



Universidad de Córdoba  
Escuela Politécnica Superior de Córdoba



**ESTRUCTURAS DE DATOS**  
**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**  
Segundo curso. Segundo cuatrimestre.  
Curso académico 2018 – 2019

**SEGUNDA PRÁCTICA**

**POLINOMIOS**

- **OBJETIVO**
  - **Codificar en C++**
    - El tipo abstracto de datos **Polinomio**, compuesto por la suma de varios monomios. Un monomio compuesto por coeficiente y grado
      - $\text{coeficiente}X^{\text{grado}}$
      - donde coeficiente es un número real y grado un número natural.
    - **Operadores externos de la clase Polinomio**
  - Utilizar la clase **Monomio** y sus **funciones**, implementadas en la primera práctica.
- **PRIMERA PARTE. Clase Polinomio**
  - Se codificará la clase en dos ficheros:
    - **Polinomio.hpp**: prototipos de las funciones de la clase Polinomio.
    - **Polinomio.cpp**: código de las funciones de la clase Polinomio.
  - **Observación:**
    - Se debe utilizar una **cota de error** para controlar la precisión de los números reales cuando se comparen.
  - **Atributos**
    - Vector de monomios para representar el polinomio. No puede haber dos monomios con el mismo grado. Recordad que cada monomio tenía en su clase los atributos:
      - Número real que represente el coeficiente del monomio.
      - Número natural, es decir, número entero mayor o igual que cero, que represente el grado del monomio.
  - **Constructores**
    - **Constructor**
      - **Polinomio ()**
        - Crea un nuevo monomio usando coeficiente 0.0 y grado 0
        - Postcondición
          - El polinomio creado es nulo.
    - **Constructor de copia**
      - **Monomio(p: Polinomio)**
        - Crea un nuevo polinomio a partir de otro polinomio.
        - Postcondición
          - El polinomio creado es igual al polinomio “p”.
  - **Observadores**
    - **Operaciones de consulta de los atributos del polinomio**

- **Lógico esNulo()**
  - Comprueba si el Polinomio es igual al monomio de coeficiente 0.0 y grado 0.
- **Entero getGrado()**
  - Obtiene el grado del polinomio.
  - Precondición
    - Los monomios están ordenados de mayor a menor grado.
- **Entero getNumeroMonomios()**
  - Obtiene el número de monomios del polinomio.
- **Lógico existeMonomio(n: Entero)**
  - Comprueba si existe el monomio de grado indicado.
  - Precondición
    - El polinomio debe existir.
- **Monomio getMonomio(n: Entero)**
  - Obtiene el monomio de grado indicado.
  - Precondición
    - El polinomio debe existir.
- **Observación**
  - En C++, estas funciones deben tener el calificador *const*
- **Operadores de asignación**
  - **Polinomio operador = (p: Polinomio)**
    - Operador de asignación. Operador que copia un polinomio en el polinomio actual.
    - Precondición
      - El polinomio “p” debe ser diferente del polinomio actual
    - Postcondición
      - El polinomio actual debe ser igual al polinomio “p”.
  - **Polinomio operador = (m: Monomio)**
    - Operador de asignación. Operador que copia un monomio en el polinomio actual.
    - Postcondición
      - El polinomio actual debe tener un único monomio que será igual al monomio “m”.
  - **Polinomio operador = (x: Real)**
    - Operador de asignación. Operador que copia un número en el polinomio actual.
    - Postcondición
      - El polinomio actual debe ser igual al número “x”.
- **Operadores combinados de operación aritmética y asignación**
  - **Polinomio operador += (p: Polinomio)**
    - Operador de incremento y asignación con otro polinomio.
  - **Polinomio operador += (m: Monomio)**
    - Operador de incremento y asignación con un monomio.
  - **Polinomio operador += (x: Real)**
    - Operador de incremento y asignación con un número real.
  - **Polinomio operador -= (p: Polinomio)**

