

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 1

«ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И УМНОЖЕНИЕ ЧАСТОТЫ»

ПОДГОТОВКА СТЕНДА И ПРИБОРОВ К РАБОТЕ

1. Включите лабораторный стенд клавишей «Вкл».
2. Подайте питание на блок 1 нажатием клавиши «1» в верхнем ряду.
3. Подготовьте приборы к работе, для чего:
 - включите осциллограф «С1-72» и электронный вольтметр «В3-38» с помощью их тумблеров «Сеть»;
 - установите предел измерения вольтметра «1 В»;
 - переключатели осциллографа «Время/дел.» – в среднее положение, «В/дел.» – «1 В»;
 - включите режим внутренней синхронизации осциллографа клавишей «□» (остальные клавиши данной группы должны быть в отжатом положении);
 - ручками «↑» и «←» получите в центре экрана горизонтальную прямую линию;
 - при необходимости ручками «☼» и «☉» добейтесь достаточно яркого сфокусированного изображения.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Определение резонансной частоты параллельного колебательного контура L_1C_1 .

- 1.1. Установите переключатель «LC» в нажатое положение, а «R» – в отжатое. Переведите транзистор в режим линейного усиления, для чего установите рабочую точку в середине линейного участка стоко-затворной характеристики полевого транзистора (ПТ), задав напряжение смещения $E = -1$ В регулятором в верхней части макета по вольтметру в его правом верхнем углу (учтите, что он указывает абсолютную величину $|E|$ и его показания необходимо брать со знаком «←»).
- 1.2. Установите с помощью внешнего вольтметра В3-38 напряжение диапазонного генератора $U = 1$ В путем вращения ручки «Уровень», а частоту f – порядка 14 кГц ручками «Частота» («грубо» и «точно») по цифровому индикатору.
- 1.3. Подайте сигнал от этого генератора на вход 1 сумматора.
- 1.4. Подключите осциллограф к гнезду 5 (выход схемы) и добейтесь появления на экране 2–3 периодов синусоидального колебания – достаточный размер изображения установите переключателями «В/дел.» и «Время/дел.», вращением ручек «Стабильность» и «Уровень» осциллографа добейтесь устойчивого изображения.
- 1.5. Плавно меняя частоту диапазонного генератора в небольших пределах, добейтесь максимальной амплитуды выходного колебания. Запишите соответствующее значение резонансной частоты контура f_p по показанию индикатора диапазонного генератора.

2. Умножение частоты.

- 2.1. Рабочую точку установите на нелинейном участке стоко-затворной характеристики ПТ ($E = -2$ В).

- 2.2. Уменьшите частоту входного колебания f в 2 раза по сравнению с f_p ($f = f_p/2$).
- 2.3. Плавно меняя частоту в небольших пределах (около $f_p/2$) добейтесь максимальной амплитуды колебаний.
- 2.4. Плавно изменяя напряжение смещения E в небольших пределах (около значения -2 В), попытайтесь дополнительно увеличить амплитуду выходного колебания; запишите оптимальное значение напряжения смещения E_{opt} .
- 2.5. Зарисуйте друг под другом 2 осциллограммы входного и выходного колебаний (гнезда 1 и 5) не изменяя положения переключателей осциллографа. Убедитесь, что на выходе ПТ выделилась 2-я гармоника входного колебания.
- 2.6. Нажмите переключатель «R» на макете и зарисуйте осциллограмму выходного напряжения, повторяющую форму тока стока ПТ расположив ее под первыми двумя (при оформлении письменного отчета по этой осциллограмме необходимо определить угол отсечки, соответствующий оптимальному удвоению частоты Θ_{opt}).
- 2.7. Опять подключите колебательный контур к ПТ (клавишей «LC»).
- 2.8. Подключите внешний вольтметр к выходному гнезду 5 и снимите зависимость напряжения второй гармоники U_2 от смещения E (контролируя последнее по вольтметру на стенде), при постоянном входном напряжении входного сигнала U . Результаты измерений занесите в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

$E, \text{ В}$	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5
$U_2, \text{ В}$											

- 2.9. Уменьшите частоту входного колебания f в 3 раза по сравнению с f_p ($f = f_p/3$) и увеличьте амплитуду входного сигнала вплоть до максимального значения.
- 2.10. Установите $E = -2,5$ В.
- 2.11. Плавно меняя частоту в небольших пределах (около $f_p/3$) добейтесь максимальной амплитуды колебаний.
- 2.12. Плавно изменяя напряжение смещения E в небольших пределах (около значения $E = -2,5$ В), попытайтесь дополнительно увеличить амплитуду выходного колебания; запишите оптимальное значение напряжения смещения E_{opt} для режима утроения частоты.
- 2.13. Зарисуйте друг под другом 2 осциллограммы входного и выходного колебаний (гнезда 1 и 5) не изменяя положения переключателя «Время/дел.» осциллографа. Убедитесь, что на выходе ПТ выделилась 3-я гармоника входного колебания.

