

ANIQ VA TABIIY FANLAR

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ
ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

М.Р.Назаров¹, М.И. Даминов¹, Ш.К. Умедов¹, Н.М. Назарова²

¹Педагогический институт Бухарского государственного университета

²Бухарский государственный университет

Аннотация. Известно, что одним из основных элементов цепи радиотехнической аппаратуры являются колебательные контуры. Они генерируют высокочастотное электромагнитное колебание, а также они могут использоваться для фильтрации радиосигналов.

Данная статья посвящена изучению свойств и основных характеристик колебательного контура. Также в работе отражён принцип работы электрической схемы, автоматизирующей получение резонансной кривой колебательного контура

Введение. Педагогический опыт показывает, что в процессе обучения физике лабораторные занятия играют важную роль в повышении уровня знаний учащихся и развитии их технического творчества. На лабораторных занятиях студенты закрепляют свои теоретические знания на практике с помощью физических экспериментов.

Качество урока физики и его эффективность зависят не только от уровня знаний и мастерства учителя физики, но и от материально-технической базы физических лабораторий и их оснащённости современными приборами. Недостаточное оснащение кабинетов физики в

общеобразовательных средних и высших учебных заведениях затрудняет проведение практических и лабораторных занятий.

Для решения данной проблемы необходимо укреплять материально-техническую базу кабинетов физики и лабораторий и организовывать интерактивные современные уроки с использованием новых педагогических технологий. Кроме того, при проведении лабораторных работ необходимо использовать самостоятельно изготовленные студентами в кружковых занятиях наглядные приборы и инструменты с применением

элементами радиотехники, электроники и автоматики.

Если применять методы физического моделирования и автоматизации физических экспериментов при проведении практических и лабораторных занятий по физике в разделе электромагнетизма, можно добиться повышения уровня знаний студентов. Например, с помощью простых электронных схем можно автоматизировать снятия вольт-амперной характеристики (ВАХ) полупроводникового диода (диодную ВАХ характеристику можно наблюдать на экране осциллографа), получение петли гистерезиса ферромагнитных веществ и можно продемонстрировать получение резонансных кривых колебательного контура и.т. [1, 2].

Данная работа посвящена исследованию колебательного контура и его основных характеристик. Также в работе описан принцип работы электрической схемы, автоматизирующей получение резонансной кривой колебательного контура. [3,4].

Методы и материалы. Колебательные контуры являются

ключевым элементом радиопередающих и приёмных устройств. Они также являются составной частью генераторов, генерирующих гармонические колебания (LC-генератор). Колебательные контуры также используются в преобразователях радиосигналов и электрических фильтрах. поэтому использование элементов радиоэлектроники при обучении общей физике и электротехнике в системе образования физики, особенно в высшей школе, позволяет повысить логическое мышление и техническое творчество студентов.

Колебательный контур иногда также называют контуром резонанса. Замкнутая электрическая цепь, состоящая из L –индуктивности и конденсатора C , называется колебательным контуром.

Реальный колебательный контур также имеет активное сопротивление. Колебательные контуры бывают простыми и сложными. Примером простого контура является одиночный контур. На рисунке 1 приведена электрическая схема для изучения процессов, происходящих в колебательном контуре

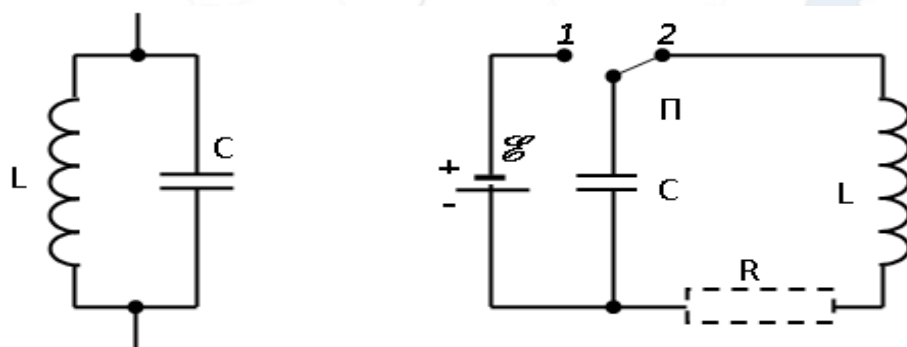


Рис. 1. Колебательный контур

Если перевести переключатель П в положение 1, то конденсатор С зарядится до напряжения U_m , и накопленная в нём энергия электрического поля будет определяться следующей формулой:

