

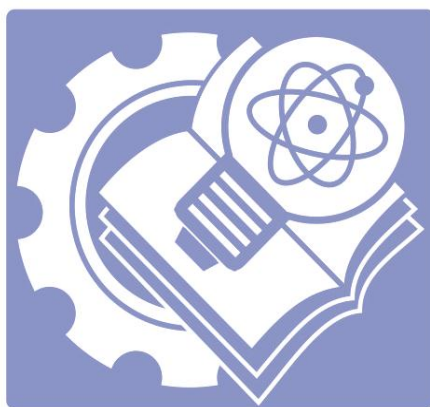
**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**М. Қозыбаев атындағы
Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті**



**«Қазақстан Республикасының ғылым мен білім
беру саласындағы жаңа технологиялар және
энергия үнемдеудің өзекті мәселелері»
атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік
конференцияның**

МАТЕРИАЛДАРЫ



МАТЕРИАЛЫ

***международной научно-практической
конференции***

**«Актуальные вопросы энергосбережения и
новые технологии в науке и образовании
Республики Казахстан»**

I

Петропавл, 2014 ж.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**М. Қозыбаев атындағы
Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті**

**«Қазақстан Республикасының ғылым мен білім беру
саласындағы жаңа технологиялар және энергия
үнемдеудің өзекті мәселелері»
*атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік
конференцияның***

МАТЕРИАЛДАРЫ

(22 желтоқсан)

МАТЕРИАЛЫ

***международной научно-практической
конференции***
**«Актуальные вопросы энергосбережения и
новые технологии в науке и образовании
Республики Казахстан»**

(22 декабря)

I

Петропавл, 2014 ж.

Редакция алқасы / Редакционная коллегия

Ашимов У.Б., ректор Северо-Казахстанского государственного университета им. М.Козыбаева - председатель

Каиржанова Л.С., проректор по научной работе и внешним связям - заместитель председателя

Тайжанова М.М., проректор по воспитательной работе

Кушумбаев А.Б., проректор по административно-хозяйственной части

Байтенизов Д.Т., руководитель научно-исследовательской службы

Имамбаева Р.С., и.о. декана инженерно-технического факультета

Иванова О.В., заместитель декана инженерно-технического факультета по научной работе и менеджменту качества

«Актуальные вопросы энергосбережения и новые технологии в науке и образовании Республики Казахстан»: материалы международной научно-практической конференции. Т.1. - Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2014. - 229 с.

**«Қазақстан Республикасының ғылым мен білім беру
саласындағы жаңа технологиялар және энергия
үнемдеудің өзекті мәселелері»
*атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік
конференцияның*
МАТЕРИАЛДАРЫ
(22 желтоқсан)**

**МАТЕРИАЛЫ
*международной научно-практической
конференции*
«Актуальные вопросы энергосбережения и
новые технологии в науке и образовании
Республики Казахстан»
(22 декабря)**

I

Нұртай А.А. (ЕНУ им. Л.Н.Гумилева) Разработка на ТЭЦ-2 АО «Астана-энергия» схем использования тепловых насосных установок с использованием циркуляционной воды конденсатора турбины.....	63
Нурсеитова Б.К., Зыкова Н.В. (М.Қозыбаев атындағы СҚМУ) Басқарылатын шунтты реакторларды қысқаша тұйықталу токтарын шектеуші ретінде қолдану.....	66
Нурсеитова Б.К., Зыкова Н.В. (СКГУ им. М.Козыбаева) Использование управляемых шунтирующих реакторов в качестве ограничителей токов короткого замыкания.....	68
Петров Д.А.¹, Дарий Е.М.¹, Мурашкин В.В.² (¹ СКГУ им. М.Козыбаева, ² ПТЭЦ-2 АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» г. Петропавловск) Повышение энергоэффективности путем применения частотно-регулируемого привода.....	71

