

**Устройство
автоматического
повторного включения
(УАПВ)**

**© Ставропольский
государственный аграрный
университет**

Ставрополь 2006

- **Согласно ПУЭ, устройствами АПВ должны оборудоваться воздушные и смешанные кабельно-воздушные линии всех типов напряжением выше 1000 В при наличии на них соответствующих коммутационных аппаратов. В эксплуатации применяются устройства АПВ, различающиеся по следующим основным признакам:**

- по числу фаз выключателей, включаемых устройством АПВ, – трехфазное (ТАПВ) и однофазное (ОАПВ);
- по способу проверки синхронизма при АПВ – для линий с двусторонним питанием;
- по способу воздействия на привод выключателя – механические и электрические устройства АПВ;

- **по кратности действия – АПВ**
однократного и многократного
действия.
- **Схемы УАПВ различаются также по**
способу пуска, по способу возврата в
положение готовности к действию,
по типу элементов схемы
электроснабжения, оборудованных
устройством АПВ.

- **Несмотря на указанные различия, все устройства АПВ должны удовлетворять следующим основным требованиям:**

- **1. Они должны находиться в состоянии постоянной готовности к действию и срабатывать при всех случаях аварийного отключения выключателя, кроме случаев отключения выключателя релейной защитой после включения его дежурным персоналом; не должны приходить в действие при оперативных отключениях выключателя дежурным персоналом, что обеспечивается пуском устройств АПВ от несоответствия положений выключателя и его ключа управления, которое возникает всегда при любом автоматическом отключении выключателя.**

- **В эксплуатации используется также пуск устройства АПВ при срабатывании релейной защиты. Однако такой пуск не обеспечивает действие АПВ при аварийных отключениях, не сопровождающихся срабатыванием релейной защиты, поэтому его рекомендуется применять лишь в некоторых частных случаях. Схемы АПВ должны допускать возможность автоматического вывода их из действия при срабатывании тех или иных защит.**

- **2. Устройства АПВ должны иметь минимально возможное время срабатывания $t_{\text{АПВ1}}$ для того, чтобы сократить продолжительность перерыва питания потребителей. Практически можно выполнить АПВ действующим без замедления. Однако эта возможность ограничивается рядом условий. Для успешного действия АПВ необходимо, чтобы время срабатывания $t_{\text{АПВ1}}$ было больше:**

- времени $t_{ГП}$, необходимого для восстановления готовности привода к работе на включение (для применяемых типов приводов с учетом условий их работы $t_{ГП} \approx 0,2-4 \div 0,3$ с);
- времени $t_{ДС}$, необходимого для деионизации среды в точке повреждения (для установок напряжением до 220 кВ $t_{ДС} \approx 0,2$ с);

времени $t_{ВЗ}$, необходимого для обеспечения возврата реле защиты, установленной на выключателе, расположенном ближе к источнику питания, чем рассматриваемый выключатель с устройством АПВ (максимальное время возврата $t_{ВЗ} = 0,2 \div 0,3$ с могут иметь реле типа РТ-80).

Определяющим обычно является условие $t_{АПВ1} > t_{Г.П.}$ При этом с учетом времени запаса $t_{ЗАП} = 0,4 \div 0,5$ с время срабатывания УАПВ для линий с односторонним питанием $t_{АПВ1} = t_{Г.П.} + t_{ЗАП} = 0,5 \div 0,7$ с.

В отдельных случаях для воздушных линий напряжением 35 – 110кВ, когда велика вероятность их повреждения при падении деревьев и по другим аналогичным причинам, для эффективности АПВ его выдержку времени целесообразно принимать несколько повышенной – около нескольких секунд. Схема УАПВ во всех случаях должна быть выполнена так, чтобы продолжительность воздействия на включение выключателя была достаточной для его надежного включения.

- **3. Автоматически с заданной выдержкой времени устройства АПВ должны возвращаться в состояние готовности к новому действию после включения в работу выключателя. При выборе выдержки времени $t_{АПВ2}$ на возврат устройства АПВ в состояние готовности к действию должны выполняться следующие требования:**

- устройство не должно производить многократные включения выключателя на неустранившееся короткое замыкание, что обеспечивается при условии, если релейная защита с максимальной выдержкой времени $t_{рзmax}$ успеет отключить выключатель, включенный на короткое замыкание, раньше, чем устройство АПВ вернется в состояние готовности к новому действию, т. е. должно быть $t_{АПВ2} \geq t_{АПВ1} + t_{с.з.мах} + t_{О.В.} + t_{ЗАП}$
- где $t_{зап}$ – время, принимаемое равным ступени селективности защиты линии;

- устройство должно быть готовым к действию не раньше, чем это допускается по условиям работы выключателя после успешного включения его в работу устройством АПВ.
- Опыт показывает, что для однократного АПВ оба указанных в п. 3 требования выполняются, если принять $t_{\text{АПВ2}} = 15 \div 25$ с. Для УАПВ двукратного действия время возврата в состояние готовности после второго цикла принимается равным $t_{\text{АПВ2}} = 60 \div 100$ с.

■ Схемы устройств автоматического повторного включения

- Схемы устройств АПВ, подобно схемам релейной защиты, выполняются на постоянном и переменном, в том числе выпрямленном, оперативном токе. Механические АПВ грузовых и пружинных приводов типов ПГ-10, ПГМ-10, УПГ-51 и других вообще не требуют оперативного тока. Они действуют при срабатывании встроенных в привод реле прямого действия и включают отключившийся выключатель без выдержки времени. Условия работы механических приводов в цикле АПВ крайне тяжелые

- **При включении выключателя возникают увеличенные ударные нагрузки, расстраивающие привод. К недостаткам схем АПВ с механическими приводами следует также отнести отсутствие в них выдержки времени. Эти недостатки можно устранить путем использования электрических АПВ на переменном (выпрямленном) оперативном токе.**

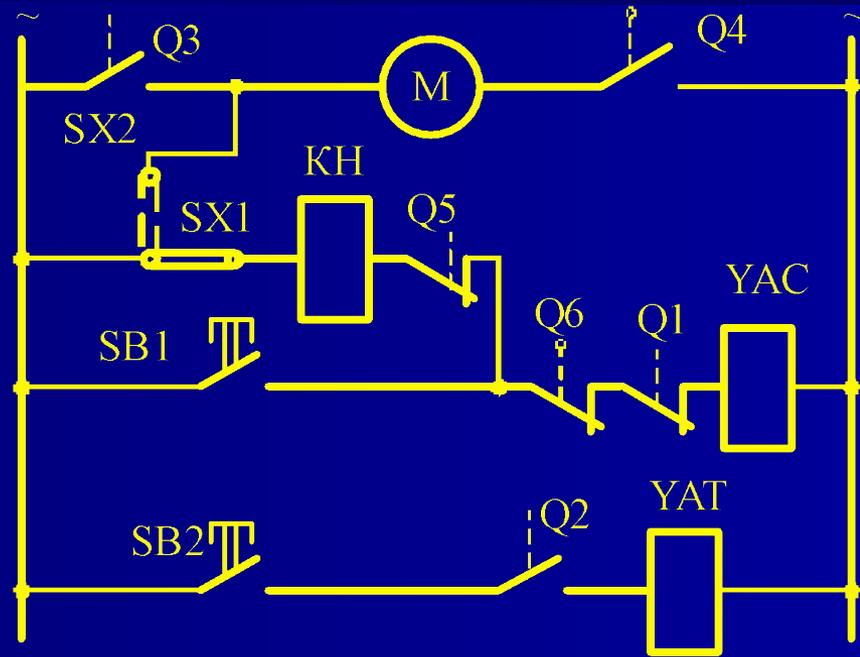
Устройства АПВ на переменном оперативном токе.

