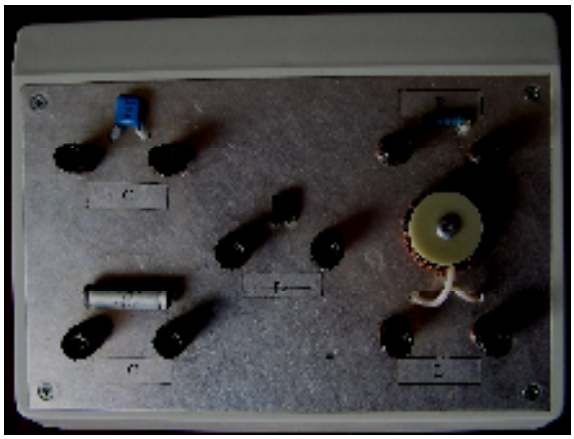
Дополнительные указания к лабораторной работе **130**.

Основные измерения с электронным осциллографом.

Работа состоит из десяти заданий, которые нужно выполнить за два занятия. Пять заданий нужно выполнить в первый день работы и пять заданий во второй день.

На Вашем лабораторном столе Вы найдете: осциллограф, генератор звуковых сигналов, плату с закрепленными элементами электрических схем и стенд лабораторный, который Вам практически не понадобится. Кроме того, у лаборанта нужно получить мультиметр для измерения напряжений.



Источником переменного напряжения в данной лабораторной работе служит генератор звуковых сигналов. Генератор выдает синусоидальное напряжение между выходными гнездами (контактами для подключения штекеров), к которым нужно будет подключать осциллограф. Величина напряжения зависит от того, к каким гнездам подключаться. Один из двух проводов в любом случае следует подключить к правой клемме (гнезду), обозначенной значком "┬". Таким или перевернутым значком "┴" обозначают так называемый общий провод схемы, который обычно соединен с корпусами используемых приборов. Клемма "┬" соединена с корпусом генератора внутри генератора.

Один провод схемы, подключаемой к генератору, соединяют с гнездом "┬". Второй провод схемы, на которую нужно подать сигнал с генератора, подключают к одному из оставшихся четырех гнезд, обозначенных надписями "1", "0,1", "0,01", "0,001". Надпись означает коэффициент, на который нужно умножить показания вольтметра в левой верхней части генератора, чтобы получить величину эффективного напряжения в гнезде генератора относительно общей клеммы генератора. Максимальное эффективное напряжение в гнезде "1" — 5 Вольт, в гнезде "0,1" — 0.5 Вольт, и т.д. Шкала вольтметра генератора не предназначена для точных измерений и может быть использована только для вспомогательного контроля. Все напряжения нужно измерять мультиметром.

Подключаясь к разным гнездам генератора, можно скачком изменять выходное напряжение генератора с шагом в 10 раз. Для плавной регулировки выходного напряжения служит ручка "РЕГ. ВЫХОДА" в правой части передней панели генератора. В центре передней панели генератора расположен диск и надписью "ЧАСТОТА Hz". Поворачивая ручку, соприкасающуюся с диском внизу справа, можно изменять частоту выходного напряжения генератора. Отсчет частоты ведется по неподвижной красной риске над верхней частью диска. Шкала на диске имеет диапазон от 20 Гц до 200 Гц. Грубая перестройка частоты генератора осуществляется переключателем с надписью "ЧАСТОТА". Переключатель расположен в левой части передней панели генератора. Надписи над переключателем "1", "10", "100", "1000" означают коэффициент, на который нужно умножить частоту, отсчитанную по шкале диска, для получения частоты выходного напряжения генератора.

<u>Задание 1.</u> Проверка линейности усилителей осциллографа для X и Y сигнала.

В этом задании нужно оставить в одном удобном для измерений фиксированном положении ручку осциллографа "УСИЛЕНИЕ" (усиление по оси Y) и измерить зависимость размаха колебаний луча по оси Y в миллиметровых делениях шкалы на экране осциллографа от величины размаха напряжения подаваемого на Y вход осциллографа. Размах напряжения в $2\sqrt{2}$ раз больше эффективного значения напряжения. Аналогичные измерения нужно провести и для X входа осциллографа.

Для выполнения задания к разъему "вход Y" слева внизу передней панели осциллографа подключить сигнал со звукового генератора.

