

**ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ С ОБРАТНОЙ LC-СВЯЗЬЮ В
ПРОГРАМНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ MULTISIM**

Асан уулу Аскат, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. Тел: 0312-54-51-49, e-mail: asanaskat@gmail.com orcid.org/0000-0003-4391-4139

Абитов Бахтияр Абитович, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66., e-mail: eeb2-12@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-1321

Толонбаев Рахат Канатбекович, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66., e-mail: asanov.askat95@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-1319

Бакашов Адилет Токтогонович, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66., e-mail: bakashov94@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-2421

Аннотация. Существенной частью почти любого электронного устройства является генератор гармонических или каких-либо других колебаний. Кроме очевидных случаев применения автономных генераторов, источник регулярных колебаний необходим в любом периодически действующем измерительном приборе, в устройствах, инициирующих измерения или процессы, и вообще в любом приборе, работа, которого связана с периодическими состояниями или периодическими колебаниями. Так, например, генераторы

гармонических или специальных колебаний используются в универсальных измерительных приборах, в осциллографах, радиоприемниках, ЭВМ, в любом периферийном устройстве ЭВМ, почти в любом цифровом приборе (счетчики, таймеры, калькуляторы и любые приборы с “многократной разверткой”) и во множестве других устройств.

RC-генераторы обычно используются на частотах не выше 1 МГц. Для генерирования колебаний в радиочастотном диапазоне обычно применяются LC-генераторы. Управление сдвигом фазы в радиочастотном диапазоне может вызвать некоторые затруднения у RC-генераторов, связанные, в частности, с параметрами сопротивлений и емкостей. С другой стороны, применение элементов с небольшой индуктивностью в сочетании с конденсаторами обеспечивает возможность создания генераторов с обратными LC-связями на частотах до 500 МГц. Как и в RC-генераторах, в данном случае ОС должна обеспечивать нулевой сдвиг фазы на частоте генерации.

Ключевые слова: Генератор Колпитца, генератор Клаппа, обратная LC связь, сдвиг фазы, генерация, частота, резонанс

INVESTIGATION OF GENERATORS WITH BACK-BACKING IN THE SOFTWARE OF MULTISIM

Askat Asan uulu, master student, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Aitmatov Avenue 66 Phone: 0312-54-51-49, e-mail: asanaskat@gmail.com orcid.org/0000-0003-4391-4139

Abitov Bakhtiyar Abitovich, Master, KSTU named after I.Razzakov., Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aitmatov Avenue 66., e-mail: eeb2-12@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-1321

Tolonbaev Rakhat Kanatbekovich, Master, KSTU named after I.Razzakov. Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Aitmatov Avenue 66, e-mail: asanov.askat95@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-1319

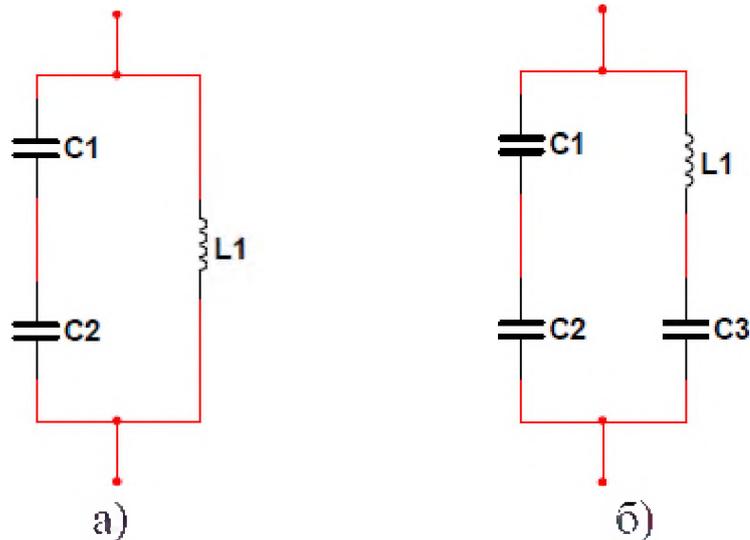
Bakashov Adilet Toktogonovich, master student, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov., bakashov94@mail.ru orcid.org/0000-0002-3629-2421

Annotation. An essential part of almost any electronic device is a generator of harmonic or any other oscillations. In addition to the obvious cases of using autonomous generators, a source of regular oscillations is needed in any periodically operating measuring device, in devices that initiate measurements or processes, and in general in any device, work that is associated with periodic states or periodic oscillations. So, for example, generators of harmonic or special oscillations are used in universal measuring instruments, in oscilloscopes, radio receivers, computers, in any peripheral computer device, almost in any digital device (counters, timers, calculators and any devices with "multiple scanning") and in many other devices.

