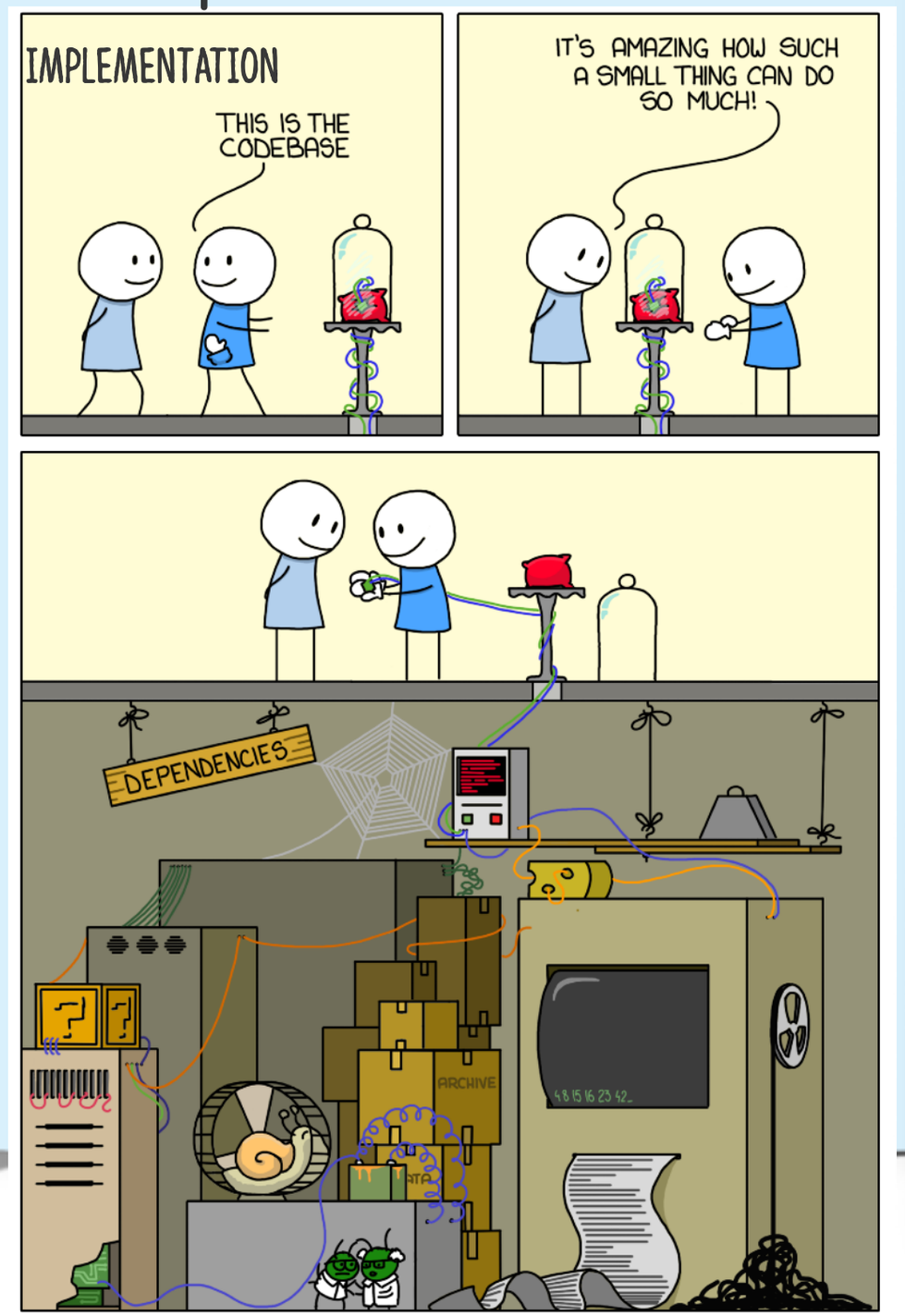
PpSs Planificación y Pruebas de Sistemas Software

Curso 2019-20

Sesión S05: Dependencias externas



Pruebas unitarias: implementación de drivers utilizando verificación basada en el estado

Conceptos de código testable y "seam"

Proceso para aislar la unidad de sus dependencias externas (control de entradas indirectas):

- Paso 1: Identificación de dependencias externas
- Paso 2: Refactorización de la unidad (sólo si es necesario) para conseguir inyectar los dobles de las dependencias externas
- Paso 3: Control de las dependencias externas: implementamos un doble (stub) para controlar las entradas indirectas al SUT
- Paso 4: Implementación del driver utilizando verificación basada en el estado

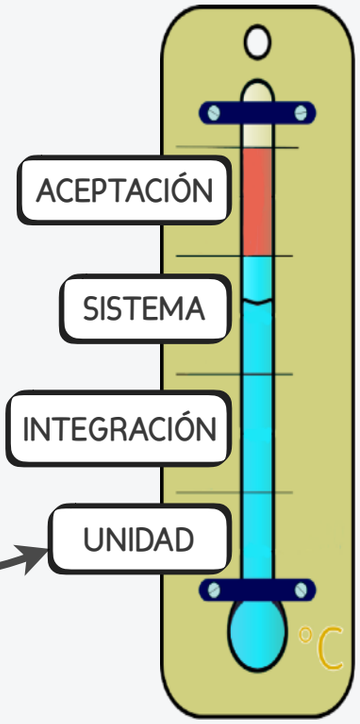
Vamos al laboratorio...

María Isabel Alfonso Galipienso
Universidad de Alicante eli@ua.es

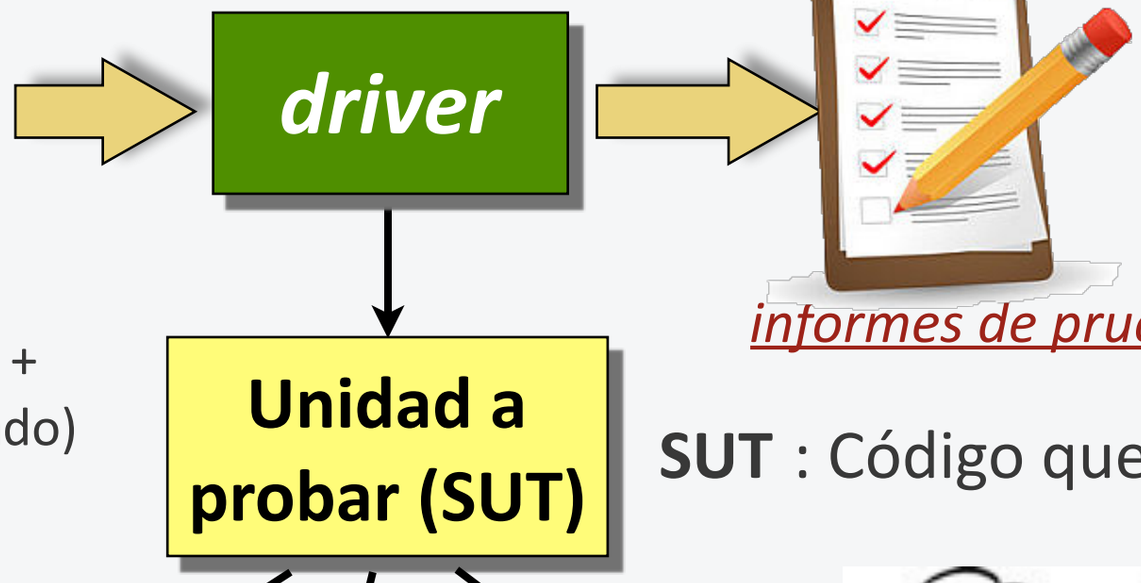
PRUEBAS UNITARIAS Y DEPENDENCIAS EXTERNAS

Las pruebas de unidad dinámicas requieren ejecutar cada unidad (SUT: System Under Test) de forma AISLADA para poder detectar defectos (bugs) en dicha unidad

Verificación → Objetivo: encontrar DEFECTOS en el código de las UNIDADES probadas



casos de prueba
(datos de prueba + resultado esperado)

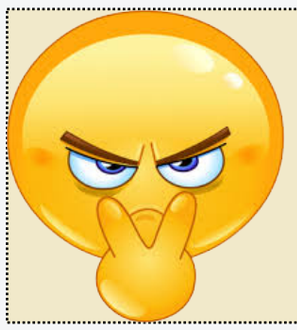


informes de pruebas

SUT : Código que queremos probar.

