

**Библиотека
Инженера**

Виноградов Ю. А.

«СОЛОН»

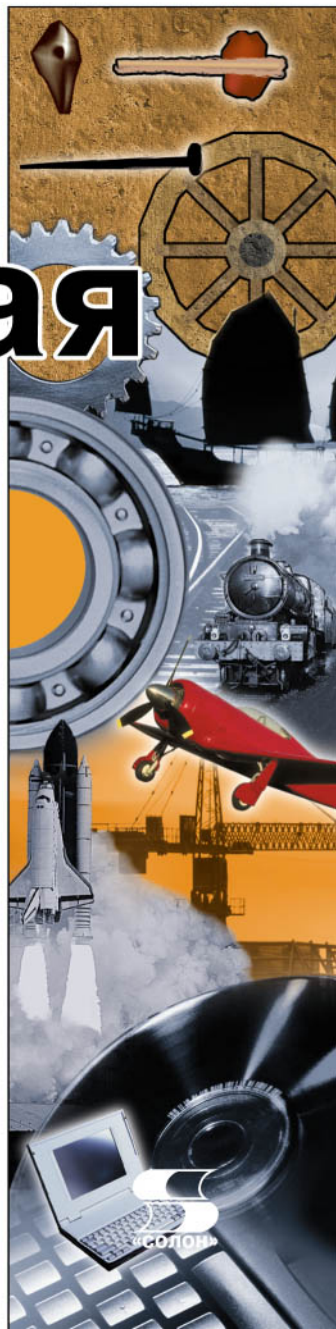
Охранная техника

Датчики

Линии связи

Исполнительные устройства

Практика применения



УДК 32.882
ББК 621.399
В 49

Виноградов Ю. А.

В49 Охранная техника. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2010. — 192 с.: ил. — (Серия «Библиотека инженера»)

ISBN 978-5-91359-041-1

Книга адресована читателю, имеющему опыт конструирования электронных устройств.

— Но зачем это? — с недоумением спросит современный пользователь, — ведь все можно купить...

Далеко не все — можно, и меньше того — следует.

Прежде всего, потому, что многие из прежних запретов на средства самозащиты не исчезли, а лишь поменяли форму: из административных они стали «рыночными». Так, недоступный советскому покупателю датчик ионизирующей радиации, т. н. счетчик Гейгера (по сложности — неоновая лампочка), купить можно, но... по цене телевизора.

Важно и то, что «продажная» охранная техника относится к товарам, оплата которых производится немедленно, а реальная ценность выясняется потом. Миллионы наших сограждан могли бы поделиться своим печальным опытом в приобретении такого рода. Но у этого «товара» есть особенность: купивший его рискует потерять не только деньги...

В книге даны детальные описания устройств охранной техники, которые остается лишь повторить, и советы конструктору, реализующему свои собственные идеи. А комментарии и замечания к ним могут быть интересны и сами по себе.

Своего рода экскурс в нашу историю представляет послесловие автора, в котором он знакомит читателя с военным радио полувекковой давности и армейским бытом тех лет...

КНИГА — ПОЧТОЙ

Книги издательства «СОЛОН-ПРЕСС» можно заказать наложенным платежом (оплата при получении) по фиксированной цене. Заказ оформляется одним из трех способов:

1. Послать открытку или письмо по адресу: 123242, Москва, а/я 20.
2. Оформить заказ можно на сайте www.solon-press.ru в разделе «Книга — почтой».
3. Заказать книги по телефону (495) 254-44-10, (499) 252-36-96.

Бесплатно высылается каталог издательства по почте. Для этого высылайте конверт с маркой по адресу, указанному в п. 1.

При оформлении заказа следует правильно и полностью указать адрес, по которому должны быть высланы книги, а также фамилию, имя и отчество получателя. Желательно дополнительно указать свой телефон и адрес электронной почты.

Через Интернет вы можете в любое время получить свежий каталог издательства «СОЛОН-ПРЕСС», считав его с адреса www.solon-press.ru/kat.doc

Интернет-магазин размещен на сайте www.solon-press.ru

Электронная техника охранных систем

Автономно функционирующую охранную систему (ОС) обычно строят так, как показано на рис. 1.

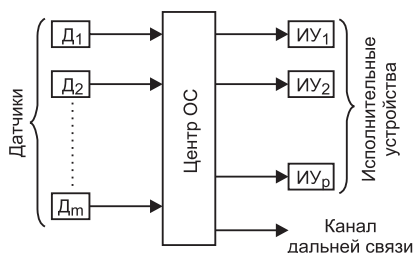


Рис. 1. Структура охранной системы

Важнейшее ее звено — группа датчиков, контролирующих охраняемую территорию и преобразующих поступающую информацию в вид, пригодный для обработки современными средствами цифровой электроники.

