

620.179.16(07)
P851

№ 3147 - 1

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**ТАГАНРОГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



**РУКОВОДСТВО
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
ПО КУРСУ
АППАРАТУРА**

Кафедра ЭГА и МТ

Для студентов специальности 190200,
190400, 140700, 190500, 190600

ФЭП

Таганрог 2002 г.

УДК 620.179.16(07)

P851

Составители Максимов В.Н., Мухортова А.А.
Руководство к выполнению лабораторных работ
по курсу «Аппаратура». Часть 1.
Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002. 35 с., 20 ил.

Рецензент: Кравченко Г.В., канд. техн.наук, доцент
кафедры ТОР ТРТУ.

Введение

Лабораторные работы, описания которых приведены в данном руководстве по тематике, методам исследований и используемой аппаратуре соответствуют требованиям современной техники. Изучаются схемные реализации и принципы построения генераторных блоков эхоимпульсных локаторов, используемых в различных промышленных системах.

Основной задачей этих блоков является выработка периодически повторяющихся электрических сигналов используемых для возбуждения преобразователей, излучающих в среду лоцирования импульсные акустические сигналы.

В эхоимпульсных локационных системах эти сигналы имеют специальное название “зондирующие сигналы”, а вырабатывающие их блоки называют “генераторами зондирующих сигналов”. В зависимости от способа возбуждения преобразователей различают генераторы с ударным и с радиоимпульсным возбуждением.

Генераторы зондирующих сигналов являются составной частью большого количества приборов используемых в различных областях науки и техники.

Таковыми приборами являются например: эхоофтальмоскопы, эхофонокардиоскопы, аппараты УЗИ, ультразвуковые дефектоскопы, ультразвуковые толщиномеры, уровнемеры, измерители расстояний в газовых средах, эхолоты, рыболокаторы, гидролокаторы различного назначения...

Лабораторная работа №1

Исследование генераторов ударного действия.

Цель работы: Ознакомиться с принципом работы и схемными реализациями генераторов зондирующих сигналов ударного действия.

Теоретические сведения.

В генераторах ударного действия во время пауз между посылками происходит накопление энергии в каком-либо элементе (конденсаторе, катушке индуктивности), а затем передача этой энергии в цепь, возбуждающую преобразователь. Простейшая схема генератора ударного действия представлена на рис.1, а эюры напряжений в различных точках генератора – на рис.2.

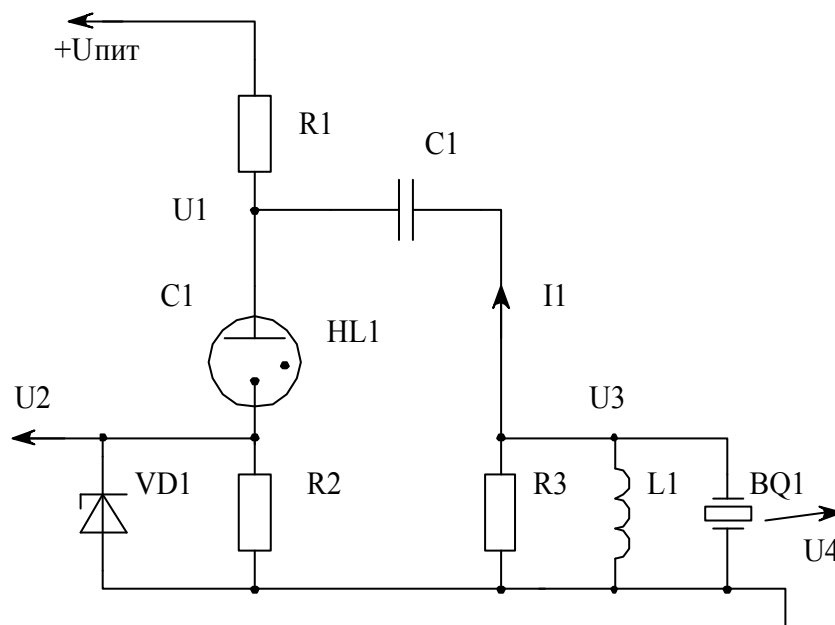


Рис.1

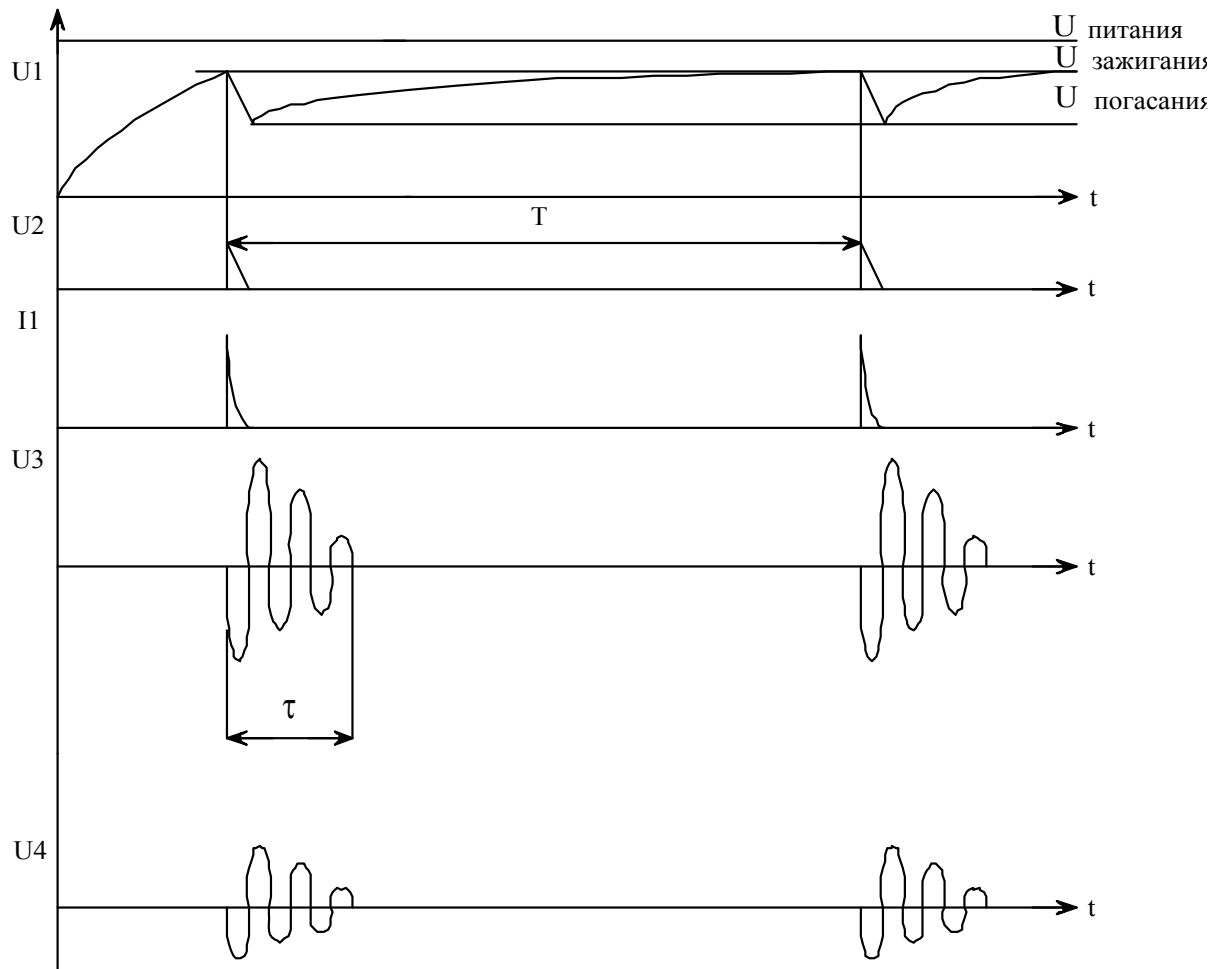


Рис.2

При подключении генератора к источнику питающего напряжения через резистор $R1$ происходит заряд конденсатора $C1$. Когда напряжение $U1$ станет равным напряжению зажигания газоразрядной лампы $HL1$. В лампе возникает лавинный пробой, и конденсатор $C1$ разряжается через лампу, резистор $R2$ и колебательный контур, образованный параллельно включенными элементами $L1$, $R3$ и C_0 , где C_0 – собственная электрическая емкость пьезоэлектрического преобразователя $BQ1$. Сопротивление цепи разряда конденсатора равно $R_p = R2 + R_{iL} + R_k$ (R_{iL} – внутреннее сопротивление открытой лампы $HL1$, R_k – сопротивление катушки $L1$ постоянному току). Так как R_p обычно мало и не превышает порядка нескольких десятков Ом,

то разряд происходит за единицы, доли микросекунды. С целью наилучшей трансформации энергии заряда конденсатора в энергию акустической волны выбирают постоянную времени цепи разряда такой, чтобы длительность импульса тока разряда конденсатора равнялась около половины периода резонансной частоты колебательного контура, которую выбирают равной резонансной частоте преобразователя $BQ1$.

При разряде конденсатора до напряжения погасания лампы $HЛ1$ ток через нее прекращается, и конденсатор опять начинает заряжаться, после чего весь цикл повторяется периодически через интервалы T . Импульсы $U2$ могут служить для синхронизации работы всех остальных блоков локатора. Для стабилизации их амплитуды параллельно резистору $R2$ обычно включают стабилитрон $VD1$.

