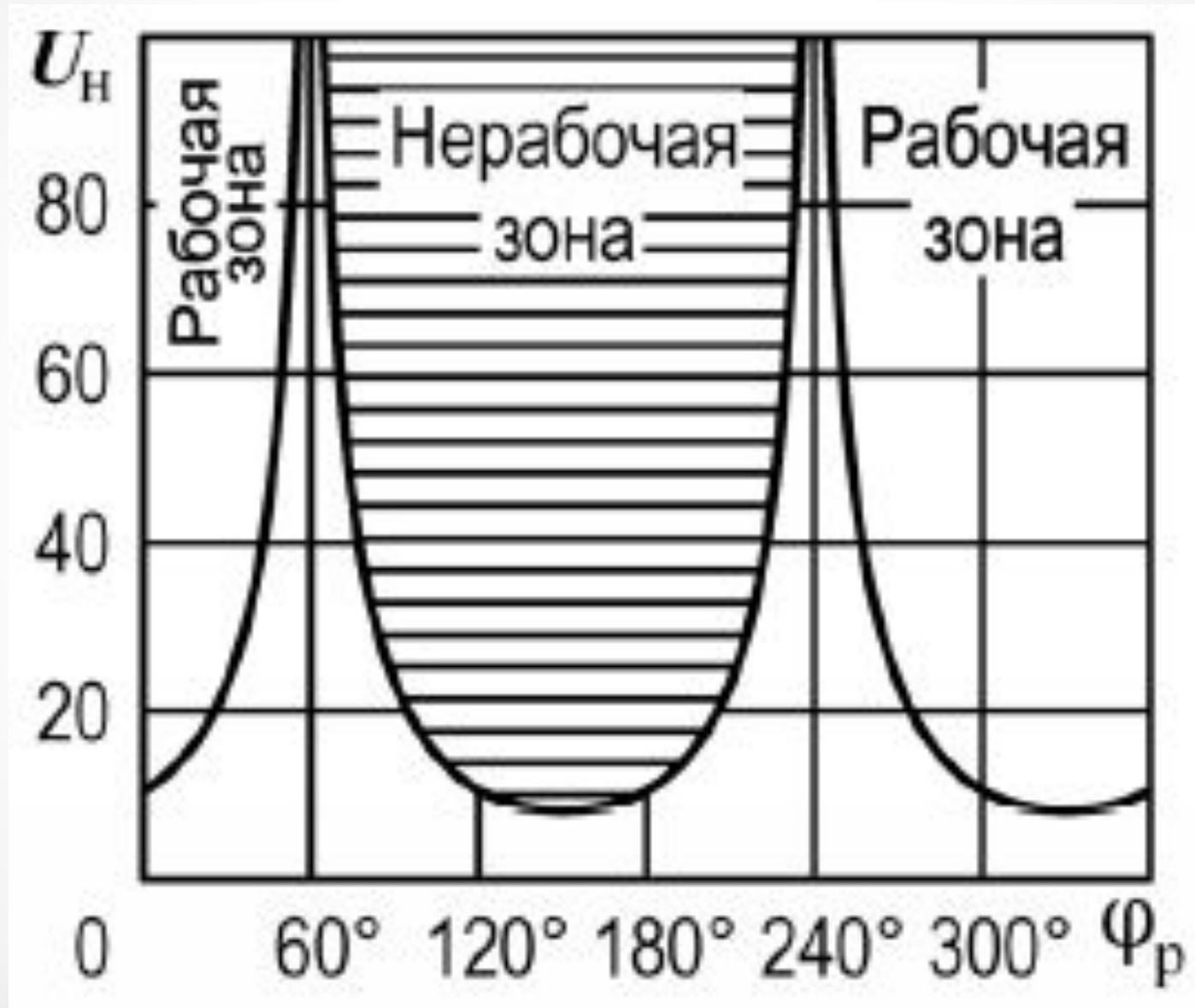
I_P — вектор тока в токовой обмотке реле;

I_H — вектор тока в обмотке напряжения реле;

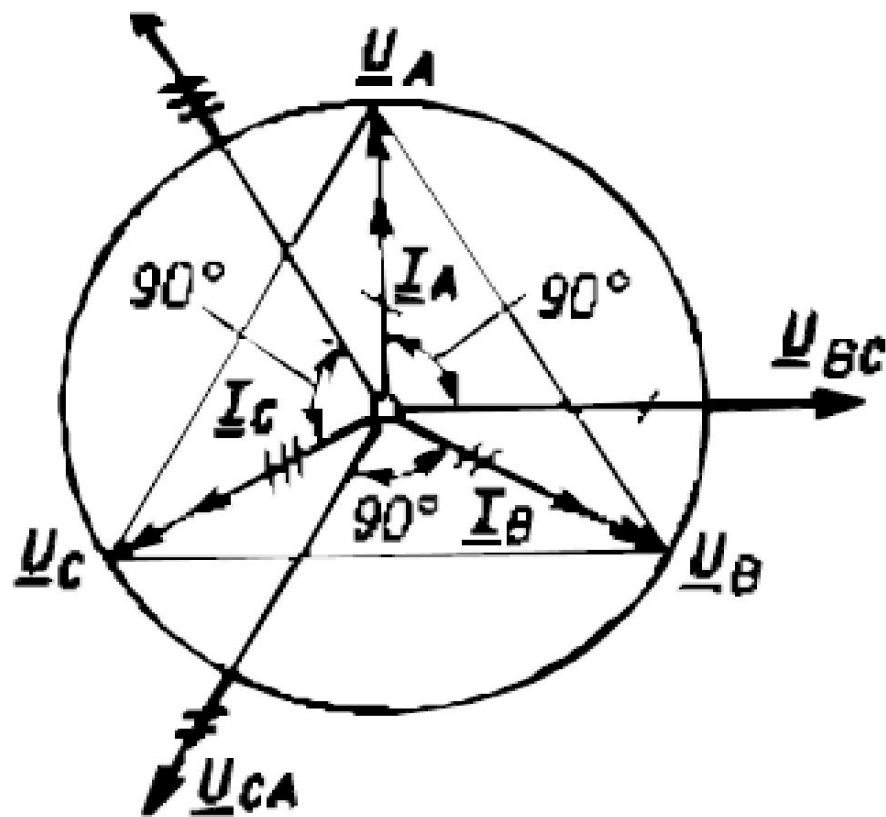
U_H — напряжение, подведенное к реле.

$$M_{\vartheta} = k_1 U_p I_p \sin(\alpha - \varphi_p) = k_1 S_p$$

Угловая характеристика РНМ



90-градусная схема включения РНМ



Реле	KW1	KW2	KW3
Ток, I_p	I_A	I_B	I_C
Напряжение, U_p	U_{BC}	U_{CA}	U_{AB}

Выводы

1. Применение органа направления мощности позволяет обеспечить селективность токовых защит в кольцевых сетях с одним источником питания и в радиальных сетях с двухсторонним питанием.
2. Защита отличается простотой и надежностью.
3. К недостаткам защиты относятся:
 - малое быстродействие;
 - недостаточная чувствительность в нагруженных и протяженных линиях электропередач;
 - наличие мертвой зоны по напряжению, что может привести к отказу при трехфазных коротких замыканиях вблизи места установки защиты.