Подключение сигнала на вход осциллографа осуществляется с помощью коаксиального кабеля. Коаксиальный кабель представляет собой два провода, один из которых идет по оси цилиндра (сигнальный провод), а другой (экранный провод или оплетка кабеля) является боковой поверхностью этого цилиндра. Включение разъема коаксиального кабеля во входное гнездо осциллографа соединяет корпус осциллографа с оплеткой кабеля. Корпуса разных приборов одной электрической схемы обычно соединяют между собой проводом, который называют общим проводом схемы или "землей", хотя, строго говоря, "землей" нужно называть провод, соединенный с Землей, а не общий провод схемы. Коаксиальный разъем кабеля подключается сначала к Y входу осциллографа (а затем к X входу). Два провода на другом конце кабеля подключаются к генератору. Экранный конец кабеля подключается к корпусу генератора (клемма справа внизу передней панели генератора, обозначенная символом ⊤). Сигнальный конец к одной из оставшихся клемм. При этом во избежание излишних наводок, не следует путать, какой из концов кабеля сигнальный, а какой экранный.

Как определить, какой из проводов не коаксиального конца коаксиального кабеля является сигнальным, и что такое наводка? Подключите коаксиальный разъем кабеля к Y входу осциллографа и возьмитесь рукой за один из свободных концов кабеля. Согласно технике безопасности нужно следить за тем, чтобы, прикасаясь к корпусу любого прибора или к экранному концу кабеля, соединенному с корпусом, Вы не прикасались одновременно к заземленным предметам (батареям парового отопления, водопроводным кранам и т.п.). Если Вы взялись за сигнальный конец кабеля, то на входе осциллографа появится напряжение наводки, и усиленное осциллографом напряжение отобразиться на его экране. Если Вы взялись за экранный конец кабеля (соединенный внутри осциллографа с его корпусом), то на экране осциллографа останется горизонтальная линия, соответствующая отсутствию напряжения на Y входе осциллографа относительно его корпуса. Если сигнала не возникает в обоих случаях, то нужно проверить, что положение ручки "УСИЛЕНИЕ" (усиление по оси Y) не нулевое, и что переключатель "ДЕЛИТЕЛЬ" находится в положении "1:1". Положения "1:10" и "1:100" переключателя " ДЕЛИТЕЛЬ " позволяют ослабить напряжение на Y входе осциллографа, когда сигнал не помещается в экран осциллографа по оси Y. Если с осциллографом обращаться не аккуратно, то направление клюва ручки " ДЕЛИТЕЛЬ " может не совпадать с выбранным этой ручкой состоянием осциллографа. Для проверки соответствия показания ручки и состояния осциллографа переведите переключатель " ДЕЛИТЕЛЬ " в крайнее правое состояние. При этом под основным экраном осциллографа должна загореться лампа подсветки шкалы калибратора, назначение которого обсудим позднее. Если шкала калибратора освещена, то переключатель " ДЕЛИТЕЛЬ " находится в положении "КАЛИБР.". Теперь два щелчка влево переведут его в положение "1:1".

Откуда берется напряжение наводки? В комнате много проводов под переменным напряжением 220 Вольт, например провода осветительной сети. Напряжение с такого провода через небольшую емкость паразитного конденсатора между Вами и этим проводом попадает на Вас и на Y вход осциллографа, если Вы за него взялись. При этом величина напряжения на входе осциллографа определяется делителем напряжения, состоящим из паразитного конденсатора, Вашего сопротивления и входного сопротивления усилителя осциллографа (обычно 1 МОм).

Проведите сначала измерения линейности осциллографа по оси Y. С этой целью подключите собранную схему к Y входу осциллографа. Обычно при работе осциллографа на его X отклоняющие пластины автоматически подается периодическое пилообразное напряжение непрерывной развертки от внутреннего генератора развертки осциллографа. С этой целью переключатель "РОД РАБОТЫ" внизу в середине передней панели осциллографа ставят в положение "НЕПР". Этот переключатель имеет еще два положения "ЖД" и одно "УСИЛ". В положениях "ЖД" (ждущий режим развертки) осциллограф ожидает подачи в одном положении положительного, в другом — отрицательного импульса на X вход осциллографа для однократного запуска развертки луча по X координате экрана осциллографа. В режиме "УСИЛ" осциллограф усиливает напряжение, поданное на его X вход, и использует его для отклонения луча по X координате экрана. Интересно, что на X вход осциллографа можно подать напряжение не только

снаружи, но и изнутри самого осциллографа. Откуда подается напряжение, зависит от положения переключателя рода синхронизации "РОД СИНХР." (слева, второй снизу). Он имеет три состояния: "ВНУТР", "ОТ СЕТИ", "ВНЕШН". Соответственно на X вход усилителя подается напряжение или с Y входа, или часть сетевого напряжения с частотой 50 Гц, или внешнее напряжение с разъема X входа.

