

# **Разработка многокристального микро модуля фазовращателя СВЧ на основе нефостеровских квази-постонных элементов**

Выполнил:  
Неверов Игорь  
гр. ФРМ - 302 - О

Омск 2013 г.

# Цель работы

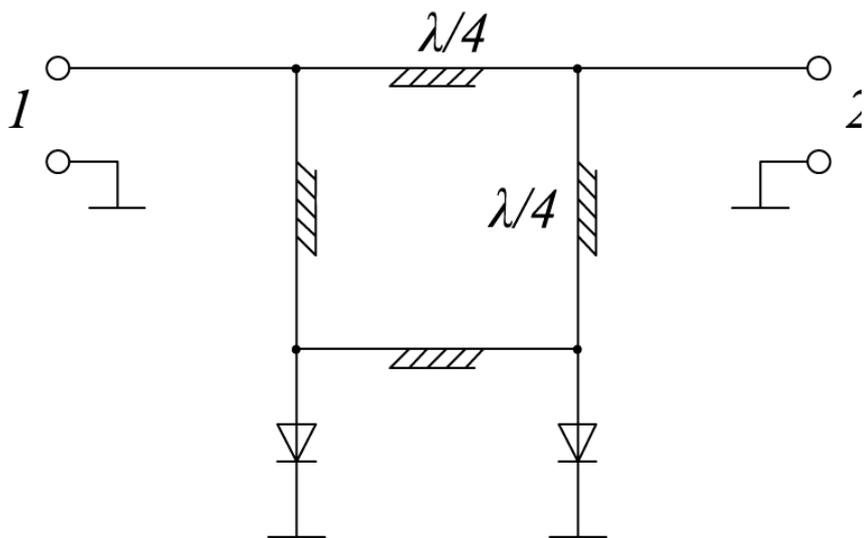
Разработать фазовращатель СВЧ на основе нефостеровских квазипостоянных элементах со следующими характеристиками:

- Частотный диапазон: 1,5 ГГц — 6 ГГц
- Затухание в ДРЧ: не более 5 дБ
- КСВН: не более 2
- Поворот фазы сигнала:  $\pm 180^\circ$

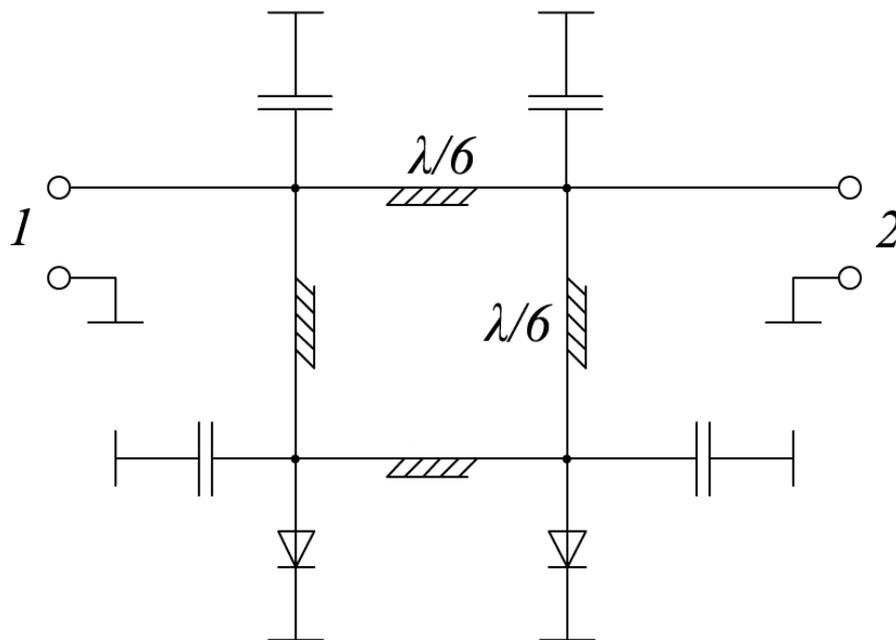
# Фазовращатель

Фазовращатель — устройство, осуществляющее поворот фазы электрического сигнала. Широко используется в различных радиотехнических устройствах: антенной технике, технике связи, радиоастрономии, измерительной технике и др.