Центр ОС — ее «мозг» — анализирует эту информацию и принимает на ее основе то или иное решение.

Третью группу составляют устройства, исполняющие принятое решение. Эта силовая часть ОС управляет своими собственными средствами противодействия криминалу.

В единую систему все это объединяют линии связи.

Продолжительность работы охранной системы в дежурном режиме — важнейшая ее характеристика. Примем в качестве минимума летний или зимний сезон — $T_c \cong 4 \cdot 10^3$ часов.

Конечно, охранная система обязана рассчитывать лишь на собственные энергоресурсы. Внешние источники (та же электросеть) могут быть полезны, но их исчезновение не может быть сколько-нибудь важным. Однако энергозапасы автономных источников обычно невелики и разработчик охранной системы стоит перед необходимостью снизить ее энергопотребление до возможного минимума. Прежде всего, конечно, в дежурном режиме.

Отсюда особый интерес к электронике малого энергопотребления: к КМОП микросхемам и микроощным операционным усилителям (ОУ).

КМОП микросхемы [1]

Основа этой техники — *n*- и *p*-канальные полевые транзисторы с изолированным затвором, работающие в режиме обогащения (с индуцированным каналом). Зависимость тока в канале такого транзистора от напряжения на затворе показана на рис. 2 (в первом квадранте — для *n*-канального транзистора, в третьем — для *p*-канального).

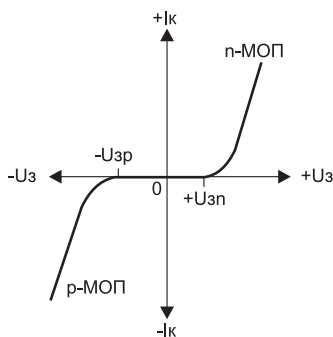


Рис. 2. Зависимость тока стока от напряжения на затворе в *n*-МОП- и *p*-МОП-транзисторах с индуцированным каналом

Но особое качество эта техника приобретает в т. н. комплементарном (дополняющем) включении *n*- и *p*-канальных транзисторов, простейшее из которых, т. н. КМОП-пара, показано на рис. 3, а. В двоичной технике КМОП-пара реализует инверсию, функцию НЕ.

В КМОП микросхемах логический нуль (лог. 0) представляется электрическим потенциалом, близким к потенциалу нулевой шины питания, а логическая единица (лог. 1) — потенциалом, близким к $+U_{пит}$.

Множества нулевых потенциалов $[U0]$ и единичных $[U1]$ не только не пересекаются ($[U0] \cap [U1] \equiv \emptyset$ — пустое множество), но в достаточной мере и «изолированы» одно от другого.

Особенностью комплементарного включения *n*- и *p*-канальных транзисторов является т.н. сквозной ток, зависимость которого от напряжения на затворах КМОП пары показана на рис. 3, б. Заметим, что сквозной ток достигает максимума при $U_{вх} \cong +U_{пит}/2$.

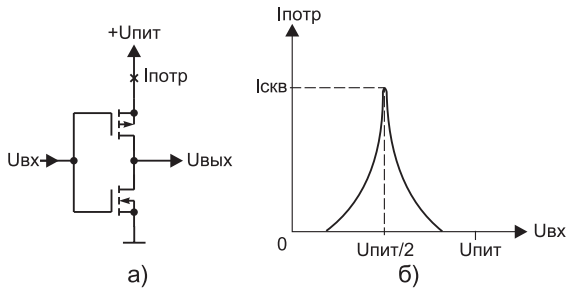


Рис. 3. Сквозной ток в КМОП-структуре

Сквозной ток возникает и в более сложных КМОП-структурах; в частности — в элементах микросхем К561ЛЕ5 и К561ЛА7. Его величину можно выяснить, включив микросхему так, как показано на рис. 4 (входы незадействованных элементов «заземляют»). О величине максимального сквозного тока $I_{скв\ max}$ в элементарных структурах этих микросхем можно судить по табл. 1.

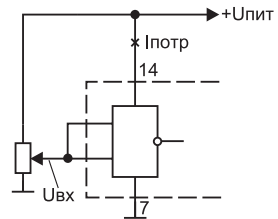


Рис. 4. Измерение сквозного тока к КМОП микросхемах ЛА7 и ЛЕ5

Таблица 1

+U _{пит} , В	I _{скв max} , мА (при U _{вх} ≅ +U _{пит} /2)	
	К561ЛЕ5	К561ЛА7
7	1,2	3,5
6	0,8	2
5	0,3	1
3,9	0,08	0,3
2,6	<1 мкА	12 мкА

Радикальное снижение энергопотребления по сквозному току достигается, очевидно, уменьшением напряжения питания микросхемы. И не только до номинального минимума (в микросхемах серии К561 — +3 В), но и ниже его (теряя в быстродействии, микросхема еще сохраняет свои функции).

