

V. Определение дефекта методом эксперимента

Первую информацию о дефекте и его проявлениях получают при наблюдении за работой объекта, его профилактическом осмотре или испытаниях.

Задача 23. На рисунке 73 показана схема двухлампового светильника с двумя выключателями $S1$ и $S2$.

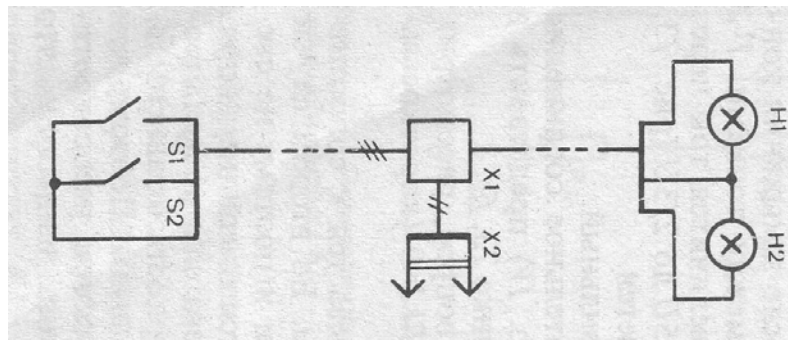


Рис. 73 Схема двухлампового светильника

Дефект в схеме проявляется следующим образом. При включении выключателя $S1$ загорается лампа $H1$. Если после этого включить выключатель $S2$, то загорается лампа $H2$. В том случае, когда первым включается выключатель $S2$, то ни одна из ламп не загорается. Но следующее включение выключателя $S1$ приводит к одновременному зажиганию ламп $H1$ и $H2$.

Проанализировать схему и проявление дефекта, указать его причину.

Недостаток наблюдения как источника информации в том, что в этом случае можно «собрать» только то, что «предлагает» объект. При этом получаемая информация может вообще не относиться к дефекту. Поэтому особое значение имеет эксперимент, проводимый над реальным объектом при поиске дефекта. Правильно поставленный эксперимент позволяет создать такие условия работы объекта, при которых проявление дефекта выступает в наиболее «чистом» виде, а «побочные» явления устраняются или сводятся к минимуму.

Эксперимент проводят после анализа схемы, применяя помимо рассмотренных ранее переходов такие, как «введение дефекта», «замена блока» и «исключение блока».

Суть технологического перехода «введение дефекта» заключается в том, что какой-либо участок цепи шунтируют или разрывают, отключают питание какого-то блока или части объекта (схемы), а после этого наблюдают за его работой и анализируют полученные результаты. В рассматриваемых релейно-контакторных схемах этот технологический переход реализуется наиболее часто введением перемычек между теми точками схемы, которые должны соединяться через контакт проверяемого реле или контактора, или разрывом цепи, размыкаемой контактами. При предварительном анализе схемы необходимо оценить пос-

ледствия применения перехода «введение дефекта» и определить ожидаемые изменения в ее работе.

Пример 60. Определение дефекта с помощью перехода «введение дефекта».

Дефект в схеме (см. рис. 18) проявляется при пуске асинхронного электродвигателя в том, что он включается не в две ступени, а в одну и двигатель *M1* продолжает вращаться с пониженной частотой.

Сначала проанализируем работу схемы, сравнив описание ее правильной работы, приведенной в примере 19, с описанием, данным в рассматриваемом примере.

В результате анализа можно заключить, что для повышения частоты вращения до номинальной схема управления должна зашунтировать пусковые резисторы *R*. Согласно схеме это осуществляется посредством контактов *K2:1 - K2:3* контактора *K2* по сигналу реле времени *K3*. Это позволяет указать такие причины описанного дефекта:

- несрабатывание контактора *K2* из-за дефекта в самом контакторе;
- несрабатывание контактора *K2* в результате дефекта в реле времени *K3*;
- неотпускание (залипание) реле *K3* в результате дефекта в контакте *K1:3* контактора *K1*.

Дефекты в остальных элементах контактора *K1* должны быть исключены, так как двигатель *M1* схемой запускается.

Для исключить неоднократных запусков электродвигателя при проверках перед началом эксперимента необходимо сделать следующие временные изменения в схеме:

- цепь управления отключить в точках *1* и *2* и запитать ее от постоянного источника;
- выключатель *QF* перевести в отключенное положение.

Прежде выполним эксперимент, который поможет доказать или опровергнуть гипотезы о неисправности контактора *K2* или цепей его включения.

Исправность контактора *K2* проверим путем подачи напряжения на его катушку, минуя контакт *K3:2*. Для этого установим перемычку *E1*, шунтирующую контакт *K3:2*.

Перед установкой перемычки всегда необходимо выяснять возможные последствия. В связи с тем, что перемычку *E1* устанавливают параллельно контакту *K3:2*, то никаких аварийных последствий не должно быть. Для предотвращения последствий от возможного короткого замыкания в цепи катушки контактора *K2* в перемычку *E1* установлен предохранитель *FU2*.

После этого кнопкой *S1* включим схему управления. Наблюдая за схемой и видя срабатывание контактора *K2*, можно заключить, что дефекта в контакторе *K2* нет. Поэтому перемычку *E1* снимем и проверим следующую причину.

Второй причиной дефекта была названа неисправность реле времени *K3*, приводящая к тому, что контакт *K3.2* не замыкается и поэтому не включает контактор *K2*.

Наиболее просто проверить исправность контакта *K3.2* можно путем принудительного отключения питания с катушки реле *K3*, разорвав цепь катушки *K3* в точке 6 (отключив провод от выводов реле).

Последствия, к которым приведет разрыв цепи реле *K3* в точке 6 аналогичны размыканию контактора *K1*. Следовательно, никаких специальных мер принимать не нужно.

Разорвав цепь в точке 6, включаем кнопку *S1* и наблюдаем за работой схемы. Проверка показывает, что контактор *K2* срабатывает и, следовательно, дефекта в реле *K3* и его контакте *K3.2* нет.

По результатам проверок можно заключить, что причина дефекта в неисправности контакта *K1.3*.

Проверим это следующим образом. Разорвем цепь в точке 7 (по своему действию это аналогично размыканию контакта *K1.3*), отключив провод от вывода контакта *K1.3*.

После этого подаем питание на схему, нажимаем кнопку *S1* и видим, что контактор *K2* срабатывает.

Таким образом, причина дефекта определена.

— — — — —

Установка различного рода перемычек может быть допущена в цепях управления и только на период отыскания дефекта, после чего перемычки обязательно должны быть сняты.

