

# Generación y paso de tests

Desarrollo Colaborativo de Aplicaciones

**01:** Introducción

**02:** Testing

**03:** Boost.Test y CTest

**04:** CI

# Introducción

# Contexto

- Producimos código continuamente.
- Nuestro *software* (idealmente) se actualiza constantemente.
- El *software* no solo lo tocamos nosotros, hay más participantes.

# Contexto

## ¿Qué es lo más posible que aparezca?

Tal y como observamos en el Tema 3, los bugs es algo que, seguramente, prolifere en ese ciclo de constante desarrollo de nuestros programas.

# ¿Conviene detectar *bugs* en producción?

Fixing a bug in production



The tester is looking for a programmer to fix a bug in production



# ¿Conviene detectar *bugs* en producción?

Por lo general, es conveniente evitar encontrar *bugs* en producción. **No es inevitable**, pero debemos garantizar, de alguna forma, que los cambios producidos en el *software* no introduzcan ni nuevos ni más problemas de los que ya hay.

# La relevancia del *testing*

En desarrollo de *software* es **imprescindible** contar con un mecanismo de seguridad para **detectar** y **prevenir** fallos en las actualizaciones del programa.

A ese mecanismo se le conoce como las pruebas o ***testing***.

# La relevancia del *testing*

## Nota

Hoy en día, con el auge del *vibe-coding*, los *tests* han ganado muchísima relevancia. **Son el mecanismo de control fundamental** para detectar *bugs* derivados de las **alucinaciones** de los modelos de lenguaje.

# Testing

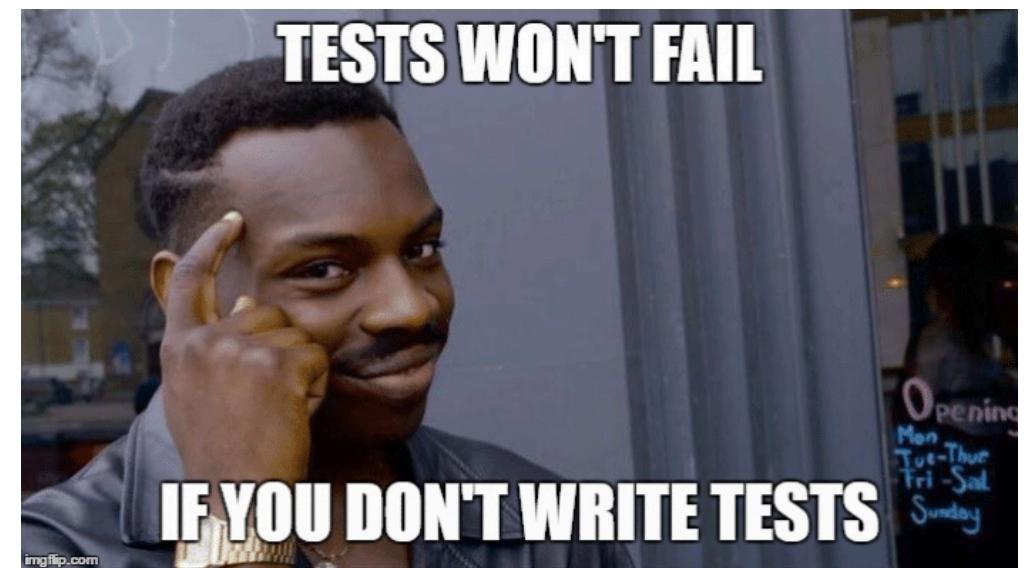
# Hablemos de *testing*

- El *testing* es el mecanismo por el cual realizaremos pruebas automáticas en los casos donde nuestro programa **puede fallar**.
- Fundamento principal del *Continuous Integration*.

# Hablemos de *testing*

## ! Importante

El propósito de los *test* es que el *software* falle, no demostrar la ausencia de bugs en el programa.



# Hablemos de *testing*

Comprobar un programa consiste en ver si su comportamiento es correcto para cualquier posible entrada que pueda tener. **Dado que esto es imposible**, debemos comprobarlo para todas aquellas entradas que tengan una **probabilidad razonable de hacer que falle**.

# Tipos de *test*

## BlackBox testing

- Se implementan sin mirar el código a testear.
- Se basan en las especificaciones funcionales del software.
- Son robustos respecto a cambios en la implementación del código a testear.
- Fundamenta el *Test-Driven-Development*(TDD).

