

## Tarea 1

### Instrucciones generales

- La tarea se realiza en grupos de máximo 4 personas. Cada grupo debe escribir el nombre de los integrantes del grupo en la siguiente dirección electrónica:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1F7-M0aPt1So02TFFGZEaaxKZLf3uVd6e>

El número del grupo está indicado en la primera columna del documento.

- Todos los archivos de esta tarea se encuentran en la carpeta de *One Drive* del curso.
- Los archivos computacionales implementados en Python y C++ deben estar correctamente comentados. Por cada archivo que no este documentado correctamente, se restaran 5 puntos de la nota final. **Si alguna función o archivo computacional está incompleto o genera error al momento de compilar, entonces pierde el 75% del puntaje de la pregunta asignada.**
- Los archivos que dan solución a la tarea deben estar en una carpeta principal con nombre **Tarea 1 - Grupo #**, donde # es el número de cada grupo. Dentro de esta carpeta debe existir dos carpetas con nombres **Parte 1** y **Parte 2**. En cada una de estas carpetas estarán todos los archivos necesarios para el desarrollo de las preguntas mencionadas anteriormente.
- La solución de la tarea que se encuentra en la carpeta **Tarea 1 - Grupo #** debe comprimirse en un archivo **.zip** y subirlo al formulario que se encuentra en el siguiente enlace:

<https://forms.gle/gK9bZUvAmoBbtJiVA>

**Observación:** Se necesita tener una cuenta de **gmail** para llenar el formulario.

- **Fecha y hora máxima de entrega: Domingo 19 de Marzo del 2023, a las 11:59 pm**
- Las entregas tardías se penalizarán con una reducción de la nota obtenida con un 10% por cada hora de atraso. A las tareas que excedan el plazo de entrega en 10 horas o más después de la hora límite, se les asignará la nota de 0.

# Parte 1: Calculadora FunTras en C++

## Descripción General

- **Definición:** Una función trascendente es una función que no satisface una ecuación polinomial. Ejemplo de funciones trascendentes son  $e^x$ ,  $\ln(x)$  y  $\sin(x)$ .
- Cada grupo debe desarrollar una aplicación en **C++** que permita aproximar el valor numérico de un conjunto de funciones trascendentes de variable real utilizando **únicamente** las operaciones de suma (+), resta (-), multiplicación (\*) y potencia de exponente entero positivo (\*\*) . **No pueden usar la división (/)**.
- En esta parte de la tarea se evaluarán los siguientes atributos de egresado:
  - **Investigación (Intermedio)**

## Preguntas

1. [Valor: 20 puntos] Implemente computacionalmente en C++ las funciones trascendentes que se encuentran en la siguiente tabla.

Función $f(x)$	Comando en Pyhton	Función $f(x)$	Comando en C++
$x^{-1}$	<code>divi_t(x)</code>	$e^x$	<code>exp_t(x)</code>
$\sin(x)$	<code>sin_t(x)</code>	$\cos(x)$	<code>cos_t(x)</code>
$\tan(x)$	<code>tan_t(x)</code>	$\ln(x)$	<code>ln_t(x)</code>
$\log_y(x)$	<code>log_t(x,y)</code>	$x^y$	<code>power_t(x,y)</code>
$\sinh(x)$	<code>sinh_t(x)</code>	$\cosh(x)$	<code>cosh_t(x)</code>
$\tanh(x)$	<code>tanh_t(x)</code>	$\sqrt{x}$	<code>sqr_t(x)</code>
$\sqrt[y]{x}$	<code>root_t(x,y)</code>	$\sin^{-1}(x)$	<code>asin_t(x)</code>
$\tan^{-1}(x)$	<code>atan_t(x)</code>	$\csc(x)$	<code>csc_t(x)</code>
$\sec(x)$	<code>sec_t(x)</code>	$\cot(x)$	<code>cot_t(x)</code>

- Para realizar dicha implementación, deben leer el documento `fun_tras.pdf` que se encuentra en la carpeta de *One Drive*. Este documento contiene los métodos iterativos que deben implementar para aproximar las funciones que se encuentran en la tabla anterior.
- Todas las funciones deben estar implementada en un archivo con nombre `funtras.h`.
- Para su implementación, cada método iterativo debe usar una tolerancia de  $10^{-8}$ , además de una cantidad máxima de 2500 iteraciones.
- Utilizar la librería *Boost Multiprecision* de C++ . Esta librería proporciona diferentes tipos de números enteros, racionales y de punto flotante, entre otros, que tienen más rango y precisión que los tipos integrados ordinarios de C++. El objetivo en esta parte de la tarea es definir todas las variables numéricas de las operaciones que se realizan utilizando **50 decimales**.

