

Министерство высшего и среднего специального образования БССР

ВИТЕБСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

"У Т В Е Р Ж Д А Ю"

Ректор В Т И Л П

к.т.н. профессор

С.Е.САВИЦКИЙ *Савицкий*

" 15 " *Сентября* 1974 г

В гос.регистрации.....

Инв.№.....

В темы ГБ-71-19-И

О Т Ч Е Т

по научно-исследовательской работе (госбюджетная)
"Исследование практических законов распределения
плёночных схемных элементов".

Проректор по научной работе
к.т.н., доцент

Фомченко /Б.Р.ФОМЧЕНКО/

Начальник НИСа

Правдивый /И.Е.ПРАВДИВЫЙ/

Декан факультета,
к.т.н., доцент

Федосеев /А.Н.ФЕДОСЕЕВ/

Зав.кафедрой
к.т.н., доцент

Сутормин /А.М.СУТОРМИН/

Руководитель темы
к.т.н., доцент

Федосеев /А.Н.ФЕДОСЕЕВ/

Отв.исполнитель
к.т.н., доцент

Федосеев /А.Н.ФЕДОСЕЕВ/

г. Витебск - 1974 г.

Библиотека ВГТУ



Список исполнителей:

АБРАМОВ Е.Г. - и.о.доцента (глава III, §3.1+3.4)

ФЕДОСЕЕВ А.Н.- доцент,к.т.н. (глава II-IV).

А Н Н О Т А Ц И Я

В данной работе излагаются теоретические сведения по проектированию пленочных резисторов, конденсаторов и индуктивностей, применяемых в гибридных интегральных микросхемах. Приведенные сведения необходимы для решения вопросов при изучении производственных погрешностей пленочных схемных элементов с целью обеспечения необходимой точности их номиналов. Изучение данных вопросов является важной задачей, так как одно из главных направлений технического прогресса - повышение качества радиоэлектронной аппаратуры, ее точности, надежности и долговечности, что связано с обеспечением функциональной взаимозаменяемости аппаратуры по электрическим параметрам.

Приводится методика определения зоны рассеивания выходных параметров радиоэлектронной аппаратуры, выполненной как на обычных навесных элементах, так и с использованием пленочных схемных элементов.

Данная методика может быть рекомендована для точностных расчетов на стадии проектирования радиоэлектронной аппаратуры.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
I. Введение	3
II. Методы проектирования гибридных интегральных микросхем.	7
III. Выбор формы и расчет основных схемных элементов, проводников и контактных площадок	12.
§3.1. Выбор формы и методика расчета геометрических размеров резисторов.	13.
§3.2. Методы достижения высокой точности номинальных значений резисторов.	28
§3.3. Выбор формы и геометрических размеров конденсаторов.	32
§3.4. Выбор формы и методика расчета индуктивности катушек индуктивности	39
§3.5. Рекомендации по выбору формы и расчету геометрических размеров проводников и контактных площадок	45
§3.6. Выводы	46
IV. Использование практических законов распределения параметров схемных элементов для точностных расчетов радиоэлектронных схем	52
§4.1. Функциональная взаимозаменяемость - один из основных принципов проектирования радиоэлектронной аппаратуры.	52
§4.2. Методика расчета точности выходных параметров электронных узлов с учетом случайного характера коэффициентов K_i и d_i в партиях радио-деталей ограниченного объема.	54

литература

59

І. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время быстро развивается новое научно-техническое направление - микроэлектроника. Главной ее задачей является создание микрорадиокомпонентов, микросхем и электронных устройств на основе новейших достижений физики, химии, технологии и других наук. Микроэлектроника позволяет существенно повысить надежность радиоэлектронной аппаратуры, что в свою очередь, дает возможность обеспечить значительные тактико-технические преимущества при создании изделий оборонной техники и других систем.

Повышение качества РЭЛ, ее надежности, точности и долговечности является одним из основных направлений технического прогресса. Микроминиатюризация электронных устройств позволяет достигнуть следующих важных преимуществ:

- повысить надежность и долговечность аппаратуры;
- существенно снизить габариты и вес электронных устройств
- повысить точность и быстродействие;
- уменьшить потребляемую энергию;
- создать предпосылки комплексной механизации и автоматизации процессов расчета, проектирования и изготовления электронной аппаратуры;
- снизить время разработки и изготовления как опытных, так и серийных образцов изделий;
- уменьшить стоимость аппаратуры.

Американские и японские фирмы уже в 1969-1970 гг. преодолели долларовый барьер себестоимости интегральных микросхем с малым и средним уровнем интеграции микрорадиокомпонентов,

что является свидетельством возможности резкого снижения стоимости изделий, основанных на использовании интегральных микросхем.

Конкуренция различных зарубежных фирм и борьба за рынки сбыта приводит к неоправданному расширению номенклатуры как логических так и линейных микросхем. Так, например, в 1969 г. по данным сводных каталогов микросхем, в США насчитывалось 1097 видов операционных усилителей, 99 типов дифференциальных усилителей, 82 вида УНЧ, 61 тип УВЧ и УПЧ, 124 вида стабилизаторов напряжения, 105 типов широкополосных усилителей и 138 разновидностей компараторов в микроэлектронном исполнении.

В условиях планового социалистического хозяйства наличие чрезмерного разнообразия схемных и конструктивно-технологических решений при создании любых видов изделий, в том числе микросхем — недопустимо, так как нанесло бы большой экономический ущерб. В связи с этим принимаются меры в направлении систематизации параметров микросхем широкого и специального применения, начиная от упорядочения электрических и геометрических характеристик, кончая комплексной стандартизацией схем, конструкций, технологических процессов изготовления микросхем и сборки аппаратуры на их основе.