# Примеры фазовращателей

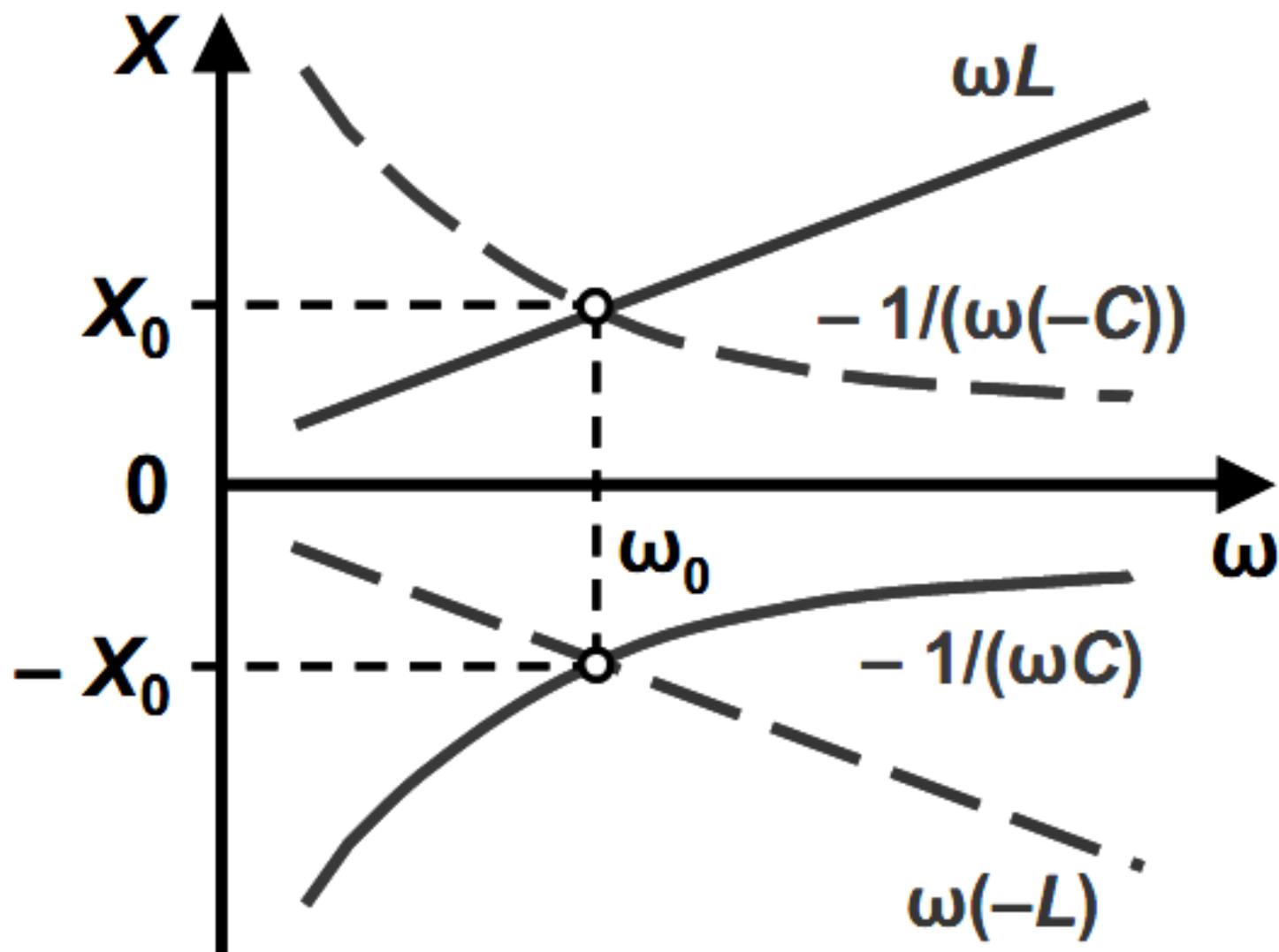


Фазовращатель на основе  
шлейфного направленного  
ответвителя

