

Методические указания к практическому занятию по дисциплине «Инженерное проектирование»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РЭС

1. Цель работы

Цель проектирования схемы состоит в поиске такого варианта схемы, который позволит получить наилучшие свойства от усилителя в конкретных условиях.

Основная учебная цель групповых занятий состоит в закреплении полученных в теоретическом курсе знаний об электрической схеме радиоэлектронного устройства и процессе ее разработки, а также в выработке некоторых умений проектирования электрической схемы усилителя.

Дополнительной целью работы является приобретение умений и навыков использования современных средств проектирования - персональной ЭВМ и соответствующих прикладных программ - для решения задач проектирования.

2. Задачи занятия

Основная задача группового занятия заключается в проектировании (разработке) электрической схемы усилителя радиосигнала по индивидуальным исходным данным (см. п.5). Оценка схемы должна осуществляться по некоторым свойствам (коэффициент усиления, полоса усиливаемых частот и т.д.). В процессе решения основной задачи необходимо решить и ряд вспомогательных:

- ✓ определить показатели качества (ПК), критерии, сформулировать цель проектирования;
- ✓ уточнить и формализовать условия, ограничения и саму задачу проектирования, т.е. сформировать модель задачи;
- ✓ определить тип задачи по сложности и возможности использования формализованных автоматизированных средств решения;
- ✓ осуществить синтез схемы;
- ✓ проанализировать схему;
- ✓ принять наиболее эффективное решение по результатам синтеза и анализа схемы.

В качестве справочных материалов представляются для облегчения работы несколько вариантов схем усилителя (рис.1)

Схемы усилителей.

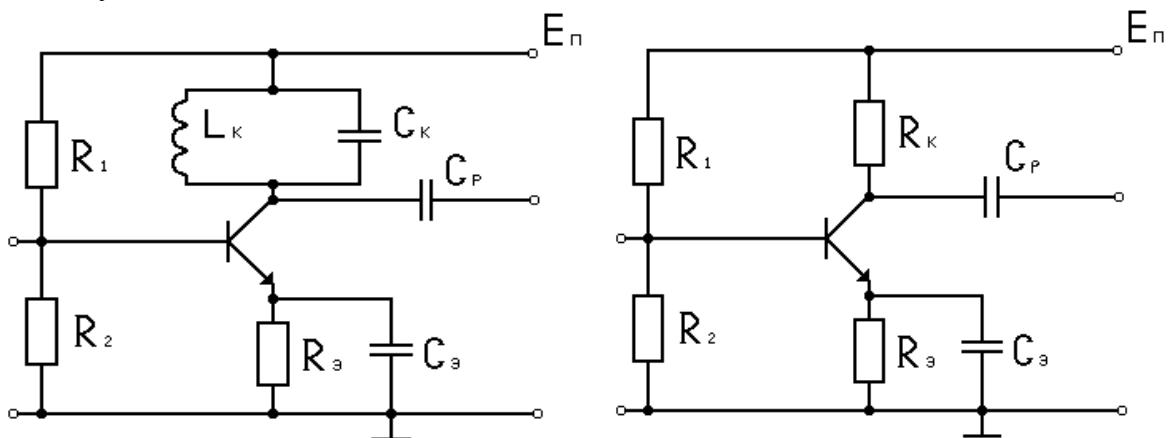


Рис. 1. Схемы усилителей

3. Методика проектирования электрической схемы усилителя.

3.1. Этапы проектирования электрической схемы усилителя.

Процесс разработки электрической схемы любого РЭС, в том числе и усилителя, может быть условно разделен на следующие этапы:

- ✓ определение показателей качества (ПК), критериев и целей решения;

- ✓ уточнение (математическая формулировка) задачи проектирования электрической схемы, ее условий и ограничений (построение модели задачи);
- ✓ определение типа задачи по сложности;
- ✓ определение ролей формализованных методов и творческого участия человека в решении задачи;
- ✓ осуществление действий по синтезу схемы;
- ✓ анализ соответствия полученного решения требуемому;
- ✓ принятие решения по результатам действия синтеза и анализа разработанной схемы.

Последовательность этапов проектирования электрической схемы усилителя представлена на рис. 2.

Далее рассматривается содержание действий на каждом этапе разработки электрической схемы усилителя.

3.2. Определение совокупности ПК, критериев и целей разработки.

Исходя из функционального назначения усилителя и теоретических знаний о схемах усилителей, необходимо из множества свойств (несущая частота, коэффициент усиления, полоса пропускания, верхняя и нижняя граничные частоты) выбрать те свойства и ПК, которые характеризуют качество усилителя в данном случае.