Cada grupo puede revisar los siguientes enlaces para utilizar la librería *Boost Multiprecision*:

- [https://www.boost.org/doc/libs/1\\_80\\_0/libs/multiprecision/doc/html/index.html](https://www.boost.org/doc/libs/1_80_0/libs/multiprecision/doc/html/index.html)
- <https://github.com/boostorg/multiprecision>
- <https://www.geeksforgeeks.org/advanced-c-boost-library/>

- Para el valor de  $\pi$ , defina la variable `pi_t` y utilice la aproximación  $\pi \approx 3.14159265358979323846$ .
- Algunas de las funciones que se encuentran en la tabla no están en el documento `fun_tras.pdf`. Para la implementación de estas funciones, utilice propiedades matemáticas para re-escribir dichas funciones en términos de las funciones que se encuentran en el documento `fun_tras.pdf` (por ejemplo,  $\cos^{-1}(x) = \pi/2 - \sin^{-1}(x)$  y  $\log_a(x) = \ln(x)/\ln(a)$ ).
- Para calcular  $\sqrt[y]{x}$  debe considerar dos casos. Si  $y$  es entero positivo, entonces utiliza el método iterativo para raíces que se presenta en el documento `funtras.pdf`. Si  $y$  no es entero, entonces utilizar el comando `power_t(x, 1/y)`.
- Cuando se realice alguna división  $a/b$  en los métodos presentados en el documento `fun_tras.pdf`, no se debe utilizar el comando de división de C++, y en su lugar utilizar el comando `divi_t`, es decir, realizar la operación `a-divi_t(b)`.
- Cada una de las funciones debe verificar su dominio máximo. En el caso de que el parámetro inicial no se encuentra en el dominio, la función debe enviar un mensaje de error (por ejemplo, la función `sqrt_t(x)` solo debe aceptar parámetros mayores o iguales a 0).
- Algunas de las funciones que se encuentran en el documento `fun_tras.pdf` utilizan la función factorial. Cada grupo debe implementar la función factorial.
- Utilizando las funciones implementadas, desarrolle un *script* con nombre `test_funtras.cpp` que realice la operación

$$\frac{\sqrt[3]{\cos\left(\frac{3}{7}\right) + \ln(2)}}{\sinh(\sqrt{2})} + \tan^{-1}(e^{-1}).$$

2. [Valor: 30 puntos] Implementar una calculadora en C++, utilizando una interfaz gráfica, para aproximar el cálculo de funciones trascendentes y otras funciones. Dicha implementación debe considerar los siguientes detalles:

- Un ejemplo de la estructura de la interfaz gráfica se encuentra en la Figura 1. Pueden utilizar este ejemplo para desarrollar dicha interfaz
- El usuario debe digitar un número real en el campo de la entrada de  $x$  y  $y$  (si corresponde), y luego calcular la aproximación de la función solicitada, basado en los datos que se encuentran en estos campos de entrada.
- Esta calculadora utilizará las funciones implementadas en la pregunta anterior.
- Deben implementar todas las funciones que se encuentran en la Figura 1.
- La calculadora debe contar con una ayuda, el cual explica detalladamente como usarla, además de mostrar el nombre de los integrantes del grupo.
- En el caso de que el número digitado no esté en el dominio de la función, entonces debe enviar un mensaje de error en el campo de la respuesta.

