

Метод отслеживания огибающей

для снижения
энергопотребления смартфонов

Современные смартфоны и другие интеллектуальные мобильные устройства имеют широкополосные радиоинтерфейсы и используют сложные форматы модуляции сигналов, например OFDM, чтобы передавать данные с высокими скоростями. Для повышения уровня мощности передаваемого модулированного сигнала в мобильных устройствах применяются ВЧ-усилители мощности, которые вносят значительный вклад в энергопотребление и тепловыделение ВЧ-тракта, что существенно влияет на общие рабочие характеристики мобильного устройства.

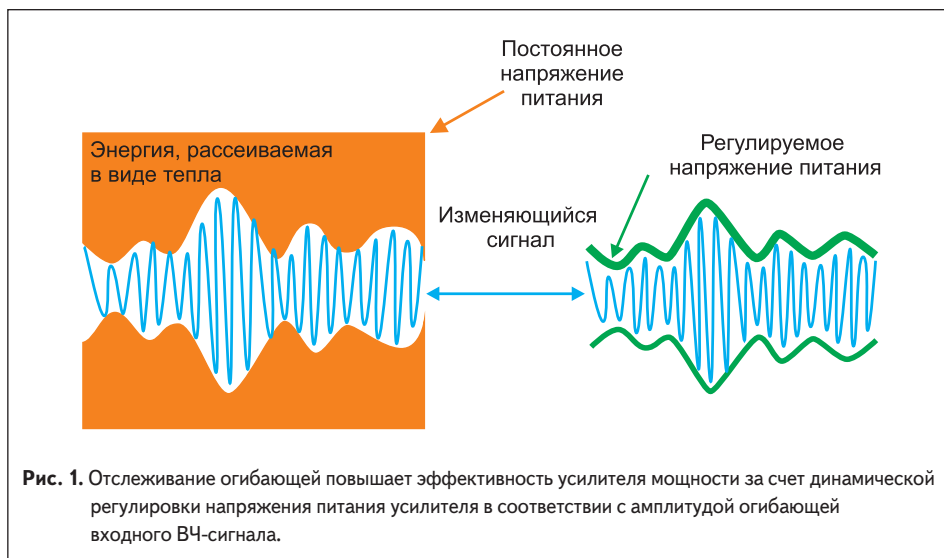
Ян Уитакр (Jan Whitacre)

Как правило, усилители мощности эффективнее работают вблизи от области насыщения, при этом их выходная мощность близка к максимальной. Но такой подход нецелесообразен в устройствах, поддерживающих современные форматы модуляции с высоким отношением пиковой мощности к средней. Дело в том, что для предотвращения компрессии сигнала усилитель мощности должен работать со снижением среднего уровня выходной мощности, что приведет к снижению эффективности усилителя и, следовательно, к уменьшению продолжительности работы мобильного устройства от батареи.

Сравнительно недавно для повышения эффективности работы усилителя мощности и улучшения его характеристик стал применяться метод отслеживания огибающей. Согласно данному методу, напряжение питания усилителя регулируется в зависимости от амплитуды его

входного сигнала. В современных усилителях это позволяет переключаться между режимами работы на высокой и низкой мощности, а не подавать постоянное напряжение питания. Система отслеживания огибающей обеспечивает динамическую регулировку напряжения питания, подаваемого на усилитель мощности, в соответствии с амплитудой огибающей входного ВЧ-сигнала, как показано на рис. 1. При большой амплитуде огибающей входного сигнала напряжение питания увеличивается, а при малой — уменьшается. В результате усилитель работает с оптимальной эффективностью в большей части рабочего диапазона. Повышение эффективности усилителя мощности приводит к увеличению продолжительности работы мобильного устройства от батареи.

Но достичь высоких характеристик не так просто: для этого требуется тщательная разработка и всестороннее тестирование системы отслеживания огибающей. На рис. 2 показана



структурная схема типовой системы отслеживания огибающей. С помощью детектора, формирующего огибающую на основе амплитуды IQ-сигнала, и таблицы форм огибающей определяется напряжение питания, подаваемое на усилитель мощности. Сформированный сигнал огибающей подается на источник питания, чтобы установить значение напряжения питания U_{cc} с учетом изменений входного ВЧ-сигнала. Усилитель мощности выдает усиленный ВЧ-сигнал в соответствии с измененным напряжением питания.

Усилитель мощности с отслеживанием огибающей представляет собой активный трехполюсник. Для его работы необходим маломощный быстродействующий источник питания, работающий как в импульсном, так и в линейном режимах. Кроме того, следует создать и оптимизировать специальную кривую или таблицу преобразования, задающую характеристики системы отслеживания огибающей, что весьма сложно и требует больших затрат времени.

