

УДК 621.38

С.А.Пономарев (5 курс, каф. РТиТК), А.С.Коротков, д.т.н., проф.

РАЗРАБОТКА МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ ПОЛОСОВЫХ ФИЛЬТРОВ НА ПЕРЕКЛЮЧАЕМЫХ КОНДЕНСАТОРАХ ДЛЯ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ ДЛЯ СЛАБОСЛЫШАЩИХ

ABSTRACT: A microelectronic bandpass switched-capacitor filter (SC-filter) for hearing aid applications has been synthesized and simulated using 0.35 μm CMOS process parameters. The design of the filter is based on element simulation method when the inductors have been realised on the 4-phase imitator that gives the possibility to decrease a power consumption of the device.

Наиболее важным при создании электронных устройств коррекции слуха является обеспечение низкого потребления мощности и малого размера устройства при сохранении широкого динамического диапазона [1,2]. Цель данной работы: синтез микроэлектронного полосового фильтра на переключаемых конденсаторах с малым потреблением мощности для приемных устройств систем для слабослышащих. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1) развитие методики моделирования схем на переключаемых конденсаторах с использованием модифицированного метода узловых потенциалов;

2) разработка полосового фильтра (ПФ) с высокой избирательностью на имитаторах импеданса на переключаемых конденсаторах методом связанных резонансных контуров для блока обнаружителя сигнала настройки приемника;

3) анализ влияния параметров элементов схемы на характеристики разработанного фильтра;

4) моделирование разработанного фильтра в программном пакете CADENCE.

Схема разработанного фильтра изображена на рис. 1, где имитаторы импедансов представлены как двухполюсники. Четырехфазный имитатор индуктивного импеданса приведен на рис. 2 [3]. Фазы, соответствующие замыканию ключей, показаны на рис. 2 цифрами 1,2,3,4. Метод связанных резонансных контуров позволяет избежать включения в структуру ПФ незаземленных индуктивностей в продольных ветвях фильтра и, следовательно, уменьшить количество активных элементов и снизить потребляемую мощность [4].

Основной идеей реализованной методики моделирования является переход от решения дифференциальных уравнений во временной области к решению алгебраических уравнений в частотной области. В каждой фазе схема описывается соответствующей системой уравнений. Для формирования математической модели схемы использован модифицированный метод узловых потенциалов, что исключает необходимость дополнительных преобразований схемы при формировании системы уравнений.

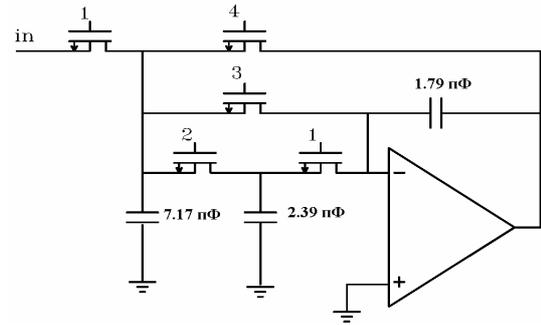
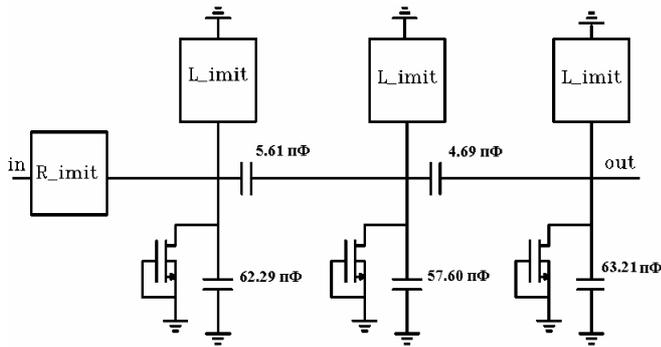


Рис. 1. Структура разработанного ПФ 6-го порядка. Рис. 2. Имитатор индуктивного импеданса.