На заметку конструктору...

Полезными могут быть и средства, ускоряющие сам процесс перехода КМОП-структуры из одного состояния в другое, т. е. минимизирующие сквозной ток по времени. В этом одно из назначений форсирующих конденсаторов в резисторных делителях.

Реализованный в КМОП технике логический элемент (рис. 5) работает электронным переключателем: его выходной полюс соединяется либо с нулевой шиной питания (открытым п-каналом, р-канал закрыт) либо с шиной $+U_{\text{пит}}$ (открытым р-каналом, п-канал закрыт) в зависимости от того, какую функцию реализует КМОП-структура этого элемента, и от предъявленного ей набора переменных $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

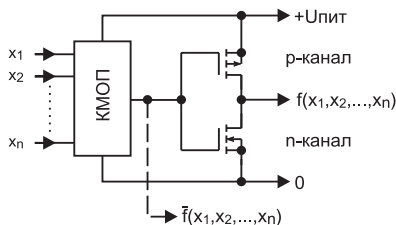


Рис. 5. Структура логического КМОП-элемента

Нередко выходную КМОП-пару исключают, и выходной сигнал (инверсный, конечно) снимают непосредственно с самой «рабочей» КМОП-структуры (на рис. 5 это показано штриховой). Но выходное сопротивление такого элемента будет зависеть от n — числа его входов.

В отличие от эмиттер-коллекторного перехода биполярного транзистора, канал полевого подобен обычному резистору, сопротивление которого задает электрический потенциал затвора. В маломощных полевых транзисторах сопротивление закрытого канала достигает нескольких десятков мегаом, открытого — снижается до сотен, а то и десятков ом.

Казалось бы, для формирования областей нулевых и единичных потенциалов можно принять нормативные $[0, U_{\text{вых}}^0]$ и $[U_{\text{вых}}^1, +U_{\text{пит}}]$ (см. [1, с. 299—301]). При $U_{\text{пит}} = +5$ В для микросхем К561ЛА7, К561ЛЕ5 и К561ЛН2 это означало бы:

$$[U0] \Leftrightarrow [0 \text{ В}, +0,95 \text{ В}], \quad [U1] \Leftrightarrow [+3,6 \text{ В}, +5 \text{ В}].$$

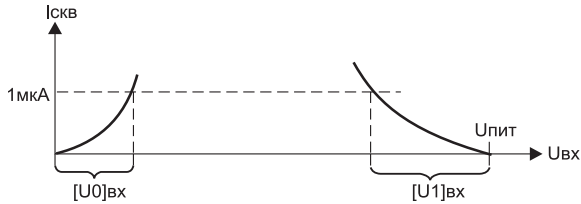


Рис. 6. Сквозной ток в КМОП-структуре в рабочих режимах

Уточним $[U0]$ и $[U1]$, определив экспериментально диапазон нулевых и единичных входных напряжений, которым соответствует сквозной ток $I_{скв} < 1 \text{ мкА}$ (см. рис. 6). По этому показателю имеем:

$$[U0]_{вх} \Leftrightarrow [0, +0,8 \text{ В}] \text{ и} \quad [A]$$

$$[U1]_{вх} \Leftrightarrow [(+U_{пит} - 1,5 \text{ В}), +U_{пит}].$$

Очевидно, первый же включенный в качестве нагрузки КМОП элемент преобразует эти входные множества в выходные $[U0]_{вых}$ и $[U1]_{вых}$.

Примем выходное сопротивление КМОП элемента $R_{вых} = 1 \text{ кОм}$, и максимальный ток нагрузки $I_{н \text{ макс}} = 0,3 \text{ мА}$. Тогда:

$$[U0]_{вых} \Leftrightarrow [0, +0,3 \text{ В}],$$

$$[U1]_{вых} \Leftrightarrow [(+U_{пит} - 0,3 \text{ В}), +U_{пит}].$$

Эти множества и примем в качестве электрических отображений логических 0 и 1:

$$\text{Лог. } 0 \Leftrightarrow [U0] \Leftrightarrow [0, +0,3 \text{ В}], \quad [B]$$

$$\text{Лог. } 1 \Leftrightarrow [U1] \Leftrightarrow [(+U_{пит} - 0,3 \text{ В}), +U_{пит}].$$

На заметку конструктору...

Суммарное входное сопротивление даже нескольких десятков полевых транзисторов, подключенных к выходу КМОП элемента, столь велико, что $[U0]$ и $[U1]$ на его выходе «сжимаются» почти в константы: $[U0] \Rightarrow 0 \text{ В}$. и $[U1] \Rightarrow +U_{пит}$.