# Tipos de *test*

## WhiteBox testing

- Se tiene acceso al código a testear.
- Complementan a los anteriores y son más fáciles de crear que aquellos.
- Al tener acceso al código debemos fijarnos al construir los tests en las sentencias **if-then-else**, bucles, **try-catch** presentes en el código a testear.

# Granularidad de *test*

## Test unitarios

Prueban una unidad de código aislada.

```
1 int sum(int a, int b) {  
2     return a + b;  
3 }
```

```
1 BOOST_AUTO_TEST_CASE(test_sum) {  
2     BOOST_TEST(sum(2, 3) == 5);  
3     BOOST_TEST(sum(-1, 1) == 0);  
4 }
```

# Granularidad de *test*

## Tests de integración

Prueban la interacción entre múltiples componentes

```
1 class Database { /* ... */ };
2 class UserService {
3     Database& db;
4 public:
5     void saveUser(const User& user) {
6         db.insert(user);
7     }
8 };
```

# Granularidad de *test*

## Tests de integración

Prueban la **interacción entre múltiples componentes**

```
1 BOOST_AUTO_TEST_CASE(test_user_service_integration) {  
2     Database db;  
3     UserService service(db);  
4     User user{"John", "john@example.com"};  
5  
6     service.saveUser(user);  
7     BOOST_TEST(db.userExists("John"));  
8 }
```

# Granularidad de *test*

## Otros test

- Agotamiento de recursos.
- Rendimiento.
- Usabilidad y accesibilidad.

# Cómo testear

Un buen test sigue, por lo general, el principio **FIRST**.

- **Fast:** Rápidos de ejecutar
- **Independent:** No dependen de otros tests
- **Repeatable:** Mismo resultado siempre
- **Self-validating:** Pasan o fallan claramente
- **Timely:** Se escriben junto con el código

# Cómo testear

Para ello, cuando diseñemos *tests*, los enmarcaremos en:

- **Tests de regresión:** El nuevo código no debe estropear lo que ya funcionaba.
- **Tests de datos:** Probar con la información que entra.
- **Tests de UI:** Probar en el interfaz de usuario.
- **Tests de tests:** ¿Quién dijo que los tests que haces tú están bien hechos?

# Anatomía de un test

Un test bien estructurado sigue el patrón **AAA**:

- **Arrange:** Preparar el entorno de *testing*.
- **Act:** Ejecutar el *test*.
- **Assert:** Verificar el resultado de la ejecución.

# Anatomía de un test

Los *test* no se encuentran de forma aislada, normalmente se agrupan en un **conjunto**.

Ese conjunto se denomina **suite de tests**.

# Anatomía de un test

**¿Cómo diseño una suite de tests?**

Normalmente, se trata de **modularizar** las funcionalidades del *software*. Para cada macro-funcionalidad, tenemos una suite de tests definida

# Anatomía de un test



Tip

Normalmente, las *suites* de tests se modularizan según la estructura del mismo proyecto. Algunas estructuras, como la *screaming architecture* están pensadas para facilitar la identificación y de *suites* de *test*.

# Test *drivers*

Hoy en día los procesos de testeo están **automatizados**.

Los *test drivers* se encargan de realizar de todo este proceso.  
Relegando al programador a **implementar las tests suites**

# Test *drivers*

Los test *drivers*:

- Preparan el entorno para invocar el programa o la unidad a testear.
- Incovan el programa o unidad a testear junto a unos datos de entrada.
- Guardan los resultados de la ejecución.
- Comprueban la validez de los resultados.
- Preparan informes automáticos.

# Test *drivers*

Actualmente, existen múltiples herramientas para hacer *testing*:

## C++

- xUnit.
- Boost.Test.
- GLib Test.

## Frameworks Web

- Jest.
- Mocha.
- Vitest.

## Java

- JUnit.
- TestNG.
- JBehave.

# Boost.Test y CTest

# Boost.Test *framework*

Boost.Test es el **estándar *de facto*** para hacer *testing* en aplicaciones de C++.

## Ventajas:

- Parte de Boost
- Muy maduro y estable
- Excelente documentación
- Flexible en *assertions*.
- Output detallado

## Características:

- Header-only o compilado
- Múltiples niveles de log
- Filtrado de tests
- Timeout automático

# Boost.Test *framework*

Boost.Test se puede utilizar de tres formas:

- Como librería *header-only*.
- Como librería de enlace estático.
- Como librería de enlace dinámico.