RC-generators are usually used at frequencies not exceeding 1 MHz. To generate oscillations in the radio frequency range, LC generators are usually used. The control of the phase shift in the radio frequency range can cause some difficulties for RC generators, in particular, related to the parameters of resistances and capacitances. On the other hand, the use of elements with a small inductance in combination with capacitors makes it possible to create oscillators with inverse LC-couplings at frequencies up to 500 MHz. As in RC-generators, in this case, the OS should provide a zero phase shift at the generation frequency.

Keywords: Kolpitz generator, Klapp generator, inverse LC coupling, phase shift, generation, frequency, resonance

Условия для создания этого генератора легко выполнить, так как сигналы в цепях эмиттера и коллектора транзистора совпадают по фазе. На рисунке 1 показаны варианты контуров, применяемых в генераторах.



а - LC-контур Колпитца; б - LC-контур Клаппа

Рисунок 1. - Схемы контуров обратной связи

Исследование генератора Колпитца

Для проведения исследования необходимо:

- вызвать на рабочее поле *Multisim* из папки *Электронные генераторы* файл *Рисунок 2*, в котором находится схема, представленная на рисунке 2. Основой генератора Колпитца является параллельный резонансный LC-контур. Он обычно включается в цепь базы и на резонансной частоте представляет собой активное сопротивление. На частотах, отличных от резонансной, сопротивление контура имеет либо емкостной, либо индуктивный характер.

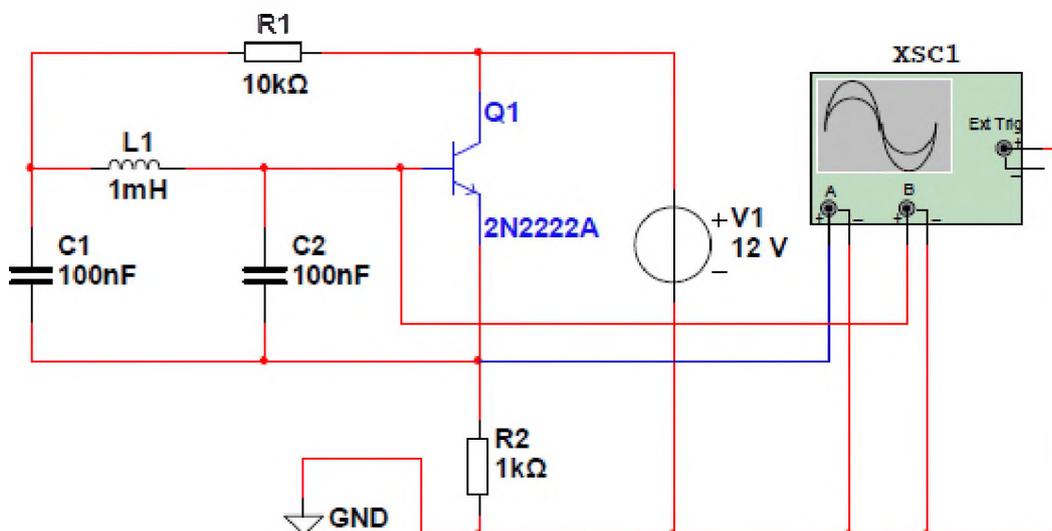


Рисунок 2- Схема генератора Колпитца

Частота резонанса для генератора Колпитца определяется:

$$2\pi fL = 1 / 2\pi fC,$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$C = \frac{C1C2}{C1+C2}$$

На рисунке 3 приведены осциллограммы выходного напряжения и сигнала обратной связи, формируемого с генератора Колпитца;

