**Лабораторная работа № 1** – **2**

Методика расчета автогенератора, построенного по схеме емкостной трехточки (схема Клаппа)

**Задание**

В соответствии с ***порядком расчета***…, выбрать транзистор и рассчитать параметры элементов автогенератора построенного по схеме емкостной трехточки (схема Клаппа, рисунок 1) для заданной частоты генерируемых колебаний***fг***:

***fг =N****МГц*,

где***N***– номер в списке группы.



Рисунок 1– Схема емкостной трехточки(схема Клаппа)

В ***Microcap*** необходимо собрать схему автогенератора(АГ) в соответствии с проведенными расчетами, получить график генерируемых колебаний и сравнить их частоту с заданной.

Выполненная работа оформляется с учетом следующих рекомендаций:

Перед непосредственным выполнением задания необходимо сформулировать его условие и указать исходные данные для расчета в соответствии с вы­полняемым вариантом.

Формулы размещаются на отдельных строках с интервалами от текста до и после не менее **12 пт** и выравниваются по центру (**без абзацного отступа**!).

Результаты расчетов следует округлять до второй значащей цифры полученного числа и приводить с единицами измерения (**курсивом**!), например R = 10 *Ом*,L  = 1,9 *мкГн*,f = 130*кГц* и т. п.

**Номиналы резисторов, конденсаторов, индуктивностей следует округлять до значений, соответствующих выбранным номинальным рядам(за исключением величины емкости *С*1).**

Числовые значения величин необходимо подставлять в формулы в основных единицах. Формулы, на которые делаются ссылки в дальнейшем тексте, нумеруются арабскими цифрами, номер формулы записывается справа от формулы в круглых скобках с выравниванием последней скобки по правой кромке текста. Формулы, на которые ссылки в дальнейшем тексте не делаются, не нумеруются.

Ссылка на источник, из которой заимствован метод расчета или расчётная формула, указывается в виде номера в квадратных скобках, под которым этот источник упоминается в перечне использованной литературы, например: [2, 4].

Таблицы, структурные и принципиальные схемы выполняются средствами MicrosoftWord, эпюры и графики допускается выполнять в средах Mathcad, Microcap и др., но с обязательным оформлением осей координат:

- стрелки на концах осей;

- условное обозначение величины и, через запятую, ее единицы измерения слева от стрелки вертикальной и снизу от стрелки горизонтальной осей*.*

В случае необходимости, в конце РГЗ могут быть помещены приложения, в которых приводятся:

- справочные данные (диаграммы таблицы, с параметрами дискретных элементов);

- промежуточные результаты расчетов.

Нумерация страниц, включая рисунки, таблицы и приложения, выполняется по порядку, начиная с титульного листа (номер на титульном листе не ставится!) до последней страницы в верхнем колонтитуле, посередине, шрифтом TimesNewRoman размером 14 пт.

**Порядок расчета автогенератора включает следующие этапы:**

**1.*Выбор транзистора***

В АГ, как правило, используются транзисторы, у которых на частоте генерации еще заметно не проявляются инерционные свойства. Для этого достаточно выполнения условия:

**,

где  − граничная частота транзистора по крутизне.

Значение  определяется из выражения

*,*

где − предельная частота усиления транзистора по току в схеме с общим эмиттером;

−крутизна статических ВАХ на низких частотах;

**− сопротивление материала базы.

Значения  и ** определяются из следующих выражений:

,,

где − постоянная времени цепи обратной связи [*нс*];

**− емкость база-коллектор [*пФ*];

**− статический коэффициент усиления тока базы в схеме с ОЭ;

** = 0,026*В* (для кремниевых транзисторов) − температурный потенциал;

**− коэффициент разложения для постоянной составляющей тока коллектора;

**− амплитуда импульса коллекторного тока.

Значения **, ,  определяются по справочным данным о транзисторе, а **− по таблицам Берга.

Для моделирования работы АГ целесообразно использовать высокочастотные транзисторы, макромодели которых есть в базе ***Microcap*** (рекомендованные типы КТ312Б, 2*N*2222*A*)*.*

**2.*Определение режима работы транзистора.***

В АГ с повышенной стабильностью частоты транзистор должен работать в облегченном режиме. Поэтому напряжение источника коллекторного питания и амплитуду импульса коллекторного тока следует выбирать из условий:

*, *,

где и − допустимые по паспортным данным значения коллекторного напряжения и импульса тока. При очень малых и при очень значительных токах коллектора стабильность частоты АГ снижается. Поэтому, рекомендуется выбирать  *мА*.

Режим работы транзистора в АГ обычно выбирают недонапряженным с коэффициентом использования коллекторного напряжения **, где − значение  в граничном режиме. Это позволяет уменьшить влияние нестабильности источника питания.

В АГ должны быть обеспечены определенные режимы работы по постоянному току: мягкое возбуждение с переходом в жесткий режим установившихся колебаний с углом отсечки коллекторного тока . Для этого наиболее часто применяют комбинированную схему автосмещения. Она состоит из делителя  в цепи базы транзистора и резистора  в эмиттерной цепи. В этом случае также снижается чувствительность параметров транзистора, а значит, и к изменениям температуры окружающей среды и напряжения источника коллекторного питания. Опыт проектирования транзисторных АГ показывает, что существует оптимальное значение , обеспечивающее максимальную стабильность частоты: .

**3.*Определение основных параметров автогенератора***

Амплитуда первой гармоники коллекторного тока определяется как ,

где − коэффициент Берга для первой гармоники (определяется по таблице 3 приложения).

Постоянная составляющая коллекторного тока: .

Крутизна транзистора по первой гармонике: .

