

Расчёт малогабаритного конденсатора

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Анализ технического задания

* 1. Исходные данные
  2. Выбор конструкции КПЕ

2. Анализ аналогичных конструкций и направление проектирования

3. Электрический и конструктивный расчёт

3.1 Выбор числа и геометрических размеров пластин

3.2 Определение формы и размеров пластин

3.3 Вычисление температурного коэффициента ёмкости

Содержание

Паспорт

Список литературы

Приложения

#### 1. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

* 1. Исходные данные

##### Минимальная ёмкость, Сmin, пФ

Максимальная ёмкость, Сmax, пФ - 1000

Рабочее напряжение, Uраб, В

Температурный коэффициент ёмкости, ºС-1 - 63

Рабочий угол, - 180 º

Закон изменения ёмкости - прямоемкостной

Годовой выпуск, шт. - 5000

Условия эксплуатации - по ГОСТ 15150-69 УХЛ 4.2

* 1. Выбор конструкции КПЕ

В ТЗ указаны требования к габаритам предложенного к разработке КПЕ. Об отсутствии жестких требований говорит и место его установки – стационарная аппаратура. В связи с этим можно применить воздух в качестве диэлектрика, что позволит сконструировать конденсатор с более высокими качественными показателями по сравнению с конденсаторами с твёрдым диэлектриком. В следующем разделе будут рассмотрены разнообразные варианты конструкций КПЕ и выбраны наиболее подходящие для получения оговоренных в ТЗ характеристик.

Введение

Термином радиоэлектронная аппаратура (РЭС) называют устройство или совокупность устройств, в которых используются полупроводниковые, электронные, газоразрядные и им аналогичные приборы. Наибольшее применение в РЭС находят резисторы, конденсаторы, моточные изделия. Их называют элементами (радиокомпонентами) общего применения. Можно указать, что на один усилительный прибор ( например, транзистор) в среднем приходится от 4 до 25 резисторов, от 2 до 15 конденсаторов. Поэтому мировое производство резисторов и конденсаторов составляет миллиарды штук в год. В меньшей мере применяются конструктивно более сложные изделия - различные колебательные контуры и фильтры, называемые специальными элементами. Элементы общего применения являются изделиями массового производства, Поэтому они подверглись достаточно широкой нормализации и стандартизации. Стандартами и нормами установлены технико-экономические и качественные Показатели, параметры и размеры. Такие элементы называют типовыми. Выбор типовых элементов производится по параметрам и характеристикам, Которые описывают их свойства как при нормальных условиях, так и при различных Воздействиях (климатических, механических и др.). Конденсаторы переменной емкости (с механическим управлением) состоят из двух систем параллельных пластин, одна из которых может пластин, одна из которых может плавно перемещаться и ее пластины при этом заходят в зазоры между пластинами второй системы: это изменяет активную площадь, а следовательно и емкость конденсатора.

Неподвижною систему называют статором, а подвижную – ротором.

Наиболее часто применяют конденсаторы с воздушным диэлектриком, так как они отличаются большей точностью установки емкости, малыми потерями и высокой стабильностью.

Конденсаторы с твердым диэлектриком несколько проще в изготовлении, имеют меньшие размеры, но обладают сравнительно низкой точностью и стабильностью, а поэтому применяются в основном в качестве регулировочных в низкочастотных контурах и в радио тракте малогабаритных транзисторных приемников.

Основное применение КПЕ находят в качестве элементов настройки диапазонных колебательных контуров. Поэтому важной его характеристикой является закон изменения емкости – функциональная характеристика, которая определяет характер изменения частоты Колебательного контура при настройке. По этим признакам КПЕ разделяют на прямо-емкостные (линейные), прямо-волновые (квадратичные), прямо-частотные, логарифмические (средне линейные) и специальные.

2. Обзор аналогичных конструкций и выбор направления проектирования

Конденсатор переменной ёмкости с механическим управлением представляет собой две системы плоских пластин: неподвижную (статор) и подвижную (ротор), расположенных таким образом, что при вращении ротора его пластины входят в зазоры между пластинами статора.

В зависимости от угла поворота различают:

конденсаторы с нормальным угловым диапазоном, при котором угол поворота равен 180о;

конденсаторы с расширенным угловым диапазоном - угол поворота ротора больше 180о;

конденсаторы с уменьшенным угловым диапазоном, например равным 90о.

