# Анализ работы устройства.

# 1. Назначение и область использования.

1.1. Счетчик воды ультразвуковой “Расход-7” предназначен для измерения объема транспортируемой по трубопроводам холодной воды, а также других однофазных жидкостей.

1.2. Счетчик состоит из преобразователя расхода ультразвукового (ПР) , прибора измерительного (ПИ) и линии связи ПИ и ПР.

* 1. Счетчик имеет двадцать четыре модификации в зависимости от диаметра условного прохода (Ду) ПР и условного давления (Ру).
  2. ПР счетчика имеет маркировку взрывозащиты “Oexia 2CT6” В КОМПЛЕКТЕ “РАСХОД-7” , соответствует требованиям ГОСТ 22782.0-81, ГОСТ 22782ю5-78 и предназначен для установки во взрывоопасных зонах помещения и наружных установок согласно гл. 7.3. действующих ПУЭ и другим директивным документам , регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.ПИ счетчика с входными искробезопасными цепями уровня “ia” выполнен в соответствии с ГОСТ 22782.5-78, имеет маркировку взрывозащиты “Exia2C” и предназначен для установки вне взрывоопасных зон.

# 2. Основные характеристики и параметры.

2.1 Метрологические параметры.

2.1.1. Диапазоны изменения объемного расхода измеряемой жидкости в зависимости от модификации счетчика приведены в табл.1.

2.1.2. Пределы допускаемой основной погрешности счетчика ±1.0% от измеренного объема при проверке по калиброванному резервуару , по ТПУ, по образцовому счетчику и ±1.5 при проверке по теоретической методике.

Примечание. Указанная точность обеспечивается с кратностью не более 10, выбираемом из общего диапазона расхода , для каждого диаметра ПР.

2.1.3. ПИ счетчика имеет выходные сигналы:

частотный от 0.1 до 100Гц;

аналоговый 0-5мА, с приведенной погрешностью преобразования “частота-ток” не более 1.0%.

2.1.4. Счетчик удовлетворяет требованиям пп.2.1.1, 2.1.2 при следующих условиях:

температура окружающего воздуха плюс 20±5 С° ;

относительная влажность от 30 до 80%;

атмосферное давление от 86 до 106.7 кПа;

отклонение напряжения питания от номинального значения не выше ±2%;

отклонение частоты переменного тока сети ±1%;

отклонение температуры измеряемой жидкости в процессе проверки в пределах ±2 С°.

# Эксплуатационные характеристики

2.2.1. Тип прибора – суммирующий.

2.2.2. ПИ выполнен в корпусе для щитового монтажа по ГОСТ 5944-74.

2.2.3. Электрическая прочность изоляции между отдельными цепями и между этими цепями и корпусом ПИ и ПР выдерживает в течении 60 с действие испытательного напряжения переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц действующим значением

для ПИ – 1500 В, в том числе между цепями "сеть – искробезопасные цепи", "сеть – земля"", "искробезопасные цепи – земля";

для ПР – 500В.

* + 1. Электрическое сопротивление изоляции между отдельными электрическими цепями и между этими цепями и корпусом ПИ и ПР не менее:

для ПИ – 40 МОм;

для ПР – 20 МОм;

Показатели надежности.

2.3.1. Вероятность безотказной работы за время 2000ч Р=0.98.

# Условия эксплуатации.

1.5.1. Измеряемая среда – перекачиваемая в напорных трубах вода или другая однородная жидкость со следующими параметрами:

диапазон изменения температур температуры от плюс 4 до плюс 50 С;

диапазон изменения давления в поцессе эксплуатации от 0.1 до 2.5 Мпа.

1.5.2. Температура окружающей среды , С:

для ПИ от плюс 10 до плюс 35;

для ПР от минус 60 до плюс 40.

1.5.3. Параметры питания:

напряжение однофазной среды переменного тока (220) В;

частота (50±1) Гц.

Потребляемая мощность – не более 50 Ва.

1.5.4. Допускаемая вибрация частотой до 25 Гц с амплитудой 0.1 мм.

# Состав счетчика.

1. Основные составные части счётчика:

ПИ;

ПР;

Кабель РК 50-2-11 , 2 \* 150 м, не более, ( длина кабеля устанавливается по согласованию с заказчиком ).