Категорически запрещается устанавливать перемычки на главные контакты разъединителей контактов, автоматических выключателей и другой коммутационной аппаратуры главных цепей!

Пример 61. Установка перемычек в главных цепях.

Электропечь СТО-6.48.4/7, установленная на тракторном заводе, прошла средний ремонт в январе, а текущий - в апреле того же года. В конце июня термист, отключив печь, пытался металлическим крюком вытащить из нее поддон, но, коснувшись нагревателей, был поражен током.

Нагреватели были под напряжением, так как в мае этого же года отказал контактор КТ-6033, установленный в цепи управления печью, и его «пришлось» зашунтировать.

— — — — —

Эксперимент в одном и том же объекте может быть произведен с использованием различных технологических переходов. Кроме того, применение одного и того же перехода может отличаться как изменениями, вносимыми в схему, так и трудоемкостью выполнения.

Например, в примере 60 «введение дефекта» путем разрыва цепи контакта *K1.3* в точке 7 дублирует аналогичные действия при разрыве цепи в точке 6. Поэтому при поиске дефекта важно оценивать эксперимент не только по его техническому содержанию, но и по трудовым затратам на его выполнение. Если можно получить интересующую инфор-

мацию несколькими путями, то выбирают тот, который требует меньших затрат труда.

Задача 24. Воспользовавшись примером 60, описать проведение эксперимента, позволяющего установить исправность катушки контактора К2, контакта КЗ:2 и катушки реле КЗ за одну проверку.

Далее рассмотрим технологические переходы «замена блока» и «исключение блока».

Использование перехода «замена блока» предваряют анализом схемы объекта. На основании проявлений дефекта при анализе объекта выделяют один или несколько элементов (блоков), с неисправностью которых предположительно связано проявление дефекта. После этого поочередно заменяют «подозрительные» блоки (элементы) и каждый раз проверяют работу объекта с новым блоком. Если после замены блока признаков дефекта не наблюдается, то считают, что его существование было связано с замененным блоком.

Преимущество данного перехода в том, что он обеспечивает одновременное обнаружение и устранение дефекта. Однако его реализация требует наличия не только определенного запаса блоков (элементов), но и определенной приспособленности объекта для замены блоков (элементов).

Поэтому данный технологический переход обычно применяют для поиска таких дефектов, проявление которых связано с неисправностью съемных блоков или элементов, подобных лампам, плавким вставкам предохранителей и т. п.

Некоторые особенности проведения эксперимента при использовании перехода «замена блока» поясним примером.

Пример 62. Определение дефекта с помощью перехода «замена блока».

В описании процесса определения дефекта в гирлянде электрических ламп (см. рис. 8 и пример 16) была определена только последовательность реализации проверок, но не был уточнен способ их выполнения.

Номер заменяемой лампы выберем способом средней точки. Воспользовавшись указанной на рисунке 9 последовательностью проверок, заменим лампу Н9 заведомо исправной и включим гирлянду в сеть.

Возможен один из двух исходов такой проверки:

- гирлянда загорается;
- гирлянда по-прежнему не горит.

Первый результат эксперимента не представляет интереса, поскольку соответствует случайному совпадению точки первой проверки с неисправным блоком (в данном случае - лампой Н9).

Второй исход проверки свидетельствует, что дефект проверяемого объекта не связан с замененной лампой, но не уточняет местонахождение дефекта в какой-либо из половин цепочки последовательно соединенных блоков.

— — — — —

Применение данного технологического перехода на простейшем примере не исключает его использование и для объектов любой сложности.

Выбирая технологический переход для реализации того или иного эксперимента, следует рассматривать и то, какую дополнительную информацию об объекте или (и) дефекте получают после выполнения данного технологического перехода.

Исходя из этого, нельзя признать полезным экспериментом простую замену перегоревших плавких вставок предохранителей. Действительно, если новая вставка сгорит, это только подтвердит наличие дефекта типа «короткое замыкание» в проверяемом объекте. Из того, что новая вставка не сгорит, не следует, что дефект отсутствует. Просто может оказаться, что дефект относится либо к *«перемежающимся»*, появляющимся время от времени, либо он проявит себя в каком-то другом режиме работы объекта.

Когда результаты эксперимента не несут дополнительной информации о дефекте, а только подтверждают отсутствие дефекта в замененном блоке (точнее подтверждают существование дефекта в других блоках объекта, после замены данного блока), то эксперимент проводят, заменяя блоки поочередно в произвольном порядке.

Не следует считать, что применение данного технологического перехода возможно только при наличии однотипных блоков в объекте. Его можно применять и в тех случаях, когда в наличии есть заведомо исправные блоки.

Если при анализе схемы к числу «подозреваемых» отнесены разные по конструкции и составу блоки, то возможно установление очередности проверки в соответствии с имеющейся информацией о надежности тех или иных блоков. При этом первым заменяют наименее надежный, а последним - самый надежный блок.

В примере 62 при замене лампы не было обращено внимание на то, что выявление дефекта путем замены блока возможно только в том случае, если исправны не только связи заменяемого элемента с другим, но и вообще все связи внутри объекта, влияющие на его работу в режиме, соответствующем обнаруженному дефекту.

Действительно, если обратиться к схеме проверяемого в примере 4 изделия (см. рис. 1, б), можно увидеть, что его отказ происходит не только после перегорания любой лампы, но и после разрыва любой из связей объекта.

В таких случаях для проведения эксперимента целесообразнее использовать переход «исключение блока», который реализуется посредством шунтирования или отключения какого-либо элемента (блока) из схемы. Если после этого дефект не появляется, то считают исключенный блок неисправным.

Реализация этого перехода, как и проведение любого другого эксперимента в объекте, требует предварительного анализа его проведения после исключения блока. При этом следует учитывать, что изделие или его часть может либо вообще не работать, либо работать в аварийном режиме, способствующем появлению новых дефектов.

Наиболее перспективно использовать этот переход для поиска дефектов типа «короткое замыкание» («перегрузка»).

Пример 63. Определение дефекта с помощью перехода «исключение блока».

Дефект (см. пример 4) проявился в том, что гирлянда не горела. Перед проведением эксперимента с помощью данного технологического перехода обратим внимание на то, что на схемах со съемными элементами и блоками в силу традиции не показывают ряд реально существующих в объекте элементов, а именно:

- патронов, фонарей, ламповых панелей, держателей предохранителей и т.п.

