Trabajos de Sintaxis y Semántica de los Lenguajes

Esp. Ing. José María Sola, profesor.

Revisión 5.5.0
2026-02-04

Tabla de contenidos

Lista de ejemplos

Parte I. Preliminares

1

Introducción

El objetivo de los trabajos es afianzar los conocimientos y evaluar su comprensión.

En la sección "Trabajos" de la página del curso[1] se indican cuales de los trabajos acá definidos que son **obligatorios** y cuales **opcionales**, como así también si se deben resolver **individualmente** o en **equipo**.

En el sección "Calendario" de la página del curso[2] se establece cuando es la **fecha y hora límite de entrega**,

Hay trabajos opcionales que son introducción a otros trabajos más complejos, también pueden enviar la resolución para que sea evaluada.

Cada trabajo tiene un **número** y un **nombre**, y su enunciado tiene las siguientes secciones:

1. **Objetivos**: Descripción general de los objetivos y requisitos del trabajo.
2. **Temas**: Temas que aborda el trabajo.
3. **Problema**: *Descripción* del problema a resolver, la *definición completa y sin ambigüedades* es parte del trabajo.
4. **Tareas**: Plan de tareas a realizar.
5. **Restricciones**: Restricciones que deben cumplirse.
6. **Productos**: Productos que se deben entregar para la resolución del trabajo.

[1] https://josemariasola.wordpress.com/ssl/assignments/
[2] https://josemariasola.wordpress.com/ssl/calendar/

2

Requisitos Generales para las Entregas de las Resoluciones

Cada trabajo tiene sus requisitos particulares de entrega de resoluciones, esta sección indica los requisitos generales, mientras que, cada trabajo define sus requisitos particulares.

Una resolución se considera **entregada** cuando cumple con los **requisitos de tiempo y forma** generales, acá descriptos, sumados a los particulares definidos en el enunciado de cada trabajo.

La entrega de cada resolución debe realizarse a través de *GitHub*, por eso, cada estudiante tiene poseer una cuenta en esta plataforma.

2.1. Requisitos de Forma

2.1.1. Repositorios

En el curso usamos repositorios *GitHub*. Uno público y personal y otro privado para del equipo.

Repositorios público y privado.

```
Usuario
`-- Repositorio público personal para la asignatura
Repositorio privado del equipo
```

Repositorio Personal para Trabajos Individuales

Cada estudiante debe crear un repositorio público dónde publicar las resoluciones de los trabajos individuales. El nombre del repositorio debe ser el de la asignatura. En la raíz del mismo debe publicarse un archivo `readme.md` que actúe como *front page* de la persona. El mismo debe estar escrito en notación *Markdown* y debe contener, como mínimo, la siguiente información:

- Sintaxis y Semántica de los Lenguajes
- Curso.
- Año de cursada, y cuatrimestre si corresponde.
- Legajo.
- Apellido.
- Nombre.

Repositorio personal para la asignatura.

```
Usuario
`-- Repositorio público personal para la asignatura
    `-- readme.md // Front page del usuario
```

Repositorio de Equipo para Trabajos Grupales

A cada equipo se le asigna un **repositorio privado**. En la raíz del mismo debe publicarse un archivo `readme.md` que actúe como *front page* del equipo. El mismo debe estar escrito en notación *Markdown* y debe contener, como mínimo, la siguiente información:

- Sintaxis y Semántica de los Lenguajes
- Curso.
- Año de cursada, y cuatrimestre si corresponde.
- Número de equipo.
- Nombre del equipo (opcional).
- Integrantes del equipo actualizados, ya que, durante el transcurso de la cursada el equipo puede cambiar:

- Usuario *GitHub*.
- Legajo.
- Apellido.
- Nombre.

Repositorio privado del equipo.

```
Repositorio privado del equipo
`-- readme.md // Front page del equipo.
```

2.1.2. Carpetas para cada Resolución

La resolución de cada trabajo debe tener su propia carpeta, ya sea en el repositorio personal, si es un trabajo individual, o en el del equipo, si es un trabajo grupal. El nombre de la carpeta debe seguir el siguiente formato:

> DosDígitosNúmeroTrabajo-NombreTrabajo

O en notación *regex*:

```
[0-9]{2}"-"[a-zA-Z]+
```

Ejemplo 2.1. Nombre de carpeta

00-Hello

En los enunciados de cada trabajo, el número de trabajo para utilizar en el nombre de la carpeta está generalizado con "DD", se debe reemplazar por los dos dígitos del trabajo establecidos en el curso.

Adicionalmente a los productos solicitados para la resolución de cada trabajo, la carpeta debe incluir su propio archivo `readme.md` que actúe como *front page* de la resolución El mismo debe estar escrito en notación *Markdown* y debe contener, como mínimo, la siguiente información:

- Número de equipo.
- Nombre del equipo (opcional).
- Autores de la resolución:
  - Usuario github.
  - Legajo.
  - Apellido.
  - Nombre.
- Número y título del trabajo.
- Transcripción del enunciado.
- Hipótesis de trabajo que surgen luego de leer el enunciado.