Импульс тока I создает в колебательном контуре затухающие электрические колебания $U3$ длительностью τ , которые воздействуют на преобразователь, излучающий в среду акустический сигнал $U4$. Для расчета характеристик данного генератора можно воспользоваться теоретическими результатами работ [1-3].

Рассмотренный генератор совмещает в себе функции синхронизатора и генератора зондирующих сигналов. Ему присущи, однако, недостатки: плохая повторяемость параметров из-за разбросов величин $U_{заж}$, $U_{ног}$ лампы $HЛ1$; плохое использование питающего напряжения. Эти недостатки устраняются, если генератор выполнить на электрически управляемых элементах, в качестве которых используют газонаполненные тиратроны (дефектоскоп УДМ-1М), тиристоры (дефектоскопы УДМ-3, ДУК-66П и другие). Рассмотрим схемную

реализацию генератора зондирующих сигналов, выполненную на тиристоре (рис.3), эпюры напряжений для которого представлены на рис.4.

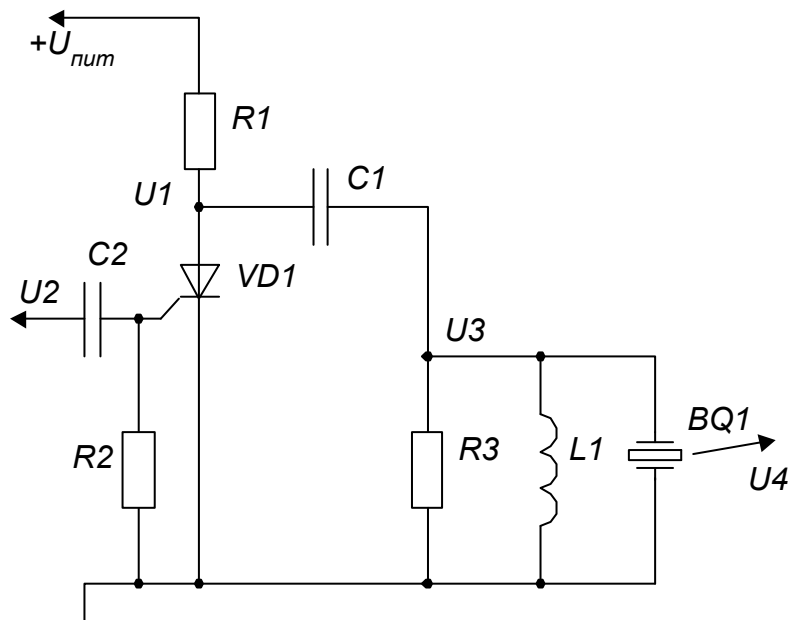


Рис.3

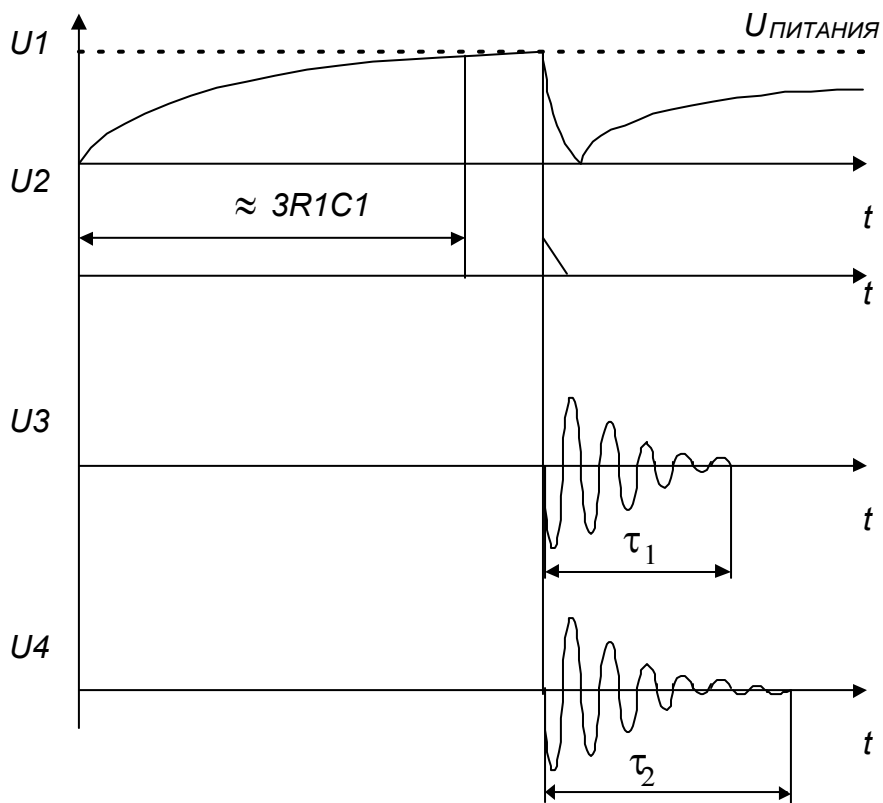


Рис.4

При подаче на генератор питающего напряжения $U_{пит}$ конденсатор $C1$ заряжается через резистор $R1$, и через время $3R1C1$ он зарядится практически до $U_{пит}$. При подаче на управляющий электрод тиристора запускающего синхронизирующего импульса $U2$ тиристор открывается, и происходит разряд конденсатора $C1$ через тиристор и колебательный контур $R3, L1, C_0$, где C_0 – собственная емкость пьезопреобразователя $BQ1$.

В колебательном контуре возникают электрические затухающие колебания $U3$, возбуждающие преобразователь, излучающий в среду лоцирования акустический сигнал $U4$. Длительность τ_1 радиоимпульса $U3$ будет зависеть от величины добротности $Q_э$ колебательного контура $R3, L1, C_0$, а длительность посылки акустического сигнала τ_2 , кроме того, – от величины механической добротности Q_m преобразователя. Для получения максимальной амплитуды сигнала $U4$ рекомендуют устанавливать $Q_э \approx Q_m$. Для уменьшения мертвой зоны и улучшения разрешающей способности локатора по дальности желательно уменьшение длительности τ_2 и соответственно τ_1 , что достигается дополнительным механическим демпфированием преобразователя и шунтированием колебательного контура резистором $R3$. При этом расширяется полоса пропускания преобразователя и колебательного контура, уменьшаются длительности τ_1 и τ_2 , но одновременно уменьшаются уровни сигналов $U3$ и $U4$; то есть мы сталкиваемся в данном случае с противоречивыми требованиями: необходимо уменьшить τ_2 , не ухудшая характеристик преобразователя. Это можно выполнить,

если использовать, так называемое, электрическое демпфирование преобразователя.

Генераторы ударного действия с электрическим демпфированием преобразователя

Электрическое демпфирование преобразователей основано на том, что преобразователи (пьезоэлектрические, магнитострикционные и другие) в первом приближении являются линейными элементами, и для них справедлив принцип суперпозиции, то есть результирующая реакция преобразователя на сложные воздействия является суммой отдельных реакций на каждое воздействие.

Рассмотрим случай, когда на преобразователь воздействует скачок напряжений $U1$ (см. рис.5). Под воздействием этого скачка в преобразователе возбуждаются затухающие синусоидальные колебания $U2$. Через целое число периодов напряжения $U2$ подадим на преобразователь скачок $U3$, возбуждающий в преобразователе колебания $U4$. Подобрав соответствующую амплитуду напряжения $U3$, получим сигнал $U4$ таким, что он будет идентичен второй части напряжения $U2$, но сдвинут относительно него на 180° . При суммировании реакций преобразователя на скачки $U1$ и $U3$ результирующие его колебания будут соответствовать сигналу $U5$, т.е. часть сигнала $U2$ и сигнал $U4$ компенсируют друг друга.

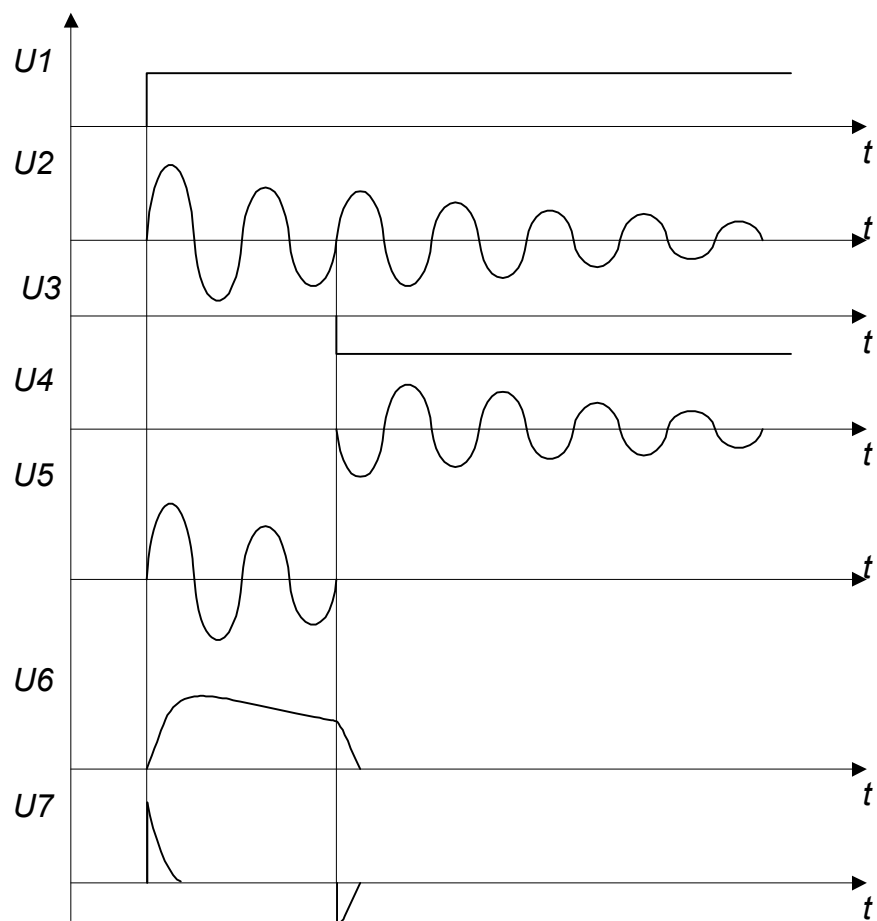


Рис.5

В реальных устройствах сформировать скачки напряжений $U1$ и $U3$ практически невозможно, поэтому возбуждают преобразователь, например передним и задним фронтами видеоимпульса $U6$ или двумя сдвинутыми во времени видеоимпульсами $U7$.