- **Автоматическое повторное включение при наличии переменного оперативного тока можно осуществить на выключателях с грузовыми и пружинными приводами. В их схему управления входят различные вспомогательные контакты. В зависимости от того, с какими деталями или узлами привода связаны эти контакты, их можно разделить на три группы:**

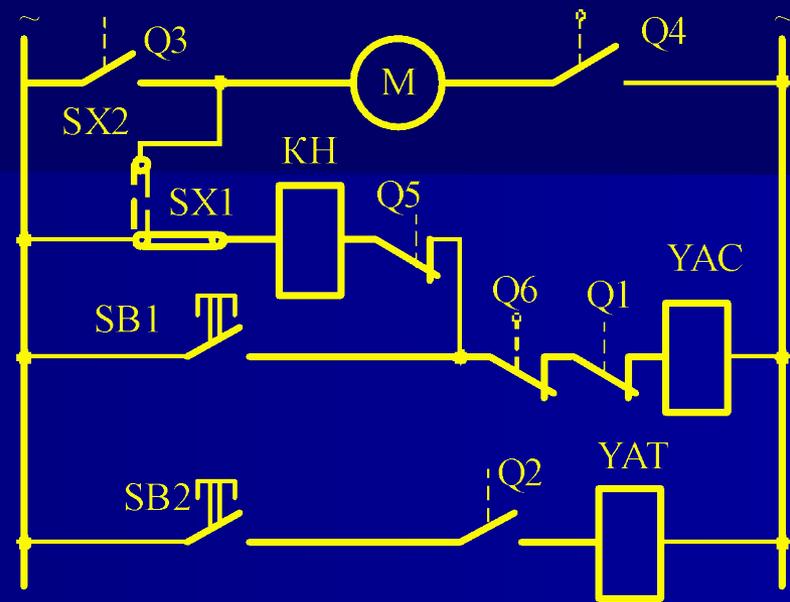
- **первая группа связана с механизмом натяжения включающей пружины и переключается при изменении состояния пружины; вспомогательные контакты, разомкнутые при ненатянутых пружинах и замыкающиеся только в момент их полного натяжения, называют контактами готовности привода, другие контакты, связанные с пружиной, действуют в обратном порядке и используются в качестве контактов конечного выключателя в цепи электродвигателя заводящего включающую пружину;**

- **вторая группа связана с валом привода и переключается при изменении положения выключателя по любой причине; эти вспомогательные контакты используются как в цепях управления, так и в цепях сигнализации;**
- **к третьей группе относится так называемый аварийный вспомогательный контакт который замыкается при включении выключателя, остается замкнутым при действии релейной защиты и размыкается только при оперативном отключении выключателя.**

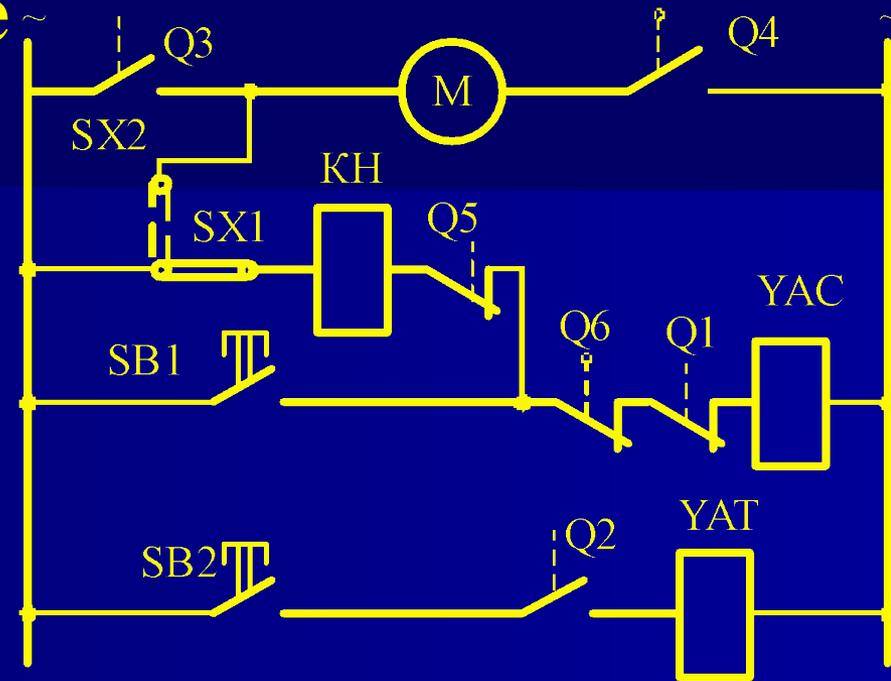
- При окончании натяжения пружины контакт Q.6 замыкается, а конечный выключатель – контакт Q.4 – размыкает цепь электродвигателя М. Операции включения и отключения осуществляются кнопочными выключателями SB1 и SB2.



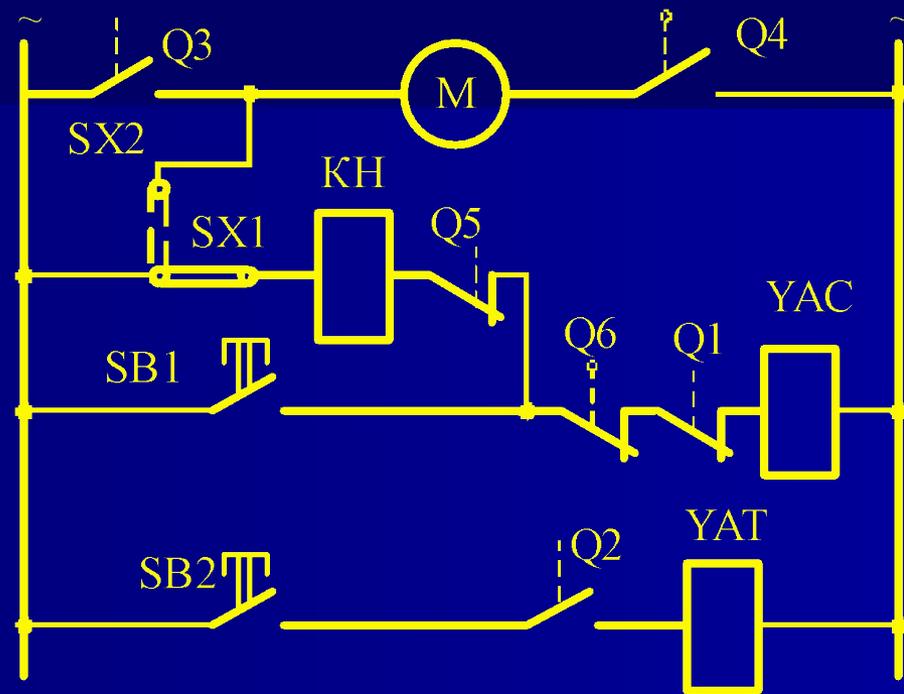
- Для выполнения АПВ мгновенного действия параллельно контакту выключателя SB1 включается аварийный вспомогательный контакт Q.5, создающий цепь несоответствия и обеспечивающий автоматическое повторное включение выключателя только при его отключении релейной защитой.



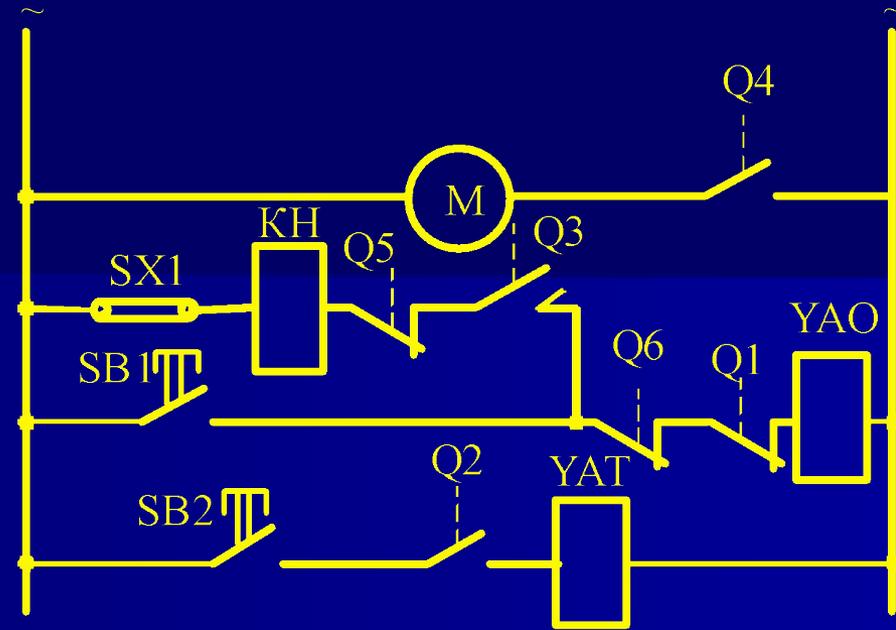
- **Последовательно с контактом Q.5 включены указательное реле КН и накладка SX. В цепь электродвигателя дополнительно включается замыкающий вспомогательный контакт выключателя Q.3, обеспечивающий завод включающих пружин только при включенном положении выключателя.**