SUT= método Java

¿Qué ocurre si desde SUT se invoca a otras unidades ???? …



… que necesitaremos CONTROLAR la ejecución de dichas dependencias externas si queremos AISLAR el código a probar!!!!!!

La regla "de oro" para realizar las pruebas

El código de la unidad a probar (SUT) tiene que ser **exactamente el mismo código** que se utilizará en producción.

Es decir, no está permitido "alterar circunstancialmente/temporalmente" el código de SUT de ninguna forma con el propósito de realizar las pruebas.

Por ejemplo: supongamos que queremos realizar una prueba unitaria sobre el método GestorPedidos.generarFacturas()

```
public class GestorPedidos {
  private Facturas facturas;

  1.public Facturas generarFacturas() {
  2.   //... código
  3.   boolean ok = facturas.pendientes();
  4.   if (ok) {
  5.     //sentencias then
  6.   } else {
  7.     //sentencias else
  8.   }
  9.   return facturas;
  10.}
}
```

SUT

NO estamos interesados en ejecutar el código del que depende nuestro SUT

La variable "ok" es una entrada INDIRECTA de la unidad (SUT)

```
public class GestorPedidos {
  private Factura factura;

  1.public Facturas generarFacturas() {
  2.   //... código
  3.   //boolean ok = facturas.pendientes();
  4.   ok = true;
  5.   if (ok) {
  6.     //sentencias then
  7.   } else {
  8.     //sentencias else
  9.   }
  10.  return facturas;
  11.}
}
```

La opción: "Comentamos temporalmente la línea 3 y añadimos la línea 4 sólo para poder hacer las pruebas. Después de hacer las pruebas volveremos a dejar nuestro SUT como estaba", **ESTÁ TOTALMENTE PROHIBIDA!!!**

CÓDIGO TESTABLE Y CONTROL DE DEPENDENCIAS

(http://www.loosecouplings.com/2011/01/testability-working-definition.html)

- Podemos definir un **código testable** como aquél que permite que un componente sea fácilmente probado de forma AISLADA
  - Para poder probar un componente de forma aislada debemos ser capaces de **CONTROLAR** sus **DEPENDENCIAS externas**, también denominadas **COLABORADORES**, o **DOCs**
  - Una **dependencia externa** es un objeto con quién interactúa nuestro código a probar (más concretamente, con uno de sus métodos) y sobre el que no tenemos ningún control

Para poder realizar este REEMPLAZO controlado necesitamos que SUT contenga uno (o varios) SEAMS!!!!

Concepto de seam

"A seam is a place where you can alter behavior in your program without editing in that place"

Michael Feathers

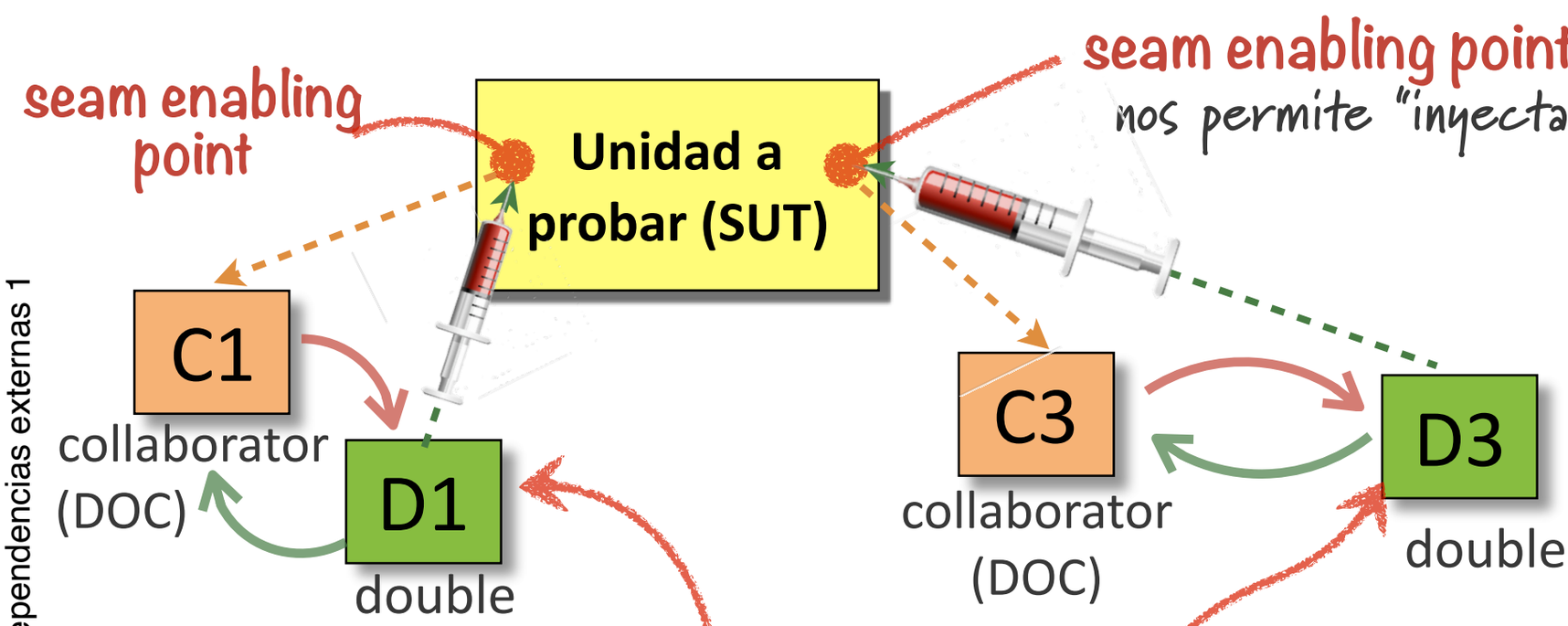
http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=359417&seqNum=3

Para poder conseguir un seam en nuestro código **PUEDE** que necesitemos **REFACTORIZAR** nuestro SUT

"Refactoring is a change made to the internal structure of software to make it easier to understand and cheaper to modify without changing its observable behavior… It is a disciplined way to clean up code that minimizes the chances of introducing bugs"

Martin Fowler and Kent Beck

http://agile.dzone.com/articles/what-refactoring-and-what-it-0



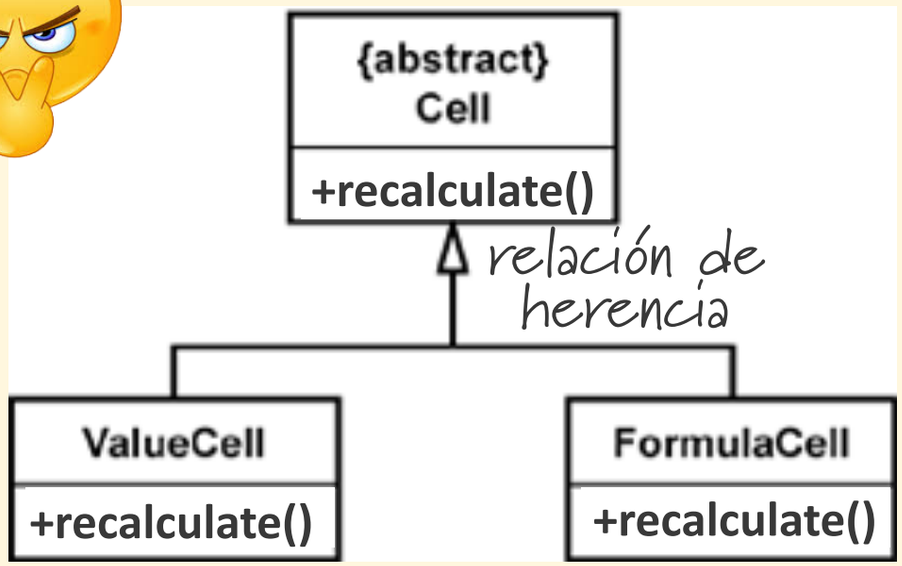
"Every seam has an **enabling point**, a place where you can make the decision to use one behavior or another."