РАДИОЭЛЕКТРОНЫ ЖӘНЕ ИНФОКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ И ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Sayat Moldakhmetov (Kazakh National Technical University after K.I.Satpayev) Multilevel inverter using an H-bridge circuit.....	74
Абильмажинов Б.М., Мовчан А.К. (СКГУ им. М.Козыбаева) Использование современных информационных технологий по дисциплинам систем радиоэлектроники и телекоммуникации.....	77
Абильмажинов Б.М., Семенюк В.В. (СКГУ им. М.Козыбаева) Использование информационных технологий в практических и лабораторных занятиях по основам радиоэлектроники и телекоммуникаций.....	83
Бергалеева А.С. (СКГУ им. М.Козыбаева) Особенности управления микроклиматом в промышленных теплицах.....	87
Герасимова Ю.В., Магзумов Т.Х. (СКГУ им. М.Козыбаева) Использование программной среды MatLab при проектировании автоматических систем регулирования температуры.....	91
Кошекков К.Т., Абилова Г.Ж. (СКГУ им. М.Козыбаева) Беспроводные системы мониторинга расхода водных ресурсов.....	95
Крашевская Т.И., Савенко К.В. (СКГУ им. М.Козыбаева) Исследование тока в RL- и RC- цепях при периодическом негармоническом напряжении прямоугольной формы в программной среде LabVIEW.....	98
Мусина А.Ж. (СКГУ им. М.Козыбаева) Цифровые фильтры и методы их проектирования в среде MatLab.....	104
Петров П.А. (СКГУ им. М.Козыбаева) Возможность энергосбережения при использовании автоматизированной беспроводной сети ZigBee.....	109
Пикулин И.Н., Мурзин Р.А. (СКГУ им. М.Козыбаева) Разработка системы капельного орошения с автоматическим регулированием на основе платформы Arduino.....	113
Риттер Д.В., Мовчан А.К., Дмитриев Э.М. (СКГУ им. М.Козыбаева) Установка для СВЧ сушки древесины.....	116
Савостин А.А., Савостина Г.В. (СКГУ им. М.Козыбаева) Имитационная модель электрокардиографического отведения.....	119
Тановицкий Ю.Н., Савин Д.А., Кобзев Г.А. (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники) О минимизации продолжительности переходных процессов в импульсных преобразователях электрической энергии.....	123

	Направленная антенна		
---	----------------------	--	--

Принцип работы беспроводной системы мониторинга расхода водных ресурсов: счетчики преобразуют показания расхода водных ресурсов в удобный для передачи сигнал, который поступает в концентратор, обеспечивающий сбор данных расхода водных ресурсов со всех счетчиков, находящихся в системе многоквартирного дома. Затем данные поступают на направленную антенну, которая в свою очередь передает данные на усилитель, позволяющий увеличить мощность передаваемого сигнала, и передаст на сервер, далее данные поступают диспетчеру, где подлежат обработке и хранению, а также выставлению счетов на оплату.

Таким образом, на основе рассмотрения распространенных видов передачи данных к диспетчеру в многоквартирном доме, провели анализ преимуществ и недостатков существующих систем. Предложили свою систему, главной особенностью, которой является модернизация уже существующей системы учета водных ресурсов, устранение основных недостатков существующих систем при минимальных финансовых затратах.

Литература

1. Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV «Об энергосбережении и повышении энергoeffективности»
2. Буренков Е. В. Автоматизированные системы учета потребления энергоресурсов в условиях либерализованного рынка // Вестник Госэнергонадзора, 2001, № 1
3. Автоматизированные системы учета расхода воды для ЖКХ, статья, Е.В.Кадалова, А.Б. Степанов, 2012 год

УДК 621.3.087.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКА В RL - И RC -ЦЕПЯХ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ НЕГАРМОНИЧЕСКОМ НАПРЯЖЕНИИ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LABVIEW

Крашевская Т.И., Савенко К.В.
(СКГУ им. М. Козыбаева)

LabVIEW или Laboratory Virtual Instrument Engineer Workbench (Среда разработки лабораторных виртуальных приборов) представляет собой среду графического программирования, которая широко используется в промышленности, образовании и научно-исследовательских лабораториях в качестве стандартного инструмента для сбора данных и управления приборами. LabVIEW – мощная и гибкая программная среда, применяемая для проведения измерений и анализа полученных данных. LabVIEW – многоплатформенная среда: ее можно использовать на компьютерах с операционными системами Windows, MacOS, Linux, Solaris и HP-UX. Персональные компьютеры являются более гибкими инструментами, чем традиционные

измерительные приборы, поэтому создание собственной программы на LabVIEW делает разработку программ и их применение весьма интересным и увлекательным занятием. Важной функциональной особенностью LabVIEW является возможность виртуального формирования измерительных систем для различных физических величин: электрических сигналов, деформаций, перемещений, вибраций, шумов, температур, давлений, расходов, частот и т. п., а также сбора и обработки видеоинформации. Наиболее значимым плюсом при использовании LabVIEW для создания и проведения лабораторных работ является возможность организации нужного графического интерфейса. Наличие функционального и наглядного интерфейса экономит время и усилия пользователя, делает выполнение экспериментов более наглядным и доступным для понимания.