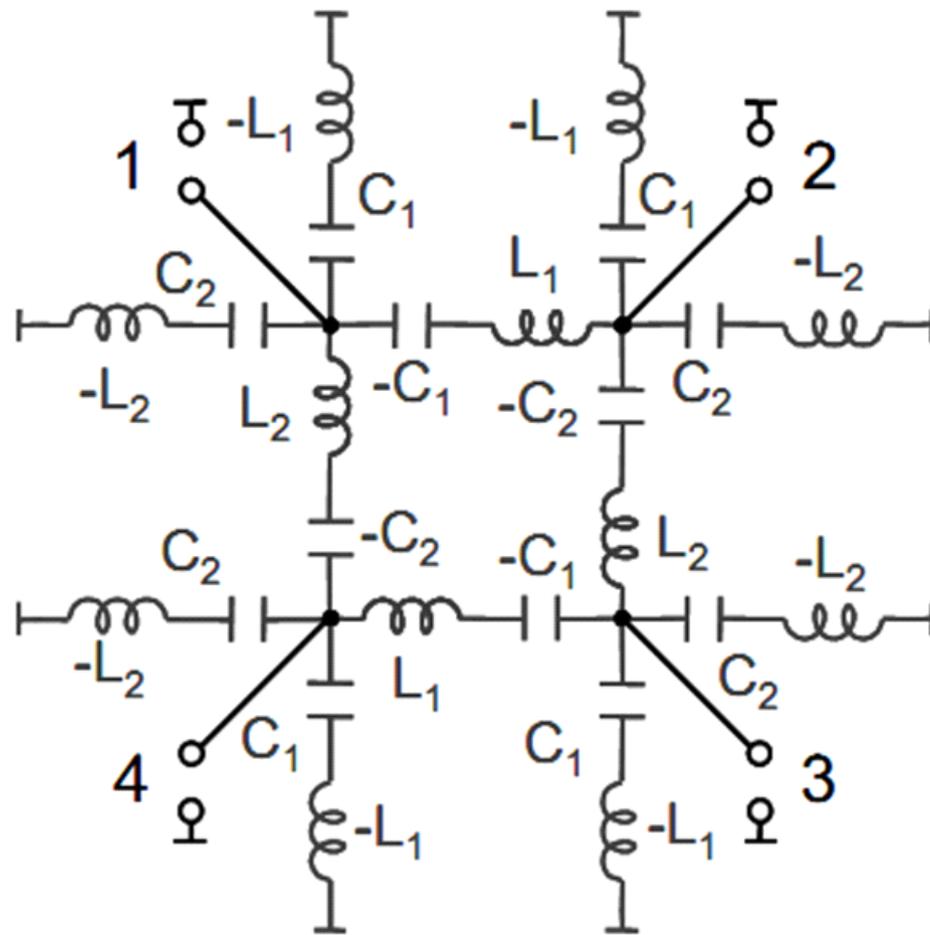


Фазовращатель на основе  
шлейфного направленного  
ответвителя с укорачивающими конденсаторами

