

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Área Académica Ingeniería en Computadores

II Semestre 2023

CE 4302 — Arquitectura de Computadores II

Proyecto I

Propuesta 2 (SW \$ Coherence modelling and evaluation)

Plan de pruebas y cobertura de funcionalidades

Estudiante:

Karla Rivera Sánchez (2016100425)

Cristian Marín Murillo (2016134345)

Emily Sancho Murillo (2014069717)

Cristhofer Azofeifa Ureña (2017100164)

Profesor:

Ronald García Fernández

Fecha de entrega:

Viernes 06 de octubre del 2023

Se han implementado una serie de pruebas, tanto unitarias como pruebas más sencillas, para evaluar el correcto funcionamiento de los principales componentes del backend. A continuación, se presenta una descripción de las pruebas realizadas para cada componente y los resultados que se obtuvieron.

Memoria principal:

Se realizan escrituras en memoria con distintos valores de *data* y *address* para evaluar el funcionamiento del método de *write()*, además es con el método de *print()* que se puede obtener en consola el resultado con todos los datos que se ingresaron.

Para evaluar el método de *read()* se decide leer en valores donde se ingresaron datos anteriormente y en otros address donde están vacíos.

Las pruebas fueron satisfactorias y la carga y lectura de datos a memoria se hacen correctamente.

PE:

Para corroborar el funcionamiento de los PE, se parte por generar el conjunto de instrucciones aleatorias que contiene cada PE. Se comprueba que efectivamente contenga al menos 1 vez cada una de las operaciones disponibles: *read*, *write*, *increment*.

Además, se crean distintos paquetes, una estructura usada para enviar la información necesaria para cada uno de los request de cada PE por medio del bus.

Protocolos:

Para cada protocolo, se evaluaron más de 20 pruebas unitarias con casos básicos y críticos para determinar el funcionamiento de cada protocolo ante distintos escenarios. A continuación se presenta una descripción de cada prueba que se realizó.

Casos de pruebas para el protocolo MESI:

1. Escritura en dirección 04 cuando la dirección no existe en ninguna caché
 - a. Caché de PE1: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
2. Escritura en dirección 04 cuando la dirección ya existe en mi caché local y estado es M.
 - a. Caché de PE3: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE3 Posee el último valor de la dirección, vuelve a escribir en la misma dirección y mantiene el estado M.

3. Escritura en dirección, cuando la dirección existe en local y estado E.
 - a. Caché de PE3: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Inicialmente vacío, genera write back para almacenar el valor en PE3 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado E e invalida el estado S del PE3
 - c. Caché de PE3: Inicialmente Exclusivo, escribe en caché local y pasa al estado Modificado.
4. Escritura en dirección, cuando la dirección existe en local y estado S.
 - a. Caché de PE3: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Inicialmente vacío, genera lectura de la dirección y esto genera un WriteBack del valor en PE3 a memoria y pasa el estado de PE3 a S y pasa también el estado del PE2 a S.
 - c. Caché de PE3: Inicialmente compartido, genera write Through, pasando al estado E e invalida el estados S del PE2.
5. Escritura en dirección, cuando la dirección existe en local y estado I.
 - a. Caché de PE3: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Inicialmente vacío, genera write back para almacenar el valor en PE3 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado E e invalida el estados S del PE3
 - c. Caché de PE3: Inicialmente invalido, genera write back de PE2 para almacenar el valor en PE2 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado E e invalida el estados S del PE2.
6. Escritura en dirección cuando la dirección no existe en el local, pero sí en caché externo con estado M.
 - a. Caché de PE3: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es la caché local, Inicialmente vacía, genera write back para almacenar el valor en PE3 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado E e invalida el estado S del PE3.
7. Escritura en dirección cuando la dirección no existe en el local, pero sí en caché externo con estado E.
 - a. Caché de PE3: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché external, Inicialmente vacía, genera write back para almacenar el valor en PE3 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado E e invalida el estado S del PE3.
 - c. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, genera write back para almacenar el valor en PE2 en memoria y pasa el estado a S.

Luego hace write Through, pasando al estado E e invalida el estado S del PE2.