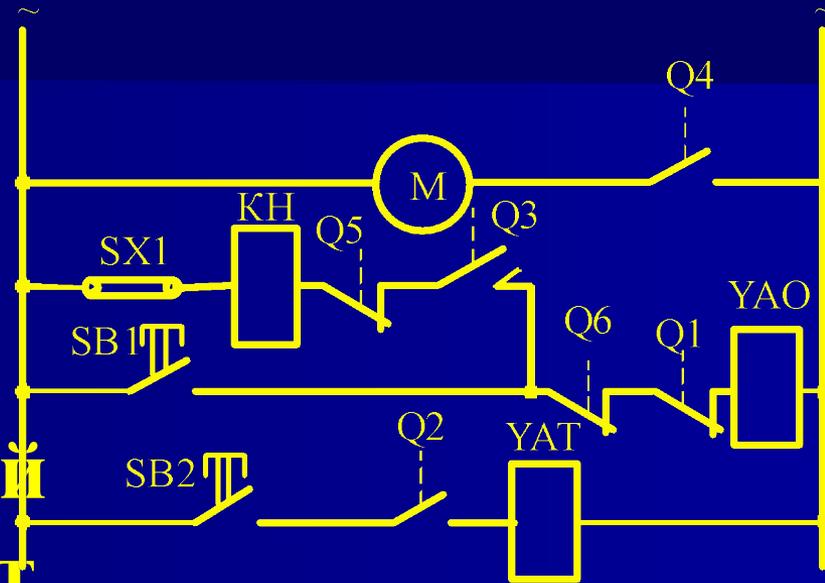
- При успешном АПВ выключатель остается включенным, пружины заводятся и привод приходит в состояние готовности через время $t_{r.n} = 6 \div 15\text{с}$. В случае неуспешного АПВ выключатель отключается



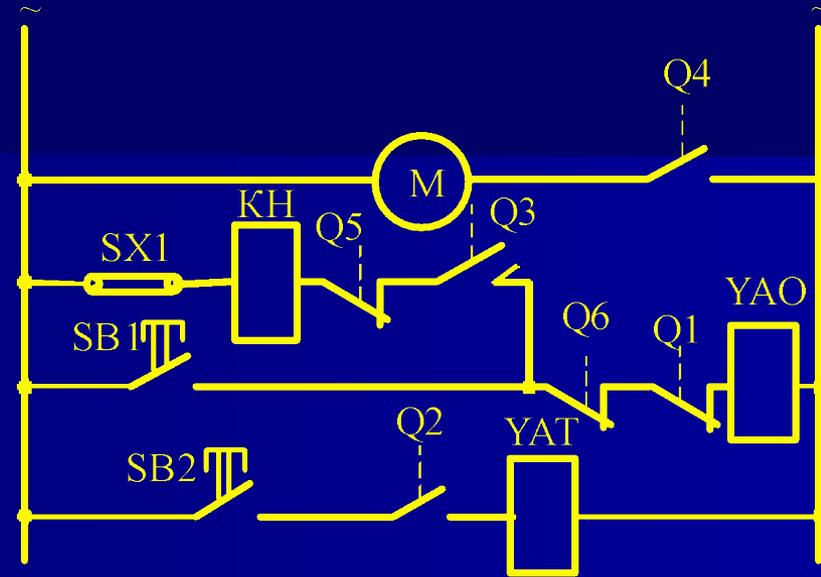
- **Во включенном положении выключателя двигатель заводит пружины, и УАПВ снова готово к действию. Недостаток схемы – применение ручной операции с накладкой SX.**



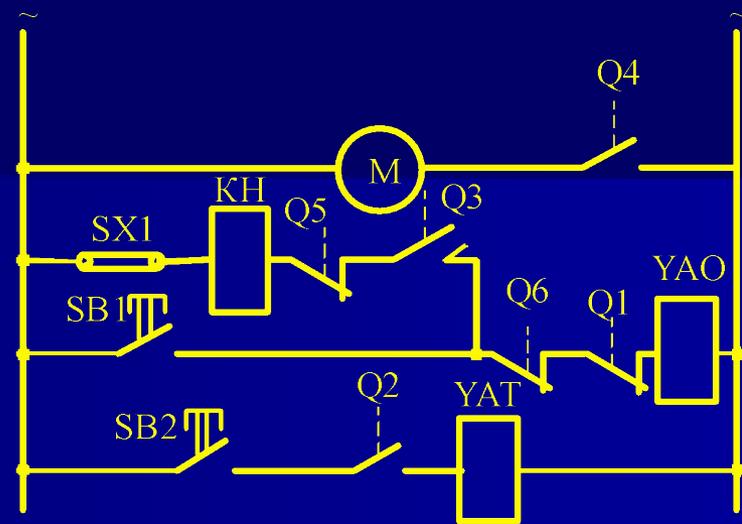
- Схему УАПВ можно упростить и сделать ее более универсальной, если последовательно с аварийным вспомогательным контактом Q.5 включить импульсный замыкающий вспомогательный контакт Q.3 выключателя, исключив вспомогательный контакт из цепи электродвигателя.



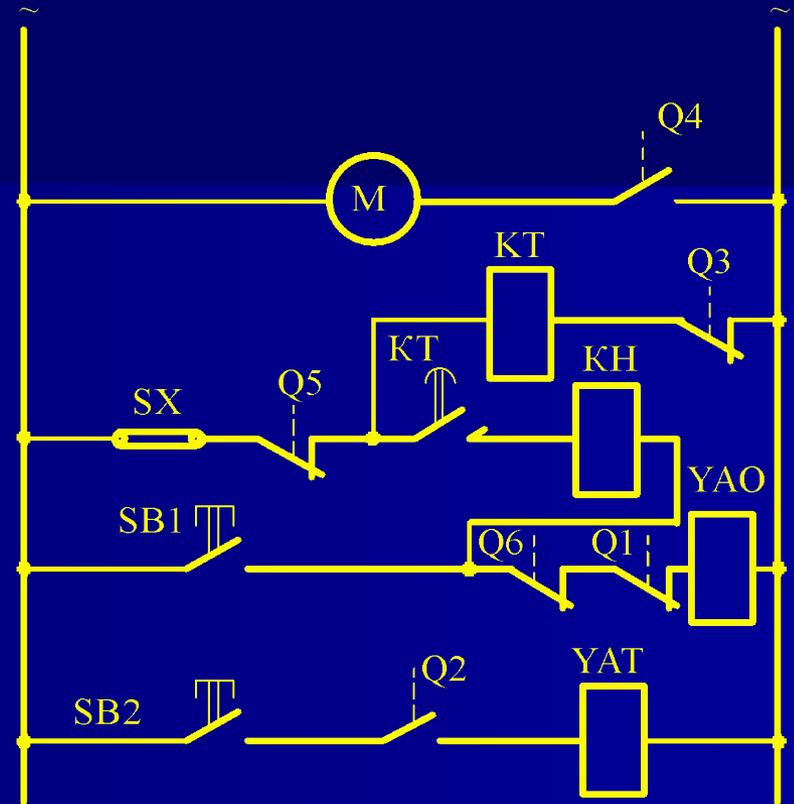
- **Благодаря этому электродвигатель может заводить пружины при любом положении выключателя и необходимости в переключении накладки при неуспешном АПВ отпадает. Накладка SX отпадает. Накладка SX служит только для вывода схемы УАПВ из действия.**



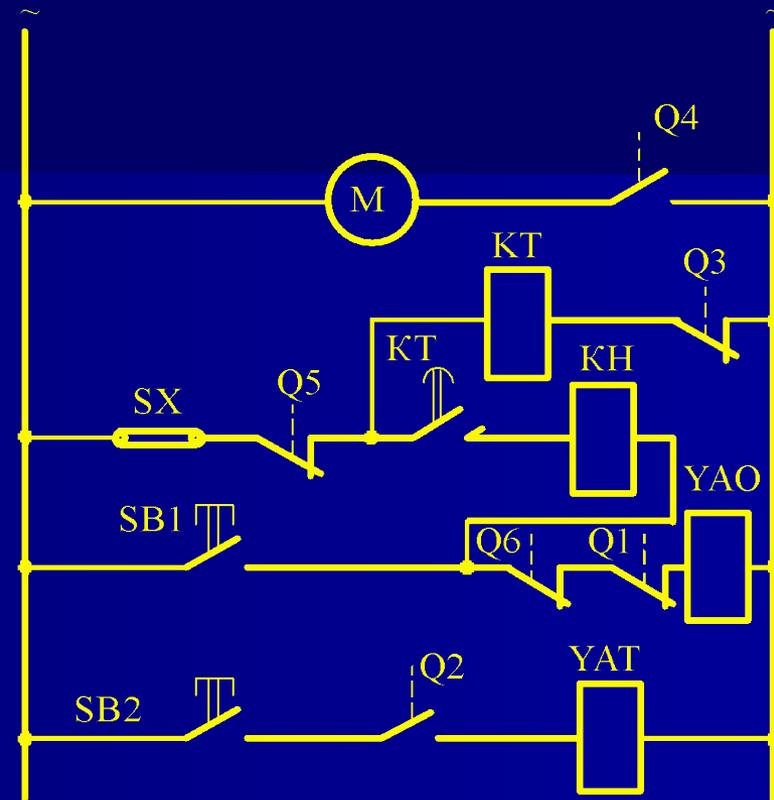
■ Наличие в схеме импульсного замыкающего контакта Q.3 обеспечивает однократность действия УАПВ. Мгновенно действующее УАПВ с импульсным замыкающим контактом можно выполнить на выключателях, оборудованных приводом типа ПП-67, у которого имеется такой контакт.



