Министерство образования и науки Украины

Харьковский технический университет радиоэлектроники

Кафедра ПЭЭА

Курсовой проект

по курсу: "Элементная база"

на тему: "Конденсатор переменной емкости"

Выполнил:

Проверил:

Харьков

Содержание

Введение

1. Анализ технического задания

1.1 Исходные данные

2. Обзор аналогичных конструкций и выбор направления проектирования

3. Электрический и конструкторский расчеты

Заключение

Список литературы

## Введение

Функциональная электроника - это новое перспективное направление в современной электронной базе РЭС. Устройства функциональной электроники основаны на использовании динамических неоднородностей и физических принципов интеграции. Это отличает их от транзисторов, диодов, интегральных схем и других элементов РЭС, работа которых основана на статических неоднородностях и конструкторской - технологической интеграции. В настоящее время стоит вопрос о создании устройств, в качестве основных носителей информации, в которых будут использованы всевозможные виды динамических неоднородностей, т.е. устройства для обработки больших массивов информации с помощью интеграции различных физических эффектов.

Из всего многообразия РЭС в большинстве случаев возникает необходимость в элементах, способных изменять свою емкость в зависимости от какого - то внешнего параметра. Наиболее часто изменение емкости необходимо для изменения резонансной частоты контура, в состав которого входит элемент. Существует несколько типов таких, элементов, одним из которых является конденсатор переменной емкости (КПЕ), рассматриваемый в данной работе.

Электрические конденсаторы являются одним из наиболее массовых элементов РЭС. В СНГ их выпускается до 11 млн. штук в год (в мире выпуск достигает 10 штук в год). Применимость конденсаторов объясняется достаточно широкими функциональными возможностями как элементов колебательных контуров и фильтрующих, разделительных пусковых, помехоподавляющих, блокировочных цепей и т.д.

## 1. Анализ технического задания

## 1.1 Исходные данные

Конденсатор переменной емкости - прямоемкостной;

Максимальная емкость Смах = 150пФ;

Минимальная емкость Смin = 8пФ;

4. Температурный коэффициент емкости ТКЕ = 10-5 1/град;

Рабочее напряжение Uраб = 100 в;

Количество секций - 1;

Угол поворота подвижной системы ϕ = 180 º;

Диаметр оси dоси = 6мм;

УХЛ 4.1 ГОСТ 15150 - 69;

Условия эксплуатации 2ст. ж; ГОСТ 16962 - 79

Программа 10 6 шт/год.

Значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации и испытаниях УХЛ 4.1 ГОСТ 15150 - 69

Исполнение изделий - УХЛ; Категория изделий - 4.1

Значения температуры воздуха при эксплуатации, Сº

Рабочие

Верхнее значение + 25; Нижнее значение + 10; Среднее значение + 20

Предельные рабочие

Верхнее значение + 40; Нижнее значение + 1

Величина изменения температуры окружающего воздуха за 3ч. - 40 Сº;

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Относительная влажность | | |
| Ср. месячное значение в наиболее теплый и влажный период и продолж. воздействия | | Верхнее значение |
| Значение | Продолжительность мес. |  |
| 65% при 20 Сº | 12 | 80% при 25 Сº |

Интенсивность дождя составляет - 3мм / мин.;

Плотность озона приземном слое воздуха составляет - 40 мкг / м3;

Температура +25 Сº; - 20 Сº

Механические воздействия ГОСТ 16962 - 79

Степень жесткости - Ι Ι

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вибрационные нагрузки | | |
| Диапазон частот | Макс. ускорение, g | Длительность удара |
| 1 - 60 | 1 | -- |
| Ударные нагрузки | | |
| Многократные | | |
| -- | 40 | 2 - 10 |
| Одиночные | | |
| -- | 20 | 20 - 50 |
| Линейные нагрузки | | |
| -- | 25 | -- |

Для изделий, предназначенных для работы в условиях воздействия акустического шума, значения характеристик акустического шума:

|  |  |
| --- | --- |
| Диапазон частот | Макс. уровен. зв. давления, дБ |
| 50 - 100000 | 140 |

Температура воздуха или другого газа при транспортировании и хранении:

Верхнее значение + 60 С°; нижнее значение - 60 С°

Пониженное атмосферное давление мм. рт. ст. - 400;

Повышенное давление воздуха или другого газа, кгс / см - 3;

Относительная влажность: 98% при 25 С° и более низких температурах без конденсации влаги.

Выбор конструкции КПЕ

В ТЗ не оговорены требования к габаритам и массе предложенного к разработке КПЕ. Об отсутствии жестких требований к этим параметрам говорит и место его установки - стационарная аппаратура. В связи с этим можно применить воздух в качестве диэлектрика, что позволяет сконструировать конденсатор с более высокими качественными показателями по сравнению с конденсаторами с твердым диэлектриком.