2. Основные составные части ПИ:

ППИ;

ПВИА;

плата стабилизаторов;

плата выпрямителей;

трансформатор;

УИ-2 шт.;

блок масштабирования ;

плата масштабирования;

индикатор мгновенного расхода - микроамперметр типа М2027;

счётчик суммарного расхода - счётчик электромеханический типа СИ 206.

3.Основные составные части ПР:

патрубок ( обозначение см. табл.1 );

ППЭ (2 штуки ).

# Анализ работы счетчика по структурной схеме.

1. В основе принципа действия счётчика объёма Vс измеряемой жидкости лежит измерение средней скорости с этой жидкости,протекающей через известное сечение трубопровода S за время Т.

Vс = S c T, (1)

S = , (2)

D - диаметр трубопровода на участке измерения .

Счётчик выполнен по одноканальной частотно- импульсной схеме прямого преобразования средней скорости жидкости в измеряемую частоту. Схема структурная приведена на рис. 1.

Контур преобразования скорости жидкости в измеряемую разностную частоту (электронно -акустический тракт ) включает в себя ППИ,первую линию связи (кабель радиочастотный ),излучающий ППЭ В1 ( В2),измеряемый продукт ,приёмный ППЭ В2(В1),вторую линию связи и снова ППИ.

Одно синхрокольцо (контур) ППИ работает по потоку ,второе синхрокольцо(контур)-против потока жидкости с исключением моментов совпадения во времени импульсов автоциркуляции этих синхроколец.

Периоды автоциркуляции по потоку (Т1) и против потока (Т2) определяются по формулам:

T1=+t1=T1o+t1, (3)

T2=+t2=T2o+t2, (4)

где L- расстояние между зеркалами ППЭ В1,В2 в акустическом канале ПР;

с- скорость ультразвука в продукте ;

- угол между осью акустического канала и осью ПР;

t1(t2) - время задержки сигнала в электронно-акустическом тракте (контуре) по потоку (против потока ), не связанное со временем прохождения сигнала в измеряемой жидкости.

L=, (5)

где ri- величина смещения оси акустического канала от оси ПР (ri0 - ).

Величина ,обратная значению T1(T2),является частотой автоциркуляции синхроколец f1(f2).

Разность этих частот определяет истинное значение измеряемой частоты,пропорциональной средней скорости измеряемой жидкости:

f=f1-f2=, (6)

 , (7)

где скорость по лучу с учётом коэффициента гидродинамической поправки Br.

t=t2-t1, (8)

где t- величина неадекватности периодов автоциркуляции при .

С помощью схемных решений добиваются того, чтобы t=0, т.е. t1=t2=t.

Тогда f= , (9)

Отсюда f , (10)

и мгновенной расход измеряемой жидкости Q будет равен:

Q=f, (11)

В описываемом счетчике составляющая погрешности, определяемая наличием времени задержки «t» (см. формулу 11) и влиянием изменяющейся в зависимости от температуры продукта величины «c» значительно уменьшена.

Исключением моментов совпадения во времени импульсов автоциркуляции синхроколец по потоку и против потока обеспечивается переносом импульса зондирования относительно момента приёма ультразвукового сигнала в одном синхрокольце на определённое время.

Повышение точности измерения счётчика тем, что при i-ом сближении во времени импульсов двух синхроколец в синхрокольце, работающем против потока ,зондирование производят через время (Ti+t0) после поступления приёмного импульса, а при (i+1) -ом сближении во времени импульсов синхроколец в синхрокольце, работающем против потока, зондирование производится через время (Т2-Ti+t0) после поступления приёмного импульса, где Ti-часть периода Т2,t0 определяют из выражения:

t0=, (12)

При наличии расхода измеряемой жидкости Т1T2 .Поэтому с окончанием каждого из периодов автоциркуляции будет происходить схождение импульсов автоциркуляции встречных синхроколец на величину (шаг) Т2-Т1.Период схождения можно представить как:

, (13)

где  - количество шагов между схождениями.

В описываемом счётчике импульс автоциркуляции с периодом Т2 (против тока) за два соседних схождения переносится дважды с общим временем:

(Ti+to)+(T2-Ti+to)=T2+2to, (14)

(один перенос соответствует )

Период схождения при этом должен соответственно умень-

шится и составить:

T=, (15)

Задержка to, вводимая в работу схемы, должна нейтрализовать действие составляющей «t» в выражениях (10), (11) и поэтому удовлетворять условию:

Т==, (16)

С учётом выражений (3) и (4) выражение (16) можно представить в виде:

, (17)

откуда получаем требуемое значение to согласно выражению (12).