В зависимости от величины приложенного напряжения конденсаторы переменной ёмкости рассчитывают:

для электрических цепей с малым напряжением (менее 200В);

для электрических цепей с повышенным напряжением (более 200В);

для электрических цепей с большим напряжением (более 1000В).

По закону изменения ёмкости конденсаторы подразделяют на прямоёмкостные, прямоволновые, прямочастотные и логарифмические.

По типу диэлектрика конденсаторы различают на:

конденсаторы с воздушным диэлектриком;

конденсаторы, заполненные сжатым газом;

вакуумные конденсаторы;

конденсаторы с жидким диэлектриком;

конденсаторы с твёрдым диэлектриком.

Газонаполненные конденсаторы, вакуумные и конденсаторы с жидким диэлектриком отличаются сложностью конструкции, поэтому имеют очень ограниченное применение, преимущественно в радиостроении.

По способу выполнения электрического контакта с подвижной частью конденсаторы разделяют на конденсаторы с трущимся, гибким и ёмкостным токосъёмами.

По типу аппаратуры, в которой используются конденсаторы, они разделяются на конденсаторы для массовой радиовещательной аппаратуры и конденсаторы для профессиональной радиоаппаратуры.

По числу секций конденсаторов, одновременно изменяющих свою ёмкость, конденсаторы делят на односекционные и многосекционные.

Для одновременной настройки нескольких контуров применяются многосекционные конденсаторы. В зависимости от того, какие из блоков этого рода применены в аппаратуре, к схеме соединения отдельных секций предъявляют различные требования. Например, в тех случаях, когда блок конденсаторов должен быть проще и дешевле, используют схемы, в которых все роторы гальванически соединены между собой общей металлической осью. Однако при этом между отдельными секциями конденсатора возникает электрическая связь, объясняемая электрической проводимостью оси, соединяющей роторы. В других случаях, когда существенно важно как можно больше уменьшить связь между настраиваемыми контурами, применяют блоки, у которых и статоры и роторы изолированы друг от друга, а ось, соединяющая роторы, сделана из изоляционного материала.

В соответствии с техническим заданием, объём конструкции конденсатора переменной ёмкости должен быть минимальным.

За основу конструкции выбираю штампованный конденсатор с полукруглыми пластинами ротора. При этом роторы между собой не изолируются.

3. Электрический и конструктивный расчет

3.1 Выбор геометрических размеров пластин

Суммарное число пластин конденсатора выбирается с учётом того, что суммарная длинна секции должна быть приближённо равна радиусу пластины ротора и суммарная длина КПЕ не должна превышать заданное в ТЗ значение.

Принимаем число пластин N=31.

Величину зазора находим из следующего выражения:

D = (3.1)



где Uраб. – максимальное рабочее напряжение, В;

Е - допустимая напряженность поля, В/мм.

Е = (400-700)В/мм

D=



Для предотвращения в статорных пластинах их электрического замыкания с осью вычисляем радиус r0 :

ro = roc +(2-3)d (3.2)

где roc – радиус оси. d = 1мм;

ro = 1 + 3 \* 0.375 = 2,125мм

3.2 Определение формы и размеров пластин

## Для расчета радиуса пластины, обеспечивающей прямоемкостную зависимость емкости, пользуемся формулой:

R = 2 (3.3)



Где Сmax – максимальная емкость конденсатора, пФ;

Сmin – минимальная емкость конденсатора, пФ;

rо - радиус выреза в статорных пластинах, мм;

К = (3.4)



Подставим данные в формулу (3.4) и (3.3)

К =



R = 2 = 8.2мм



Длинна секции определяется по формуле:

lc = hпл Nр + d Nст (3.5)

Где hпл - толщина пластины (выбираем hпл = 0.3мм);

Nр – число пластин на роторе ;

Nст – число пластин на статоре;

d - зазор между пластинами ротора и статора, мм.

lc = 0.3\*15 + 0.375\*16 = 10,5мм

3.3 Вычисление температурного коефициента емкости

При изменении температуры воздуха изменяются как физические, так и геометрические размеры (s и d) конденсатора, что приводит к изменению ёмкости. Ёмкость КПЕ состоит из двух составляющих: постоянной (представляет собой минимальную ёмкость Сmin, величина которой не зависит от положения ротора) и переменной Спер, величина которой изменяется при перемещении ротора. Каждая из этих емкостей имеет свой определённый ТКЕ

Температурный коэффициент переменной части емкости вычисляем, пользуясь формулой:

TKE = TKEВ + TKS - TKd (3.6)

Где TKS – температурный коэффициент активной площади пластин;

TKd – температурный коэффициент активной площади зазора;

TKS = TKSL + TKSS (3.7)

Где TKSL и TKSS – температурные коэффициенты активной площади пластин, обусловленные lмп и lм;

TKSS = 2lмп (3.8)

где lмп – коэффициент линейного расширения материала пластины.

