

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

УДК 621.395.-1:021.3116

В. И. Гуревич

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ НЕОБСЛУЖИВАЕМЫХ ПУНКТОВ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

Протяженные линии связи включают, как правило, дистанционно питаемые необслуживаемые усилительные пункты (НУП), расположенные вдоль трассы на расстоянии 5... 10 км. Обрыв цепи дистанционного питания (ДП) в любой точке трассы нарушает работу всей системы передачи, что может привести к тяжелым последствиям и часто является недопустимым. В связи с этим целесообразно снабжать систему питания НУП специальными устройствами образования шлейфов (УОШ), представляющими собой двухпозиционные односта-бильные реле.

Рассмотрим работу системы электропитания с УОШ (рис. 1). В обесточенном состоянии все коммутирующие контакты УОШ замкнуты. При включении питания рабочее значение тока устанавливается лишь в первом от источника питания НУП-1. Далее этот ток разветвляется на две части, одна из которых (h) подается к НУП-2, а вторая (h) — протекает через балластное сопротивление $R1$. За НУП-2 ток h опять разветвляется на составляющие I_3 и h и т. д. Сопротивление балластных резисторов по мере удаления от источника питания уменьшается и выбирается из соотношения

$$R_{\sigma i} = R_{\Sigma} - R_{\Gamma i} \quad (1)$$

где R_{Σ} — полное сопротивление линии; $R_{\Gamma i}$ — сопротивление участка линии до места установки i -го балластного сопротивления. С уменьшением тока срабатывания УОШ снижаются требования к точности соблюдения условия (1). При этом между токами в линии устанавливается следующая взаимосвязь:

$$I_2 = I - I_1; I_4 = I - I_1 - I_3; I_6 = I - I_1 - I_3 - I_5.$$

Достаточным для срабатывания УОШ оказывается только ток $I/2$. При размыкании контакта в УОШ-1 соотношения между токами изменяются:

$$I_1 = 0; I_2 = I; I_4 = I - I_3; I_6 = I - I_3 - I_5$$

В этом случае достаточным для срабатывания УОШ становится уже и ток $I/4$. При размыкании контакта в УОШ-2 аналогично возрастает ток в цепи УОШ-3 и т. д. Таким образом происходит последовательное включение УОШ и последовательный выход на номинальный режим всех участков системы. При обрыве цепи питания, например, в точке 3 (рис. 1) все устройства образования шлейфа возвращаются в исходное состояние, а все НУП, кроме первого,

теряют питание. В этом случае начинается описанный выше процесс последовательного запуска УОШ, который заканчивается при достижении точки повреждения. В результате бел. питания остается лишь участок системы, расположенный за местом повреждения, т. е. поврежденный участок отсекается от системы с заменой его по цепи питания шлейфом (балластным сопротивлением) сработавшего УОШ.

К устройствам образования шлейфа предъявляется ряд специфических требований. Например, для рассмотренного выше призера это способность коммутировать напряжение не менее 1000 В при токе 0,1 А; достаточная изоляция цепи управления от выходной цепи, выдерживающая напряжение не менее 3 кВ; небольшие габариты для размещения в контейнерах НУП. Устройство должно иметь также специальную вольт-амперную характеристику, обеспечивающую их срабатывание при малых токах (10...20 мА) с последующим возрастанием рабочего тока в 5—10 раз. Причем под действием этого тока устройство должно находиться неограниченно долго (до возникновения обрыва на линии или планового отключения) и иметь очень малое внутреннее сопротивление (чтобы не оказывать существенного влияния на общий уровень напряжения питания НУП при большом числе таких устройств, соединенных последовательно).

Среди широкой номенклатуры устройств релейной техники, выпускаемой в настоящее время, отсутствуют устройства, способные работать в качестве УОШ. Возможность реализации описанной системы питания НУП появилась в связи с созданием в последние годы электромагнитных аппаратов нового типа, так называемых геркотронов [1, 2], представляющих собой герконовые реле с высоковольтной изоляцией между входом (обмоткой управления) и выходом (герконом). Одна из разновидностей

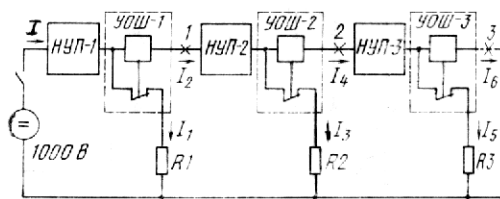


Рис. 1

таких аппаратов — высоковольтные слаботочные коммутаторы на герконах (например, на серийно выпускаемых вакуумных герконах типа МКА-52141, коммутирующих напряжение до 5 кВ). Однако высоковольтные герконы имеют очень ограниченное значение допустимой коммутируемой мощности: до 50 Вт при напряжении до 1000 В и до 10 Вт при напряжении свыше 1000 В, что является недостаточным для работы их в УОШ.

