Министерство образования и науки Украины
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»

Методические указания
к лабораторной работе № 1

«Исследование АЧХ проводных линий связи»

по курсу «*Интерфейсы компьютерных систем управления*»

Харьков 2009

Министерство образования и науки Украины

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 1

«ИССЛЕДОВАНИЕ АЧХ ПРОВОДНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ»

ПО КУРСУ «ИНТЕРФЕЙСЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»

для студентов специальности 7.0910002

Утверждено
редакционно-издательским
советом университета,
протокол № 2 от 02.06.04

Харьков НТУ «ХПИ» 2009

Методические указания к лабораторной работе «Исследование АЧХ проводных линий связи» по курсу «Интерфейсы компьютерных систем управления» для студентов специальности 7.0910002 / Сост. Д.А. Лунин, М.В. Гунбин. – Харьков: НТУ «ХПИ» 2006. – 13 с.

Составители: Д.А. Лунин, М.В. Гунбин

Рецензент А.В. Ивашко

Кафедра автоматики и управления в технических системах

Цель работы: ознакомится с работой прибора Х1-43 и исследовать амплитудно-частотные характеристики проводных линий связи.

Оборудование и приборы: прибор Х1-43, макет с набором проводных линий связи, осциллограф высокочастотный.

1.1 ЗАДАНИЕ

1.1.1 Ознакомится со структурной схемой и порядком работы прибора Х1-43

1.1.2 С помощью осциллографа провести наблюдение за формой сигнала на выходе генератора качающейся частоты (ГКЧ)

1.1.3 Измерить собственную АЧХ прибора

1.1.4 Измерить АЧХ проводных линий связи

1.1.5 По результатам измерений определить граничную частоту $F_{гр}$

1.2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1.2.1 Назначение прибора Х1-43

Прибор для исследования амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) Х1-43 предназначен для исследования АЧХ широкополосных устройств с динамическим диапазоном до 40дБ с воспроизведением АЧХ на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

1.2.2 Устройство и работа прибора

Принцип работы прибора Х1-43 основан на том, что на вход исследуемого четырехполюсника подается напряжение со стабильной амплитудой и изменяющейся частотой от генератора качающейся частоты (ГКЧ). Огибающая высокочастотного напряжения, полученная с помощью широкополосной детекторной головки на выходе исследуемого четырехполюсника, преобразуется с помощью линейно-логарифмического преобразователя (ЛЛП) в сигнал фиксированной частоты по амплитуде пропорциональный амплитуде входного сигнала. Сигнал фиксированной частоты детектируется, усиливается и индицируется на экране ЭЛТ в виде АЧХ

исследуемого устройства в линейном и логарифмическом масштабе. Развертка по горизонтали в индикаторе осуществляется синхронно с качанием частоты генератора. Анализ частотных параметров исследуемого четырехполюсника осуществляется с помощью кварцованных частотных меток.

1.2.3 Принцип действия ГКЧ

Диапазон частот прибора от 0,5 до 1250 МГц перекрывается двумя поддиапазонами: I- от 0,5 до 610 МГц; II- от 610 до 1250 МГц. II поддиапазон обеспечивается прямым генерированием сигнала в диапазоне частот от 610 до 1250 МГц, I поддиапазон- смешиванием сигнала частотой от 1250 до 640 МГц с сигналом гетеродина 1250 МГц. Схема электрическая структурная ГКЧ приведена на рисунке 1.