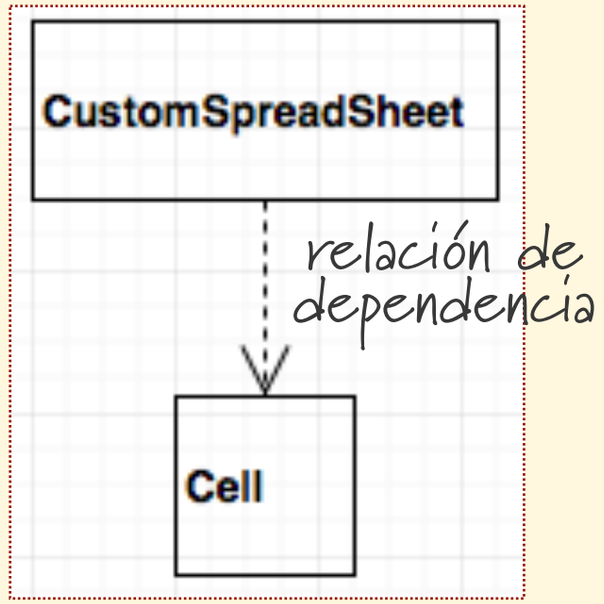
Michael C. Feathers

DOBLES: reemplazos controlados de los colaboradores del sistema utilizados durante las pruebas para aislar el código de SUT

Cómo identificar un Seam

- Dadas la siguientes clases, ¿cuál de los tres métodos ejecutaremos si tenemos la siguiente sentencia?
  - **myCell.recalculate();**
  - Si no conocemos el tipo del objeto "myCell", no podemos saber a qué método se invocará desde esta línea de código
  - Si **podemos cambiar el método** que se invocará desde esta línea **SIN** alterar el código que la unidad que la contiene, entonces esta línea de código **es un SEAM**
- En un lenguaje orientado a objetos, no todas las llamadas a métodos son seams:






```
public class CustomSpreadsheet extends Spreadsheet {
  public Spreadsheet buildMartSheet() {
    ...
    Cell myCell = new FormulaCell(this, "A1", "=A2+A3");
    ...
    myCell.recalculate();
    ...
  }
  ...
}
```

SUT

CÓDIGO NO TESTABLE!!

NO es un seam, ya que no podemos cambiar el método al que se invocará sin modificar el código

```
public class CustomSpreadsheet extends Spreadsheet {
  public Spreadsheet buildMartSheet(Cell cell) {
    ...
    cell.recalculate();
    ...
  }
  ...
}
```

seam enabling point

SUT

CÓDIGO TESTABLE!!

SÍ es un seam, ya que podemos cambiar el método al que se invocará sin modificar el código

Ejecutaremos ValueCell.recalculate() o FormulaCell.recalculate() dependiendo del tipo de objeto que inyectemos. Podemos inyectar cualquier subtipo de Cell

SEAM: MÁS EJEMPLOS

- Cada SEAM debe tener un "punto de inyección", que nos permitirá, durante las pruebas, reemplazar cada dependencia externa por su doble (SIN alterar el código de SUT).
- El código de nuestro SUT durante las pruebas debe ser idéntico al de producción!!!

SUT

```
public class CustomSpreadsheet extends Spreadsheet {
    public Spreadsheet buildMartSheet(Cell cell) {
        ...
        recalculate(cell);
        ...
    }

    protected void recalculate(Cell cell) {
        ...
    }
    ...
}
```

SÍ es un seam

CÓDIGO TESTABLE!!

Usaremos esta clase durante las pruebas e invocaremos al doble el lugar de al DOC

DOBLE

```
public class TestingCustomSpreadsheet
extends CustomSpreadsheet {

    @Override
    protected void recalculate(Cell cell) {
        ...
    }
}
```

```
public class CustomSpreadsheet extends Spreadsheet {

    public Cell getCell() {
        return new Cell();
    }

    public Spreadsheet buildMartSheet() {
        ...
        Cell myCell = getCell();
        ...
        myCell.recalculate();
        ...
    }
    ...
}
```

Inyectaremos el doble durante las pruebas

SÍ es un seam

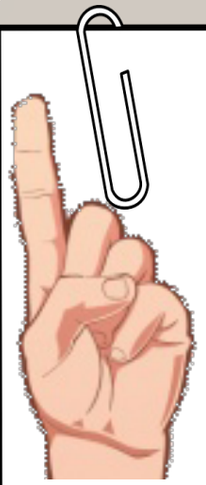
CÓDIGO TESTABLE!!

```
public class TestingCustomSpreadsheet
extends CustomSpreadsheet {
    @Override
    public Cell getCell() {
        return new DoubleCell();
    }
}
```

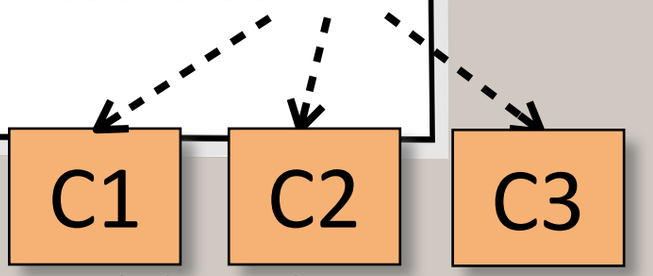
DOBLE

```
public class DobuleCell extends Cell {
    @Override
    public recalculate() {
        ...
    }
}
```

Pasos a seguir Para Automatizar las pruebas



Identificar las dependencias externas de nuestro SUT



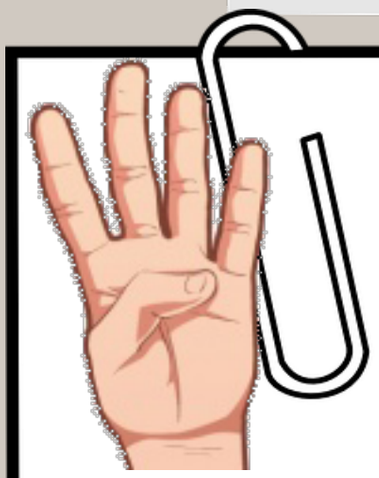
Colaboradores (DOCs)

Asegurarnos de que nuestro código (SUT) es TESTABLE: puede ser probado de forma aislada. Para ello tendrá que poderse realizar un reemplazo controlado de cada dependencia externa por su doble SIN modificar su código

Puede que necesitemos REFACTORIZAR nuestro SUT (y/o la clase a la que pertenece) para poder realizar dichos reemplazos controlados durante las pruebas

Proporcionar una implementación ficticia (DOBLE), que reemplazará al código real de cada dependencia externa durante las pruebas

Doble



Implementar los DRIVERS correspondientes. Para ello podemos hacer una:

verificación basada en el ESTADO:

sólo estamos interesados en comprobar el estado resultante de la invocación de nuestro SUT (implementaremos el driver como ya hemos visto en las sesiones anteriores)

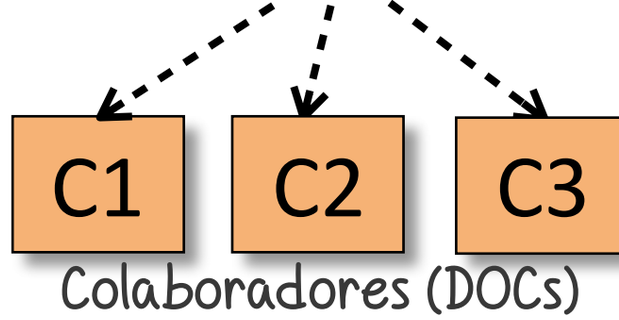
driver

verificación basada en el COMPORTAMIENTO:

nos interesa, además, verificar que las interacciones entre nuestro SUT y las dependencias externas se realizan correctamente

