



**Институт электроники и коммуникаций при
Кыргызском техническом Университете им. И. Раззакова**

Кафедра “Радиоэлектроники”

Изучение и измерение параметров частотно модулированного сигнала.

Методическое указание к выполнению лабораторной работы по предмету «Радиопередающие устройства» для студентов всех форм обучения направления 550 400 «Телекоммуникации» специальности 550 400.02 «Радиосвязь, радиовещание и телевидение».

Бишкек 2011 г.



Рассмотрено
на заседании кафедры «Телекоммуникации»

Протокол: _____

Одобрено
учебно - методической
комиссией - ФИТ

Протокол : _____

Составители:

КТН ИЭТ Профессор ЖУМАБАЕВ М.Ж. _____

СТ.препод. Кафедры РЭ ЛАЗАРЕВ В.В. _____

Изучение и измерение параметров звукового сопровождения телевизионного передатчика ПДТ- 02 Методическое указание к выполнению лабораторной работы по предмету «Радиопередающие устройства».

ИЭТ

Составители

КТН ИЭТ Профессор Жумабаев М.Ж. _____

СТ.препод. Кафедры РЭ Лазарев В.В. _____

Даются методические указания по измерению параметров частотно модулированного сигнала по дисциплинам «Радиопередающие устройства» и «Управление генерированием и формированием сигнала» для студентов направления 550400 «Телекоммуникации» специальности 550400.02 «Радиосвязь радиовещание и телевидение» дневной и заочной форм обучения.

Излагаются краткие теоретические сведения о частотной модуляции, принципа её получения, а также методика по выполнению лабораторной работы и контрольные вопросы.

Предназначено для студентов всех форм обучения.

Ил: Библиогр: 2 Наим:

Рецензент: кандидат технических наук:



1. Цель работы.

Целью работы являются изучение принципа получения частотной модуляции, построения функциональных схем ЧМ и исследование модуляционной характеристики модулятора.

2. Домашнее задание

Изучить принципы получения частотной модуляции прямым способом.

3. Краткие теоретические сведения о частотной модуляции.

В ЧМД зависимость девиации частоты на выходе модулятора от значения модулирующего напряжения называется динамической модуляционной характеристикой Основным требованием к модуляционной характеристике ЧМ является высокая ее линейность, которая позволяет получать на выходе частотного демодулятора малые нелинейные искажения. Нелинейные искажения оцениваются коэффициентом гармоник, равным отношению среднеквадратичного напряжения всех гармоник, кроме первой, к квадратичному отношению первой гармоники:

$$Kг. = \frac{1}{u_{m1}} \sqrt{u_{m2}^2 + u_{m3}^2 + \dots + u_{mn}^2}$$

Где: U_{m1} , U_m , U_{mn2} - амплитуды соответствующих гармоник на выходе РПДУ при гармоническом колебании на его входе.

$$\omega(t) = \omega_n + \Delta\omega_{\max} \frac{U_{\Omega}(t)}{|U_{\Omega\max}|}$$

Где: ω_n - несущая частота, $\Delta\omega_{\max}$ - девиация частоты

$U_{\Omega\max}$ - абсолютное максимальное значение напряжения НЧ сигнала при котором ω_n несущая частота изменяется на максимальное значение. Если ω_n несущая частота модулируется гармоническим сигналом, тогда:

$$\frac{U_{\Omega}(t)}{|U_{\Omega\max}|} = \frac{U_{\Omega} \cos_{\Omega} t}{U_{\Omega}} = \cos_{\Omega} t$$

т.е
$$\omega(i) = \omega_n + \Delta\omega_{\max} \cdot \cos_{\Omega} t$$

Эта характеристика должна иметь высокую линейность, чтобы нелинейные искажения сигнала, вносимые в процессе модуляции, были бы минимальными.

Граница линейного участка определяется требуемым размахом частоты на выходе ЧМ

Согласно рекомендации МККР при передаче полного телевизионного сигнала, размах девиации частоты $\Delta f_{\max} = \pm 4\text{МГц}$, а при передаче звукового вещания размах девиации частоты $\Delta f = \pm 50\text{КГц}$.

Линейность модуляционной характеристики принято оценивать с помощью K_2 коэффициента гармоник по сумме второй и третьей гармоникам.