Затем выбранные свойства и ПК фиксируются как критерии проектирования. Таких критериев $K_1, K_2 \dots, K_m$ в общем случае будет несколько, $m \geq 2$. В заключении необходимо на основании выбранных критериев указать цель разработки.

Методика проектирования электрической схемы усилителя.

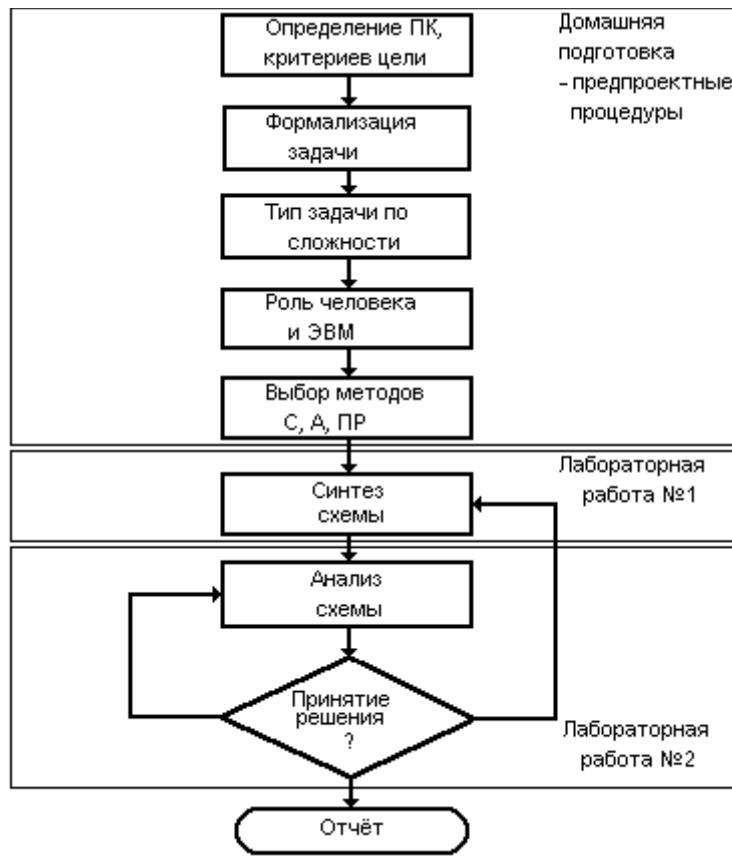


Рис. 2.

3.3. Математическая формулировка задачи проектирования схемы.

На данном этапе необходимо записать, если это возможно, в формализованном виде (в виде математических выражений) условия, ограничения и критерии проектирования в виде целевых функций.

Например, в следующей форме: "Спроектировать такую схему S_{opt} усилителя, из множества возможных Ω , $\Omega = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, у которой коэффициент усиления K - максимальный, полоса пропускания ΔF - максимальная, причем, нижняя граничная частота F_m пропускания усилителя, $F_m = 0$, а коэффициент усиления K не меняется в пределах полосы ΔF , т.е. найти S_{opt} , для которой

$$\begin{cases} K_{(S_{opt})} = K_{\max}, \forall S_e \Omega \\ \Delta F_{(S_{opt})} = \Delta F_{\max}, \forall S_e \Omega \\ \text{при } F_{m(S_{opt})} = 0, K_{(S_{opt})} = K_{\max} = \text{Const}, \forall f \in \Delta F_{(S_{opt})} \end{cases}$$

3.4. Определение типа задачи по сложности.

Используя известные по заданию к групповому занятию и дополнительно полученные данные, необходимо определить к какому типу (1-му, 2-му или 3-му) относится сформулированная задача. Для этого необходимо выяснить, известны или неизвестны, на данный момент, принцип Π , элементы Γ , структура θ и параметры E электрической схемы усилителя S , $S = \{\Pi, \Gamma, \theta, E\}$.

3.5. Определение роли человека и ЭВМ.

Исходя из общих положений теории проектирования необходимо определить, на каких, из последующих после п. 3.3.5., этапах проектирования необходимо творческое участие человека, а на каких - можно без ущерба для результатов использовать формализованные и автоматизированные методы. Определяющим для вывода является содержание априорной информации о будущей электрической схеме усилителя.

3.6. Выбор методов решения.

Т.к., согласно теории инженерного проектирования, общая задача проектирования распадается на задачи синтеза принципа, элементов, структуры, параметров, задачу анализа и задачу принятия решения по результатам синтеза и анализа, то и методы должны быть выбраны для решения перечисленных шести задач.

