

Лабораторная работа № 3
ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛА АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИИ

Составитель И.Н.Каратыгина
Рецензент А.Г.Лесняев
Редактор И.Н.Куколева

Подписано к печати 30.12.83, л.л. 0,6, тир. 2000,
зак. 2373, изд. № 389. Бесплатно.

Типография ХОЗУ Миннефтепрома

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы состоит в изучении метода получения амплитудной модуляции в нелинейной цепи; выполнении количественных соотношений, связывающих амплитудно-модулированный сигнал с характеристикой нелинейного элемента и параметрами несущего и модулирующего колебаний.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Изобразить принципиальную схему амплитудного базового и кольцевого балансного модуляторов.

2. Переснять характеристику $I_K - f(E)$ и аппроксимировать ее двумя отрезками прямых линий. График зависимости тока коллектора I_K от напряжения E приведен на рис. 1.

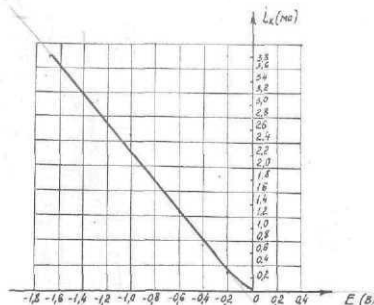


Рис. 1

3. Рассчитать и построить график статической модуляционной характеристики $I_1 - f(E)$. Для расчета модуляционной

характеристики на рис. 2 приведен график зависимости коэффициента γ_1 от угла отсечки.

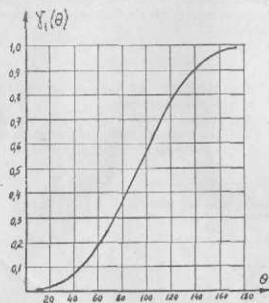


Рис. 2

4. По рассчитанной модуляционной характеристике выбрать рабочую точку для неискаженной модуляции и изобразить графически форму тока первой гармоники.

5. Из графического построения, сделанного в п. 4, определить глубину модуляции (данные для расчета приведены в табл. I).

Данные для домашнего задания

Номер станции	$f_{сд},$ кГц	$f_{мч},$ кГц	$U_{сд}$	$U_{мч}$
1	150	1,0	0,6	0,2
2	155	0,9	0,65	0,25
3	160	0,8	0,7	0,3
4	165	1,1	0,75	0,35

Продолжение табл. I

Номер станции	$f_{сд},$ кГц	$f_{мч},$ кГц	$U_{сд}$	$U_{мч}$
5	170	1,2	0,8	0,4
6	175	1,3	0,6	0,45
7	180	1,4	0,55	0,5
8	185	1,5	0,7	0,35
9	190	1,6	0,75	0,6
10	195	1,7	0,8	0,3
11	200	1,8	0,6	0,35
12	210	2,0	0,65	0,4

6. Построить спектр напряжений на контуре амплитудного базового модулятора.

7. Для исследования кольцевого модулятора аппроксимировать характеристику диода Д-9К полиномом 3-й степени. Характеристика диода Д-9К приведена на рис. 3.

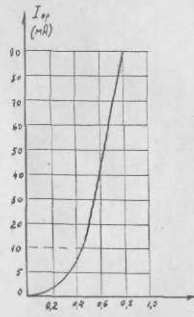


Рис. 3

8. Рассчитать и построить спектр напряжений на выходе кольцевого модулятора.

Примечание.

E - постоянное напряжение, подаваемое на базу транзистора П416 В через делитель $R1-R2$.

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА

Блок-схема лабораторной установки приведена на рис. 4. Принципиальная схема приведена на рис. 5.

Схемы амплитудного базового модулятора и кольцевого балансового модулятора собраны на одном макете.

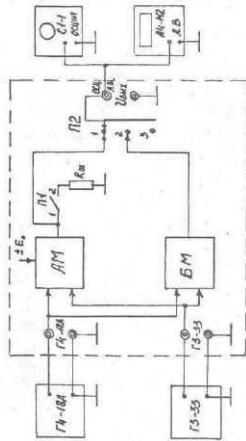


Рис. 4

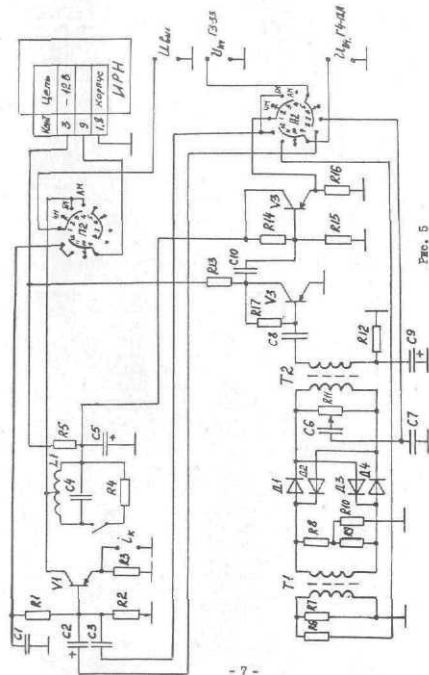


Рис. 5

Амплитудный базовый модулятор собран на транзисторе типа П416Б. На базу транзистора последовательно подаются три напряжения:

- 1) напряжение смещения E подается ИРН; напряжение E измеряется вольтметром ИРН, причем измерения проводятся от $-1,5$ до $+1,5$ В;
- 2) переменное напряжение $U_{нн}$ модулирующей частоты от звукового генератора ГЗ-33 (измеряется прибором генератора);
- 3) переменное напряжение $U_{ос}$ несущей частоты от генератора высокой частоты Г4-18А (контролируется прибором выходного уровня Г4-18А).

