

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНОГО LC – КОНТУРА, КАК УСТРОЙСТВА ПОДАВЛЕНИЯ МИКРОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ ПО ЛИНИЯМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Е.С. Волкова, В.С. Шабалов, студенты кафедры ПрЭ

**Научный руководитель В.Н. Башкиров, ведущий электроник,
зав.лабораторией МПУС**

г. Томск, ТУСУР, bvn@ie.tusur.ru

Проект ГПО ПрЭ-1608 Защита электронных устройств от помех большой энергии

В настоящее время термин «электромагнитная совместимость» (ЭМС) все чаще употребляется в связи с проблемой обеспечения надежности систем контроля, управления и связи, реализованных на базе цифровой техники и работающих в условиях реальных объектов. Для реальных объектов характерно неидеальное качество систем питания и заземления, высокая вероятность воздействия значительных электромагнитных помех (например, при молниевом разряде). Под ЭМС в данном контексте понимается способность используемого оборудования нормально работать в электромагнитной обстановке на объекте, где оно размещается. В связи с этим, вопросы передачи информации являются важной задачей.

Достоверность качества это одно из основных характеристик линий связи. Для понятия хорошей линии связи нужно использовать кабеля 5 или 6 категории, где используются витые пары и экранирование. Помехоустойчивость линии определяет ее способность снижать уровень помех, возмущающих во внешней среде, на внутренних проводниках. Помехоустойчивость такой линии связи зависит от типа используемой физической среды, а также от экранирующих и подавляющих помехи средств самой линии. Наименее помехоустойчивыми являются радиолинии, хорошей устойчивостью обладают кабельные линии и отличной - волоконно-оптические линии, малочувствительные ко внешнему электромагнитному излучению. Обычно для снижения помех, появляющихся из-за внешних электромагнитных полей, проводники экранируют и/или скручивают. Технические устройства подвергающиеся воздействию высокой энергии и для их защиты один из путей решения лежит в использовании фильтров.

Существуют разнообразные фильтры для снижения помех. Один из таких фильтров резонансный LC – контур.

Колебательный контур — электрическая цепь, в которой могут возникать колебания с частотой, определяемой параметрами цепи. Простейший колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивности, соединенных параллельно или последовательно.

Чтобы понять причину возникновения резонанса необходимо разобраться как течёт ток через конденсатор и катушку индуктивности. При протекании тока через катушку индуктивности напряжение опережает ток. Рассмотрим этот процесс подробнее, когда напряжение на концах катушки максимально, ток через катушку не течет, по мере уменьшения напряжения, ток увеличивается и когда напряжение на концах катушки равно нулю, ток через катушку максимален. Далее, напряжение уменьшается и достигает минимума, ток при этом равен нулю. Из этого можно сделать вывод, что ток через катушку максимален, когда напряжение на её концах

равно нулю и ток равен нулю, когда напряжение на её концах максимально. Таким образом, если сопоставить графики изменения напряжения и тока, создаётся впечатление, что напряжение опережает ток на 90 градусов. Это можно увидеть на рисунке 1.