В процессе реализации необходимо тщательно проверить все компоненты системы отслеживания огибающей. Выполняется согласование системы отслеживания огибающей с параметрами антенны и синхронизация огибающей и ВЧ-сигналов с погрешностью не более 1 нс, чтобы предотвратить асимметричную утечку мощности в соседний канал. Результаты измерений линейности помогают оценить общую эффективность работы системы. Кроме того, проверяются неравномерности групповой задержки, приводящие к дополнительному искажению сигнала на выходе усилителя мощности, и паразитные сигналы и шум в цепи питания, также влияющие на этот сигнал.

Для тестирования столь сложной системы отслеживания огибающей инженерам-разработчикам потребуются следующие специальные средства:

- ПО для генерирования точного ВЧ-сигнала с огибающей;
- измерительное оборудование, обеспечивающее синхронизацию с импульсным регулятором источника питания;

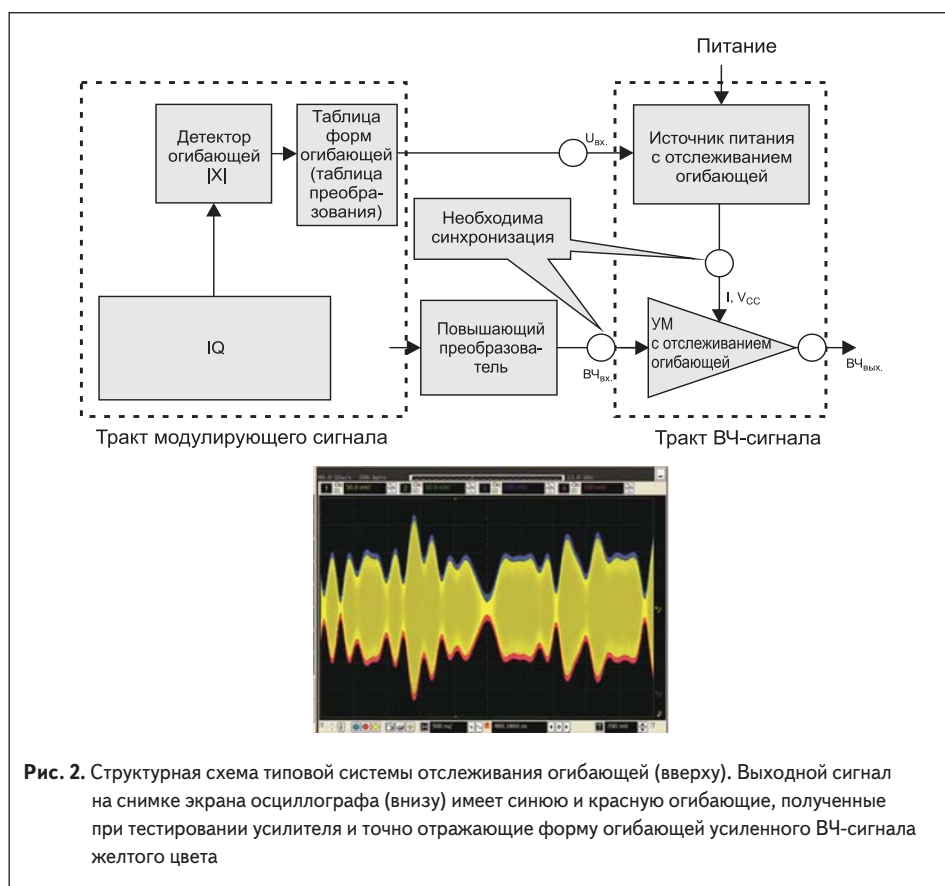


Рис. 2. Структурная схема типовой системы отслеживания огибающей (вверху). Выходной сигнал на снимке экрана осциллографа (внизу) имеет синюю и красную огибающие, полученные при тестировании усилителя и точно отражающие форму огибающей усиленного ВЧ-сигнала желтого цвета

- точная синхронизация ВЧ-сигнала и огибающей в режиме реального времени;
- таблица преобразования, позволяющая выбирать форму огибающей с учетом целей разработки, чтобы повысить эффективность работы, улучшить линейность и расширить рабочую полосу пропускания;
- дифференциальный выход для сигнала огибающей, чтобы улучшить подавление шума;
- гибкое и экономически эффективное тестовое решение, позволяющее инженерам повторно использовать имеющееся оборудование.

В систему тестирования отслеживания огибающей также должны входить среда моделиро-

вания, генератор и анализатор сигналов, ПО для генерации и анализа сигналов и осциллограф. Производитель контрольно-измерительного оборудования Keysight Technologies (бывшее подразделение электронных измерений компании Agilent Technologies) предлагает средства моделирования для разработки и тестирования систем отслеживания огибающей, а также ПО для измерения характеристик и измерительные приборы. Данные решения помогут справиться со всеми проблемами проектирования и измерения характеристик, обеспечивая уменьшение энергопотребления смартфонов и, следовательно, увеличение продолжительности их работы от батареи. ■