Как показывает опыт, развертка луча по оси X только мешает измерениям по оси Y. Поэтому поставьте переключатель "РОД РАБОТЫ" внизу передней панели осциллографа в положение "УСИЛ", а переключатель "РОД СИНХР." (слева, второй снизу) в положение "ВНЕШН". При этом развертка по оси X будет отсутствовать. Для гарантии отсутствия развертки можно еще поставить на нулевую отметку ручку синхронизации "СИНХР.". Она же регулирует усиление сигнала на входе X.

В этом задании нужно, не изменяя положения ручки осциллографа "УСИЛЕНИЕ" (усиление по оси Y), измерить зависимость размаха колебаний луча по Y координате экрана осциллографа от величины напряжения, подаваемого на Y вход осциллографа. Напряжение измеряется мультиметром на штекерах коаксиального кабеля, воткнутых в гнезда генератора.

Подберите напряжение ручкой "РЕГ. ВЫХОДА" генератора и (или) усиление осциллографа ручкой "УСИЛЕНИЕ" (усиление по оси Y) для размаха луча по оси Y на весь экран. Далее не изменяйте положения ручки "УСИЛЕНИЕ" (усиление по оси Y). Изменяя только величину напряжения с генератора ручкой "РЕГ. ВЫХОДА", проведите измерения размаха сигнала на экране и подаваемого на вход Y напряжения (мультиметром) в 5-и точках более или менее равномерно расположенных по величине напряжения.

Аналогичные измерения нужно провести для проверки линейности X усилителя осциллографа. Для этого напряжение, снимаемое с генератора, нужно коаксиальным кабелем переключить с Y входа осциллографа на X вход, и перевести переключатель рода работы, расположенный в середине нижней части передней панели осциллографа, в положение "УСИЛ", а переключатель "РОД СИНХР." (слева, второй снизу) в положение "ВНЕШН", если они находились в других положениях. Подберите напряжение с генератора и усиление по оси X (ручка "СИНХР.") для размаха луча по оси X на весь экран. Проведите измерения в 5-и точках более или менее равномерно расположенных по величине напряжения, изменяя напряжение с генератора и не изменяя положения ручки "СИНХР." (усиление по оси X).

Результаты измерений можно представить в виде таблицы для каждого из двух усилителей осциллографа.

Номер точки N	Эффективное напряжение U (Вольт) на вольтметре мультиметра	Размах напряжения на входе осциллографа $U_{inp} = 2\sqrt{2} \cdot U$ (в Вольтах)	Размах A сигнала на экране осциллографа (в миллиметрах)
1			
2			
3			
4			
5			

По результатам измерений постройте два графика $A(U_{inp})$ проверки линейности осциллографа по оси X и по оси Y.

<u>Задание 2.</u> Градуировка ручек "УСИЛЕНИЕ" (усиление по оси Y) и "СИНХР." (усиление по оси X) или градуировка чувствительности усилителей. Задача состоит в том, чтобы построить график чувствительности — отношения размаха A сигнала на экране осциллографа в миллиметрах к размаху напряжения на входе осциллографа U_{inp}, как функции от положения ручки "УСИЛЕНИЕ" (для оси Y) или "СИНХР." (для оси X) в условных единицах.

В этом задании используется та же электрическая схема, что и в задании 1.

Обсудим подробнее измерения для Y усилителя осциллографа. Измерения для X усилителя проводятся аналогично. Для градуировки Y усилителя переключатель рода работы, расположенный в центре нижней части передней панели осциллографа, перевести в положение "УСИЛ", а переключатель "РОД СИНХР." (слева, второй снизу) в положение "ВНЕШН".

Достаточно 5-и измерений для каждого из двух усилителей.