# Зависимость реактивного сопротивления от частоты

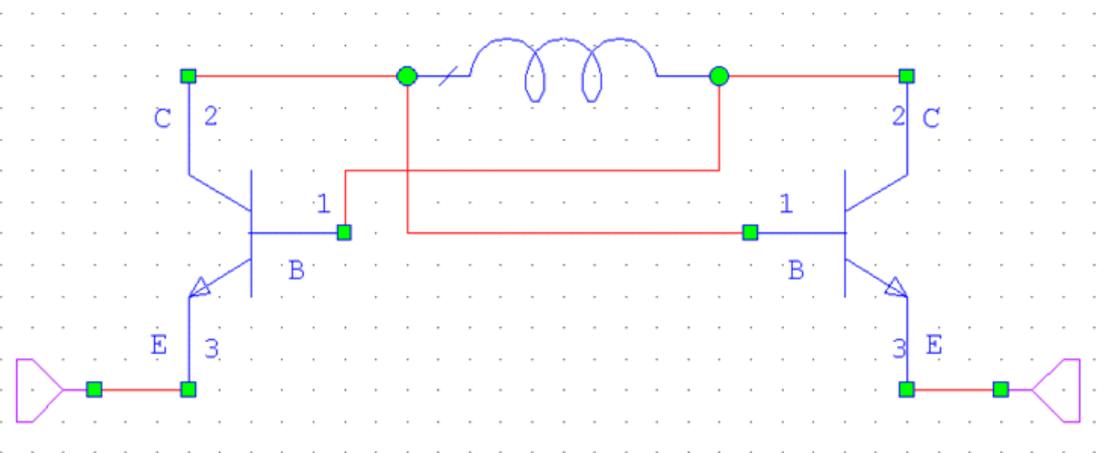


# Фазовращатель на основе отрицательных индуктивных и емкостных элементах