На рис. 3 изображены амплитудно-частотные характеристики синтезированного SC-фильтра, одна из которых построена с использованием развитой методики моделирования, учитывающей внутренние сопротивления ключей и частотные свойства операционных усилителей (ОУ), а другая - в пакете CADENCE при моделировании на транзисторном уровне. Разница между результатами в полосе пропускания составляет не более 0.5 дБ, однако время моделирования с использованием предложенной методики примерно в 15 раз меньше и составляет не более 15 минут при тактовой частоте компьютера 433 МГц.

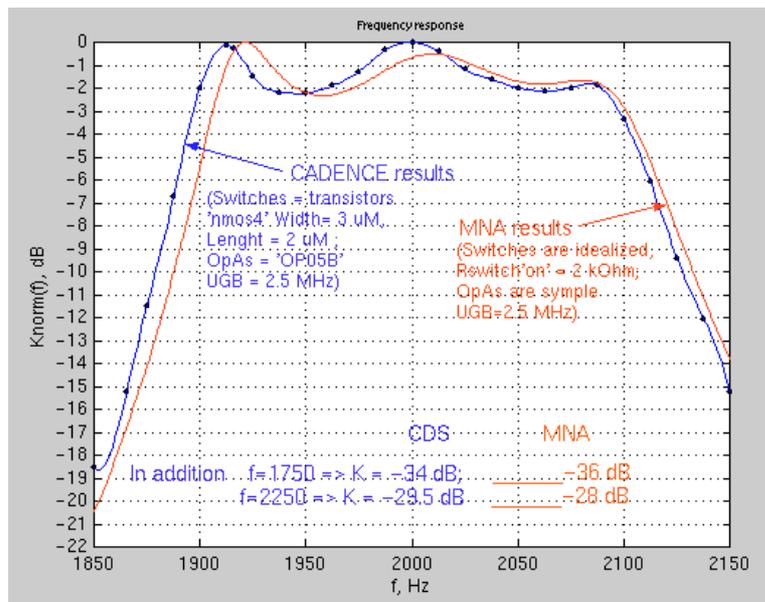


Рис. 3. АЧХ синтезированного ПФ.

Основные результаты работы таковы.

1) Синтезирован ПФ шестого порядка Чебышева для приемника системы коррекции слуха со следующими параметрами: средняя частота 2 кГц, неравномерность в полосе пропускания не более 2 дБ. Схема содержит три ОУ при суммарной емкости 0.23 нФ. Тактовая частота составляет 20 кГц. По сравнению с известными двухфазными реализациями, содержащими 6 ОУ, выигрыш по мощности потребления составляет 2 раза.

2) Развита методика моделирования SC-схем с учетом резистивных составляющих схемы и частотных свойств ОУ, в том числе площади усиления. Показано, что при сопротивлении ключей не более 10 кОм и площади усиления ОУ не менее 1.5 МГц, отличие реальной АЧХ фильтра от идеализированной составит не более 1 дБ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. W. A. Serdijn, et al. "A Low-Voltage Low-Power Fully-Integratable Front-End for Hearing Instruments", IEEE Trans. Circuits and Syst., Pt.I, vol. 42, No. 11, November 1995, pp. 920-932.
2. A. Deiss, D. Pfaff, Q. Huang, "A 200-MHz sub-mA RF front End for Wireless Hearing Aid Applications", IEEE J. Solid-State Circuits, vol. 35, No. 7, July 2000, pp. 977-986.
3. Nossek J. A., Temes G. C. "Switched-capacitor filter design using bilinear element modeling", IEEE Trans. Circuits and Syst., vol. CAS-27, No. 6, June 1980, pp. 481-491.
4. A.S. Korotkov, "Microelectronic Analog Filters for Communication Systems", in Proc. MELECON'98, Tel-Aviv, May 1998, pp. 554-557.