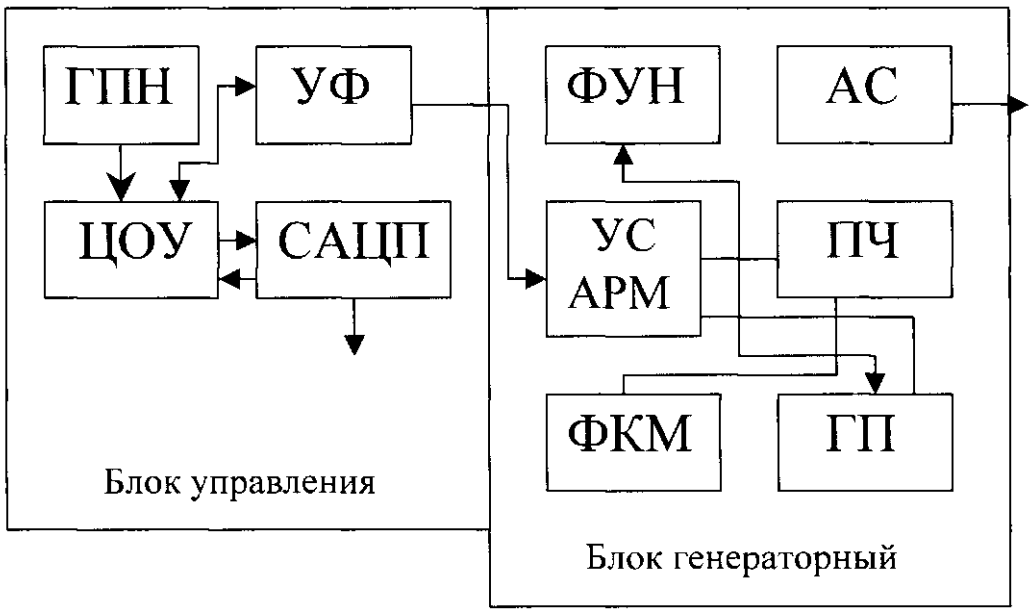


Рисунок 1 - Схема электрическая структурная ГКЧ

Блок управления ГКЧ обеспечивает блок генераторный 0,5-1250МГц управляющим напряжением для перестройки частоты генератора. В блок управления ГКЧ входят:

– генератор пилообразного напряжения (ГПН), генерирующий напряжение пилообразной формы, в последующих схемах формируемое в управляющее напряжение;

– следящий аналогово-цифровой преобразователь (САЦП),

преобразующий управляющее напряжение частотой ГКЧ в масштаб частоты;

– усилитель формирующий (УФ), суммирующий напряжения, поступающие с потенциометров цифрового отсчетного устройства и обеспечивающий управляющее частотой ГКЧ напряжение. УФ также формирует метку из управляющего напряжения;

– цифровое отсчетное устройство (ЦОУ), преобразующее масштаб частоты в цифровую индикацию.

В блок генераторный входят:

– усилитель системы АРМ (УС АРМ)-усиливает сигнал ошибки с датчика системы АРМ и формирует сигнал амплитудной модуляции для управления p-i-n аттенюатором (в режимах внутренней и внешней модуляции);

– генератор перестраиваемый (ГП) – обеспечивает сигнал II поддиапазона частот от 610 до 1250 МГц;

– формирователь управляющего напряжения (ФУН) – корректирует управляющее напряжение пилообразной формы в напряжение, обеспечивающее линейную перестройку частоты ГП, и формирует напряжение для коррекции неидентичности измерительных СВЧ трактов;

– формирователь кварцованных меток (ФКМ)ь – формирует частотные метки через 1, 10, 100 МГц и метку от внешнего генератора, обеспечивает также синхронизирующим сигналом частотой 50 МГц гетеродин, имеющийся в преобразователе частоты;

– преобразователь частоты (ПЧ)- обеспечивает преобразование сигнала частотой от1250 до 640 МГц в сигнал I поддиапазона частотой от 0,5 до 610 МГц;

– аттенюатор ступенчатый (АС) – обеспечивает регулировку выходного сигнала ГКЧ в пределах от 0 до 70 дБ.

1.2.4 Принцип действия блока индикаторного с линейно-логарифмическим преобразователем.

Блок индикаторный с линейно-логарифмическим преобразователем (далее «блок индикаторный») предназначен для визуального наблюдения исследуемой АЧХ четырехполюсника и используется в приборах для

исследования АЧХ.

Схема электрическая структурная блока индикаторного приведена на рисунке 2.

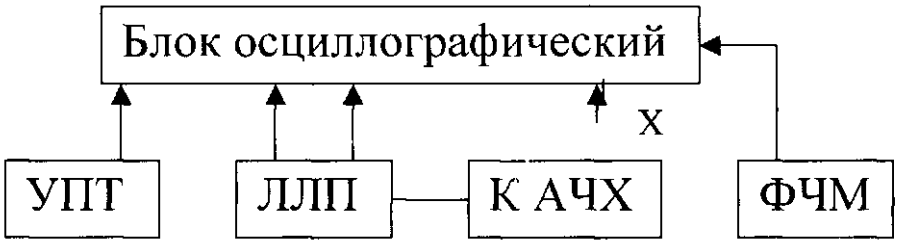


Рисунок 2- Схема электрическая структурная блока индикаторного с линейно-логарифмическим преобразователем

Сигнал исследуемого четырехполюсника подается на вход → канала УПТ и усиливается. Для наблюдения АЧХ с большим динамическим диапазоном измеряемых входных сигналов (до 40 дБ) применяется линейно-логарифмический преобразователь (ЛЛП). Он имеет два входа: согласованный 50 Q и высокоомный ПРОБНИК → .

