



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Учебное пособие

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по курсу

«Электроника и микроэлектроника»

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по курсу

«Электроника и микроэлектроника»

Москва
МГТУ имени Н.Э. Баумана

2012

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973-018
И201

Методические указания по выполнению лабораторных работ по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Электроника и микроэлектроника» / Коллектив авторов –
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 16 с.: ил.

В методических указаниях рассмотрены основные этапы, их последовательность и содержание по выполнению лабораторных работ по единому комплексному заданию по блоку дисциплин «Электроника и микроэлектроника».

Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012

АННОТАЦИЯ

В данной лабораторной работе представлены к проработки следующие темы: схемы с тремя способами включения транзистора. С общей базой, с общим эмиттером и с общим коллектором, проведение анализа всех трех схем на основе амплитудно- частотных характеристик и уровнем выходного сигнала.

ANNOTATION

This paper presents a laboratory to study the following topics: circuit with three ways to turn the transistor. With a common base, common emitter and common collector, an analysis of all three schemes on the basis of amplitude-frequency response and output level.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ ПОДКЛЮЧЕНИЙ ТРАНЗИСТОРА.....	7
1.1 Схема подключения общего эмиттера.....	7
1.2 Схема подключения общей базы.....	10
1.3 Схема подключения общей коллектор.....	13
ВЫВОДЫ.....	15
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	16

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы - изучить, как влияют различные способы включения биполярного транзистора и величина сопротивления нагрузки на свойства усилительного каскада.

В транзисторных схемах источник сигнала может включаться в цепь базы или эмиттера, нагрузка – в цепь коллектора или эмиттера, а третий электрод транзистора оказывается общим для входной и выходной цепи. В зависимости от того, какой электрод транзистора оказывается общим, различают схемы ОЭ (с общим эмиттером), ОБ (с общей базой) и ОК (с общим коллектором), показанные на рис.1.

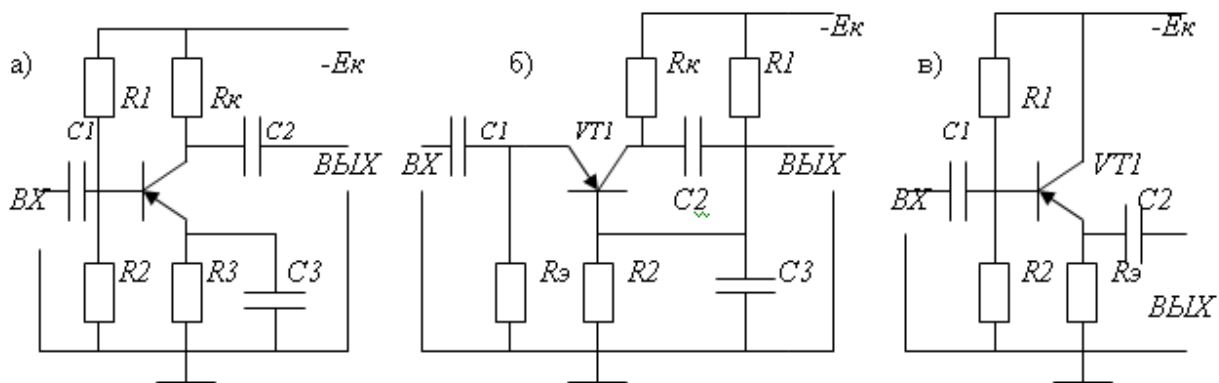


Рисунок - 1 Принципиальные схемы каскадов: а) ОЭ, б) ОБ, в) ОК

В этих схемах конденсаторы $C1$ и $C2$ служат для связи каскада с источником сигнала и нагрузкой на переменном токе и исключают в то же время влияние источника сигнала и нагрузки на режим работы каскада по постоянному току. Резисторы $R1$, $R2$, Rk и $Rэ$ обеспечивают выбранный режим работы транзистора в активной области, т.е. выбранное положение рабочей точки на вольт-амперных характеристиках транзистора. Конденсатор $C3$ выполняет роль блокировочного конденсатора, исключая из работы на переменном токе резистор $Rэ$ (каскад ОЭ) или делитель напряжения в цепи базы $R1$, $R2$ (каскад ОБ), и тем самым обеспечивает присоединение эмиттера (базы) к общей точке схемы.

