

## AT4 wireless, LTE 물리 계층 테스트 장비 설계에 대한 내부 테스트 커버리지 90% 이상으로 증가



AT4 wireless LTE 계층 1 테스트

UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 차세대 무선 통신 기술인 LTE(Long Term Evolution)는 높은 처리량, 짧은 대기 시간, 향상된 스펙트럼 효율을 보장합니다.

스페인 말라가에 본사를 둔 AT4 wireless는 LTE 핸드셋을 설계하고 제작하는 제조업체를 위한 테스트 시스템을 개발하고 있습니다. 이러한 테스트 시스템은 LTE 셀룰러 네트워크상에서 기지국을 에뮬레이션하여 AT4 wireless 고객이 사용자 장비의 LTE 적합성을 테스트할 수 있게 합니다.

AT4 wireless는 MATLAB® 및 Simulink®를 활용하여 LTE 테스트 시스템의 물리 계층을 위한 전체 참조 모델을 구축했습니다.

AT4 wireless의 FPGA 설계자인 프란시스코 하비에르 캄포스 씨는 “우리는 Simulink 모델을 프로젝트의 수명 주기 동안 테스트 하네스로 재사용하여 FPGA Cosimulation 및 HIL(Hardware-in-the-Loop) 테스트를 위한 테스트 포인트를 생성했습니다. 이러한 접근법으로 하드웨어 구현을 검증할 수 있었으며 테스트 커버리지를 개선하고 수동 이던 테스트 절차를 자동화할 수 있게 되었습니다.” 라고 설명합니다.

### 과제

AT4 wireless의 물리 엔지니어인 마르코 파우시니 씨는 “우리의 주요 목표 중 하나는 테스트 커버리지를 개선하는 것이었습니다.” 라고 말합니다. 유사한 이전 프로젝트에서 AT4 wireless의 엔지니어들은 구현을 검증하기 위해 시간이 오래 걸리는 수동 테스트에 의지했으므로 설계의 모든 측면을 테스트하기가 어려웠습니다. 표준을 구현한 참조 모델이 없었기 때문에 테스트 팀은 통합 테스트 전까지 오류를 발견하지 못하는 경우가 자주 있었습니다.

AT4 wireless는 LTE 표준에 대한 보다 깊은 이해를 돕고 전체 시스템뿐 아니라 개별 구성요소에 대해서도 테스트 벡터를 재사용할 수 있도록 정밀하게 기록된 테스트 절차를 지원하는 모델을 원했습니다.

LTE 물리 계층을 FPGA로 구현하면 테스트 장비에서 테스트 데이터를 실시간으로 얻을 수 있습니다.

### 솔루션

AT4 wireless 엔지니어들은 MATLAB 및 Simulink를 사용하여 LTE 물리 계층 구현을 모델링하여 시뮬레이션과 검증을 거쳤습니다.

엔지니어들은 개발을 시작하기에 앞서 2개의 MathWorks 교육 과정, 즉 신호 처리에 대한 과정(2일)과 통신 시스템에 대한 과정(1일)을 이수했습니다.

엔지니어들은 MATLAB과 Signal Processing Toolbox™ 및 Communications System Toolbox™에 통합된 기능을 이용하여 최초 버전의 알고리즘을 생성했습니다. 또한 컨볼루션 인코더, 비터비 디코더 그리고 LTE 물리 계층의 트랜스포트 채널 및 물리 채널의 기타 블록을 개발했습니다.

이들은 MATLAB 기반 알고리즘을 Simulink로 통합한 후 송신기, 수신기, 채널이 포함된 전체 전달 체인을 Simulink 내에 어셈블하고 프레임 기반 시뮬레이션을 실행하여 설계가 LTE 요구사항에 적합한지 검증했습니다. AT4 wireless 엔지니어는 다운링크 구성요소의 bit-true 시뮬레이션을 활성화하기 위해 Fixed-Point Toolbox™를 사용하여 부동 소수점 모델을 고정 소수점으로 변환했습니다.