Поэтому реальное изделие зачастую оказывается иным, чем его представляют по схеме. Например, на рисунке 1, б гирлянда показана только в виде ряда ламп, соединенных связями. Однако такое изображение соответствует реальной гирлянде только в том случае, когда проводники припаяны непосредственно к цоколю лампы. Если же лампы ввинчиваются или вставляются в патрон, то схема гирлянды приобретает другой вид (рис. 74).

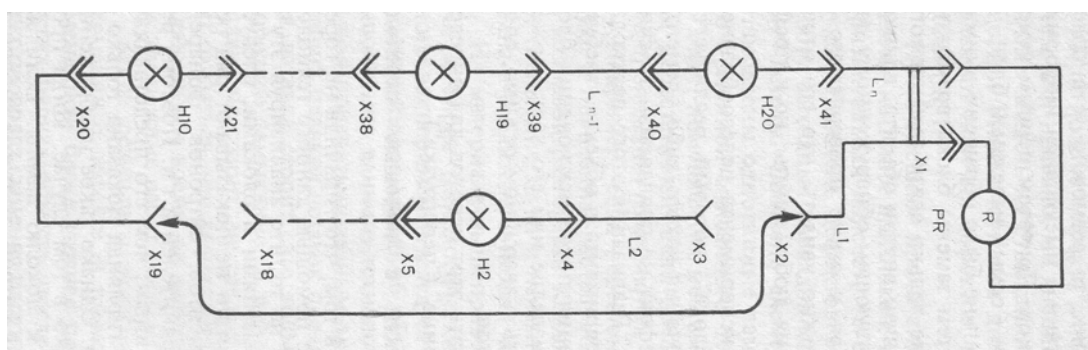


Рис. 74 Поиск дефекта в гирлянде ламп

На этой схеме с помощью соединителей $X2 - X41$ показано соединение контактных выводов ламп $H1 - H20$ с патронами, которые соединены между собой связями $L1 - Ln$.

Учитывая сказанное, рассматриваемый технологический переход будем реализовывать, вводя перемычку $E1^1$, подключая ее к разным контактам патронов с тем, чтобы образовалась обходная цепь, помимо одной или группы исключаемых ламп.

Чтобы не использовать источник регулируемого напряжения, подключим к соединителю XI омметр PR .

Готовясь к эксперименту, следует оценивать получаемую от него информацию. Применительно к данному случаю можно видеть, что введение перемычки между двумя соединяемыми лампами не позволило получить дополнительной информации о дефекте.

Действительно, если дефект не находится в исключенных перемычкой блоках, режим работы изделия не изменится. Поэтому в данном при-

¹ Здесь и далее предохранитель F в перемычке (см. рис. 18) не показан.

мере эксперимент выполним по-иному, исключая сразу несколько ламп.

Такой способ позволит проверить исправность целой группы, включающей примерно половину подозреваемых ламп, то есть в данном случае используем метод средней точки.

Такое выполнение эксперимента позволит значительно сократить число проверок.

В соответствии со сказанным при первой проверке включим перемычку в патроны ламп $H1$ и $H9$, предварительно вынув сами лампы.

Эксперимент может иметь один из двух исходов:

- дефект находится в одной из исключенных ламп $H2 - H9$, если прибор PR показывает наличие замкнутой цепи;
- дефект находится в одной из ламп $H1, H10 - H20$, если прибор PR показывает отсутствие цепи.

Эти исходы показаны на рисунке 76, где указано также включение перемычки $E1$.

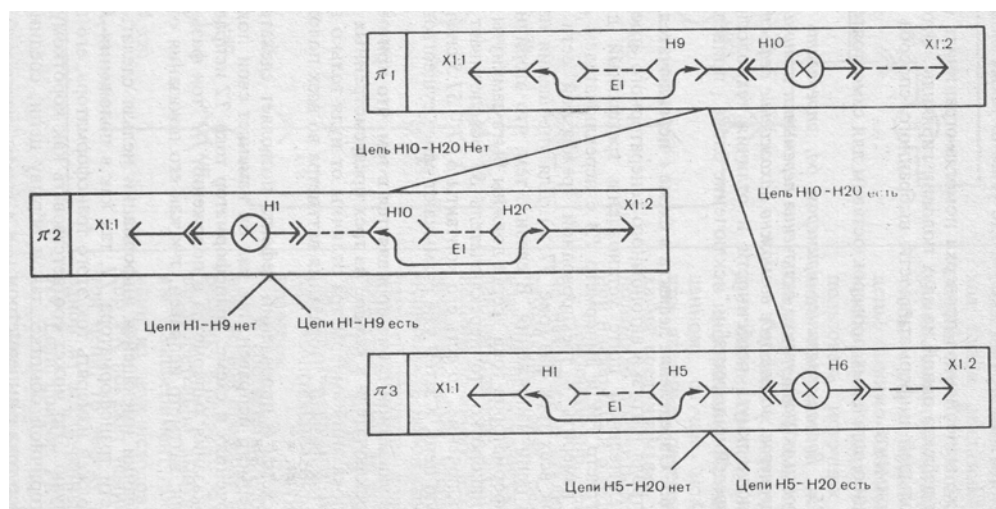


Рис. 75 Очередность и исходы проверок

Первая же выполненная проверка помогла ограничить область определения дефекта одной из двух половин гирлянды. Это и есть результат большей информативности выбранного способа проведения эксперимента.

Реализацию остальных проверок оставим для самостоятельного решения.

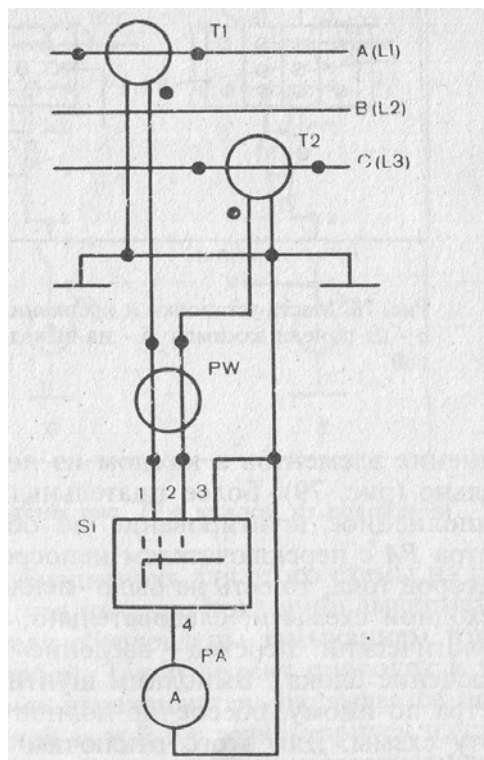
Задача 25. Воспользовавшись примером 64, определить очередность проверок, указать точки включения перемычки и минимальное количество проверок, за которое возможно нахождение дефекта.