Для анализа транзисторных схем важно знать, как связаны электродные токи и напряжения между выводами транзистора, т.е. знать вольт-амперные характеристики.

При анализе каскада ОЭ удобно пользоваться зависимостями $I_{\sigma} = f_1(U_{\sigma}, U_{кэ})$ и $I_{к} = f_2(U_{кэ}, I_{\sigma})$. Первые из них называются семейством входных, а вторые – семейством выходных характеристик. Их типичный вид приведен на рис.2. Здесь же приведена построенная нагрузочная прямая по постоянному току и выбранная на ней рабочая точка транзистора A с

координатами $I_{KA}, U_{KЭA}, I_{бA}$, которая отображена также на семействе входных характеристик и имеет координаты $I_{бA}, U_{бэA}, I_{кэA}$. Для построенной нагрузочной прямой $I_{к} = (E_{к} - U_{кэ}) / (R_{к} + R_{э})$ (рис.8а) транзистор будет работать в активном режиме при токах базы в диапазоне $I_{к0} - I_{бH}$. В усилительных схемах транзистор работает в активном режиме, когда эмиттерный переход смещен прямо (для р-п-р транзистора $U_{бэ} > 0$), а коллекторный – обратно ($U_{бк} > 0$). При этом транзистор обладает усилительными свойствами и токи его электродов связаны между собой через статические коэффициенты передачи по току транзистора B и α

$$B = I_{к} / I_{б}, B + 1 = I_{э} / I_{б}, \alpha = I_{к} / I_{э}, \text{ откуда следует, что } B = \alpha / (1 - \alpha), \alpha = B / B + 1.$$

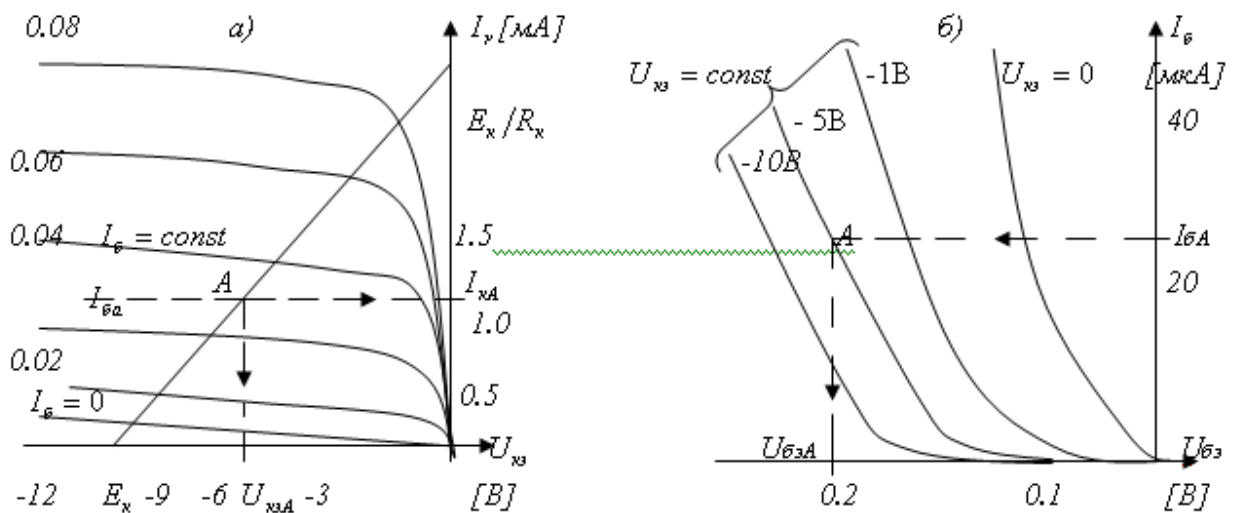


Рисунок 2 - Статические вольт-амперные характеристики транзистора: а) выходные, б) входные

Для теоретической оценки параметров усилителя его принципиальную схему преобразуют в эквивалентную – рис. 3 (в диапазоне средних частот сопротивлением конденсаторов можно пренебречь).