Opcionalmente, para facilitar el desarrollo se **recomienda incluir**:

- un archivo `.gitignore`.
- un archivo `Makefile`.footnot:requiered-optional[Para algunos trabajos, el archivo `Makefile` y los tests son obligatorios, de ser así, se indica en el enunciado del trabajo.]
- archivos tests.footnot:requiered-optional[]

Carpeta de resolución de trabajo.

```
Carpeta de resolución de trabajo
|-- .gitignore
|-- Makefile
|-- readme.md // Front page de la resolución
`-- Archivos de resolución
```

Por último, la carpeta **no debe incluir**:

- archivos ejecutables.
- archivos intermedios producto del proceso de compilación o similar.

Ejemplo de Estructura de Repositorios

Ejemplo completo.

```
usuario // Usuario GithHub
`-- Asignatura // Repositorio personal público para a la asignatura
    |-- readme.md // Front page del usuario
    |-- 00-Hello // Carpeta de resolución de trabajo
    |    |-- .gitignore
    |    |-- readme.md // Front page de la resolución
    |    |-- Makefile
    |    |-- hello.cpp
    |    `-- output.txt
    `-- 01-Otro-trabajo
2019-051-02 // Repositorio privado del equipo
|-- redme.md // Front page del equipo
|-- 04-Stack // Carpeta de resolución de trabajo
|    |-- .gitignore
|    |-- readme.md // Front page de la resolución
|    |-- Makefile
|    |-- StackTest.cpp
|    |-- Stack.h
|    |-- Stack.cpp
|    `-- StackApp.cpp
`-- 01-Otro-trabajo
```

2.1.3. Lenguaje de Programación

En el curso se establece la versión del estándar del lenguaje de programación que debe utilizarse en la resolución.

2.1.4. Header Comments (Comentarios Encabezado)

Todo archivo fuente debe comenzar con un comentario que indique el "Qué", "Quiénes", "Cuándo" :

```
/* Qué: Nombre
 * Breve descripción
 * Quiénes: Autores
 * Cuando: Fecha de última modificación
 */
```

Ejemplo 2.2. Header comments

```
/* Stack.h
 * Interface for a stack of ints
 * JMS
 * 20150920
 */
```

2.2. Requisitos de Tiempo

Cada trabajo tiene una **fecha y hora límite de entrega**, los *commits* realizados luego de ese instante no son tomados en cuenta para la evaluación de la resolución del trabajo.

En el calendario del curso[1] se publican cuando es la fecha y hora límite de entrega de cada trabajo.

[1] https://josemariasola.wordpress.com/ssl/calendar/

Parte II. Trabajos Introductorios

3

"Hello, World!" en C

3.1. Objetivos

- Demostrar capacidad para editar, compilar, y ejecutar programas C mediante el desarrollo de un programa simple.
- Tener un primer contacto con las herramientas necesarias para abordar la resolución de los trabajos posteriores.
- Creación de repositorio personal `git`.
- Armado de equipo de trabajo.

3.2. Temas

- Sistema de control de versiones.
- Lenguaje de programación C.
- Proceso de compilación.
- Pruebas.

3.3. Problema

Adquirir y preparar los recursos necesarias para resolver los trabajos del curso.

3.4. Restricciones

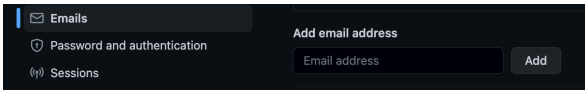
- Usar la versión **C23** del lenguaje C.

3.5. Tareas

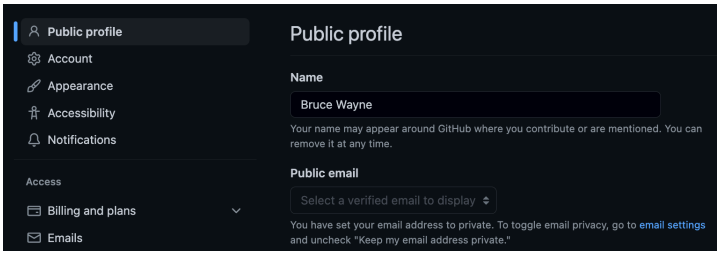
1. Cuenta en *GitHub*

    a. Si no tiene, cree una cuenta *GitHub*.

    b. Si no lo hizo, asocie a su cuenta *GitHub* el email @frba y verifíquelo. Es posible asociar más de una cuenta email a una cuenta *GitHub*.



    c. Si no lo hizo, indique que su cuenta email @frba es **pública**. Esto permite a la cátedra encontrar a los estudiantes. Si por temas de privacidad prefiere no tener como pública esa dirección, puede cambiarla al final del proceso.



