

2. *Радзиевский В. Г., Сирота А. А.* Теоретические основы радиоэлектронной разведки. – М.: Радиотехника, 2004.
3. Полупроводниковые приборы. СВЧ диоды. Справочник/ Под ред. Б.А. Наливайко. -Томск, МГП "РАСКО", 1992.
4. *Вольфовский Б.Н., Короткий В.А.* Вопросы специальной радиоэлектроники/ Серия ОВР. 2001. №1. С. 83.
5. *Клименков А.С., Прокудин В.В., Шурховецкий А.Н.* Вопросы специальной радиоэлектроники / Серия ОВР. 2003. №1. С. 92.

УДК 621.397.132

**А.Е. Амплиев**

### **ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ФИЛЬТРОВ ПАКЕТИРОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

У российских кабельных операторов есть две проблемы – несанкционированные подключения и сбор абонентской платы. Из-за бедственного финансового положения большинства таких операторов, а отчасти из-за слабой осведомленности, решение этих проблем обеспечивается мероприятиями, так сказать, организационными. Специальный персонал периодически обходит дома и отключает самовольно подключившихся абонентов. Со сбором абонентской платы дело обстоит сложнее. Чаще всего ее собирают доверенные лица оператора из числа самих абонентов – старшие по подъездам. Иногда для этого выделяется штатная единица в самой кабельной компании. Неудобства обоих способов вряд ли надо комментировать.

При любом способе сбора абонентской платы оператор, зачастую, не имеет возможности разделить плату за разные каналы – абонент получает либо все, либо ничего. Очевидно, что телезрителям со скромным достатком целесообразно было бы предлагать базовый пакет из каналов ОРТ, РТР и других, которые достаются самому оператору сравнительно дешево. Состоятельным же подписчикам можно было бы предлагать более широкий набор, включающий «экзотические» Eurosport, Discovery Channel и т.п. Если бы такая возможность существовала, и базовые, и дополнительные каналы продавались бы лучше.

Решение перечисленных проблем может быть обеспечено техническими средствами – системами условного доступа, или, попросту, системами кодирования (скремблирования). В нашей стране такие системы с большим или меньшим успехом используются и, более того, производятся. Однако стоимость этих систем остается все еще неприемлемой для широкого внедрения.

В системах платного кабельного телевидения кодирование как таковое может не использоваться вовсе. Чаще всего используются фильтры, которые просто подавляют сигнал в определенном диапазоне частот, отведенном для платных каналов или разделяющих пакеты каналов с различной абонентской платой. Такие фильтры получили название "отрицательных" (negative traps), поскольку они удаляют сигнал, если просмотр не оплачен. Такие системы эффективны, если сами фильтры устанавливаются вне жилища абонента. Если технический персонал, осматривая систему, обнаруживает, что фильтр самовольно отключен или поврежден, кабельная компания имеет все основания оштрафовать пирата.

Описанные выше технологии имеют ряд неоспоримых преимуществ. Прежде всего, это очень низкая стоимость оборудования. Кроме того, такие системы обеспечивают высокое качество изображения, так как собственно сигнал не подвергается никаким преобразованиям вообще. Недостатки налицо – в таких системах

невозможно организовать платный просмотр отдельных передач (Pay-Per-View), кроме того, чтобы подключить или отключить какого-либо подписчика, техник должен каждый раз устанавливать или удалять из абонентского отвода фильтр.

Тем не менее, до настоящего времени, эти технологии применяются наиболее широко. В России довольно много компаний производящих фильтры пакетирования. Среди них можно назвать ООО «Планар» г. Челябинск, ЛЭФ г. Санкт-Петербург, ООО «Фильтр КТВ» г. Таганрог.

Ни для кого не секрет, что существует довольно большое количество справочников по расчету фильтров с методиками расчета и оптимизации. Также существует большое количество программного обеспечения для ПЭВМ, облегчающего этот труд. Кроме того, при помощи компьютера можно довольно точно смоделировать фильтр, просмотреть его амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) и подобрать элементы, лежащие в стандартизованных рядах номиналов.