Lмп = 22,5 \*10-6

Подставим значения коэффициента линейного расширения для алюминия в формулу (3.8) получим :

TKSS = 2 \*22,5\*10-6 = 45\*10-6 С-1

Теперь найдем TKS из выражения (3.7):

TKS = 45\*10-6 + 0 = 45\*10-6оС-1

Температурный коэффициент зазора между пластинами рассчитывается по формуле:

TKd = ; (3.9)



TKd=(αmo\*l-2αmпdп)/(l-2\*dп),°C,

где lмо – коэффициент линейного расширения материала, из которого изготовлена ось.

Ось изготовлена из алюминия.

lмо =22,5\*10-6

L – расстояние между пластинами ротора;

L = 0,105см

dn - ширина пластины;

dп = 0,03см

Подставим данные в формулу (3.9):

TKd =



Рассчитаем общее ТКЕ по формуле (3.6):

ТКЕ = 18\*10-6+45\*10-6 = 63\*10-6оС-1

Полученное значение ниже требуемого, следовательно, не усчитанные здесь составляющие не могут поднять параметр КПЕ выше допустимого значения. Разработанная конструкция конденсатора удовлетворяет требованиям ТЗ по стабильности.

Выводы

В данном курсовом проекте был произведен расчет КПЕ с нейтральным ротором с прямоемкостной зависимостью, который предназначен для использования в стационарной аппаратуре.

Материал оси и пластин был выбран с одинаковым температурным коэффициентом линейного расширения,- для уменьшения ТКЕ.

В качестве материала пластин ротора и статора выбираем алюминий, которая имеет коэффициент линейного расширения 22,5\* 10-6.

Ось данного КПЕ изготавливаем тоже из алюминия, с таким же коэффициентом расширения.

Кроме этого, при проведении расчетов и при проектировании был определен температурный коэффициент емкости ТКЕ, который равен 63\* 10-6оС-1.

Функциональная зависимость емкости от угла поворота – линейная. Был рассчитан радиус пластины ротора, который равен 8,2 мм.

Количество выпущенных конденсаторов предусматривается n = 5000 штук в год.

Изготавливаем пластины ротора и статора, а также другие детали КПЕ методом штамповки, так как этот метод наиболее удобен для массового производства, хотя по электрическим характеристикам он уступает другим методам.

Соединение пластин производится при помощи расчеканки, оно отличается простотой и удобством выполнения.

Достоинством конструкции такого конденсатора являются малые размеры и возможность использования типового производственного оборудования.

Список литературы

1. Волгов В.А. Детали и узлы РЭА – М. Энергия. 2007.- 656с.
2. Устройства функциональной радиоэлектроники электрорадиоэлементы: Конспект лекций. Часть 1/М.Н.Мальков, В.Н. Свитенко. – Харьков: ХИРЭ 2002. – 140с.
3. О.Ю. Савельев Конденсаторы. Конструкция и устройство – Москва. ЕлАтомИздат. 1983
4. Т.А. Рычина, А.В. Зеленский “Устройства функциональной электроники и радиоэлементы” Москва “Радио и связь”.1989г.
5. Г.Д. Фрумкин “Расчет и конструирование радиоаппаратуры” Москва “Высшая школа”1989
6. В.Т. Ренне “Расчет и конструирование конденсаторов” Киев “Техника”1966

ПАСПОРТ

##### Минимальная ёмкость, Сmin, пФ - 4

Максимальная ёмкость, Сmax, пФ - 1000

Рабочее напряжение, Uраб, В - 150

Число секций -.1

Температурный коэффициент ёмкости, ºС-1 - 63\*10-6

Рабочий угол - 180º

Диаметр оси, мм - 2

Закон изменения ёмкости КПЕ - прямоемкостной

Программа, шт. - 5000

Условия эксплуатации - по ГОСТ 15150-69