Tip

Normalmente, se prefiere utilizar la librería con enlace estático o dinámico, ya que es más rápida en ejecución que la librería *header-only*.

# Estructura básica de un test

test/simple\_test.cpp

```
1 #define BOOST_TEST_MODULE My Test Suite
2 #include <boost/test/included/unit_test.hpp>
3
4 BOOST_AUTO_TEST_CASE(my_first_test) {
5     int x = 5;
6     int y = 3;
7     BOOST_TEST(x + y == 8);
8 }
9
10 BOOST_AUTO_TEST_CASE(my_second_test) {
11     std::string str = "Hello";
12     BOOST_TEST(str.length() == 5,
13                "String length should be 5");
14 }
```

# Macros principales de Boost.Test

Existen tres grandes macros en Boost.Test:

- `BOOST_TEST` para hacer *tests* habituales.
- `BOOST_REQUIRE` para hacer comprobaciones críticas, la ejecución del *test* para si falla.
- `BOOST_CHECK` lo mismo que `BOOST_TEST`. Es una macro antigua que se ha perpetuado.

# Macros principales de Boost.Test



Tip

- Usa `BOOST_TEST` o `BOOST_CHECK` para la mayoría de casos
- Usa `BOOST_REQUIRE` solo cuando el fallo hace que continuar sea peligroso o sin sentido

# Comparaciones

Boost.Test soporta todas las comparaciones:

```
1 BOOST_AUTO_TEST_CASE(test_comparaciones) {  
2     int x = 5;  
3  
4     BOOST_TEST(x == 5);           // Igualdad  
5     BOOST_TEST(x != 0);         // Desigualdad  
6     BOOST_TEST(x > 0);          // Mayor que  
7     BOOST_TEST(x >= 5);         // Mayor o igual  
8     BOOST_TEST(x < 10);          // Menor que  
9     BOOST_TEST(x <= 5);         // Menor o igual  
10 }
```



## Nota

Funciona igual con las cadenas.

# Números de punto flotante

Con `float` y `double` **NO puedes usar == directamente:**

```
1 BOOST_AUTO_TEST_CASE(test_malo) {  
2     double resultado = 0.1 + 0.2;  
3     BOOST_TEST(resultado == 0.3);  
4 }
```

¿Por qué?  $0.1 + 0.2$  en binario no es exactamente  $0.3$ .

# Números de punto flotante

Usa la tolerancia para comparar floats:

```
1 #include <boost/test/tools/floating_point_comparison.hpp>
2
3 BOOST_AUTO_TEST_CASE(test_con_tolerancia) {
4     double resultado = 0.1 + 0.2;
5
6     // Comparación con tolerancia (0.0001)
7     BOOST_CHECK_CLOSE(resultado, 0.3, 0.0001));
8 }
```

# Excepciones

A veces quieres que tu código lance una excepción:

```
1 double dividir(double a, double b) {
2     if (b == 0.0) {
3         throw std::invalid_argument("División por cero");
4     }
5     return a / b;
6 }
7
8 BOOST_AUTO_TEST_CASE(test_excepciones) {
9     // Verificar que SÍ lanza excepción
10    BOOST_CHECK_THROW(
11        dividir(1.0, 0.0),
12        std::invalid_argument
13    );
14 }
```

# Fixtures

## Configuración compartida entre múltiples tests:

```
1 struct CalculatorFixture {
2     Calculator calc;
3
4     CalculatorFixture() {
5         // Setup: se ejecuta antes de cada test
6         std::cout << "Setting up calculator\n";
7     }
8
9     ~CalculatorFixture() {
10        // Teardown: se ejecuta después de cada test
11        std::cout << "Cleaning up calculator\n";
12    }
13 };
14
15 BOOST_FIXTURE_TEST_SUITE(calculator_tests, CalculatorFixture)
16
17 BOOST_AUTO_TEST_CASE(test_addition) {
18     BOOST_TEST(calc.add(2, 3) == 5);
19 }
```

# ¿Cómo lanzamos los *tests*?

Los tests son **ejecutables**, por lo que deberemos **compilarlos** como un programa más de **c++**.

```
1 g++ -std=c++17 calculator_test.cpp -o calculator_test  
2  
3 ./calculator_test
```

