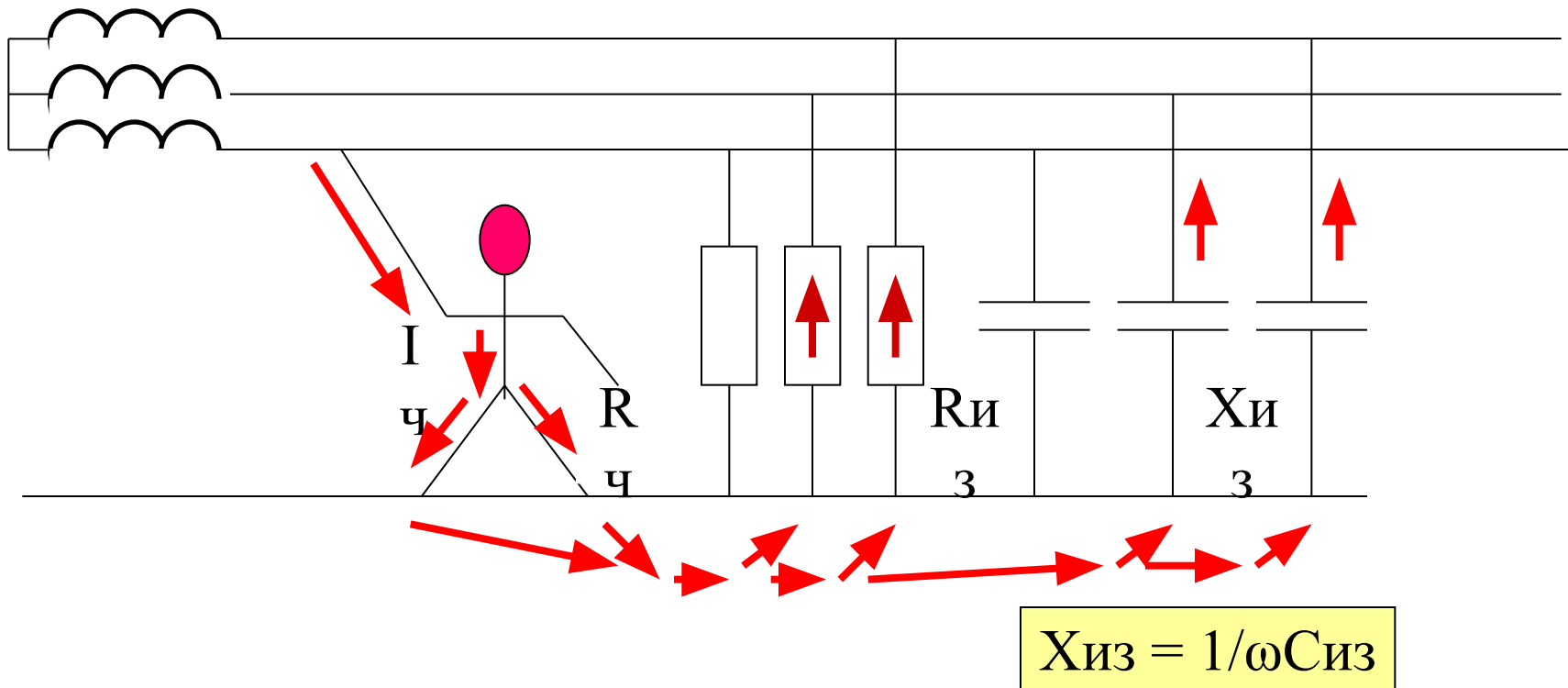


# ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АППАРАТОВ ЗАЩИТЫ ОТ УТЕЧЕК ТОКА НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЯ 127 В; 660В; 1140В





Прикосновение человека к фазе электрической сети  
с изолированной нейтралью

Аппарат защиты от утечек тока на землю предназначен для защиты человека от поражения электрическим током при касании к проводнику, нормально находящемуся под напряжением

Аппарат защиты от утечек тока на землю функционирует в электрической сети с изолированной нейтралью трансформатора

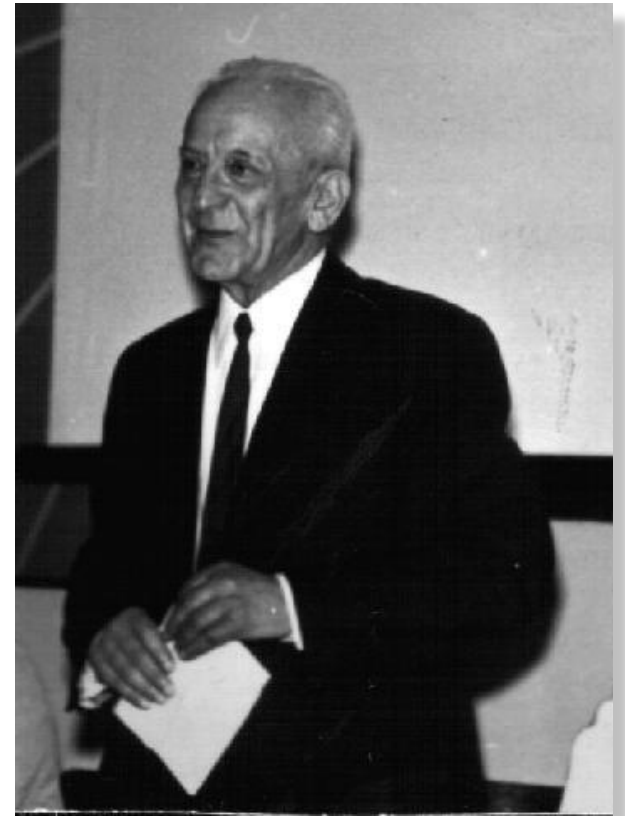
Аппарат защиты от утечек тока на землю выявляет снижение сопротивления изоляции электросети и формирует команду на её защитное отключение

Аппарат защиты от утечек тока на землю формирует команду на опережающее отключение электросети при повреждении изоляции одной фазы кабеля

**Доктор технических наук, профессор  
Рувим Моисеевич Лейбов (1904 - 1982 г.г.) -  
выдающийся учёный, автор теории  
электробезопасности эксплуатации  
шахтной электросети, первого серийного  
аппарата защиты от утечек (РУВ)  
Заведовал кафедрой «Горная  
электротехника и автоматика» ДПИ  
с 1942 по 1977 г.г.**