$$W = \frac{CU^2}{2} \quad (1)$$

При переводе переключателя в положение 2 цепь замыкается катушкой индуктивности L, и она начинает разряжаться через конденсатор С. Разрядный ток конденсатора создаёт магнитное поле в катушке индуктивности. Теперь накопленная в конденсаторе энергия электрического поля начинает преобразовываться в энергию магнитного поля катушки. Энергия магнитного поля катушки определяется по следующей формуле:

$$W_L = \frac{LI_m^2}{2} \quad (2)$$

Если проанализировать процессы, происходящие в цепи,

то можно увидеть, что энергия электрического поля, накапливаемая между пластинами конденсатора, преобразуется в энергию магнитного поля катушки и наоборот, энергия магнитного поля катушки преобразуется в энергию электрического поля конденсатора. В этом случае силой, удерживающей энергообмен, является самоиндукция ЭЮК, образующаяся в катушке индуктивности L. Эти изменения тока и напряжения в цепи называются электромагнитными колебаниями.

Электрические колебания, возникающие в цепи, часто называют частными или свободными колебаниями (рис. 2). Исходя из приведённых выше соображений, для идеального колебательного контура имеем:

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad (3)$$

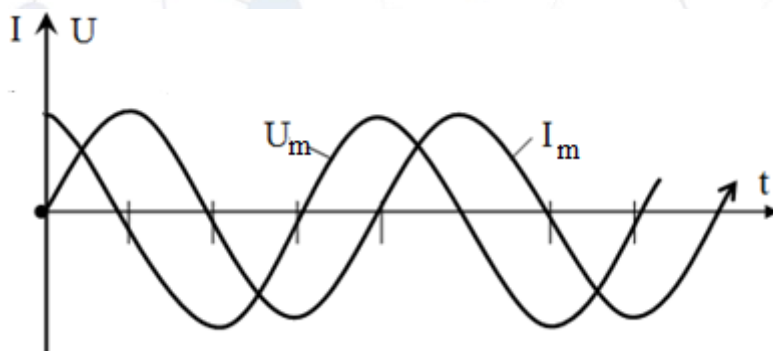


Рис 2. Изменение напряжения и тока во времени в идеальном колебательном контуре

Здесь I_m и U_m - соответственно амплитудные значения тока и напряжения в контуре. Если в уравнение (3) подставить амплитудное значение тока $I_m = U_m \omega_0 C$

то получим выражение циклической частоты: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, отсюда можно вычислить период колебания контура:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (4)$$

Эта формула называется формулой Томсона. Потери энергии происходят из-за наличия R-активного сопротивления в реальном колебательном контуре. В этом случае циклическая частота ω колебаний в контуре отлична от собственной циклической частоты ω_0 контура. Величина этой разницы также зависит от коэффициента затухания контура δ . δ – коэффициент представляет собой скорость затухания U_m амплитуды колебаний. Частота электромагнитных колебаний в реальном колебательном контуре ω связана с удельной частотой

колебаний ω_0 контура следующим образом:

$$\omega = \omega_0 \sqrt{1 - \left(\frac{\delta}{\omega_0}\right)^2} = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{R}{2\rho}} \quad (5)$$

где величина $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$ контура

называется волновым сопротивлением контура. Он представляет собой сопротивление конденсатора и катушки на переменному току. Другими словами, импеданс цепи характеризует ток максимальной амплитуды, который может быть получен от количества начального заряда в конденсаторе, и отношение между величинами показывает, как реальная частота контура отличается от частоты идеального контура. Если $R \ll \rho$, то этим различием можно пренебречь, т.е. $\omega \approx \omega_0$. Таким образом, частота контура определяется по следующей приближённой формуле:

$$\omega = \omega_0 \left(1 - \frac{R^2}{8\rho^2}\right) \quad (6)$$

Рассмотрим электромагнитные процессы, протекающие в колебательном

контуре с внешним ЭДС. Если внешняя сила является периодической величиной, то состояние системы характеризуется переходными процессами, стремящимися к устойчивому состоянию. В этом случае свободные колебания в системе начинают превращаться в незатухающие колебания и характеризуются характером полной внешней силы. При этом в контуре происходят вынужденные колебания.