Однако, переходя к практической реализации устройства, нередко возникает значительное несоответствие реальной АЧХ и «красивой» расчетной. Несоответствие может доходить до того, что схему приходится пересчитывать снова, закладывая изменения в исходные данные. Связано это не только с неидеальностью используемых элементов, но и с очень большим количеством паразитных параметров реального устройства, которые практически невозможно учесть при моделировании. К таковым, кроме добротности элементов и допустимого отклонения номинальных значений, можно отнести конструкционные реализации корпуса фильтра, самого фильтра, паразитные связи между элементами, конечную длину выводов элементов, места подключения элементов. Оказывает влияние даже вид и тип применяемых разъемов, а также квалификация монтажника.

Все эти проблемы довольно успешно объясняет теоретическая электродинамика в совокупности с теорией распространения радиоволн и распределения поверхностных токов. Конечно, надо признать, что человеку, производящему регулировку конкретного фильтра, эти объяснения не окажут сколь-нибудь значимой помощи.

Как правило, несоответствие АЧХ заключается в невозможности обеспечить требуемые:

- полосу пропускания по заданному уровню;
- величину ослабления на границе начала полосы заграждения;
- величину ослабления в полосе заграждения, что выражается не столько нехваткой требуемой величины заграждения, сколько паразитными подъемами АЧХ, выглядящими в виде острых пиков, величина которых довольно велика.

Если с первым и вторым несоответствием удастся справиться увеличением порядка фильтра, то третье может при этой процедуре ухудшить свое значение. Кроме того, не всегда возможно увеличить порядок фильтра из-за ограниченных размеров корпуса и увеличение порядка фильтра может спровоцировать появление дополнительного (а иногда, и не одного) подъема АЧХ свыше заданного уровня.

Как показала практика, наилучшие результаты при реализации, например, фильтров нижних частот (ФНЧ) при отношении граничных частот в пределах (1,04 – 1,07) дают П-образные фильтры 11-го порядка. Классическая схема электрическая принципиальная такого фильтра представлена на рис.1.

Практическая реализация такой схемы возможна на печатной плате с поверхностным, обычным или смешанным монтажом, а также в виде объемного монтажа. При выполнении монтажа на печатной плате могут быть использованы намотанные или печатные катушки индуктивности, корпусные или бескорпусные конденсаторы. Однако, как показала практика, использование печатной платы ухудшает параметры фильтра. В частности, увеличивается неравномерность АЧХ в

полосе пропускания и уменьшается величина ослабления в полосе заграждения, что в подавляющем большинстве случаев оказывается неприемлемым. Значительно улучшить параметры фильтра можно, изготовив его методом объемного монтажа. Стоит заметить, что автоматизировать такой процесс практически невозможно. Переходя к количественной оценке параметров, можно сказать, что фильтр, изготовленный на печатной плате, имеет неравномерность АЧХ в полосе пропускания (1 – 2) дБ, потери на границе полосы пропускания составляют около минус 3 дБ, уровень ослабления в полосе заграждения – минус (30 – 35) дБ. Соответствующие параметры фильтра, изготовленного по технологии объемного монтажа: (0,5 – 1) дБ, минус (1,5 – 2) дБ, минус 48 дБ и более.

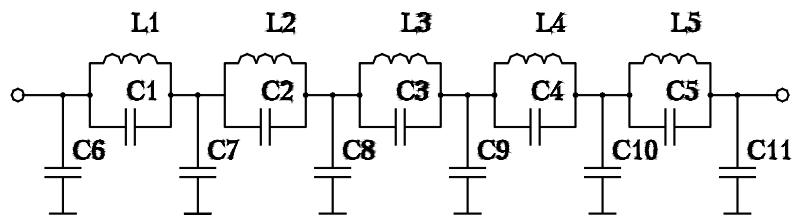


Рис. 1. Принципиальная схема ФНЧ

В диапазоне телевизионных частот, где значения индуктивностей довольно малы, для упрощения настройки возможно применение относительно малых диаметров витков катушек индуктивности (2,5 – 4) мм. Расстояния между соседними катушками выбираются из компромисса между паразитным взаимовлиянием и паразитной индуктивностью соединения соседних контуров. Оптимально значения этого расстояния лежат в пределах (3 – 5) мм. Кроме того катушки целесообразно расположить не в линию, а в шахматном порядке, отвернув оси катушек друг от друга на угол 90 градусов, что дополнительно уменьшает взаимное влияние.