Dependencias externas

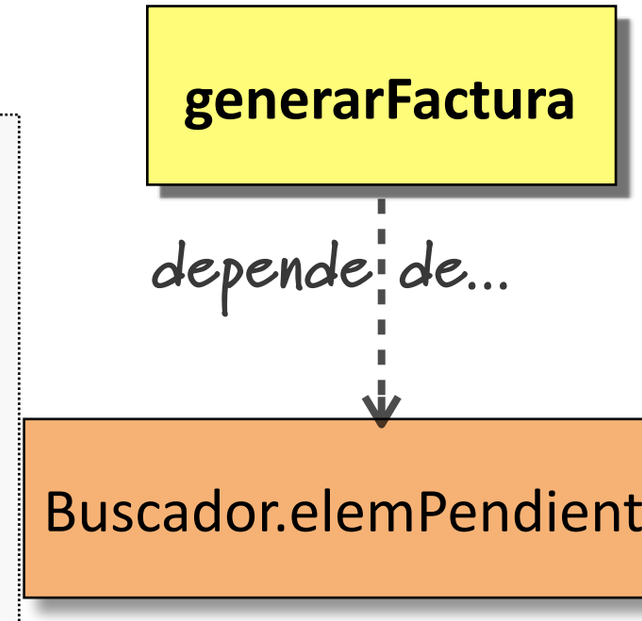
Cuántas y qué dependencias externas tiene nuestra SUT??



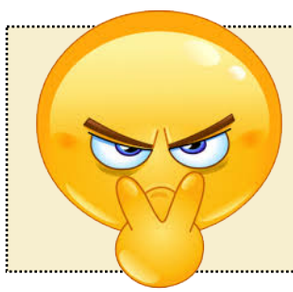
- Una **dependencia externa** es otra **unidad** en nuestro sistema con la cual interactúa nuestro código a probar (SUT), y sobre la que no tenemos ningún control
  - Nuestro test no puede controlar lo que dicha dependencia devuelve a nuestro código a probar ni cómo se comporta
  - Utilizaremos dobles para asegurarnos de que probamos nuestra unidad de forma AISLADA
- Ejemplo:

```
public class GestorPedidos {

  public Factura generarFactura(Cliente cli) throws FacturaException {
    Factura factura;
    Buscador buscarDatos = new Buscador();

    int numElems = buscarDatos.elemPendientes(cli);
    if (numElems>0) {
      //código para generar la factura
      factura = ...;
    } else {
       throw new FacturaException("No hay nada pendiente de facturar");
    }
    return factura;
  }
}
```

SUT



1 dependencia externa



Estamos interesados en aislar nuestro SUT. Por lo tanto NO queremos ejecutar los tests sobre la implementación real del método elemPendientes(), solamente nos interesa controlar el valor que devuelve este método

Nuestro SUT debe ser Testable

Y si no lo es, lo REFACTORIZAREMOS

Para que sea testable, debe contener un SEAM

- Necesitamos poder cambiar la dependencia real por su doble (sin alterar el código de nuestro SUT. Esto no será posible si no tenemos un seam para CADA dependencia externa, que nos permita "inyectar" nuestro doble durante las pruebas.

- Dado que vamos a trabajar con **Java**:
  - Nuestro **DOBLE** debe **IMPLEMENTAR** la misma **INTERFAZ** que el colaborador (DOC), o
  - debe **EXTENDER** la misma **CLASE** que el colaborador (DOC)

- Nuestra SUT será **TESTABLE** si podemos "inyectar" dicho doble en nuestra SUT durante las pruebas de alguna de las siguientes formas:
  - **(1)** como un parámetro de nuestra SUT
  - **(2)** a través del constructor de la clase que contiene nuestra SUT
  - **(3)** a través de un método setter de la clase que contiene nuestra SUT
  - **(4)** a través de un método de factoría local de la clase que contiene nuestra SUT, o una clase factoria

- **Si nuestra SUT NO es testable**, entonces tendremos que **REFACTORIZAR** el código de nuestra SUT para que podamos inyectar el doble de alguna de las formas anteriores, teniendo en cuenta que:
  - **(1)** SI añadimos un parámetro a nuestra SUT, estamos OBLIGANDO a que cualquier código cliente de nuestra SUT tenga que CONOCER dicha dependencia ANTES de invocar a nuestra SUT
  - **(2-3)** SI añadimos un parámetro al constructor de nuestra SUT, (o un método setter) estamos OBLIGADOS a declarar la dependencia (DOC) como un atributo de la clase que contiene nuestro SUT.
  - **(3)** No podremos añadir un método setter si el constructor realizase alguna acción significativa sobre nuestra dependencia. Además, tenemos que asumir que no se ejecutarán de forma automática acciones "intermedias" entre la invocación al constructor y al setter.
  - **(4)** Si usamos un método de factoría local, no se ven afectados, ni los clientes de nuestro SUT, ni la estructura de la clase que contiene nuestro SUT, aunque alteramos el comportamiento de la clase que contiene nuestro SUT al añadir un nuevo método. Una clase factoría implica añadir código en src/main/java que puede ser innecesario en producción.

Nuestro SUT debe ser Testable

Y si no lo es, lo REFACTORIZAREMOS
. . . pero sólo SI ES NECESARIO!!!

Refactorizaremos para poder inyectar el doble durante las pruebas

Nuestro SUT es testable???

Versión original

```
public class GestorPedidos {

  public Factura generarFactura(Cliente cli) throws FacturaException {
    Factura factura;
    Buscador buscarDatos = new Buscador();

    int numElems = buscarDatos.elemPendientes(cli);
    if (numElems>0) {
      //código para generar la factura
      factura = ...;
    } else {
       throw new FacturaException("No hay nada pendiente de facturar");
    }
    return factura;
  }
}
```

NO, porque no podemos invocar a un doble de elemPendientes() SIN cambiar el código de nuestro SUT

SUT

Como NO es testable, tendremos que REFACTORIZARLO para que sea testable

Si, por ejemplo, decidimos usar la opción (I), nuestra SUT quedaría así:

Sustituimos la versión original de nuestro SUT por la versión refactorizada!!!

```
...
public Factura generarFactura(Cliente cli, Buscador buscar)
                                                    throws FacturaException {

    Factura factura;

    int numElems = buscar.elemPendientes(cli);
    if (numElems>0) {
       //código para generar la factura
      factura = ...;
    } else {
       throw new FacturaException("No hay nada pendiente de facturar");
    }
    return factura;
}
...
```

Versión refactorizada (en src/main/java)

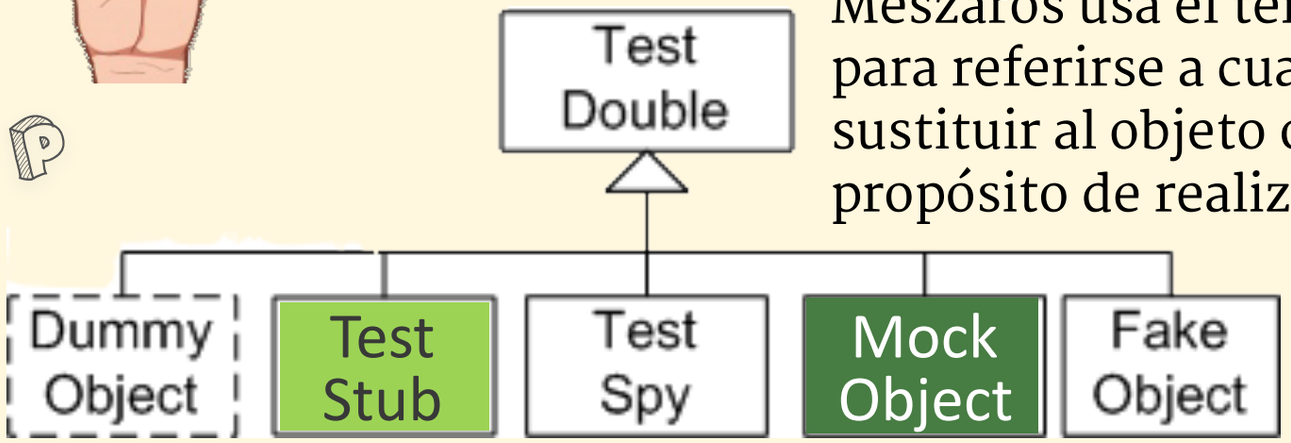
SUT

SUT REFACTORIZADA. AHORA SÍ ES TESTABLE!!!