Форма модулированных колебаний на контуре $L_K C_K$ наблюдается с помощью осциллографа. При этом следует помнить, что входная емкость осциллографа порядка 40 пФ, и поэтому его подключение вызывает расстройку контура, который нужно вновь подстроить.

Определение формы коллекторного тока производится с помощью осциллографа: на вход усилителя вертикального отклонения осциллографа нужно подать напряжение $U_{кз}$ с малого сопротивления $R3$, включенного в коллекторную цепь транзистора. Осциллограф подключается к клемме ϵ_K .

Модуляционная характеристика снимается при постоянном напряжении $U_{ос}$. Под статической модуляционной характеристикой понимается зависимость амплитуды тока первой гармоники I_1 от величины постоянного напряжения смещения E на базе транзистора. В данной лабораторной работе статистическую модуляционную характеристику будем строить как зависимость напряжения первой гармоники на контуре от постоянного напряжения E , подаваемого на базу транзистора через делитель $R1-R2$. Напряжение E измеряется вольтметром ИРН. Частоту задающего генератора Г4-18А установить равной резонансной частоте контура по максимуму напряжения U_K .

Определение спектра АМ колебания осуществляется следующим образом:

настроить контур на заданную несущую частоту f по максимуму напряжения $U_K(f)$;

увеличить частоту генератора Г4-18А до величины f' , при которой имеет место новое максимальное значение напряжения $U_K'(f+F)$, соответствующее верхней боковой частоте;

установить высокую частоту до получения нового максимального показания $U_K'(f-F)$ на частоте f'' , соответствующей нижней боковой частоте. Разность частот $f'-f''$ и $f'-f$ определяет частоту модуляции.

Приближенная схема колебательного модулятора получена путем объединения двух балансных схем, в результате чего получается идеальный перемножитель двух входных колебаний $U_{ос}$ и $U_{нн}$.

Определение спектра напряжения, снимаемого с выхода колебательного модулятора, определяется аналогично, с помощью колебательного контура, настраиваемого поочередно на частоту $f'=f+F$ и $f''=f-F$.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Экспериментально снять и построить статическую модуляционную характеристику амплитудного базового модулятора $U_K=f(E)$ при постоянном напряжении возбуждения $U_{ос} = 1$ В. Характеристику снимать для следующего диапазона изменения E от $-1,5$ до $+1,5$ В. Полноту напряжения смещения менять с помощью тумблера, расположенного на панели блока ИРН.

2. По модуляционной характеристике выбрать оптимальный режим работы, соответствующий случаю, когда рабочая точка выбрана на середине линейного участка модуляционной характеристики, а амплитуда модулирующего напряжения не выходит за пределы линейного участка. По модуляционной характеристике определить амплитуду модулирующего напряжения $U_{нн}$ и установить ее на генераторе ГЗ-33.

3. Снять осциллограммы напряжения при подаче в цепь базы транзистора напряжения $U_{ос}$, $U_{нн}$, E :

- а) напряжение на колебательном контуре;
- б) напряжение на базе модулятора;
- в) осциллограмму формы коллекторного тока.

4. По осциллограмме выходного напряжения измерить коэффициент глубины модуляции m и сравнить с результатом расчета.

5. При заданных напряжениях $U_{ос}$ и $U_{нн}$ выбрать рабочую точку, соответствующую верхней загиба модуляционной характеристики, а затем нижнему загибу модуляционной характеристики и зарисовать формы напряжений на колебательном контуре.

6. Для режима, указанного в п. 2, определить спектр АМ колебания при сравнительно большой частоте модуляции. Частоту модулирующего напряжения следует установить 20 кГц.

7. Снять осциллограмму АМ колебания на выходе кольцевого балансового модулятора. Для исследования кольцевого баланса модулятора переключатель П2 поставить в положение 2.

8. Определить спектр АМ колебания на выходе кольцевого модулятора и сравнить его со спектром АМ колебания на выходе базового модулятора.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объяснить принцип работы амплитудного базового модулятора.

2. Объяснить принцип работы кольцевого балансового модулятора.

3. Как правильно выбрать режим работы базового модулятора по модуляционной характеристике транзистора?

4. Как правильно выбрать режим работы базового модулятора по вольт-амперной характеристике транзистора?

5. Как влияет изменение добротности колебательного контура в коллекторной цепи на глубину модуляции выходного напряжения?

6. Изобразить спектр сигналов АМ и БАМ.

7. Изобразить спектр тока коллектора, если характеристика транзистора аппроксимирована полиномом второй степени, а в цепи база-эмиттер действует сумма несущего и модулирующего напряжений.

8. Изобразить спектр напряжения на базе транзистора.

9. Изобразить осциллограммы напряжения на базе транзистора, форму коллекторного тока и напряжения на контуре при АМ.

10. Изобразить форму сигнала на контуре модулятора, если рабочая точка находится на верхнем и нижнем экачках модуляционной характеристики.

11. Приведите формулы и объясните, как определить глубину модуляции АМ сигнала по его осциллограмме и спектру.

12. Какие требования предъявляются к трансформаторам и нелинейным элементам в схеме кольцевого балансового модулятора?

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей. - М.: Связь, 1972, с. 73-81.

2. Кушняр В.Ф., Ферман Е.А. Теория нелинейных электрических цепей. - М.: Связь, 1974, с. 113-134.

3. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Советское радио, 1978, с. 86-87, 288-290, 321-323.

4. Летки Б.П. Системы передачи информации. - М.: Связь, 1971, с. 112-121, 125-128.