Чтобы подчеркнуть особенности и отличия технологических переходов «введение дефекта» и «исключение блока», приведем еще один пример.

Пример 64. Поиск дефекта в схеме с переключателями.

Для контроля нагрузки автономного генераторного агрегата на его распределительном щите установлены трехфазный двухэлементный ваттметр *PW* и амперметр *PA* с переключателем *S1*, позволяющим измерить в трехпроводной трехфазной сети одним прибором ток всех трех фаз (рис. 76, а).

а)



б)

Ток	Положение	ЦЕПИ				
		1-4	1-2	2-3	2-4	2-3
		Контакты				
		S1:1	S1:5	S1:3	S1:4	S1:2
I_A	I	×				×
I_C	II			×	×	
I_B	III		×		×	

Рис. 76 Контроль нагрузки генератора:

а – принципиальная схема,
б – таблица замыканий переключателя

Для упрощения на схеме не показаны цепи напряжения. В связи с тем, что вторичные обмотки трансформаторов тока всегда должны быть замкнуты на нагрузку или накоротко, то переключатель *S1* обеспечивает безобрывное переключение, то есть его контакты *S1:1* – *S1:5* сначала замыкают новую цепь, а затем уже размыкают ранее существовавшую (рис. 76, б).

Дефект в указанной схеме проявляется в том, что при переводе рукоятки переключателя в каждое из трех предусмотренных схемой положений показания амперметра отличны от нуля только в положении *III* – «ток фазы *B*». Показания ваттметра во всех положениях отличны от нуля.

Анализ схемы и проявлений дефекта позволяет сделать такие выводы:

- амперметр исправен, так как он изменяет свои показания при переключениях в схеме;
- трансформатор тока *T2* исправен потому, что показания амперметра в положении *III* «ток фазы *B*» отличен от нуля;

- ваттметр исправен, так как его показания отличны от нуля.

На основании имеющейся информации нельзя сделать вывод об исправности трансформатора $T1$, так как в положении I , когда амперметр должен измерять ток этого трансформатора, его показания равны нулю.

Это может соответствовать как короткому замыканию во вторичной обмотке, так и обрыву цепи, соединяющей трансформатор тока с амперметром.

На основании этих выводов можно выдвинуть следующие гипотезы:

- неисправен переключатель $S1$;
- неисправен трансформатор $T1$.

Для проверки гипотез зашунтируем каждую токовую обмотку ваттметра PW в отдельности для того, чтобы переключатель $S1$ был подключен непосредственно к трансформаторам тока $T1$ и $T2$, и проверим работу амперметра в такой схеме.

При анализе схемы видно, что предложенные изменения в ней не могут привести к аварийным последствиям.

Шунтирующие перемычки можно подключить на панели зажимов в точках 1, 2 (рис. 77, а), на измерительных приборах в точках А, В или С, D (для отключения одного прибора) или в точках А, D (для отключения двух приборов) (рис. 77, б).

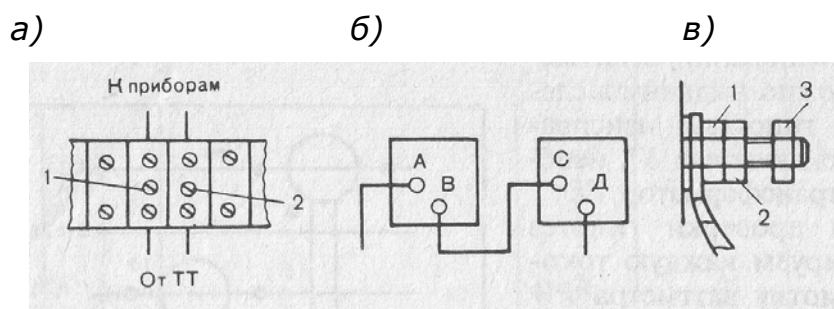


Рис. 77 Места установки и крепления перемычек:

а – на панели зажимов, б – на выводах приборов,
в – под третьей гайкой

Перемычку на зажимах прибора крепят между гайками 2, 3 (рис. 78, в).

Введя шунтирующие перемычки, проверим работу амперметра в каждом из положений переключателя 67. Результаты проверки показывают, что проявления дефекта не изменились.

Для дальнейшего поиска дефекта проанализируем работу рассматриваемого объекта более тщательно, нарисовав соединение элементов в каждом из положений переключателя $S1$ отдельно (рис. 78).

Более тщательный анализ схемы показывает, что выполненное шунтирование не обеспечило подключение амперметра PA с переключателем непосредственно к выводам трансформаторов тока, то есть не было исключено ни одного из элементов исходной схемы и, следовательно, на самом деле реализован технологический переход «введение дефекта», а не переход «исключение блока».

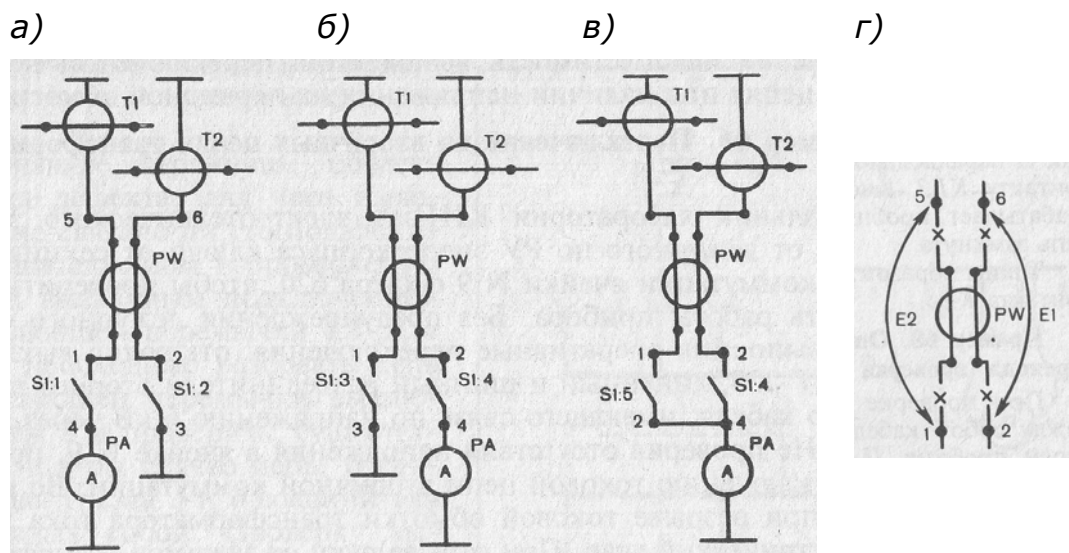


Рис. 78 Соединение элементов схемы рис. 77 в каждом из положений переключателя $S1$ (а, б, в) и установка перемычек на токовых обмотках ваттметра (г)

Выполним шунтирование токовых обмоток ваттметра по-иному, обеспечив полное исключение их влияния на работу схемы. Для этого отключим токовые обмотки ваттметра от схемы (разрыв показан на рис. 78, г знаком *), а перемычками $E1$, $E2$ соединим точки 1 и 5, 2 и 6 (в этом случае перед установкой перемычек необходимо предварительно отключить нагрузку генератора и снять возбуждение).