Implementamos el doble

hay varios tipos de dobles

http://xunitpatterns.com/Using%20Test%20Doubles.html



Meszaros usa el término **Test Double** como un término genérico para referirse a cualquier objeto (o componente) que se utilice para sustituir al objeto o componente real (usado en producción), con el propósito de realizar pruebas

Test Stub

Es un objeto que actúa como un punto de control para entregar **ENTRADAS INDIRECTAS** al SUT, cuando se invoca a alguno de los métodos de dicho stub.
Un stub utiliza verificación basada en el estado

Mock Object

Es un objeto que actúa como un punto de observación para las **SALIDAS INDIRECTAS** del SUT.
Puede devolver información cuando se le invoca (igual que un stub), o no devolver nada.
Además registra las llamadas recibidas del SUT, y compara las llamadas reales con las llamadas previamente definidas como expectativas, de forma que hacen que el test falle si no se cumplen dichas expectativas.
Un mock utiliza verificación basada en el comportamiento

Usos de un Test Double

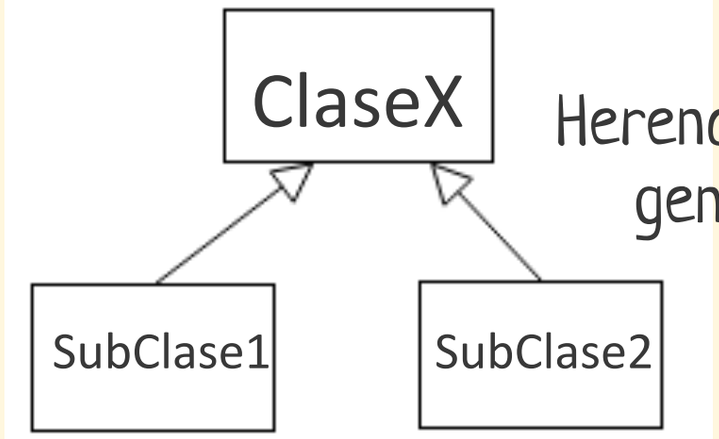
- Aislar el código a probar
- Acelerar la velocidad de la ejecución de los tests (un doble tiene mucho menos código que el objeto al que sustituye)
- Conseguir ejecuciones deterministas cuando el comportamiento depende de situaciones aleatorias o dependientes del tiempo
- Simular condiciones especiales. Por ejemplo, simular que hay una caída en la red
- Conseguir acceder a información oculta. Por ejemplo, comprobar si se ha invocado un determinado método dentro del SUT

Implementamos el doble

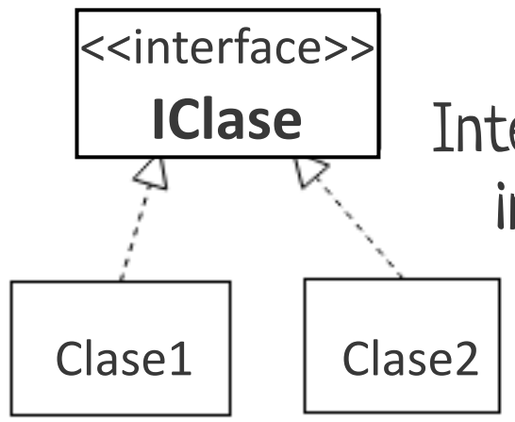
nuestro doble pertenecerá a una clase que "extienda" o "implemente" la clase que contiene nuestro SUT

Recuerda que nuestra dependencia externa siempre será un método Java. Por lo tanto nuestro doble debe consistir en una implementación ALTERNATIVA del MISMO método Java.

En un lenguaje orientado a objetos, podemos usar los mecanismos de herencia y/o interfaces para implementar nuestros dobles, ya que podremos reemplazarlos por nuestro DOC cuando estemos ejecutando nuestras pruebas, siempre y cuando podamos inyectar dicho doble en nuestro SUT



Herencia (relación de generalización)



Interfaz (relación de implementación)

```
public class SubClase1 extends ClaseX ...
public class SubClase2 extends ClaseX ...
...
ClaseX ejemplo1;
...
//estas tres asignaciones son VÁLIDAS
ejemplo1 = new ClaseX();
ejemplo1.metodoA(); //de ClaseX
ejemplo1 = new SubClase1();
ejemplo1.metodoA(); //de SubClase1
ejemplo1 = new Subclase2();
ejemplo1.metodoA(); //de SubClase2
```

```
public class Clase1 implements IClase;
public class Clase2 implements IClase;
...
IClase ejemplo2;
...
//estas dos asignaciones son VÁLIDAS
ejemplo2 = new Clase1();
ejemplo2.metodoB(); //de Clase1
ejemplo2 = new Clase2();
ejemplo2.metodoB(); //de Clase2
```

Como trabajamos con Java, nuestro DOBLE "extenderá" o "implementará" la clase que contiene nuestro SUT. Si nuestro doble es un stub, simplemente tendrá que CONTROLAR las entradas indirectas al SUT

IMPLEMENTAMOS EL DOBLE

Ejemplo

Vamos a mostrar una posible implementación de un STUB, con el que podremos controlar lo que devuelve nuestro DOC (entrada indirecta de nuestro SUT)

```
public class Buscador {
    //código REAL de nuestro DOC
    //en src/main/java
    public int elemPendientes(Cliente cli) {
        ...
    }
}
```

IMPLEMENTACIÓN REAL

DURANTE las pruebas, nuestro SUT invocará al doble (en src/test/java):

`BuscadorStub.elemPendientes()`

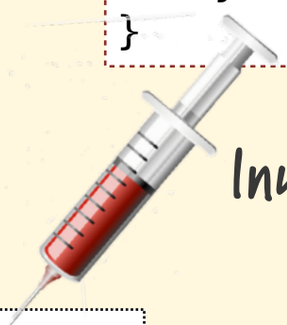
en lugar de invocar al código real de nuestra dependencia externa (en src/main/java):

`Buscador.elemPendientes()`,

pero el código de nuestro SUT será idéntico en ambos casos!!!

```
public class BuscadorStub extends Buscador {
    int result;

    public void setResult(int salida) {
        this.result = salida;
    }
    //código de nuestro doble
    //en src/test/java
    @Override
    public int elemPendientes(Cliente cli) {
        return result;
    }
}
```

DOBLE (STUB)



Inyectaremos el doble (stub) durante las pruebas

```
public Factura generarFactura(Cliente cli, Buscador buscar)
                                    throws FacturaException {
    Factura factura;
    int numElems = buscar.elemPendientes(cli);
    if (numElems>0) {
       //código para generar la factura
      factura = ...;
    } else {
       throw new FacturaException("No hay ...");
    }
    return factura;
}
```