С другой стороны, если КМОП элемент работает на нагрузку другого типа — например, задает ток в цепи базы биполярного транзистора, то отдаваемый им ток может быть даже выше $I_{н \text{ макс}}$.

Микромощные операционные усилители

Для усиления обычного в техносенсорах слабого сигнала, доведения его до нужного в КМОП технике уровня, используют операционные усилители (ОУ). Правда, в необычном для них так называемом компараторном режиме.

Такой режим возможен, если минимальное выходное напряжение ОУ — $U_{\text{вых min}} \in [U0]$, а максимальное — $U_{\text{вых max}} \in [U1]$. Если это так, то выход ОУ может быть напрямую связан с входом КМОП микросхемы.

Иными словами, обычный для ОУ линейный режим работы — т. е. диапазон входных напряжений $\Delta U_{\text{вх}} \cong U_{\text{пит}}/K_{\text{оу}}$ ($U_{\text{пит}}$ — напряжение питания, а $K_{\text{оу}}$ — коэффициент усиления ОУ) имеет место здесь лишь в скоротечном переходном процессе.

Нас будут интересовать микромощные ОУ, ток потребления которых в режиме покоя не превышает нескольких десятков микроампер. В Приложении 1 приведены основные параметры микромощных операционных усилителей однополярного питания [2]. Микромощные компараторы (ОУ, изначально рассчитанные на работу с цифровой техникой) описаны в [3].

К сожалению, в части микромощных ОУ и компараторов отечественная промышленность предложить почти ничего не может...

Датчики

В электронной технике с самого ее зарождения пытались сделать что-то похожее на биологические сенсоры. Но достигнув впечатляющих результатов во многом другом, в этой области преуспели на удивление мало. Особенно в части обоняния, осязания и вкуса. Так что к биосенсорам мы еще долго будем обращаться «за консультацией».

Заметим, что в живом организме почти все рецепторы работают непрерывно (у человека «засыпает» только зрение). Для обеспечения такого режима работы технорецептора примем в качестве важнейшей характеристики его энергоэкономичность.

Озадачивает высокая чувствительность биосенсоров, реагирующих даже на события, не представляющие, казалось бы, никакого интереса. Не ограничить ли нам чувствительность технорецептора каким-то пороговым уровнем восприятия, с тем, чтобы оставить без внимания все подпороговое? Ведь в своей хозяйственной деятельности мы поступаем так постоянно...

Но почему этой «пороговости» нет в мире живого? Не потому ли, что предвосхищающее деление чего-то на «важное» и «не важное» предполагает наличие полного и упреждающего знания, которого нет и не может быть?..

Природа позаботилась о том, чтобы каждая отдельная особь в каждом отдельном случае сама решала, что ей — персонально ей! — важно, а что — нет.

Но биосенсоры не равно внимательны к окружающему. В первую очередь они реагирует на изменения. Даже статичную картину глаз делает динамичной, оценивая ее сканированием.

Как ни хороши биосенсоры человека (а особенно — животных), но технический «прогресс» внес в биосферу вещества, которых на Земле не было никогда. Обзавелся бы *Homo sapiens* еще какими-то сенсорами, окажись он в менее благоприятных условиях своего становления — этот вопрос оставим эволюционистам. Заметим лишь, что в части обнаружения многих из техногенных новообразований человек оказался «слеп», и нам потребуются техносенсоры, не имеющие биологических аналогов.

Конструируя датчики, постараемся следовать изложенным выше принципам. Конечно, в меру своих возможностей...

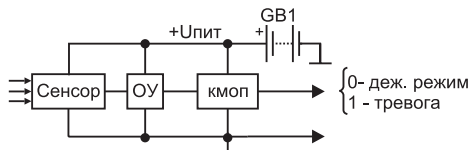


Рис. 7. Блок-схема датчика охранной системы

Будем строить датчики так, как показано на рис. 7.

Здесь сенсор — техническое устройство, преобразующее контролируемый параметр (свет, тепло, влажность и др.) в электрический сигнал.

Энергопотребление техносенсора может быть очень разным. Есть сенсоры, вообще не требующие питания (оно не нужно, например, динамическому или пьезомикрофону). Но есть и такие (газочувствительные, СВЧ и др.), высокое энергопотребление которых если и позволит их использовать в охранной системе, то лишь в режиме кратковременного включения.

Если на выходе техносенсора возникает электрический сигнал, пригодный для непосредственного управления КМОП микросхемами, то надобности в операционном усилителе (ОУ) нет. Но это бывает редко.

КМОП микросхема датчика (обычно одна) формирует нужный выходной сигнал. Если датчик не возбужден, т. е. контролируемый им параметр не вызывает беспокойства, то на его выходе устанавливается сигнал 0 — логический ноль, лог.0.