Рассмотрим несколько практических схем генераторов ударного действия, реализующих этот принцип. На рис.6 представлена схема тиристорного генератора зондирующих сигналов, а на рис. 7 – его эпюры напряжений. При подключении генератора к источнику питания конденсатор $C1$ заряжается через резистор $R5$ до напряжения $U_{пит}$. Синхронизирующий импульс $U1$, прикладываемый к первичной обмотке

трансформатора $T1$, индуцируется во вторичной обмотке трансформатора, через диод $VD1$ поступает на управляющий электрод тиристора $VD3$ и открывает его. Конденсатор $C1$ через $VD3$ заряжает пьезоэлектрический преобразователь $BQ1$ до напряжения $U4 = U3 \cdot C1 / (C1 + C_0)$, где C_0 – собственная электрическая емкость преобразователя.

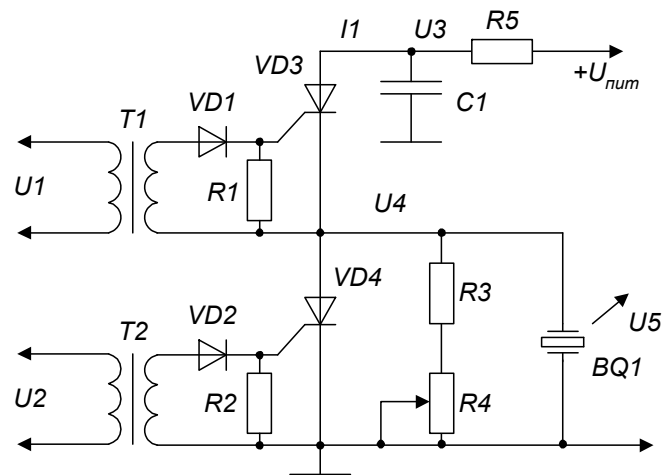


Рис.6

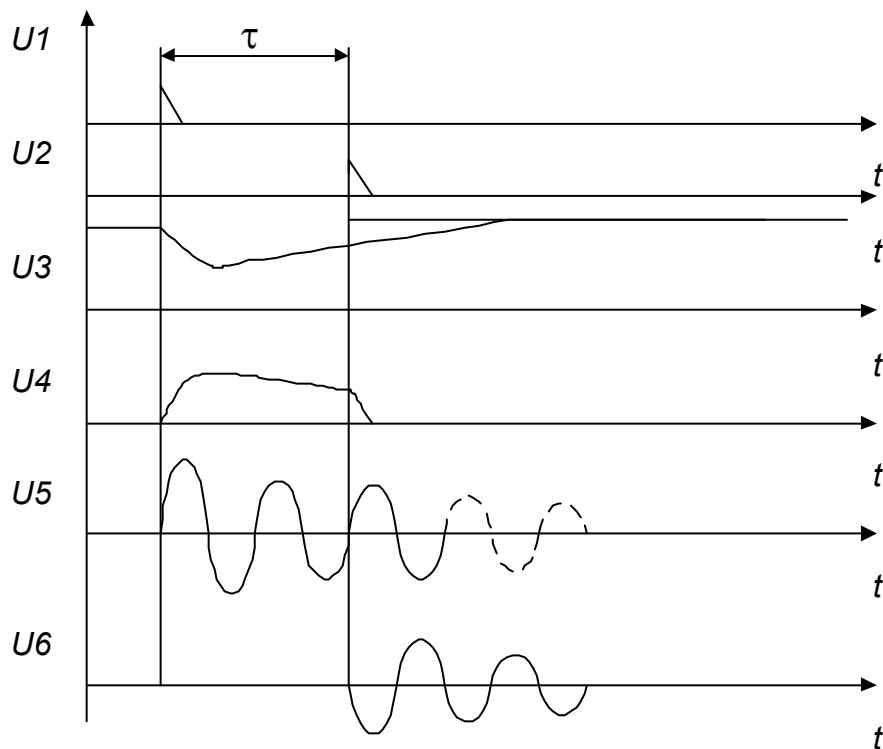


Рис. 7

После того, как напряжения $U3$ и $U4$ выравниваются, тиристор $VD3$ закроется. После этого начинается разряд емкости преобразователя C_0 через цепочку $R3, R4$. Через интервал τ , равный целому числу периодов собственных резонансных колебаний преобразователя $BQ1$, на тиристор $VD4$ поступает запускающий импульс $U2$, который открывает его, и емкость C_0 разряжается через тиристор. Таким образом формируется видеоимпульс $U4$. Его передний фронт возбуждает в преобразователе $BQ1$ колебания $U5$, а задний фронт – колебания $U6$. Подбрав необходимое соотношение амплитуд фронтов сигнала $U4$, получим компенсацию части сигнала $U5$ сигналом $U6$, и излученный в среду лоцирования акустический сигнал будет соответствовать части сигнала $U5$ длительностью τ .

Следует отметить, что достаточную компенсацию части колебаний преобразователя $BQ1$ можно получить только для какого-либо его одного состояния. При изменении параметров канала лоцирования (толщины контактного слоя, акустического сопротивления материала контролируемого изделия и другие) необходимо подстраивать соотношение амплитуд фронтов сигнала $U4$, для чего изменяют скорость разряда C_0 через резисторы $R3, R4$.

Генераторы зондирующих сигналов с электрическим демпфированием преобразователей нашли применение в ультразвуковых толщиномерах и в ряде других устройств.

Генераторы зондирующих сигналов на лавинных транзисторах.

Зондирующие акустические сигналы, состоящие из одного периода высокочастотного колебания получают при использовании, так называемых, апериодических преобразователей и генераторов собранных на транзисторах работающих в лавинном режиме [4-6].

На рис. 8 приведена принципиальная электрическая схема одного из вариантов такого генератора [5], выполненного на планарно-эпитаксиальных кремниевых лавинных транзисторах VT1– VT3. Следует отметить, что свойством лавинного пробоя обладает большинство обычных транзисторов, например, типа КТ315, КТ361, КТ603 и др.

В данной схеме использованы транзисторы КТ315Г с напряжением лавинного пробоя около 140 В. В исходном состоянии они закрыты. При подаче на базу транзистора VT3 запускающего импульса U1 положительной полярности в нем происходит лавинный пробой, напряжение на нем резко уменьшается, что вызывает лавинный пробой транзисторов VT1 и VT2. Конденсатор C1 заряженный до напряжения около 375 В разряжается через резистор R8 и на нем формируется видеоимпульс U2 длительностью около 25 нс. Часть энергии этого импульса поступает в короткозамкнутый на конце отрезок коаксиального кабеля ЛЗ1 типа РК-75-11-1 длиной около 1,75 м. Время пробега сигнала в кабеле равно половине длительности видеоимпульса U2, то есть около 12,5 нс. При отражении сигнала от короткозамкнутого конца кабеля его полярность меняется.

