

СПОСОБ РЕГИСТРАЦИИ СБОЕВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ

В. А. Михайлов, В. Н. Давиденко, В. В. Логвин

Харьковский институт горного машиностроения, автоматики и вычислительной техники

Как известно, сбои элементов автоматики в большинстве случаев являются следствием обратимых случайных изменений внешних воздействий, режимов работы и параметров элементов [1].

Так, например, при внешнем вибрационном воздействии с произвольными параметрами может произойти самопроизвольное срабатывание электромагнитного реле. При изменении параметров воздействия до определенного уровня реле возвращается в нормальное положение.

Сбои электромагнитных реле трудно регистрировать. Во многих случаях они приводят к более тяжелым последствиям, чем окончательные отказы. Поэтому при стендовых испытаниях реле на надежность целесообразно оценивать, наряду с интенсивностью окончательных отказов $\lambda_{ок} \left[\frac{1}{час} \right]$,

и интенсивность сбоев $\lambda_{сб} \left[\frac{1}{цикл} \right]$. Получение информации, необходимой для оценки $\lambda_{сб}$, требует меньших затрат времени, чем получение информации для оценки $\lambda_{ок}$. Однако регистрация сбоев более сложна из-за необходимости выполнения двух основных требований к схеме регистрации — непрерывности регистрации и более высокой надежности самой схемы по сравнению с испытываемыми образцами.

В большинстве известных схем указанные требования выполняются недостаточно четко. Существующие схемы, выполненные на поляризованных реле типа РП-5 лишены возможности непрерывно фиксировать сбои. Кроме того, каждому испытываемому реле в них соответствует отдельное регистрирующее реле, что приводит к недостаточной надежности самой схемы регистрации, особенно при испытании реле более высокой надежности либо однотипных с применяемыми в регистрационной схеме.

Рассматриваемая в настоящей работе схема регистрации сбоев электромагнитных реле (рис. 1) позволяет непрерывно регистрировать сбои, записывая их на самопишущий прибор, и обладает достаточно высокой надежностью.

Схема регистрации состоит из трех основных узлов:

- 1) узел сравнения;
- 2) устройство отсечки разброса параметров испытываемых реле;
- 3) узел регистрации и записи.

Принцип регистрации сбоев базируется на сравнении одновременности замыканий либо размыканий параллельно соединенных и номинально нагруженных контактов испытываемых реле и эталонного, резервируемого до необходимой надежности, которая обусловлена длительностью испытаний.

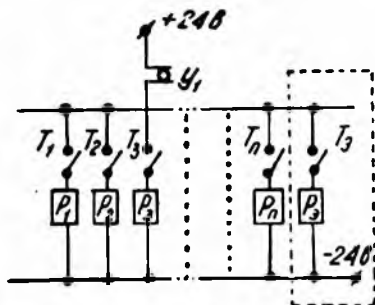
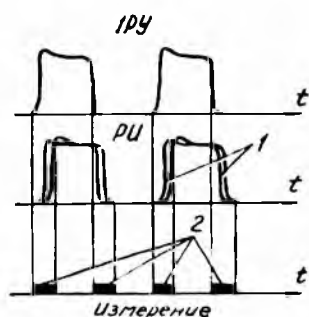
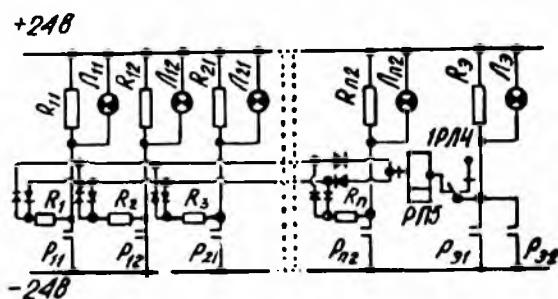


Рис. 1. Схема регистрации сбоев электромагнитных реле.

При смешанных контактных группах с Н. З. и Н. О. контактами необходимы две аналогичные схемы с разделением контактов по нормальному состоянию.

Событие сбоя для электромагнитного реле заключается в возможном срабатывании реле в период паузы либо несрабатывании в период ожидаемого импульса. Поэтому при срабатывании в период паузы хотя бы одного из одновременно работающих контактов с частотой, не превышающей 1 гц, по цепи + 24 в — R_3 Н. З. контакт $IP14$ — катушка реле $PP5$ — соответствующие диоды — сработавший контакт, а в случае несрабатывания в период ожидаемого импульса по цепи + 24 в — нагрузочное сопротивление несработавшего реле — соответствующие диоды — катушка реле $PP5$ — Н. З. контакт реле $IP14$ — замкнутый контакт эталонного реле P_{31} — протекает ток, который и несет достаточную информацию о сбоях испытываемых реле.