Развертка по горизонтали осуществляется пилообразным напряжением, поступающим с ГКЧ на вход X блока осциллографического (БО).

В блоке индикаторном предусмотрена ручная и автоматическая остановки качания частоты. В блоке остановки качания частоты (БОКЧ) от перестраиваемой стоп-метки вырабатывается импульс с параметрами, необходимыми для запуска внешнего частотомера в режиме автоматической остановки качания частоты.

Отсчет частоты по экрану ЭЛТ блока индикаторного осуществляется с помощью кварцованных частотных меток, сформированных в формирователе частотных меток (ФЧМ) из несформированных меток, поступающих с ГКЧ. Линейно-логарифмический преобразователь (ЛЛП) предназначен для преобразования входного широкополосного сигнала в сигнал постоянной частоты, амплитуда которого пропорциональна амплитуде входного сигнала.

Схема электрическая структурная линейно-логарифмического преобразователя приведена на рисунке 3.

Рис. 3 - Схема электрическая структурная линейно-логарифмического преобразователя

Линейно-логарифмический преобразователь (ЛФП) работает по принципу автоматического сравнения продетектированного широкополосного сигнала с продетекторованной опорным сигналом постоянной частоты, поступающих либо с комбинированной детекторной головки (при работе по входу $\rightarrow\!\bigcirc$ 50 Ω), либо с высокоомной детектированной головкой (при работе по входу ПРОБНИК). Схема сравнения вырабатывает сигнал ошибки, который усиливается с помощью УПТ и регулирует коэффициент усиления управляемого усилителя таким образом, что амплитуда сигнала фиксированной частоты (опорный сигнал) равна амплитуде входного сигнала. Далее опорный сигнал подается по двум направлениям:

– на линейный канал, в который входит линейный усилитель, усиливающий сигнал до уровня, необходимого для линейного детектирования, линейный детектор и выходной усилитель;

– на логарифмический канал, в который входит усилитель ПЧ логарифмический и выходной усилитель.

Корректор АЧХ (КАЧХ) вырабатывает синхронное с перестройкой частоты ГКЧ продетектированное напряжение, форму и полярность которого можно регулировать в требуемых пределах. Это напряжение используется для изменения коэффициента передачи регулируемого усилителя.

1.2.5 Подготовка к работе генераюра качающей частоты

Установите перед началом работы прибора органы управления на лицевой панели блока ГКЧ в следующие положения:

– переключатель РЕЖИМ в положение НГ;

– переключатель РОД РАБОТЫ в положение $F_{нач\text{-}кон}$;

– переключатель MHz в положение 0,5 - 610;

– переключатель АРМ в положение НГ ВНУТР;

– аттенюатор Δ дВ в положение 0;

– переключатель ПЕРИОД s в положение 0,02;

– ручку УРОВЕНЬ в среднее положение;

– ручкой $F_{нач}$ установите частоту 0 МГц;

– ручкой $F_{кон}$ установите 610 МГц;

– ручкой МЕТКА $F_{центр}$ установите частоту 400МГц.

На задней панели блока ГКЧ: установите тумблер БЛАНК-ОТКЛ. в положение ОТКЛ.; к разъему ⊖→ ГЕТ. подключите нагрузку коаксиальную (2.243.316); с помощью кабеля 4.853.264 соедините разъемы ⊖→ ИНДИКАТОР и ⊖→ ГКЧ.

1.2.6 Подготовка к работе блока индикаторного с линейно-логарифмическим преобразователем

Установите перед началом работы прибора органы управления на лицевой панели блока индикаторного в следующие положения:

– тумблер СЕТЬ - в нижнее положение;

– переключатели КОРРЕКТОР, МЕТКИ MHz, ОСТАНОВКА КАЧАНИЯ – в не нажатое положение;

– переключатель ЛОГ.- ЛИН.-ХЗ - в положение ЛИН.;

– переключатель +, – в положение –;

– переключатель →⊖ 50Ω - ПРОБНИК - УР.ГКЧ - в положение →⊖ 50 Ω;

– ручки ↕ ВИЗИР, ΔdB и БАЛАНС - в среднее положение;

– ручки УСИЛ. и АМПЛ. - в крайнее левое положение;

– органы регулирования (под шлиц) ШИР. АМПЛ. ПОЛОЖ. - в среднее положение.