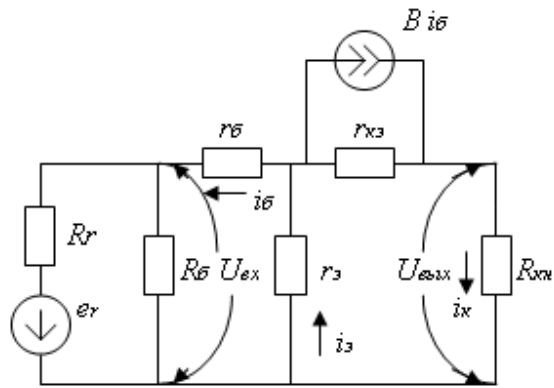


Рисунок 3 - Эквивалентная схема каскада ОЭ для диапазона средних частот
 В диапазоне средних частот сопротивлением конденсаторов можно пренебречь.

1 ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ ПОДКЛЮЧЕНИЙ ТРАНЗИСТОРА

1.1 Схема подключения общего эмиттера

Рассмотрим работу усилительного каскада при разных способах подключения в режиме усиления синусоидального сигнала

Схема подключения усилительного каскада ОЭ (рис.1):

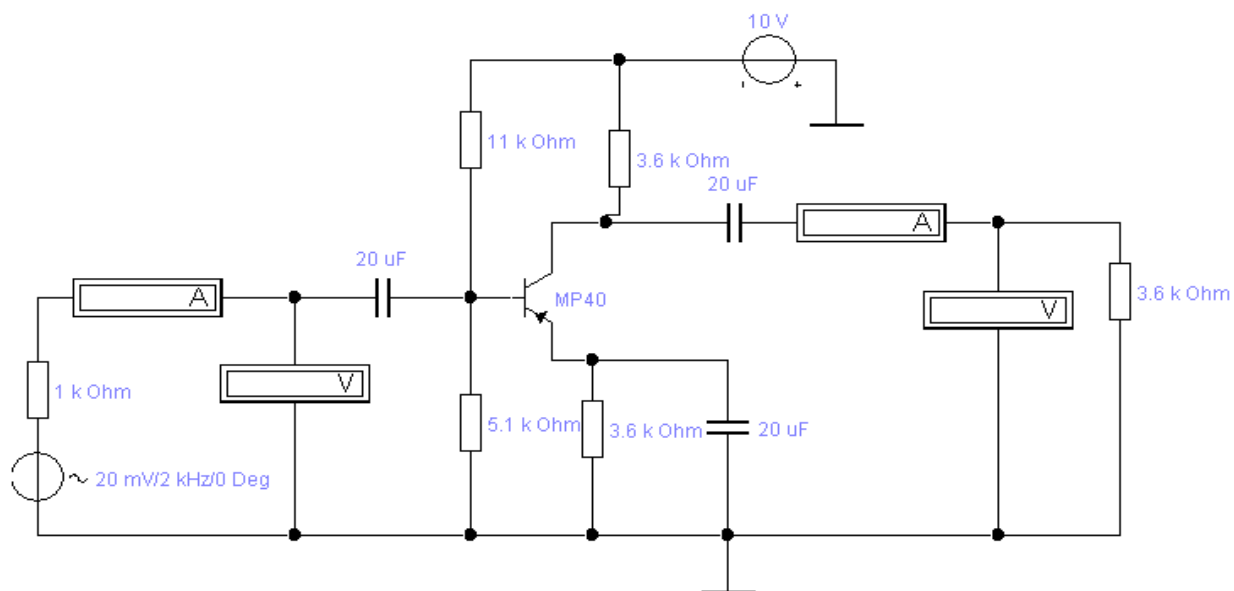


Рисунок 4 – Схема подключения ОЭ

Принципиальная электрическая схема содержит в своем составе амперметры и вольтметры для проведения измерений параметров тока и напряжения.