Решениями XXIV съезда КПСС предусматривается всемерное использование внутренних экономических резервов, в числе которых важное место должна занять микроэлектроника, создавая основу повышения экономической эффективности многих отраслей оборонной техники, приборо и радиоаппаратостроения.

Есть основания полагать, что планируемое расширение выпуска отечественных интегральных микросхем, совершенствование технологии их изготовления и упорядочение стоимости, позволит в ближайшие годы широко внедрить интегральные микросхемы в отечественную РЭА различного назначения.

В плане решения этой проблемы Партией и Правительством принят ряд важнейших постановлений, предписывающих разработчикам аппаратуры создавать новые изделия только на основе интегральных микросхем, произвести унификацию и нормализацию корпусов и питающих напряжений интегральных микросхем, упорядочить нормативно-техническую документацию, действующую в стране, и планомерно провести комплекс мероприятий по технологическому переоснащению предприятий-изготовителей электронной аппаратуры с целью обеспечения перехода на серийный выпуск различных классов аппаратуры в микроэлектронном исполнении.

Известно, что не все элементы электронных устройств в равной степени легко поддаются микроминиатюризации. Кроме того, при создании различных систем от 10 до 80% общей принципиальной схемы не может быть в настоящее время реализовано с использованием так называемых микросхем широкого применения, выпускаемых серийно предприятиями МЭП.

Перед специалистами поставлен ряд задач по обеспечению комплексной микроминиатюризации электронных устройств различных видов, включая такие узлы и блоки, как вторичные источники питания, антенные устройства, элементы с.в.ч. трактов, усилители высокой и промежуточной частоты, индикаторные устройства и т.д., так как частичная микроминиатюризация

обычно оказывается недостаточно эффективной и рациональной.

Современная электронная аппаратура разрабатывается на основе функционально-узлового принципа проектирования и изготовления, дающего возможность:

- в 2-3 раза сократить объем работ по выполнению технической документации;
- сократить сроки разработки электронных устройств;
- совместить процессы макетирования с изготовлением опытных образцов;
- облегчить процессы ремонта и эксплуатации на основе полной физической взаимозаменяемости функциональных узлов, субблоков и блоков;
- уменьшить время изготовления аппаратуры и производственные затраты.

При изготовлении функциональных узлов на основе использования дискретных радиокомпонентов (модули, микромодули) обычно использовался каскадный принцип формирования функциональных узлов с обеспечением схемотехнической и конструктивной завершенности узлов на уровне простых схем с небольшим числом элементов.

Возможности современной технологии микросхем позволяют существенно повышать степень интеграции компонентов, герметизируемых в общем корпусе. Можно предполагать, что эта тенденция, с одной стороны будет способствовать созданию больших интегральных систем, отличающихся низкой себестоимостью, с другой стороны повысится роль универсальных микросхем малого и среднего уровней интеграции, позволяющих обеспечить гибкое

использование микросхем в различных устройствах.

II. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

В цикле проектирования аппаратуры на интегральных микросхемах, как правило, участвуют специалисты следующих категорий: радиотехники-разработчики функциональной схемы изделий; радиоинженеры-разработчики гибридных интегральных микросхем; конструкторы-технологи радиоаппаратуры; конструкторы и технологи-разработчики микросхем (в том числе технологи, владеющие технологическим процессом изготовления, конструкторы-топологи)

На первом этапе устанавливаются общие принципы конструирования блоков и узлов. Определяются части изделий, проектируемые на модульных элементах, микромодулях, интегральных микросхемах. Затем устанавливается, какая часть схем может быть обеспечена серийно выпускаемыми схемами (т.е. схемы широкого применения), удовлетворяющими требованиям технического задания. На другую часть схем, не освоенных промышленностью, разрабатываются технические требования.

После выработки и утверждения технического задания радиотехник микросхемы проводит анализ вариантов принципиальной схемы и осуществляет технически обоснованный синтез принципиальной схемы. При этом разработчик учитывает ряд конструктивно-технологических особенностей и ограничений, которые свойственны интегральным микросхемам.

Конструирование аппаратуры на ГИМ не требует создания специальных, отличных от общепринятых, методов электрического расчета схем.

1. Вопросы радиоэлектроники. Серия ТПО, вып. I, 1969.
2. *Hybrid Thin Film Circuit Application Guidelines* (Collins Radio Company), 1969.
3. Основы конструирования и расчета микропленочных пассивных элементов. КАИ, Казань, 1965.
4. Вопросы радиоэлектроники. Серия ТПО, вып. 2, 1968.
5. Радиотехника, № 3, 1968.
6. *Microelectronics and reliability*, № 6, № 4, 1967.
7. Вопросы радиоэлектроники. Серия "Ферритовая техника", вып. I, 1966.
8. Калантаров П. Л., Цейтлин Л. А. Расчет индуктивностей. Госэнергоиздат, 1955.
9. Чудаковский М. П., Суломехов В. П. Методы расчета и проектирования гибридных пленочных микросхем. Вопросы радиоэлектроники. Серия ТПО, вып. I, 1968.
10. Чудаковский М. П., Груздев А. В., Романов Г. С. Особенности проектирования гибридных микросхем с применением одноводных распределенных RC -структур. Вопросы радиоэлектроники. Серия ТПО, вып. 3, 1969.
11. Федосеев А. Н. Исследование взаимосвязи точности изготовления схемных элементов и точности электрических параметров модернизированных усилителей УФУ. Автореферат диссертации, Ленинград, 1969.
12. Дунаев П. Ф., Кубарев А. И., Методика расчета размерных цепей при коэффициентах k и m , заданных двумя предельными значениями.