Выполнив указанные действия, проверим работу амперметра с переключателем. По результатам проверок видно, что выдвинутые в начале примера гипотезы неверны и переключатель с амперметром исправны, так как теперь во всех трех положениях переключателя показания отличны от нуля и одинаковы.

Выполнение описанных действий позволило выдвинуть иную гипотезу:

- неисправен ваттметр.

Такое предположение требует обратить более тщательное внимание на имевшуюся в начале информацию о показаниях приборов. Действительно, если бы были сразу сопоставлены показания ваттметра с расчетным значением мощности, полученным по формуле

$$P = \sqrt{3} \cdot UI \cos \varphi,$$

то после подстановки в неё значения тока I_B стало бы ясно, что

$$P_{PW} < P_{расч}^2.$$

Такое сопоставление позволило бы сразу отвергнуть гипотезу о неисправности переключателя и обратить усилия на поиск дефекта в ваттметре.

Проверяя новую гипотезу и анализируя для этого схемы на рис. 78, можно предположить, что нулевые показания амперметра в двух положениях переключателя обусловлены замыканием токовых обмоток

² Для данного расчёта можно положить $\cos \varphi = 1,0$.

ваттметра между собой.

Такой дефект приводит к тому, что в первых двух положениях переключатель оказывается подключен обоими выводами к одной и той же точке – корпусу и, следовательно, через его обмотку не протекает ток ни одного из трансформаторов.

В третьем же положении переключателя замыкание токовых обмоток ваттметра не исключает протекание тока трансформаторов через амперметр.

Подключив пробник к токовым обмоткам ваттметра, видим, что между ними существует цепь и, следовательно, причина дефекта в замыкании токовых обмоток между собой.

Задача 26. При переключении переключателя *S1* (см. рис. 76) в положения, соответствующие измерению тока первой и второй фаз, наибольшие показания амперметра составляют 5200 А, а наименьшие - 1200 А.

Указать возможные причины таких показаний и определить значение тока третьей фазы.

Отыскивая дефекты в схемах с трансформаторами тока, следует обращать особое внимание на недопустимость выполнения переключений во вторичных цепях при наличии напряжения на первичной обмотке.

Пример 65. Переключения во вторичных цепях трансформатора тока.

Начальник лаборатории КИПиА электротехнического завода получил, от дежурного по РУ энергокрупса ключи от секции вторичной коммутации ячейки N 9 фидера 620, чтобы проверить правильность работы прибора.

Без предупреждения дежурного он самовольно выполнил оперативные переключения:

- отключил выключатель ВМГ-133, линейный и шинный разъединители второго параллельного кабеля, имеющего связь по напряжению 6 кВ через ячейку N 8.

Не проверив отсутствия напряжения в ячейке N 9, приступил к отключению токовой цепи вторичной коммутации. Во время работы при разрыве токовой обмотки трансформатора тока получил электрический удар. При отрыве руки от зажимов трансформатора тока левой рукой коснулся шины фазы В с напряжением 6 кВ, а головой - открытой ячейки и был смертельно поражен электрическим током.

При проведении различных экспериментов над реальными объектами для подтверждения или опровержения выдвинутых гипотез возможно использование различных технологических переходов.

Пример 66. Использование технологического перехода «про-верка электрических цепей».

В примере 18 было выдвинуто предположение, что причиной

дефекта является неисправность контакта *K1.3*.

Чтобы проверить это предположение, можно использовать техноло-гический переход «проверка электрических цепей». Подключим пробник *П* параллельно отключенному от схемы в точке 7 (см. рис. 18) контакту

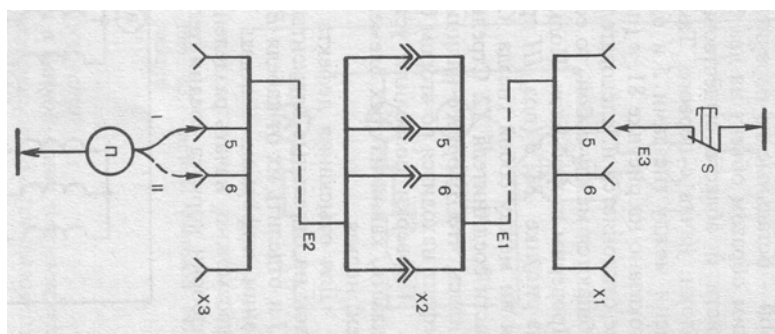
K 1.3. Кнопкой *S1* включим объект. Хотя контактор *K1* срабатывает, проб-ник *П* по-прежнему показывает, что проверяемая цепь замкнута.

Таким образом, причина дефекта заключается в неисправности кон-такта *K 1.3*.

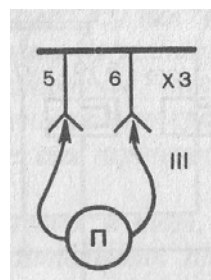
Пример 67. Определение дефекта с помощью технологичес-кого перехода «проверка электрических цепей».

При проверке цепей соединителей *X1*, *X2*, *X3*, соединенных между собой кабелями, обнаружено, что при проверке одной из цепей пробник *П* одинаково реагирует при его подключении к двум гнездам соединителя *X3*, то есть два гнезда соединяются между собой, чего по схеме не должно быть (рис. 79, а).

а)



б)



в)

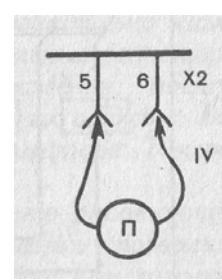


Рис. 79 Кабель, оконцованный соединителями:

а – к поиску дефекта, б, в – проверка цепей соединителя

Попробуем найти этот дефект, используя полученные ранее сведения об эвристическом методе и технологии проверки электрических цепей. Вначале ограничим область поиска дефекта, для чего выясним, не связано ли его появление с вмешательством в проверяемую схему, вызванным подключением заземляющей перемычки *E3*.