Сигнал 1 — лог. 1 — обязан появиться при возникновении явной опасности. Но он может быть и лишь настораживающим, рекомендуя принять для оценки ситуации дополнительные меры (например, включить энергопотребляющий датчик). И даже может почти ничего не значить, как, например, элементарный «щелчок» счетчика Гейгера.

Принятое здесь персональное питание датчиков и, соответственно, большая их независимость делает значительно более надежной всю ОС.

В приложении 2 приведены источники, наиболее подходящие для питания датчиков [4—6]. Особого внимания заслуживают, конечно, гальванические литиевые батареи. Способные годами сохранять свой энергозапас (90% после 10 лет хранения) и работоспособность в широком диапазоне температур, они сегодня не имеют серьезных конкурентов.

Если датчик расположен в чрезвычайно труднодоступном месте, то его можно питать от малогабаритного аккумулятора, подза-

ряжаемого от солнечной батареи [7]. Такой датчик сможет работать годами без какого-либо обслуживания.

Самое ненадежное место в современной электронике — «сухие» контакты в цепи питания — в охранных системах заменяют пайкой. Во избежание перегрева (электрохимия чувствительна к температуре), пайку ведут быстро, используя хорошие флюсы и низкотемпературные припои.

Механический выключатель питания (тоже «сухой» контакт!) датчику, конечно, не нужен.

Контактные датчики

Существует множество способов связать механическое перемещение охраняемого предмета с замыканием-размыканием электрических контактов.

Одним из самых надежных и долговечных контактных датчиков (КД) является **геркон** — магниточувствительная контактная пара (реже переключатель — тройка), запаянная в стеклянный баллон, наполненный во избежание окисления контактов инертным газом (рис. 8).



Рис. 8. Геркон

Геркон управляется магнитным полем — контактная пара замыкается (тройка переключается) при приближении к нему постоянного магнита.

Геркон невелик: диаметр баллона — 2...6 мм; длина (с выводами) — 25...90 мм. Время срабатывания даже самого медленного не превышает 10 мс. Коммутируемое напряжение в силовых герконах может достигать 10 кВ, токи — нескольких ампер.

Среди КД геркон не имеет себе равных по долговечности: число его замыканий-размыканий за время эксплуатации может достигать до 100 млн.

Очень распространенным контактным датчиком является **микровыключатель** (рис. 9, а, б).

В отличие от геркона, микровыключатель управляется механически — что-то движущееся должно нажать на его кнопку. Это может быть и сам предмет, но обычно — прикрепленный к нему специальный толкатель.

Кнопка микровыключателя имеет очень небольшой «ход» — 0,5...1 мм, и совсем уж небольшой допустимый люфт в положении «нажато». Поэтому

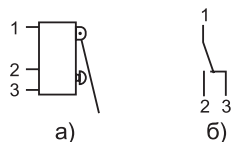


Рис. 9. Микропереключатель

в конструкцию микровыключателя нередко вводят гибкий пластинчатый рычаг (см. рис. 9, а), позволяющий увеличить допустимый люфт толкателя до нескольких миллиметров.

Не будучи герметичными, микровыключатели не терпят тяжелых климатических условий. Правда, их долговечность невелика и в нормальных — число коммутаций даже лучших из них не превышает 100 тыс.

Как правило, герконы и микровыключатели работают в режиме нормально замкнутого КД (микровыключатель — в положении «нажато»).

Разновидностью микровыключателя является щелкающая кнопка — нормально разомкнутая контактная пара, в которой механическими средствами достигнут (как и в микровыключателях) ускоренный переход из одного состояния в другое. Такие кнопки используют обычно для ручного управления электронными аппаратами.

Типичным нормально замкнутым КД является **шлейф** — легко обрывающаяся петля, изготовленная из обмоточного провода ПЭВ-2 или ПЭВ-3 диаметром 0,07...0,1 мм. Шлейф имеет очень небольшое активное сопротивление, тысячекратно увеличивающееся при обрыве.

Шлейф, перепутывающий двери, окна, шкафы, чемоданы и пр., ставит перед вором, не стремящимся афишировать свой «визит», практически неразрешимую задачу.

Однако большой шлейф собирает разного рода эфирные наводки, которые могут быть причиной ложного срабатывания датчика. Правда, отличить наводку от обрыва довольно просто: наводка со временем исчезнет, а обрыв — нет. Но времени для «размышлений» у охранной системы может и не быть...

Радикальное средство борьбы с электромагнитными наводками состоит в том, что последовательно со шлейфным проводом (лучше — не в одном месте), включают активное сопротивление $R > 2\pi f_{\text{ш}} L$ где: $f_{\text{ш}} = 1/2\pi\sqrt{LC}$, L — индуктивность шлейфа, а C — его емкость (в том числе и емкость его линии связи). Контур с такими искусственно внесенными потерями перестает быть резонансным и амплитуда наведенного на него сигнала если и не станет равной нулю, то может быть снижена до пренебрежимо малой (подпороговой) величины.