Внешний вид виртуального комплекса изображен на рисунке 1. Данный виртуальный комплекс предназначен для экспериментального исследования формы тока в RL - и RC -цепях при периодическом напряжении прямоугольной формы. На установке исследуется: форма тока и его спектра в RC -цепи при изменении R от $R \ll XC$ до $R \gg XC$; форма тока и его спектра в RL -цепи при изменении R от $R \ll XL$ до $R \gg XL$.

В центре изображена схема исследуемой цепи, с задаваемыми параметрами сопротивления R , емкости C и индуктивности L . Слева находится блок «Генератор», а справа и сверху располагаются 3 осциллографа для визуального наблюдения мгновенных значений соответственно напряжения, тока и его спектра в зависимости от времени и частоты.

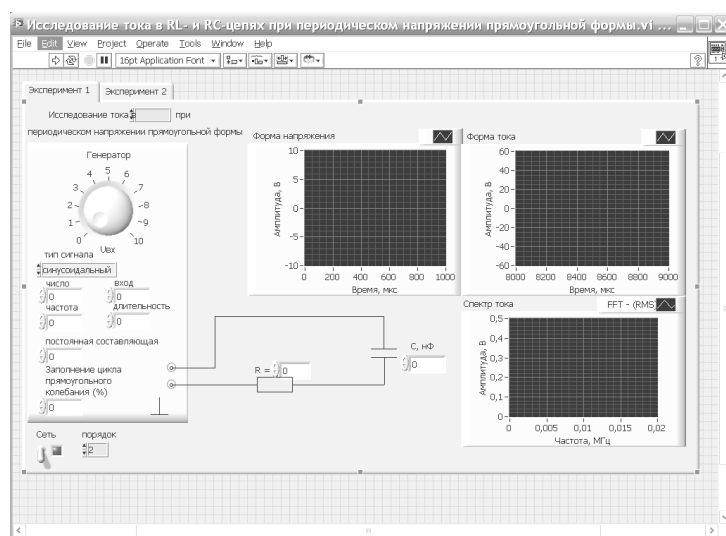


Рисунок 1. Внешний вид виртуального комплекса

На инструментальной панели виртуального комплекса имеются кнопки управления     , каждая из которых имеет определенную функцию. Чтобы запустить моделирование, необходимо нажать кнопку «Непрерывный запуск» (Run Continuously) . Кнопка  «Прервать» (Abort Execution) вызывает остановку моделирования. Кнопка «Ввести текст»  служит для завершения ввода текста. Для проведения экспериментов необходимы только эти кнопки.

Периодические напряжения и токи в общем случае содержат первую (основную) гармонику и высшие гармонические составляющие. Выражение, показывающее отношение геометрической суммы амплитуд высших гармонических составляющих к

амплитуде первой гармоники, называется коэффициентом гармоник. Он определяется по формуле:

$$K_G = \frac{\sqrt{U_{m2}^2 + U_{m3}^2 + U_{m4}^2 + U_{m5}^2 + \dots}}{U_{m1}} 100\%. \quad (1)$$

Приведем несколько примеров на определение коэффициентов гармоник негармонических сигналов различных форм.

Как известно, мгновенные напряжения двусторонних сигналов прямоугольной формы описываются выражением

$$U_{\square} = \frac{4U_m}{\pi} [\sin \omega_1 t + \frac{1}{3} \sin 3\omega_1 t + \frac{1}{5} \sin 5\omega_1 t + \dots], \quad (2)$$

а сигналов треугольной формы – выражением

$$U_{\triangle} = \frac{8U_m}{\pi^2} [\sin \omega_1 t - \frac{1}{9} \sin 3\omega_1 t + \frac{1}{25} \sin 5\omega_1 t + \dots], \quad (3)$$

Рассчитаем коэффициенты гармоник этих сигналов по значениям амплитуд гармоник, представленных на рис. 2, б.

$$K_{G-\square} = \frac{\sqrt{U_{m3}^2 + U_{m5}^2 + \dots}}{U_{m1}} = \frac{\sqrt{3^2 + 1,8^2 + 1,3^2 + 1^2}}{9} 100\% = 43\%.$$

$$K_{G-\triangle} = \frac{\sqrt{0,64^2 + 0,23^2 + 0,12^2}}{5,73} 100\% = 12\%.$$

Очевидно, что чем больше коэффициент гармоник, тем сильнее данная кривая отличается от кривой синусоидальной формы.