# Test Suites

La librería tiene una forma muy elegante de organizar los tests a través de **test\_suites**

```
1  
2 #define BOOST_TEST_MODULE Math Tests  
3 #include <boost/test/included/unit_test.hpp>  
4  
5 BOOST_AUTO_TEST_SUITE(BasicOperations)  
6 ...  
7 BOOST_AUTO_TEST_SUITE_END()  
8  
9 BOOST_AUTO_TEST_SUITE(AdvancedOperations)  
10 ...  
11 BOOST_AUTO_TEST_SUITE_END()
```

# Test Suites

Puedes ejecutar **solo algunos tests** basándote en la jerarquía de tus *suites*:

```
1 # Ejecutar toda la suite "BasicOperations"
2 ./my_test --run_test=BasicOperations
3
4 # Ejecutar un test específico
5 ./my_test --run_test=BasicOperations/test_addition
6
7 # Ver lista de tests disponibles
8 ./my_test --list_content
```

# Test Suites



Tip

Puedes conocer todas las *suites* de un módulo a través del argumento `--list-content`.

# CTest

CMake es más que un *Meta-Build-System*, es un **centro de control** para todo el proyecto.

Eso incluye también la ejecución de *tests*.

# CTest

**CTest** es el módulo de control y gestión de tests de [CMake](#).



Tip

CTest viene ya **incluido** con CMake. No necesitas instalar nada extra.

# CTest

## Funciones principales:

- Descubre tests automáticamente
- Los ejecuta en orden o paralelo
- Reporta resultados de forma clara
- Integra *dashboards* (CDash)
- Perfecto para CI/CD

# Estructura de un proyecto con tests

```
my_project/
├── CMakeLists.txt          #CMake principal
└── include/
    └── calculator.hpp
├── src/
    └── main.cpp
└── tests/
    ├── CMakeLists.txt      #CMake de tests
    └── calculator_test.cpp #Tus tests
```

- **CMakeLists.txt raíz:** Configura el proyecto y habilita testing
- **tests/CMakeLists.txt:** Define los tests específicos

# Configurando CTest

## CMakeLists.txt

```
1 cmake_minimum_required(VERSION 3.15)
2 project(MyProject VERSION 1.0 LANGUAGES CXX)
3
4 ...
5
6 enable_testing()
7
8 # Añadir subdirectorio de tests
9 add_subdirectory(tests)
```

### ! Importante

**enable\_testing()** es crucial. Sin esta línea, CTest no funcionará.

# Configurando CTest

Para configurar adecuadamente CTest se deben seguir los siguientes pasos.

1. Crear un ejecutable con los test.
2. Registrar el ejecutable con la función `add_test()`.

# Configurando CTest

Para configurar adecuadamente CTest se deben seguir los siguientes pasos.

1. Crear un ejecutable con los test.
2. Registrar el ejecutable con la función `add_test()`.



Tip

Debes tener en cuenta que, en realidad, estás compilando un programa aparte (ejecutable) que va a usar tu código para testear. Lo único nuevo es que vas a centralizar el *testing* a través de CTest.

# Configurando CTest

## ¿Qué hace `add_test()`?

- Le dice a CTest “este *target* es un test”
- CTest lo ejecutará cuando hagas `ctest`
- Captura su código de salida (0 = éxito, ≠0 = fallo)

# Configurando CTest

tests/CMakeLists.txt

```
1 find_package(Boost 1.71 REQUIRED COMPONENTS unit_test_framework)
2
3 add_executable(calculator_test calculator_test.cpp)
4
5 target_link_libraries(calculator_test
6     PRIVATE
7     Boost::unit_test_framework
8 )
9
10 target_include_directories(calculator_test
11     PRIVATE
12     ${CMAKE_SOURCE_DIR}/include
13 )
14
15 add_test(NAME CalculatorTest COMMAND calculator_test)
```

# Ejecutando *tests*

Para ejecutar los *tests* registrados, debes ejecutar en la carpeta *build*:

```
1 ctest
```



## Tip

**ctest** descubre y ejecuta automáticamente todos los tests que registraste con `add_test()`.

# Opciones útiles de `ctest`

- `ctest --verbose`: Ver todo el *output* detallado.
- `ctest --output-on-failure`: Ver el *output* detallado cuando falla.
- `ctest -R`: Ejecutar solo los *tests* que coinciden con un patrón.
- `ctest -j*`: Ejecutar *tests* en paralelo.
- `ctest --rerun-failed`: Reejecutar *tests* que fallaron.