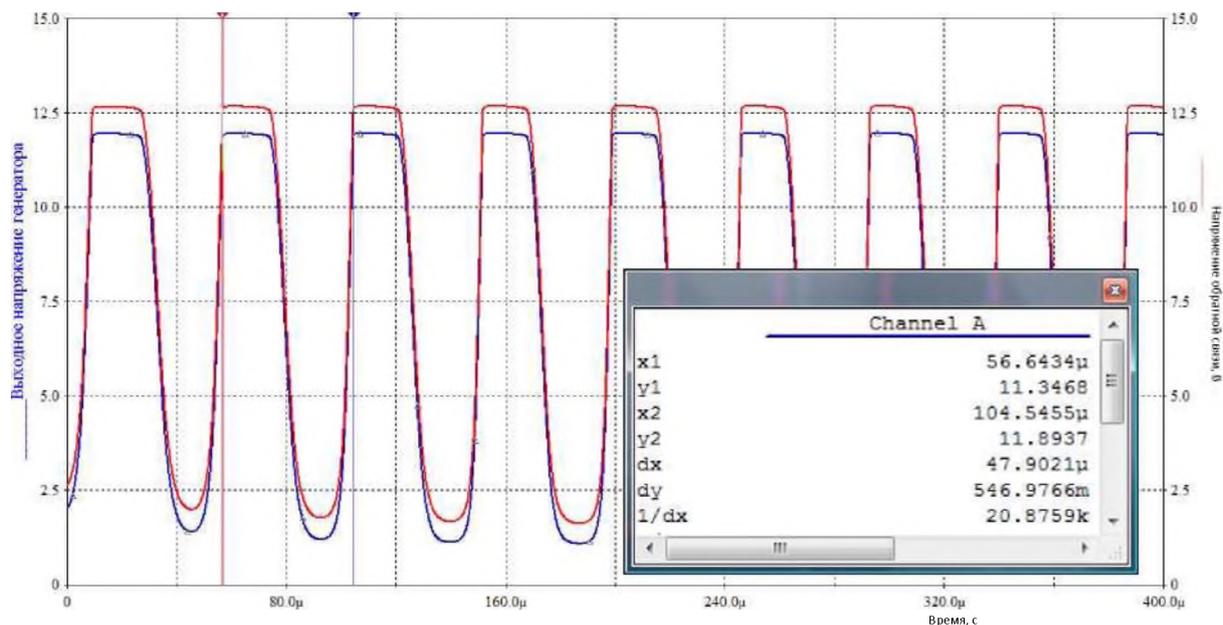


Рисунок 3 - Осциллограммы выходного сигнала генератора Колпитца и сигнала обратной связи

- для указанных на схеме параметров элементов измерить с помощью осциллографа частоту и оценить форму колебаний. Раскрыть лицевую панель осциллографа и включить моделирование, нажав кнопку "In - Off" в правом верхнем углу экрана. Обработку осциллограммы можно проводить средствами и инструментом, которыми укомплектован осциллограф. Возможен и другой путь обработки осциллограммы, предлагающий дополнительные возможности (копирование осциллограммы в отчет, возможность сохранения и более широкий набор методов обработки). После получения осциллограммы нажимается кнопка "Grapher/Analysis List" на главной панели меню. Открывается окно "Grapher View" с осциллограммой на закладке "Oscilloscope" и набором дополнительных средств обработки осциллограммы (нанесение надписи на осях, нанесение сетки, корректировка масштабов, использование измерительного инструмента и методов обработки результатов). В частности, после нажатия кнопки "Show/Hide Cursors" появляются две визирные линии и окно с результатами измерений времени (X1,X2) и амплитуд (Y1,Y2). Кроме того, предлагается разность X2-X1=dX, являющаяся периодом T, если визирные линии сориентированы на измерение периода T, и выполняется операция 1/dX, результатом которой является расчет частоты

$$f=1/dX=1/T;$$

- исследовать влияние изменения величины индуктивности L1 (условие C1=C2 сохраняется). Результаты измерения частоты вносим в таблицу 1;

Таблица 1 - Результаты измерения частоты

L1, мГн	0,8L1	L1	1,2L1
C1=C2, нФ	C1=C2	C1=C2	C1=C2
Частота, Гц	17794	15915	14528

- исследовать влияние изменения величины емкости C1 и C2 (условие C1=C2 сохраняется). Результаты измерения частоты вносим в таблицу 2;

Таблица 2 - Результаты измерения частоты

$L1, мГн$	$L1$	$L1$	$L1$
$C1=C2, нФ$	0,8($C1=C2$)	$C1=C2$	1,2($C1=C2$)
Частота, Гц	17794	15915	14528

по полученным данным построим графики зависимости частоты от изменения индуктивности при заданном значении $C1, C2$ и от изменения емкости конденсаторов $C1, C2$ при заданном значении индуктивности $L1$.

