Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LIX, вып. 1, 1969 г.

О ВЫБОРЕ СХЕМЫ КОММУТАТОРА В ОДНОВИБРАТОРНОМ ЗВУКОЛОКАТОРЕ

И. А. Прудов

Применение одновибраторных акустических систем в звуколокаторах для съемки недоступных горных выработок продиктовано стремлением улучшить их технико-экономические характеристики. Очевидно, что совмещение в одном электроакустическом преобразователе функций излучателя и приемника акустических сигналов позволяет повысить точность измерений, упростить конструкцию, уменьшить габариты и вес, а также снизить стоимость акустической системы.

В силу принципа обратимости электроакустические преобразователи (вибраторы) способны работать как в режиме излучения, так и приема. Поэтому в схеме одновибраторного звуколокатора (рис. 1) принципиальные трудности возникают при разработке коммутатора. Коммутатор предназначен для того, чтобы предохранить вход усилителя от воздействия мощных электрических импульсов генератора в моменты посылки зондирующих сигналов, а в промежутках между ними — обеспечить передачу с минимальными потерями отраженных сигналов в цепи от вибратора на вход усилителя.

Известные из гидролокации способы решения данной задачи не могут быть заимствованы в силу чрезмерной сложности и низкого качества коммутирующих устройств при их использовании в схемах звуколокаторов, работающих в воздушной среде [4]. Применение широко используемых в схемах автоматики мостовых диодно-трансформаторных коммутаторов [6] невозможно главным образом из-за малой величины

коммутируемых напряжений (до 50 *в*), высокой частоты коммутации (25—50 *гц*) и малой скважности управляющих импульсов (практически в этих схемах всегда используют меандр).

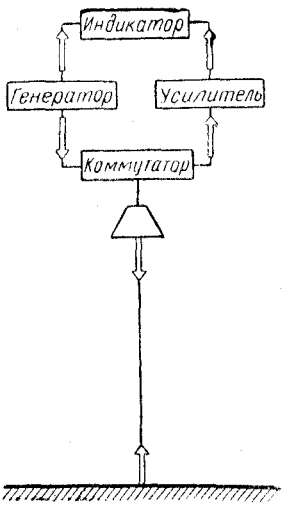


Рис. 1. Функциональная блок-схема одновибраторного звуколокатора

Таким образом, разработка коммутаторов для звуколокационной аппаратуры является в достаточной степени актуальной задачей.

Качество коммутатора в одновибраторном звуколокаторе определяется степенью просачивания излучаемого импульса на вход усилителя, коэффициентом передачи отраженных сигналов, величиной возрастания помех во входной цепи усилителя и потерь в режиме излучения. Кроме того, имеет значение частотная характеристика коммутатора, его быстродействие и величина вносимого им рассогласования в цепь вибратор—усилитель, а также мощность, потребляемая его цепями управления.

В настоящее время разработаны и применяются звуколокаторы двух типов, требующие различных схем коммутации: 1) имеющие в качестве акустической системы магнитострикционные вибраторы; 2) содержащие электроакустический преобразователь электростатического типа.

В звуколокаторах с магнитострикторами применяются генераторы ударного возбуждения, создающие электрические импульсы высокого (до 1500 *в*) напряжения в обмотке вибратора [2, 5]. Для коммутации режима работы вибратора в подобных приборах разработана схема включения коммутатора, приведенная на рис. 2, *а* [3]. Выходная цепь генератора, состоящая из источника зарядного напряжения E, ограничительного сопротивления R_1 и накопительной емкости C, через замыкатель $З$ соединяется с магнитострикционным вибратором B. Вибратор соединен с входным трансформатором $Тр$ приемного усилителя через коммутатор, состоящий из встречно-последо-

вательно включенных кремниевых диодов $Д_1$, $Д_2$ и сопротивления R_2.

Принцип действия данной схемы основан на изменении дифференциального сопротивления диодов в зависимости от величины постоянного тока, протекающего через них. Так, если в точке *а* схемы (рис. 2, *а*) напряжение не превышает величины потенциального барьера (для кремниевых диодов он равен 0,4—0,6 *в*), то постоянный ток, проходящий через них, равен нулю и дифференциальное сопротивление цепи $Д_1$—$Д_2$ имеет величину более 10^9 *ом*. Если же в этой точке напряжение превышает величину потенциального барьера, то дифференциальное сопротивление диодной цепи имеет величину порядка десятков ом и зависит от силы тока, проходящего через диоды.

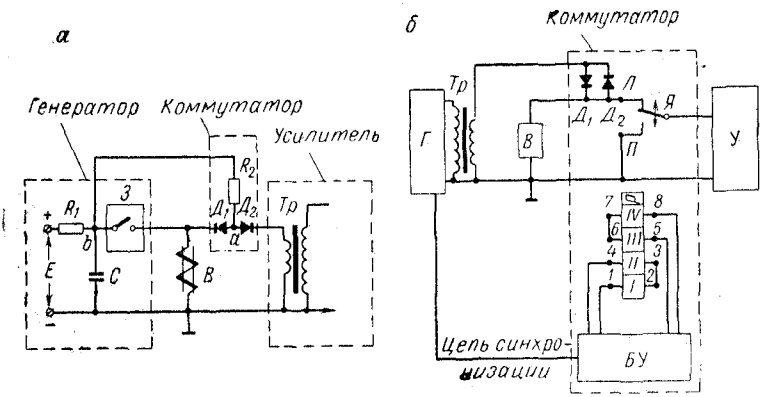


Рис. 2. Схема коммутации режима работы вибратора: *а* — магнитострикционного в звуколокационном профилографе; *б* — электростатического в звуколокационном планографе камер ЗПК-1

При посылке импульса генератор возбуждает обмотку вибратора *В* и одновременно обесточивает цепь сопротивления R_2 и диодов $Д_1$, $Д_2$, что приводит к существенному возрастанию сопротивления диодной цепи. Этим осуществляется развязка входа усилителя от прямого импульса в момент излучения. По окончании импульса посылки через сопротивление R_2 и диоды $Д_1$, $Д_2$ начинает протекать постоянный ток, отпирающий диодную цепь. В таком состоянии происходит прием отраженных сигналов. Малое дифференциальное сопротивление открытых диодов $Д_1$, $Д_2$ не вносит заметных потерь в цепь передачи отраженного сигнала от вибратора к усилителю.