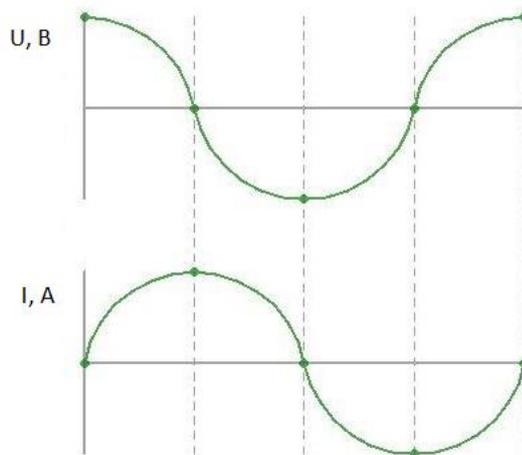


Рисунок 1 – Изменение напряжения и тока в катушке индуктивности

Совсем противоположно катушке индуктивности ведет себя конденсатор. Когда напряжение на концах конденсатора равно нулю, ток через него максимален, по мере заряда конденсатора ток через него уменьшается, это связано с тем, что разность потенциалов между конденсатором и источником напряжения уменьшается, а чем меньше разность потенциалов, тем меньше ток. Когда конденсатор полностью заряжен ток через него не течет так, как нет разности потенциалов. Когда напряжение начинает уменьшаться и становится равно нулю, при этом ток максимален только течет в другом направлении, далее напряжение достигает минимума и ток через конденсатор снова не течет. Делаем вывод, что ток через конденсатор максимальный, когда напряжение на его обкладках равно нулю и ток равен нулю когда напряжение на конденсаторе минимально. Если сопоставить графики изменения тока и напряжения, создается впечатление, что ток опережает напряжение на 90 градусов. Это можно увидеть на рисунке 2.

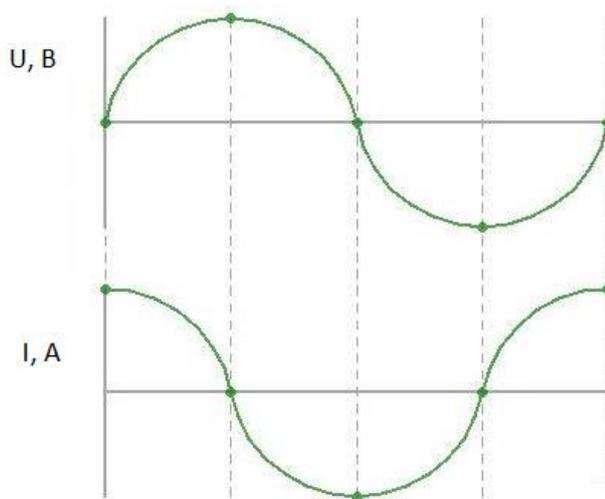


Рисунок 2 – Изменение напряжения и тока в конденсаторе

На резонансной частоте для контура, состоящего из конденсатора и катушки индуктивности, неважно параллельный он или последовательный, их сопротивления

равны и сдвиг фаз между напряжением и током равен нулю. Ведь действительно если подумать, то в конденсаторе ток опережает напряжение на 90 градусов, то есть +90 градусов, а в катушке индуктивности ток отстает от напряжения на 90 градусов, то есть -90 градусов и если сложить их получится нуль. Для пары, конденсатор и катушка индуктивности параллельный и последовательный резонанс возникают на одной и той же частоте. Суммарное напряжение на конденсаторе и катушке индуктивности равно нулю, также говорят, что сопротивление последовательного колебательного контура на резонансной частоте стремится к нулю.

В процессе работы была рассмотрена схема фильтра, содержащего резонансный LC – контур. На рисунке 3 представлена схема замещения LC фильтра, собранная в программной среде LTSpice.