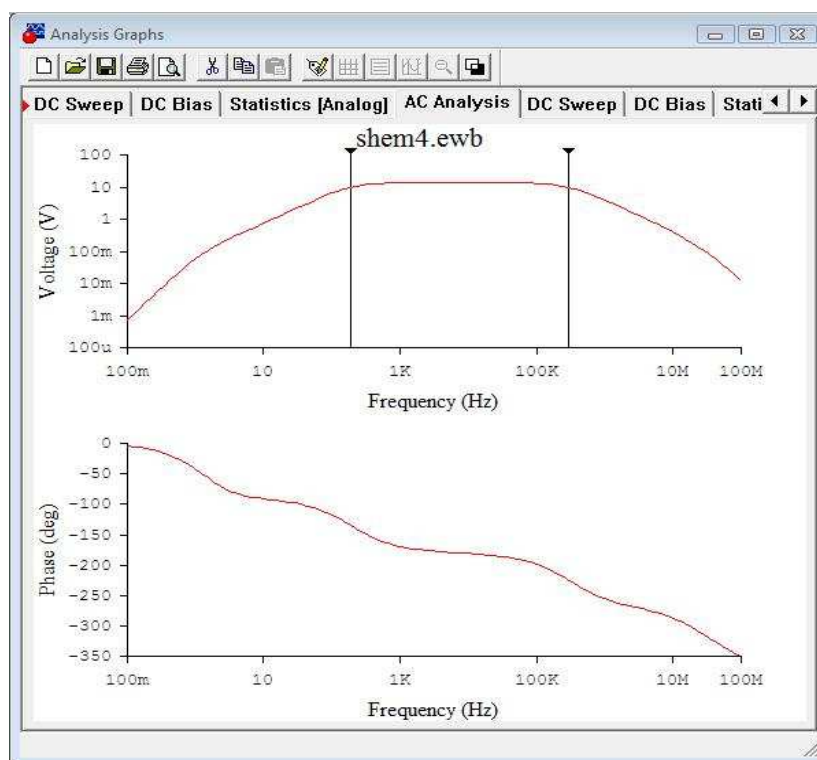


Рисунок 5 – Частные значения тока и напряжения

Входная и выходная осциллограммы имеют вид (рис.6):

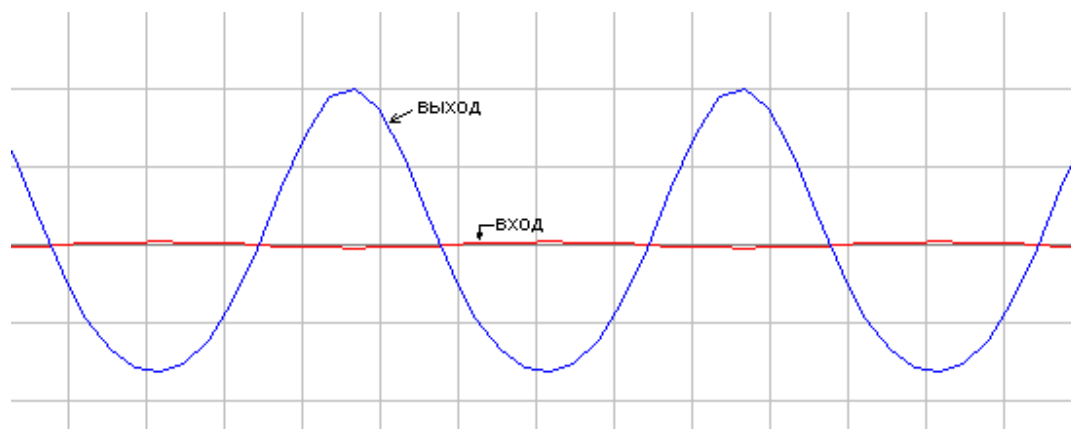


Рисунок 6 – Осциллограммы схемы ОЭ

Можно сделать вывод об уменьшении уровня выходного сигнала

1.2 Схема подключения общей базы

Схема подключения усилительного каскада ОБ (рис.3):