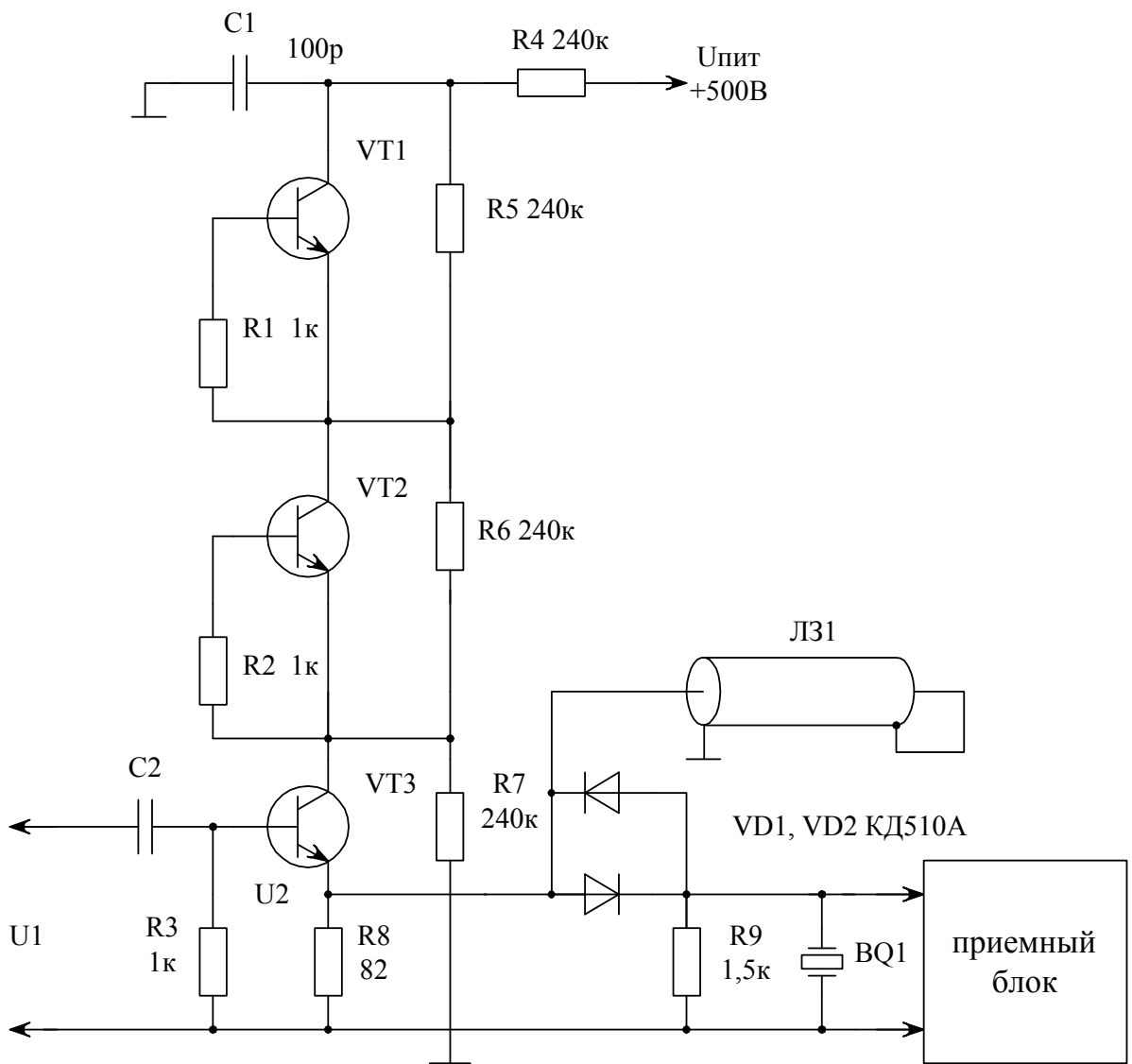


Рис.8

Таким образом, на резисторе R1 формируется электрический импульс с амплитудой 150 В в виде одного периода синусоиды частотой 20 МГц, то есть длительностью 50 нс. Этот импульс через диоды коммутатора VD1, VD2 поступает на апериодический пьезоэлектрический преобразователь BQ1, излучающий в среду лоцирования акустический сигнал такой же формы. Отраженные эхосигналы принимаются тем же преобразователем и поступают на приемный блок, на входе которого также установлены элементы коммутатора.

Описание лабораторного стенда

На рис.9 представлена электрическая принципиальная схема лабораторного стенда.

На элементах DD1.1 и DD1.2 собран автоколебательный мультивибратор, вырабатывающий синхронизирующие импульсы U1. Частота повторения импульсов регулируется резистором R2. Сигналы U1 поступают на ждущий мультивибратор, собранный на элементах DD1.3 и DD1.4. Длительность импульсов U2, вырабатываемых ждущим мультивибратором, определяется выражением:

$$\tau_2 = (R3 + R4) \cdot C2 \cdot \ln 2 \approx 0,7 \cdot (R3 + R4) \cdot C2 .$$

Затем сигналы U4 поступают на эмиттерный повторитель и усилитель, собранные на транзисторах VT1 и VT2.

Видеоимпульс U4 с коллектора транзистора VT2 поступает на запуск трех генераторов ударного действия, собранных на транзисторе VT3, работающем в лавинном режиме, газонаполненном управляемом тиратроне HL1 и тиристор VD1. Питание на эти элементы подается через контакты 1, 2, 3

переключателя S1. При соединении переключателя S1 с контактом 4 к источнику питания подключается неуправляемый газонаполненный тиратрон HL2.

Через резисторы R12, R13 происходит заряд накопительного конденсатора C6, который разряжается затем через один из четырех активных элементов генератора. Диоды VD2 – VD5 являются составной частью коммутатора. Напряжение U9 поступает на вход приемного блока локатора.

Порядок выполнения работы

Ознакомиться с описанием лабораторной работы, взять у преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы. Подключить стенд к сети 220 В. Включить осциллограф и добиться четкой его работы. Проверить правильность калибровки каналов X и Y осциллографа. Снять осциллограммы напряжений в контрольных точках генератора, придерживаясь при этом временной последовательности прохождения сигнала. Обратит особое внимание на взаимную привязку осциллограмм отдельных сигналов.

Определить абсолютные амплитудные и временные параметры сигналов при различных (крайних) положениях резисторов R2, R4, R13. Для получения четкой работы генераторов, собранных на различных элементах выполнить при необходимости регулировки резистора R12.

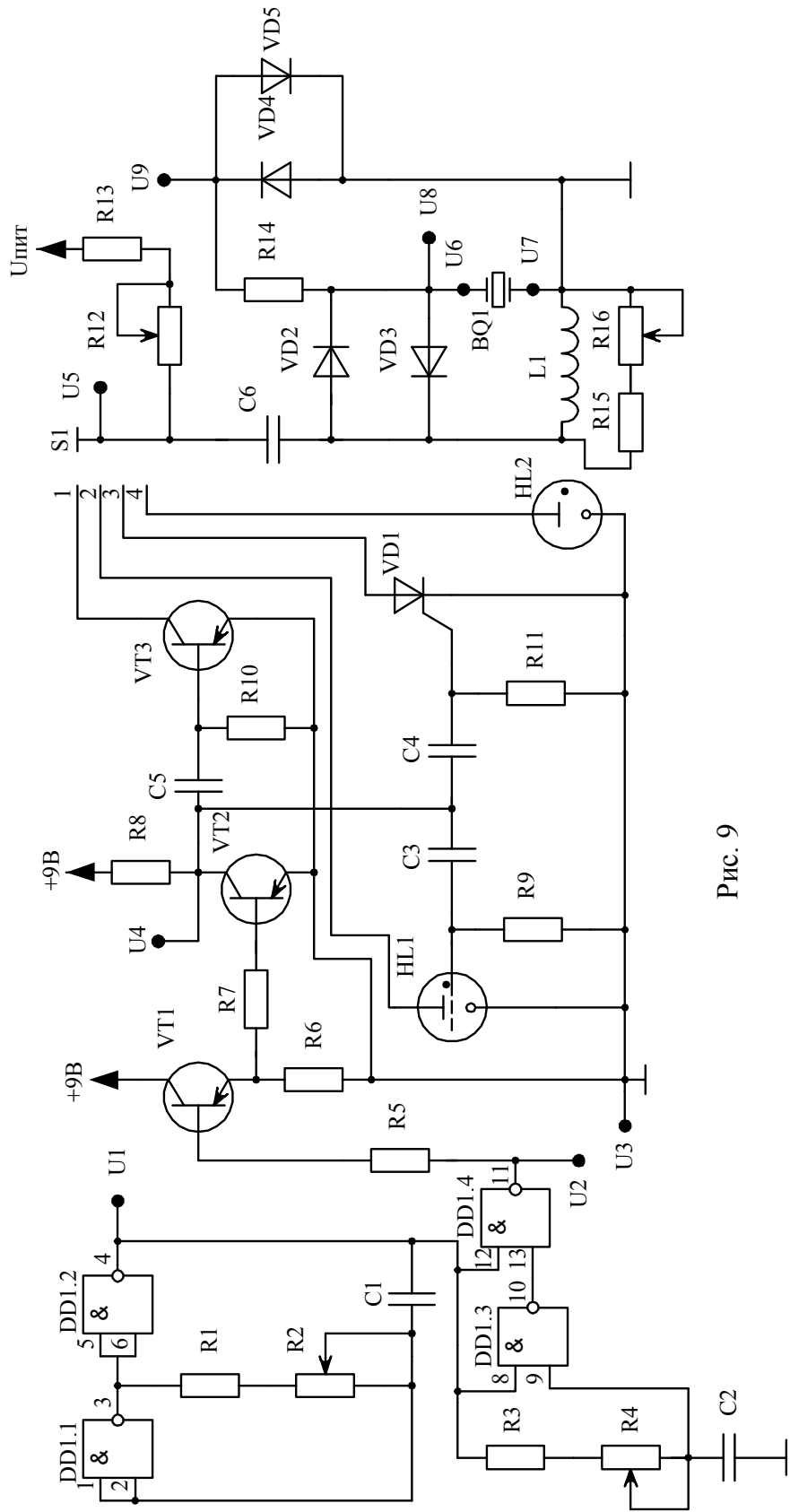


Рис. 9

Напряжение U_8 регистрировать при вставленных элементах L1, BQ1 и без них.

Составить описание работы генераторов реализованных на исследуемых элементах.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- основные принципы формирования зондирующих сигналов в генераторах ударного действия;
- функциональную и принципиальную электрические схемы генераторов;
- эпюры напряжений в различных точках стенда с указанием амплитуды и временных характеристик сигналов;
- подписанный преподавателем протокол выполнения лабораторной работы.

Отчет может составляться один на бригаду при условии совместного выполнения лабораторной работы всеми членами бригады и получения на это разрешения преподавателя.