Следующая процедура измерения чувствительности исключает влияние нелинейности усилителя осциллографа. Заранее выберите удобную величину размаха A сигнала по оси Y на экране осциллографа. Далее при каждом положении ручки "УСИЛЕНИЕ" (усиление по оси Y) нужно подобрать генератором такую величину напряжения на Y входе осциллографа, при котором размах сигнала на экране осциллографа возвращается к выбранной изначально величине размаха A. В таблицу записываются положения ручки "УСИЛЕНИЕ" (усиление по оси Y) и значения размаха напряжения на входе осциллографа, измеренные мультиметром.

Результаты измерений можно представить в виде таблицы.

Номер точки N	Положение ручки "Усиление" (в условных единицах)	Эффективное напряжение $U_{эфф}$ на входе осциллографа (в Вольтах)	Размах напряжения на входе усилителя осциллографа U_{inp} (в Вольтах)	Размах A сигнала на экране осциллографа (в миллиметрах)	Чувствительность $S = \frac{A}{U_{inp}}$ (в миллиметрах на Вольт)
1					
2					
3					
4					
5					

При измерениях обратите внимание на положение переключателя "ДЕЛИТЕЛЬ". Если его положение "1:10" или "1:100", то напряжение U_{inp} на входе усилителя осциллографа соответственно в 10 или 100 раз меньше напряжения на входе осциллографа $2\sqrt{2} \cdot U_{эфф}$.

Аналогичные измерения нужно провести с X усилителем осциллографа. Проконтролируйте, что переключатель "РОД РАБОТЫ", расположенный в центре нижней части передней панели осциллографа, переведен в положение "УСИЛ", а переключатель "РОД СИНХР." (слева, второй снизу) в положение "ВНЕШН".

<u>Задание 3.</u> Проверка калибратора осциллографа.

В этом задании используется та же электрическая схема, что и в предыдущих двух заданиях. Задание выполняется только со входом Y осциллографа.

Осциллограф позволяет измерять напряжения, подаваемые на его Y вход путем сравнения с внутренним напряжением калибратора, величина напряжения которого известна. С этой целью внутри осциллографа содержится генератор переменного напряжения, сигнал с которого можно через встроенный в осциллограф потенциометр подать на Y вход осциллографа прямо внутри самого осциллографа. Идея измерения внешнего напряжения состоит в том, чтобы подать на Y вход осциллографа внутреннее напряжение контролируемой величины, которое вызывает такой же размах сигнала по оси Y на экране осциллографа, что и внешнее измеряемое напряжение. Эту процедуру измерения называют калибровкой.

В данном задании нужно сравнить величину напряжения измеренного по осциллографу и величину, определяемую по показаниям вольтметра мультиметра. Показания вольтметра будем считать более точными, и, таким образом, мы собираемся проверить точность калибровки осциллографа.

Процедура калибровки состоит в следующем. Подаем внешнее напряжение на Y вход осциллографа. Измеряем и записываем размах сигнала по оси Y на экране осциллографа в

миллиметрах. Переключаем ручку "ДЕЛИТЕЛЬ" в левом нижнем углу передней панели осциллографа в положение "КАЛИБР.". При этом должна включиться подсветка шкалы калибратора. В результате переключения в этот режим от Y входа усилителя внутри осциллографа отключается внешнее напряжение и подключается внутреннее. Не изменяя положения ручки "УСИЛЕНИЕ" (усиление по оси Y), которая влияет и на внешнее и на внутреннее напряжение, ручкой "КАЛИБРОВКА АМПЛИТУДЫ", которая находится в центре передней панели осциллографа, подбираем величину внутреннего напряжения, чтобы оно дало тот же размах сигнала по оси Y на экране осциллографа, что и внешнее напряжение. Прямо над ручкой "КАЛИБРОВКА АМПЛИТУДЫ" находится шкала калибратора, показания которой соответствуют величине внутреннего напряжения, подаваемого на Y вход осциллографа. Не сдвигая ручку "КАЛИБРОВКА АМПЛИТУДЫ" надо снять показания по этой шкале. Шкалы на самом деле две. Одна соответствует эффективному значению внутреннего напряжения, другая со значениями в $2\sqrt{2}$ раз большими — размаху напряжения. Для проверки калибровки удобнее сравнивать эффективное значение напряжения на вольтметре мультиметра с эффективным же значением внутреннего напряжения осциллографа.

Измерения достаточно произвести при трех значениях внешнего напряжения. Результаты измерений можно занести в следующую таблицу.