Дальше будут рассмотрены разнообразные варианты конструкций КПЕ и выбраны наиболее подходящие для получения оговоренных в ТЗ характеристик.

## 2. Обзор аналогичных конструкций и выбор направления проектирования

Изменение емкости конденсатора может быть получено двумя принципиально различными способами управления - механическим и электрическим. Особенности конденсаторов с механическим управлением заключается в возможности реализации заданных законов изменения емкости при перемещении пластин; получения широкого диапазона изменения емкости и больших величин добротностей; обеспечение больших рабочих напряжений и малых значений температурного коэффициента емкости (ТКЕ); независимости величины емкости от приложенного напряжения; сравнительно большом времени, необходимом для изменения емкости; зависимости величины емкости от влажности и внешних механических воздействий, относительной сложности конструкции и больших габаритах.

Конденсатор переменной емкости 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 180°;

Конденсаторы с расширенным угловым диапазоном, при котором угол поворота ротора больше 180°;

Конденсаторы с уменьшенным угловым диапазоном, например равным 90°.

В зависимости от величины приложенного напряжения конденсаторы переменной емкости 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 емкости конденсаторы подразделяют на прямоемкостные, 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 твердым диэлектриком.

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

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

По типам 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 емкость, конденсаторы делят на односекционные и многосекционные.

Для одновременной настойки 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 объем конструкции конденсатора переменной емкости должен быть минимальным. Рабочее напряжение 100в, число секций - 1, закон изменения емкости - прямоемкостной.

За основу конструкции выбираем штампованный конденсатор с полукруглыми пластинами ротора.

Кроме КПЕ, плавное изменение емкости обеспечивают такие элементы, как варикапы и вариконды. Это так называемые конденсаторы переменной емкости с электрически управляемой емкостью.

Варикапы изменяют свою емкость в зависимости от приложенного обратного смещения р-n перехода. Они обладают массой полезных свойств, таких как малые размеры, высокая добротность и стабильность, но при этом обеспечивают требуемый в некоторых случаях диапазон изменения емкости, в результате чего применяются в основном в диапазоне УКВ и на более высоких частотах, а также в схемах, где не требуется большое изменение емкости.

В варикондах под действием приложенного постоянного смешения изменяется диэлектрическая проницаемость материала между обкладками. Они имеют коэффициент перекрытия по емкости от 2 до 5, но обладают низкой температурной стабильностью емкости и не обеспечивают требуемый закон ее изменения.

## 3. Электрический и конструкторский расчеты

Величина зазора d выбирается исходя из размеров конденсаторов, требуемой точности, необходимой стабильности и электрической прочности и производственно - технологических соображений. Чем больше зазор тем выше электрическая прочность, стабильность, надежность и точность закона изменения емкости. Следует также учесть, что при увеличении зазора увеличивается объем конденсатора.

Для приближенного, но удовлетворяющего практическим требованиям расчета можно исходить из того, что при нормальном давлении допустимая напряженность поля между пластинами составляет 650 - 700 в/мм. Тогда величина зазора будет равна:

d = Uр / 500 - 700, мм (3.1), где Uр - рабочее напряжение

d = 100/650 = 0,15 мм

Если рабочее напряжение конденсатора мало (Uр " 250 в), то из технических соображений диаметр принимают: d = 0,25 - 0,3 мм.

С точки зрения объема конденсатора величина зазора должна быть малой.

Но при малых зазорах понижается надежность. Считается, что конденсаторы с зазором меньше 0,15мм вызывают чрезмерное усложнение производства. В конденсаторах повышенной точности применяют большие зазоры, порядка 1,0 - 1,5 мм. Выбираю величину зазора 0,25мм.

Радиус выреза в статорных пластинах r0 определяется радиусом оси и зазором между роторными и статорными пластинами:

r0 = r0с + (2 ÷ 3) d, (3.2), где r0с - радиус оси.

r0 = 3 + 2 · 0,25 = 3,25 мм.

Закон изменения радиусов контура пластины

Rф = 02, мм (3.3)



где n - число пластин,

dC / dф - производная зависимости емкости контура от угла поворота.

Зависимость емкости от угла поворота ротора:

C = , мм (3.4)



где Cmin - начальная емкость контура, пФ,

Cmax - максимальная емкость контура или номинальная, пФ

Из формулы (3.4) имеем:

(3.5)



Подставляя (3.5) в (3.4) получим:

Rф = r0 2, мм, (3.6)



Длинна конденсаторной секции вычисляется по формуле:

L = h ∙ d + d ∙ (n - 1), (3.7), где h - толщина пластин;

h = 2∙d = 2 ∙ 0,25 = 0,50 мм, (3.8)

Общее количество пластин выбираю следующим образом: при большом числе пластин длинна конденсатора получается чрезмерной, при малом - возрастают размеры каждой пластины, что понижает их жесткость.