Возможные подъемы АЧХ в полосе заграждения удастся устранить подбором места включения крайних (слева и справа) по схеме конденсаторов и подбором длины их выводов. К сожалению, если первое, хотя и довольно неудобно, реализуемо, то второе – практически невозможно. Или же при монтаже необходимо оставлять выводы не припаянными к корпусу и при регулировке подбирать длину вывода и место его включения, что, несомненно, увеличивает время регулировки, а, кроме того, создает значительные проблемы при укладке в полосу частот. Целесообразнее спроектировать фильтр более низкого порядка (9-го или даже 7-го) и добавить недостающие звенья, несколько видоизмененные и рассчитанные в соответствии с параметрами фильтра. В результате принципиальная схема может выглядеть, как показано на рис.2.

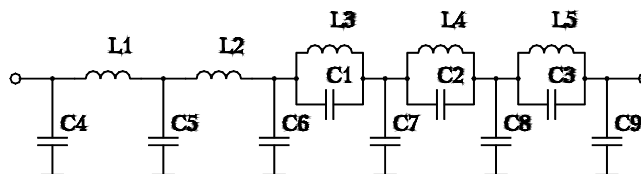


Рис. 2. Видоизмененная принципиальная схема ФНЧ

Как правило, при такой доработке индуктивность катушек L1 и L2 увеличивается. При этом целесообразным оказывается увеличить диаметр витков.

Фильтры верхних частот (ФВЧ) удобно строить по T-образной схеме. В противном случае, хоть и возможно получение более «красивой» АЧХ, более чем в 2 раза увеличивается количество регулировочных элементов. Последнее создает определенные трудности как при изготовлении, так и при регулировке. Катушки индуктивности не стоит располагать вплотную к стенкам корпуса для исключения значительного завала АЧХ в области высоких частот. Устранить его можно включением небольшого (1 – 1,5) пФ конденсатора параллельно одному из последовательных контуров. Место включения подбирается экспериментально.

Таким образом, в статье приводятся рекомендации по практической реализации фильтров пакетирования для систем кабельного телевидения и некоторые нюансы их регулировки.

УДК 621.373.12

**А. В. Авдеев, Д. В. Беляев, С. Э. Додаев, А. Н. Зикий**

#### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА НА ДИОДЕ ГАННА С ВАРАКТОРНОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ ЧАСТОТЫ**

Рассматривается генератор на диоде Ганна. Представлены результаты экспериментального исследования зависимости выходной мощности генератора и частоты генерируемых колебаний от управляющего напряжения на варакторе.

В радиоприёмных устройствах (РПрУ) различного типа, работающих в трёхсантиметровом диапазоне длин волн, обычной практикой является применение генераторов, предназначенных для работы в качестве источников контрольных сигналов или гетеродинов, построенных на основе диодов Ганна. Достоинство таких генераторов в том, что они позволяют получать как простые импульсные сигналы, для чего в тракте формирования сигналов после них ставится амплитудный модулятор, так и ЧМ – сигналы, для чего в состав генератора включается дополнительный элемент — варактор, позволяющий в некоторых пределах перестраивать частоту генератора. Также известно [1, 2], что к характеристикам генераторов контрольных сигналов (ГКС) и гетеродинов, используемых в РПрУ, предъявляются жёсткие требования, поэтому с целью выяснить возможность использования генератора на диоде Ганна (ГДГ) в качестве ГКС и гетеродинов для РПрУ были проведены экспериментальные исследования такого устройства.

Объектом исследования являлся генератор на диоде Ганна трёхсантиметрового диапазона длин волн [3]. Целью исследования являлось получение экспериментальных зависимостей выходной мощности РВЫХ, мВт, и генерируемой частоты fВЫХ, ГГц от управляющего напряжения на варакторе UВАР, В и их дальнейший анализ. Для исследования была выбрана волноводная конструкция генератора на зауженном сечении волновода 23×5 мм. Генераторный диод использовался типа 3А723А, а варакторный — типа 3А610Б; оба элемента размещены в волноводе по осевой линии. В качестве элементов механической настройки генератора в волноводной секции были размещены три винта. Один из них был расположен вблизи закороченной стенки волновода, что позволяло эффективно влиять на частоту настройки генератора, а два других винта были расположены между генераторным диодом и нагрузкой и служили для согласования с нагрузкой. Между фланцем генератора и генераторным диодом располагался плавный переход с зауженного сечения волновода на стандартное 23×10 мм.