Если t2-t1=0, т.е. t2=t1=t, выражение (12) упрощается, и задержка, вносимая в работу синхрокольца, работающего против потока, должна соответствовать:

to= , (18)

Так, при t=5и Т1о=Т2о=200,

величина to=2,5,

при Т1о=Т2о=1000,

величина to=2,5.

В результате величина, обратная периоду схождения Т, соответствует разности частот автоциркуляции синхроколец, т.е. из выражения (16) получается, что

f=, (19)

Сравнивая выражения (6) и (19), можно видеть, что в последнем отсутствует зависимость разностной частоты от скорости ультразвука «c», т.е. от температуры измеряемой жидкости.

Измеренное19 во время Т**u** количество измеряемой жидкости (объем) V**u** определяется как

, (20)

, (21)

где К - коэффициент преобразования счетчика;

*N***u** – количество импульсов разностной частоты Δf за время прокачки t**u**  измеренного объема V**u.**

# Физически коэффициент К определяет количество импульсов разностной частоты Δf, приходящееся на единицу объема измеряемой жидкости. Поэтому точность измерения объема продукта зависит от погрешности установки коэффициента К в счетчике и изменение ее по диапазону расхода Q.

Согласно выражениям (19) и (20) этот коэффициент равен:

, (22)

и может быть рассчитан теоретически.

# 3. Анализ электрической принципиальной схема.

С выхода запоминающего устройства постоянное напряжение, пропорционально мгновенному расходу, через резистор R54 и потенциометр R60 поступает на стрелочный индикатор PA, с движка потенциометра R61 постоянное напряжение поступает на вход 10 ОУ А7 (РСТ). Другой вход 9 ОУ А7 подключён к движку потенциометра R 48. При изменении нагрузки РСТ , ток через нагрузку остаётся постоянным, так как при любом изменении тока через нагрузку изменяется напряжение на выходе 5 ОУ А7 , которое подается на УПТ на транзисторе V31, что приводит к изменению тока в коллекторной цепи V31. Это в свою очередь приводит к изменению напряжения на базе регулирующего транзистора V37. Сопротивление перехода эмиттер-коллектор транзистора V37 меняется таким образом, что величена тока через новую нагрузку РСТ восстанавливается до прежней величены. Величена тока через нагрузку устанавливается потенциометром R48.

# Элементная база.

# Описание.

# Транзисторы КТ315Д, КТ315В.

Транзисторы кремниевые эпитаксально-планарные n-p-n усилительные высокочастотные маломощные.

Предназначены для работы в схемах усилителей высокой, промежуточной и низкой частоты.

Выпускаются в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Обозначение типа приводится на этикетке . Масса транзистора не более 0,18 г.

**Электрические параметры**.

Граничное условие при Iэ=5мА не менее:

КТ315Д, КТ315В 30В

Напряжение насыщения коллектор-эмиттер при Iк=20мА, Iб=2мА не более:

КТ315В 0,4В

КТ315Д 1В

Напряжение насыщения база-эмиттер при Iк=20мА, Iб=2мА не более:

КТ315В 1,1 В

КТ315Д 1,5 В

Статический коэффициент передачи тока в схеме с общим эмиттером при Uкэ=10В, Iк=1мА:

КТ315Д,КТ315В 20-90

Постоянная времени цепи при обратной связи на высокой частоте при Uкб=10B, Iэ=5мА не более:

КТ315В 500нс

КТ315Д 1000нс

Емкость коллекторного перехода при Uкб=10В не более:

КТ315В, КТ315Д 7 пФ

Входное сопротивление при Uкэ=10 В, Iк=мА не менее 40Ом

Выходная проводимость при Uкэ=10 В, Iк=1 мАне более: 0,3мкСм

**Предельные эксплуатационные данные**

Постоянное напряжение коллектор-эмиттер при Rбэ=10кОм:

КТ315В, КТ315Д 40 В

Постоянное напряжение база-эмиттер 6 В

Постоянный ток коллектора:

КТ315В,КТ315Д 100мА

Постоянная рассеиваемая мощность коллектора при Т=213-298К

КТ315В, КТ315Д 150 мВт

Температура перехода 393 К

Температура окружающей среды 213 до 373К

**Транзистор КТ203А.**

Транзистор кремниевый эпитаксально - планарный p-n-p маломощный.

Предназначен для работы в усилительных и импульсных схемах.

Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Обозначение типа приводится на корпусе.