Частотный модулятор должен иметь возможно более высокую крутизну модуляционной характеристики и стабильность ее крутизны, а также малую относительную нестабильность



центрального значения несущей частоты. Высокая крутизна модуляционной характеристики позволяет снизить тональные шумы.

Из-за нестабильности крутизны $M.X.$ одному и тому же значению напряжению сигнала на входе ЧМД $UCOS\Omega t$ будут соответствовать в разные моменты времени разные значения отклонения частоты на его выходе, и, следовательно, и разные значения напряжения на выходе ЧД.

В данной лабораторной работе будет исследоваться частотная модуляция и её технические параметры. При выполнении работы необходимо снять модуляционную характеристику т. е зависимость выходной частоты модулятора от амплитуды модулирующего сигнала.

4. Блок – схема частотного модулятора.

Структурная схема модулятора звукового показана на **рис. 1**.

Передача звукового сопровождения в телевизионном передатчике производится с помощью отдельной поднесущей, отстоящей от несущей частоты телевизионного сигнала на 6.5МГц. Звуковое сопровождение передается с помощью частотной модуляции поднесущей частоты.

Усиленный сигнал НЧ поступает на модулирующий вход автогенератора, настроенного на ПЧ звукового сопровождения. Далее идет усилитель ПЧ. При стандартном уровне входного сигнала НЧ 0,775В на выходе ЧМ генератора обеспечивается девиация несущей частоты ± 50 КГц. С помощью переменного резистора “девиация” происходит установка номинальной девиации частоты. В усилителе НЧ производится компенсация нелинейных искажений модулирующего сигнала, а также расположена RC цепь предискажений с постоянной времени $\tau = 50$ мкс.

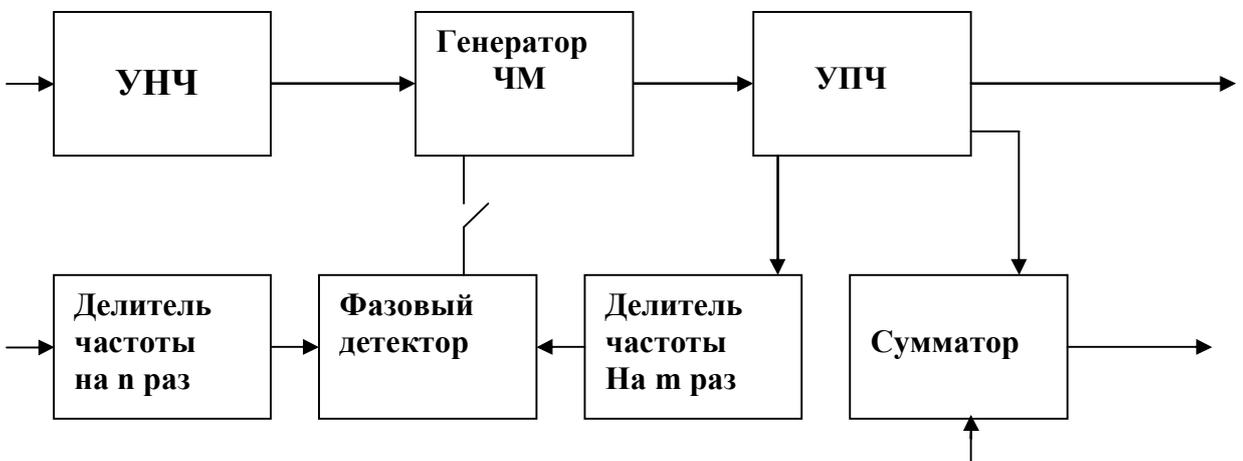


Рис. 1 Структурная схема частотного модулятора.

Для устранения дестабилизирующих факторов (температура, нестабильность источников питания) на частоту ЧМ сигнала в модуляторе звуковом предусмотрена система ФАП средней частоты автогенератора с частотой генератора кварцевого ПЧО, что позволило устранить нестабильность разностной частоты между сигналами ПЧИ и ПЧЗ. Для устранения уменьшения девиации частоты, вносимой системой ФАПЧ, автоподстройка частоты производится на субгармониках ЧМ сигнала, что обеспечивается выбором коэффициента деления делителя частоты ЧМ сигнала.

Система ФАПЧ состоит из двух делителей частоты и фазового детектора.