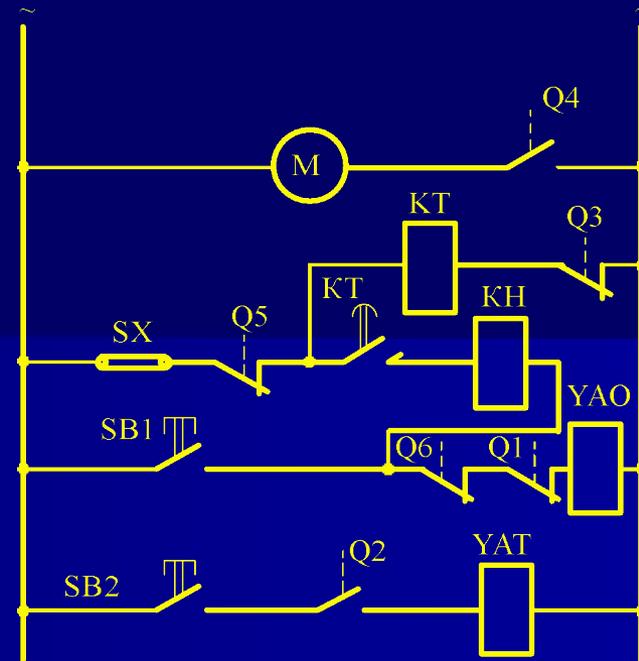
■ **Электрическое мгновенно действующее устройство АПВ, как и механическое, начинает включать выключатель еще до того, как элементы выключателя и привода придут в состояние покоя, следствием чего являются дополнительные механические удары и плохая работа привода.**



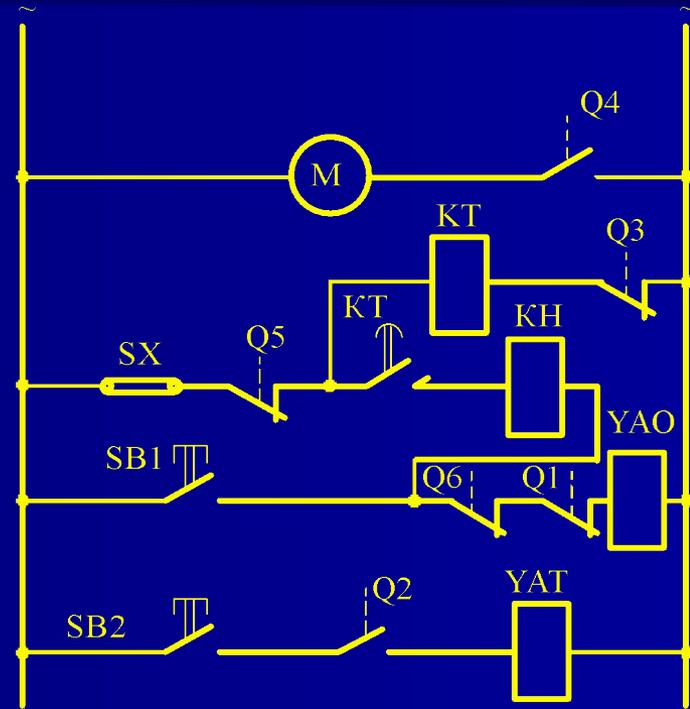
- **Электрическое мгновенно действующее устройство АПВ, как и механическое, начинает включать выключатель еще до того, как элементы выключателя и привода придут в состояние покоя, следствием чего являются дополнительные механические удары и плохая работа привода.**



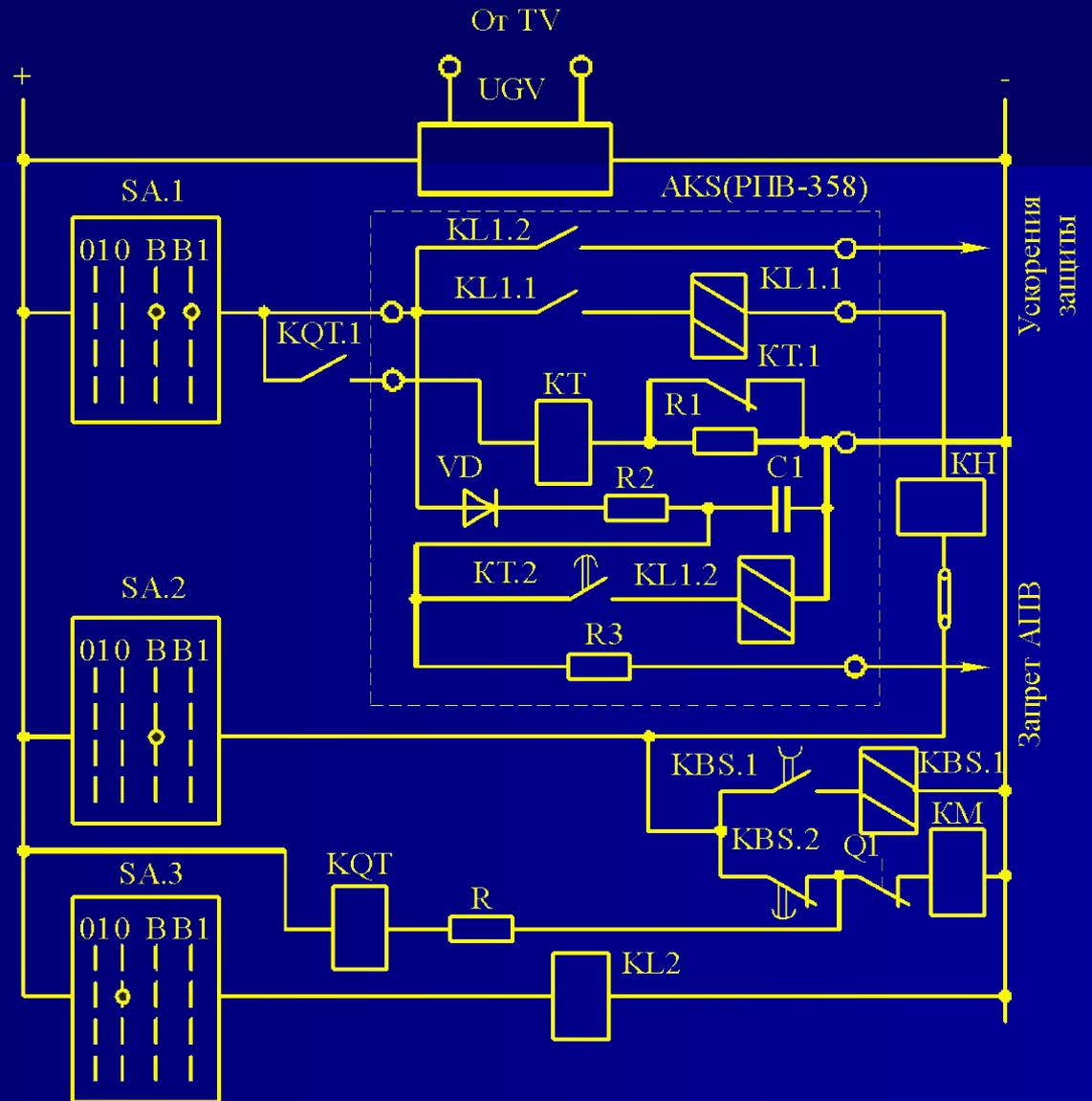
- Наряду с этим короткие замыкания не всегда успевают самоустраниться, так как время бестоковой паузы мало (около $0,2 \div 0,3$ с). Устройство АПВ с выдержкой времени не имеет указанного недостатка. На данном рисунке показана схема, отличающаяся от предыдущих наличием реле времени КТ, например типа ЭВ-218 с импульсным замыкающим контактом КТ.