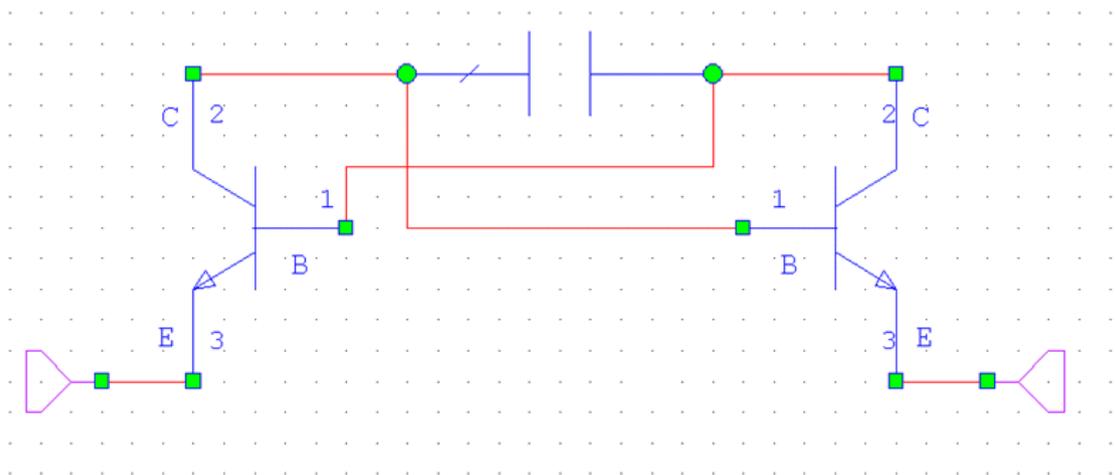


# Реализация отрицательных ИНДУКТИВНЫХ И ЕМКОСТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

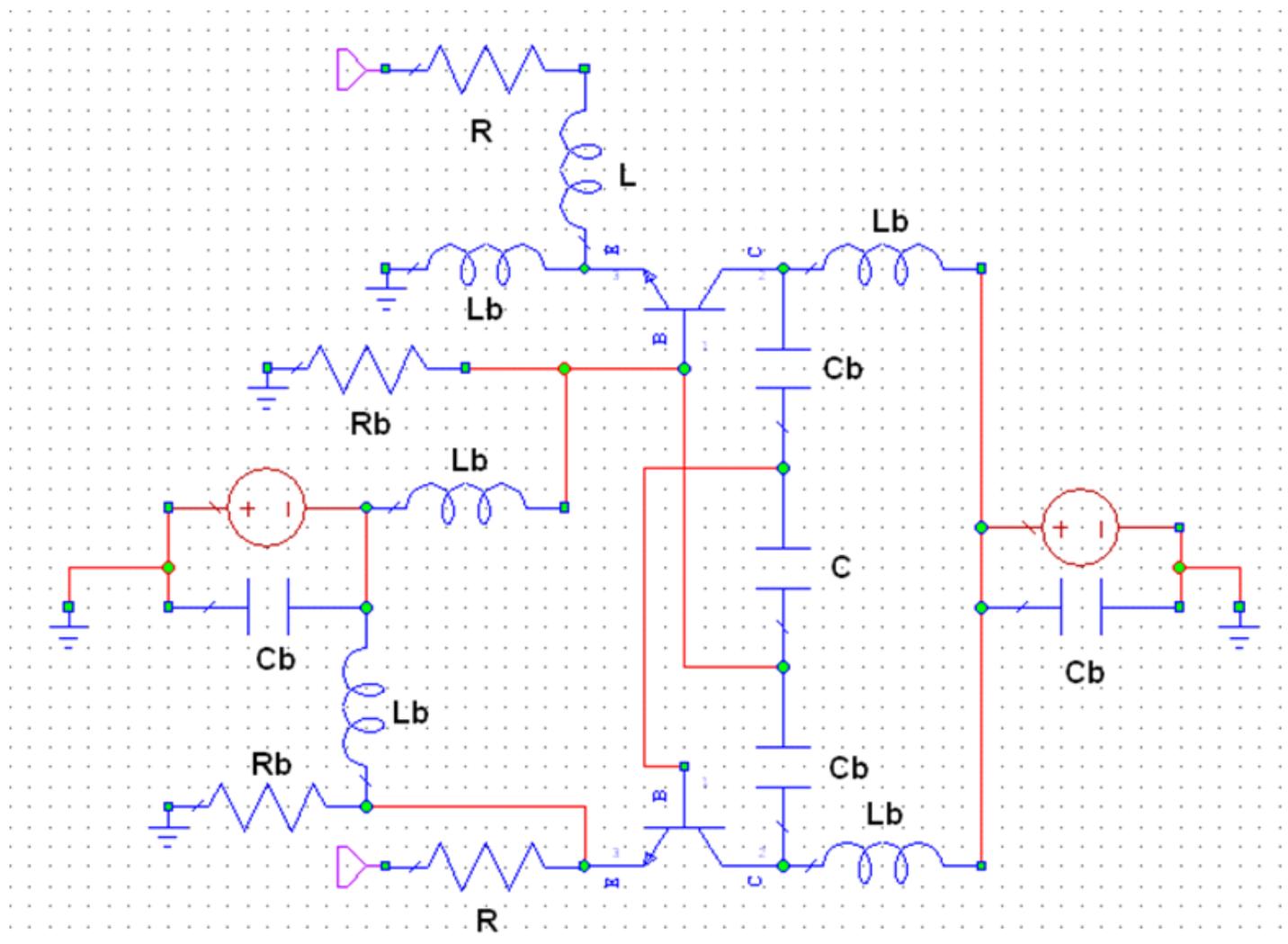
а)