Номер точки	Напряжение на вольтметре (в Вольтах).	Размах сигнала по оси Y осциллографа (в миллиметрах).	Эффективное напряжение по шкале калибратора.
1			
2			
3			

<u>Задание 4.</u> Измерение чувствительности трубки осциллографа по оси X и по оси Y.

В этом задании измеряется чувствительность трубки осциллографа без усилителей осциллографа, которые обычно подключены к его трубке.

Для измерения чувствительности трубки по оси X соберите электрическую схему, приведенную на рис. 1. Все подключения и отключения на задней панели осциллографа нужно производить только при выключенном осциллографе.

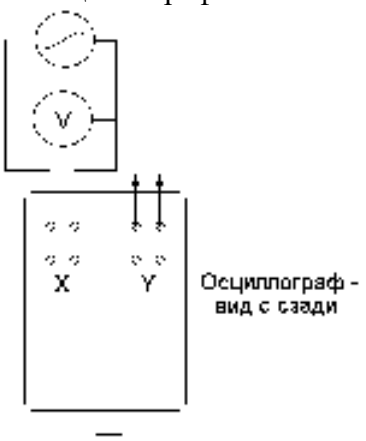


Рис. 1.

Эта схема подает напряжение звукового генератора прямо на X отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки осциллографа, минуя усилитель напряжения по X. Выход усилителя X (две клеммы ниже подключенных к схеме клемм) в этой части работы нужно отсоединить от X пластин осциллографа.

В этом задании не нужно составлять таблицу измерений. Достаточно произвести одно измерение чувствительности X пластин при максимальном напряжении с генератора (5 Вольт) и одно измерение чувствительности Y пластин. Измерьте размах сигнала на экране в миллиметрах. Измерьте эффективное напряжение по вольтметру мультиметра V. Рассчитайте размах

напряжения ($*2\sqrt{2}$). Рассчитайте чувствительность X пластин осциллографа, как отношение размаха сигнала в миллиметрах к размаху напряжения в Вольтах.

Аналогично проведите измерение чувствительности Y пластин осциллографа.

<u>Задание 5.</u> Изучение формы развертки осциллографа.

В этом задании выход усилителя X одного осциллографа нужно подключить ко входу Y второго осциллографа. Все подключения и отключения на задней панели осциллографа нужно производить только при выключенном осциллографе. Схема включения приведена на рис.2. Не забудьте соединить корпуса осциллографов.

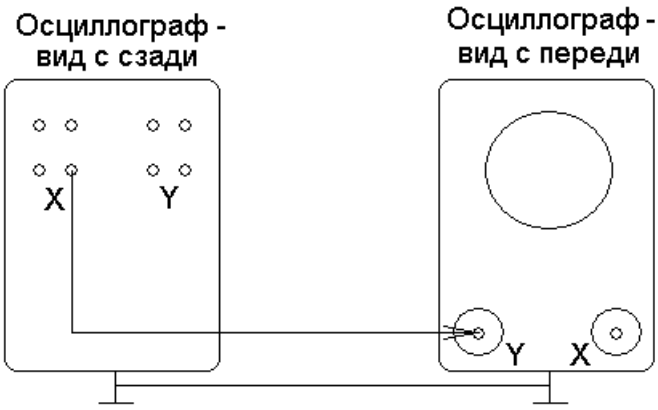


Рис. 2.

Переключатель "РОД РАБОТЫ" обоих осциллографов, расположенный внизу передней панели, должен быть переведен в положение "НЕПР" непрерывной развертки. Во втором осциллографе для остановки картинки по оси X нужно включить внутреннюю синхронизацию — переключатель "РОД СИНХР." (левый второй снизу) перевести в положение "ВНУТР.". Попробуйте покрутить ручку "СИНХР." второго осциллографа. Попробуйте поменять частоту развертки одного и другого осциллографов. После синхронизации сигнала зарисуйте картинку.

<u>Задание 6.</u> Измерение токов и напряжений для определения модуля комплексного сопротивления нагрузки Z.

Для выполнения этой части работы соберите электрическую схему изображенную на рис.3. Здесь знаком R обозначено сопротивление известной величины. В качестве такого сопротивления можно подключить к схеме одно из сопротивлений стенда лабораторного.