Для этого необходимо разорвать цепь заземляющей перемычки выключателем *S* и проверить, существует ли в этом случае цепь, соединяющая гнезда 5 и 6 соединителя *X3* между собой.

Проверку выполним пробником *П*, включив его так, как показано на рисунке 79, б (поз. *III* пробника *П*). Показания пробника свидетельствуют о наличии цепи между гнездами 5 и 6 при отключенной заземляющей перемычке *E3*. Из этой проверки можно заключить, что деаект не вызван вмешательством в схему и, следовательно, искать его надо в ней самой.

В общем случае схема может представлять собой совокупность достаточно большого числа различных элементов. В каком из них может быть дефект? С чего начать поиск? Воспользуемся и здесь принципом ограничения области определения дефекта, изложенным выше.

Схема состоит из следующих элементов:

- ответной части соединителя $X1$;
- кабеля $E1$;
- соединителя $X2$;
- кабеля $E2$;
- ответной части соединителя $X3$.

Хотя и перечислено пять элементов, но разделить их можно только на две части путем расстыковки соединителя $X2$, представляющего собой разборное соединение.

В первый блок в этом случае войдут ответные части соединителей $X1$ и $X2$, а также кабель $E1$, а во второй - остальные из перечисленных выше элементов.

Разделив таким образом объект на два блока, одновременно разделили на две части и область существования дефекта.

Проверим выделенные блоки, начав с первого. Так как дефект появился в образовании цепи между гнездами 5 и 6, то включим пробник Π так, как это показано на рис. 79, в (поз. IV пробника Π). Стрелка пробника не отклоняется и, следовательно, гнезда 5 и 6 в этом блоке не сообщаются между собой, то есть дефект в первом блоке отсутствует.

Проверим второй блок. Подключим пробник так, как это показано на рис. 79, б (поз. III пробника Π), и проверим, не сообщаются ли между собой гнезда $X3:5$ и $X3:6$ при отключенной ответной части соединителя $X2$. Стрелка пробника при этой проверке отклонилась, что говорит о наличии цепи между гнездами 5 и 6, то есть дефект находится во втором блоке.

Проверки позволили установить только дефектный блок, но указать, какой из трех элементов, входящих в этот блок, неисправен, нельзя.

Для отыскания дефекта необходимо теперь разделить второй блок на отдельные элементы, то есть разобрать соединители $X2$ и $X3$ и отделить их от кабеля $E2$. Так как при имеющейся в распоряжении информации отдать предпочтение какому-либо элементу невозможно, начать разделение можно с любого из них. Начнем с разборки корпуса соединителя $X2$. Сняв

корпус и осмотрев места паяк, видим, что гнезда 5 и 6 соединены между собой каплей припоя. Такое соединение гнезд и приводит к образованию между ними цепи, которой по схеме не должно быть. Дефект найден.

Задача 27. По примеру 67 нарисовать модель, которой были представлены соединители $X1$, $X2$, $X3$ вместе с кабелями (см. рис. 79) и изобразить графически последовательность поиска дефекта в такой модели, реализованную в этом примере.

Задача 28. Опишите проведение эксперимента для определения порядка чередования фаз сети, выполняемого с целью отыскания дефекта, описанного в задаче 12.

Задача 29. Дефект в схеме пуска многоскоростного асинхронного электродвигателя (рис. 80) проявляется в том, что после срабатывания контактора КМ2, включающего обмотку второй скорости L2, слышен сильный звук удара, а двигатель М (на рисунке показаны его обмотки L1, L2, L3) начинает вращаться в направлении обратном тому, в котором он вращался, работая на первой скорости.

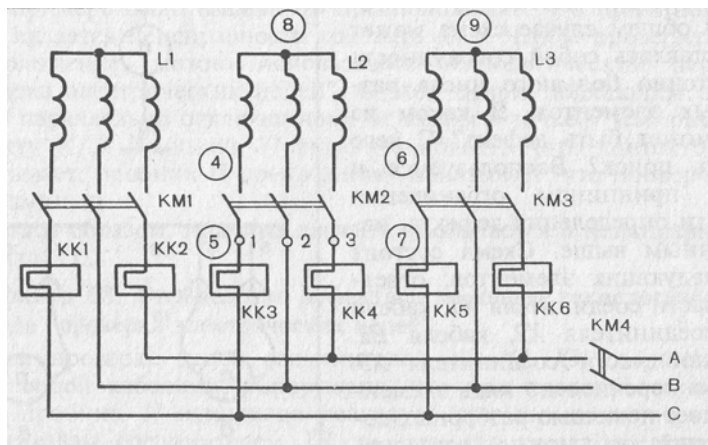


Рис. 80 Главные цепи системы управления трёхскоростным асинхронным двигателем

Опишите проведение эксперимента в данной схеме для выяснения причины дефекта при включенном напряжении, используя фазоуказатель-пробник ФП-2.

Задача 30. В схеме сигнализации (рис. 81) последовательно каждой из ламп накаливания Н1-Нп включены дополнительные резисторы R1 - Rп, служащие для уменьшения значения напряжения, поступающего на лампы и тем самым увеличивающие срок их службы. Вся схема сигнализации получает питание от трансформатора Т через полупроводниковый выпрямитель V.

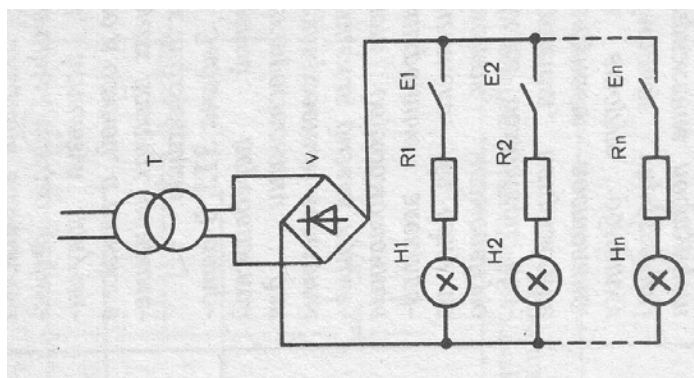


Рис. 81 Схема световой сигнализации

Дефект в схеме визуально проявляется в том, что работающие лампы

периодически гаснут. Предварительные проверки позволили установить, что появление дефекта связано с периодическим замыканием контакта датчика E2. Само по себе замыкание контакта любого датчика не должно приводить к такому дефекту. Обращение к документации помогает установить, что датчик E2 имеет такой характер работы и замыкает свой контакт периодически.