8. Escritura en dirección cuando la dirección no existe en el local, pero sí en caché externo con estado S.
 - a. Caché de PE3: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, Inicialmente vacía, genera un read de la dirección, lo que genera un writeback para almacenar el valor en PE3 en memoria y pasa el estado a S. Luego lee el valor en memoria y el PE2 pasa a estado S.
 - c. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, consulta el estado de las caches externas y obtiene un share. Luego lectura del valor almacena en memoria y asigna el estado del PE1 en S.
9. Escritura en dirección cuando la dirección no existe en el local y la caché local esté llena.
 - a. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, luego se escribe el primer entry para la dirección 1 y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE1: Escribe el segundo entry para la dirección 2 y pasa a estado M.
 - c. Caché de PE1: Escribe el tercer entry para la dirección 3 y pasa a estado M.
 - d. Caché de PE1: Escribe el cuarto entry para la dirección 4 y pasa a estado M.
 - e. Caché de PE1: Como la memoria caché está llena, debe llamar a la política de reemplazo para mover las entradas hacia arriba y escribir la nueva entrada para la dirección 5 en el cuarto entry del caché local, y pasa al estado M.
10. Escritura en dirección cuando no existe en local, la caché local está llena y el entry por reemplazar estaba en estado S junto con caché externa.
 - a. Caché 1: Inicialmente se escriben en los 4 entrys posibles. Luego, se escribe en una nueva dirección y reemplaza a lo que ya estaba almacenado en su primer entry, el entry e1 pasa a estado de M y ya no S con caché 2.
 - b. Caché 2: Se lee en la dirección 08 que coincide con la dirección del primer entry del caché 1 por lo que queda en estado de S.
11. Lectura de la dirección cuando la dirección no está en caché local, pero sí en un caché externo.
 - a. Caché 1: Escribe en dirección 04 el valor de 78.
 - b. Caché 2: Leo el valor de la dirección de 04 y pasa a S junto con caché 1.
 - c. Memory: Se escribe 78 en la dirección 04 al caché 1 hacer un read pues se debe actualizar el valor que caché 1 escribió en su caché.
12. Lectura de la dirección cuando la dirección no está en caché local ni en caché externa.

- a. Memory: Escribo un valor de 120 en dirección 60.
 - b. Cache: Inicialmente vacía, leo en dirección 60 y debe ir a buscarlo a memoria, queda en estado de E.
13. Lectura de la dirección cuando la dirección está en caché local con estado M.
- a. Caché: Escribo un valor de 78 en dirección 52, posteriormente leo en la misma dirección 52, por lo que mantiene el estado de M y el mismo valor de 78.
14. Lectura de la dirección cuando la dirección está en caché local con estado E.
- a. Caché 1: Inicialmente lee en dirección 00 junto con caché 2, quedan en S y al escribir y luego leer en esa misma dirección, queda en E.
 - b. Caché 2: Inicialmente lee en dirección 00 y está en S, se invalida el entry por la escritura y lectura que hace posteriormente el caché 1.
15. Lectura de la dirección cuando la dirección está en caché local con estado S.
- a. Caché 1: Inicialmente lee en dirección 00 junto con caché 2, posteriormente hace una lectura a la misma dirección por lo que mantiene ambos estado y dato.
 - b. Caché 2: Inicialmente lee en dirección 00 y permanece en estado de S.
 - c. Memory: No hay ninguna escritura nueva en ninguna dirección.
16. Lectura de la dirección cuando la dirección está en caché local con estado I.
- a. Caché 1: Inicialmente lee en dirección 00 junto con caché 2, quedan en S. Al escribir y luego leer en esa misma dirección, queda en E y como caché 2 lee posteriormente, quedan en S de nuevo.
 - b. Caché 2: Inicialmente lee en dirección 00 y está en S, se invalida el entry por la escritura y lectura que hace posteriormente el caché 1, leo de nuevo en la dirección y vuelve a S.
 - c. Memory: Se escribe el valor que caché 1 actualizó para invalidar a caché 2.
17. Escribir en una dirección donde en mi caché local lo tengo en estado I y ningún caché externo tiene la dirección.
- a. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, luego se escribe el primer entry para la dirección 1 y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe el primer entry para la dirección 1 y pasa a estado M e invalida el entry del PE1.
 - c. Caché de PE2: Escribe el segundo entry para la dirección 2 y pasa a estado M.
 - d. Caché de PE2: Escribe el tercer entry para la dirección 3 y pasa a estado M.
 - e. Caché de PE2: Escribe el cuarto entry para la dirección 4 y pasa a estado M.
 - f. Caché de PE2: Como la memoria caché está llena, debe llamar a la política de reemplazo para mover las entradas hacia arriba y escribir la