Весь материал отчета должен отвечать требованиям ГОСТов, ЕСКД и правилам оформления технической документации.

Контрольные вопросы

1. Какой серии используемая микросхема DD1, ее тип.
2. Подробно рассказать как работает ждущий мультивибратор, собранный на элементах DD1.3 и DD1.4.

3. На каких элементах можно еще выполнить ждущий мультивибратор с такими же характеристиками.

4. Резистор R1 равен 33 кОм. При изменении резистора R2 частота вырабатываемых сигналов меняется в 4 раза. Определить величину резистора R2.

5. По результатам экспериментальных измерений определить отношение R4/R3.

6. Как выглядит ВАХ тиристора. Объяснить принцип его работы.

7. Что такое лавинный пробой транзистора? Чем он отличается от теплового пробоя?

8. Объяснить назначение диодов VD2 – VD5.

9. Период повторения синхроимпульсов $T = 0,001$ с. Емкость конденсатора C6 равна 1 нФ. Определить максимальную величину резисторов R12 и R13.

10. Как выглядит эквивалентная схема пьезоэлектрического преобразователя в режиме излучения?

11. Объяснить работу генератора ударного действия на неуправляемом газонаполненном диоде. Имеется ли полупроводниковый элемент с похожими характеристиками?

Литература

1. Барышников С.Е. Генератор с системой индуктивно связанных контуров ударного возбуждения. Дефектоскопия, 1965, №2, с. 30-36.

2. Евдокимов Н.А., Касаткин Б.А., Мельканович А.Ф., Праницкий А.А. Работа пьезовибратора с двухсторонней нагрузкой в импульсном режиме. Дефектоскопия, 1969, №2, с. 90-99.

3. Гитис М.Б., Шенкер А.А. К расчету прямых совмещенных преобразователей ультразвуковых дефектоскопов. Дефектоскопия, 1985, №5, с. 3-11.

4. Королев М.В., Карпельсон А.Е. Широкополосные ультразвуковые пьезопреобразователи. – М.: Машиностроение, 1982. – 157 с.

5. Королев М.В., Биренберг Э.И. Расчет коэффициента преобразования совмещенного апериодического датчика. Дефектоскопия, 1974, №2, с. 7-12.

6. Дьяконов В.П. Лавинные транзисторы и их применение в импульсных устройствах. – М.: Сов. радио, 1973. – 207 с.

Лабораторная работа №2

Исследование генераторного тракта эхо импульсного локатора с прямоугольной огибающей зондирующего сигнала

Цель работы: ознакомиться с основными способами построения генераторов зондирующих сигналов с прямоугольной формой огибающей. Исследовать макет генераторного тракта локатора.

Основные принципы построения генераторов зондирующих сигналов с прямоугольной огибающей

В некоторых эхоимпульсных системах предъявляются повышенные требования к постоянству амплитуды и фазы зондирующих сигналов. Для их формирования используют специальные схемы генераторов с прямоугольной огибающей.

Рассмотрим основные принципы построения таких генераторов, а также их схемные реализации.

Одним из широко используемых способов получения радиоимпульсов является их выделение из непрерывного синусоидального сигнала, как это показано на рис. 10.

Синхронизатор вырабатывает периодически повторяющиеся видеоимпульсы U_1 , запускающие мультивибратор, работающий в ждущем режиме. На его выходе формируется видеоимпульс U_2 , длительностью τ , поступающий на управляющий вход нормально закрытого аналогового ключа, на сигнальный вход которого подается синусоидальный сигнал U_3 . Видеоимпульс U_2 открывает ключ, и на его выходе формируется радиоимпульс U_4 , который затем подается на вход повторителя и после усиления поступает на излучающий акустический преобразователь. Данный формирователь позволяет получать радиоимпульсы со стабильными амплитудными и фазовыми текущими характеристиками, но имеет существенный недостаток.

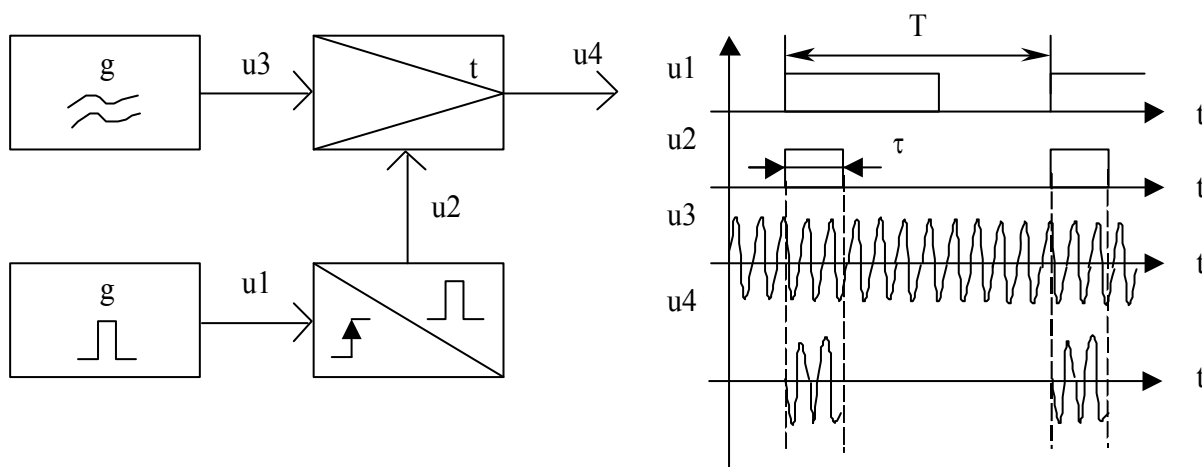


Рис.10

Так как рабочие циклы синхронизатора и генератора синусоидальных сигналов взаимно не коррелированы, то каждый радиоимпульс U_4 может начинаться с любой начальной фазы высокочастотного сигнала. Это создает значительные трудности, в частности, при наблюдении на осциллографическом индикаторе формы зондирующего и эхо-сигналов, а также при их обработке.

На рис.11 представлена функциональная схема генератора, в котором каждый зондирующий радиоимпульс начинается с одинаковой начальной фазы, а на рис. 12 - эпюры напряжения для него. Синхронизатор вырабатывает видеоимпульсы U_1 , запускающие ждущий мультивибратор, с выхода которого видеоимпульс U_2 длительностью τ_1 поступает на D-вход триггера, на тактовый вход которого поступает напряжение U_4 , сформированное компаратором из высокочастотного сигнала U_3 . На выходе триггера формируется видеоимпульс U_5 длительностью τ_2 , равной целому числу периодов напряжения U_3 . Передний и задний фронты сигнала U_5 привязаны к передним фронтам импульсов U_4 , то есть к одной и той же фазе сигнала U_3 . Сигнал U_5 открывает нормально закрытый аналоговый ключ, на сигнальный вход которого поступает высокочастотное напряжение U_3 . На выходе ключа формируется радиоимпульс U_6 , состоящий из целого числа высокочастотных колебаний с постоянной начальной фазой. После усиления этот радиоимпульс поступает на излучающий акустический преобразователь. Так как зондирующий сигнал U_6 имеет временную привязку к видеоимпульсу U_5 , то в качестве сигнала, синхронизирующего работу остальных блоков локатора, следует использовать не сигнал U_1 , а сигнал U_5 .

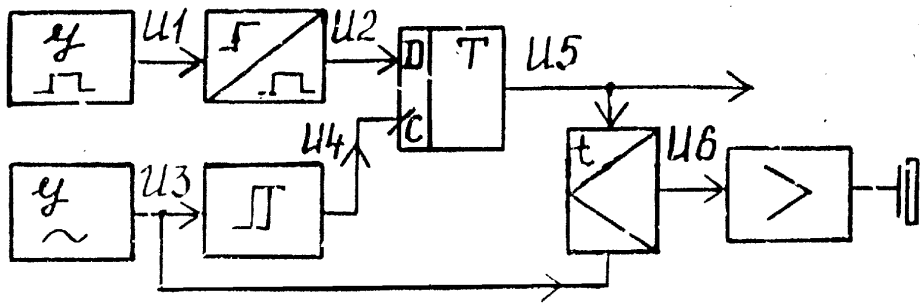


Рис.11

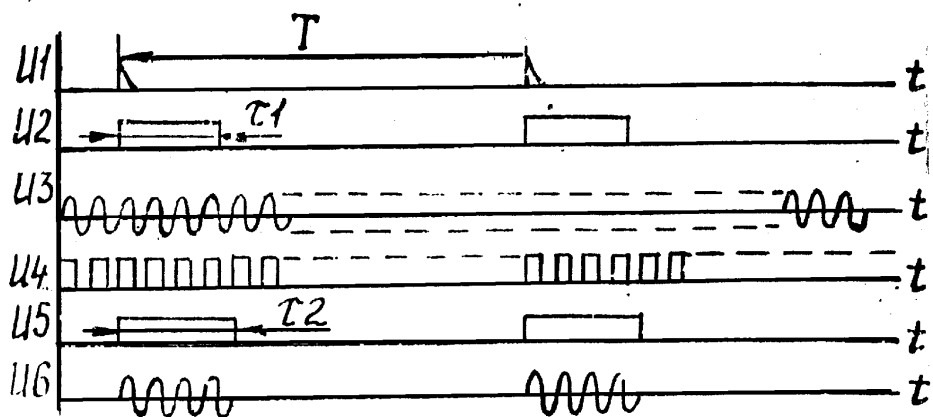


Рис.12

В генераторном блоке по схеме, представленной на рис. 12, формируется зондирующий сигнал U_6 , содержащий целое число высокочастотных колебаний. Его длительность τ_2 при изменении частоты сигнала U_3 будет изменяться в пределах периода сигнала U_3 . В тех же пределах могут отличаться друг от друга и периоды T рабочих циклов локатора.