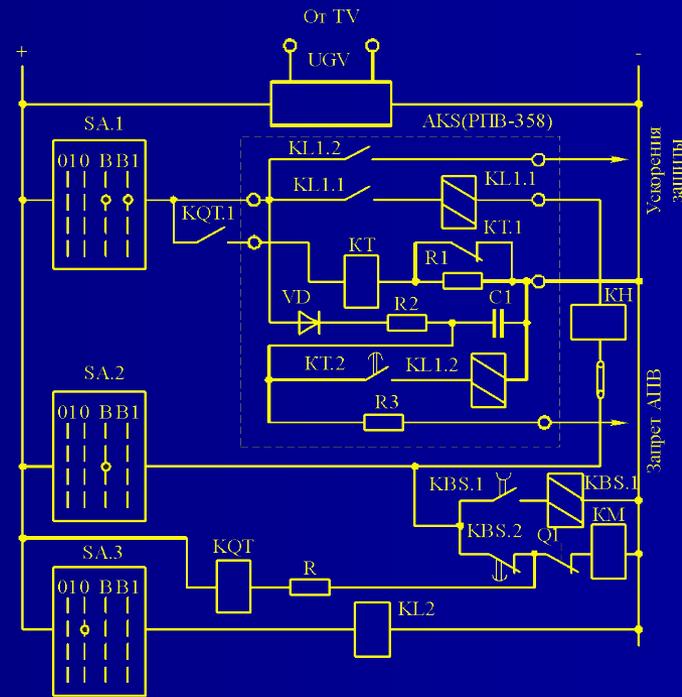
Реле времени запускается при отключении выключателя и замыкании вспомогательного контакта Q.3. Для обеспечения однократности действия устройства АПВ минимальное время подготовки привода к включению должно быть больше, чем наибольшая выдержка времени релейной защиты и время действия АПВ, вместе взятые.



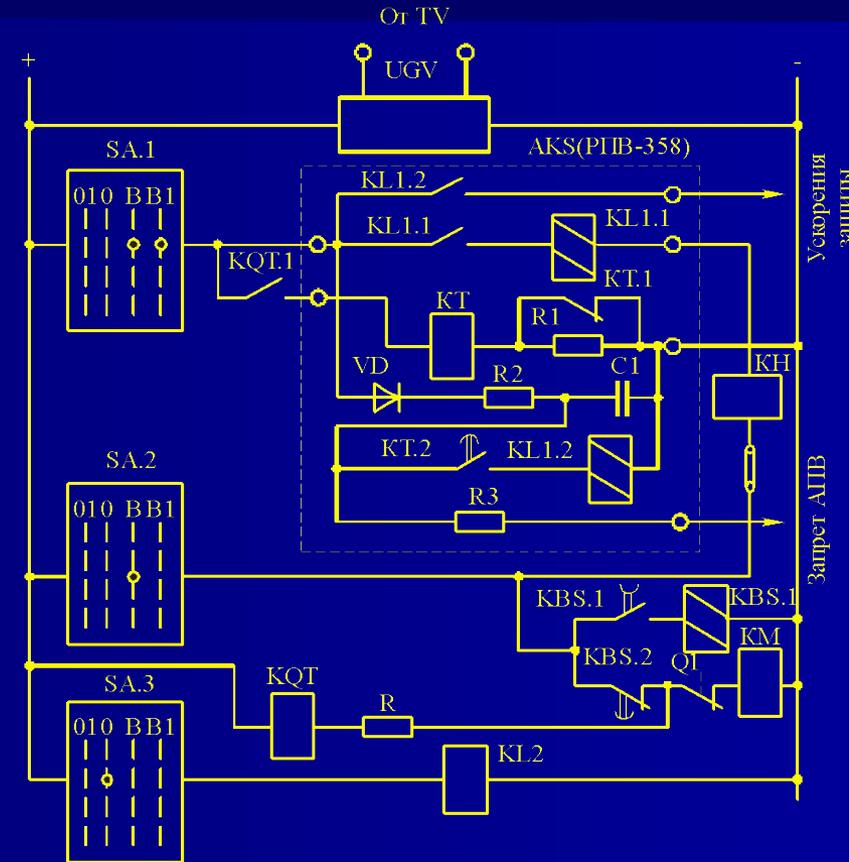
В устройстве АПВ используется комплектное реле типа РПВ-358, в которое входят:



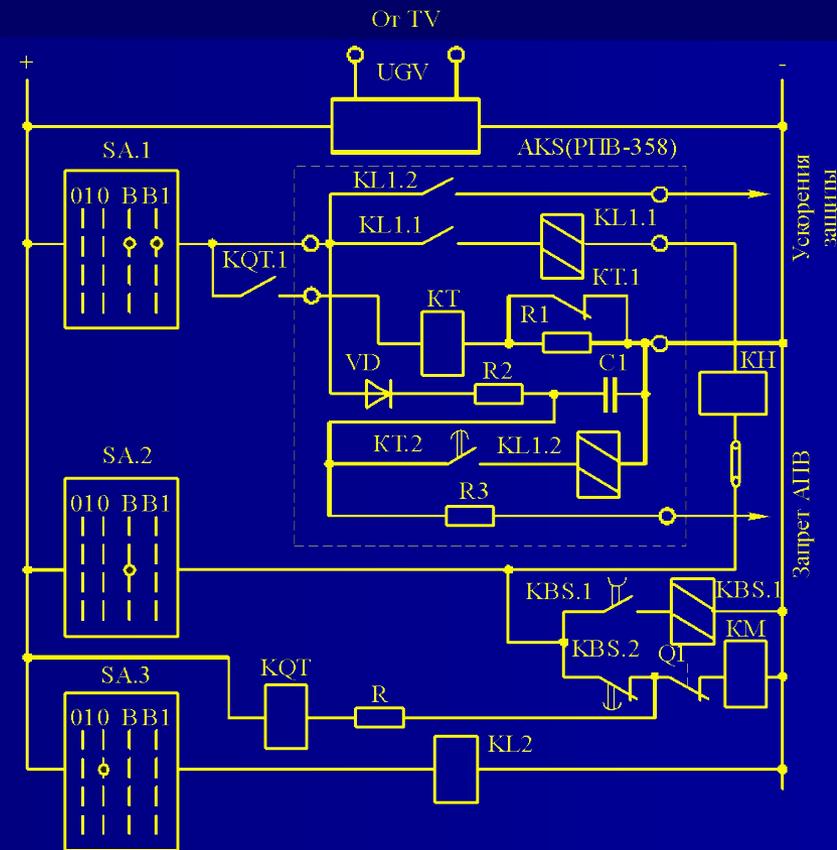
реле времени КТ, создающее выдержку времени $t_{АПВ1}$ от момента пуска устройства АПВ до замыкания цепи контактора включения выключателя; промежуточное реле КЛ1 с двумя обмотками – обмоткой тока КЛ1.1 (последовательной) и обмоткой напряжения КЛ1.2; реле при срабатывании замыкает цепь включения выключателя;



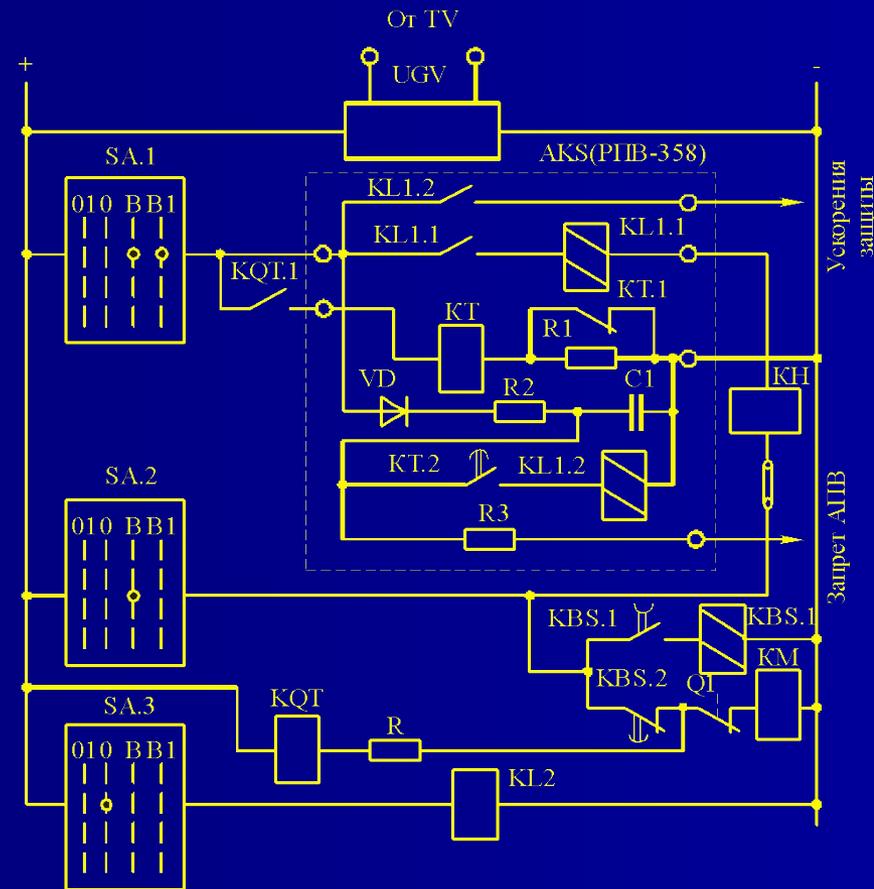
- конденсатор С1, в результате разряда которого срабатывает реле КЛ1 и обеспечивается однократность действия УАПВ;