Вынужденные колебания в колебательных контурах имеют следующие характеристики:

1. В контуре колебания являются незатухающими и существуют только под действием внешних сил.

2. Форма колебаний и её частота зависят от частоты внешней силы.

3. Частота колебаний в контуре не зависит от L и C , определяется частотой внешних сил.

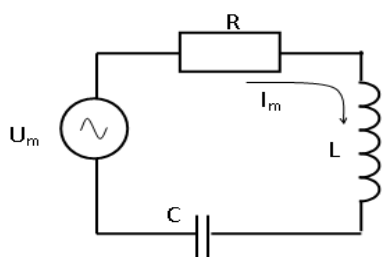


Рис. 4. Схема последовательного колебательного контура

Если разница между собственной частотой контура и частотой колебаний внешней силы велика, то для удерживания

колебаний в контуре требуется большое количество энергии. И наоборот, чем меньше разница, тем меньше необходимо количество энергии. Соответственно, при постоянной подводимой к колебательному контуру энергии частота вынужденных колебаний приближается к определённой частоте контура, амплитуда генерируемых в контуре колебаний увеличивается, а при равенстве этих частот достигает своего максимального значения. Это явление называется электрическим резонансом. Резонансное явление можно представить в виде резонансной кривой. По мере увеличения добротности контура угол наклона резонансной кривой становится острым, и увеличивается частотная избирательность контура.

Электрический резонанс в колебательных контурах делится на 2 типа:

1. Резонанс напряжения.
2. Резонанс тока.

В цепи последовательно включённых контуров наблюдается резонанс напряжения. Резонанс тока возникает в параллельных колебательных контурах (рис. 4). При этом полный ток в цепи достигает наименьшего значения при резонансе, как и при резонансе напряжения. В отдельных цепях индуктивности и

ёмкости ток достигает максимального значения. Фазы этих токов противоположны друг другу. Явление резонанса тока используется в генераторах, усилителях, фильтрах и в подобных им электронных устройствах.

Теперь рассмотрим устройство и принцип работы электронной схемы, позволяющей получать и наблюдать резонансную кривую колебательного контура. Принципиальная схема устройства представлена на рисунке 5. Оно состоит из симметричного мультивибратора, собранного на транзисторах T1 и T2. Мультивибратор действует как генератор качающей частоты. Частотная модуляция колебаний мультивибратора осуществляется изменением напряжений на базах транзисторов T1 и T2. Периодическое изменение управляющего напряжения достигается с помощью конденсатора C1 и магнитоуправляемого контакта (МУК, геркон). Когда реле подключено (замкнуто), напряжение, подаваемое на базу транзистора, будет иметь максимальное значение. После отключения МУК напряжение на

базах постепенно уменьшается до тех пор, пока не произойдёт следующее включение МУК, при этом конденсатор C1 быстро разрядится. Этот процесс периодически повторяется с частотой управляющего напряжения МУК 50 Гц. В результате частота мультивибратора изменяется в достаточно широком диапазоне частот (сто кГц). Это позволяет использовать в качестве изучаемого колебательного контура стандартный колебательный контур простого радиоприёмника. Выходное напряжение с коллектора любого из транзисторов подаётся через резистор R2 на исследуемый колебательный контур, напряжение с последнего детектируется и поступает на вход У осциллографа. На его вход X подаётся управляющее напряжение с конденсатора C1. Таким образом, горизонтальная развертка осциллографа оказывается синхронизированной с исходным напряжением, поступающим от мультивибратора (частота мультивибратора пропорциональна регулируемому напряжению).