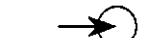
Установите на задней панели переключатель ВНЕШ.- ГКЧ в положение ГКЧ, переключатель УПТ.- ЛОГ. – в положение ЛОГ., потенциометр АМПЛ.Х- в среднее положение.

1.2.7 Подготовка к проведению измерений прибором Х1-43

Включите блок ГКЧ и блок индикаторный и дайте им прогреться в течение 30 мин.

Проведите калибровку прибора. Для этого:

а) установите ручку УСИЛ. ЛИН канала в крайнее левое положение, а ручкой ЛИН. канала совместите светящуюся линию ЛИН. канала с нулевой горизонтальной линией масштабной сетки;

б) соедините разъем блока ГКЧ и  50 Ω блока индикаторного кабелем соединительным ВЧ 4.851.350 - 08;

в) нажмите кнопку УР. ГКЧ, ручкой УСИЛ. ЛИН. канала совместите светящуюся линию с 10-й горизонтальной линией масштабной сетки экрана ЭЛТ; кнопку УР. ГКЧ отпустите, ручкой УРОВЕНЬ блока ГКЧ совместите собственную АЧХ 1-го поддиапазона с 10-й горизонтальной линией масштабной сетки. При этом сигнал с ГКЧ имеет величину 390 мВ (3 мВт);

г) нажмите кнопку КОРРЕКТОР, оси потенциометров АМПЛ., ШИР., ПОЛОЖ. установите в крайнее левое положение. Поворотом оси потенциометра ПОЛОЖ. верхнего ряда совместите колоколообразный импульс с тем местом на АЧХ, которое надо откорректировать. Потенциометром ШИР, того же ряда установите ширину колоколообразного импульса, при необходимости восстанавливая его положения на АЧХ вращением потенциометра ПОЛОЖ. Потенциометром АМПЛ. того же ряда установите полярность и амплитуду колоколообразного импульса так, чтобы компенсация неравномерности в данном месте АЧХ была наилучшей. Аналогично, используя три остальных ряда потенциометров, проведите коррекцию неравномерности в других точках собственной АЧХ.

Следует помнить, что коррекцию неравномерности собственной АЧХ прибора можно проводить только при работе по входам 50Ω и ПРОБНИК, в режиме ЛИН. При работе по входу 50 Ω коррекция требуется, как правило, только во втором частотном поддиапазоне. При работе с ПРОБНИКОМ коррекцию собственной АЧХ проводить только в первом поддиапазоне до

частоты 500МГц. При работе в режиме ЛОГ. кнопку КОРРЕКТОР отпустите ;

д) для проведения калибровки ЛОГ. канала нажмите кнопку ЛОГ., кнопку ЛИН. отпустить. Установите ручку УСИЛ. ЛОГ. канала в крайнее левое положение. Ручкой ЛОГ. канала совместите линию ЛОГ. канала с нулевой горизонтальной линией масштабной сетки экрана ЭЛТ. Ручкой УСИЛ. ЛОГ. канала совместите линию ЛОГ. канала с 10-й горизонтальной линией масштабной сетки экрана ЭЛТ. Ручкой ВИЗИР установите отметку 40 по логической шкале ВИЗИР dB против риски. Аттенюатор dB блока ГКЧ установите в положение 40. Ручкой БАЛАНС совместите линию ЛОГ. канала с визирной линией, после чего аттенюатор dB установите в положение 0 и ручкой ВИЗИР установите 0 на логарифмической шкале ВИЗИР dB против риски. При работе с пробником в логарифмическом масштабе калибровка уровня проводится аналогично, как и при работе в логарифмическом масштабе по входу 50Q.

1.2.8 Измерение АЧХ проводных линий связи

На макете расположены три четырехполюсника. Первый - эквивалент телефонной километровой линии связи. Второй- эквивалент витой пары. Третий - коаксиального кабеля.

Подключить выход ГКЧ на вход одного четырехполюсника. На его выход подключить детекторную головку. В соответствии с предыдущей методикой определения собственной АЧХ исследовать АЧХ четырехполюсника. Определить частоты, когда амплитуда сигнала уменьшится на 10, 20, 30 дБ. Такую процедуру выполнить по каждому четырехполюснику. По результатам исследований вычислить граничную частоту.

1.3 Содержание отчета

Цель работы, результаты проведенных измерений, АЧХ, выводы.

1.4 Контрольные вопросы

1. Состав и принцип работы ГКЧ.
2. Состав и принцип работы индикаторного блока.

3. Влияние первичных параметров проводных линий связи.