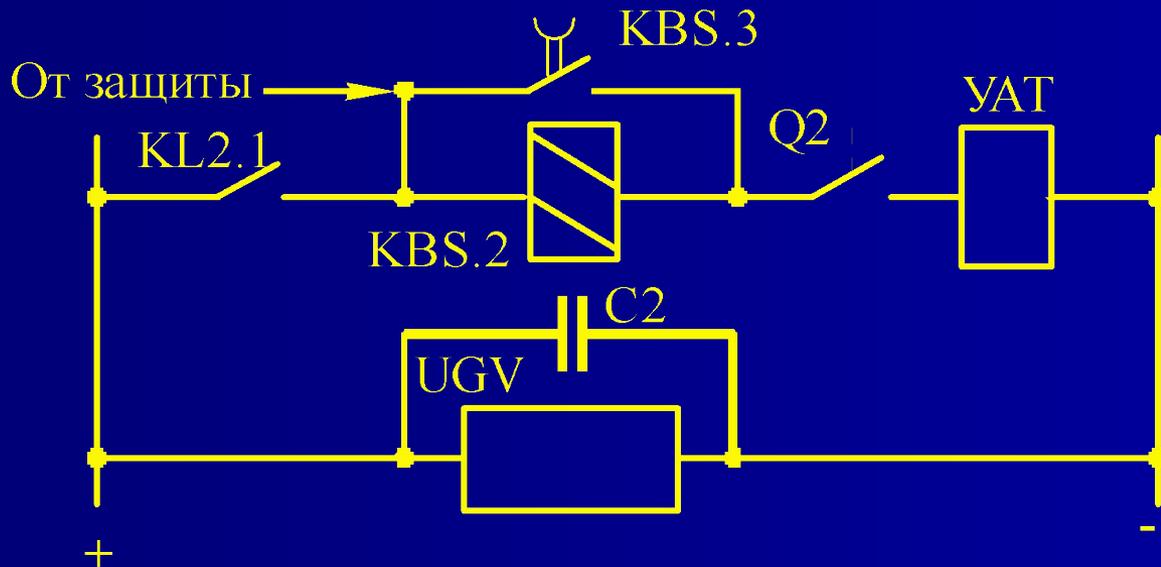
- резистор R1, обеспечивающий термическую стойкость реле времени, R2, ограничивающий скорость заряда конденсатора C1, и R3, разряжающий конденсатор C1 при срабатывании устройств защиты, после действия которых не должно происходить АПВ, и при отключении выключателя ключом управления SA (запрет АПВ);



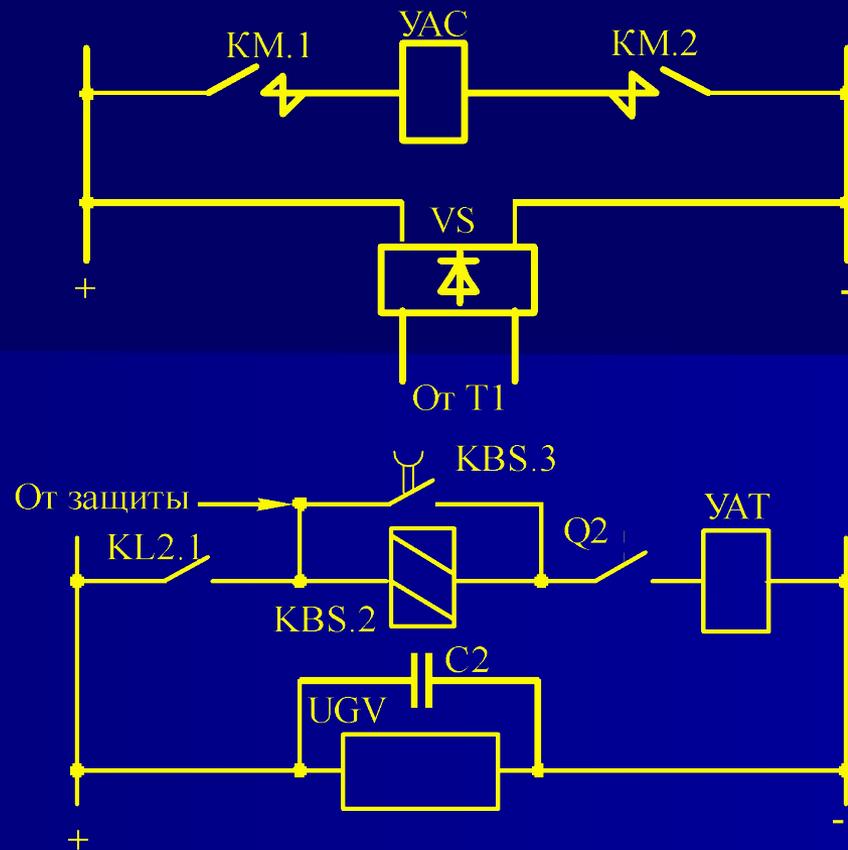
- диод VD, предотвращающий разряд конденсатора C1 при понижении напряжения на блоке питания и заряда (UGV) вследствие близких коротких замыканий.



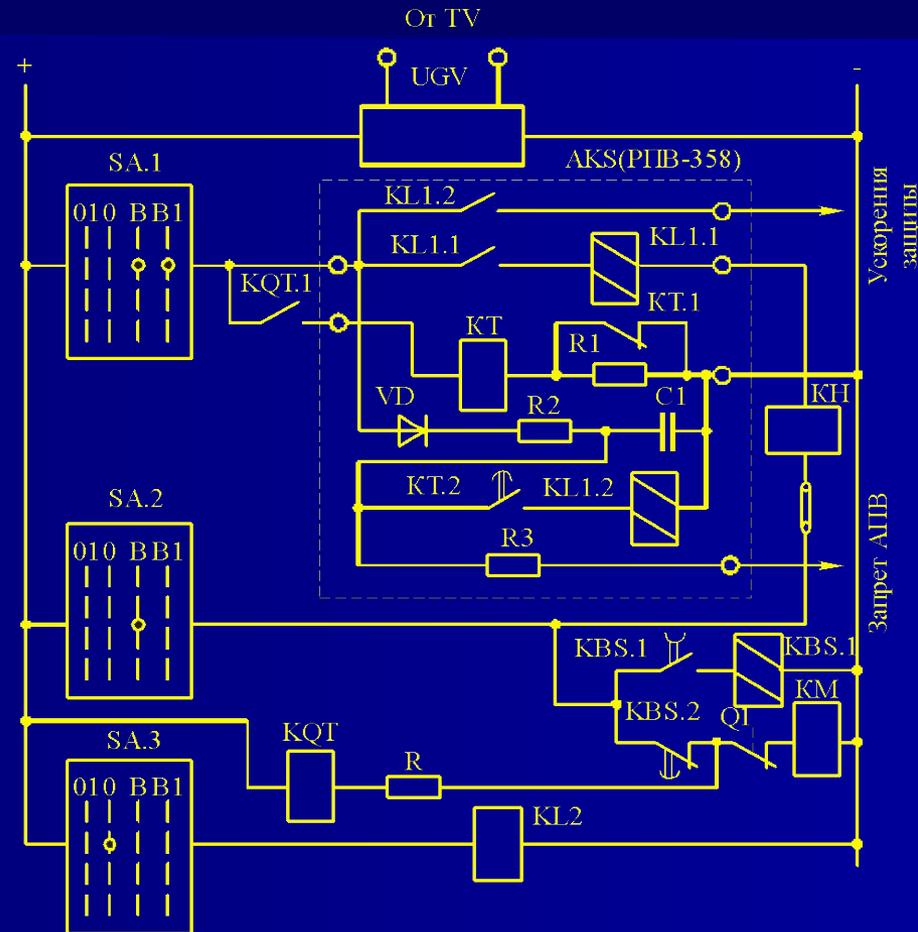
- Для питания электромагнита отключения УАТ выключателя используется предварительно заряженный конденсатор С2 блока питания и заряда UGV.