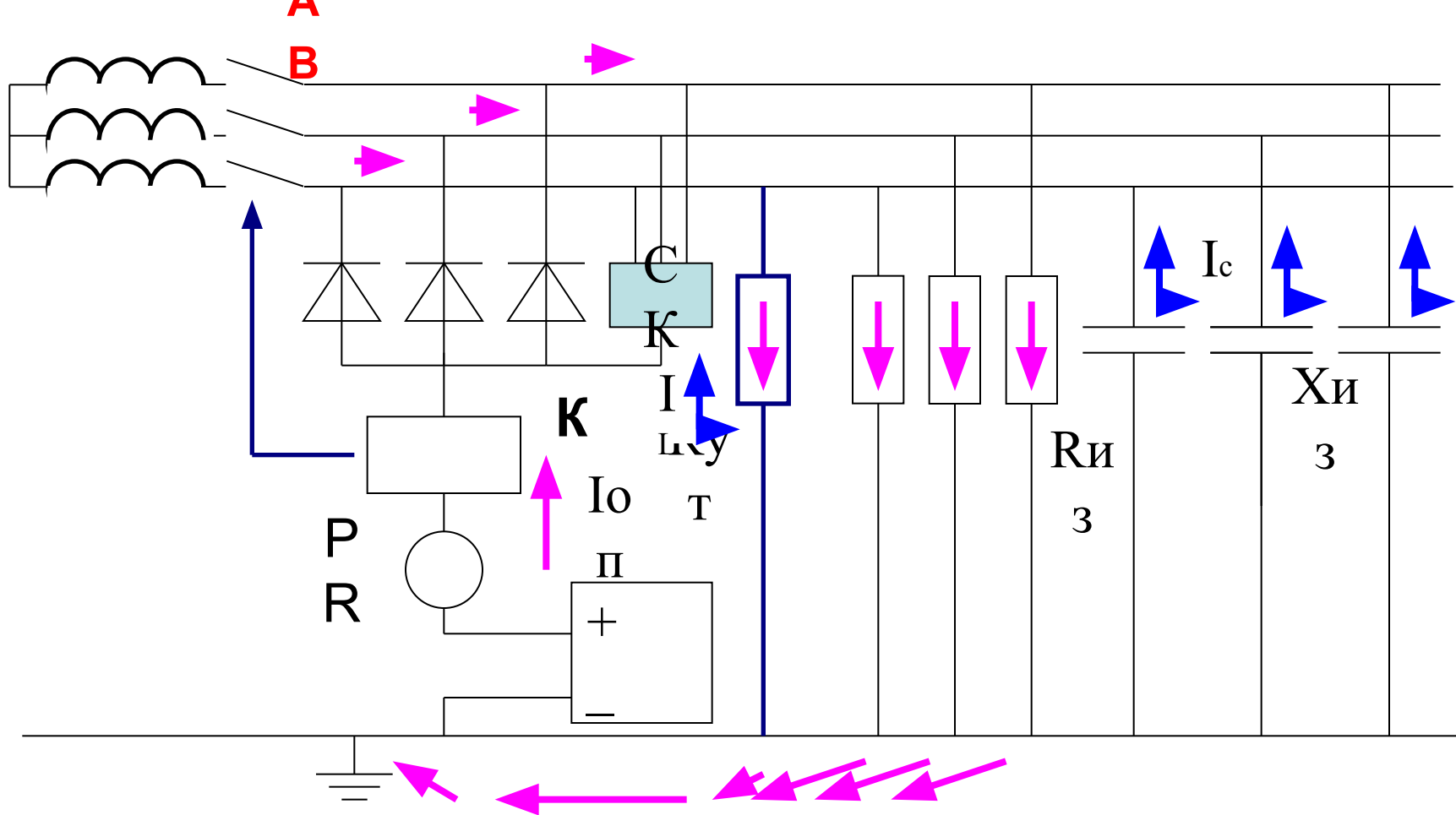


Вид первых серийных  
реле утечки (1949 г.)

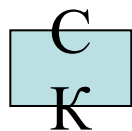


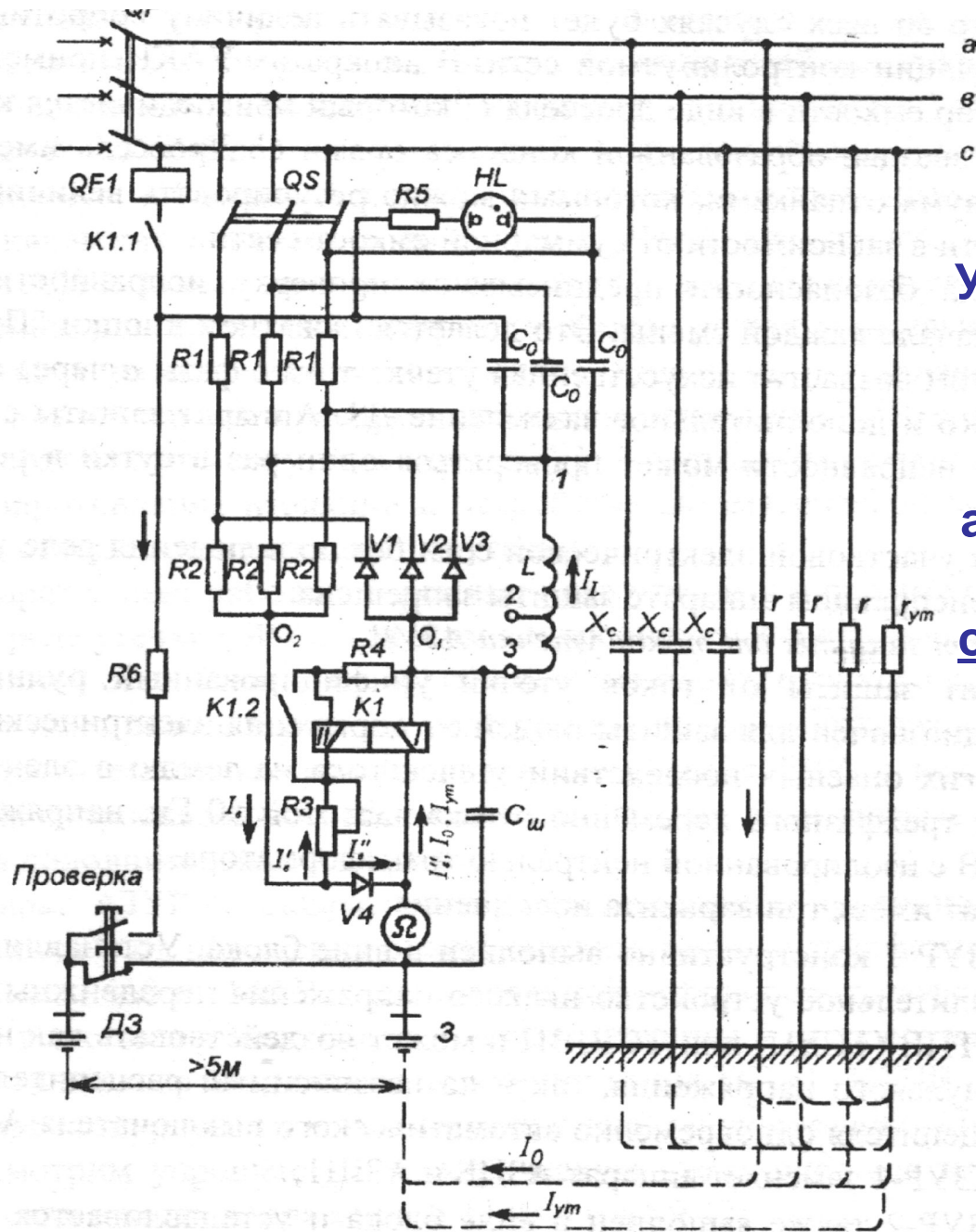
Многие аспекты исследований профессора Р. М. Лейбова послужили началом создания научного направления, которое развивается и в настоящее время.