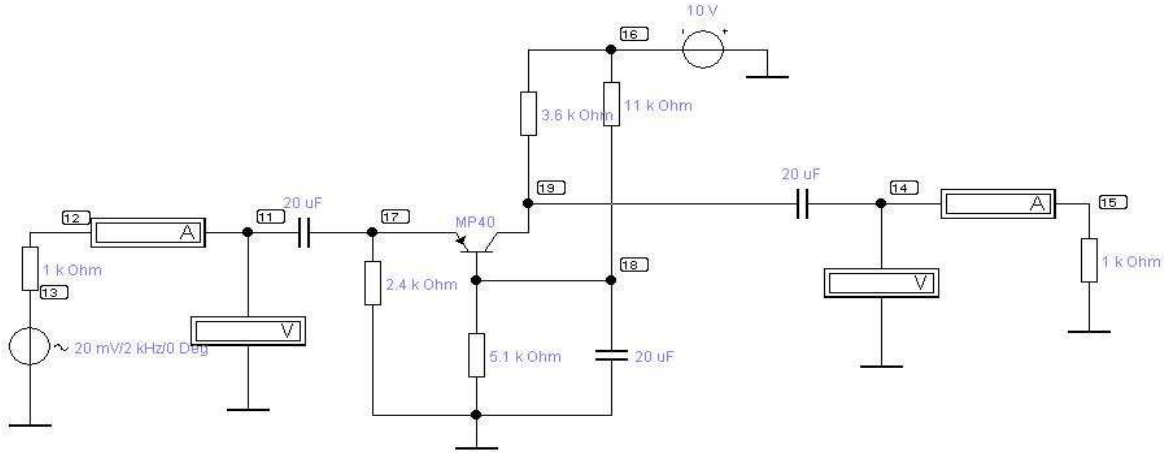


Рисунок 7 – Схема подключения ОЭ

Принципиальная электрическая схема содержит в своем составе амперметры и вольтметры для проведения измерений параметров тока и напряжения.

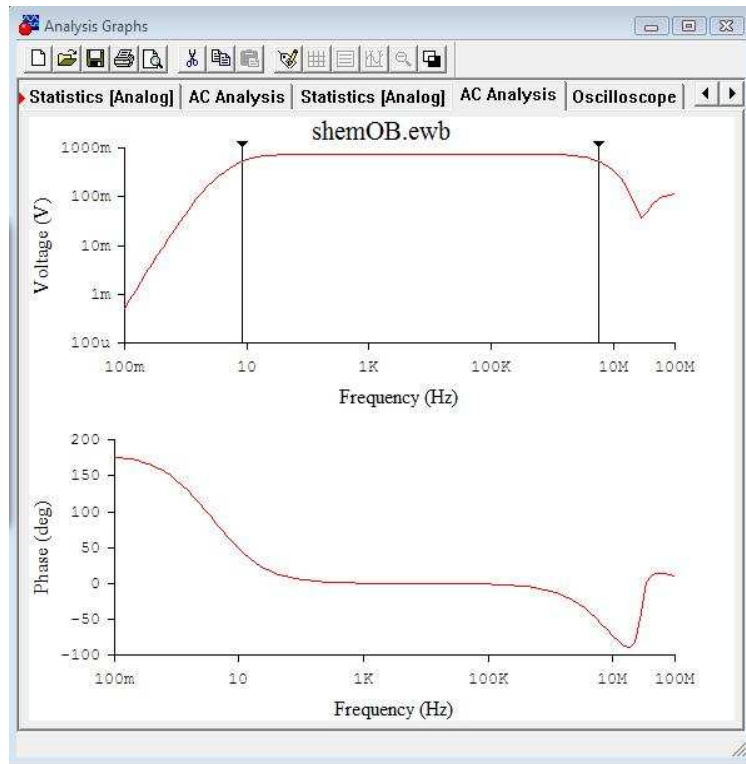


Рисунок 8 – Частные значения тока и напряжения в схеме с общей базой

Входная и выходная осциллограммы имеют вид (рис.9):