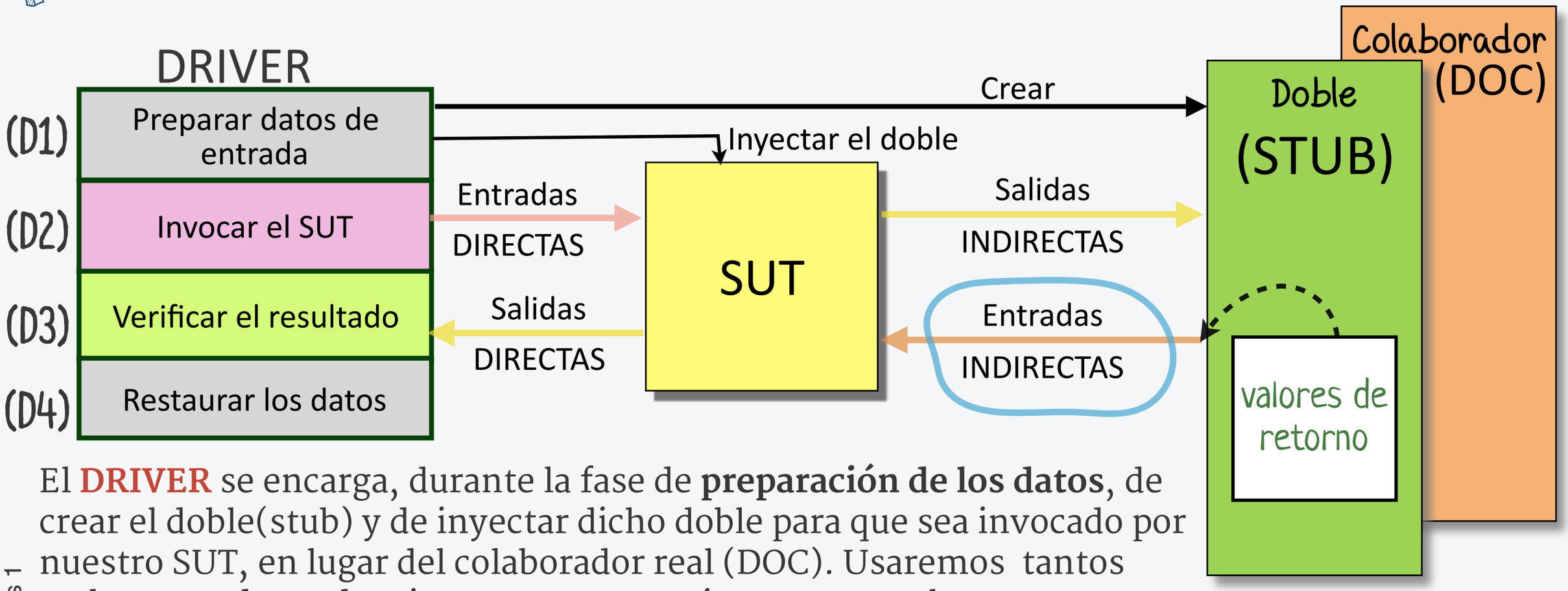
SUT

La implementación del STUB debe ser GENÉRICA. Debe servir para todos los casos de prueba de nuestro SUT !!!

Implementación del DRIVER

Usamos el algoritmo que ya conocemos

Recordemos que un STUB es un objeto que reemplaza al componente real (DOC) del cual depende el código del SUT, para que éste pueda controlar las entradas indirectas provenientes de dicha dependencia (valores de retorno, actualización de parámetros o excepciones lanzadas)



El **DRIVER** se encarga, durante la fase de **preparación de los datos**, de crear el doble(stub) y de inyectar dicho doble para que sea invocado por nuestro SUT, en lugar del colaborador real (DOC). Usaremos tantos stubs como dependencias externas necesitemos controlar

Cuando utilizamos un stub, la verificación del resultado de las pruebas: (pass, fail, o error) se realiza sobre la clase a probar (SUT). Verificamos que el estado resultante de nuestro SUT es el esperado (Verificación basada en el estado)

Implementación del Driver

Ejemplo

- Nuestro driver se encargará de crear el STUB e inyectarlo en nuestro SUT antes de invocarlo con los datos de entrada diseñados.
- Un driver para pruebas de integración tendrá una implementación diferente.

Test unitario: aislamos la unidad a probar

```
public class GestorPedidosTest {
 @Test
 public void testGenerarFactura()
                              throws Exception {
   Cliente cli = new Cliente(...);
   GestorPedidos sut = new GestorPedidos();
   Buscador buscarStub = new BuscadorStub();
   buscarStub.setResult = 10;
   Factura expectedResult = new Factura(...);
   Factura realResult =
              sut.generarFactura(cli,buscarStub);
   assertEquals(expectedResult, realResult);
  }
}
```

Aquí controlamos las entradas indirectas!

(D1) (D2) (D3)

Test de integración: incluye varias unidades

```
public class GestorPedidosIT {
 @Test
 public void testGenerarFactura()
                              throws Exception {
   Cliente cli = new Cliente(...);
   GestorPedidos sut = new GestorPedidos();
   Buscador buscar = new Buscador();
   Factura expectedResult = new Factura(...);
   Factura realResult =
              sut.generarFactura(cli,buscar);
   assertEquals(expectedResult, realResult);
  }
}
```

NO tenemos control sobre las entradas indirectas!

```
public Factura generarFactura(Cliente cli, Buscador buscar)
                                  throws FacturaException {
    Factura factura;
    int numElems = buscar.elemPendientes(cli);
    if (numElems>0) {
       //código para generar la factura
      factura = ...;
    } else {
       throw new FacturaException("No hay ...");
    }
    return factura;
}
```

Los dos tests ejecutan el MISMO CÓDIGO!!! SUT

Los drivers de pruebas UNITARIAS son DIFERENTES de los drivers de pruebas de integración (y del resto de niveles) !!!

EJEMPLO 2

Si nuestra SUT es testable NO es necesario refactorizar!!!

- Si nuestra dependencia externa implementa una interfaz, nuestro doble también lo hará. El código de nuestro driver dependerá de si refactorizamos o no y del tipo de refactorización que hagamos

/src/main/java

```
public class GestorPedidos {

  public Factura generarFactura(Cliente cli)
                                throws FacturaException {
    Factura factura = new Factura();
    IService buscarDatos = new Buscador();

    int numElems = buscarDatos.elemPendientes(cli);
    if (numElems>0) {
      //código para generar la factura
      factura = ...;
    } else {
       throw new FacturaException("No hay nada
                                  pendiente de facturar");
    }
    return factura;
  }
}
```

DOC

SUT NO TESTABLE!!!

/src/main/java

```
public class Buscador implements IService
{
  @Override
  public int elemPendientes(Cliente cli)
    {...}
  ...
}
```

/src/main/java

```
public interface IService {

    public int elemPendientes(Cliente cli);
}
```

- Tenemos que **refactorizar** nuestra unidad para poder inyectar nuestro doble a la hora de hacer las pruebas sin cambiar el código de nuestra SUT. Podemos usar cualquiera de las opciones indicadas. En este caso, elegiremos la opción (4) usando un método de **factoría LOCAL**
  - El método de factoría local será una nueva dependencia externa, pero que pertenece a la misma clase que nuestro SUT. En este caso, necesitaremos implementar una **clase adicional** en **/src/test/java** para poder inyectar nuestro doble
  - Los **dobles** y los **drivers** siempre se implementarán en **/src/test/java**

EJEMPLO 2

Refactorizamos nuestra SUT con la opción (4) usando una factoría local

```java
public class GestorPedidos {

    public IService getBuscador() {
        IService buscar = new Buscador();
        return buscar;
    }

    public Factura generarFactura(Cliente cli)
                                throws FacturaException {
        Factura factura = new Factura();
        IService buscarDatos = getBuscador();

        int numElems = buscarDatos.elemPendientes(cli);
        if (numElems>0) {  //código para generar la factura
            factura = ...;
        } else {
            throw new FacturaException("No hay ...");
        }
        return factura;
    }
}
```

/src/main/java — SUT REFACTORIZADA!!!