Принимаемый сигнал практически не шунтируется генератором, так как сопротивление R_2 на три порядка выше входного сопротивления усилителя, а замыкатель *З* разомкнут.

Испытания данной схемы (при $E=1200$ *в*) показали, что при токе в каждом диодном плече ≈ 15 *ма* коэффициент передачи отраженных сигналов приближается к 1. Коэффициент просачивания имел величину порядка 0,003. За счет влияния пульсаций управляющего тока произошло увеличение помех во входной цепи усилителя в 1,5—2 раза. Потери излучаемой энергии за счет введения коммутатора не превышали 10%. За счет экспоненциального нарастания управляющего тока в данной схеме происходит динамическое регулирование усиления в ближней зоне действия локатора.

Следует отметить, что увеличение помех, являющееся некоторым недостатком рассмотренной схемы, при визуальном способе регистрации не имеет существенного значения и приводит лишь к увеличению продолжительности измерений. Для устранения этого недостатка необходимо повышать качество фильтрации питающего напряжения.

В лаборатории электроакустических методов ЛГИ был разработан высокоэффективный преобразователь электростатического типа [1], который послужил основой для создания звуколокационного планографа ЗПК-1 для автоматической съемки недоступных очистных камер. Для коммутации режима работы преобразователя в этом приборе была разработана схема, в которой выходной трансформатор Тр импульсного генератора *Г* соединяется с вибратором *В* через двусторонний ограничитель $Д_1$, $Д_2$, выполненный на кремниевых диодах. Вибратор соединен со входом усилителя *У* через контакты *Л—Я* быстродействующего поляризованного реле *Р*, обмотки *I—II* и *III—IV* которого включены в выходные каскады блока управления *БУ*, связанного цепью синхронизации с генератором *Г*. Блок управления *БУ* представляет собой обычное электронное реле времени, управляющее моментами размыкания—замыкания контактов реле *Р* путем коммутации токов в его обмотках. В качестве реле *Р* использовано быстродействующее поляризованное реле типа РПС-11/4 (РС. 4,520.501), у которого время перелета якоря от одного контакта к другому практически не превышает 1 *мсек*, а испытательное напряжение между контактными пружинами равно 350 *в* переменного тока.

За 1 *мсек* до момента излучения импульса на блок управления *БУ* поступает импульс синхронизации от генератора *Г*. Блок управления срабатывает, изменяя направление тока в

обмотках реле *Р*. Якорь *Я* перебрасывается на правый контакт *П*, замыкая вход усилителя на корпус прибора. По окончании импульса якорь возвращается в исходное положение, подключая через контакт *Л* вход усилителя *У* к вибратору *В*. В момент излучения дифференциальное сопротивление диодного ограничителя $Д_1$, $Д_2$ имеет небольшую величину и практически не уменьшает амплитуду выходного напряжения генератора. В промежутках между излучаемыми импульсами диодный ограничитель осуществляет размыкание выходной цепи генератора. Для всех отраженных сигналов, амплитуда которых не превышает потенциального барьера диодов, сопротивление ограничителя $Д_1$, $Д_2$ будет бесконечно большим. Таким образом, отраженные сигналы полностью передаются с вибратора *В* через контакты *Л—Я* реле *Р* на вход усилителя *У*. Цикличность работы коммутатора определяется частотой посылок и длительностью излучаемого импульса.

Коэффициент просачивания напряжения излучаемого сигнала на вход усилителя в рассматриваемой схеме весьма мал и определяется паразитной емкостью монтажа входной цепи. Величина помех, проникающих от цепей питания генератора, определяется качеством диодного ограничителя и может быть сведена до уровня собственных шумов вибратора.

Рассмотренные схемы коммутаторов представляют не единственно возможное решение поставленной задачи при создании одновибраторных звуколокаторов для съемки и маркшейдерского контроля недоступных горных выработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вахитов Я. Ш., Руднев Л. Н., Прудов И. А. Электроакустический преобразователь. Авт. свид. № 200327, Бюлл. «Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», № 16, 1967.

2. Казаковский Д. А., Руднев Л. Н. Звуколокационный профилограф. Авт. свид. № 160123, Бюлл. изобретений № 3, 1964.

3. Казаковский Д. А., Руднев Л. Н., Прудов И. А., Тянгов М. П. Одновибраторный акустический дальномер. Авт. свид. № 222772, Бюлл. «Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», № 23, 1968.

4. НЭЛ-6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации завода-изготовителя, 1961.

5. Прудов И. А., Шеховцов Г. А. Звуколокационный профилограф ЗПР-2Н для съемки недоступных крутопадающих очистных камер. Цветн. металлургия, № 8, 1966.

6. Турченков В. И. Электронный двухполюсный переключатель на полупроводниковых приборах в схемах автоматики. В сб.: «Полупроводниковые приборы и их применение», вып. 11, «Сов. радио», 1964.