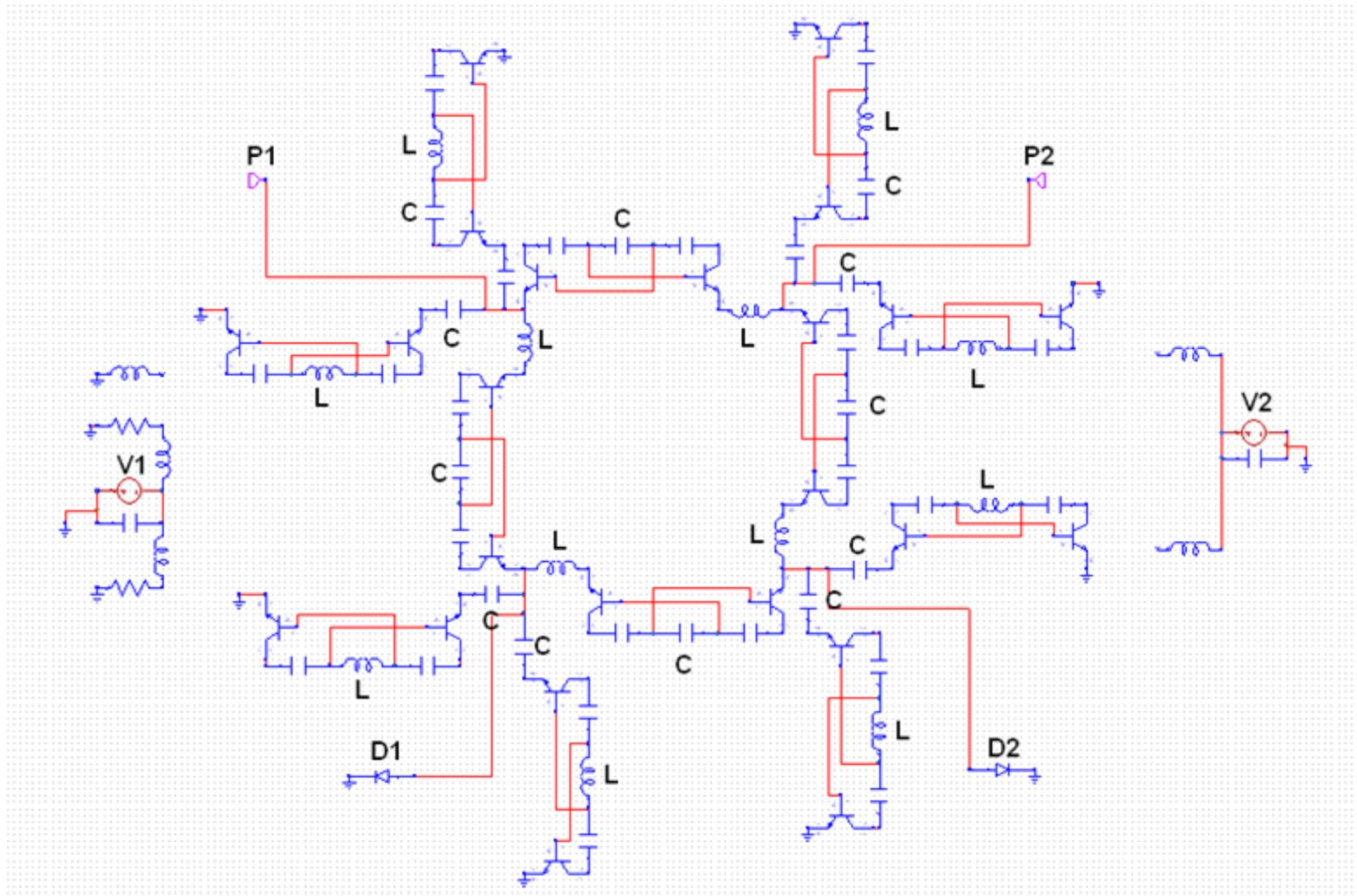
б)



Реализация последовательно-включенной квази-постоянной реактивности, представляющей собой последовательное соединение положительной индуктивности и отрицательной емкости



# Принципиальная схема фазовращателя на основе нефостеровских квази-постоянных элементах



# Заключение

В ходе данной работы была изучена теория нефостеровских элементов, принципы реализации отрицательных емкостных и индуктивных элементов, а также получена принципиальная схема фазовращателя на основе нефостеровских квази-постоянных элементов. В дальнейшей работе планируется посчитать номиналы элементов фазовращателя, рассчитать параметры элементов, исходя из полученных номиналов, а также построить топологию фазовращателя.

# Список литературы

- [1] Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков. М.:Физматлит, 2003, 496 с.
- [2] Соколинский В. Г., Шейнкман В. Г. Частотные и фазовые модуляторы и манипуляторы. М., 1983. — 191 с.
- [3] Веселов Г.И., Егоров Е.Н., Алехин Ю.Н. и др. Микроэлектронные устройства СВЧ. М.: Высшая школа, 1988. — 280 с.
- [4] Foster, R. M. A reactance theorem : Bell Systems Technical Journal, 1924. – V.3. – P.259-267.
- [5] Д.В. Холодняк, В.М. Тургалиев. Широкополосные СВЧ-устройства с использованием нефостеровских отрицательных индуктивных и емкостных элементов.
- [6] Yoshihiko Imanaka. Multilayered Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC) Technology. 2005.
- [7] Леонид Шистик. Руководство по разработке продуктов на основе многослойных керамических плат выполненных по LTCC-технологии. Заказная тонкопленочная продукция. 2003.
- [8] Linvill, J. G. Transistor negative impedance converters. Proc. IRE. – 1953. – V.41. – P.725-729.
- [9] Абрамова Е. Г., Гомзикова Т. А. Определение оптимальных конструкций катушек индуктивности диапазона СВЧ, реализованных с использованием технологии LTCC, Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем. - Омск 2010, 5 – 9 с.