Масса не более 0,5 г.

**Электрические параметры.**

Граничная частота коэффициента передачи тока в схеме с общей базой при Uкб=5 В, Iэ=1 мА, не менее: 5МГц

Коэффициент передачи тока в режиме малого сигнала при Uкб=5 В, Iэ=1 мА не менее 9

Входное сопротивление в схеме с общей базой в режиме малого сигнала при Iэ=1 мА не более:

приUкб=50В 300Ом

Емкость коллекторного перехода при Uкб=5 В, f=10 МГц не более 10 пФ

Обратный ток коллектора при Uкб=Uкб макс не более:

при Т=298 1 мкА

при Т=Тмакс 15 мкА

Обратный ток эмиттера при Uэб=Uэбмакс не более 1 мкА

**Предельные эксплуатационные данные**.

Постоянное напряжение коллектор-база :

при Т=213÷348 К:

КТ203А 60 В

при Т=398 К:

КТ203А 30 В

Постоянное напряжение эмиттер-база 30 В

Постоянный ток коллектора 10мА

Постоянная рассеиваемая мощность коллектора :

при Т=213÷348 К: 150мВт

при Т=398 К 60мВт

Температура перехода 423 К

Температура окружающей среды 213÷398 К

**Транзистор КТ814Б.**

Транзистор кремниевый меза-эпитакcиально-планарный p-n-p универсальный низкочастотный мощный.

Предназначен для работы в усилителях низкой частоты, операционных и дифференциальных усилителях, преобразователях, импульсных схемах.

Масса транзистора не более 1 г.

**Электрические параметры.**

Граничное напряжение при Iэ=50 мА, τи ≤ 300 мкс, Q≥100 не менее: 40 В

Напряжение насыщения коллектор-эмиттер при Iк=0,5 А, Iб=0,05 А не более 0,6 В

Напряжение насыщения база-эммитер при Iк=0,5 А, Iб=0,05 А не более 1,2 В

Статический коэффициент передачи тока в схеме с общим эмиттером при Uкб=2 В, Iэ=0,15 мА не менее 40

Граничная частота коэффициента передачи тока при Uкэ=5 В, Iэ=0,03 А не менее 4 МГц

Обратный ток коллектора при Uкб=40 В не более:

при Тк≤ 298 К 50 мкА

при Тк= 373 К 100 мкА

**Предельные эксплутационные данные.**

Постоянное напряжение коллектор-эмиттер при Rбэ≤ 100 Ом 50 В

Постоянное напряжение коллектор-эмиттер при Iб=0 25 В

Постоянное напряжение база-эмиттер 5 В

Постоянный ток коллектора 1,5 А

Постоянный ток базы 0,5 А

Температура перехода 298 К

Температура окружающей среды от 233 до 373 К

**Стабилитроны КС156А, КС147А.**

Стабилитроны кремневые , сплавные , малой мощности. Предназначены для стабилизации номинального напряжения 3,3…6,8 В в диапазоне токов стабилизации 3…81 мА.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Для обозначения типа и полярности используется условная маркировка - голубая кольцевая полоса со стороны катодного вывода и разноцветные кольцевые полосы со стороны анода ,КС156А-оранжевая, КС147А-серая. В режиме стабилизации напряжения полярность включения стабилитрона обратная.

Масса не более 0,3 г.

**Электрические параметры.**

Напряжение стабилизации при Iст=10 мА:

при Т=298 К

КС147А 4,23 …4,7 …5,17 В

КС156А 5,04 …5,6 …6,16 В

при Т=213 К

КС147А 4…5,6 В

КС156А 4,7…6,6 В

при Т=398 К

КС147А 3,7…5,5 В

КС156А 4,7…5,6 В

Температурный коэффициент напряжения стабилизации в диапазоне температур -60…+125 С:

КС147А -0,09…0,01%/С

КС156А ±0,05 %/С

Временная нестабильность напряжения стабилизации ±1%

Время выхода на режим :

при измерении Uст 5\* с

при измерении Uст точно 10\* мин

Постоянное прямое напр. при Iпр=50мА, не более 1 В

Постоянный обратный ток при Uобр=0,7Uст не более 1\*мА

Дифференциальное сопротивление , не более:

при Iст=10мА, Т=25С:

КС147А 56 Ом

КС156А 46 Ом

при Iст=10мА, Т=-60÷+125 С:

КС147А 80 Ом

КС156А 60 Ом

при Iст=3 мА%

КС147А, КС156А 160 Ом

Минимальный ток стабилизации 3 мА

Максимальный ток стабилизации:

при Т≤+50:

КС147А 58мА

КС156А 55 мА

при Т=+125:

КС147А 19 мА

КС156А 18 мА

Рассеиваемая мощность:

при Т≤+50 С 300мВт

при Т=+125 С 100мВт

Температура окружающей среды -60…+125 С

***Стабилитрон Д818А***

Стабилитрон кремниевый, диффузионно-сплавной, малой мощности, прецизионный. Предназначен для стабилизации номинального напряжения 9В в диапазоне токов стабилизации 3…3,3 мА с высокими требованиями к стабильности напряжений в диапазоне температур -60…+125 С. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип приводится на корпусе. Корпус в рабочем состоянии служит положительным электродом.

Масса не более 1г.

**Электрические параметры.**

Напряжение стабилизации при Iст=10мА:

при Т=+25 С 9,00…10,35 мА

при Т=+60 С 8,82…10,35 мА

при Т=+125 С 9,00…10,58 мА

Температурный коэффициент напряжения стабилизации в диапазоне температур -60…+125 С при Iс=10 мА… 0…0,020 %/С

Уход напряжения стабилизации в диапазоне температур -60…125 С при Iст=10 мА .0…320 мВ

Временная нестабильность напряжения стабилизации при Iст=10мА .±0,11 %

Дифференциальное сопротивление , не более:

при Iст=10мА, Т=-60 С и +25 С 18 Ом

при Iст=10мА, Т=+125 С 25 Ом

при Iст=3мА, Т=+25 С 70 Ом

**Предельные эксплуатационный данные**

Минимальный ток стабилизации 3 мА

Максимальный ток стабилизации:

при Т≤+50 С 33 мА

при Т=+125 С 11 мА

Рассеиваемая мощность:

при Т≤+50 С 300 мВт

при Т=+125 С 100 мВт

Температура окружающей среды -60…+125 С

Эксплуатация стабилитрона на прямой ветви не допускается.

***РЕЗИСТОРЫ.***

***Описание.***

**Резистор С2-23**

Резисторы с металлодиэлектрическим проводящим слоем, предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

Данный резистор изолирован. В зависимости от мощности рассеяния резисторы выпускают шести видов.

**Технические данные.**

Температура окружающей среды -60…+155 С

Диапазон частот 1-5000 Гц

Ускорение , g 40

Линейные нагрузки с ускорением 200

**Предельные рабочие напряжения.**

Номинальная мощность, Вт 0,62

Предельное рабочее напряжение 150В

**Температурный коэффициент сопротивлений**.

Пределы номинальных сопротивлений :

при Т=±300 10..1\*10

при Т=±500 10..1\*10

при Т=±800 10..1\*10

при Т=±1200 510\*10и выше

Минимальная наработка для резисторов 15000 ч.

Изменение сопротивления в течении минимальной наработки для резисторов, не более ±15%

**Резистор СП5-2ВБ.**

Резисторы подстроечные предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока частотой до 10000 Гц. Конструкция резистора плоская квадратная, для навесного и печатного монтажа. Поворот подвижного контакта в пределах рабочего угла осуществляется за 40 полных поворотов червячного винта.

**Технические данные.**

Температура окружающей среды от 60 до +125 С

Относительная влажность воздуха при температуре +35С до 98%.

Акустические нагрузки при уровне звукового давления в диапазоне от 50 до 10000 Гц до 150 Дб

**Электрические параметры.**

Номинальная мощность 0,5 Вт

Пределы номинальных сопротивлений 3,3-22000 Ом

Допускаемые отклонения , % ±5, ±10

Предельное рабочее напряжение 100 В

Функциональная характеристика резистора, линейная

Электрическая разрешающая способность от 0,3 до 1,5 %

Износоустойчивость 200 циклов

Сопротивление изоляции резисторов в нормальных климатических условиях , не менее 1000 Ом

Минимальная наработка 20000 ч

Изменение сопротивления резисторов в течении минимальной наработки , не более ±10%

Срок сохраняемости 15 лет

# Конденсаторы.

КМ-5б, КМ-6б

Конденсатора КМ-5б,КМ-6б предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

КМ-5б, КМ-6б выпускаются неизолированные с разнонаправленными и однонаправленными выводами. Эти конденсаторы могут быть двух типов.