Сигнал с опорного генератора поступает на вход делителя частоты. Опорная частота ПЧИ делится на n раз и поступает на один из входов фазового детектора. ПЧ автогенератора в свою очередь делится своим делителем частоты на m раз и поступает и поступает на

второй вход фазового детектора. Коэффициент деления делителей выбираются так, чтобы частоты на их выходах были одинаковы.

Разность фаз на выходе фазового детектора сравниваемых сигналов составляет от 0 до 2π радиан. Выходное напряжение фазового детектора представляет собой последовательность импульсов, скважность которых зависит от разности фаз сравниваемых сигналов. С фазового детектора сигнал проходит через фильтр НЧ после чего он попадает на варикап, воздействуя на который изменяет частоту генератора под опорную частоту. В случае изменения частоты автогенератора происходит изменение выходного напряжения фазового напряжения и с помощью варикапа восстанавливается частота автогенератора. Для обеспечения первичной настройки контура автогенератора на промежуточную частоту звукового сопровождения предусмотрен тумблер, отключающий автоподстройку.

С выхода УПЧ сигнал поступает на сумматор, обеспечивающий сложение радиосигналов изображения и звукового сопровождения.

Порядок выполнения лабораторной работы.

Схема лабораторной установки показана на **рис. № 2**.

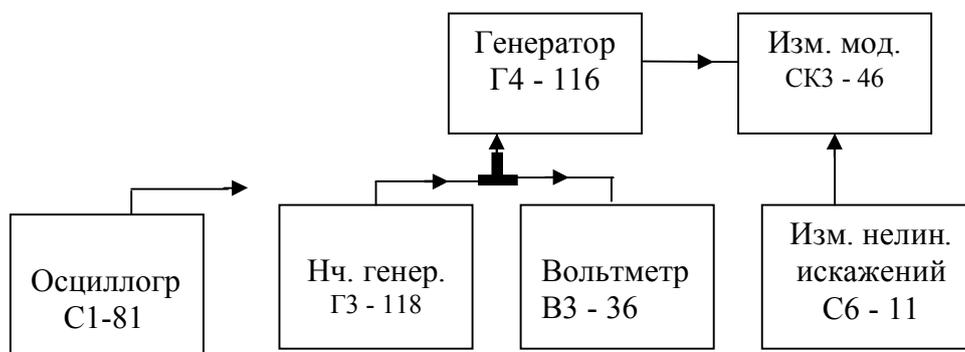


Рис. 2 Схема лабораторной установки.

Приборы и оборудование, применяемые при выполнении лабораторной работы:

Осциллограф С1 – 81

Генератор низкочастотный ГЗ – 118

Измеритель модуляции АМ, ЧМ СКЗ – 46.

Генератор высокочастотный Г4 – 116

Измеритель нелинейных искажений С6 – 11

Вольтметр ВЗ - 36

Прежде чем провести лабораторную работу с помощью приборов, входящих в комплект данной работы, необходимо ознакомиться с правилами измерений по их инструкциям по эксплуатации на эти приборы. Любой прибор можно заменить на аналогичный.

Для исследования модуляционной характеристики необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключите измерительные приборы согласно схеме **рис.2** в следующем порядке:

1.1. Выход генератора ГЗ-118 подключить к гнезду «Вход» генератора Г4 – 116.

1.2. Вход прибора измерителя частотной модуляции СКЗ-46 подключить к выходному гнезду генератора Г4 – 116.

1.3. Вольтметр ВЗ – 36 подключать к выходу генератора ГЗ-118 через тройниковое устройство для измерения выходного напряжения генератора подаваемого на вход генератора Г4 – 116.



1.4. Измеритель нелинейных искажений С6-11 и осциллограф С1 – 81 подключить к выходному гнезду прибора СКЗ-46 при измерении выходных напряжений и вида НЧ сигнала, предназначенных для построения модуляционной характеристики.

1.5. Включите все приборы и дать приборам прогреться в течение 10 минут.

1.6. Установите на выходе генератора Г4 – 116 частоту 50 МГц амплитудой 10^4 мкВ, с помощью ступенчатого аттенюатора на выходе генератора.

1.7. С выхода генератора Г3-118 подайте на вход генератора Г4 – 116 напряжение амплитудной 80мВ, частотой 1000Гц, а контроль величины НЧ напряжения произведите с помощью прибора С6 – 11 нажав кнопку «U».