# Propiedades de tests

Puedes configurar comportamiento de tests:

```
1 add_test(NAME CalculatorTest COMMAND calculator_test)
2
3 # Configurar propiedades
4 set_tests_properties(CalculatorTest PROPERTIES
5   TIMEOUT 10           # Matar si tarda >10s
6   LABELS "unit"        # Etiquetar como unit test
7   WORKING_DIRECTORY ${CMAKE_CURRENT_BINARY_DIR}
8 )
```

# Propiedades de tests

## Propiedades útiles:

- **TIMEOUT**: Evita tests colgados
- **LABELS**: Organizar tests por tipo
- **DEPENDS**: Un test depende de otro
- **ENVIRONMENT**: Variables de entorno

# Ejecutar por etiquetas

Las etiquetas organizan tus tests:

```
1 # Unit tests
2 add_test(NAME test_math COMMAND math_test)
3 set_tests_properties(test_math PROPERTIES LABELS "unit")
4
5 add_test(NAME test_string COMMAND string_test)
6 set_tests_properties(test_string PROPERTIES LABELS "unit")
7
8 # Integration tests
9 add_test(NAME test_database COMMAND db_test)
10 set_tests_properties(test_database PROPERTIES LABELS "integration")
```

# Ejecutar por etiquetas

```
1 # Solo unit tests
2 ctest -L unit
3
4 # Solo integration tests
5 ctest -L integration
```

CI

# ¿Qué es CI?

La *Integración Continua (CI)* es una práctica de desarrollo que consiste en **integrar cambios en el código** de forma automática y frecuente.

# ¿Cómo funciona?

Se fundamenta en la ejecución de *tests* cada vez que se realiza un cambio en el código del control de versiones.

## Nota

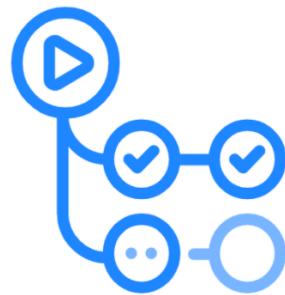
En realidad, el CI motiva y da sentido a la aparición y al desarrollo de las **estrategias de gestión de ramas** que vimos durante el segundo tema.

# Beneficios de CI

- Despliegues más seguros
- Incrementa la calidad del software
- Previene errores de integración
- Facilita la colaboración

# ¿Cómo lo podemos integrar?

Muchos de los servicios de control de versiones ofrecen integración con CI/CD.



GitHub Actions



CI CD



Bitbucket Pipelines

También hay otros proveedores como Jenkins o CircleCI.

# Integración con *GitHub Actions*

Al igual que en el CD, debemos de crear un *workflow* que se ejecute automáticamente cada vez que se va a subir un cambio al repositorio.

Es decir, deberemos ajustar el *trigger* para que los *tests* se ejecuten automáticamente.

# Integración con *GitHub Actions*

**¿Cuándo se debe ejecutar el CI?**

Depende de la **estrategia de gestión de ramas** que hayas escogido.

# Integración con *GitHub Actions*

- En **Git Flow**, cuando se suban cambios a la rama principal.
- En **GitHub Flow** debe activarse para cada *pull request* que va hacia la rama principal.
- En **Trunk-based development** es una acción opcional, que se ejecuta cada vez que se integre en una rama.
- En **Ship/Show/Ask** se ejecuta en las acciones de **Show** y **Ask**.

# Integración con *GitHub Actions*

Cuando tengamos un CI estable, conviene activar la protección de la rama principal:

1. Settings → Rules → Rulesets → New branch ruleset:
2. Target branches → name pattern: `main`
3. Require status checks to pass
4. Seleccionar el workflow de tests
5. Require branches to be up to date

Ahora no se puede mergear sin que pasen todos los tests.

# Integración con *GitHub Actions*



Tip

También se puede activar la restricción de que solamente se pueda fusionar la rama principal a través de una *pull-request*, la acción mostrará su resultado al abrirse dicha *pull request*.

# Integración con *GitHub Actions*

```
.github/workflows/test.yml
```

```
1 name: C++ Tests
2
3 on:
4   pull_request:
5     branches: [ master, develop ]
6
7 jobs:
8   test:
9     runs-on: ubuntu-latest
10
11   steps:
12     - name: Checkout code
13       uses: actions/checkout@v4
14
15     - name: Install dependencies
16       run:
17         sudo apt-get update
18         sudo apt-get install -y cmake build-essential libboost-test-dev lib
```