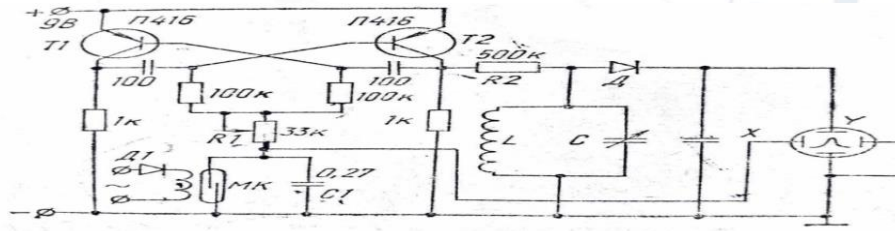
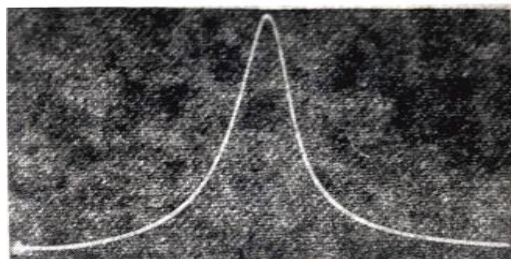


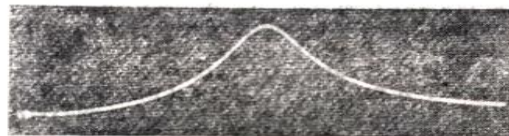
Рис 5. Принципиальная электрическая схема устройства

Форма выходного напряжения мультивибратора не синусоидальная (содержит гармоники основной частоты), резонансные пики, получается в том случае, когда основная частота (или частота какой-то из гармоник) равна резонансной частоте колебательного контура,

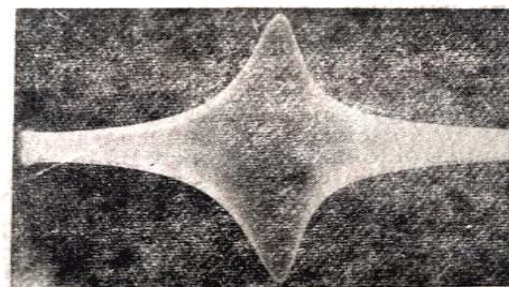
т.е. при различных значениях модулирующего напряжения. Меняя потенциометр, можно также наблюдать на экране осциллографа гармоники колебаний малой интенсивности, кратные выходному сигналу к основной частоте колебаний.



а)



б)



с)

Рис. 6. Изображения резонансной кривой в разных положениях на экране осциллографа.

При правильном выборе параметров элементов схемы на экране осциллографа можно наблюдать одиночную

резонансную (пиковую) кривую, соответствующую основной частоте (рис. 6а).

Если в цепь последовательно включить резистор порядка 100 Ом, резонансный пик из-за потерь притупится, и форму будет иметь вид, показанный на рис. 6б. Если на вход Y осциллографа подать с колебательного контура недетектированный сигнал, то на экране осциллографа можно будет наблюдать модулированной сигнал (рис. 6с). Изменяя сопротивление R_1 резистора, можно создать другой диапазон, в котором работает генератор частоты колебаний. Изменяя ёмкость конденсатора C , можно

изменять резонансную частоту колебательного контура, при этом кривая резонансной кривой (пик) смещается вправо или влево на экране осциллографа.

С помощью этой схемы также можно продемонстрировать процессы модуляции и демодуляции. Это ещё больше повысит интерес учащихся к радиоэлектронике и автоматике. Эти приборы могут быть изготовлены на кружковых занятиях по физике, электротехнике и радиоэлектронике.

Литература

1. Д. Т. Иванов. Демонстрация резонансной кривизны колебательного контура. Физика в школе №3. 1979г. С 50-51.
2. М.Р. Назаров, С. Қ Каххаров, М. И. Даминов. Физика тажрибаларини автоматлаштириш. Педагогик маҳорат . 2006 й, 2-сон, 60-63 б.
3. Нигматов Х. Радиоэлектроника асослари. Ташкент, «Ўзбекистан», 1994 й
4. Жеребцов И.П. Основы электроники Л: Энергоатомиздат 1989 г.
5. Е.М. Гершензон, Г.Д. Полянина, Н.В. Соина. Радиотехника, Москва «Просвещение» 1986 г, 318с