Начиная с 50-х годов XX века применение аппаратуры защитного отключения стало обязательным в шахтной электросети



Принцип действия простейшего аппарата защиты от утечек тока на землю

 Статический компенсатор (дроссель) с фильтром присоединения



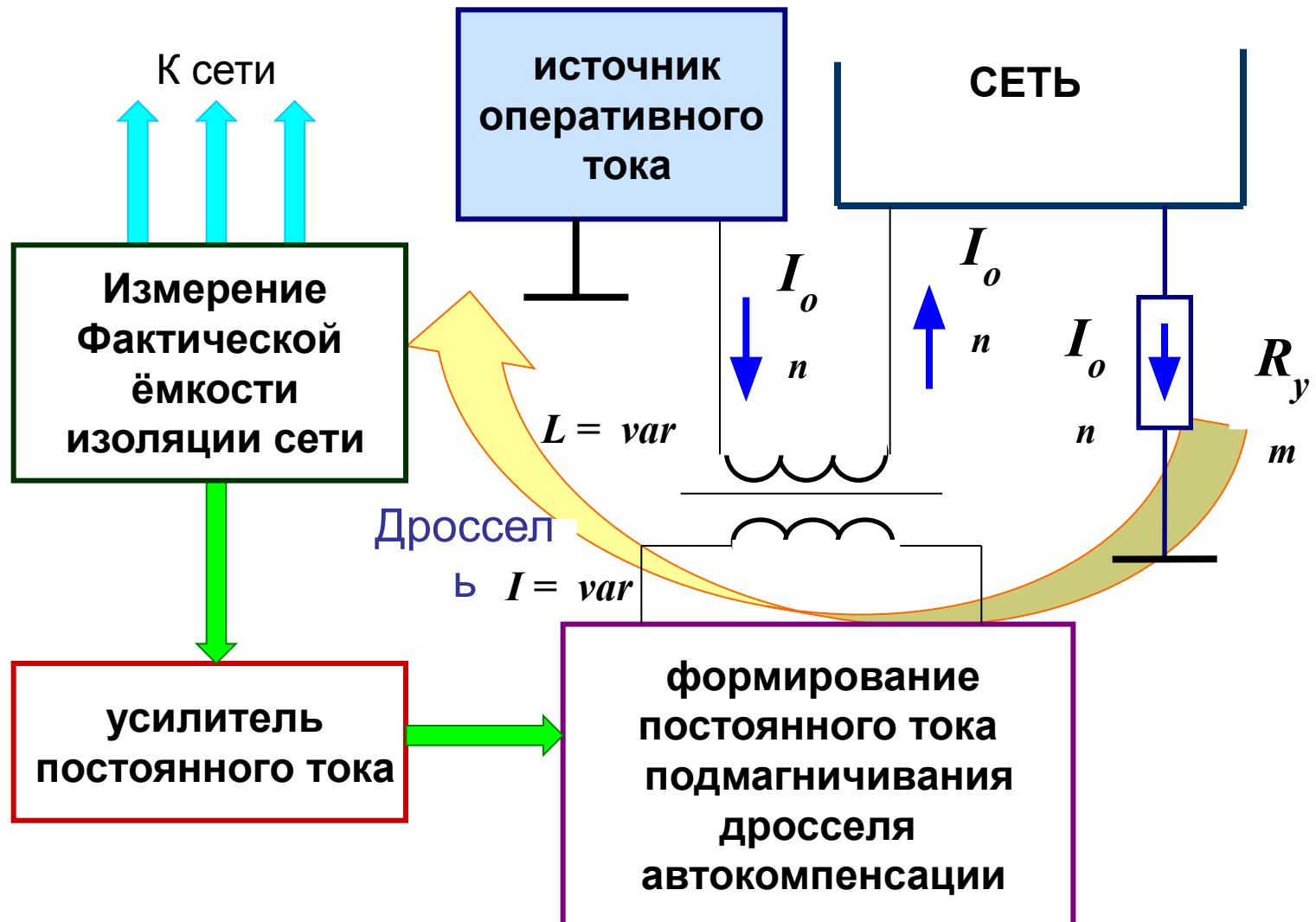
Устройство автоматического  
 контроля сопротивления  
 изоляции **УАКИ-127** –  
 типичный представитель  
 аппаратов защиты от утечек  
 тока на землю со  
статическим компенсатором  
 ёмкостных токов утечки