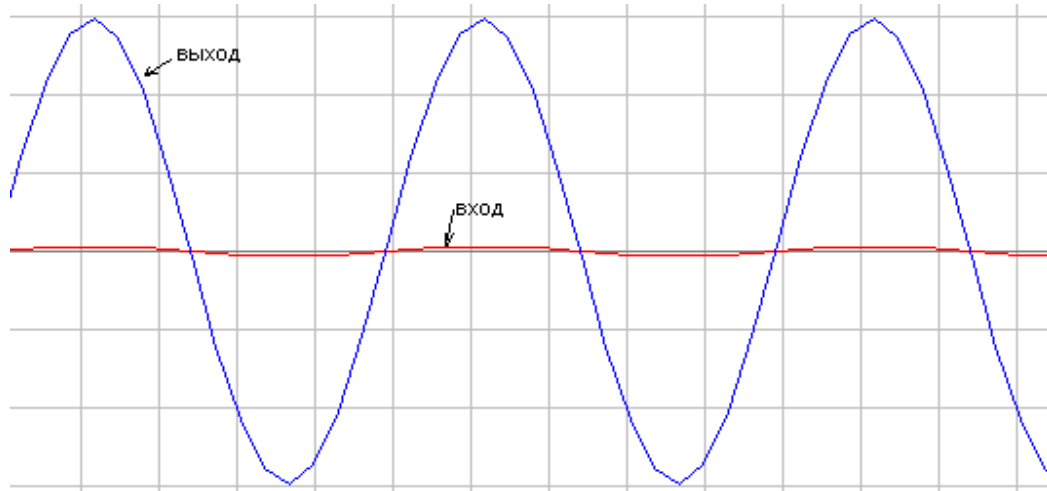


Рисунок 9 – Осциллограммы схемы ОБ

Можно сделать вывод об уменьшении уровня выходного сигнала

1.3 Схема подключения общий коллектор

Схема подключения усилительного каскада ОК (рис.5):