Если цепь линейная, то отклики содержат те же частоты, которые имеются в воздействии. Например, напряжение прямоугольной формы состоит из гармоник с нечетными номерами, следовательно, ток в линейной цепи любой конфигурации может содержать только нечетные гармоники. Однако в общем случае отношение амплитуды n -й гармоники к амплитуде первой гармоники у напряжения и тока получаются различными, так как сопротивления цепи, содержащей реактивные элементы, меняются в зависимости от номера гармоники. Амплитуда каждой гармоники тока $I_{m(n)} = U_{m(n)} / Z_{(n)}$, где $U_{m(n)}$ - амплитуда n -й гармоники напряжения, $Z_{(n)}$ - модуль сопротивления цепи на n -й гармонике.

Рассмотрим влияние индуктивности и емкости на коэффициент гармоник тока при заданной форме входного напряжения. Сопротивление индуктивного элемента на n -й гармонике $X_{L(k)} = n\omega_1 L$, где n - гармоники, ω_1 - угловая частота первой гармоники. С увеличением номера гармоники сопротивление индуктивного элемента растет, а значение тока соответственно уменьшается. Следовательно, коэффициент гармоник тока в индуктивной цепи меньше коэффициента гармоник напряжения, приложенного к этой цепи. Пусть напряжение состоит из пяти гармоник, причем амплитуда всех

гармонических составляющих и сопротивление индуктивного элемента на частоте первой гармоники равны единице. В этом случае на второй гармонике сопротивление равно 2, а ток - 0,5; на третьей гармонике соответственно 3 и 0,33; на четвертой - 4 и 0,25; на пятой - 5 и 0,20 и т.д.

Сравним коэффициенты гармоник напряжений и тока:

$$K_U(U) = \sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2} = 2,24;$$

$$K_U(I) = \sqrt{1^2 + 0,5^2 + 0,33^2 + 0,25^2 + 0,20^2} = 1,218.$$

Искажения кривой тока в индуктивной цепи меньше, чем у кривой напряжения. В емкостной цепи сопротивление $X_{C(n)} = 1/n\omega_1 C$ и с увеличением номера гармоники уменьшается, а ток соответственно увеличивается. Следовательно, при $U_{m(n)} = 1$ $X_{C(1)} = 1$, $I_{C(1)} = 1$; $X_{C(2)} = 0,5$, $I_{C(2)} = 1$; $X_{C(3)} = 0,33$, $I_{C(3)} = 3$; $X_{C(4)} = 0,25$, $I_{C(4)} = 4$; $X_{C(5)} = 0,2$, $I_{C(5)} = 5$. В этом случае $K_U(I) = \sqrt{1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2} = 7,41$, т.е. коэффициент гармоник тока в емкостной цепи больше коэффициента гармоник напряжения, приложенного к цепи.

Пусть к входу L -цепи приложено напряжение прямоугольной формы, т.е. негармоническое напряжение, состоящее из гармоник с нечетными номерами, амплитуды которых убывают по линейному закону $U_{m(n)} = (1/n)U_{m(1)}$ (рис. 5.2, б). Определим амплитуды гармонических составляющих тока

$$I_{m(n)} = U_{m(n)} / Z_{(n)} = \frac{1 \cdot U_{m(1)}}{n \cdot n\omega L} = \frac{1}{n^2} I_{m(1)}. \quad (4)$$

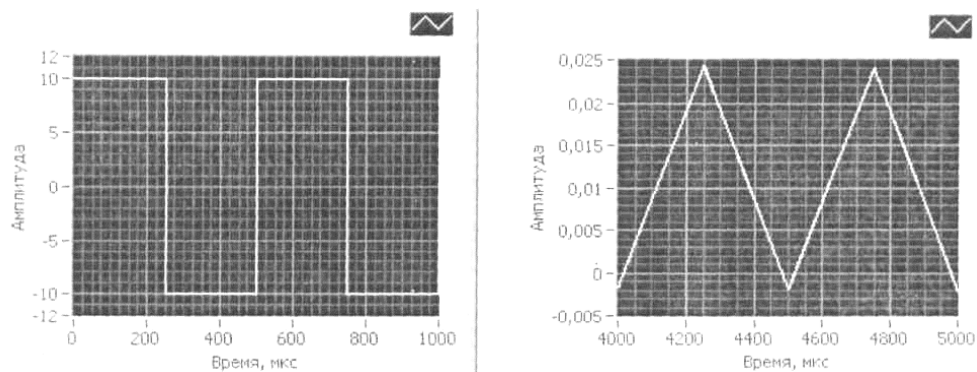
Но ток, состоящий из нечетных гармоник, амплитуды которых убывают по квадратичному закону, имеют треугольную форму. Таким образом, в L -цепи напряжение прямоугольной формы вызывает ток треугольной формы. Следовательно, индуктивность оказывает «сглаживающее» действие на кривую тока, т.е. уменьшает амплитуды составляющих высших гармоник.