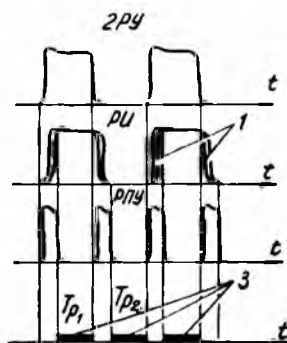
Однако разброс как электромагнитных, так и механических параметров реле при их одновременном срабатывании вызывает появление зон ложных сбоев (рис. 2). Поэтому в схему регистрации вводится устройство отсечки зон разброса параметров испытываемых реле.

Измерение параметров и осциллографирование одновременно работающих 50 реле РСМ-1 (100 Н. О. контактов) дало возможность получить необходимые данные для оценки характера разброса временных интервалов зон срабатывания $T_{з.с}$ и отпускания $T_{з.о}$ для реле указанного типа.

Полученные экспериментальные данные позволили установить, что закон распределения времени замыкания и размыкания подчиняется нор-

Рис. 2. Принцип отсечки зон ложных сбоев:

1 — зоны разброса $T_{з}$ и $T_{р}$ испытываемых реле; 2 — зоны ложных сбоев; 3 — зоны измерения.



мальному закону (рис. 3 и 4), где математические ожидания вычислены методом наименьших квадратов. Сопоставление экспериментальных функций распределения и аппроксимирующих по критерию согласия А. Н. Колмогорова дало достаточно хорошие результаты.

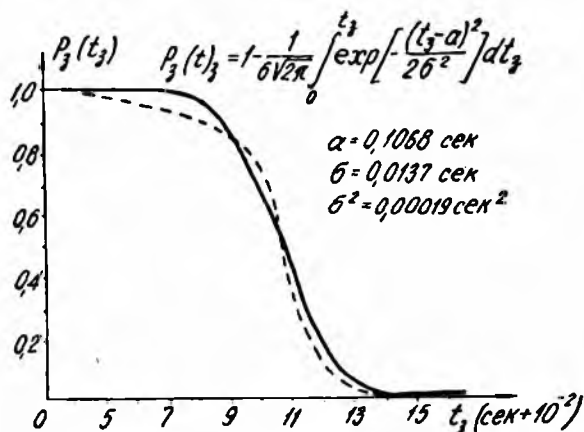


Рис. 3. Распределение времени одновременного замыкания 100 н. о. контактов реле РСМ-1
(— экспериментальное,
- - - теоретическое).

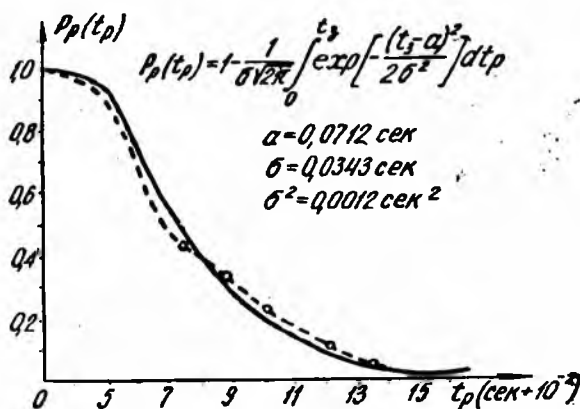


Рис. 4. Распределение времени одновременного размыкания 100 н. о. контактов реле РСМ-1
(— экспериментальное,
- - - теоретическое).

Так, для времени замыкания Н. О. контактов реле РСМ-1

$$1 - P_3 \approx 0,60. \quad (1)$$

Согласие между теоретической и экспериментальной кривыми достаточно хорошее.

Для времени размыкания Н. О. контактов реле РСМ-1

$$1 - P_p \approx 0,99. \quad (2)$$

Согласие между теоретической и экспериментальной кривыми очень хорошее.