Рис. 10. Шлейф на челноке

Конструктивно удобней двухпроводный шлейф, который в готовом для употребления виде хранят на специальном челноке с двухполюсным разъемом (рис. 10).

Шлейф имеет очевидный недостаток — он одноразовый. Чаще его используют для охраны редко посещаемых объектов, например, — пустующей зимой дачи. Правда, замена шлейфа — минутное дело.

На первый взгляд, контактный датчик с его очевидной, казалось бы, дискретностью функционирования представляется близким к идеалу. Но это не совсем так. На рис. 11, б показана быстрая развертка сигнала, снимаемого с нормально разомкнутого КД (рис. 11, а) до, в момент и после его включения.

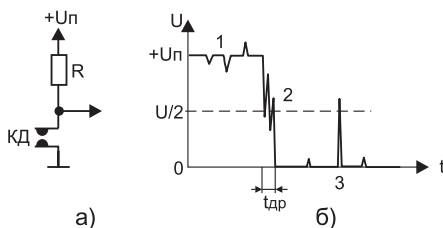


Рис. 11. Искажения сигнала в контактном датчике

Напряжение на выходе разомкнутого КД может отличаться от обязательного здесь, казалось бы, $+U_{п}$, поскольку при большом сопротивлении резистора R это напряжение легко может быть «промодулировано» электрическими наводками самого разного происхождения (на рис. 11, б — участок 1).

Немонотонным может быть и сам процесс включения КД (на рис. 11, б — участок 2). Этот эффект (его называют «дребезгом»), объясняется не только механической вибрацией соединяющихся контактов, но и продавливанием, протиранием возможных окисных пленок.

На замкнутом КД напряжение, казалось бы, должно быть равным нулю. Но в реальных КД нередко фиксируется так называемый «шорох» контактов (на рис. 11, б — участок 3) — случайное или чем-то спровоцированное импульсное увеличение переходного сопротивления. «Шорох» возможен в любых КД. Но особенно часто он возникает в слабо сжатых контактных парах.

На рис. 12 показана реакция электронного счетчика на сигнал, флуктуирующий в области $+U_{пит}/2$: на каждый спад сигнала счетчик реагирует увеличением хранящегося в нем числа на единицу.

Поэтому в электронной технике контактный датчик практически всегда дополняется устройством, формирующим сигнал, пригодный и для быстродействующей электронной техники.

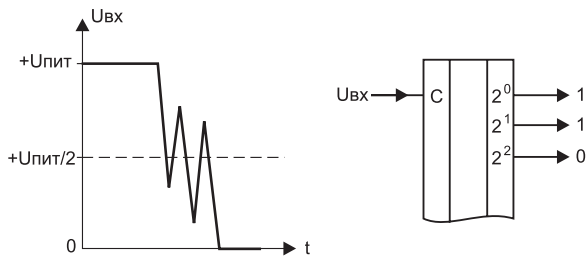


Рис. 12. «Дребезг» в контактном датчике

На рис. 13 приведена принципиальная схема формирователя для нормально замкнутого контактного датчика (НЗКД).

Очевидно, одновибратор (DD1.1, DD1.2, R3, C2) отреагирует на первое же в «дребезговой» пачке превышение $U_{C1} > +U_{пит}/2$ тем, что мгновенно переключится в другое свое устойчивое состояние и останется в нем на время $T_{\phi} \cong 0,7R3C2$. Выбором R3 и(или) C2 устанавливают время, превышающее длительность самого продолжительного «дребезга» КД.

Импульсы «шороха» убирает входной фильтр. Его постоянная R1C1 должна быть значительно больше длительности самого продолжительного «всплеска» контактного сопротивления.

Примем $R2 = R3 = 3 \text{ МОм}$, $C2 = 0,047 \text{ мкФ}$, $R1 = 30 \text{ кОм}$ и $C1 = 0,01 \text{ мкФ}$. При разрыве КД продолжительностью более 0,2 мс ($\sim 0,7R1C1$) одновибратор сформирует на выходе DD1.2 единственный импульс длительностью 100 мс, который поступает на вход цифрового повторителя, составленного из DD1.3 и DD1.4. Низкое выходное сопротивление повторителя позволит связать такой КД с центром ОС практически любой проводной линией.