Поэтому выбираю количество пластин таким образом, чтобы длинна конденсаторной секции примерно была равна радиусу ротора.

Количество пластин n = 5. При n = 5 имеем:

Rф = 3,252 = 8,4 мм,



L == 0,50∙5 + 0,25 (5 - 1) = 3,5 мм

Влияние изменения температуры на параметры конденсатора сказывается в изменении свойств и объема материалов, из которых он изготовлен.

Изменение емкости под влиянием температуры в основном вызываются изменением линейным размеров пластин и зазоров и изменением диэлектрической проницаемости воздуха (диэлектрика), находящегося в электрическом поле конденсатора. Надо иметь в виду, что емкость КПЕ состоит из двух частей:

Постоянной части (представляет собой минимальную емкостью величина которой не зависит от положения ротора) и переменной части, величина которой изменяется при перемещении ротора.

Каждая из этих емкостей имеет определенный ТКЕ, зависящий как от материалов, так и от последней. Минимальная емкость для воздуха ТКЕ = 20 10-6 С°. Температурный коэффициент переменной части емкости (ТКЕ) конденсатора определяется по формуле:

ТКЕ ~= ТКв TKSA + TKd (3.9)



где ТКв - температурный коэффициент диэлектрической проницаемости воздуха (20∙10-6),1/град;



TKSAиTKd - температурные коэффициенты активной площади пластин и зазора, соответственно, 1/град

Температурный коэффициент активной площади пластин обуславливается температурным коэффициентом линейного расширения материаламп, из которого они изготовлены, и относительным перемещением секции ротора и статора, вызванным температурным коэффициентом линейного расширения материала основания мо, т. е:



TKSA = TKSs TKSl, (3.10)



где TKSs и TKSl - температурные коэффициент активной площади пластин и зазора;

TKSs = 2∙мп, (3.11)



где мп - температурный коэффициент линейного расширения материала, из которого изготовлены пластины;



Так как температурный коэффициент активной площади пластин обуславливается температурным коэффициентом линейного расширения материала, из которого они сделаны, значит TKSs = TKSl, поскольку материал одинаков

TKSl = 0, (3.12). Тогда TKSs = 2 19,9 10-6 = 39,8 10-6

Подставляя полученные значения в (3.10) получим: TKSA = 39,8 10-6.

Температурный коэффициент зазора между пластинами рассчитывается по следующей формуле:

ТКd = , (3.13)



где - температурный коэффициент линейного расширения, из которого изготовлена ось.



l - расстояние между пластинами ротора

ТКd = 12,5 10-6 1,2 - 2 19,9 10-6 0,25/1,2 - 2 0,50 = 15,4 10-6

ТКЕ ~ = 20 10 - 6 + 39,8 10-6 + 15,4 10-6 = 75,2 10-6

Общий ТКЕ равен:

ТКЕ = 20 10-6+ 39,8 10-6 + 15,4 10-6 + 20 10-6= 95,2 10-6

Расчетный ТКЕ конденсатор ТКЕ заданного в техническом задании (95,2 10-6), значит параметры данного конденсатора соответствуют техническому заданию.

## Заключение

В данном курсовом проекте был произведен расчет переменного конденсатора с прямоемкостной зависимостью. При проектировании и расчете КПЕ руководствуемся условиями эксплуатации (климатические УХЛ ГОСТ 15150 - 69 и механические ст. ж ГОСТ 16962 - 79). Это говорит о том, что данный конденсатор переменной емкости предназначен для использования в качестве регулировочного, для подстройки контуров.

К данному конденсатору не предъявляется особых требований, значит выбираем не очень дорогостоящие материалы и простую конструкцию.

В качестве материала пластин ротора и статора выбираем латунь, которая имеет коэффициент линейного расширения 19,9 10

Ось данного КПЕ изготовляем металлическую, т. е мы выбрали мягкую сталь с коэффициентом линейного расширения 12,5 10

Кроме этого, при проведении расчетов и при проектировании был определен температурный коэффициент емкости ТКЕ который равен 9,52 10 Выбрали форму пластин для данного КПЕ - полукруглые.

Функциональная зависимость емкости от угла поворота - линейная.

Был рассчитан радиус пластины ротора - 8,4 мм.

Количество выпущенных конденсаторов предусматривается n = 10 штук в год. Изготовляем пластины ротора и статора, и другие детали КПЕ методом штамповки.

## 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. 2003.