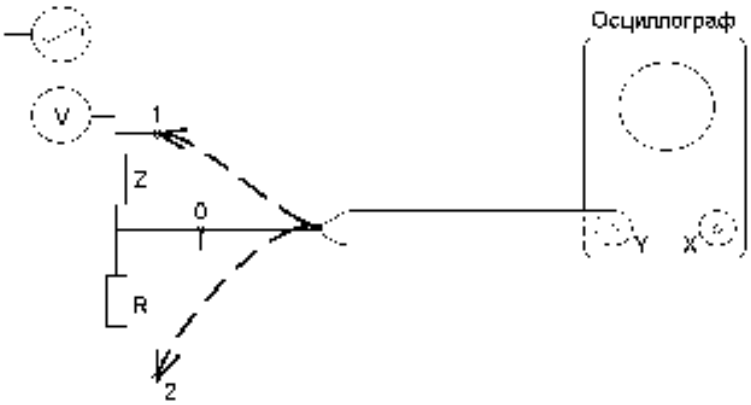


Рис. 3.

Переключатель "РОД РАБОТЫ", расположенный в середине нижней части передней панели осциллографа, нужно перевести в положение "НЕПР.", а переключатель "РОД СИНХР." (слева, второй снизу) в положение "ОТ СЕТИ", если они находились в других положениях.

В качестве элемента Z нужно взять один из элементов платы с закрепленными элементами электрических схем. На плате закреплены два конденсатора C разной емкости, диод, резистор R и катушка индуктивности L. Подключите в качестве элемента Z сначала конденсатор C, а затем катушку индуктивности L. В обоих случаях удобно взять величину сопротивления стенда R = 5 кОм. Звуковой генератор правильно было бы подключить через трансформатор, так как без трансформатора генератор будет не только источником напряжения звуковой частоты, но и источником напряжения 50 Герц, потому что корпуса генератора и осциллографа в предложенной схеме не соединены. В результате сигнал по оси Y представляет собой сумму двух синусоид с частотой звукового генератора и с частотой наводки 50 Герц. Для измерений нужно знать размах синусоиды с частотой генератора, поэтому хорошо бы синхронизовать развертку осциллографа с частотой 50 Герц так, чтобы отдельно видеть вклад в сигнал каждой частоты. С этой целью подберите положение ручки "СИНХР." такое, чтобы на экране видеть сигнал 50 Герц.

Обсудим измерения в случае, когда в качестве элемента Z подключен конденсатор. Экран коаксиального кабеля и, следовательно, корпус осциллографа нужно соединить с общим проводом схемы, точка 0 на рис.3. Сигнальный конец кабеля нужно подключить сначала к клемме 1, затем к клемме 2. В обоих случаях нужно измерить размах сигнала по Y координате экрана осциллографа без изменения положения ручки "УСИЛИТЕЛЬ" (усиление по оси Y), но при необходимости сделать размахи соизмеримыми можно уменьшить усиление по оси Y делителем в 10 или 100 раз. Отношение размахов сигналов равно отношению эффективных напряжений на Z элементе схемы и на сопротивлении R, следовательно $|Z| = \frac{U_Z}{U_R} R$. Эту величину и нужно определить в данном задании для конденсатора C и катушки индуктивности L.

Для измерения импеданса конденсатора $|Z_C|=1/(\omega C)$ удобно использовать напряжение звукового генератора с частотой ($\omega/2\pi$) в несколько сотен Герц. Для измерения импеданса катушки индуктивности $|Z_L|=\omega L$ удобна частота генератора около 100 кГц. По измеренным величинам импедансов и измеренной частоте генератора рассчитайте величину емкости конденсатора и индуктивности катушки.

<u>Задание 7.</u> Изучение вольтамперной характеристики.

В этом задании не нужно ничего измерять, нужно только собрать схему, изображенную на рис.4, и зарисовать изображение с экрана осциллографа, получаемое для различных элементов схемы Z: для резистора, конденсатора, катушки индуктивности, полупроводникового диода.

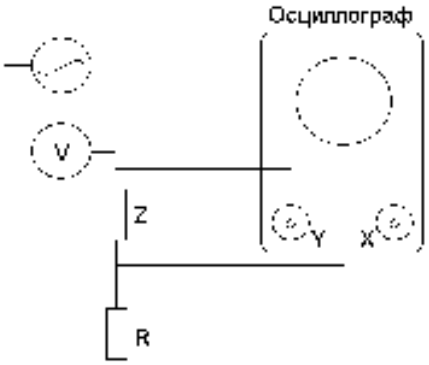


Рис. 4.

