Компания Harman Becker разработала и протестировала OFDM радио-приемник

Инженеры компании Harman Becker Automotive Systems разрабатывают автомобильные аудио и видео системы нового поколения, использующие технологию OFDM – схему многочастотной модуляции для широкополосной цифровой связи. Их целью является реализация в одном устройстве нескольких стандартов цифрового вещания, таких как Digital Audio Broadcasting (DAB) и Digital Radio Mondiale (DRM).

Радио-навигационное устройство компании Harman Becker.

Они используют инструменты MathWorks для моделирования и симуляции алгоритмов приемного тракта в основной полосе частот, оценки частоты битовых ошибок, верификации исходных проектов и улучшения междисциплинарного взаимодействия команд разработчиков. Ранее, верификация проекта требовала более дорогого и длительного подхода, включающего много программирования на C и создание прототипов на встраиваемом оборудовании. При этом ошибки обнаруживались лишь на поздних стадиях проектирования, если вообще обнаруживались.

«Коэффициент битовых ошибок (BER) является мерой производительности приемника, которая отличает нашу продукцию», - объясняет Аксель Вестенвеллер, старший инженер по обработке сигналов в Harman Becker. «Моделирование, симуляция и верификация наших проектов в Simulink позволяют нам добиться требуемой точности, а быстрая оценка BER системы – принять ключевые проектные решения на очень ранних стадиях.»

Задача

Инженерам нужна эталонная реализация, которая позволит им качественно оценить BER системы до того, как проект будет перенесен на железо.

«Нам нужны инструменты, которые позволят как можно раньше выполнить симуляцию системы и определить коэффициент битовых ошибок, чтобы мы могли понять какие виды ошибок мы должны устранить в аппаратной реализации, а какие можно скорректировать с помощью цифровых алгоритмов», - отмечает Вестенвеллер.

Harman Becker также требовалось проверить характеристики системы, использующей арифметику с фиксированной точкой из стандартной библиотеки функций на C, которые численно эквивалентны инструкциям компилятора для целевого сигнального процессора.

Решение

Используя MATLAB, Simulink и Communications System Toolbox в качестве среды для интеграции и верификации проекта, инженеры Harman Becker создали модель, выполнили симуляции, отобразили характеристики и верифицировали реализацию стандартов цифрового радиовещания в основной полосе частот. Симуляции в Simulink позволили им проверить проект на каждом этапе и быстро оценить эксплуатационные характеристики, такие как сигнальные созвездия и спектральные плотности мощности сигнала.

Команда разделила задачу на части, куда вошли канальное кодирование и декодирование, модуляция и демодуляция OFDM сигналов, канал распространения с замираниями и аппаратные искажения РЧ сигнала, такие как термический и фазовый шум. Они использовали Simulink для разработки моделей алгоритмов обработки сигналов в основной полосе частот в арифметике с плавающей точкой, которые включали схему канального декодирования Виттерби из Communications System Toolbox.

Задача

Разработать цифровой OFDM радио-приемник в соответствии со стандартом.

Решение

Применение инструментов MathWorks для Модельно-Ориентированного проектирования при моделировании, симуляции, верификации и оценки характеристик проекта цифрового приемника.

Результаты

- Проект проверен на ранних стадиях проектирования.
- Улучшено взаимодействие между командами.
- Ускорена разработка модели для основной полосы частот.

«Минимальный уровень битовых ошибок выгодно отличает продукцию Harman Becker от его конкурентов. Модельно-Ориентированное проектирование с инструментами MathWorks позволяет нам оценить эту ключевую для наших проектов характеристику на месяцы, если не годы, быстрее, чем это было возможно ранее.»
Axel Westenweller, Harman Becker Automotive Systems

Стандарт DAB требует относительной квадратурной фазовой манипуляции (DQPSK), включая частотное перемежение. Чтобы удовлетворить это требование, инженеры Harman Becker создали настраиваемый блок в MATLAB, который затем подключили к модели Simulink с помощью MATLAB S-функции. Команда записала реальный оцифрованный сигнал на промежуточной частоте, поступающий с микросхемы радиочастотного тракта. Они использовали эти данные в качестве входа для модели Simulink при проверке демодуляции OFDM символов и канального декодирования, сравнивая результаты симуляции с исходными переданными данными.

С помощью Simulink они сымитировали влияние фазового шума. Коэффициент битовых ошибок анализировался с помощью инструмента BERtool из Communications System Toolbox. Используя модель Simulink в качестве эталонной реализации проекта, инженеры Harman Becker верифицировали функционал проекта в арифметике с плавающей точкой, перед тем, как заменить блоки Simulink эквивалентными S-функциями, написанными на C в арифметике с фиксированной точкой. Затем была проверена реализация проекта на процессоре TI C6000, которая с точностью до бита совпала с моделью.

Команда использовала каналы с замираниями Релея и Райса из Communications System Toolbox для имитации явлений, возникающих в реальных системах связи, включая многолучевое распространение и эффект Доплера.

Команды разработчиков радио-электронной аппаратуры (РЭА) и цифровых алгоритмов совместно работали над параметризацией этой модели, чтобы она соответствовала характеристикам реального радиочастотного тракта. В конце реализация проекта в арифметике с фиксированной точкой была перенесена на целевую платформу.

Результаты

- **Ранняя верификация проекта.** Simulink позволил инженерам Harman Becker тщательно проверить их проект на начальных стадиях процесса разработки, исключая необходимость переделок и дорогостоящих проблем на выходе. «Работая над схожими проектами ранее без инструментов MathWorks, у нас уходило 3-4 инженеро-года прежде, чем мы могли бы выполнить тестирование системы на коэффициент битовых ошибок», - говорит Вестенвеллер. «С MathWorks мы же сократили это время как минимум на 75%.»
- **Улучшение взаимодействия между командами.** «Для нашей компании очень важно иметь исполняемую спецификацию системы, с которой были бы согласны все инженерные отделы», - говорит Вестенвеллер. «Наши разработчики РЭА и команды, занимающиеся цифровыми алгоритмами, могли использовать MATLAB и Simulink в качестве общего языка.»
- **Ускорение разработки модели для основной полосы частот.** «Для нас ключевым преимуществом использования Simulink и Communications System Toolbox была возможность очень быстро составить модель для алгоритмов в основной полосе частот, используя имеющиеся блоки и добавляя детализацию по мере необходимости», - говорит Вестенвеллер. «Без инструментов MathWorks мы бы потратили намного больше времени и сил, создавая эти блоки на C вместо того, чтобы исследовать и проверять различные варианты проекта.»

Индустрия
- Связь

Области применения
- Системы связи

Продукты
- MATLAB
- Simulink
- Communications System Toolbox

Официальный сайт:
www.mybecker.com

Дополнительная информация и контакты

Информация о продуктах
matlab.ru/products

Пробная версия
matlab.ru/trial

Запрос цены
matlab.ru/price

Техническая поддержка
matlab.ru/support

Тренинги
matlab.ru/training

Контакты
matlab.ru
E-mail: matlab@sl-matlab.ru
Тел.: +7 (495) 232-00-23, **доб.** 0609
Адрес: 115114 Москва,
Дербеневская наб., д. 7, стр. 8