- Operador de decremento y asignación con otro polinomio.
- **Polinomio operador -= (m: Monomio)**
  - Operador de decremento y asignación con un monomio.
- **Polinomio operador -= (x: Real)**
  - Operador de decremento y asignación con un número real.
- **Polinomio operador \*= (p: Polinomio)**
  - Operador de multiplicación y asignación por otro polinomio.
- **Polinomio operador \*= (m: Monomio)**
  - Operador de multiplicación y asignación por un monomio.
- **Polinomio operador \*= (x: Real)**
  - Operador de multiplicación y asignación por un número real.
- **Polinomio operador /= (p: Polinomio)**
  - Operador de división y asignación por otro polinomio.
  - Precondición
    - El grado de polinomio actual es mayor o igual que el grado del polinomio “p”.
    - El polinomio “p” no es nulo.
- **Polinomio operador /= (m: Monomio)**
  - Operador de división y asignación por un monomio.
  - Precondición
    - El grado del monomio debe ser menor o igual que el grado del polinomio actual.
    - El polinomio actual no es nulo.
- **Polinomio operador /= (x: Real)**
  - Operador de división y asignación por un número real.
- **Funciones de lectura y escritura**
  - **leerPolinomio()**
    - Lee desde el teclado un polinomio.
  - **escribirPolinomio()**
    - Escribe por pantalla el polinomio donde cada monomio tiene el formato:
      - *coeficiente X^grado*
      - Notas:
        - Si el coeficiente es 1 entonces se escribirá  $X^{\text{grado}}$
        - Si el coeficiente es -1 entonces se escribirá  $-X^{\text{grado}}$
        - Si el grado es 0 entonces se escribirá solo el *coeficiente*.
        - Si el grado es 1 entonces se escribirá  $X$  pero sin grado
- **Funciones auxiliares**
  - **Real calcularValor(x: Real)**
    - Calcula el valor del polinomio para un número real “x”

• **SEGUNDA PARTE. Operadores externos de la clase Polinomio**

- Estos operadores no pertenecen a la clase Polinomio pero utilizan objeto de dicha clase.
- Se codificarán en los ficheros:
  - **operadoresExternosPolinomio.hpp**: prototipos de las funciones
  - **operadoresExternosPolinomio.cpp**: código de las funciones
- **Observación:**
  - Se debe utilizar una **cota de error** para controlar la precisión de los números reales cuando se comparen.
- **Operadores de igualdad**
  - **Lógico operador == (p1: Polinomio; p2: Polinomio)**
    - Comprueba si dos polinomios son iguales:  $p1 == p2$ . Si tienen los mismos monomios.
    - Postcondición
      - El valor devuelto es:
        - ✓ verdadero si los dos polinomios tienen los mismos monomios;
        - ✓ falso, en caso contrario.
  - **Lógico operador == (p: Polinomio; m: Monomio)**
    - Comprueba si el polinomio “p” es igual al monomio “m”, es decir, si el polinomio “p” tiene un único monomio que es igual a “m”.
    - Postcondición
      - El valor devuelto es
        - ✓ verdadero si el polinomio tiene un único monomio que es igual a “m”;
        - ✓ falso, en caso contrario.
  - **Lógico operador == (m: Monomio; p: Polinomio)**
    - Comprueba si el polinomio “p” es igual al monomio “m”, es decir, si el polinomio “p” tiene un único monomio que es igual a “m”.
    - Postcondición
      - El valor devuelto es
        - ✓ verdadero si el polinomio tiene un único monomio que es igual a “m”;
        - ✓ falso, en caso contrario.
  - **Lógico operador == (p: Polinomio; x: Real)**
    - Comprueba si el polinomio “p” es igual al número “x”, es decir, si el polinomio “p” tiene un único monomio que es igual a “x”.
    - Postcondición
      - El valor devuelto es
        - ✓ verdadero si el polinomio tiene un único monomio que es igual a “x”;
        - ✓ falso, en caso contrario.
  - **Lógico operador == (x: Real; p: Polinomio)**
    - Comprueba si el polinomio “p” es igual al número “x”, es decir, si el polinomio “p” tiene un único monomio que es igual a “x”.
    - Postcondición
      - El valor devuelto es
        - ✓ verdadero si el polinomio tiene un único monomio que es igual a “x”;
        - ✓ falso, en caso contrario.
- **Operadores de desigualdad**