# Принцип выявления утечек тока на землю современными аппаратами защиты



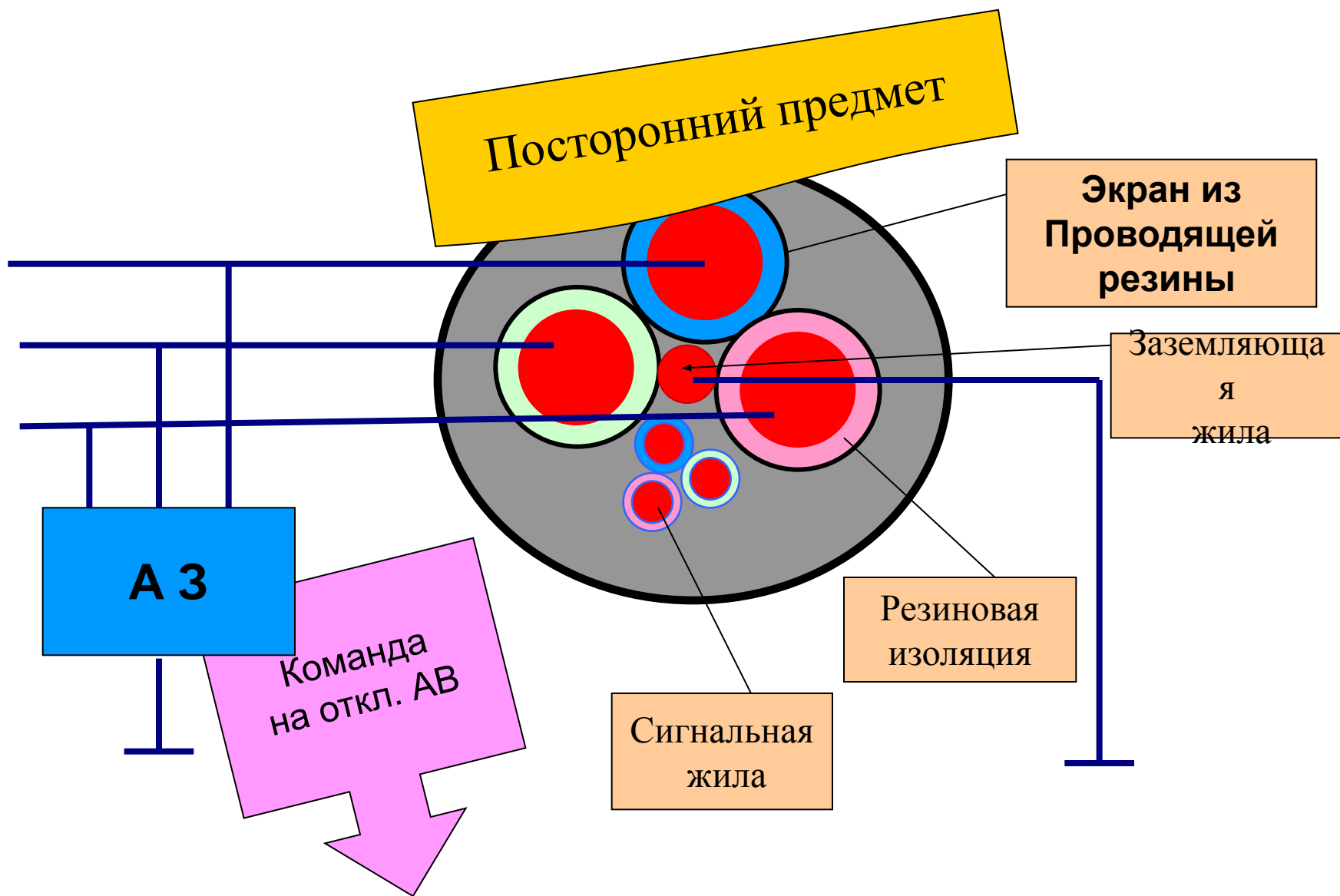
AZUR-1

# Принцип автокомпенсации ёмкостных составляющих токов утечки в современных аппаратах защиты

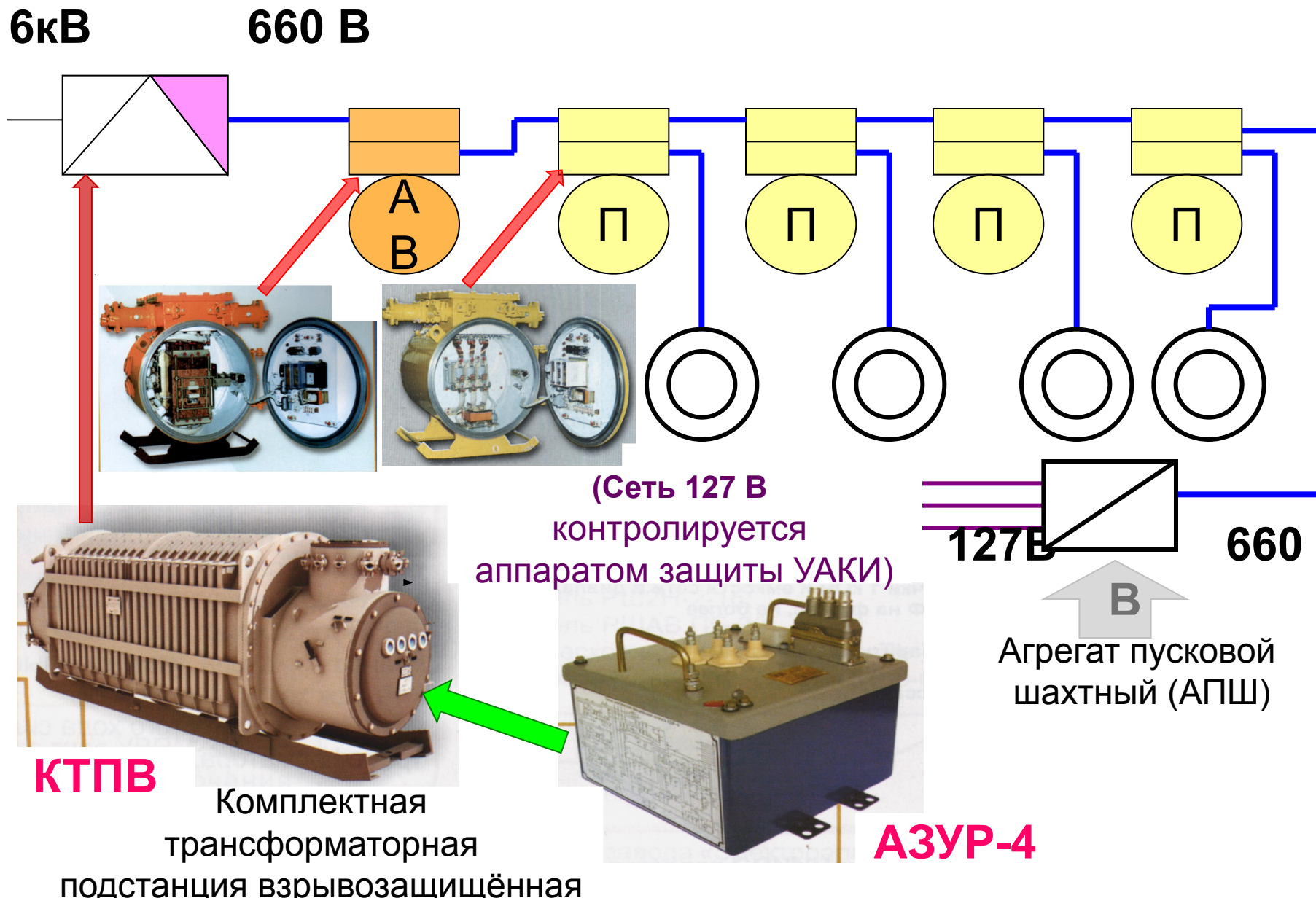