Здесь подключения к X и Y входам осциллографа лучше осуществить двумя коаксиальными кабелями.

Для того чтобы напряжение, поданное на X вход осциллографа, поступало на X усилитель и X пластины осциллографа нужно перевести переключатель "РОД РАБОТЫ", расположенный в середине нижней части передней панели осциллографа, в положение "УСИЛ", а переключатель "РОД СИНХР." (слева, второй снизу) в положение "ВНЕШН", если они находились в других положениях.

Величину сопротивления R для каждого из возможных элементов Z нужно подобрать так, чтобы размах сигнала по осям X и Y был примерно одинаков. Точно подбирать значение сопротивления R нет необходимости, так как изменять размах можно ручками "УСИЛЕНИЕ" (усиление по оси Y) и "СИНХР." (усиление по оси X).

Посмотрите, как меняется вольтамперная характеристика на экране осциллографа при изменении частоты генератора.

<u>Задание 8.</u> Измерение сдвига фаз между током и напряжением.

Соберите схему изображенную на рис.5.

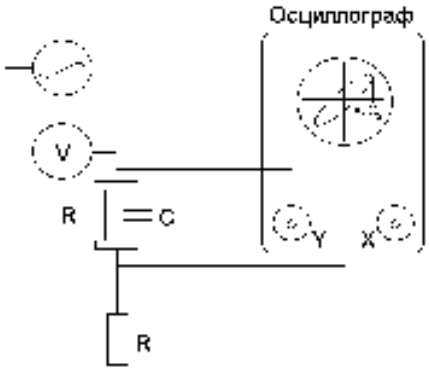


Рис. 5.

Здесь подключения к X и Y входам осциллографа лучше осуществить двумя коаксиальными кабелями.

Для того чтобы напряжение, поданное на X вход осциллографа, поступало на X усилитель и X пластины осциллографа нужно перевести переключатель "РОД РАБОТЫ", расположенный в середине нижней части передней панели осциллографа, в положение "УСИЛ", а переключатель "РОД СИНХР." (слева, второй снизу) в положение "ВНЕШН", если они находились в других положениях.

В предложенной схеме на X и Y входы осциллографа поступают синусоидальные напряжения в разных фазах, пропорциональные току и напряжению в параллельной RC цепочке. Требуется измерить разность фаз этих напряжений. В точке X_1 на рис.5 синусоида Y координаты обращается в ноль (будем считать, что и фаза синусоиды обращается в ноль), а синусоида X координаты в тот же момент достигает значения равного $\frac{X_1}{X_2}$ от своего максимального значения X_2. Следовательно $\sin(\varphi) = \frac{X_1}{X_2}$, где φ — разность фаз двух синусоид. Измерьте по экрану осциллографа значения X_1, X_2 и определите разность фаз колебаний. Используйте напряжение звукового генератора на частоте в десятки Герц.

<u>Задание 9.</u> Калибровка ручки осциллографа "ЧАСТОТА ПЛАВНО" (изменения частоты внутреннего генератора развертки луча по оси X) по внешнему генератору.

В этом задании синусоидальное напряжение с генератора подключают к Y входу осциллографа. X вход осциллографа оставляют не подключенным никуда.

Переключатель "РОД РАБОТЫ", расположенный в середине нижней части передней панели осциллографа, нужно установить в положение "НЕПР" (непрерывной развертки), а переключатель "РОД СИНХР." (слева, второй снизу) в положение "ВНУТР" (синхронизация от внутреннего сигнала, подаваемого на Y вход осциллографа). Положение ручки "СИНХР." — усиление по оси X, должно быть близко к нулю, но не нулевое (от 1 до 3).

Произведите градуировку ручки "ЧАСТОТА ПЛАВНО" при двух разных положениях переключателя "РАЗВЕРТКА" (диапазона частоты развертки луча по оси X). В каждом из двух положений переключателя проведите измерения и заполните следующую таблицу. Для каждой строки таблицы подберите частоту внешнего генератора так, чтобы на экране осциллографа укладывалось целое число волн синусоидального напряжения генератора.