КМ-5б,КМ-6б первого типа отличаются от конденсаторов второго типа большой реактивной мощностью, низкими потерями, высоким сопротивлением изоляции, стабильным ТКЕ.

Емкость керамических конденсаторов типа 1 в интервале допустимых рабочих температур практически не зависят от диапазона частот в пределах примерно до 10Гц.

Номинальное напряжение для конденсаторов КМ-5б 100В.

Номинальное напряжение для конденсаторов КМ-6б 35 В.

**К50-35**

К50-35 алюминиевые оксидно-электрические. Предназначены для работы в цепях постоянного, пульсирующего и импульсного тока.

Технические данные.

Температура окружающей среды от -40 до +85 С

Относительная влажность воздуха до 90%

Ток утечки в норм. климатических условиях 416-7500 мка

# 

# Расчет каскада по постоянному току.

Расчет каскада по постоянному току производится после некоторого анализа схемы. При этом из схемы убираются элементы, не работающие в режиме постоянного тока. К таким элементам относятся конденсаторы, индуктивности. При этом конденсатор рассматривается как разрыв, а индуктивности как перемычка или сопротивление. Также преобразуется и диод, он заменяется в схеме на дифференциальное сопротивление и источник ЭДС. Есть два способа расчета схем по постоянному току:

1. Известны I, U, типы активных элементов. Необходимо найти значения сопротивлений при которых схема будет работать в необходимом режиме.
2. Известны Eпит, R, тип активных элементов α и β. Необходимо рассчитать токи.

В нашем расчете мы пользуемся вторым методом. Также нам необходимо рассчитать выделяемую на каждом элементе мощность.

 При расчете каскада по постоянному току пользуемся справочными данными. Также при необходимости упрощаем схему для большей удобочитаемости, при этом убирая ветви с емкостями.

**Схема для расчета каскада по постоянному току.**



# Расчет.









 





 











**Обозначение.**

# Конденсаторы.

Условное обозначение конденсаторов может быть полным и сокращенным.

В соответствии с действующей системой сокращенное условное обозначение состоит из букв и цифр*. Первый элемент* - буква или сочетание букв, обозначающие подкласс конденсатора:

К- постоянной емкости,

КТ -подстроечные,

КП - переменной емкости.

*Второй элемент*- обозначение группы конденсаторов в зависимости от материала диэлектрика

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Подкласс конденсаторов | Группа конденсаторов | Обозначение группы |
| Конденсаторы постоянной емкости | Керамические на номинальное напряжение ниже 1600В  Керамические на номинальное напряжение 1600В и выше  Стеклянные  Стеклокерамические  Тонкопленочные с неорганическим диэлектриком  Слюдяные малой мощности  Слюдяные большой мощности  Бумажные на номинальное напряжение ниже 3 кВ, фольговые  Бумажные металлиризированные  Оксидно-электролитические танталовые, ниобиевые  Объемно-пористые  Оксидно-полупроводниковые  С воздушным диэлектриком  Вакуумные  Полистирольные  Комбинированные | 10  15  21  22  26  31  32  40  42  50  51  52  53  60  61 |
| Подстроечные конденсаторы | Вакуумные  С воздушным диэлектриком  С газообразным диэлектриком  С твердым диэлектриком | 1  2  3  4 |
| Конденсаторы  Переменной емкости | Вакуумные  С воздушным диэлектриком  С газообразным диэлектриком  С твердым диэлектриком | 1  2  3  4 |

*Третий номер* - пишется через дефис и обозначает регистрационный номер конкретного типа конденсатора. В состав третьего элемента может входить также буквенное обозначение.

Полное условное обозначение конденсатора состоит из сокращенного обозначения, обозначения и величены основных параметров и характеристик, необходимых для заказа и записи в конструкторской документации, обозначение климатического обозначения и документа на поставку.

Параметры и характеристики полного обозначения, указываются в следующем последовательности:

обозначение конструктивного исполнения

номинальное напряжение

номинальная емкость

допускаемое отклонение емкости

группа и класс по температурной стабильности емкости

номинальная реактивная мощность

Маркировка на конденсаторах буквенно-цифровая. Она содержит: сокращенное обозначение конденсатора, номинальное напряжение, номинальное значение емкости, допуск, обозначение климатического исполнения и дату изготовления.

