

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ВОЛНОВОДА

Ким А. А., Поначевная И. Ф.

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова

При разработке систем, имеющих достаточно протяженные линии распространения оптического или высокочастотного радиоизлучения, часто приходится учитывать фактор временной задержки при прохождении электромагнитного импульса от источника к приемнику. При этом время задержки зависит не только от протяженности линии, но и от свойств тракта (оптического волновода, коаксиального кабеля) и частоты самого излучения. Особенно актуален этот вопрос для систем, строящихся на различных линиях задержки в оптическом и радиочастотном диапазоне.

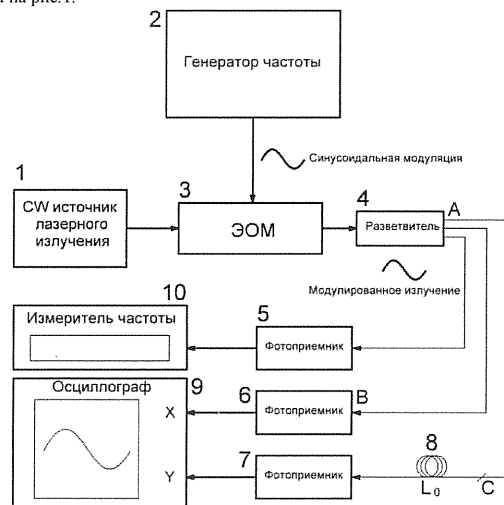
Электромагнитная волна в среде, как известно, распространяется медленнее, чем в вакууме в p раз, где p – абсолютный показатель преломления. В случае оптического волновода (оптического волокна) вводится понятие эффективного показателя преломления N_{eff} , который в некотором смысле эквивалентен p для изотропной среды: он показывает во сколько раз скорость распространения светового импульса в оптическом волокне (для рассматриваемой моды) меньше скорости света в вакууме, однако по своей величине N_{eff} лежит между абсолютными значениями показателя преломления сердцевины волновода n_{core} и подложки n_{clad} . Объяснение этого явления возможно при рассмотрении распространения электромагнитной волны в ограниченном пространстве направляющей среды, однако для описания времени прохождения светового импульса по оптическому волокну длиной L можно пользоваться простым выражением:

$$t = L * N_{eff} / c$$

Данное выражение справедливо и для коаксиальных радиочастотных волноводов с той разницей, что вместо N_{eff} следует использовать некоторый эквивалентный коэффициент. N_{eff} не является константой и зависит как от свойств самого волновода (геометрические размеры, форма, диэлектрическая проницаемость и т.д.), так и от длины волны электромагнитного излучения (хроматическая дисперсия). Это приводит к тому, что:

- при одной и той же длине разные волноводы обладают различным временем задержки;
- разные частоты распространяются с разными скоростями и, соответственно, за разное время.

Рассматриваемый метод позволяет определить N_{eff} оптического волновода для различных длин волн (частот) излучения, однако применим и для радиочастотных коаксиальных кабелей. Схема установки приведена на рис. 1.

Рис.1 Схема установка для измерения N_{eff} оптического волокна

Излучение лазера 1 вводится в оптическое волокно и модулируется по амплитуде гармоническим сигналом частотой f_N с генератора частоты 2 посредством электрооптического модулятора 3, после чего поступает на разветвитель 4. Модулированное излучение лазера поступает на фотоприемники 5, 6 и 7, при этом длины выводов А-В и А-С должны быть одинаковы. Между фотоприемником 7 и выходом С разветвителя включается отрезок исследуемого волокна точно известной длины L_0 . Сигналы фотоприемников 6 и 7 поступают на осциллограф 9, где включаются во взаимно ортогональной развертке, а сигнал фотоприемника 5 заводится на поверенный измеритель частоты 10. Частота f_N выбирается таким образом, чтобы разность фаз сигналов с фотоприемников 6 и 7 была равна πN , где N – целое число больше нуля. При этом в ортогональной развертке каналов осциллографа будет наблюдаться диагональная прямая линия в I и III четвертях при сдвиге фаз $2\pi N$ и во II и IV четвертях при $\pi(2N-1)$. При синфазности и противофазности сигналов N_{eff} легко определяется из простого соотношения:

$$N_{eff} = \frac{Nc}{L_0 * f_N}$$

Как следует из формулы, точность определения N_{eff} зависит от точностей измерения длины эталонного образца волокна, частоты генератора, обнаружения фазы на осциллографе. Все эти параметры могут быть измерены с учетом накопления и статистической обработки достаточно точно. Реальные эксперименты подтвердили работоспособность метода, погрешность определения N_{eff} составила менее 1%.

УДК 004.4'277

АНАЛОГОВЫЙ СИНТЕЗ ЗВУКА И АНАЛОГОВАЯ ОБРАБОТКА ЗВУКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Лосев А. П.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Такое понятие, как синтез звука, не является в современном мире новинкой, так как первые устройства для синтеза звука появились более сотни лет назад. Открытие электричества ознаменовало настоящую революцию во всех сферах человеческой жизни, включая музыку, радиосвязь, радиолокацию, а позже и телевидение. Однако если для телевидения в современном мире цифровое вещание (включая цифровую обработку и синтез звука) стало стандартом, а аналоговое телевидение стало атрибутом прошлого, то в музыкальной сфере до сих пор ценятся аналоговые синтезаторы, преобразующие при помощи осцилляторов электрические сигналы в звуковые волны. А усилительные каскады гитарных усилителей до сих пор строятся на различных типах радиоламп. Почему в наши дни такая сильная разница в способах обработки звукового сигнала? В чём достоинства и недостатки каждого из методов синтеза звука? Попробуем разобраться.

Аналоговый синтез звука появился ещё в конце XIX – начале XX века, однако наибольшее распространение получил в 70-х годах прошлого столетия. Принцип работы аналогового синтезатора заключается в том, что генератором сигнала выступает осциллятор – прибор, генерирующий сигнал с определённой формой волны. Этот сигнал обрабатывается частотными фильтрами, которые оставляют только те частоты, которые требуются. Вместе с обработкой частотными фильтрами сигнал может обогащаться низкими частотами, благодаря дополнительному осциллятору низких частот (LFO). Полученный сигнал поступает на усилительный каскад схемы синтезатора, и, после этого, выводится на динамики для преобразования в звуковую волну. Однако схемы таких синтезаторов построены на компонентах, которые из-за различных действий электрического тока меняют свои характеристики, а со временем приходят в негодность.

Аналоговому синтезу противопоставляют цифровой способ получения звукового сигнала, который получил широкое распространение в 1980-х годах. При таком способе в роли осциллятора выступает цифровой процессор, который, получая код частоты, преобразует его в цифровой сигнал в форме синуса. Далее этот сигнал поступает в ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь) и обрабатывается фильтром низкой частоты. Полученный сигнал выводится на звуковоспроизводящую аппаратуру. При данном виде синтеза параметры элементов всегда остаются стабильными, так как не подвержены тепловому или иному действию электрического тока. Но цифровой синтез имеет множество разновидностей, и нередко его предназначение – имитировать либо аналоговый синтез, либо уже существующие акустические процессы. И именно поэтому в таких случаях выбирают оригинал, а не цифровую копию. Несмотря на это, цифровые технологии развиваются, поэтому не исключено, что в будущем будет выгоднее использовать цифровую эмуляцию естественных акустических процессов.