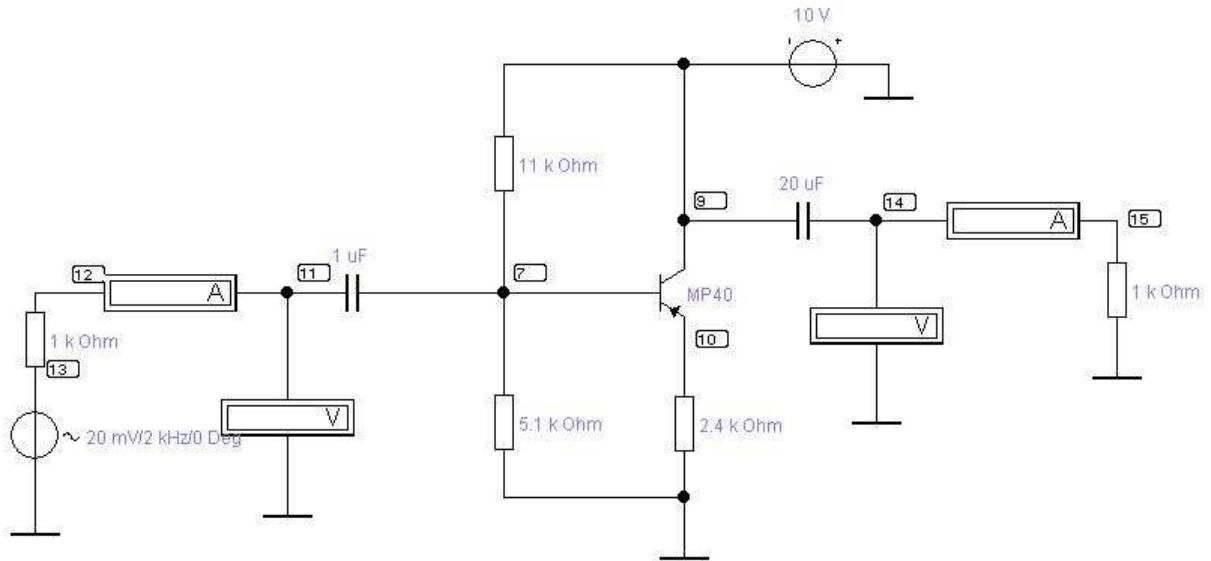


Рисунок 10 – Схема подключения ОЭ

Принципиальная электрическая схема содержит в своем составе амперметры и вольтметры для проведения измерений параметров тока и напряжения.

АЧХ и ФЧХ при различных выходных нагрузках

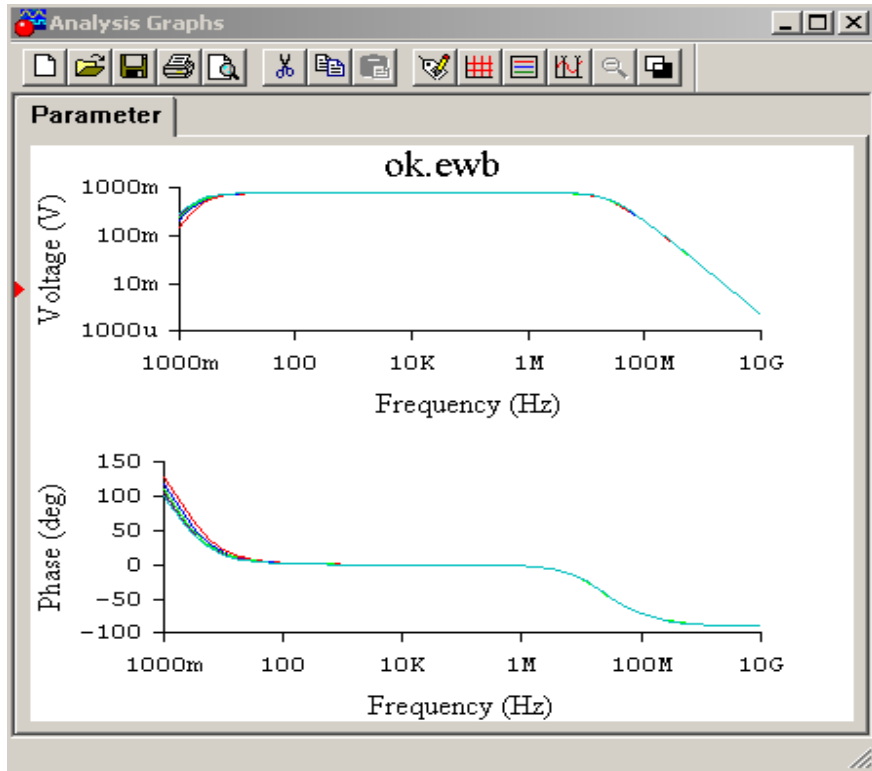


Рисунок 11 – Амплитудно- частотно характеристики схемы

Входная и выходная осциллограммы имеют вид (рис.12):