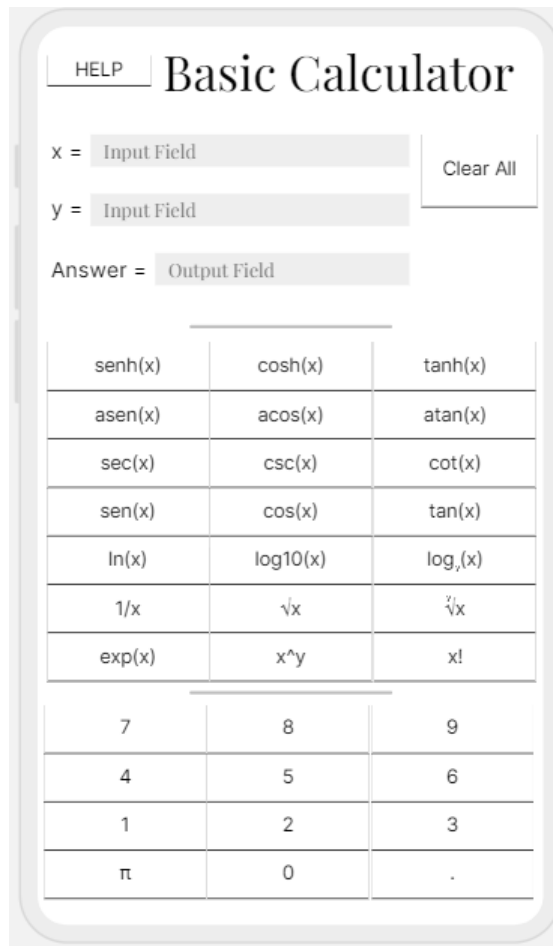


Figura 1: Ejemplos de la interfaz de la calculadora

- La función factorial ( $x!$ ) debe ser implementada desde 0.
- La calculadora debe tener un botón que permite limpiar lo que se encuentre en el campo de entrada de  $x$  y  $y$ .
- La aplicación a realizar en C++ debe correr en Windows. Por lo tanto, deben presentar un `.exe`. Cada grupo debe verificar que la aplicación funcione correctamente.
- El ejecutable debe estar en un archivo con nombre `calculadora_funtras.cpp`
- Cada grupo se puede basar en la información que se encuentra en los siguientes enlaces para el desarrollo de la calculadora:
  - <https://www.youtube.com/watch?v=HgIYY-1yJp8>
  - <https://genuinecoder.com/gui-simple-calculator-visual-c-source-html/>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=L9Q5vV3Fu4o>
  - <https://www.geeksforgeeks.org/c-c-program-to-make-a-simple-calculator/>
- La aplicación no debe verse 100% igual al que se presenta en la Figura 1, pero si debe cumplir con todas las funcionalidades que realiza.

# Parte 2: Investigación - Aplicaciones de Ecuaciones No Lineales

---

## Información General

- **Puntaje:** Esta parte de la tarea tiene un valor de 45 puntos.
- **Objetivo General:**
  - Aprender sobre la aplicación de las ecuaciones no lineales en la vida real y técnicas para aproximar una solución utilizando métodos iterativos.
- **Objetivos Específicos:**
  - Identificar una aplicación de la vida real que involucre la solución de una ecuación no lineal.
  - Investigar e implementar computacionalmente 2 nuevos métodos iterativos que aproximen una solución de una ecuación no lineal
  - Elaborar un documento, con formato de artículo científico.
  - Formular una propuesta de investigación de una aplicación de la vida real, cuya solución se realice utilizando métodos iterativos explicados en clases y los 2 nuevos métodos investigados anteriormente.
- **Atributos de Acreditación:**
  - Investigación (Intermedio)
  - Análisis de Problemas (Intermedio)
- **Descripción:**
  - Cada grupo debe investigar un problema aplicado a la vida real donde se utilice la solución de ecuaciones no lineales.
  - Luego, se debe realizar la implementación computacional en **Python** de los métodos de la bisección y falsa posición para aproximar la solución de cada ecuación que se presenta en el problema aplicado a la vida real que el grupo escogió.
  - Posteriormente, cada grupo debe escoger 2 métodos iterativos nuevos y que no se hayan estudiado en clases para aproximar una solución de ecuaciones no lineales. En la carpeta de la Tarea 1 que se encuentra en *One Drive*, se encuentran un conjunto de artículos científicos donde cada grupo escogerá los métodos.
  - Cada grupo debe implementar computacionalmente en **Python** los 2 nuevos métodos seleccionados y aproximar la solución de cada ecuación que se presenta en el problema aplicado a la vida real.
  - La aplicación en la vida real y los 2 nuevos métodos iterativos deben ser diferentes para cada grupo. Por lo tanto, cada grupo debe indicar el problema y los métodos en el siguiente enlace:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1F7-M0aPt1So02TFFGZEaaxKZLf3uVd6e>