2. Repositorio para público para la materia

    a. Cree un repositorio público llamado `SSL`.

    b. En la raíz de ese repositorio, escriba el archivo `readme.md` que actúa como *front page del repositorio* personal.

    c. Cree la carpeta `00-CHelloWorld`.

    d. En esa carpeta, escriba un segundo archivo `readme.md` que actúa como *front page de la resolución*.

3. Compilador

    a. Seleccione, instale, y configure, y pruebe un compilador **C23**, que es la versión publicada oficialmente en 2024; también se lo conoce como *C2x*. Otras versiones aceptables son **C11** (*C1X*) ó **C17** (*C18*).
    Los más osados pueden buscar un compilador que soporte **C2Y**.

b. Registre los resultados anteriores de la siguiente manera:

   i. Indique en el `readme.md`

      A. el compilador seleccionado,

      B. la versión ese compilador,

      C. y la versión de **C** que el compilador compila.

> Es importante separar dos conceptos: la **versión del compilador** de la **versión del lenguaje de programación**. Una versión del compilador compila una o más versiones del lenguaje de programación.
>
> Una forma de conocer la versión del compilador es solicitándolo por línea de comando. Por ejemplo: `gcc --version` ó `clang --version`.
>
> Para conocer las versiones del lenguaje de programación que esa versión del compilador compila, se puede consultar la documentación de esa versión del compilador ó experimentar con la opción `-std`. Otra forma es utilizando el nombre predefinido `__STDC_VERSION__`.

   ii. Pruebe el compilador con un programa `hello.c` que envíe a `stdout` la línea `Hello, World!` o similar.

   iii. Ejecute el programa y verifique que la salida es la esperada.

   iv. Ejecute el programa con la salida *redireccionada* a un archivo `output.txt`; verifique su contenido.

4. Publicación

   a. Publique el trabajo en el repositorio personal `SSL` la carpeta `00-CHelloWorld` con `readme.md`, `hello.c`, y `output.txt`.

5. Armado de Equipo.

Aunque el trabajo es individual, fomentamos la colaboración entre compañeros para su resolución. Consideramos que es una buena oportunidad para armar equipo para los trabajos siguientes que en su mayoría son grupales. El docente del curso indica la cantidad de integrantes mínima y máxima por equipo.

a. Informe el número de equipo en esta lista[1].

   Con el número de equipo y cuenta @frba, la Cátedra le envía la invitación al repositorio privado del equipo, por eso es importante que su cuenta *GitHub* tenga asociado como email público su email @frba, tal como indica el primer paso.

b. Luego de aceptar la invitación al repositorio privado del equipo, si lo desea, puede cambiar el email público en *GitHub*.

3.6. Productos

```
Usuario                 // Usuario GitHub
`-- SSL                 // Repositorio público para la materia
    |-- readme.md       // Archivo front page del usuario
    `-- 00-CHelloWorld  // Carpeta el trabajo
        |-- readme.md   // Archivo front page del trabajo
        |-- hello.c     // Archivo fuente del programa
        `-- output.txt  // Archivo con la salida del programa
```

3.7. Referencia

- [CompiladoresInstalacion]
- [KR1988] § 1.1 Comenzado
- [CharacterInputOutputRedirection]
- [Git101]

[1] https://docs.google.com/spreadsheets/d/19MZodiTljD2WuImE8Y0WijNxIRdfL6vF_DvCn3uYlWg

4

Uso del Lenguaje C en mi Día a Día

4.1. Objetivos

- Identificar tecnologías basadas en el Lenguaje C y que usamos en nuestro día a día para estimar el nivel de adopción de C.

4.2. Temas

- Lenguaje C.

4.3. Tareas

1. Listar entre tres y diez tecnologías digitales que usamos en nuestro día a día.
2. Indicar para cada tecnología el repositorio público donde se la desarrolla, si es que lo tiene.
3. Indicar para cada una de esas tecnologías si se desarrollan en C o no.

5

Niveles del Lenguaje: Hello.cpp v Hello.c

5.1. Objetivos

- Analizar e identificar las diferencias entre `hello.cpp` y `hello.c`, en los tres niveles: léxico, sintáctico, y semántico.

5.2. Temas

- Lenguaje C++.
- Lenguaje C.
- Niveles del Lenguaje.
- Léxico.
- Sintaxis.
- Semántica.

5.3. Tareas

1. Armar una tabla con similitudes y diferencias para cada uno de los tres niveles del lenguaje, que compare ambas versiones de `hello`.
2. Opcional: Agregar una tercera versión en otro lenguaje de programación.

5.4. Restricciones

- Ninguna.