- nueva entrada para la dirección 5 en el cuarto entry del caché local, y pasa al estado M.
- g. Caché de PE1: Es la caché local, la cual tiene el entry inválido, consulta a las demás caches y no encuentra un entry con la dirección por lo que escribe en su caché, luego pasa a estado Modified.
18. Lectura en dirección que existe en la caché local en estado I, ninguna caché externa tiene la dirección
- a. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, luego se escribe el primer entry para la dirección 1 y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe el primer entry para la dirección 1 y pasa a estado M e invalida el entry del PE1.
 - c. Caché de PE2: Escribe el segundo entry para la dirección 2 y pasa a estado M.
 - d. Caché de PE2: Escribe el tercer entry para la dirección 3 y pasa a estado M.
 - e. Caché de PE2: Escribe el cuarto entry para la dirección 4 y pasa a estado M.
 - f. Caché de PE2: Como la memoria caché está llena, debe llamar a la política de reemplazo para mover las entradas hacia arriba y escribir la nueva entrada para la dirección 5 en el cuarto entry del caché local, y pasa al estado M.
 - g. Caché de PE1: Es la caché local, la cual tiene el entry invalido, consulta a las demás caches y no encuentra un entry con la dirección por lo que consulta a memoria y obtiene el dato, luego pasa a estado Exclusivo.
19. Incrementa el valor que ya estaba en mi caché y ninguna caché lo tiene.
- a. Caché 1: Es la caché local, escribe inicialmente un valor de 10 en la dirección 00, se incrementa en 1 el valor que está en esa dirección y paso a M.
20. Incrementa el valor que ya estaba en mi caché y existe en caché externa.
- a. Caché 1: Es la caché local, leo el valor de la dirección 36 al igual que caché 2, queda en S. Luego, incrementa el valor de esa dirección por lo que queda como estado E e invalida la caché 2.
 - b. Cache 2: Es la caché externa, lee en dirección 36 y pasa a estado S, luego de que caché 1 realiza la operación de Increment, pasa a I.

Casos de pruebas para el protocolo MOESI:

1. Escritura en dirección 04 cuando la dirección no existe en ninguna caché
 - a. Caché de PE1: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
2. Escritura en dirección 04 cuando la dirección ya existe en mi caché local y estado es M.

- a. Caché de PE3: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE3 Posee el último valor de la dirección, vuelve a escribir en la misma dirección y mantiene el estado M.
3. Escritura en dirección, cuando la dirección existe en local y estado E.
 - a. Caché de PE3: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Inicialmente vacío, genera write back para almacenar el valor en PE3 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado E e invalida el estado S del PE3
 - c. Caché de PE3: Inicialmente Exclusivo, escribe en caché local y pasa al estado Modificado.
4. Escritura en dirección, cuando la dirección existe en local y estado S.
 - a. Caché de PE3: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Inicialmente vacío, genera lectura de la dirección y esto genera un WriteBack del valor en PE3 a memoria y pasa el estado de PE3 a S y pasa también el estado del PE2 a S.
 - c. Caché de PE3: Inicialmente compartido, genera write Through, pasando al estado M e invalida el estado S del PE2.
5. Escritura en dirección, cuando la dirección existe en local y estado I.
 - a. Caché de PE3: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Inicialmente vacío, genera write back para almacenar el valor en PE3 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado E e invalida el estado S del PE3
 - c. Caché de PE3: Inicialmente invalido, genera write back de PE2 para almacenar el valor en PE2 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado M e invalida el estado S del PE2.
6. Escritura en dirección cuando la dirección no existe en el local, pero sí en caché externo con estado M.
 - a. Caché de PE3: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es la caché local, Inicialmente vacía, genera write back para almacenar el valor en PE3 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado M e invalida el estado S del PE3.
7. Escritura en dirección cuando la dirección no existe en el local, pero sí en caché externo con estado E.
 - a. Caché de PE3: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, Inicialmente vacía, genera write back para almacenar el valor en PE3 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado E e invalida el estado S del PE3.
 - c. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, genera write back para almacenar el valor en PE2 en memoria y pasa el estado a S. Luego hace write Through, pasando al estado M e invalida el estado S del PE2.
8. Escritura en dirección cuando la dirección no existe en el local, pero sí en caché externo con estado S.