Указать возможные причины такого дефекта, используя полученную в данной, а также в других задачах и примерах информацию.

Задача 31. В автономной передвижной электростанции для регулирования частоты вращения дизеля применяют двухобмоточные асинхронные электродвигатели. На одну из обмоток, называемую также обмоткой возбуждения, напряжение поступает постоянно. На вторую обмотку (обмотку управления) напряжение поступает либо после замыкания контактов переключателя S1, либо от усилителя системы автоматического распределения активной нагрузки A1 (рис. 82).

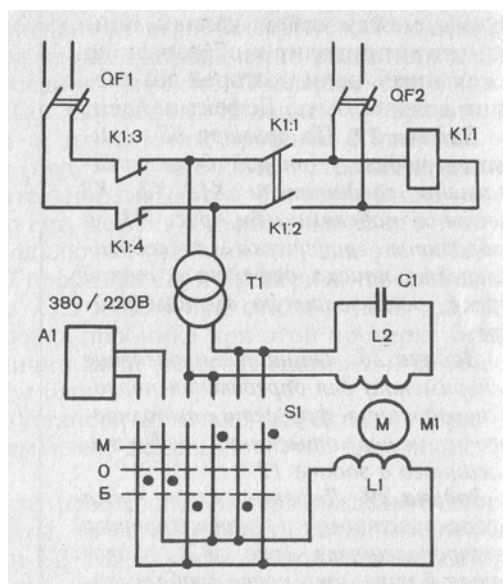


Рис. 82 Цепи управления серводвигателем

Частота вращения дизеля в таких электростанциях изменяется не только для изменения частоты напряжения генератора, но и при распределении активных нагрузок между параллельно работающими генераторами.

В связи с особой важностью этих цепей они получают питание через автоматический переключатель, выполненный на контакторе K1, от шин главного распределительного щита и аварийного источника.

При настройке данной системы она получала питание от шин главного распределительного щита через автоматический выключатель QF1, а выключатель QF2 был выключен.

В результате выполнения настроечных работ было обеспечено правильное взаимодействие обмоток двигателя как при управлении ключом,

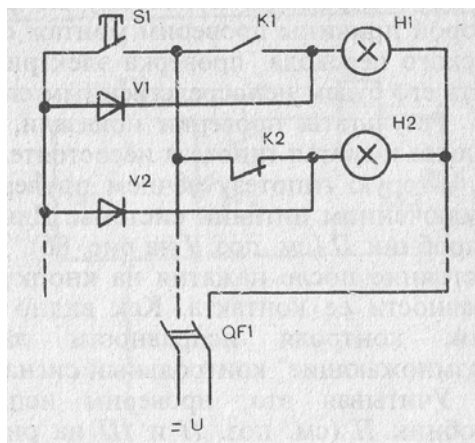
так и в автоматическом режиме работы, при распределении активных нагрузок устройством А1.

Во время испытаний был включен выключатель QF2 и проверена ра-бота системы распределения нагрузки. Однако вместо того, чтобы вырав-нивать нагрузки между генераторами (как принято говорить - «сводить» нагрузку) система А1 начинала переводить всю нагрузку на один генератор («разгонять» нагрузку) до тех пор, пока второй не был отключен реле обратной мощности (см. пример 23 и рис. 21).

Указать причину дефекта, проанализировать схему совместно с описанием проявлений дефекта. Предложить методику эксперимента для проверки гипотезы.

Задача 32. Система сигнализации (рис. 83, а) получает питание от сети постоянного напряжения 24 В.

а)



б)

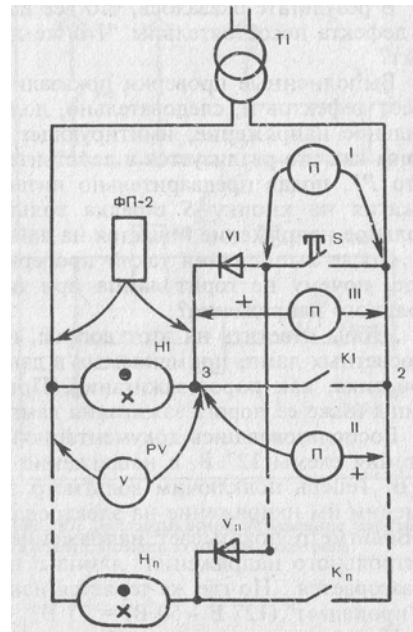


Рис. 83 Фрагменты схем сигнализации:

а – на лампах накаливания
б – на газосветных лампах

Дефект в данной системе проявляется в том, что при нажатии на кнопку S1 «Контроль ламп» лампы не горят, хотя при замыкании контактов K1 - K_n они работают.

Указать причину дефекта и описать методику эксперимента для его обнаружения.

Пример 69. Поиск дефекта в системе сигнализации.

На рис. 83, б приведен фрагмент принципиальной схемы системы сигнализации на газосветных лампах. Дефект в рассматриваемой системе проявляется в том, что при нажатии на кнопку S «Контроль ламп» ни одна из ламп H1 - H_n не горит.

Проанализировав приведенный фрагмент схемы, можно указать три причины этого дефекта:

- неисправны все сигнальные лампы;
- неправильно смонтирована схема;
- неисправен блок контроля ламп.

Первая причина практически нереальна и поэтому не рассматривается здесь. Для проверки второй причины проверим монтаж системы с помощью технологического перехода «проверка электрических цепей», причем выполнять его будем непосредственным способом.

Результаты проверки показали, что схема смонтирована правильно и поэтому вторая гипотеза несостоятельна.

Третью гипотезу начнем проверять с контакта кнопки *S* при отключенном питании системы. Для этого подключим к точкам 3, 2 пробник *П* (см. поз. *I* на рис. 83, б). Так как пробник изменяет свое состояние после нажатия на кнопку *S*, то можно говорить об исправности её контакта. Как видно из схемы, кроме кнопки *S* в блок контроля исправности ламп входят диоды *V1 - Vn*, «размножающие» контрольный сигнал.

Учитывая это, проверим исправность диодов, подключив пробник *П* (см. поз. *II* и *III* на рис.83, б).

Проверки показали, что при замкнутом контакте кнопки *S* пробник в поз. *II* показывает замкнутую цепь, а в поз. *III* - разомкнутую. Таким образом, диоды *V1 - Vn* исправны.