Определим форму тока в C -цепи при напряжении прямоугольной формы. В этом случае

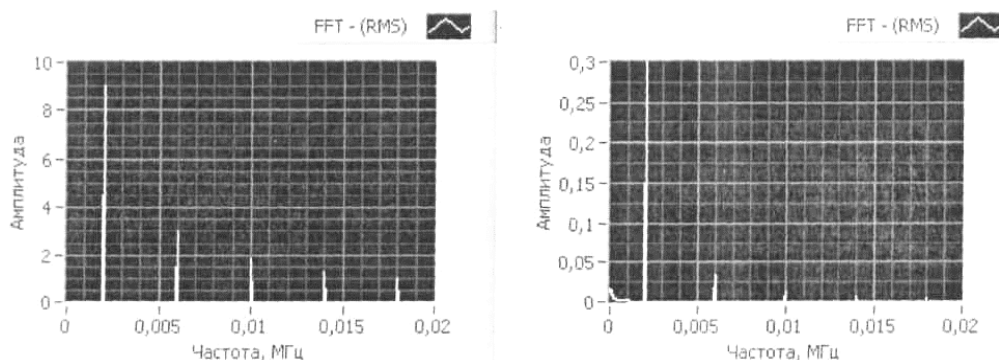
$$U_{m(n)} = \frac{1}{n} U_{m(1)}, \quad X_{C(k)} = \frac{1}{n\omega_1 C}, \quad (5)$$

$$I_{m(n)} = \frac{U_{m(n)}}{Z_{m(n)}} = \frac{1 \cdot U_{m(1)} n\omega_1 C}{n} = \omega_1 C U_{m(1)}, \quad (6)$$

т.е. амплитуды составляющих тока остаются постоянными, не зависящими от номера гармоники, и равными амплитуде первой гармоники. Следовательно, форма тока в C -цепи при напряжении прямоугольной формы имеет вид, показанный на рисунке 2, б.



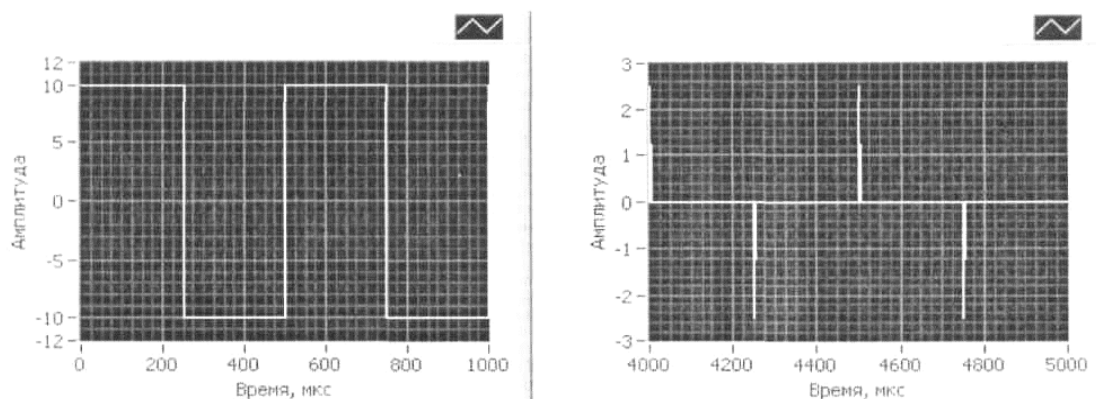
а)