- a. Caché de PE3: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, inicialmente vacía, genera un read de la dirección, lo que genera un writeback para almacenar el valor en PE3 en memoria y pasa el estado a S. Luego lee el valor en memoria y el PE2 pasa a estado S.
 - c. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, consulta el estado de las caches externas y obtiene un share. Luego lectura del valor almacena en memoria y asigna el estado del PE1 en M.
9. Escritura en dirección cuando la dirección no existe en el local y la caché local esté llena.
 - a. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, luego se escribe el primer entry para la dirección 1 y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE1: Escribe el segundo entry para la dirección 2 y pasa a estado M.
 - c. Caché de PE1: Escribe el tercer entry para la dirección 3 y pasa a estado M.
 - d. Caché de PE1: Escribe el cuarto entry para la dirección 4 y pasa a estado M.
 - e. Caché de PE1: Como la memoria caché está llena, debe llamar a la política de reemplazo para mover las entradas hacia arriba y escribir la nueva entrada para la dirección 5 en el cuarto entry del caché local, y pasa al estado M.
10. Escritura en dirección cuando no existe en local, la caché local está llena y el entry por reemplazar estaba en estado S junto con caché externa.
 - a. Caché 1: Inicialmente se escriben en los 4 entrys posibles. Luego, se escribe en una nueva dirección y reemplaza a lo que ya estaba almacenado en su primer entry, el entry e1 pasa a estado de M y ya no S con caché 2.
 - b. Caché 2: Se lee en la dirección 08 que coincide con la dirección del primer entry del caché 1 por lo que queda en estado de S.
11. Lectura de la dirección cuando la dirección no está en caché local, pero sí en un caché externo.
 - a. Caché 1: Escribe en dirección 04 el valor de 78.
 - b. Caché 2: Leo el valor de la dirección de 04 y pasa a O junto con caché 1.
 - c. Memory: Se escribe 78 en la dirección 04 al caché 1 hacer un read pues se debe actualizar el valor que caché 1 escribió en su caché.
12. Lectura de la dirección cuando la dirección no está en caché local ni en caché externa.
 - a. Memory: Escribo un valor de 120 en dirección 60.
 - b. Cache: Inicialmente vacía, leo en dirección 60 y debe ir a buscarlo a memoria, queda en estado de E.
13. Lectura de la dirección cuando la dirección está en caché local con estado M.
 - a. Caché: Escribo un valor de 78 en dirección 52, posteriormente leo en la misma dirección 52, por lo que mantiene el estado de M y el mismo valor de 78.
14. Lectura de la dirección cuando la dirección está en caché local con estado E.
 - a. Caché 1: Inicialmente lee en dirección 00 junto con caché 2, quedan en S y al escribir y luego leer en esa misma dirección, queda en M.
 - b. Caché 2: Inicialmente lee en dirección 00 y está en S, se invalida el entry por la escritura y lectura que hace posteriormente el caché 1.

15. Lectura de la dirección cuando la dirección está en caché local con estado S.
 - a. Caché 1: Inicialmente lee en dirección 00 junto con caché 2, posteriormente hace una lectura a la misma dirección por lo que mantiene ambos estado y dato.
 - b. Caché 2: Inicialmente lee en dirección 00 y permanece en estado de S.
 - c. Memory: No hay ninguna escritura nueva en ninguna dirección.
16. Lectura de la dirección cuando la dirección está en caché local con estado I.
 - a. Caché 1: Inicialmente lee en dirección 00 junto con caché 2, quedan en S. Al escribir y luego leer en esa misma dirección, queda en E y como caché 2 lee posteriormente, quedan en S de nuevo.
 - b. Caché 2: Inicialmente lee en dirección 00 y está en S, se invalida el entry por la escritura y lectura que hace posteriormente el caché 1, lee de nuevo en la dirección y vuelve a O.
 - c. Memory: Se escribe el valor que caché 1 actualizó para invalidar a caché 2.
17. Escribir en una dirección donde en mi caché local lo tengo en estado I y ningún caché externo tiene la dirección.
 - a. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, luego se escribe el primer entry para la dirección 1 y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe el primer entry para la dirección 1 y pasa a estado M e invalida el entry del PE1.
 - c. Caché de PE2: Escribe el segundo entry para la dirección 2 y pasa a estado M.
 - d. Caché de PE2: Escribe el tercer entry para la dirección 3 y pasa a estado M.
 - e. Caché de PE2: Escribe el cuarto entry para la dirección 4 y pasa a estado M.
 - f. Caché de PE2: Como la memoria caché está llena, debe llamar a la política de reemplazo para mover las entradas hacia arriba y escribir la nueva entrada para la dirección 5 en el cuarto entry del caché local, y pasa al estado M.
 - g. Caché de PE1: Es la caché local, la cual tiene el entry inválido, consulta a las demás caches y no encuentra un entry con la dirección por lo que escribe en su caché, luego pasa a estado Modified.
18. Lectura en dirección que existe en la caché local en estado I, ninguna caché externa tiene la dirección
 - a. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, luego se escribe el primer entry para la dirección 1 y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe el primer entry para la dirección 1 y pasa a estado M e invalida el entry del PE1.
 - c. Caché de PE2: Escribe el segundo entry para la dirección 2 y pasa a estado M.
 - d. Caché de PE2: Escribe el tercer entry para la dirección 3 y pasa a estado M.
 - e. Caché de PE2: Escribe el cuarto entry para la dirección 4 y pasa a estado M.
 - f. Caché de PE2: Como la memoria caché está llena, debe llamar a la política de reemplazo para mover las entradas hacia arriba y escribir la nueva entrada para la dirección 5 en el cuarto entry del caché local, y pasa al estado M.
 - g. Caché de PE1: Es la caché local, la cual tiene el entry invalido, consulta a las demás caches y no encuentra un entry con la dirección por lo que consulta a memoria y obtiene el dato, luego pasa a estado Exclusivo.