Емкость величиной от 1 до 10000 пф обозначается числом без указания единиц измерения. Емкость более 10000 пф обозначается в микрофарадах и тоже без обозначения единиц измерения. Если емкость равна целом числу микрофарад, то после значения емкости ставится запятая и нуль. Емкость, составляющая число с долями или только доли микрофарады, обозначается а микрофарадах с указанием единиц измерения. У конденсаторов переменной емкости, а также у подстроечных конденсаторов указывается минимальная и максимальная емкости. Действительное значение емкости может отличаться от значений, указанного на ней, в допустимых пределах.

класс 1 - с допустимым отклонением ±5%;

класс 2 - с допустимым отклонением ±10%;

класс 3 - с допустимым отклонением ±20%.

# Резисторы.

Резисторы, рассчитанные на сопротивление от 1 до 1000 Ом, обозначаются целыми числами без указания единиц измерения, резисторы, рассчитанные на сопротивление от 1 до 1000 кОм, обозначаются числом килоом с прибавлением строчной буквы «к». Резисторы от 0,1 Мом и выше обозначаются в мегомах без указания единиц измерения, причем если величена сопротивления равна целому числу мегом, то после значения величены ставится запятая и 0. Если величена сопротивления должна уточнятся при настройке, то на резисторе это указывается звездочкой.

Величины сопротивлений резисторов, изготовляемой промышленностью, соответствуют стандартной шкале номинальных величин сопротивлений, при этом действительная величена сопротивления резистора может отклоняться от номинальной, указанной на резисторе. Резисторы 1 класса характеризуют допустимым отклонением 5%, 2 класса - 10%, 3 класса - 20%.

Номинальной мощностью резистора называется наибольшая мощность, которую длительное время может рассеивать резистор без существенных изменений своей величены.

# Транзисторы.

Классификация транзисторов отражена в их условном обозначении и содержит определенную информацию об их свойствах. В зависимости от назначения и использовании при изготовлении транзистора полупроводникового материала в его обозначении указывается соответствующая буква или цифра - *первый элемент.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Материал  Полупроводника | Для устройства | |
| Широкого  применения | Специального  назначения |
| Германий  Кремний  Арсенид галлия | Г  К  А | 1  2  3 |

*Второй элемент* обозначения (Т или П) определяет принадлежность транзистора соответственно к биполярным или к полевым транзисторам.

*Третий элемент* обозначения определяет назначение транзистора с точки зрения частотных характеристик мощностных свойств (табл.2).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Мощность  Рассеиваемая  Транзистором,  Вт | Граничная частота коэффициент  Передачи тока, МГц | | |
| До 30 | 30 ... 300 | Свыше 300 |
| До 1  Свыше 1 | 1  7 | 2  8 | 4  9 |

*Четвертый и пятый* элемент обозначения указывают на порядковый номер разработки данного типа транзистора и обозначаются цифрами от 01 до 99.

*Шестой элемент* обозначения (от А до Я) показывает разделение транзисторов данного типа на группы по классификационным параметрам.

# Диоды.

У диодов с 1973 г. присваивается обозначение в соответствии с ГОСТ 10862-72. Обозначения состоят из четырех элементов.

*Первый элемент -* буква или цифра - обозначение материала:

1 или Г - германий или его соединения,

2 или К - кремний или его соединения,

3 или А - соединения галлия.

*Второй элемент -* буква, указывающая подкласс прибора:

Д - диоды, Ц - выпрямительные столбы и блоки, А - диоды СВЧ, В - варикапы, И - диоды туннельные и обращенные, С - стабилитроны и стабисторы, Л - излучатели.

*Третий элемент -* число, указывающее назначение и качественные свойства прибора, а также порядковый номер разработки.

*Диоды:*

От 101 до 199 - выпрямит. малой мощности (Iпр,ст<0,3 А),

От 201 до 299 - выпрямительные средней мощности,

От 401 до 499 - универсальные (f < 1 ГГц),

От 601 до 699 - импульсные (30 нс <tвос,обр<150 нс),

От 701 до 799 - импульсные (5 нс <tвос,обр<30 нс),

От 801 до 899 - импульсные (1 нс <tвос,обр<5 нс),

От 901 до 999 - импульсные (tвос<1 нс).

**Оформление.**

Схема - это конструкторский документ, на котором с помощью условных графических обозначений (УГО) с определенной степенью подробности раскрывается состав, внутренние связи и взаимодействие отдельных узлов, блоков и элементов изделия. Схема с разной степенью подробности или детализации входят в состав конструкторской документации.