Исследование генератора Клаппа

Для этого выполним следующие шаги:

вызвать на рабочее поле *Multisim* из папки *Электронные генераторы* файл *Рисунок 4*. Генератор Клаппа (рисунок 7.11) представляет собой вариант генератора Колпитца, в котором напряжение OC снимается с емкостного делителя. Ток контура протекает через три емкости и индуктивность. Все перечисленные компоненты схемы определяют резонансную частоту. Параметры схемы генератора заданы.

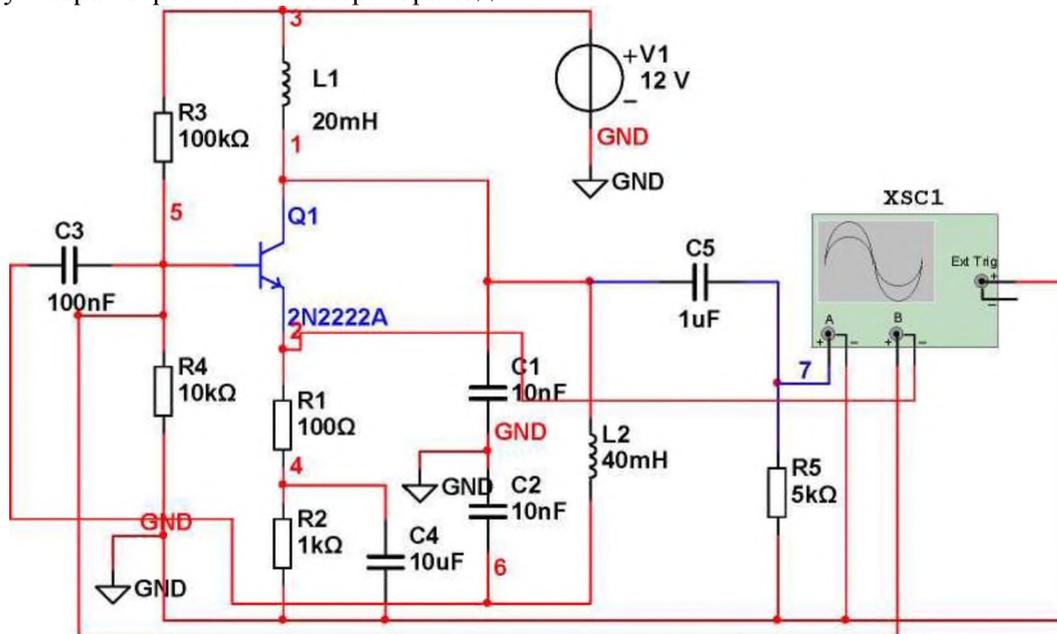


Рисунок 4 - Схема генератора Клаппа

На рисунке 5 приведены осциллограммы выходного напряжения и сигнала обратной связи, формируемого с генератора Клаппа;

- для указанных на схеме параметров элементов измерить с помощью осциллографа частоту и оценить форму колебаний. Раскрыть лицевую панель осциллографа и включить