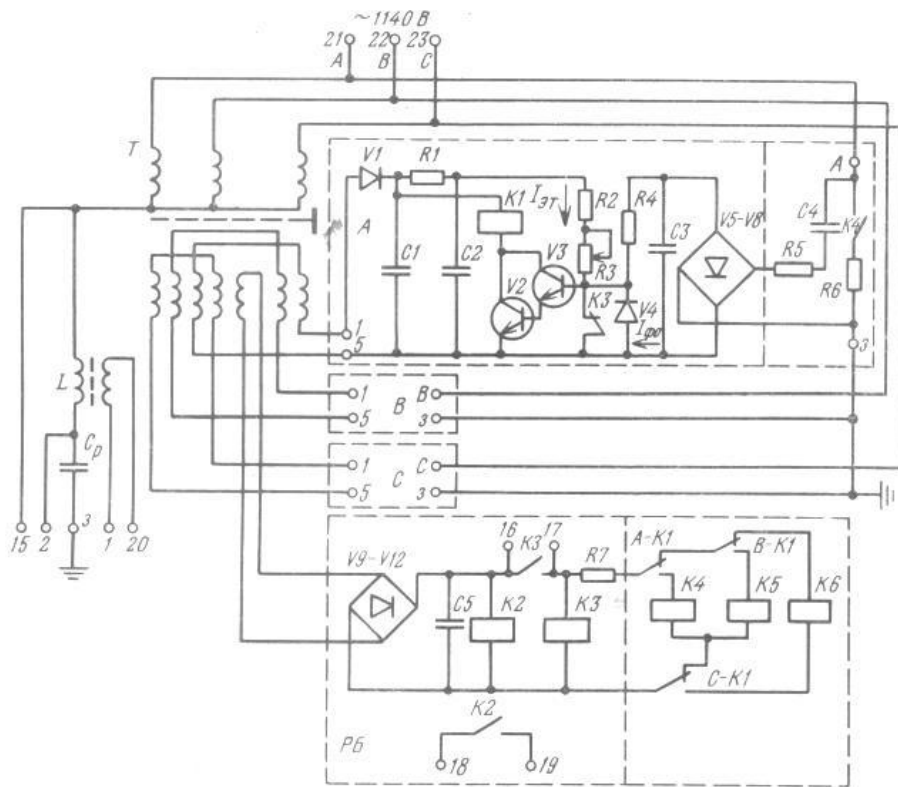
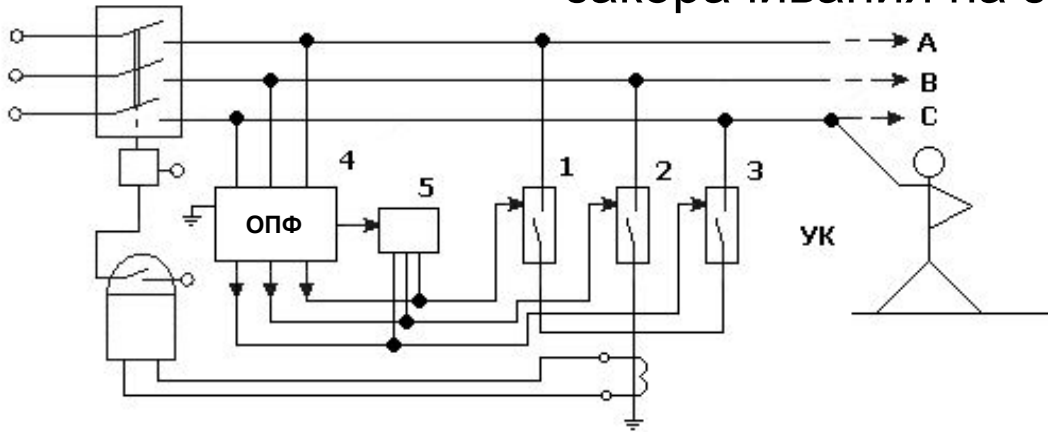
# Принцип опережающего отключения электросети при повреждении одной фазы кабеля



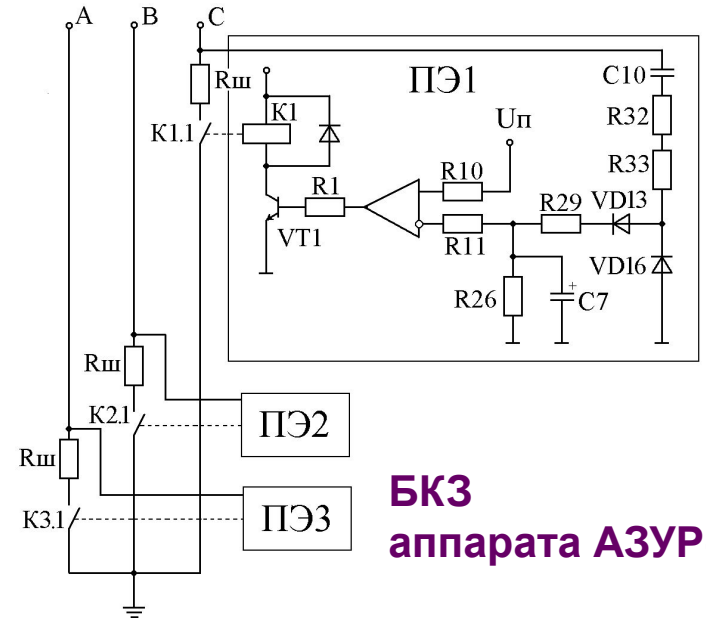
# Схема электроснабжения технологического участка – объект контроля аппарата АЗУР