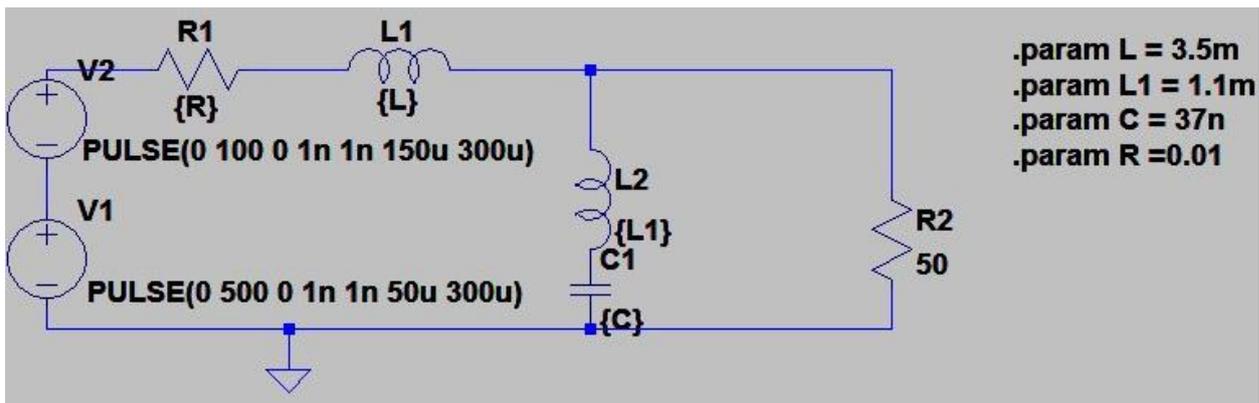


Рисунок 3 - Схема резонансного контура LC

Где источник U1 является информационным сигналом, а источник U2 – помехой. Резистор R1 – омическое сопротивление линии связи. R2 – полное волновое сопротивление нагрузки линий связи. L1 – балластная индуктивность. Последовательно соединенные L1, L2 и C1 являются фильтром радиопомех.

Параметры схемы выбраны таким образом, что амплитуда помехи уменьшилась в два раза. При этом потери информативности сигнала минимальны. На графике представлен сигнал амплитудой 100 вольт, относительной длительностью 150 мкс, импульсная помеха – 500 вольт с относительной длительностью 50 мкс и ток конденсатора. В данном графике помеха представлена периодически, но на самом деле она однократна.

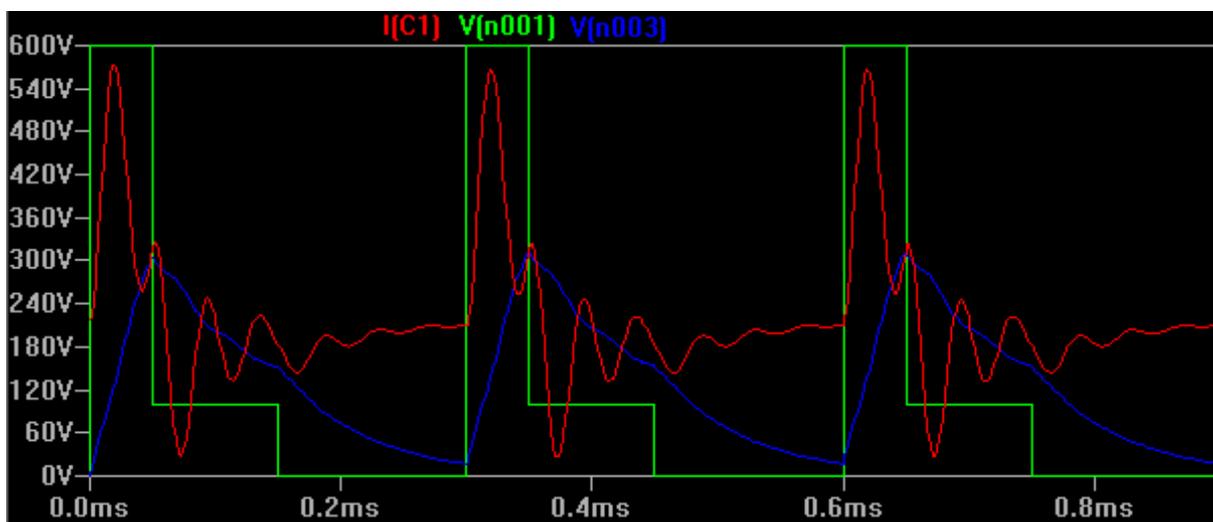


Рисунок 4 – Диаграмма работы резонансного контура LC

Исследование такого фильтра, как представлено на рисунке 3, позволяет защищать от импульсных воздействий высокой энергии, при этом снизить уровень затухания сигнала по отношению к другим фильтрам, с сохранением информационной составляющей сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селяев А.Н. Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники. Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. 2007. – 345с.