### 과제

LTE 무선 장비를 위한 테스트 시스템 개발

### 솔루션

MATLAB 및 Simulink를 사용하여 LTE 물리 계층을 설계 및 시뮬레이션하고 FPGA 구현을 검증한 후 테스트 결과 분석

### 결과

- 내부 테스트 커버리지를 90% 이상 수준까지 향상
- 프로젝트 수명 주기 동안 테스트 하네스 재사용
- 개발 노력 25-30% 감소

“MATLAB은 팀원들 간에 알고리즘과 테스트 결과를 쉽게 교환할 수 있게 해주는 보편적인 언어입니다. 우리는 MATLAB 및 Simulink의 물리 계층 모델 덕분에 LTE 요구사항을 더욱 잘 이해했으며 모델 기반 설계를 통해 FPGA 구현이 이러한 요구사항에 적합하지 검증할 수 있었습니다.” — 프란시스코 하비에르 캄포스(FRANSISCO JAVIER CAMPOS), AT4 WIRELESS

엔지니어들은 이러한 참조 모델을 사용하여 개별 블록뿐 아니라 전체 송신 블록 및 수신 블록에 대한 입력 테스트 벡터를 생성하고, 각 경우에서 시뮬레이션 결과를 사용하여 일련의 대응 출력 벡터를 생성했습니다. 또한 이러한 입력 및 출력 벡터를 사용하여 구현 모델과 최종 FPGA 구현을 검증했습니다.

AT4 wireless 테스트 시스템에서 하드웨어의 출력 신호는 AD 변환기를 통과하며 그 결과는 오프라인 처리를 위해 저장됩니다. AT4 wireless 엔지니어들은 이러한 테스트 데이터를 활용한 Equalization 및 Channel Estimation을 측정하기 위한 데이터 분석 알고리즘을 MATLAB에서 개발했습니다.

데이터 처리를 위해 AT4 wireless는 테스트 시스템에 추가 기능으로서 테스트 소프트웨어를 제공합니다. MATLAB 알고리즘을 MATLAB Compiler™를 사용하여 소프트웨어로 통합함으로써 코드를 DLL로 바꿉니다.

AT4 wireless는 LTE 물리 계층 구현과 테스트 소프트웨어의 초기 버전을 완성했습니다. 현재 이 기술을 다수의 LTE 테스트 제품에 적용하는 작업을 하고 있습니다.

## 결과

**내부 테스트 커버리지가 90% 이상 수준까지 향상되었습니다.** 캄포스 씨는 “수동 테스트에 시간이 너무 오래 걸려서 원하는 테스트를 모두 완료하지는 못했습니다. 우리는 설계 전반에서 Simulink 기반 테스트 벤치를 재사용하여 더 많은 단계를 자동화하고 이전의 4배에 해당하는 90% 이상의 테스트 커버리지를 달성했습니다.” 라고 말합니다.

**프로젝트 수명 주기 동안 테스트 하네스를 재사용했습니다.** 캄포스 씨는 “MATLAB 모델을 사용하여 생성한 테스트 포인트는 FPGA의 하드웨어 Cosimulation을 위한 입력뿐이었습니다. 동일한 테스트 벡터와 테스트 하네스를 사용하기 때문에 FPGA와 모델이 동일하게 작동할 것이라고 거의 100% 확신할 수 있습니다.” 라고 말합니다.

**개발 노력이 25-30% 감소되었습니다.** 포시니 씨는 “복잡하고 정교한 동작으로 이루어진 연결구성을 디버깅 하는 것은 결코 쉽지 않습니다. 이제 우리는 Simulink 모델 내 각 블록의 입력 및 출력을 추출하고 이러한 출력을 테스트 결과와 비교하여 구현 문제를 신속하게 분리할 수 있습니다. 각 반복이 훨씬 빨라졌고 전체 개발 노력이 25-30% 정도 줄어들었습니다.” 라고 언급합니다.

## 산업

- 통신

## 적용 분야

- 데이터 분석
- 시스템 설계 및 시뮬레이션
- 확인, 검증 및 테스트
- 통신 시스템

## 사용 제품

- MATLAB®
- Simulink®
- Communications System Toolbox™
- Fixed-Point Toolbox™
- MATLAB Compiler™
- Signal Processing Toolbox™

**AT4에 대한 자세한 내용은 다음 웹 사이트를 참조하십시오.**

[www.at4wireless.com](http://www.at4wireless.com)