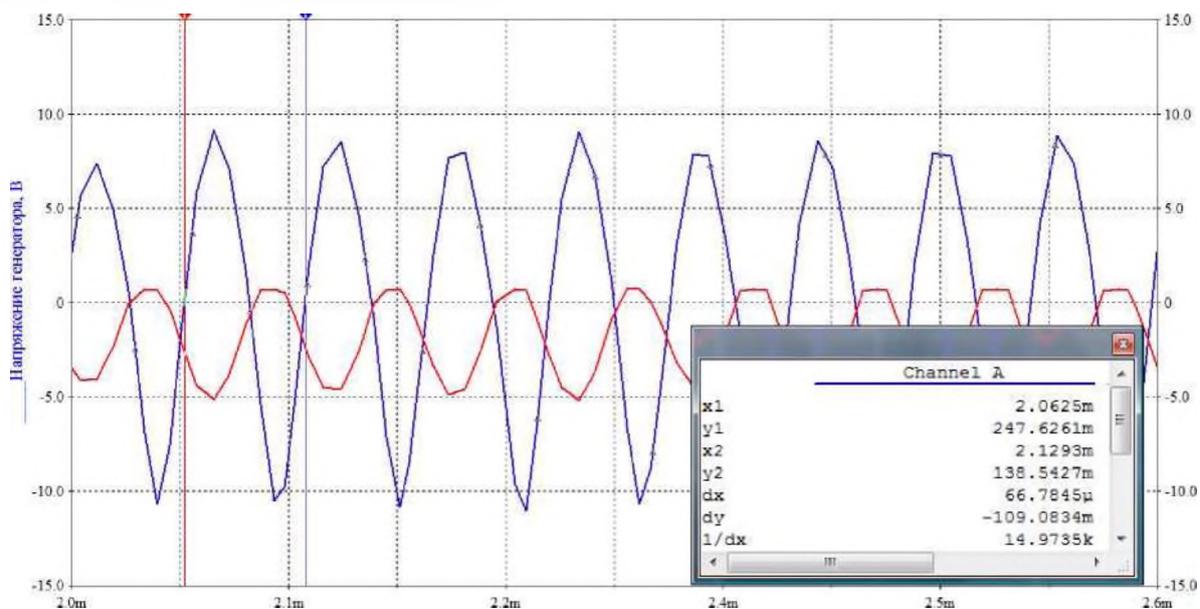


Рисунок 5 - Осциллограммы выходного сигнала генератора Клаппа и сигнала обратной связи

моделирование, нажав кнопку “In - Off” в правом верхнем углу экрана. Обработку осциллограммы можно проводить средствами и инструментом, которыми укомплектован осциллограф. Возможен и другой путь обработки осциллограммы, предлагающий дополнительные возможности (копирование осциллограммы в отчет, возможность сохранения и более широкий набор методов обработки). После получения осциллограммы нажимается кнопка “Grapher/Analysis List” на главной панели меню. Открывается окно “Grapher View” с осциллограммой на закладке “Oscilloscope” и набором дополнительных средств обработки осциллограммы (нанесение надписи на осях, нанесение сетки, корректировка масштабов, использование измерительного инструмента и методов обработки результатов). В частности, после нажатия кнопки “Show/Hide Cursors” появляются две визирные линии и окно с результатами измерений времени ($X1, X2$) и амплитуд ($Y1, Y2$). Кроме того, предлагается разность $X2 - X1 = dX$, являющаяся периодом T , если визирные линии ориентированы на измерение периода T , и выполняется операция $1 / dX$, результатом которой является расчет частоты

$$f = 1/dX = 1/T;$$

- исследовать влияние изменения величины индуктивностей $L1, L2$ (условие $C1 = C2$ сохраняется). Результаты измерения частоты внести в таблицу 3;

Таблица 3 - Результаты измерения частоты

$L1, мГн$	$0,8L1(L2)$	$L1(L2)$	$1,2L1(L2)$
$C1 = C2, нФ$	$C1 = C2$	$C1 = C2$	$C1 = C2$
Частота, Гц	3978,8	3558,8	3248,7

- исследовать влияние изменения величины емкости $C1$ и $C2$ (условие $C1 = C2$ сохраняется). Результаты измерения частоты внести в таблицу 4;

Таблица 4 - Результаты измерения частоты

$L1, мГн$	$L1(L2)$	$L1(L2)$	$L1(L2)$
$C1=C2, нФ$	0,8($C1=C2$)	$C1=C2$	1,2($C1=C2$)
Частота, Гц	3978,8	3558,8	3248,7

- по полученным данным построим графики зависимости частоты от изменения индуктивности при заданном значении $C1, C2$ и от изменения емкости конденсаторов $C1, C2$ при заданном значении индуктивностей $L1, L2$.

Результаты исследования:

1. Как видно из таблиц частоту мы можем менять изменяя индуктивность или емкость в цепи.
2. Регулирование частоты выполняется плавно как видно из графиков.
3. Генератор Клаппа дает изменение частоты до 10000 Гц, а генератор Колпитца выше 10000 Гц.
4. Но эти оба генератора работают до 1МГц как было сказано выше.

Результаты эксперимента:

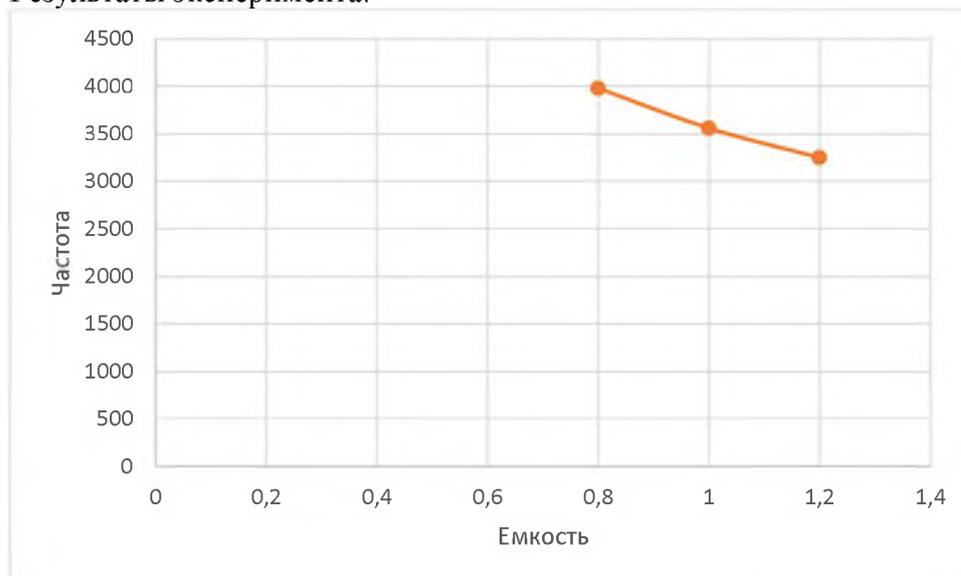


Рисунок 6. Зависимость изменение частоты от емкости

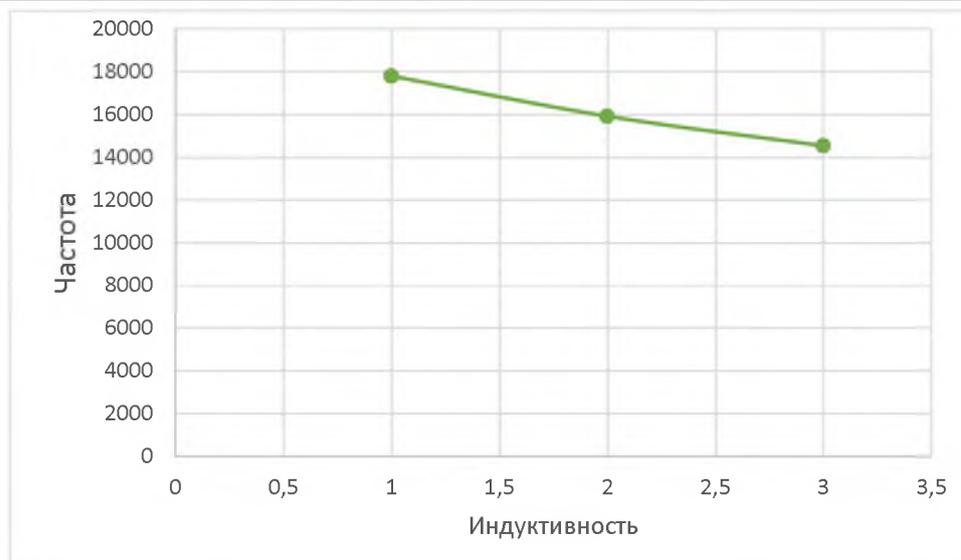


Рисунок 7. Зависимость изменение частоты от индуктивности

Список литературы

1. Амосов А.А., Дубинский Ю. А, Копченова, Н. В. Вычислительные методы. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 672 с.
2. А.И. Байков. Математические модели трансформаторов при анализе силовой части электроприводов/ Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева № 5(102), 2013 г.-316-327 с.
3. Лейтес, Л.В. Схемы замещения многообмоточных трансформаторов / Л.В. Лейтес, А.М. Пин- цов. - М.: Энергия, 1974.
4. Основы теории цепей: учебник для вузов / Г.В. Зевеке, П.А.Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. - 5-е изд. перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 528 с.
5. Таабалдиева Н.Д., Асан уулу Аскат. Моделирование линий электропередач с помощью лабораторного стенда «электрические станции и подстанции» / Известия КГТУ №1(41) часть I, 2017 г. 63-68 с.
6. Асан уулу Аскат, Конушбаева Д.Т., Архипов Анатолий. Математические модели трансформаторов с учетом конфигурации магнитной системы/ Известия КГТУ №4(44) часть I, 2017 г.
7. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики : учебник / Г.Ф. Быстрицкий. —3-изд., стер. — М. : КНОРУС, 2012. — 352 с.
8. Веников В.А. Физическое моделирование электрических систем: учеб.пособие / Веников В.А, Иванов-Смоленский А.В. - М.: Госэнергоиздат, 1956. 256с.
9. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: учеб. пособие / А.В. Лыкин. – М.: Университетская книга; Логос, 2008. – 254 с.
10. Костин В.Н. Передача и распределение электроэнергии: учеб. пособие / В.Н. Костин, Е.В. Распопов, Е.А. Родченко. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 147 с.
11. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В.И. Идельчик. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.