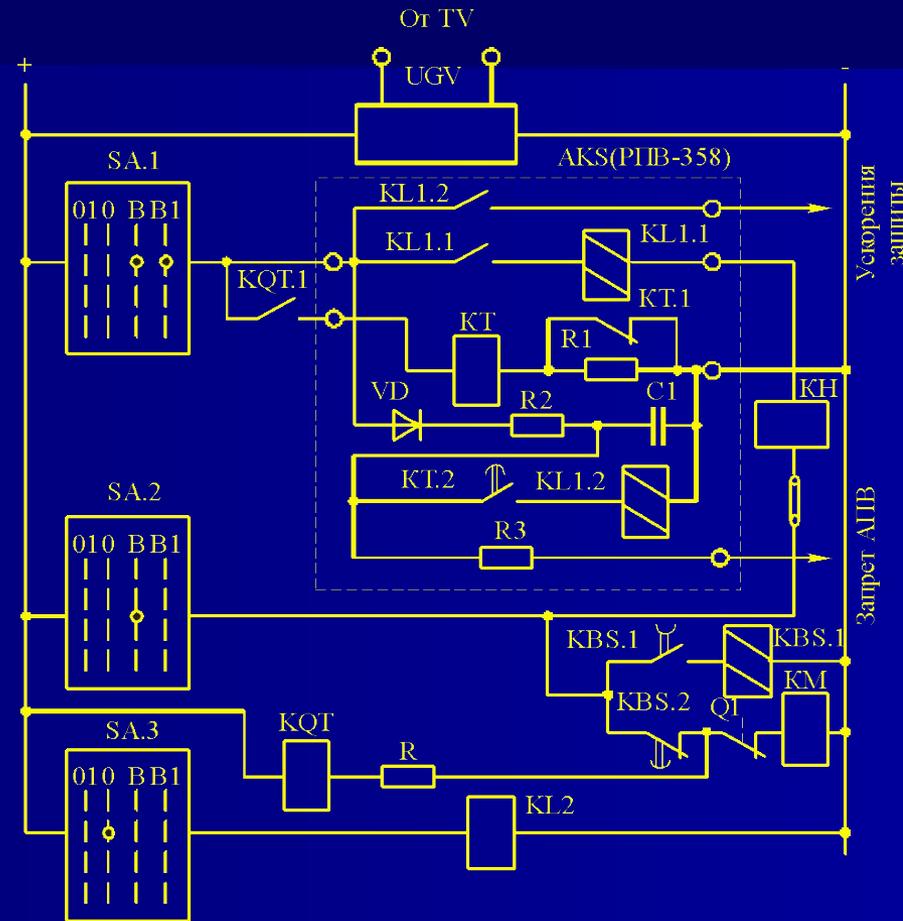
- В схему введено промежуточное реле KL2 для разделения оперативных цепей электромагнита отключения и реле РПВ-358. Электромагнит включения УАС выключателя получает питание от трансформатора собственных нужд Т1 через мощный выпрямитель VS.



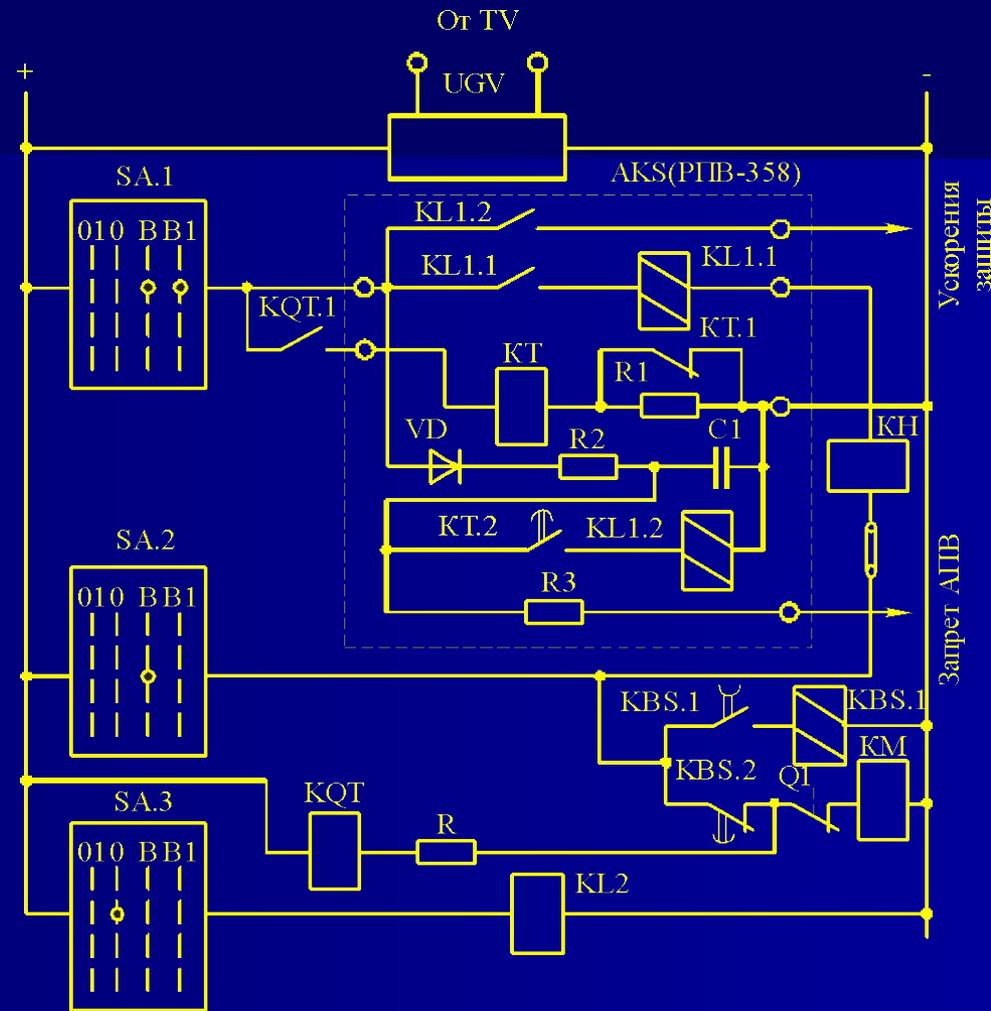
■ Если отключение произошло не от ключа управления SA, то он остается в положении «Включено», а его контакт SA.1 замкнут. Таким образом, фиксируется несоответствие положений ключа управления и выключателя, необходимое для пуска реле времени КТ.