Рассмотренный генераторный блок можно изменять в зависимости от предъявляемых к нему требований. Например, на рис. 13 представлена функциональная схема генератора с постоянным значением периода повторения T и с зондирующим

сигналом , содержащим заданное число (n) высокочастотных колебаний. На рис. 14 показаны эпюры напряжений в различных точках схемы.

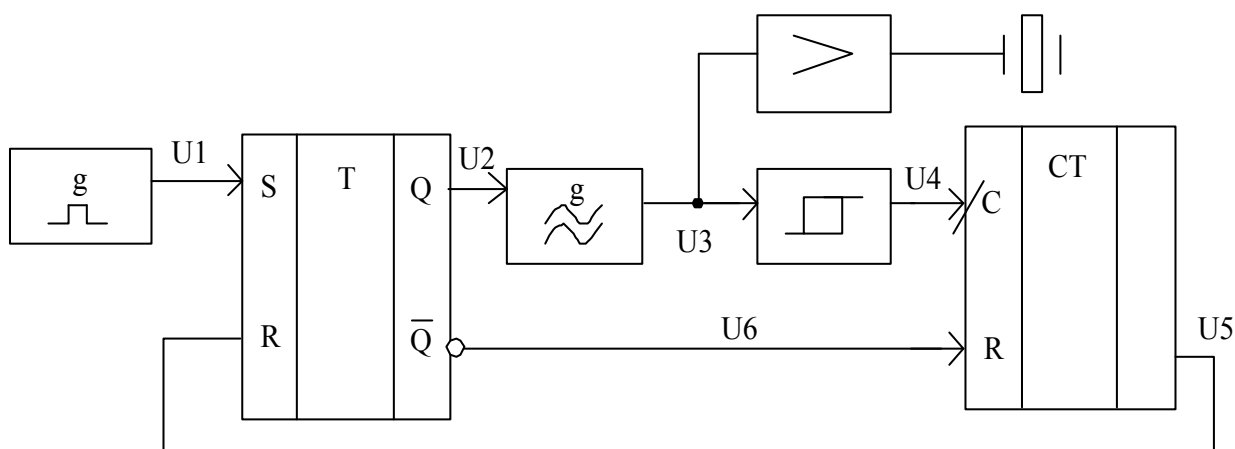


Рис.13

В исходном состоянии на выходе Q RS- триггера напряжение U2 имеет низкий логический уровень, генератор высокочастотных колебаний заблокирован и сигнал U3 на его выходе равен нулю. Синхроимпульс U1 переводит Q-выход триггера в активный уровень (U2 становится равным потенциалу логической 1) и разрешается работа ВЧ- генератора. На его выходе формируется радиоимпульсный сигнал U3, поступающий после усиления на акустический излучающий преобразователь, а также на вход компаратора , на выходе которого получают последовательность видеоимпульсов U4 соответствующих, например, положительным полуволнам сигнала U3 . Напряжение U4 поступает на счетный вход счетчика с коэффициентом пересчета равным n. После поступления (n+1) импульса U4 на выходе счетчика вырабатывается импульс переполнения U5, который поступает на R-вход RS-триггера и сбрасывает его выход Q на 0, в результате чего прекращается работа ВЧ -

генератора. Одновременно на инверсном выходе Q триггера вырабатывается напряжение U_6 , сбрасывающее счетчик на 0. В таком состоянии RS-триггер, ВЧ-генератор и счетчик будут находиться до прихода очередного синхроимпульса U_1 .

Управляемые генераторы синусоидальных сигналов можно реализовать различными способами. На рис. 15 представлена одна из возможных принципиальных электрических схем такого генератора.