Энергопотребление формирователя в дежурном режиме зависит лишь от сопротивления резистора R2 и напряжения пита-

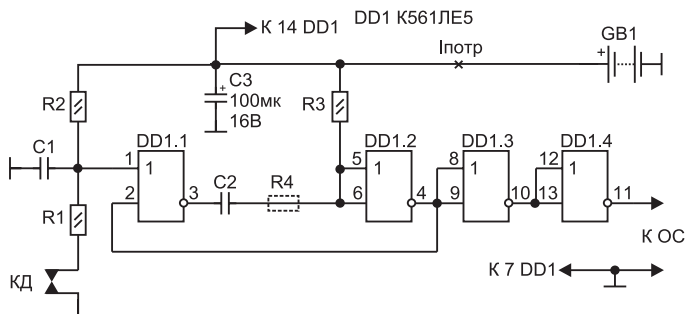


Рис. 13. Формирователь для нормально замкнутого КД

ния — $P_{\text{деж}} = U_{\text{пит}}^2/R2$ — и обычно не превышает нескольких микроватт.

Возможные наводки на разомкнутый КД (т. е. запустивший свой формирователь) повлиять ни на что уже не могут.

На заметку конструктору...

При перезарядке конденсатора С2 в цепи n-транзистора в DD1.1, и в диоде защиты затворов в DD1.2 (эти диоды обычно не демонстрируют), возникает ток $i \cong U_{\text{пит}}/2r_n$, где r_n — сопротивление открытого канала n-транзистора. Этот ток может достигать нескольких десятков миллиампер и при неблагоприятных условиях (продолжительные или частые переключения) может привести к перегреву и разрушению транзистора или защитного диода. Аналогичная ситуация может возникнуть и в любом другом выполненном в КМОП-технике RC-генераторе.

Но разрядный ток в этой цепи можно снизить до безопасных 1...2 мА, включив резистор R4 сопротивлением 3...10 кОм (на рис. 13 он показан пунктиром). На временных характеристиках это практически никак не скажется.

На рис. 14 приведена принципиальная схема формирователя для нормально разомкнутого КД (НРКД). В его основе одновибратор, формирующий на выходе DD1.2 нулевой импульс длительностью $T_{\phi} \cong 0,7R3C2$ при первом же $U_{C1} < +U_{\text{пит}}/2$. Инвертор, составленный из DD1.3 и DD1.4, трансформирует этот импульс в единичный, который и проследует в линию связи.

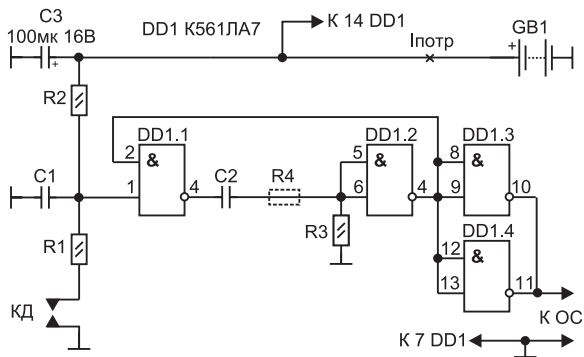


Рис. 14. Формирователь для нормально разомкнутого КД

Датчик с нормально разомкнутой контактной парой чувствителен к наводкам, и во избежание ложного его срабатывания пост-

янную времени входного фильтра R1C1 увеличивают, сохраняя соотношения:

$$R1 < 0,3 R2 \text{ и } R1C1 < 0,3 R3C2.$$

При $R1 = 300 \text{ кОм}$, $R2 = R3 = 3 \text{ МОм}$, $C1 = C2 = 0,033 \text{ мкФ}$ такой формирователь отреагирует на включение КД, длящееся не менее 10 мс, тем, что на его выходе возникнет единичный импульс длительностью $\sim 70 \text{ мс}$.

На заметку конструктору...

Если в КМОП микросхеме какой-то элемент остается незадействованным (в формирователе для НЗКД это могли бы быть DD1.3, DD1.4, а в формирователе для НПКД — DD1.4), входы этого элемента необходимо соединить либо с «землей», либо с $+U_{пит}$, а выход оставить свободным. В противном случае наводки на «висящие в воздухе» затворы КМОП элемента могут вывести его в режим сквозных токов со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Одно из средств увеличения надежности датчиков — дублирование. Так, если вероятность ложного срабатывания одного КД — $w_0 = 0,01$, то одновременно двух — $w_0^2 = 0,0001$, а трех — $w_0^3 = 0,000001$.

Казалось бы, остается поставить на дверь три нормально замкнутых геркона, включить их параллельно и можно рассчитывать на практически безукоризненную работу такого составного датчика. Но это не совсем так...