Положение ручки "ЧАСТОТА ПЛАВНО".	Число волн синусоиды на экране осциллографа N.	Частота внешнего генератора F.	Частота развертки осциллографа $\frac{F}{N}$.
0			
2			
4			
6			
8			
10			

По результатам измерений постройте графики зависимости частоты развертки осциллографа от положения ручки "ЧАСТОТА ПЛАВНО".

<u>Задание 10.</u> Градуировка синусоидального генератора по фигурам Лиссажу.

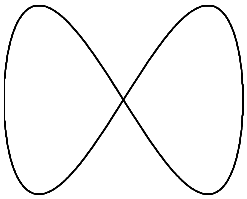
В этом задании предполагается проверить, насколько правильна шкала частоты синусоидального (звукового) генератора напряжения. Проверка производится путем сравнения частоты генератора и частоты сетевого напряжения 50 Гц.

В этом задании синусоидальное напряжение с генератора подключают к Y входу осциллографа. X вход осциллографа оставляют не подключенным никуда. Сетевое напряжение для отклонения луча осциллографа по оси X подключают не снаружи, а внутри самого осциллографа.

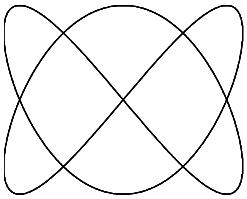
Переключатель "РОД РАБОТЫ", расположенный в середине нижней части передней панели осциллографа, нужно установить в положение "УСИЛ" (усиление по оси X), а переключатель "РОД СИНХР." (слева, второй снизу) в положение "ОТ СЕТИ" (сетевое напряжение 50 Гц подключается ко входу X-усилителя осциллографа). Никакого сигнала на X вход снаружи подключать не нужно. В этом режиме ручка "СИНХР." работает как регулировка усиления отклонения луча по оси X.

Подберите усиление по осям X и Y так, чтобы размах напряжений по X и Y был бы примерно одинаков. Наблюдаемые при этом на экране осциллографа фигуры и называются фигурами Лиссажу.

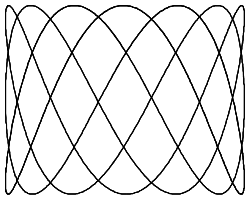
В процессе измерений нужно подобрать частоту генератора так, чтобы фигура Лиссажу на экране осциллографа почти остановилась. При этом если кривая замкнута, то отношение частот сигналов по осям Y и X является рациональным числом. Величину этого числа K можно определить по форме фигуры Лиссажу. Если всю фигуру Лиссажу залить одной краской, то отношение частот K равно отношению числа выпуклостей на верхней кромке фигуры к числу выпуклостей на левой кромке. В качестве примеров ниже приведены фигуры Лиссажу для разных значений K.



$K = \frac{2}{1}$

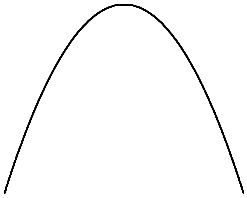


$K = \frac{3}{2}$

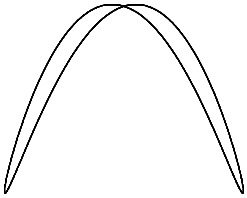


$K = \frac{7}{3}$

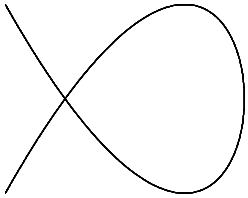
Если фигура Лиссажу повернулась не очень удачно, то определить отношение частот K может быть трудно, как, например, на следующих рисунках



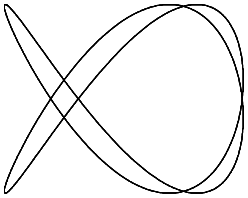
$K = \frac{2}{1}$



$K = \frac{2}{1}$



$K = \frac{3}{2}$



$K = \frac{3}{2}$

В таком случае поверните фигуру Лиссажу удачнее.

Произведите проверку частоты генератора по нескольким фигурам Лиссажу, для которых отношение частот выражается, как отношение небольших целых чисел. Результаты измерений можно представить в виде следующей таблицы.

Частота по шкале звукового генератора F_g	Рисунок на экране осциллографа.	Рациональное отношение частот $K = \frac{F_g}{F_{50}}$	Рассчитанное значение частоты звукового генератора $F_g = F_{50} \cdot K$, где $F_{50} = 50$ Гц.