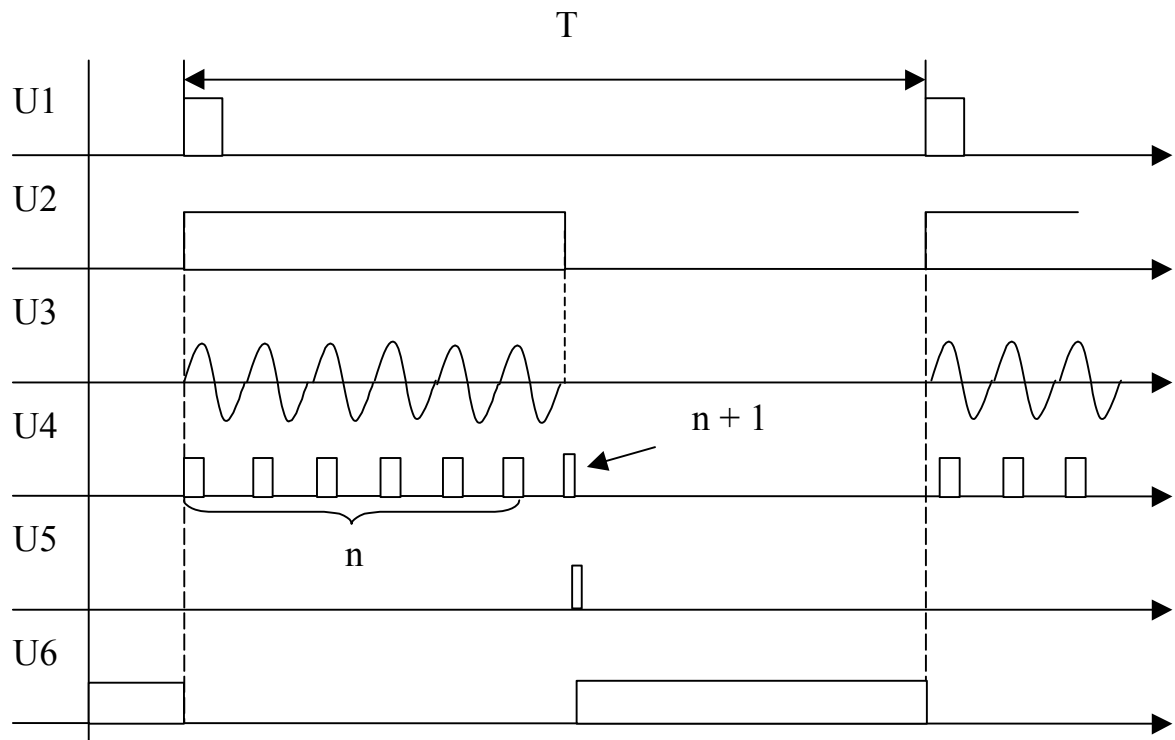


Рис.14

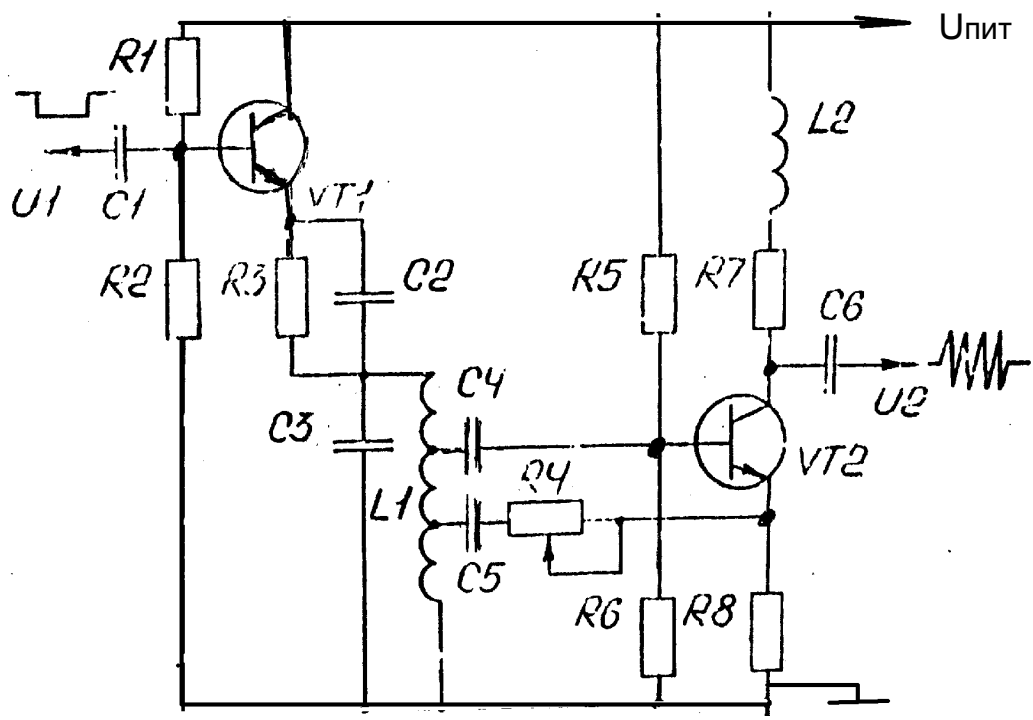


Рис.15

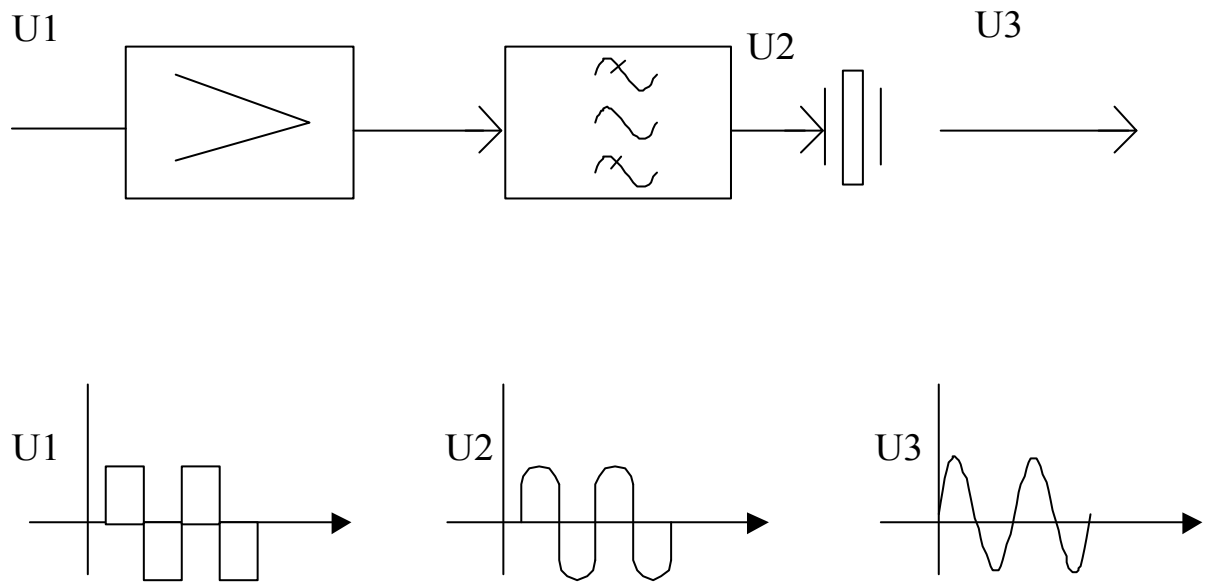


Рис.16

На транзисторе VT2 собран по схеме трехточки автоколебательный генератор синусоидальных колебаний с частотой, определяемой параметрами колебательного контура L1, C3. Транзистор VT1 нормально открыт, шунтирует колебательный контур и срывает в генераторе электрические колебания. Видеоимпульс U1 поступает на транзистор VT1 и закрывает его, шунтирование колебательного контура прекращается, и генератор формирует радиоимпульс U2, который через повторитель (истоковый или эмиттерный) подается на вход усилителя, а с его выхода на излучающий акустический преобразователь. Этот принцип хотя и с другими схемными реализациями, использован при формировании зондирующего сигнала а гидроакустических эхолотах "Кальмар", "Лещ" и других, рассмотренных в работах (1-3).

Так как акустические преобразователи являются резонансными системами, то для их возбуждения возможна подача на них напряжения не с синусоидальным, а с прямоугольным высокочастотным заполнением. В этом случае сам преобразователь отфильтровывает высшие гармонические составляющие возбуждающего сигнала, и в среду излучается акустический сигнал синусоидальной формы. Для улучшения формы излучаемого сигнала перед преобразователем дополнительно устанавливают электрический фильтр, пропускающий первую (основную) гармонику высокочастотного возбуждающего сигнала, как это показано на рис.16.

Использование возбуждающего напряжения U1 прямоугольной формы позволяет значительно облегчить процесс формирования и усиления такого сигнала по сравнению с радиоимпульсным заполнением.

Так, если усиление синусоидального сигнала возможно с помощью усилителей класса В, имеющих максимальный коэффициент полезного действия около 78 %, то сигнал прямоугольной формы можно усиливать усилителями класса Д с КПД, приближающимся к 100% (4, 5)

На рис. 17 представлен один из вариантов функциональной схемы генератора зондирующих сигналов с высокочастотным заполнением прямоугольной формы, а на рис. 18 – эпюры напряжений в различных точках схемы.

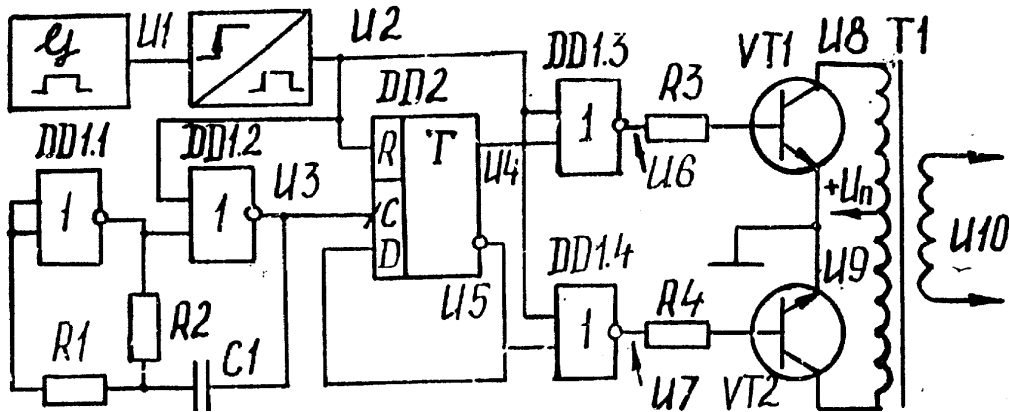


Рис.17

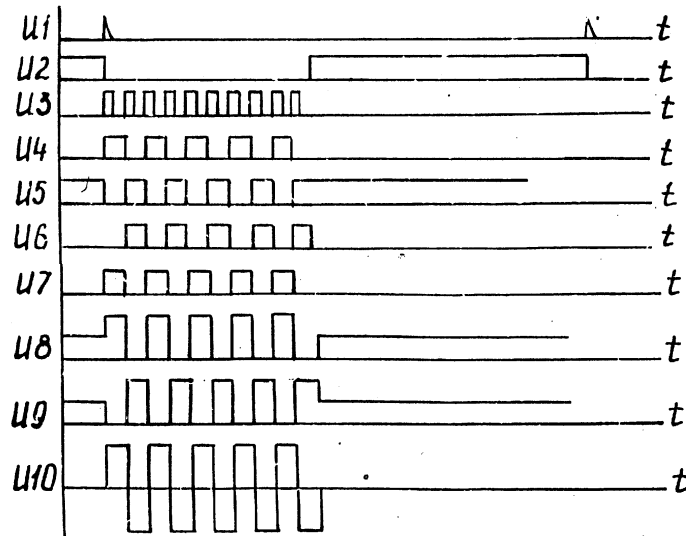


Рис 18.

Синхронизирующие импульсы U_1 запускают ждущий мультивибратор, вырабатывающий видеоимпульс U_2 , разрешающий работу генератора, собранного на элементах DD1.1, DD1.2, и делителя частоты, собранного на микросхеме DD2. Видеоимпульсы U_3 поступают на синхронизирующий вход триггера DD2, на выходах которого формируются противофазные импульсные напряжения U_4 и U_5 , имеющие скважность, равную двум. Эти напряжения через элементы DD1.3, DD1.4 и резисторы R3, R4 поступают на транзисторы VT1, VT2, работающие в ключевом режиме и нагруженные на трансформатор T1, к вторичной обмотке которого подсоединен излучающий пьезопреобразователь.

Как уже говорилось, акустический преобразователь является электромеханической резонансной системой, и при подаче на него возбуждающего электрического сигнала с прямоугольной огибающей излучаемый акустический сигнал представляет собой также радиоимпульс, но с затянутыми передним и задним фронтами. Можно возбудить в преобразователе механические колебания с прямоугольной огибающей, если возбуждать его электрическими сигналами сложной формы, например напряжением U_1 (рис.19).

При этом сигнал U_1 состоит как бы из двух отдельных сигналов U_2 и U_4 , возбуждающих в преобразователе деформации U_3 и U_5 , суперпозиция которых дает результирующие колебания преобразователя с прямоугольной огибающей, как показано на эюре U_6 .

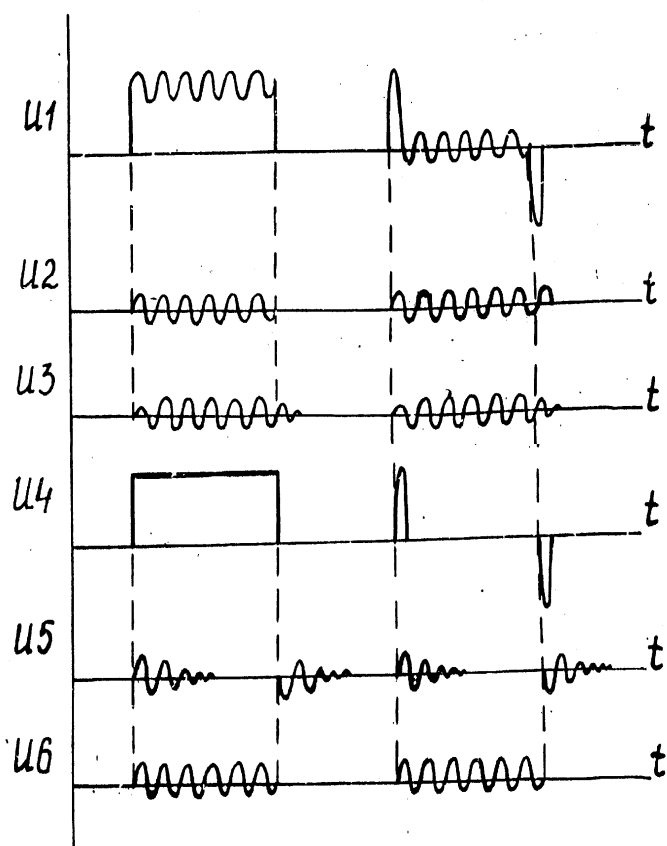


Рис.19

Возбуждающие сигналы сложной формы можно получить путем использования различных аналоговых схем или схем с цифровым формированием аналоговых сигналов.