- **Entregables de la Investigación:**

- [Valor: 30 puntos] Un documento en pdf, con formato de artículo científico, utilizando el formato IEEE. El documento debe incluir las siguientes secciones:

- \* **Título y autores**
- \* **Resumen:** Una breve descripción del problema aplicado a la vida real y los métodos iterativos a utilizar.
- \* **Introducción:** Explicación general del problema aplicado a la vida real y de la importancia de los métodos iterativos para resolver ecuaciones no lineales. Debe incluir referencias.
- \* **Análisis del problema:** En esta sección se explica con detalle el problema aplicado a la vida real escogido, detallando en la importancia del problema, los antecedentes.
- \* **Métodos iterativos en la solución de ecuaciones no lineales:** En esta sección se explica con detalle cada uno de los métodos iterativos a utilizar para resolver cada ecuación no lineal del problema: el método de la bisección, el de la falsa posición y los 2 nuevos métodos iterativos seleccionados.
- \* **Experimentos numéricos:** Los resultados obtenidos de ejecutar cada método iterativo para aproximar la solución de cada ecuación se presentará en esta sección. Para cada método, deben obtener los siguientes resultados: valores iniciales (V.I.), aproximación  $x_k$  del cero de cada función, error  $e_k = \max(|f(x_k)|, |x_k - x_{k-1}|)$ , número de iteraciones  $k$ , tiempo de ejecución. Estos resultados deben aparecer en la terminal cuando se ejecuten todos los métodos con cada una de las funciones. Los resultados anteriores deben estar presentados en la siguiente tabla:

Método	V.I.	$x_k$	$e_k$	$k$	Tiempo (s)
Bisección					
Falsa Posición					
Método 1					
Método 2					

En esta sección se analiza los resultados y se determina cual o cuales métodos dan mejor rendimiento.

- \* **Conclusiones:** En esta sección se presenta un resumen general de la investigación, donde se anotan las conclusiones y recomendaciones. Además, se mide el éxito general de la investigación.

**Observación 1:** La creación de este documento se realizará utilizando la plantilla de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X que se encuentra en la carpeta de la Tarea en *One Drive*. El nombre del documento con extensión pdf que cada grupo entregará debe ser el siguiente: **Tarea 1 - Investigación - Grupo #**, donde # es el número del grupo.

**Observación 2:** La evaluación de este documento considerará los siguientes aspectos:

- **A1:** El documento se realiza en  $\text{\LaTeX}$ , utilizando la plantilla que se encuentra en la carpeta de la Tarea en *One Drive*.
- **A2:** Texto ordenado y con una secuencia lógica en secciones. Además, discute una idea por párrafo.
- **A3:** Imágenes y tablas utilizadas tienen buena resolución, además de una breve explicación debajo de cada uno.
- **A4:** Utiliza fórmulas matemáticas con el código matemático de  $\text{\LaTeX}$ .

– [Valor: 20 puntos] Un archivo desarrollado en *Jupyter* o *Google Colab*, en donde se encuentre la implementación computacional de los 4 métodos iterativos.

- \* En este archivo también se debe incluir las simulaciones aplicadas para obtener la solución de la ecuación no lineal del problema aplicado a la vida real elaborado en la investigación, utilizando los 4 métodos.
- \* Cuando se ejecute cada método, se debe imprimir el nombre del método utilizado, los valores iniciales escogidos, la cantidad de iteración  $k$  que realizó el método, la aproximación  $x_k$  de la solución de la ecuación, el error  $e_k = \max(|f(x_k)|, |x_k - x_{k-1}|)$  y el tiempo (en segundos) que duró el método en realizar el cómputo de la solución.

**Observación 1:** El nombre del documento con extensión `ipynb` que cada grupo entregará debe ser el siguiente: **Tarea 1 - Investigación - Grupo #**, donde **#** es el número del grupo.

**Observación 2:** Cada método está debidamente comentado, indicando el nombre del método, el significado de las variables (valores iniciales, funciones, error, criterio de parada, entre otros)