- **Lógico operador != (p1: Polinomio; p2: Polinomio)**
  - Comprueba si dos polinomios no son iguales:  $p1 \neq p2$ . Si no tienen los mismos monomios.
  - Postcondición
    - El valor devuelto es:
      - ✓ verdadero si los dos polinomios no tienen los mismos monomios;
      - ✓ falso, en caso contrario.
- **Lógico operador != (p: Polinomio; m: Monomio)**
  - Comprueba si el polinomio “p” es no igual al monomio “m”, es decir, si el polinomio “p” no tiene un único monomio que es igual a “m”.
  - Postcondición
    - El valor devuelto es
      - ✓ verdadero si el polinomio no tiene un único monomio que es igual a “m”;
      - ✓ falso, en caso contrario.
- **Lógico operador != (m: Monomio; p: Polinomio)**
  - Comprueba si el polinomio “p” no es igual al monomio “m”, es decir, si el polinomio “p” no tiene un único monomio que es igual a “m”.
  - Postcondición
    - El valor devuelto es
      - ✓ verdadero si el polinomio no tiene un único monomio que es igual a “m”;
      - ✓ falso, en caso contrario.
- **Lógico operador != (p: Polinomio; x: Real)**
  - Comprueba si el polinomio “p” no es igual al número “x”, es decir, si el polinomio “p” no tiene un único monomio que es igual a “x”.
  - Postcondición
    - El valor devuelto es
      - ✓ verdadero si el polinomio no tiene un único monomio que es igual a “x”;
      - ✓ falso, en caso contrario.
- **Lógico operador != (x: Real; p: Polinomio)**
  - Comprueba si el polinomio “p” no es igual al número “x”, es decir, si el polinomio “p” no tiene un único monomio que es igual a “x”.
  - Postcondición
    - El valor devuelto es
      - ✓ verdadero si el polinomio no tiene un único monomio que es igual a “x”;
      - ✓ falso, en caso contrario.
- **Operadores aritméticos unarios prefijos**
  - **Polinomio operador + (p: Polinomio)**
    - Devuelve una copia del Polinomio “p”:  $+p$
    - Postcondición
      - El polinomio devuelto es igual al polinomio “p”, es decir, tiene los mismos monomios.
  - **Polinomio operador - (m: Polinomio)**
    - Devuelve el opuesto del Polinomio “p”:  $-p$

- Postcondición
  - El polinomio devuelto tiene todos sus monomios opuestos, es decir, el mismo grado pero su coeficiente opuesto.
- **Operadores aritméticos binarios**
  - *Polinomio operador + (p1: Polinomio; p2: Polinomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la suma de dos polinomios:  $p1 + p2$
  - *Polinomio operador + (p: Polinomio; m: Monomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la suma de un polinomio y un monomio.
  - *Polinomio operador + (m: Monomio; p: Polinomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la suma de un polinomio y un monomio.
  - *Polinomio operador + (p: Polinomio; x: Real)*
    - Devuelve otro polinomio que es la suma de un polinomio y un número real.
  - *Polinomio operador + (x: Real; p: Polinomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la suma de un polinomio y un número real.
  - *Polinomio operador - (p1: Polinomio; p2: Polinomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la resta de dos polinomios:  $p1 - p2$
  - *Polinomio operador - (p: Polinomio; m: Monomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la resta de un polinomio y un monomio.
  - *Polinomio operador - (m: Monomio; p: Polinomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la resta de un polinomio y un polinomio.
  - *Polinomio operador - (p: Polinomio; x: Real)*
    - Devuelve otro polinomio que es la resta de un polinomio y un número real.
  - *Polinomio operador - (x: Real; p: Polinomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la resta de un número real y un polinomio.
  - *Polinomio operador \* (p1: Polinomio; p2: Polinomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la multiplicación de dos polinomios:  $p1 * p2$
  - *Polinomio operador \* (p: Polinomio; m: Monomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la multiplicación de un polinomio y un monomio.
  - *Polinomio operador \* (m: Monomio; p: Polinomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la multiplicación de un polinomio y un polinomio.
  - *Polinomio operador \* (p: Polinomio; x: Real)*
    - Devuelve otro polinomio que es la multiplicación de un polinomio y un número real.
  - *Polinomio operador \* (x: Real; p: Polinomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la multiplicación de un número real y un polinomio.
  - *Polinomio operador / (p1: Polinomio; p2: Polinomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la división de dos polinomios:  $p1 / p2$
    - Precondición
      - El grado de  $p2$  es menor o igual que el grado de  $p1$
  - *Polinomio operador / (p: Polinomio; m: Monomio)*
    - Devuelve otro polinomio que es la división de un polinomio y un monomio.
    - Precondición
      - El grado del monomio es menor o igual que el grado del polinomio