# Защита человека от электропоражения путём закорачивания на землю повреждённой фазы

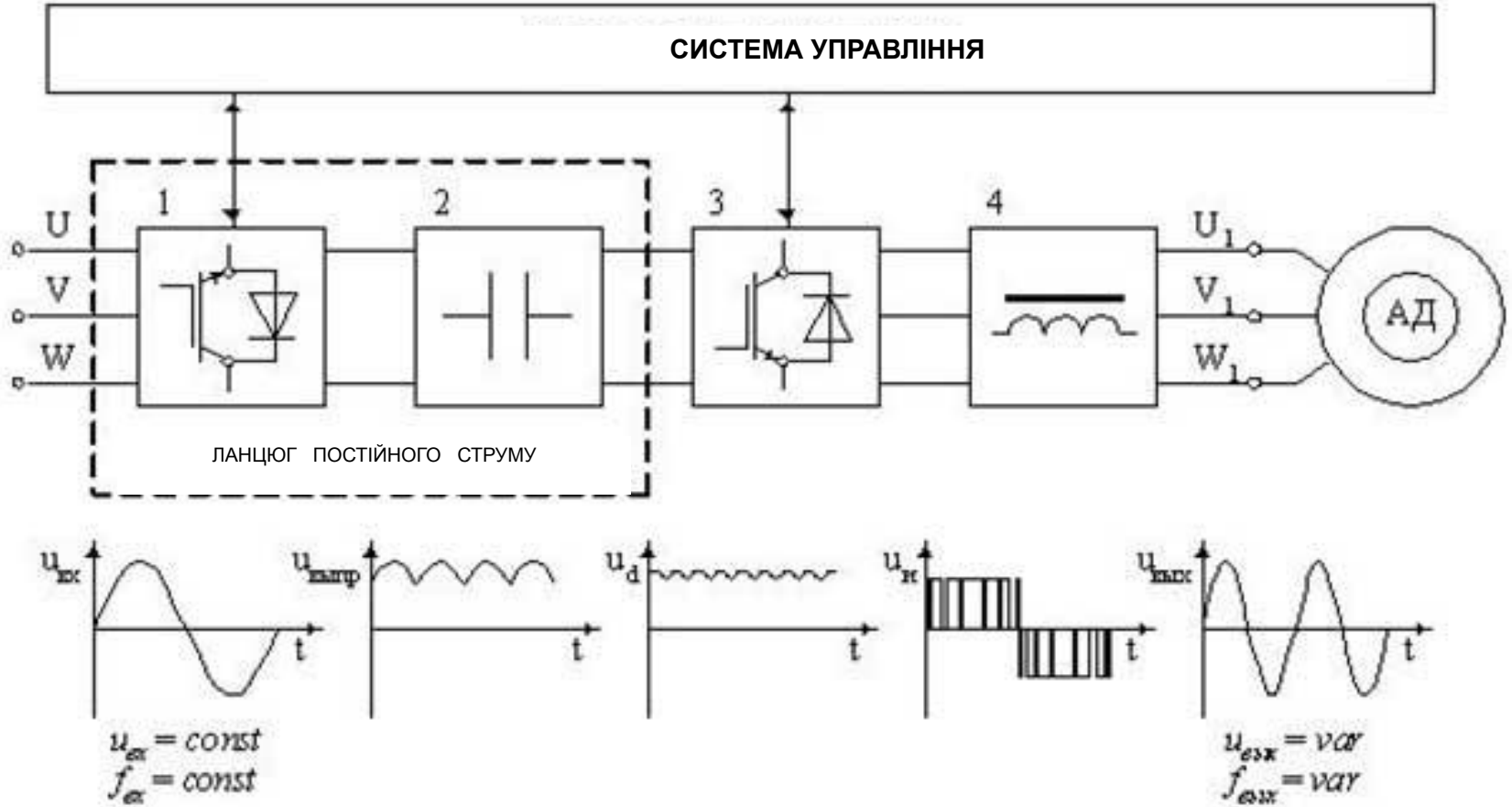


**БКЗ**  
аппарата РУ-1140



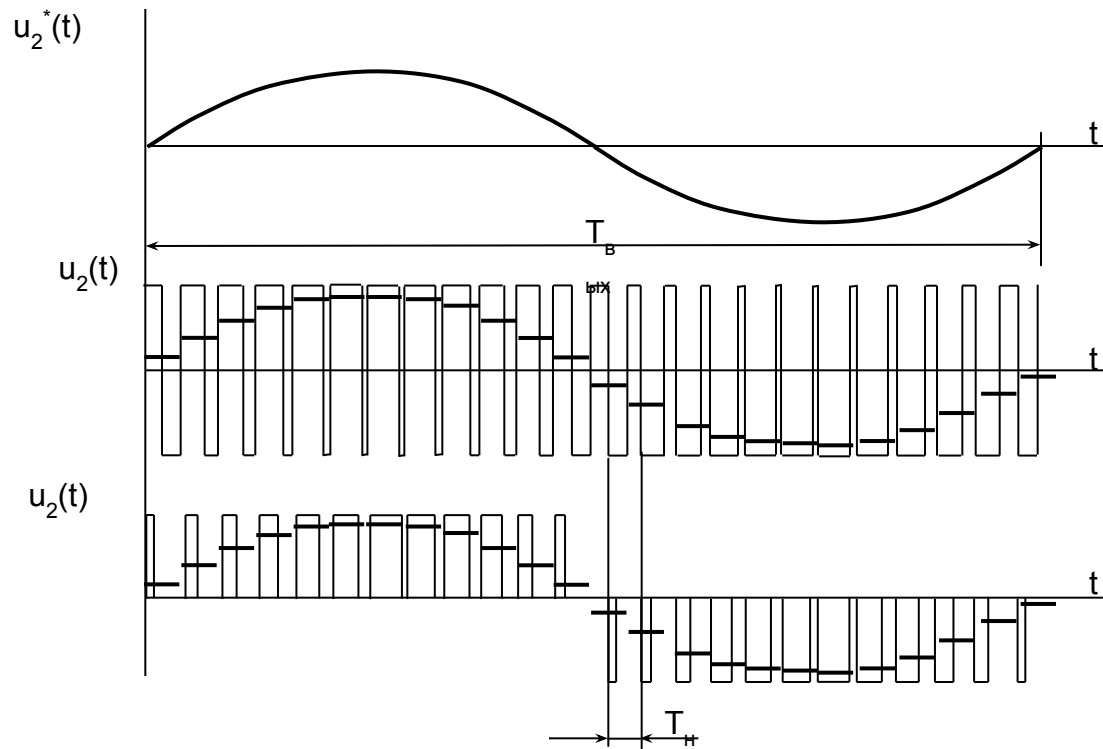
**БКЗ**  
аппарата АЗУР-4

Реализация принципа  
электрозащиты схемой  
корткозамыкателей аппаратов  
РУ-1140 и АЗУР-4 (разработки  
УкрНИИВЭ)

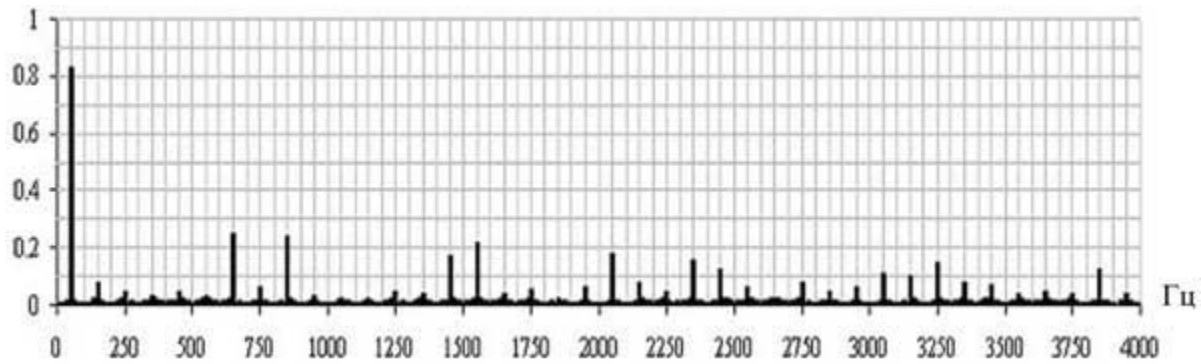


Блочно-структурна схема перетворювача частоти ПЧЭШ-60 видобувного комбайна і діаграми напруг відповідних функціональних блоків

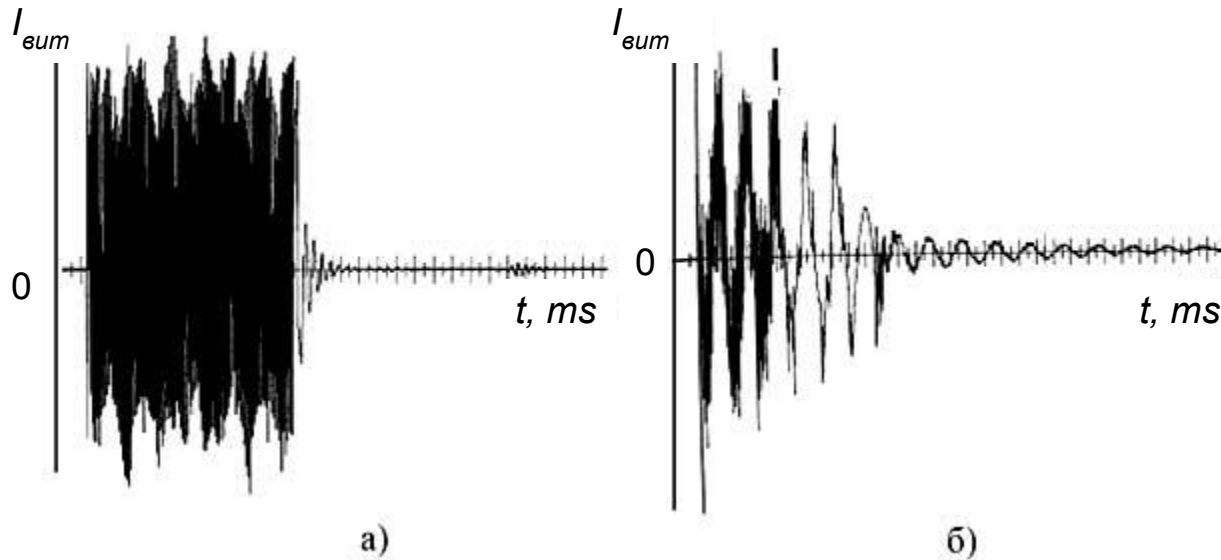
# Двуполярная и однополярная широтно-импульсная модуляция напряжения автономного инвертора ПЧ