19. Incrementa el valor que ya estaba en mi caché y ninguna caché lo tiene.
 - a. Caché 1: Es la caché local, escribe inicialmente un valor de 10 en la dirección 00, se incrementa en 1 el valor que está en esa dirección y paso a M.
20. Incrementa el valor que ya estaba en mi caché y existe en caché externa.
 - a. Caché 1: Es la caché local, leo el valor de la dirección 36 al igual que caché 2, queda en S. Luego, incrementa el valor de esa dirección por lo que queda como estado M e invalida la caché 2.
 - b. Caché 2: Es la caché externa, lee en dirección 36 y pasa a estado S, luego de que caché 1 realiza la operación de Increment, pasa a I.
21. Escritura en dirección 04 cuando la dirección ya existe en mi caché local y estado es O.
 - a. Caché de PE3: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, Inicialmente vacía, genera lectura de la dirección y esto genera un WriteBack del valor en PE3 a memoria y pasa el estado de PE3 a O y pasa también el estado del PE2 a S.
 - c. Caché de PE3 Posee el último valor de la dirección, vuelve a escribir en la misma dirección y pasa al estado M.
22. Escritura en dirección cuando la dirección no existe en el local, pero sí en caché externo con estado O.
 - a. Caché de PE3: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, Inicialmente vacía, genera lectura de la dirección y esto genera un WriteBack del valor en PE3 a memoria y pasa el estado de PE3 a O y pasa también el estado del PE2 a S.
 - c. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, genera write back para almacenar el valor en PE3 en memoria y mantiene el estado O. Luego hace write Through, pasando el estado del PE1 a M e invalida el estado del PE3.
23. Lectura en dirección 04 cuando la dirección ya existe en mi caché local y estado es O.
 - a. Caché de PE3: Es la caché local, Inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, Inicialmente vacía, genera lectura de la dirección y esto genera un WriteBack del valor en PE3 a memoria y pasa el estado de PE3 a O y pasa también el estado del PE2 a S.
 - c. Caché de PE3 Posee el último valor de la dirección, genera una lectura en la misma dirección y mantiene el estado O.
24. Lectura en dirección cuando la dirección no existe en el local, pero sí en caché externo con estado O.
 - a. Caché de PE3: Es una caché externa, inicialmente vacía, luego se escribe y pasa a estado M.
 - b. Caché de PE2: Es una caché externa, Inicialmente vacía, genera lectura de la dirección y esto genera un WriteBack del valor en PE3 a memoria y pasa el estado de PE3 a O y pasa también el estado del PE2 a S.
 - c. Caché de PE1: Es la caché local, inicialmente vacía, genera write back para almacenar el valor en PE3 en memoria y mantiene el estado O. Luego hace write Through, pasando el estado del PE1 a M e invalida el estado del PE3.

Cada una de las pruebas se completaron con éxito. De esta forma, se comprueba que el funcionamiento de ambos protocolos sea como el esperado.