Функции распределения (рис. 3 и 4) позволяют найти следующее: по истечении времени $T_{з\max} 0,1600 \text{ сек}$ с момента подачи напряжения на катушки испытываемых реле вероятность того, что все испытываемые контакты замкнутся, будет равна $P = 0,9999$, а по истечении времени $T_{р\max} 0,19 \text{ сек}$ после снятия напряжения с катушек испытываемых реле вероятность того,

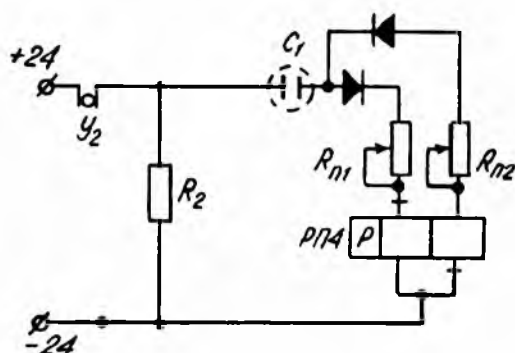


Рис. 5. Схема отсечки временных интервалов регистрации сбоев.

что все испытываемые контакты разомкнутся, будет равна $P = 0,9999$. Поэтому, если в момент включения катушек испытываемых реле отключать схему измерения сбоев на $0,16 \text{ сек}$, а в момент отключения их — на $0,19 \text{ сек}$, то вероятность регистрации ложного сбоя, проявляющегося из-за разброса параметров реле, не превысит $0,0001$, или $0,01\%$.

Отсечка временных интервалов осуществляется схемой (рис. 5), в которой контакт реле РП-4 разрывает цепь измерения на необходимые интервалы времени, регулируемые соответствующими дифференциальными контурами.

Управляющий контакт реле РП-4 на интервалы $T_{р1}$ и $T_{р2}$ (рис. 2) подключает катушку реле РП-5, на которой и происходит сравнение токов в эталонном и испытываемых контактах. Протекание тока по катушке реле

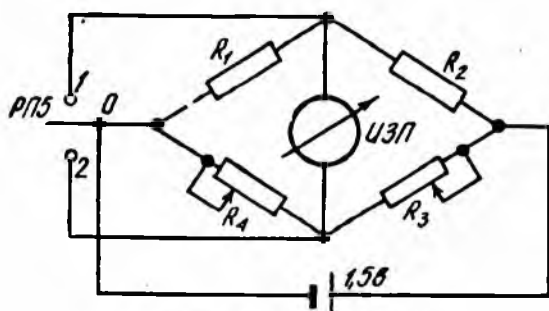


Рис. 6. Схема записи сбоев.

РП-5 указывает на появление сбоя, а направление тока определяет его вид. Контакт реле РП-5 шунтирует соответствующее плечо моста (рис. 6), в диагональ которого включен самопишущий регистрирующий прибор, фиксирующий сбой и их характер на бумажной ленте. Появление систематического сбоя указывает на наступление окончательного отказа, после чего необходимо последовательно отключать тумблеры $T_1; T_2 \dots T_n$, одновременно разрывающие цепь питания катушек испытываемых реле и исключаяющие из схемы регистрации контакты этих же реле. Номер тумблера, на котором наблюдалось исчезновение систематического сбоя, соответствует номеру окончательного отказавшего реле. После регистрации и устранения окончательного отказа схема приводится в исходное положение и испытания на сбой могут быть продолжены.

Надежность схемы регистрации можно определить исходя из надежности составляющих ее элементов. Так, при появлении сбоя в его регистрации участвуют последовательно соединенные сопротивления с $\lambda_1 0,0125 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{час}}$ диоды Д7Ж с $\lambda_2 0,15 \cdot 10^{-3}$ и реле РП-5 с $\lambda_3 0,90 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{час}}$.

Исключение отказов записывающего прибора и моста из расчета воз-

можно, так как всякие неисправности в них могут быть определены визуально по записи. Поэтому надежность цепей регистрации сбоев может быть определена как вероятность безотказной работы в период испытаний. Так, при частоте срабатываний реле РСМ-1 равной 0,5 гц, полное число циклов (100 000) реле наработывают за 56 часов.

Следовательно, вероятность исправной работы цепей регистрации без учета надежности паек

$$P = e^{-\Sigma \lambda t} = e^{-0,0630} \approx 0,94 \quad (3)$$

Таким образом, рассмотренный способ регистрации сбоев достаточно точен, отвечает необходимым требованиям и может быть использован для регистрации сбоев различных видов электромагнитных реле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Т. В. Дружинин. Надежность устройств автоматики, Изд-во «Энергия», М., 1964.
-