Методы решения задачи синтеза схемы в общем случае по характеру творческие. Однако в случае упрощенной задачи (когда синтез принципа, элементов и структуры заменяется выбором одного варианта из ряда заданных или структура задана априорно), возможен формализованный синтез (выбор) по соответствующим критериям.

Синтез параметров и анализ схемы могут быть выполнены формализовано. Для решения этих задач подготовлены автоматизированные методы с использованием ЭВМ.

Принятие решений по результатам проектирования выполняется в общем случае человеком, поскольку осуществляется в условиях большой неопределенности.

В результате действий на данном этапе должны быть указаны необходимые требования к методам решения перечисленных задач. Например, в таком виде: "Для решения задачи синтеза параметров элементов схемы необходим формализованный метод отыскания значений аргументов функции нескольких переменных, доставляющих максимум значению целевой функции" с указанием вида целевой функции изменяемых параметров. Далее выполняется собственно проектирование.

3.7. Синтез электрической схемы.

Синтез схемы усилителя проводится в два этапа.

1) Синтез принципов, элементов и структуры.

Синтез принципа, элементов и структуры θ электрической схемы устройства S заменяется в данном случае задачей выбора искомой структуры θ_{opt} из ряда заданных $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ (рис.1).

Выбор происходит на основании знания теории функционирования различных схем усилителей. Выбор может быть осуществлен как человеком, так и ЭВМ, по заранее

заданным критериям. В групповом занятии по индивидуальным данным студент выбирает самостоятельно схему.

2) Синтез параметров элементов.

Синтез параметров Е элементов Г состоит в определении значений сопротивления всех резисторов R, емкостей всех конденсаторов C, индуктивностей катушек L, параметров транзисторов VT и параметров схемы K, ΔF.

Решение поставленной задачи может быть выполнено формализованным способом. Для этого необходимо, используя знания теории, записать выражение зависимости выбранных критериев K₁, K₂, ..., K_m в виде целевых функций от параметров электрической схемы R, C, L, т.е. K₁ = f₁(R, C, L), K₂ = f₂(R, C, L) и т.д. А затем решить задачу поиска таких значений аргументов R, C, L, ..., которые обеспечивают получение экстремума функции f₁, f₂, ..., f_m. При этом необходимо учесть сформулированные ранее условия - ограничения. Решение может быть выполнено как вручную, так и на ЭВМ.

В результате будет получено несколько вариантов значений для каждого параметра схемы, которые соответственно обеспечивают экстремум либо f₁, либо f₂, и т.д., т.е. получено несколько вариантов схем Ω..

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ И САМОПРОВЕРКИ.

1. Дать определение понятий "качество РЭС, ПК, критерии проектирования"?
2. Цели проектирования РЭС и конкретного усилителя. Целевые функции.
3. В чем состоит математическая формулировка задач проектирования усилителя с учетом всей совокупности исходных данных?
4. Уровень сложности задачи проектирования усилителя.
5. Типовые процедуры проектирования усилителя.
6. Предпроектные процедуры проектирования.
7. Каково содержание комплексной задачи синтеза усилителя?
8. В чем суть задачи синтеза принципа действия конкретного усилителя?
9. Особенность задачи синтеза принципа действия усилителя в данном случае.
10. В чем суть задачи совокупности элементов усилителя?
11. Особенность задачи синтеза совокупности элементов усилителя в данном групповом занятии.
12. В чем суть задачи синтеза структуры усилителя?
13. Особенности задачи синтеза структуры конкретного усилителя.
14. В чем состоит суть задачи синтеза параметров усилителя?
15. Содержание задачи анализа усилителя.
16. Особенности задачи синтеза параметров и анализа усилителя в данном групповом занятии.
17. Содержание задачи принятия решения при проектировании усилителя.
18. Особенности задач принятия решений в данном случае.
19. Предполагаемый вид основных целевых функций усилителей.
20. Чем определяются области допустимых решений и области определения целевых функций?

5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Отчет оформляется на листах бумаги форматом А4 (210x297мм) по ГОСТ 2.301-02 на одной стороне листа. Допускается применение отдельных листов миллиметровой бумаги для изображения схем, графиков и таблиц.

Отчет должен содержать:

- ✓ титульный лист;
- ✓ указание номера варианта и полный перечень исходных данных;
- ✓ цель проектирования усилителя;
- ✓ описание методики работы с результатами по каждому пункту методики;
- ✓ вывод по групповому занятию.