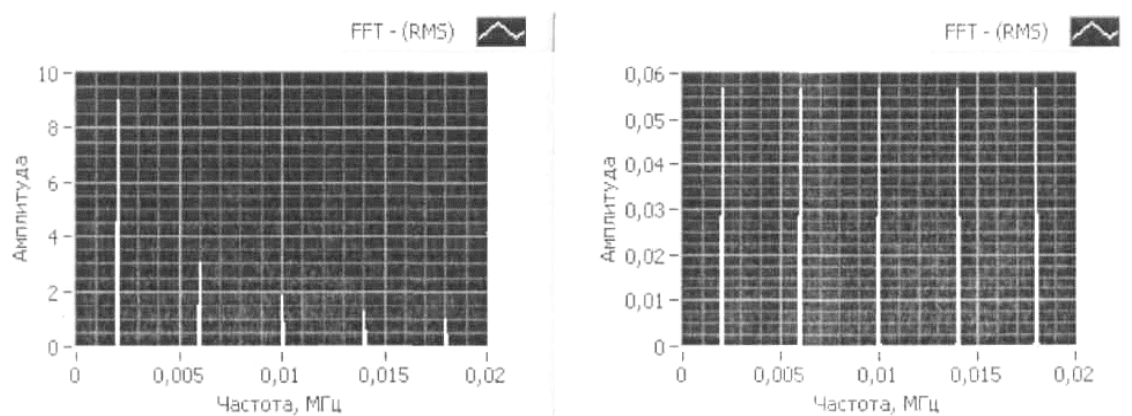
б)

Рисунок 2. Форма напряжения и тока в RL -цепи (а) и их спектров (б) при $R \ll XL$

Так как расстояния между спектральными составляющими равны частоте первой гармоники, то временная кривая тока представляет периодическую негармоническую кривую с периодом $T = 1/f_1$, где f_1 – частота первой гармоники. Поскольку спектральные составляющие имеют одинаковые амплитуды, то «первый нуль» (т.е. номер гармоники, при которой амплитуда спектральной составляющей первый раз принимает нулевое значение) оказывается в бесконечности. Но $N = T/t_H$, где t_H – длительность импульса, откуда $t_H = T/N = T/\infty = 0$. Таким образом, ток в C -цепи при прямоугольном напряжении имеет вид коротких импульсов с периодом $T = 1/f_1$ (рис. 3, а).



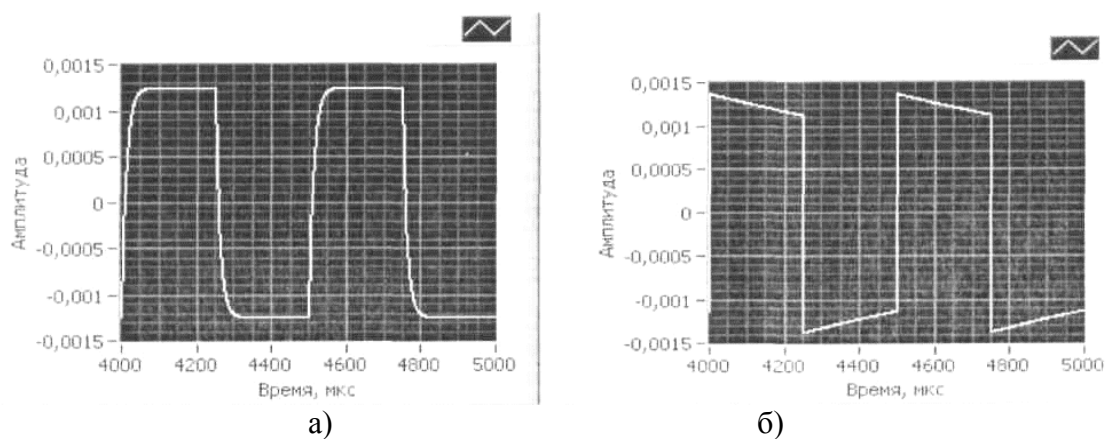
а)



б)

Рисунок 3. Форма напряжения и тока в RC -цепи (а) и их спектров (б) при $R << XC$

В R -цепи форма тока повторяет форму напряжения. Следовательно, в RL -цепи (рис. 5.4, а), при изменении сопротивления R от 0 до ∞ , форма тока будет меняться от треугольной до прямоугольной, а в RC -цепи (рис. 5.4, б) – от импульсной до прямоугольной.



а)

б)

Рисунок 4. Форма тока в RL - (а) и в RC -цепях (б) при $R \gg XL, R \gg XC$

Литература:

1. Попов В.П. Основы теории цепей: Учебник для вузов. – 3-е изд., испр. – М., 2000 – 576 с.;
2. Основы теории цепей: Учебник для вузов./В.П. Бакалов и др. 2-ое изд., перераб. и дол. – М.: 2000 – 592 с.;
3. Новиков Ю.Н. Электротехника и электроника. Теория цепей и сигналов, методы анализа: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2005 – 384 с.;
4. Новгородцев А.В. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: Учебное пособие. 2-е издание. – СПб: Питер, 2006 – 576 с.