**4.*Расчет параметров колебательного контура***

При расчете контура обычно задаются волновым сопротивлением  *Ом* и, зная частоту генерируемых колебаний, определяют индуктивность катушки и полную емкость контура :

; .

Затем по известным значениям нагруженной добротности *150÷200* и фазового угла средней крутизны  из условия баланса фаз  (− фазовый угол коэффициента обратной связи) определяют коэффициент включения контура в коллекторную цепь:

, где .

Из уравнения баланса амплитуд определяют отношение емкостей:

.

Емкости контурных конденсаторов находятся из соотношений:

; ; .

Для исключения влияния собственных емкостей транзистора необходимо значение емкости  уменьшить на, а − на .

**5. *Электрический расчет коллекторной и базовой цепей транзистора***

Электрический расчет коллекторной и базовой цепей транзистора заключается в последовательном определении следующих величин:

- амплитуды напряжения на контуре ;

- коэффициента использования транзистора по коллекторному напряжению ;

- амплитуды напряжения возбуждения ;

- напряжения базового смещения ,

где − напряжение запирания транзистора.  *В*− для маломощных германиевых транзисторови *В*− для кремниевых.

Сопротивление делителя выбирается из неравенства:

**, (1)

где − сопротивление ветви контура между базой и эмиттером.

Сопротивления  и  определяются из выражений:

; ,

где − постоянная составляющая базового тока.

Если неравенство (1) выполнить не удается, то между делителем и базой транзистора следует включить блокировочный дроссель, сопротивление которого выбирается из условия .

**6**. ***Выбор емкости блокировочного конденсатора в цепи эмиттера***

С одной стороны, емкость  должна быть достаточно велика, чтобы обеспечить фильтрацию переменных составляющих эмиттерного тока. С другой стороны, необходимо выполнить условие устойчивости стационарного режима колебаний АГ, т. е. обеспечить отсутствие режимов прерывистой генерации и самомодуляции. Емкость  при известных, и  можно определить из следующего условия:

.

**Приложение**

Исходные данные и основные выражения, используемые для проведения расчётов:

Таблица 1 −Таблица коэффициентов косинусоидального импульса (Берга)

| *θ 0* | *cosθ* | *α*0 | *α*1 | *θ 0* | *cosθ* | *α*0 | *α*1 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 60 | 0,500 | 0,218 | 0,391 | 76 | 0,242 | 0,273 | 0,459 |
| 61 | 0,485 | 0,222 | 0,396 | 77 | 0,225 | 0,276 | 0,463 |
| 62 | 0,469 | 0,225 | 0,400 | 78 | 0,208 | 0,279 | 0,466 |
| 63 | 0,454 | 0,229 | 0,405 | 79 | 0,191 | 0,283 | 0,469 |
| 64 | 0,438 | 0,232 | 0,410 | 80 | 0,174 | 0,286 | 0,472 |
| 65 | 0,423 | 0,236 | 0,414 | 81 | 0,156 | 0,289 | 0,475 |
| 66 | 0,407 | 0,239 | 0,419 | 82 | 0,139 | 0,293 | 0,478 |
| 67 | 0,391 | 0,243 | 0,423 | 83 | 0,122 | 0,296 | 0,481 |
| 68 | 0,375 | 0,246 | 0,427 | 84 | 0,105 | 0,299 | 0,484 |
| 69 | 0,358 | 0,249 | 0,432 | 85 | 0,087 | 0,302 | 0,487 |
| 70 | 0,342 | 0,253 | 0,436 | 86 | 0,070 | 0,305 | 0,490 |
| 71 | 0,326 | 0,256 | 0,440 | 87 | 0,052 | 0,308 | 0,493 |
| 72 | 0,309 | 0,259 | 0,444 | 88 | 0,035 | 0,312 | 0,496 |
| 73 | 0,292 | 0,263 | 0,448 | 89 | 0,017 | 0,315 | 0,498 |
| 74 | 0,276 | 0,266 | 0,452 | 90 | 0,000 | 0,318 | 0,500 |
| 75 | 0,259 | 0,269 | 0,455 | 95 | -0,087 | 0,334 | 0,510 |

Порядок проведения расчетов:

1. ***fг = N*** *МГц* (*N* – порядковый номер по журналу)

2.Тип транзистора и его*βо*

3.

4.*I*км*≤ (0,2 ÷ 0,4)I*кmax

5.*Е*к*≤ (0,3 ÷ 0,5) U*кmax,

6.*ξ =(0,2 ÷ 0,3)ξ*гр, где *ξ*гр*= (0,8 ÷ 0,95)*

7.*θ* = *600… 90*

8.*I*ko *= I*км*α*о.

9. *I*к1 *= I*км*α*1*.*

10.

11. *f*s *= f*Т */ S*о*R*б

12.*R*эопт*=(25÷ 50)/S*о.

13. *S*1 *= S*o*α*1*(1- cosθ)*

14.*ρ = (50 ÷ 200) Ом*

15.

16. 

17.*Q*н *= 150÷ 200*

18.

19.

20..

21. 

22.

23..

24. *U*к *= I*к1 *p*вк2*ρ Q*н

25.*ξ=Uк/Eк*

26.*U*вх*=I*к1 */ S*1

27.*Е*с*=Е*зап*+U*вх*cosθ* (*E*зап *=0,1÷0,2 В*− для маломощных германиевых транзисторов, *E*зап *= 0,5 ÷ 1 В*− для кремниевых)

28. *(100÷ 200) / 2πf*г*C2<R*д*< (3 ÷ 5)R*э

29. , где где*I*б *= I*ko */ β*o

30.

31.