- ***Polinomio operador / (m: Monomio; p: Polinomio)***
  - Devuelve otro polinomio que es la división de un polinomio y un polinomio.
  - Precondición
    - El grado del polinomio es menor o igual que el grado del monomio
- ***Polinomio operador / (p: Polinomio; x: Real)***
  - Devuelve otro polinomio que es la división de un polinomio y un número real.
  - Precondición
    - El número “x” no es 0.0
- ***Polinomio operador / (x: Real; p: Polinomio)***
  - Devuelve otro polinomio que es la división de un número real y un polinomio.
  - Precondición
    - El polinomio tiene grado 0 y su coeficiente no es 0.0
- **Sobrecarga del operador de flujo de entrada**
  - Lee desde el flujo de entrada un polinomio
  - Prototipo de C++
    - *istream &operator>>(istream &stream, Polinomio &p);*
- **Sobrecarga del operador de flujo de salida**
  - Escribe en el flujo de el polinomio
  - Prototipo de C++
    - *ostream &operator<<(ostream &stream, Polinomio const &p);*
- **ENTREGA Y EVALUACIÓN**
  - Duración de la práctica nº 2: tres sesiones de dos horas cada una.
  - **Plazo máximo de entrega**
    - **22:00 horas del domingo 31 de marzo de 2019**
  - Se proporciona un fichero comprimido denominado “practica-2-usuario.zip” que contiene los siguientes ficheros
    - **Practica-2.pdf**
      - Enunciado de la práctica 2 (este documento)
    - **makefile**
      - make:
        - Compila el código y crea un programa ejecutable denominado “principal.exe” que permite probar la implementación de la clase Polinomio.
      - make ndebug:
        - Compila el código sin incluir los asertos de comprobación de las pre y postcondiciones
      - make doc:
        - Genera la documentación de doxygen
      - make clean:
        - Borra ficheros superfluos
    - **Doxyfile**
      - Fichero de configuración de doxygen
    - **macros.hpp**
      - Permite utilizar macros de pantalla
    - **principal.cpp**

- Programa de prueba de la práctica 2
- **funcionesAuxiliares.hpp y funcionesAuxiliares.cpp**
  - Prototipo y código de las funciones auxiliares del programa principal
- **Monomio.hpp y Monomio.cpp**
  - Ficheros que permiten implementar la clase Monomio.
  - Estos ficheros deben ser completados por cada estudiante.
- **Polinomio.hpp y Polinomio.cpp**
  - Ficheros que permiten implementar la clase Polinomio.
  - Estos ficheros deben ser completados por cada estudiante.
- **operadoresExternosMonomios.hpp y operadoresExternosMonomios.cpp**
  - Ficheros que permiten implementar los operadores externos de la clase Monomio.
  - Estos ficheros deben ser completados por cada estudiante.
- **operadoresExternosPolinomios.hpp y operadoresExternosPolinomios.cpp**
  - Ficheros que permiten implementar los operadores externos de la clase Polinomio.
  - Estos ficheros deben ser completados por cada estudiante.
- **Al terminar la práctica,**
  - se deberá subir un fichero **comprimido** denominado “practica-3-**usuario**.zip”,
  - donde “usuario” es el **login** de cada estudiante.
  - y que contenga todos los ficheros de la práctica.
- **Observaciones**
  - Se debe usar el espacio de nombres de la asignatura: **ed**
  - Se deben utilizar directivas de control para la especificación de los asertos de las pre y post – condiciones.
  - Los prototipos de las funciones se deben comentar con **doxygen**
  - Se debe comentar el código entre líneas.
- **Evaluación**
  - La calificación de la práctica se basará
    - en la calidad y completitud del trabajo realizado.
    - y en la **defensa presencial de cada estudiante**.
  - **Se valorará**
    - La correcta implementación de la clase **Polinomio y Monomio**
    - El correcto funcionamiento del programa principal propuesto como ejemplo.
    - La **ampliación y mejora** del menú del programa principal para añadir más opciones.
    - La documentación del código con doxygen.
    - La claridad del código.
    - El uso de macros de pantalla para mejorar la visualización de la información
    - **Y sobre todo**
      - Un profundo conocimiento de la práctica codificada.