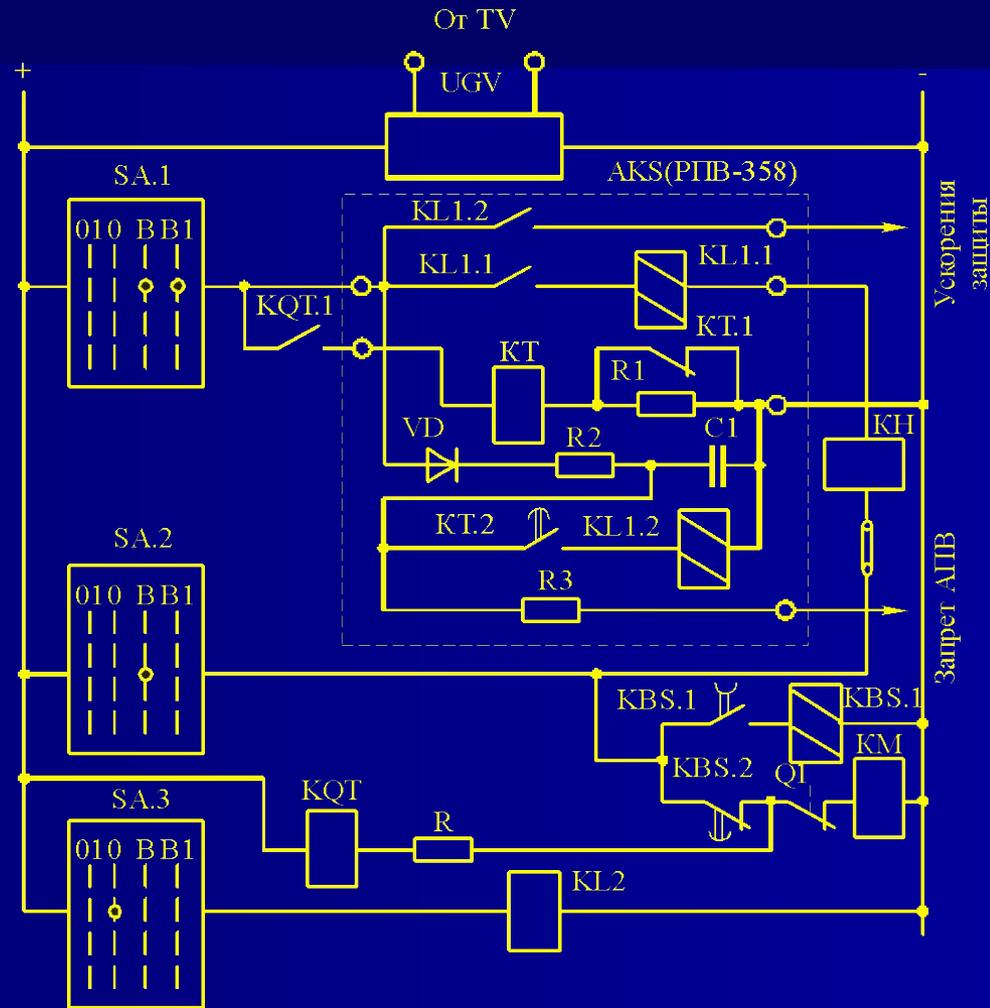
- Его контакт КТ.1, размыкаясь без выдержки времени, включает резистор R1, обеспечивая термическую стойкость реле, а контакт КТ.2 с заданной выдержкой времени подключает обмотку КЛ1.2 промежуточного реле к конденсатору С1.



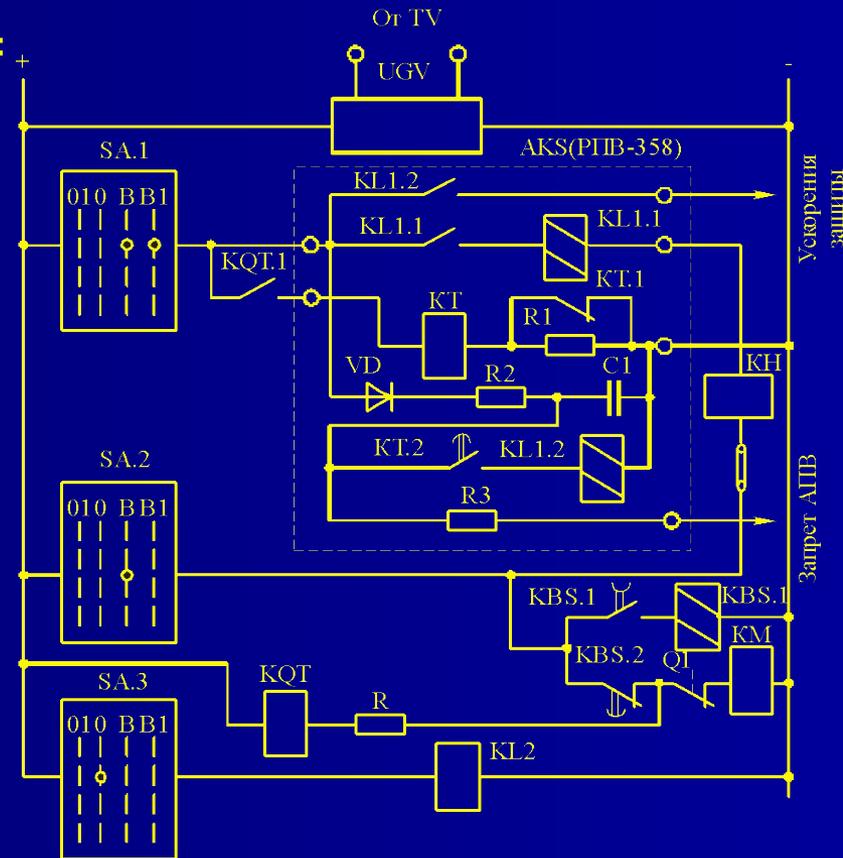
- Вследствие разряда конденсатора реле KL1 срабатывает и замыкает контакт KL1.1 в цепи контактора включения выключателя КМ, в которую включена последовательная обмотка KL1.1 реле.



■ Она удерживает реле **KL1** в возбужденном состоянии до полного включения выключателя. При успешном АПВ выключатель остается во включенном положении. Действие устройства АПВ фиксируется указательным реле **КН**.



■ Схема становится готовой к новому повторному действию после заряда конденсатора С1. Время заряда принимается $t_{АПВ2} = 20$ с. При этом обеспечивается однократность действия устройства АПВ, так как конденсатор заряжается только при включенном положении выключателя. Включения выключателя при неуспешном АПВ не происходит.



В схему УАПВ

включено

двухобмоточное реле

блокировки KBS с

замедленным

возвратом $t_{в.р} = 0,3 \div$

0,4 с. Замедление

достигается

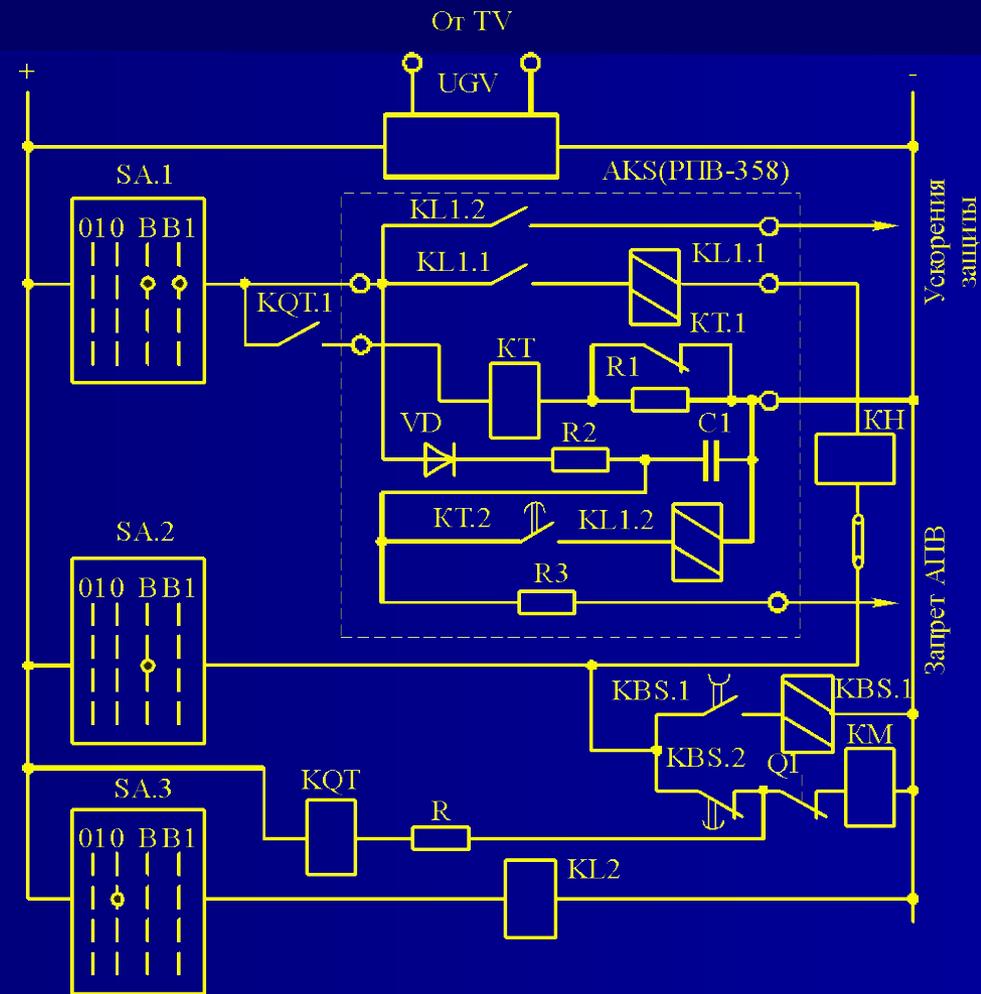
закорачиванием

последовательной

обмотки KBS.2 реле

его замыкающим

контактом KBS.3.



■ Реле

предназначается

для

предотвращения

многократных

включений

выключателя при

неисправностях в

оперативных

цепях, например

при сваривании

контакта KL1.1.