3. Преобразование частоты.

- 3.1. Установите рабочую точку на нелинейном участке характеристики ПТ, задавая напряжение смещения $E = -2$ В.
- 3.2. Подключите внешний вольтметр к выходу генератора фиксированной частоты $f_c = 50$ кГц (источник сигнала) и установите напряжение на его выходе $U_c = 1$ В.
- 3.3. Напряжение на выходе диапазонного генератора (гетеродина) установите максимально возможным и измерьте его с помощью внешнего вольтметра. Запишите его значение U_r .
- 3.4. Соедините источник сигнала и гетеродин соответственно с 1 и 2 входами сумматора.
- 3.5. Подключите осциллограф к выходу полученного преобразователя частоты (ПЧ) – гнездо 5.
- 3.6. Рассчитайте и запишите значения частот гетеродина f_r' и f_r'' , при которых возможно преобразование частоты:

$$f_r' = f_c - f_p = \dots, \text{кГц}$$

и

$$f_r'' = f_c + f_p = \dots, \text{кГц}.$$

- 3.7. Установите частоту гетеродина приблизительно равной f_r'' . Плавно изменяя его частоту, добейтесь получения на экране максимальной амплитуды сигнала на выходе ПЧ. Добейтесь получения устойчивого изображения 2–3 периодов этого колебания. Если сигнал на выходе ПЧ слишком мал, допускается увеличение амплитуды сигнала U_c .

Примечание: форма сигнала на выходе ПЧ может несколько отличаться от синусоидальной из-за недостаточной добротности контура L_1C_1 .

- 3.8. Плавно изменяя напряжение смещения E в обе стороны около значения -2 В, попытайтесь еще увеличить амплитуду этого сигнала. Полученное напряжение смещения будет являться оптимальным для ПЧ E_{opt} ; запишите его значение.
- 3.9. Убедитесь, что полученное колебание является именно «комбинационным» продуктом нелинейного преобразования, для чего отключите от входа сумматора по очереди то источник сигнала, то гетеродин; в обоих случаях сигнал на выходе ПЧ должен пропасть.
- 3.10. Повторите пункты 3.7–3.9 для частоты гетеродина f_r' .
- 3.11. Зарисуйте друг под другом осциллограммы сигналов на входе и выходе ПЧ, не изменяя при этом положения переключателя «Время/дел».

3.12. Снятие характеристики преобразования ПЧ – зависимости напряжения разностной частоты на выходе ПЧ U_p от напряжения на его входе U_c при постоянной частоте гетеродина f_r и его напряжении U_r ($U_p = \varphi(U_c)$):

- подключите внешний вольтметр ко входу ПЧ (гнездо 1) и уменьшите напряжение сигнала U_c до нуля;
- переключите вольтметр на выход ПЧ (гнездо 5) и измерьте соответствующее выходное напряжение U_p ;
- результат запишите в таблицу 1.2;
- снова подключите внешний вольтметр на вход ПЧ и увеличьте напряжение сигнала U_c на 0,1 В и измерьте полученное значение U_p на выходе ПЧ;
- повторите описанные измерения вплоть до величины $U_p = 1$ В; их результаты запишите в таблицу 1.2.

Таблица 1.2

$U_c, \text{ В}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$U_p, \text{ В}$											

3.13. Снятие зависимости амплитуды колебания разностной частоты U_p от напряжения смещения E при постоянных напряжениях сигнала U_c и гетеродина U_r ($U_p = \varphi(E)$):

- установите с помощью внешнего вольтметра напряжение сигнала $U_c = 1$ В. С помощью осциллографа убедитесь в наличии сигнала на выходе ПЧ; если такового нет, проверьте правильность соединений в схеме и режим работы ПЧ;
- подключите внешний вольтметр к выходу ПЧ (гнездо 5);
- снимите указанную зависимость, изменяя только напряжение смещения; результаты занесите в таблицу 1.3.

Таблица 1.3

$E, \text{ В}$	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5
$U_p, \text{ В}$											

Работа окончена. Не забудьте получить подтверждение достоверности результатов вашей работы у преподавателя и после этого выключить макет и измерительные приборы.