Во-первых, эти датчики не независимы. И вероятность одновременного их разрыва от простого стука в дверь может оказаться

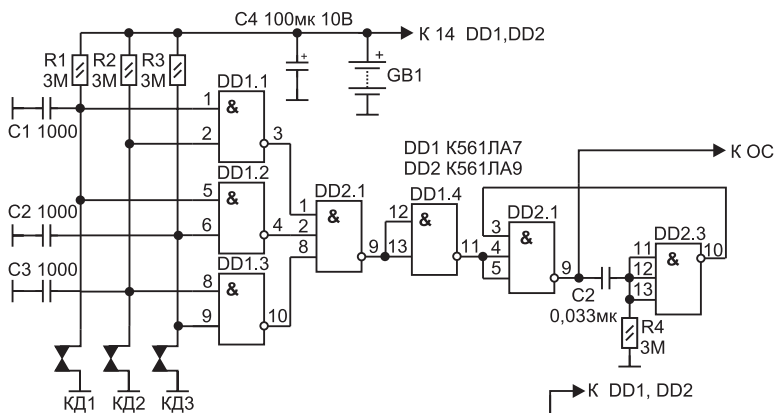


Рис. 15. Принципиальная схема датчика «два из трех»

много выше прогнозируемой потому, что в условиях механического возбуждения, резко увеличивающего вероятность сбоя ($w_0' > w_0$), они оказываются одновременно и, соответственно, $(w_0')^3 \gg w_0^3$.

Во-вторых, надежность такого составного КД в момент срабатывания не только не увеличится, но даже снизится, поскольку для отказа будет достаточно несрабатывания («залипания») любого из трех.

На рис. 15 приведена принципиальная схема устройства, формирующего на своем выходе сигнал лог. 1 при разрыве любых двух нормально замкнутых КД из трех. Смонтированное на отдельной плате, оно может быть установлено на той же двери и связано с ОС лишь одной парой проводов.

«Мокрый» датчик

Все — от прорыва плотины до промокающих пеленок младенца — обнаружит датчик, реагирующий на появление влаги.

Принципиальная схема датчика, реагирующего на понижение электрического сопротивления между электродами D_1 , показана на рис. 16.

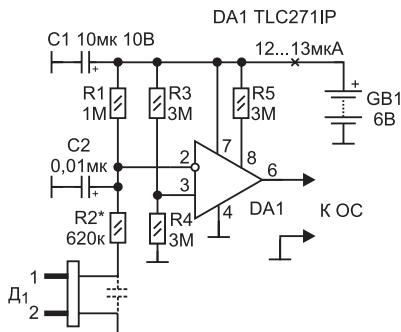


Рис. 16. Принципиальная схема «мокрого» датчика

Таковыми электродами могут быть, например, ввинченные в боковую стенку полиэтиленового бака два винта М4 (рис. 17, а).

Опыт показал, что при $l = 20$ мм и $h = 15$ мм многомегаомное «сухое» сопротивление между ними снижается в воде до 100...150 кОм, а по ее исчезновению — быстро и почти полностью восстанавливается (современные пластики — полиэтилен, полистирол, фтороп-

Содержание

Предисловие	3
Электронная техника охранных систем	5
КМОП микросхемы [1].	6
Микромощные операционные усилители.	10
Датчики	11
Контактные датчики.	13
«Мокрый» датчик	19
Датчик касания	22
Акустические датчики	25
Сейсмические датчики.	28
«Стекольный» датчик	34
Фотосенсоры и излучатели.	36
Простой фотодатчик.	37
Фотодатчики с ИК подсветкой.	38
Импульсные ИК излучатели	40
Лазерный излучатель	42
Фотоприемник импульсного излучения	43
Пирозлектрический эффект	44
Пирозлектрический датчик	46
Термодатчик.	48
Датчик ионизирующей радиации.	50
Датчик включения электросети	55
Си-Би датчик	58
Датчик отраженного ИК излучения	61
СВЧ-датчик	65
Линии связи	69
Проводные линии связи	69
Радиоканал	70
Микромощный радиопередатчик.	71

Радиопередатчик малой мощности	73
Импульсный передатчик	78
Радиоприемник в канале технической связи	80
Лазерная связь	85
Лазерный излучатель	85
Приемник лазерного излучения	89
Сотовый телефон в канале технической связи	92
— «Motorola T191» в режиме А.	96
— «Motorola T191» в режиме Б.	99
Исполнительные устройства	103
Электронный ключ	105
— на маломощном биполярном транзисторе	106
— на составном транзисторе	107
— на двух биполярных транзисторах	108
— на маломощном полевом транзисторе	109
— на мощном полевом транзисторе	110
— оптоэлектронный ключ для электросети ~220 В.	111
Электромагнитные реле и соленоиды	113
Электродвигатели	116
Твистерный привод.	118
Электронный обрыв тяги	119
О дымовых шашках	120
Электронное предупреждение.	123
Охрана квартиры	129
Охрана дачи	135
Охрана автомобиля	139
Послесловие	141
Приложение 1. Микромощные операционные усилители однополярного питания	182
Приложение 2. Гальванические элементы и батареи	186
Список литературы	188