Описание лабораторного стенда

Лабораторный стенд состоит из корпуса, в котором помещена плата генератора зондирующего сигнала. Питание платы осуществляется от внешнего источника с напряжением 9-16 в. На верхней части корпуса расположены контрольные гнезда, элементы регулировок, а также принципиальная схема платы генератора, представленная на рис. 20.

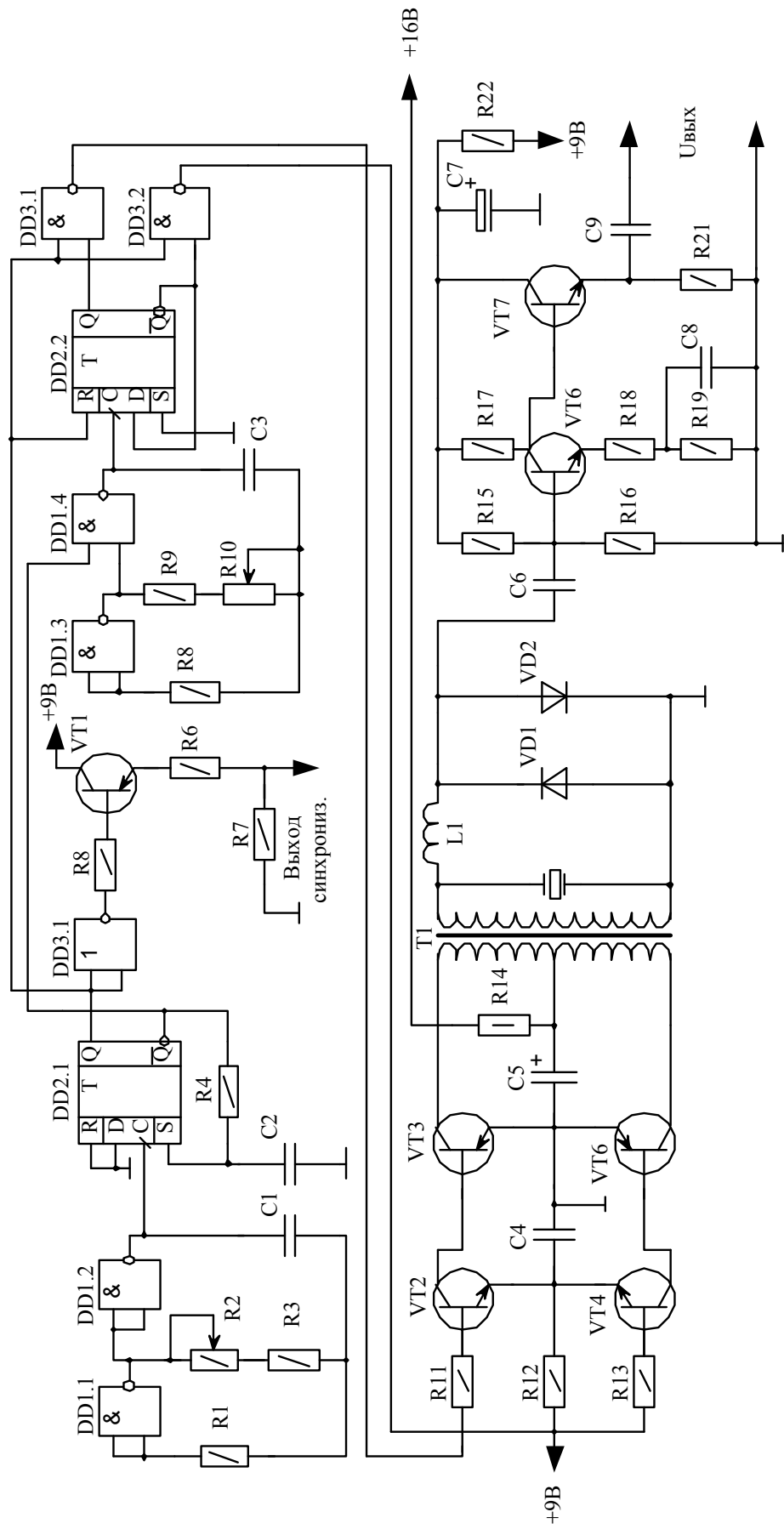


Рис.20

На элементах DD1.1, DD1.2 собран автоколебательный генератор синхронизирующих импульсов, на DD2.1 - ждущий мультивибратор длительности зондирующего сигнала, DD 3.1- инвертор, VT1- эмиттерный повторитель. На элементах DD1.3, DD1.4-генератор ВЧ-сигналов, DD2.2- делитель частоты сигналов на два, DD3.2, DD3.3- инверторы - формирователи сигнала с нулевым потенциалом в паузе. VT2-VT5- усилитель класса D, T1- оконечный трансформатор, BQ1- акустический совмещенный преобразователь, VT6- предусилитель, VT7- эмиттерный повторитель, VT8- стабилизатор напряжения +9в.

Снятие осциллограмм напряжений в контрольных гнездах схемы осуществляют с помощью электронного осциллографа, работающего в режимах как с внутренней, так и с внешней синхронизацией.

Порядок выполнения работы

Ознакомиться с описанием лабораторной работы и получить у преподавателя допуск к выполнению.

Включить осциллограф и добиться четкой его работы. Проверить правильность калибровки каналов X и Y осциллографа. Подать питающее напряжение на стенд. Снять осциллограммы напряжений в контрольных точках схемы генератора, придерживаясь при этом временной последовательности прохождения сигнала. Обратить особое внимание на взаимную временную привязку осциллограмм отдельных сигналов. Определить абсолютные амплитудные и временные параметры сигналов при различных крайних положениях регулировочных резисторов R2 и R10. Составить

функциональную схему генератора и обозначить на ней точки съема напряжений. Определить серию и тип используемых цифровых микросхем и привести их основные характеристики. Построить осциллограммы для более подробного объяснения работы отдельных блоков генератора. Составить описание работы его рабочего цикла.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- основные принципы формирования зондирующих сигналов с прямоугольной огибающей;
- функциональную и принципиальную электрические схемы исследуемого генератора;
- эюры напряжений в контрольных точках схемы;
- описание работы генератора;
- временные и амплитудные характеристики сигналов.

Отчет может составляться один на бригаду при условии совместного выполнения лабораторной работы всеми членами бригады и получения на это разрешения преподавателя.

Весь материал отчета должен отвечать требованиям ГОСТов , ЕСКД и правилам оформления технической документации.

Контрольные вопросы

1. Резистор $R_3 = 10 \text{ кОм}$. При изменении резистора R_2 частота вырабатываемых сигналов изменяется в 3 раза. Определить величину резистора R_2 .

2. Отношение частот сигналов, вырабатываемых элементами DD1.3, DD 1.4 при крайних положениях движка резистора R10 равно пяти. Определить отношение R10/R9

3. Напряжение питания цифрового элемента равно +6 В. Уровень логической единицы 5,9 В, а логического нуля $\approx 0,1$ В. Определить, к какой серии относится данный элемент.

4. Назвать основные характеристики элементов 155, 133, 555, 176, 561 серий.

5. Построить выходные характеристики для усилителей мощности. Работающих в режимах А, В, С, D. Объяснить использование каждого из режимов в формирователях зондирующих сигналов.

6. Объяснить работу делителя частоты, собранного на элементе DD2.2

7. Что будет, если сигналы на базы транзисторов VT3, VT4 подать с выходов триггера DD2.2?

8. Локатор работает в воздушной среде. Максимальная дальность лоцирования $r_{\max} = 17$ м, разрешающая способность по дальности $\Delta r = 0,2$ м. Определить параметры генераторного тракта локатора.

9. В синхронизаторе, собранном на элементах DD1.1, DD1.2 период повторения сигналов $T \approx 1 \div 2$ с, и он определяется формулой $T \approx 1,4(R3+R4) \cdot C3$. Определить значения элементов R3, R4, C3.

10. Выполнить то же самое для случая $T = (1 \div 2,5) \cdot 10^{-3}$ с.

Литература

1. Максимов В.Н., Рыбачек М.С. Руководство к лабораторным работам по курсу “Гидроакустическая и ультразвуковая аппаратура” ч.2 № 1079 Таганрог, ТРТИ, 1985-29с.
2. Яковлев А.Н., Каблов Г.П. Гидролокаторы ближнего действия. –Л.: Судостроение, 1983.-200с.
3. Максимов В.Н., Иноземцев В.В. “Вопросы генерирования ультразвуковых импульсов прямоугольной формы” . Межвуз. сб. “Прикладная акустика”, вып.1 Таганрог, ТРТИ, 1975.
4. Артым А.В. Усилители класса D и ключевые генераторы в радиосвязи и радиовещании М.: Связь, 1980.-209 с.
5. Транзисторные генераторы гармонических сигналов в ключевом режиме. Под ред. И.А. Попова. М.: Радио и связь, 1985.-192 с.