Implementamos el DOBLE (STUB)

```java
public class BuscadorSTUB implements IService {
    int resultado;

    public BuscadorSTUB(int salida) {
        this.resultado = salida;
    }

    @Override
    public int elemPendientes(Cliente cli) {
        return resultado;
    }
}
```

/src/test/java — DOBLE (STUB)

Necesitamos la clase **GestorPedidosTestable** para inyectar el stub durante las pruebas

Implementamos el DRIVER

```java
public class GestorPedidosTest {
    @Test
    public void testGenerarFactura() throws ... {
        Cliente cli = new Cliente(...);
        BuscadorSTUB stub = new BuscadorSTUB(10);
        GestorPedidosTestable sut = new
                                GestorPedidosTestable();
        sut.setBuscador(stub);
        Factura expectedResult = new Factura(...);
        Factura realResult = sut.generarFactura(cli);
        assertEquals(expectedResult, realResult);
    }
}
```

/src/test/java — DRIVER

```java
public class GestorPedidosTestable extends
                                    GestorPedidos {
    IService busca;

    @Override
    public IService getBuscador() {
        return busca;
    }

    public void setBuscador(IService b) {
        this.busca = b;
    }
}
```

SUT TESTABLE — /src/test/java

Ejemplo 3

Refactorizamos nuestra SUT con la opción (4) usando una clase factoria

```java
public class GestorPedidos {

  public Factura generarFactura(Cliente cli)
                              throws FacturaException {
    Factura factura = new Factura();
    Buscador buscarDatos = new Buscador();

    int numElems = buscarDatos.elemPendientes(cli);
    if (numElems>0) {
      //código para generar la factura
      factura = ...;
    } else {
       throw new FacturaException("No hay nada
                                pendiente de facturar");
    }
    return factura;
  }
}
```

/src/main/java

DOC

SUT NO TESTABLE!!!

```java
public class GestorPedidos {

  public Factura generarFactura(Cliente cli)
                        throws FacturaException {
    Factura factura = new Factura();
    Buscador buscarDatos = Factoria.create();

    int numElems =
              buscarDatos.elemPendientes(cli);
    if (numElems>0) {
      //código para generar la factura
      factura = ...;
    } else {
       throw new FacturaException("No hay ...");
    }
    return factura;
  }
}
```

/src/main/java

SUT TESTABLE!!!

Implementamos el doble . . .

```java
public class BuscadorStub extends Buscador {
    int result;

    public void setResult(int salida) {
        this.result = salida;
    }
    //código de nuestro doble
    //en src/test/java
    @Override
    public int elemPendientes(Cliente cli) {
        return result;
    }
}
```

/src/test/java STUB

Implementamos la clase factoría . . .

```java
public class ServiceFactory {
  private static Buscador servicio= null;
  public static Buscador create() {
     if (servicio != null) {
        return servicio;
     } else {
        return new Buscador();
     }
  }
  static void setServicio (Buscador srv){
    servicio = srv;
  }
}
```

/src/main/java

EJEMPLO 3 Implementamos el driver (los drivers unitarios y de integración son DIFERENTES)

Test unitario

```
public class GestorPedidosTest {
 @Test
 public void testGenerarFactura() throws
Exception {
   Cliente cli = new Cliente(...);
   GestorPedidos sut = new GestorPedidos();
   Buscador buscadorStub = new BuscadorStub();
   buscadorStub.setResult() = 10;
   ServiceFactory.setServicio(buscadorStub);
   Factura expResult = new Factura(...);
   Factura result = sut.generarFactura(cli);
   assertEquals(expResult, result);
  }
}
```

Ejecutamos nuestro SUT controlando su dependencia externa

Aquí inyectamos el stub.

El método assertEquals devuelve true si las dos variables referencian al mismo objeto.
Si queremos comprobar si sus contenidos son iguales podríamos p.ej. redefinir su método equals()

Test de integración

```
public class GestorPedidosIT {
 @Test
 public void testGenerarFactura() throws
Exception {
   Cliente cli = new Cliente(...);
   GestorPedidos sut = new GestorPedidos();
   Factura expResult = new Factura(...);
   Factura result = sut.generarFactura(cli);
   assertEquals(expResult, result);
 }
}
```

Por simplicidad hemos omitido los valores concretos de todos los atributos de Cliente y Factura, pero recuerda que en cualquier caso de prueba, TODOS los datos (de E/S) son CONCRETOS!!!

Ejecutamos nuestro SUT sin ningún control de su dependencia externa

Ejercicio

Recuerda que primero tienes que identificar el SUT y sus dependencias externas!!!

- Supongamos que tenemos una clase, OrderProcessor, que procesa pedidos. Queremos implementar una prueba unitaria del método **process()**, que calcula y aplica un descuento sobre un pedido (instancia de la clase Order). El descuento se obtiene consultando el servicio PricingService.getDiscountPercentage().

```
1. public class OrderProcessor {
2.   private PricingService pricingService;

4.   public void setPricingService(PricingService service) {
5.      this.pricingService = service;
6.   }

8.   public void process(Order order) {
9.      float discountPercentage =
10.       pricingService.getDiscountPercentage(order.getCustomer(),
11.                                            order.getProduct());
12.     float discountedPrice = order.getProduct().getPrice()
13.                             * (1 - (discountPercentage / 100));
14.     order.setBalance(discountedPrice);
15. }
16.}
17.
```

SUT

DOC

Definición de clases utilizadas por nuestro SUT

- Mostramos la definición de las clases utilizadas por OrderProcessor: PricingService, Customer, Product y Order:

Las dependencias que consistan en getters/setters no las sustituimos por dobles


```
public class Order {
  private Customer customer;
  private Product product;
  private float balance;
  public Order(Customer c, Product p) {
    customer = c;  product = p;
    balance = p.getPrice();
    }
  //getters y setters
    ...
}
```

```
public class PricingService {
  public float getDiscountPercentage
                    (Customer c, Product p) {
    //calcula el porcentaje de descuento
    return ...;
  }
}
```

NO IMPLEMENTAMOS DOBLES PARA ESTAS DEPENDENCIAS!!

```
public class Customer {
  private String  name;

  public Customer(String name) {
     this.name = name;
  }
  //getters y setters
  ...
}
```

```
public class Product {
  private float price;

  private String name;

  public Product(String name,
                 float price) {
     this.name = name;
     this.price = price;
  }
  //getters y setters
     ...
}
```

¿CUÁL SERÍA LA IMPLEMENTACIÓN DEL STUB?

- Recuerda que tendremos que sustituir la implementación real de la dependencia externa por una implementación ficticia (stub) durante la ejecución de los tests unitarios, y que el código del SUT que se ejecutará durante las pruebas será IDÉNTICO al que se ejecutará en producción

código real, utilizado en el SUT

en src/main

```
public class PricingService {
  public float getDiscountPercentage (Customer c, Product p) {
    //calcula el porcentaje de descuento
    return ...;
  }
}
```

```
public class PricingServiceStub extends PricingService {
    private float discount;

    public PricingServiceStub(float discount) {
        this.discount = discount;
    }

    @Override
    public float getDiscountPercentage(Customer c, Product p) {
        return discount;
    }
}
```

código utilizado durante las pruebas

en src/test

STUB

TEST UNITARIO

Ejecutamos el código de nuestro DOBLE durante las pruebas!!!

- Implementación de un test unitario que realiza una verificación basada en el estado del siguiente caso de prueba:

DATOS DE ENTRADA				RESULTADO ESPERADAO
Order	**Customer**	**Product**	**% descuento**	**Order**
o.customer = cus o.product = pro o.balance = 30.0	cus.name = "Pedro Gomez"	pro.name="TDD in Action" pro.price = 30.0	10 %	o.customer = cus o.product = pro o.balance = 27.0

NOTA:

"cus" es el objeto Customer, cuyos atributos son los especificados en la columna Customer

"pro" es el objeto Product, cuyos atributos son los especificados en la columna Product

```
public class OrderProcessorTest {

  @Test
  public void test_processOrder() {
    float listPrice = 30.0f;
    float discount = 10.0f;
    float expectedBalance = 27.0f;
    Customer customer = new Customer("Pedro Gomez");
    Product product = new Product("TDD in Action", listPrice);
    OrderProcessor processor = new OrderProcessor();
    processor.setPricingService(new PricingServiceStub(discount));

    Order order = new Order(customer, product);
    processor.process(order);

    assertAll -> ("Error en pedido",
       () -> assertEquals(expectedBalance, order.getBalance(), 0.001f),
       () -> assertEquals("Pedro Gomez", order.getCustomer().getName()),
       () -> assertEquals("TDD in Action", order.getProduct().getName()),
       () -> assertEquals(listPrice, order.getProduct().getPrice(),0.001f));
    }
}
```

Test de integración

Ejecutamos el código REAL de nuestro DOC durante las pruebas!!!