В то же время эти герконы допускают коммутацию значительных токов (до 3...4 А) в пределах указанных значений мощностей. Следовательно, значительно увеличить величину коммутируемого тока при высоком напряжении можно путем последовательного соединения герконов, что позволяет существенно упростить конструкцию, так как выравнять распределение напряжений на последовательно соединенных элементах значительно проще, чем выравнять распределение токов по параллельным элементам.

Устройство, удовлетворяющее требованиям УОШ и коммутирующее ток 0,1 А при напряжении 1000 В, было реализовано на двух последовательно соединенных герконах типа МКА-52141А, каждый из которых снабжен собственной катушкой возбуждения. Обе катушки соединены между собой в общую обмотку управления. Для предотвращения размыкания замкнутых герконов использованы два постоянных магнита типа ДЖБ.04.2.0325, установленных своими осями намагничивания перпендикулярно вектору поля катушек возбуждения. Делитель напряжения выполнен на двух резисторах типа КЭВ-0,5 сопротивлением по 100 МОм, включенных параллельно герконам. Для компенсации разброса параметров герконов и магнитов непосредственно на магнитах установлены магнитные шунты в виде стальных пластинок, которые свободно перемещаются

при настройке. Вся конструкция размещается в корпусе размерами 90X55X28 мм и заливается эпоксидным компаундом. Внутренний монтаж выполнен высоковольтным проводом типа РМПВН.

Так как в современных системах связи напряжение дистанционного питания может достигать 2000 В при токе 400...500 мА, необходимо дальнейшее увеличение мощности коммутатора, что позволит применять устройство для любых типов дистанционно питаемых НУП. Отсутствие отечественных герконов требуемой мощности привело к созданию гибридного транзисторно-герконового коммутатора, схема которого показана на рис. 2. В этом устройстве герконы коммутируют лишь небольшие базовые токи транзисторов и работают в облегченном режиме, а два последовательно соединенных транзистора типа 2Т713А с большим запасом выдерживают рабочее, а также испытательное напряжения.

Применение отдельного геркона для каждого транзистора позволило надежно развязать их базовые цепи и устранить зависимость состояния одного транзистора от другого. При этом небольшая естественная несинхронность срабатывания герконов (десяти микросекунд при описанной ниже схеме управления обмоткой возбуждения) не влияет на работоспособность устройства, поскольку транзисторы типа 2Т713А допускают приложение импульсного напряжения между эмиттером и коллектором до 2500 В, что делает допустимым некоторую неодновременность их отпирания (запирания).

Разработка коммутатора, удовлетворяющего условиям работы в УОШ, является решением лишь одной из задач. Второй задачей было придание коммутатору специальной вольт-амперной характеристики (ВАХ). Эта задача была решена с помощью электронного преобразователя ВАХ (рис. 3).