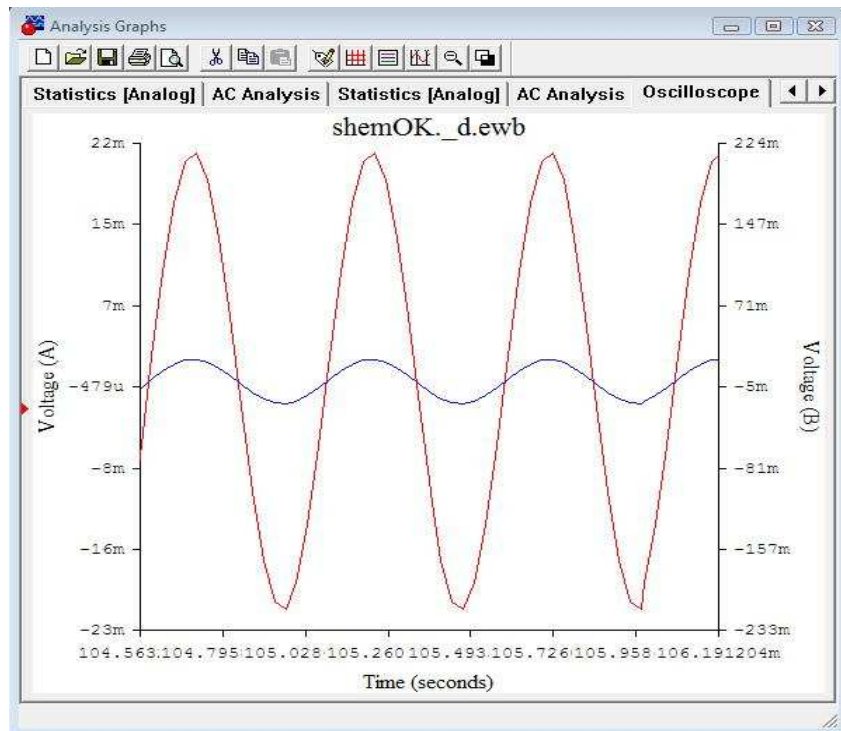


Рисунок 12 – Осциллограммы схемы ОК

Таблица 1 – параметров коэффициентов различных схем цепей

	R _H	K _U		K _I		K _P		R _{BX} (Ом)		R _{ВЫХ} (Ом)		f _{В.ГР} (Гц)	
		эксп	расч	эксп	расч	эксп	расч	эксп	расч	эксп	расч	эксп	расч
ОЭ	20	0,53	4	36,52	38	19,35	152	1368	190	2605	3600	94,86к	159к
	510	11,94	89	32,06	33	382,8	2937						
	1000	20,86	156	28,58	30	596,18	4680						
	3600	47,58	360	18,15	19	863,58	6840						
	5100	55,64	418	15,01	16	835,16	6688						
	10000	69,49	529	9,6	10	667,1	5290						
ОБ	20	0,56	4	0,97	0,96	0,54	3,8	35	4,8	2653	3600	1,6М	2М
	510	12,47	89	0,85	0,85	10,6	76,6						
	1000	21,77	156	0,76	0,76	16,55	118,6						
	3600	49,55	360	0,49	0,48	24,28	172,8						
	5100	57,93	418	0,4	0,38	23,17	158,8						
	10000	72,35	529	0,26	0,25	18,81	132,2						
ОК	20	0,4	0,8	32,38	174	12,95	139,2	3368	3328	62	23,7	3,8М	5М
	510	0,94	0,98	5,71	6,8	5,37	6,7						
	1000	0,96	0,98	3,13	3,92	3,0	3,8						
	3600	0,98	0,99	0,92	0,97	0,9	0,96						
	5100	0,99	1	0,66	0,68	0,65	0,68						
	10000	0,99	1	0,34	0,34	0,34	0,34						

Можно сделать вывод об уменьшении уровня выходного сигнала

ВЫВОДЫ

Коэффициент усиления по напряжению K_u лучше всего получается в схеме с ОБ. При этом чем больше R_n , тем лучше коэффициент усиления по току и по мощности K_i и K_p лучше в схеме с общим эмитером. Но для высокого K_i не обходима высокая нагрузка, а для высокого K_p нужна нагрузка не очень большая.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основы теории цепей: Учебник для вузов/ Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. – 5-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 528 с.
2. Теоретические основы электротехники. В 3-х ч. – Ч. I. Атабеков Г.И. Линейные электрические цепи: Учебник для вузов. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Энергия, 2008. – 592 с.
3. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. В 2-х т.: Учебник для вузов. Том 1. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоиздат, 2007. – 536 с.