- Implementación de un test de integración que realiza una verificación basada en el estado del test anterior:

```
public class OrderProcessorIT {

   @Test
   public void test_processOrder() {
     float listPrice = 30.0f;
     float expectedBalance = 27.0f;
     Customer customer = new Customer("Pedro Gomez");
     Product product = new Product("TDD in Action", listPrice);
     OrderProcessor processor = new OrderProcessor();

     Order order = new Order(customer, product);
     processor.process(order);

      assertAll -> ("Error en pedido",
                    () -> assertEquals(expectedBalance, order.getBalance(), 0.001f),
                    () -> assertEquals("Pedro Gomez", order.getCustomer().getName()),
                    () -> assertEquals("TDD in Action", order.getProduct().getName()),
                    () -> assertEquals(listPrice, order.getProduct().getPrice(),0.001f));
   }
}
```

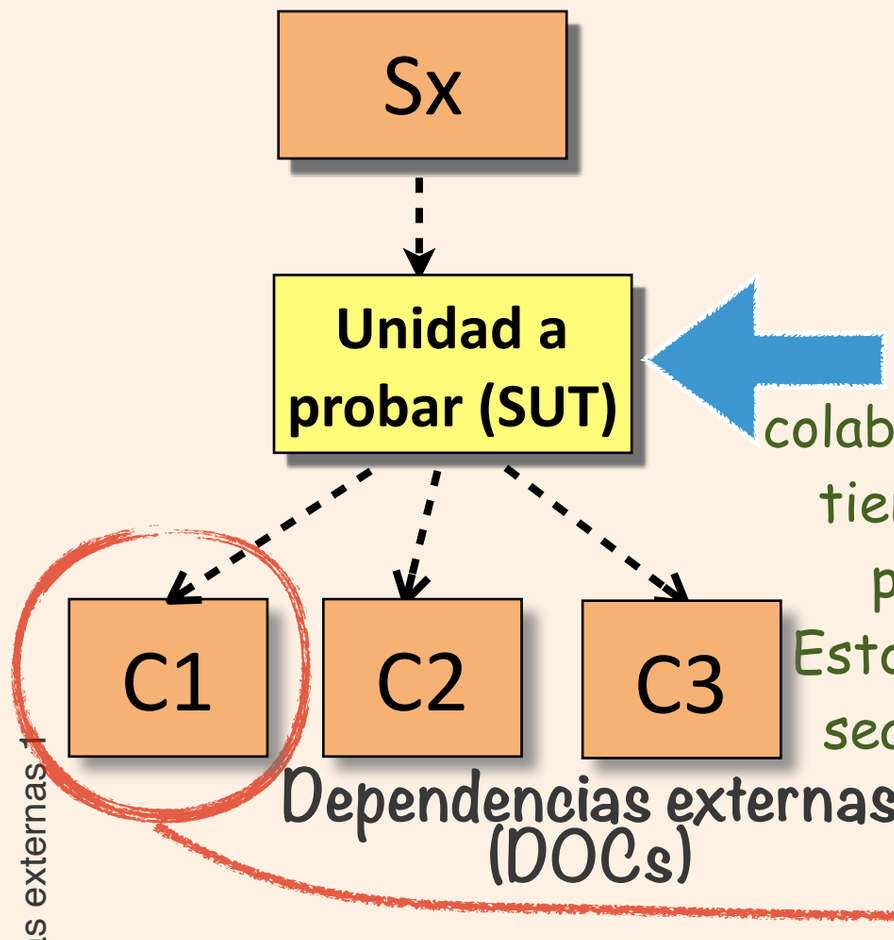
Ejecutamos nuestro SUT. No tenemos ningún control sobre su dependencia externa

Y AHORA VAMOS AL LABORATORIO...

Vamos a implementar tests unitarios utilizando STUBS y verificación basada en el ESTADO

src/main/java

Entorno de producción



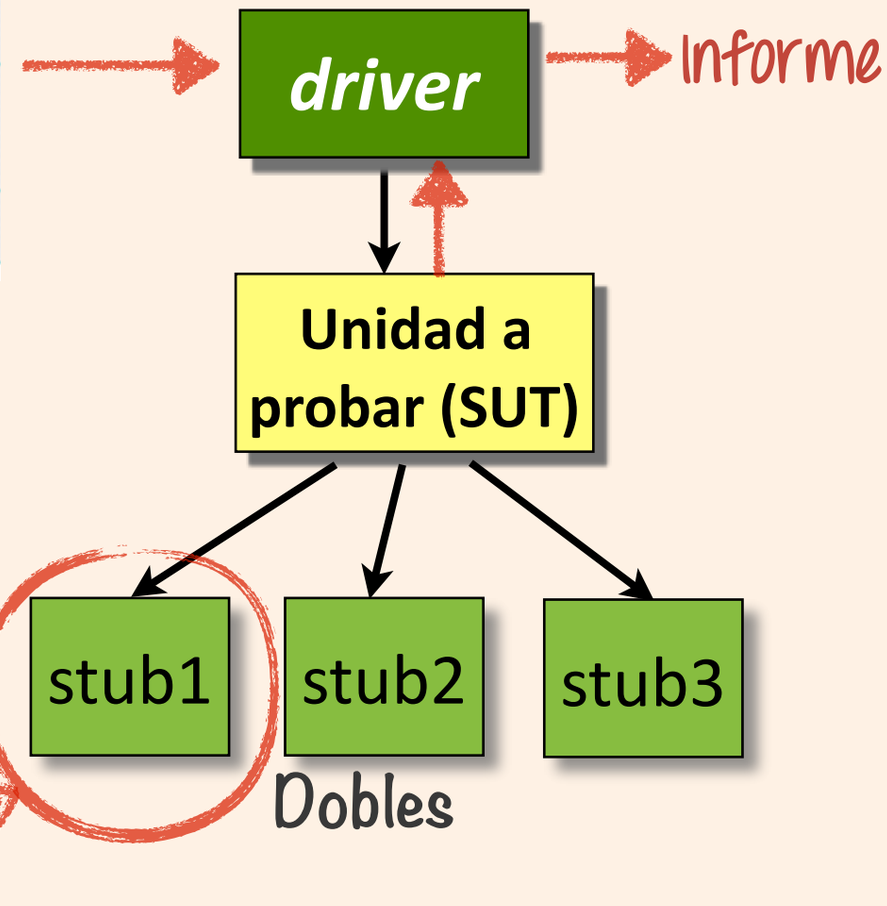
el reemplazo de los colaboradores por los dobles NO tiene que afectar al código a probar (código testable)
Esto es posible si SUT tiene un seam para cada dependencia externa

Casos de prueba

Datos Entrada	Resultado Esperado
d1=... d2=... ...	r1
d1=... d2=... ...	rM

src/test/java

Tests Unitarios



reemplazamos las dependencias externas durante las pruebas para controlar su interacción con el SUT (entradas indirectas) y así poder aislar la ejecución de cada unidad del resto del sistema

Referencias bibliográficas

- The art of unit testing: with examples in .NET. Roy Osherove. Manning, 2009.
  - Capítulo 3. Using stubs to break dependencies.
    - http://www.manning.com/osherove/SampleChapter3.pdf
- xUnit Test Patterns. Refactoring test code. Gerard Meszaros
  - Using test doubles: http://xunitpatterns.com/Using%20Test%20Doubles.html
- Testing with JUnit. Frank Appel. Packt Publishing, 2015.
  - Capítulo 3. Developing independently testable units