В соответствии с ГОСТ 2.701 - 804 схемы делятся по видам и типам с присвоением им соответствующего кода.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды  Схем | Обозначение |  | Типы  схем | Обозначение |
| Электрические | Э |  | Структурные | 1 |
| Гидравлические | Г |  | Функциональные | 2 |
| Пневматические | П | Принципиальные | 3 |
| Газовые | Х | Соединения | 4 |
| Оптические | Л | Подключения | 5 |
| Комбинированые | С | Общие | 6 |
| Энергетические | Р | Расположения | 7 |
| Деления | Е | Объединения | 8 |

Код состоит из символов вида и типа. Код схемы записывают в основной надписи после цифры предприятия, децимального номера изделия и порядкового регистрационного номера документа с его буквенным кодом подобно обозначению сборочных чертежей, а также в графе 26 формата с поворотом на 180 градусов.

ГОСТ 2.701-84 дает следующее определения схем.

СХЕМА СТРУКТУРНАЯ - схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначения и взаимосвязи;

СХЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ - схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом;

СХЕМА ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ (ПОЛНАЯ) - схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая представление о принципах работы изделия;

СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ - схема, показывающая соединения составных частей изделия и определяющая проводы, жгуты, кабели, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединения и ввода.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба и реального пространственного расположения элементов. Но, для изображения отдельных элементов существуют УГО, размеры которых рекомендуется соблюдать. На структурных и функциональных схемах отдельные блоки и узлы изображают в виде прямоугольников. Наименование блоков вписывают в эти прямоугольники.

# Условные графические обозначения радиоэлектронных элементов принципиальных схем.

Полный перечень всех УГО электрических, радиоэлектронных, вычислительных, принципиальных схем составляет большой объем. Они установлены государственными стандартами от 2.701-74 до 2.766-88.

# Составление перечня элементов.

На учебных схемах, поясняющих принцип работу, часто не указывают типы и номиналы элементов, а дают буквенно-цифровые обозначения: R1, R2, R3... или С1, С2, ... причем принята последовательность нумерации сверху в низ, слева направо, т.е. нумеруют по условным столбцам, переходя последовательно от левого к правому.

При выполнение комплекта конструкторской документации на принципиальных схемах дают буквенно-цифровое обозначение элементов, а их номиналы, мощности, рабочее напряжение, точность соответствия номиналам, а также ГОСТы, ОСТы или ТУ даются в перечне элементов, там же дается форма и расположение перечня элементов.

# Порядок записи обозначения конденсаторов, резисторов, диодов, транзисторов.

В перечне элементов после КОНДЕНСАТОР указывается: тип, вариант, крепления, группа по ТКЕ, номинальное напряжение, номинальная емкость, допускаемое отклонение от номинальное емкости в процентах или класс точности, группа по интервалу рабочих температур, номер ТУ или ГОСТа. Некоторые параметры часто не указывают (тип крепления, группа по материалу рабочих температур).

ТКЕ - температурный коэффициент емкости, характеризующий изменение величены емкости конденсатора при изменение температуры на 1 град. К.

В конструкторской документации при обозначении резисторов указываются: тип резистора, номинальная мощность, номинальное сопротивление, класс точности, номер ТУ или ГОСТа.

Для переменных резисторов указывается функциональная характеристика изменения величены сопротивления в зависимости от угла поворота оси: А - линейная, Б - логарифмическая, В - обратная логарифмическая.

**Система условных обозначений, маркировка радиокомпонент**.

Таблица условных графических обозначений в принципиальной схеме.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Изображение | | | ГОСТ | | Наименование | | |
| VT |  | | | ГОСТ 2.730-73 | | Транзистор типа- PNP | | |
|  | | | ГОСТ 2.730-73 | | Транзистор типа-NPN | | |
| VD |  | | ГОСТ 2.730-73 | | | | Полупроводниковый диод | |
|  | | Изображение | | | ГОСТ | | | Наименование |
| С | |  | | | ГОСТ 2.728-74 | | | Конденсатор постоянной емкости |
| R | |  | | | ГОСТ 2.728-74 | | | Резистор постоянный |

**Список литературы.**

1. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: Справочник /Под ред. Э.Т. Романичевой. И. Радио и связь. 1989. 448 с.
2. Справочник радиолюбителя М., «Просвещение»,1970
3. Расходомеры и счетчики количества Л., Машиностроение.
4. Справочник «Резисторы» М., «Просвещение».
5. Справочник «Конденсаторы» М., «Просвещение».