1.8. Измерьте $K_{г}$ - коэффициент гармоник НЧ сигнала с выхода СКЗ-46 с помощью прибора С6 – 11, нажав кнопку « $K_{г}$ ».

1.9.. Измерьте величину девиации по показаниям прибора СКЗ-46

1.10.. Повторите все измерения п.п. 1.8 и 1.9 для выходного напряжений НЧ сигнала генератора Г3 – 118, устанавливая входной аттенюатор генератора Г4 – 116 поочерёдно в следующие положения: 0, 10, 20, 30, 40 50, 60, 70, 80, 90.

1.11. Повторите все измерения по п.п 1.8 и 1.9 для выходных напряжений НЧ сигнала генератора Г3 – 118 по п.1.10 при частоте с выхода генератора Г3 – 118 равной 5КГц

1.12. Результаты измерений занести в таблицу 1 и по результатам измерений построить графики модуляционных характеристик согласно результатов, полученных по п.п. 1.10 и 1.11.

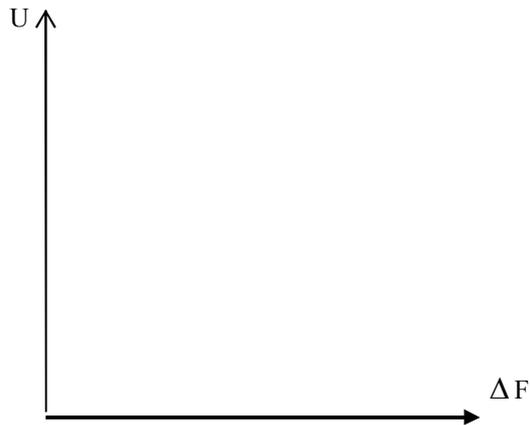


График модуляционной характеристики.

Таблица №1

| $U_{\text{вых}}$ мВ Г3-118 | ступенчатый аттенюатор Г4 - 116 | $K_{г}$ % | F МГц Г4-116 | F Гц Г3-118 | ΔF_1 КГц | F ГЦ Г3-118 | ΔF_2 КГц | $K_{г}$ % |
|-------------------------------|---------------------------------------|-----------|-----------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|-----------|
| 80 | 0 | | 50 | 1000 | | 5000 | | |
| 80 | 10 | | 50 | 1000 | | 5000 | | |
| 80 | 20 | | 50 | 1000 | | 5000 | | |
| 80 | 30 | | 50 | 1000 | | 5000 | | |
| 80 | 40 | | 50 | 1000 | | 5000 | | |
| 80 | 50 | | 50 | 1000 | | 5000 | | |
| 80 | 60 | | 50 | 1000 | | 5000 | | |
| 80 | 70 | | 50 | 1000 | | 5000 | | |
| 80 | 80 | | 50 | 1000 | | 5000 | | |
| 80 | 90 | | 50 | 1000 | | 5000 | | |



2.Содержание отчета

- 2.1 Результаты эксперимента в виде таблицы и графика.
- 2.2.Выводы по результатам лабораторной работы.

3.Контрольные вопросы

- 3.1. Назовите требования, предъявляемые к модуляционной характеристики.
- 3.2. Как определить крутизну модуляционной характеристики ?.
- 3.3. От чего зависит девиация частоты в ЧМ сигнале ?.
- 3.4. С помощью, каких электронных приборов осуществляется растройка. колебательного контура при подаче НЧ сигнала относительно несущей частоты РПДУ ?.

Библиографический список.

- Шахгильдян В.В. Проектирование радиопередающих устройств. М.: Связь, 2000г.
- Шахгильдян В.В. Радиопередающие устройства. М.: Связь, 2003г.
- Окунь Б.Л. Радиопередающие устройства. М.: Связь 1980г.

Оглавление

| | |
|---------------------------------------------------------|---|
| 1. Цель работы | 2 |
| 2. Домашнее задание | 2 |
| 3. Краткие теоретические сведения о частотной модуляции | 3 |
| 4. Частотный модулятор | 4 |
| 5. Порядок выполнения лабораторной работы | 5 |
| 6. Содержание отчета | 6 |
| 7. Контрольные вопросы по лабораторной работе | 7 |
| 8. Список литературы | 7 |