Импульсный характер составляющих полувольт выходного напряжения ПЧ обуславливает наличие высокочастотных гармоник напряжения, которые нарушают параметры работы участков аппаратов защиты от утечек тока на землю. В шахтной электросети ПЧ совместимы только со специальными аппаратами защиты АЗУР-4 ПП



Спектр вихідної напруги інвертора у відносних одиницях  
*Результати отримані в УкрНДІВЕ*



Осцилограми струму витoku на землю в дільничній мережі з перетворювачем частоти при частоті його вихідної напруги 5 Гц (а) і 70 Гц (б) [37]

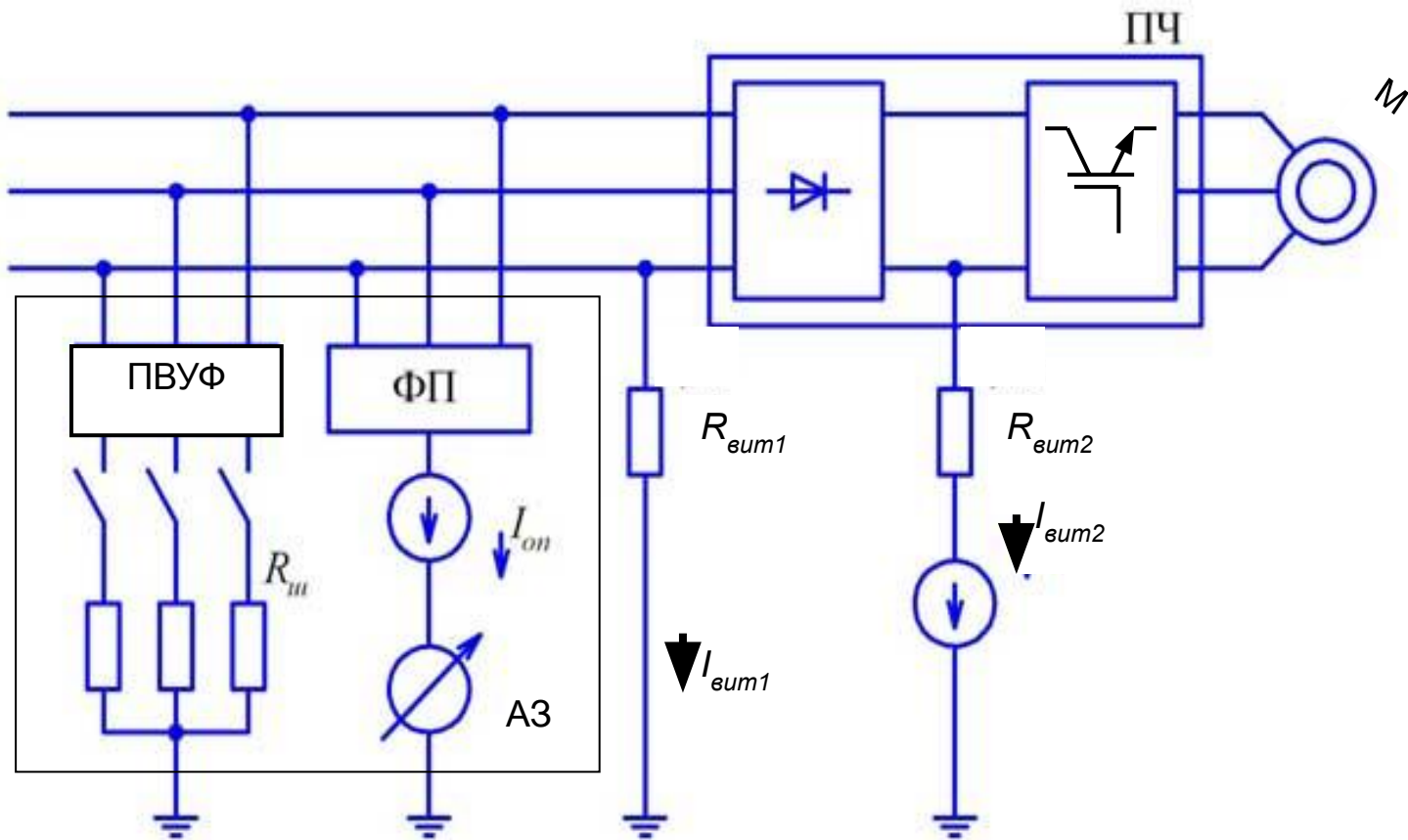


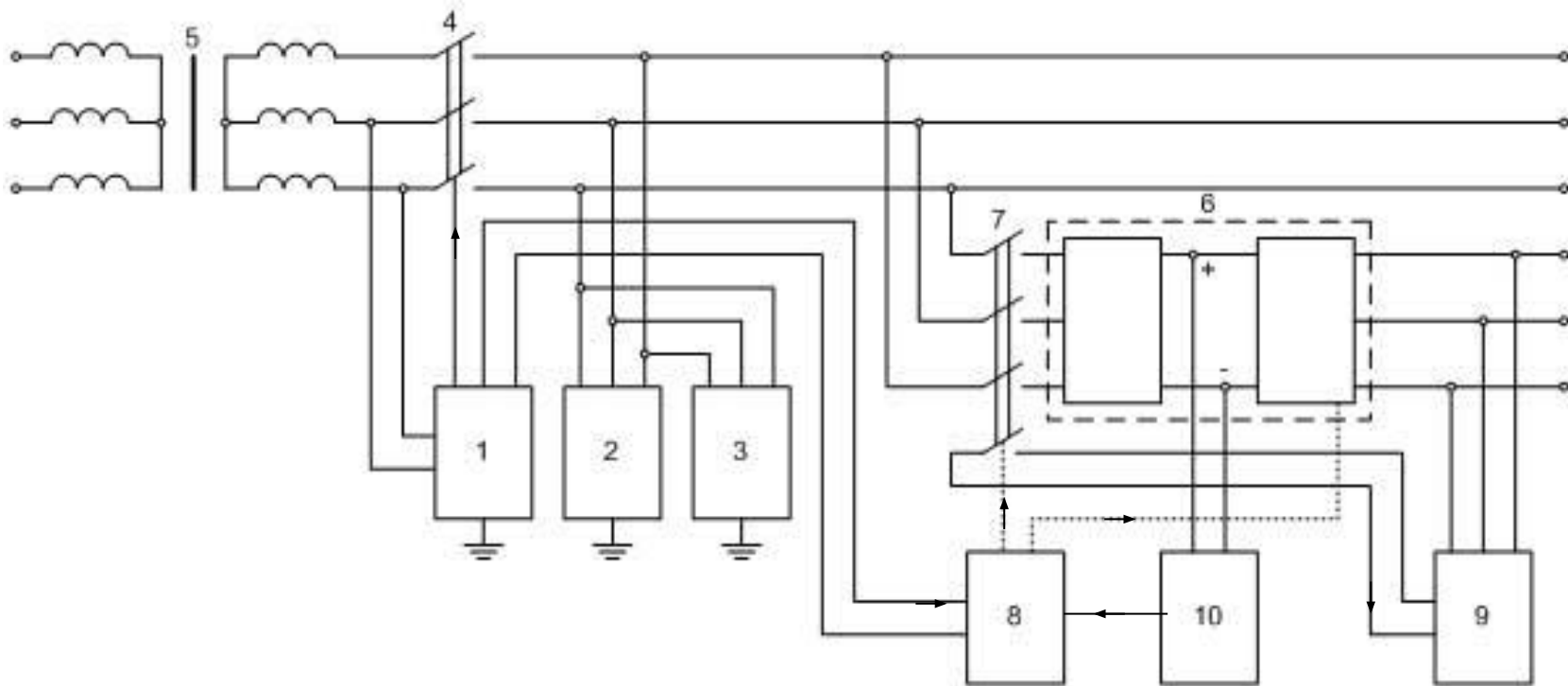
Схема утворення впливових факторів з боку перетворювача частоти (ПЧ) в комбінованій електромережі дільниці шахти на роботу апарата захисту (АЗ) від витоків струму на землю