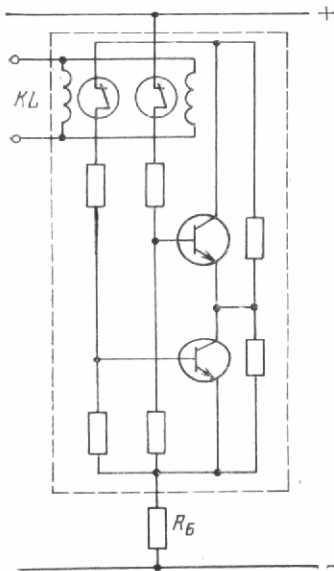


Рис. 2

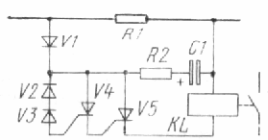


Рис. 3

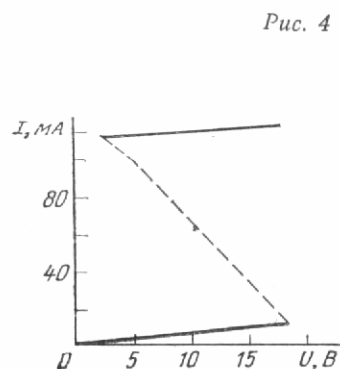
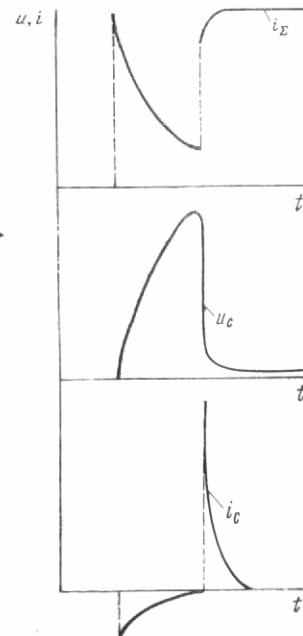


Рис. 5

Рис. 4



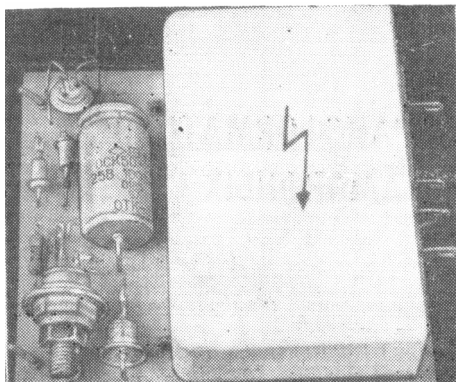


Рис. 6

Работает устройство следующим образом. При подаче питания в линию по ней начинает протекать небольшой ток, создающий заметное падение напряжения на высокоомном шунте $R1$. Под действием этого напряжения конденсатор $C1$ начинает заряжаться током, протекающим через диод $V1$ и резистор $R2$. В это время тиристоры $V4$ и $V5$ заперты и обмотка KL практически обесточена. После заряда конденсатора $C1$ до напряжения пробоя стабилитронов $V2$ и $V3$ их эквивалентное сопротивление уменьшается, что приводит к отпирианию тиристоров — сначала $V4$, а затем $V5$. При этом конденсатор $C1$ разряжается через тиристор $V5$ и резистор $R2$ на обмотку KL , создавая импульс тока, достаточный для срабатывания реле (рис. 4).

При замыкании его контактов низкоомная обмотка KL оказывается включенной параллельно высокоомному шунту $R1$, что приводит к резкому уменьшению эквивалентного сопротивле-

ния устройства и падению напряжения на нем (но оно, однако, достаточно для удержания реле). Наличие маломощного тиристора $V4$, обладающего значительно большим сопротивлением управляющего перехода по сравнению с сопротивлением управляющего перехода тиристора $V5$, позволяет существенно уменьшить ток утечки конденсатора $C1$ но время его заряда и повысить эффективность его использования.

Применение стабилитронов совместно с тиристором в качестве порогового ключевого элемента обеспечивает стабильный к низкий порог срабатывания, в отличие от динисторов. Диод $V1$ предотвращает разряд конденсатора через шунт $R1$.

Существенное отличие описанного коммутирующего устройства, снабженного преобразователем, от известных устройств релейного типа заключается в специфической зависимости тока срабатывания от напряжения (рис. 5) и характере изменения эквивалентного сопротивления, когда до срабатывания устройства оно высоко и ток очень мал, а после срабатывания резко падает, а ток возрастет.

Разработанные устройства образования шлейфа (рис. 6) собраны на небольших платах, встраиваемых непосредственно в аппаратуру, надежны в работе и удовлетворяют всем предъявляемым к ним требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич В. И., Хрисанов Е. Л. Геркотроны // Вестник связи. — 1983, — № 6. — С. 50.
2. Гуревич В. И., Савченко П. И. Геркотроны — новые устройства дистанционного управления высокопотенциальными цепями // Электронная техника. Сер. Электровакуумные и газоразрядные приборы. — 1984. — Вып. 4 (103). — С. 57—59.

Получено 12.11.87