В результате оказалось, что все выдвинутые гипотезы о причине дефекта несостоятельны. Что же делать дальше? Где искать дефект?

Выполненные проверки показали, что блок контроля ламп не имеет дефектов и, следовательно, должен подавать на лампы контрольное напряжение, имитирующее срабатывание датчика.

Проверим как это реализуется в действительности и подключим вольтметр *PV*, подав предварительно питание на схему. Так как после нажатия на кнопку *S* стрелка вольтметра отклоняется, то контрольное напряжение подается на лампы.

После выполнения такой проверки естественно возникает вопрос: почему не горит лампа при подаче на ее электроды контрольного напряжения?

Чтобы ответить на него, необходимо вспомнить, что у газосветных ламп, применяемых в данной схеме, есть такая характеристика, как порог зажигания. При напряжении на электродах лампы ниже ее порога зажигания лампа не горит.

Воспользовавшись документацией, установим, что напряжение питания схемы 127 В, а напряжение зажигания лампы этого типа 70 В. Теперь подключим вольтметр электромагнитной системы и измерим им напряжение на электродах лампы при нажатой кнопке *S*. Вольтметр показывает напряжение 50 В. Поэтому при подаче контрольного напряжения лампа с напряжением зажигания 70 В не загорается.

Но где же теряется напряжение и на каком элементе «пропадает» (127 В - 50 В) = 77 В?

Изучая схему, следует обратить внимание на то, что исправность ламп контролируется однополупериодным выпрямленным с помощью диодов напряжением.

Как известно, действующее значение выпрямленного напряжения в схеме однополупериодного выпрямления составляет 45 % действующего значения переменного напряжения, подаваемого на вход схемы.

Таким образом, причиной дефекта явилась схемная ошибка, допу-

щенная на стадии проектирования, проявившаяся из-за недооценки важности системы питания.

Для устранения этой ошибки необходимо либо применить лампы с меньшим напряжением зажигания, либо подавать на блок контроля исправности ламп напряжение не менее 155 В (70 В/0,45).

Задача 33. На рисунке 84 показана схема системы дистанционного управления приводом вентилятора индукционного регулятора ИР-92 с помощью импульсных реле K7, K8.

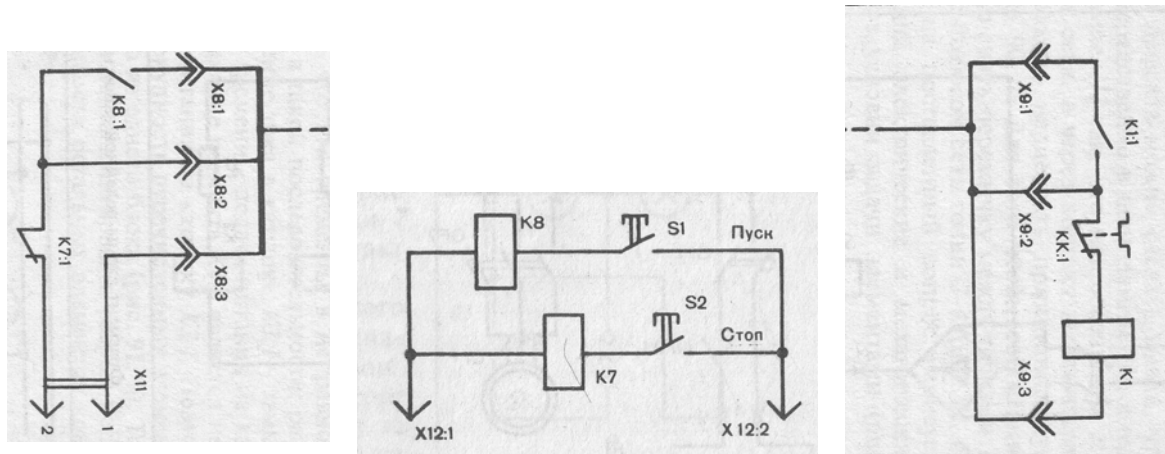


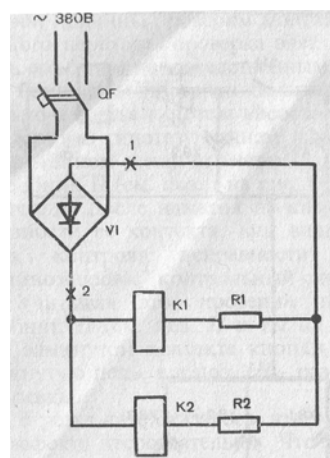
Рис. 84 Дистанционное управление электродвигателем импульсными реле

Дефект в схеме проявляется в том, что после подачи питания вентилятор начинает работать без нажатия на кнопку S1 «Пуск».

Указать причину дефекта.

Задача 34 Дефект в схеме релейной защиты (рис. 85, а) проявляется в том, что отключается (или как иногда говорят «выбивает») установочный автоматический выключатель QF.

а)



б)

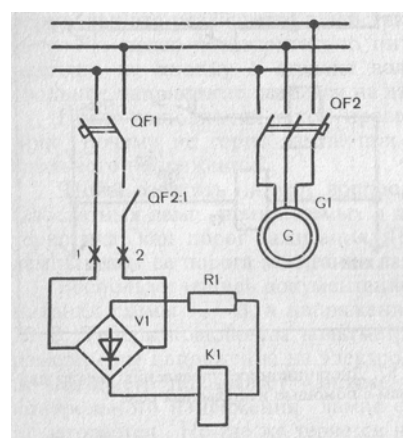


Рис. 85 Фрагменты схем:

а – релейной защиты,

б – управления генераторным выключателем

С помощью пробника были проверены диоды (см. рис. 75) и установлено, что они исправны.

После этого в точках 1 и 2 (см. рис. 85, а) отключили нагрузку выпрямительного моста и включили автомат QF. Выключатель по-прежнему отключился.

Найти причину дефекта, используя полученную информацию.

Задача 35. При первом включении схемы (рис. 85, б) отключился автомат QF1. Для проверки отключили нагрузку выключателя QF1 путем разрыва цепей в точках 1 и 2.

Несмотря на это, автомат все равно отключается, как при «глухом» (металлическом) коротком замыкании.

Выдвинуть гипотезы о причине дефекта.

Задача 36. Используя материал задачи 6 и комментарии к ней, ответить на вопрос:

Можно ли применять «...простейший способ проверки конденсаторов: зарядить, подождать 10-15 мин, разрядить и посмотреть на искру»?