



# Máster de Tecnologías de Telecomunicación

## Trabajo Fin de Máster

### Desarrollo de un entorno de verificación funcional basado en UVM Express para una NoC 2x2

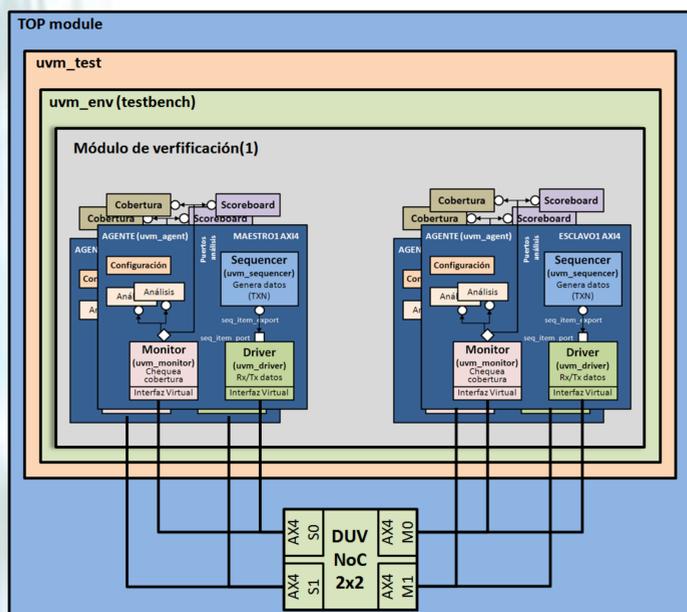
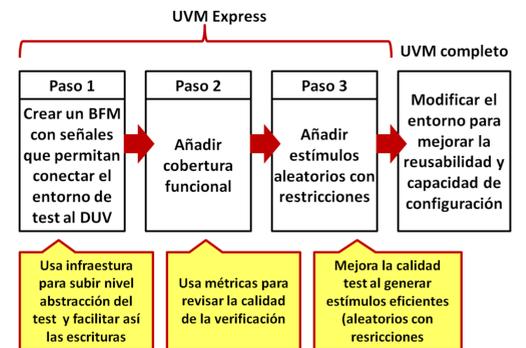
D. Edgar Domínguez Quintana

Dr. D. Félix B. Tobajas Guerrero - Dr. D. Valentín de Armas Sosa

Diciembre 2013

#### Resumen

- Este TFM aborda la implementación de un entorno de verificación funcional para interfaces de comunicaciones compatibles con el estándar de interconexión de ARM, AMBA AXI4. Su desarrollo se ha basado en la metodología UVM (*Universal Verification Methodology*) Express y se ha ejecutado sobre la plataforma QuestaSim de Mentor Graphics. Una vez implementado, se ha utilizado para verificar mediante simulación el comportamiento de una *Network on Chip* (NoC) 2x2 de Arteris con interfaces AMBA AXI4.
- Palabras clave:** Test, UVM, BFM, monitor, driver, sequencer, transacción, secuencia, scoreboard.



#### Implementación

Para poder desarrollar el entorno, inicialmente se ha estudiado la metodología UVM Express, el estándar de AMBA AXI3 y SystemVerilog, el simulador de QuestaSim, y algunos conceptos de la tecnología NoC. Luego, tras asimilar los conocimientos requeridos, se han desarrollado los componentes de entorno según el orden indicado por UVM Express, esto es, primero los BFM, luego los monitores y los estímulos aleatorios creados a partir de transacciones, secuencias, drivers y sequencers, y finalmente los elementos de análisis como módulos de cobertura y scoreboard.

El entorno implementado se basa en la arquitectura de test típica de UVM. Como los canales AMBA AXI son concurrentes, se creó una librería de secuencias que permite ejecutar secuencial o concurrentemente las tareas del BFM. Dichas secuencias son directamente ejecutadas por un único driver que controla los cinco canales AMBA AXI.

En cuanto a los monitores, estos sólo detectan e informan del comienzo y fin de cada transacción (incluyendo sus fases) al módulo de cobertura y al scoreboard. Por su parte, el scoreboard se encarga de almacenar esta información para determinar por comparación y al final de la simulación, si las transacciones se han procesado correctamente.

#### SIMULACIÓN Y RESULTADOS

Las simulaciones realizadas demuestran que la NoC es compatible con AMBA AXI4, pero sin soportar:

- Transacciones de más de 256 bytes, ni tamaños de transferencias distintas de 4 bytes (y por tanto no soporta transacciones angostas).
- Ráfagas *FIXED*, *RESERVED* y *WRAP*.
- Acceso exclusivo/ bloqueante (restricción AMBA AXI4), ni control de cache y permisos de acceso.
- Calidad de servicio, ni regiones y señales de usuario (*AXQOS*, *AXREGION*, *AXUSER*, *XUSER* y *BUSER*).

Además no permite asociar ID a las transacciones por lo que no soporta AMBA AXI3, ni *Write Data Interleaving*.

#### CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El entorno desarrollado es aplicable a cualquier DUV con interfaces AMBA AXI4, Entre las contribuciones más relevantes, destacan la librería de secuencias desarrollada que permite estimular concurrentemente los canales AMBA AXI, la auto verificación que realiza el scoreboard de las transacciones y sus fases, y la visualización jerárquica de transacciones que es la contribución más conspicua por mejorar la capacidad de detectar particularidades y anomalías en los DUVs.

Además, el entorno permite aumentar con relativa sencillez su funcionalidad para soportar:

- AMBA AXI3 y un verificador de protocolos de AMBA AXI3/4.
- Transacciones fuera de orden, pipeline y una estimulación independiente de cada canal AMBA AXI.
- Invocar secuencias desde línea de comandos o leerlas desde ficheros,
- Otros protocolos mediante la incorporación de nuevos BFM.