ПВУФ – пристрій вибору ушкодженої фази; ФП – фільтр приєднання;

М – асинхронний двигун споживача;  $I_{оп}$  – оперативний струм АЗ;

$I_{вум}$  – струм витoku на землю;  $R_{вум}$  – опір витoku на землю;

$R_{ш}$  – шунтуючий опір АЗ



Блочно-структурна схема системи АЗУР-4ПП комплексного захисту від витоків струму на землю в мережі з перетворювачем частоти в ланцюзі електроживлення асинхронного двигуна гірничої машини (розробка УкрНДІВЕ)

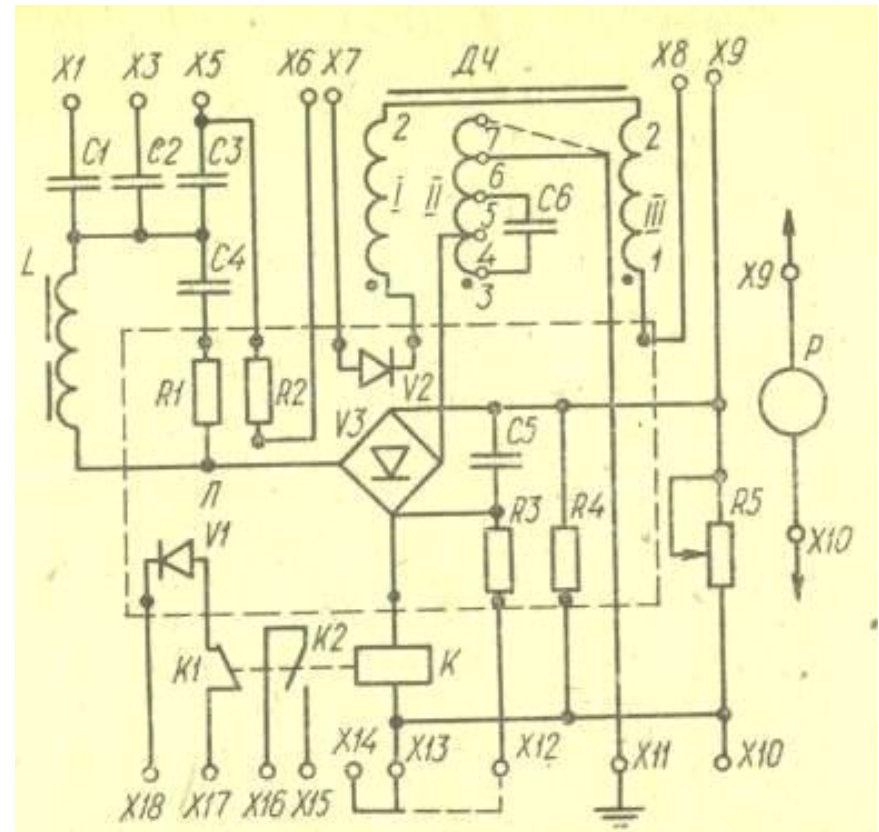
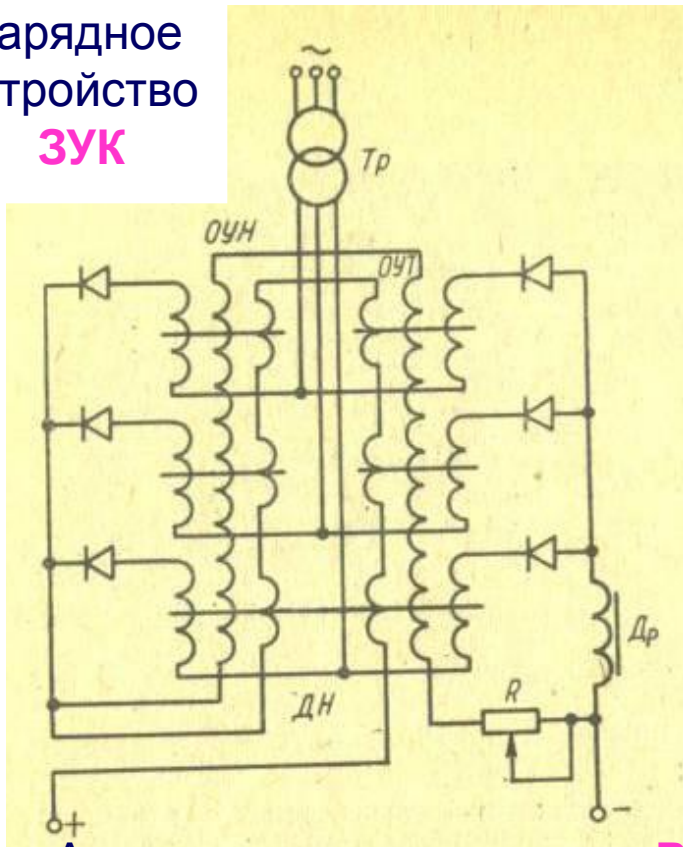
1 – блок контролю опору ізоляції мережі; 2- блок компенсації ємнісних складових струму витoku; 3 – блок захисного заземлення фази з ушкодженою ізоляцією; 4 – захисний комутаційний апарат;

5 – трансформатор дільничної підстанції; 6 – силова напівпровідникова схема ПЧ; 7 – комутаційний апарат; 8 – блок примусового відключення; 9 – короткозамикач; 10 – блок контролю опору ланки постійного струму



# Особенности защиты от утечек в сети с выпрямителями

Зарядное устройство  
ЗУК



Аппарат защиты от утечек **РКУ-Зар** содержит делитель частоты, который формирует оперативный ток частотой **25 Гц**, котрым контролируется состояние

изоляции на стороне переменного тока (вход выпрямителя) и на стороне постоянного тока (выход выпрямителя). Реле **К** включено последовательно в цепь оперативного тока и выполняет функции измерительного и исполнительного элементов