5.5. Productos

```
DD-HelloCppVHelloC
`-- HelloCppVHelloC.md
```

Parte III. El Proceso de Traducción

6

Interfaces & Makefile — Temperaturas

Este trabajo está basado en los ejercicios 1-4 y 1-15 de [KR1988] y aplica los conceptos presentados en ???:

> 1-4. Escriba un programa para imprimir la tabla correspondiente de Celsius a Fahrenheit

> 1-15. Reescriba el programa de conversión de temperatura de la sección 1.2 para que use una función de conversión.

6.1. Objetivos

- Aplicar el uso de interfaces y módulos.
- Construir un programa formado por más de una unidad de traducción.
- Comprender el proceso de traducción o *Build* cuando intervienen varios archivos fuente.
- Aplicar el uso de `Makefile`.

6.2. Temas

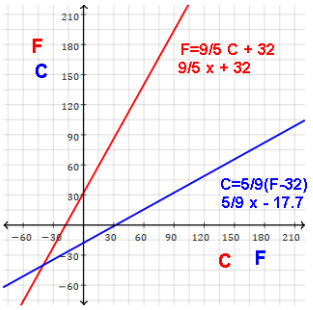
- `Makefile`.

- Archivos header (.h).
- Funciones.
- Pruebas unitarias.
- `assert`.
- Interfaces e Implementación.
- Tipo de dato `double`.

La comparación de los tipos flotantes, como `double`, no es trivial ni directa debido a su representación y precisión. Debemos incorporar la comparación con *tolerancia* mediante una función `bool` que reciba dos flotantes a comparar y un flotante que represente la tolerancia y retorna verdadero si los flotantes están cerca según la tolerancia. Se propone la función *AreNear*, y también las soluciones presentadas en [DAWSON2012] y [ERICSON2008].

6.3. Problema

Se necesita una tabla que presente las temperaturas Celsius convertidas en Fahrenheit, y otra en el sentido opuesto. Use la siguiente imagen, tomada de este artículo [1], como referencia gráfica de las relaciones:



6.4. Solución

Desarrollar un programa que imprima dos tablas de conversión, una de Fahrenheit a Celsius y otra de Celsius a Fahrenheit.

[1] https://www.davidwills.us/math103/linearF/linearFexamples.html

6.5. Tareas

1. Escribir el `Makefile`.
2. Escribir `Conversion.h`
3. Escribir `ConversionTest.c`
4. Escribir `Conversion.c`
5. Escribir `TablasDeConversion.c`.

6.6. Restricciones

- Las dos funciones públicas deben llamarse `Celsius` y `Fahrenheit`.
- Utilizar `assert`.
- Utilizar `const` o `constexpr` y no `define`.
- Utilizar `for` con declaración (C99).

6.7. Productos

```
DD-Interfaces
|-- readme.md
|-- Makefile
|-- Conversion.h
|-- ConversionTest.c
|-- Conversion.c
`-- TablasDeConversion.c.
```

Crédito extra

> Desarrolle `TablasDeConversion.c` para que use funciones del estilo `PrintTablas`, `PrintTablaCelsius`, `PrintTablaFahrenheit`, `PrintFilas`, `PrintFila`.
> Los límites inferior y superior, y el incremento deben ser parámetros.

Crédito extra

> Desarrollar la función `PrintFilas` para que sea genérica, es decir, pueda invocarse desde `PrintTablaFahrenheit`

y desde `PrintTablaCelsius`. `PrintFilas` debe invocar a `PrintFila`.
Considere el uso de punteros a función.

7

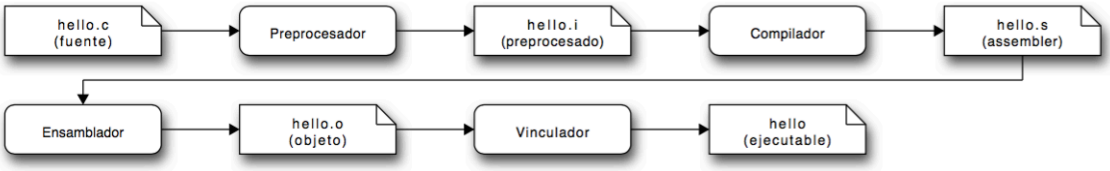
Fases de la Traducción y Errores

7.1. Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo identificar las fases del proceso de traducción o *Build* y los posibles errores asociados a cada fase.

Para lograr esa identificación se ejecutan las fases de traducción una a una, se detectan y corrigen errores, y se registran las conclusiones en `readme.md`.

No es un trabajo de desarrollo; es más, el programa que usamos como ejemplo es simple, similar a `hello.c` pero con errores que se deben corregir. La complejidad está en la identificación y comprensión de las etapas y sus productos.



7.2. Temas

- Fases de traducción.
- Preprocesamiento.
- Compilación.
- Ensamblado.
- Vinculación (Link).
- Errores en cada fase.

- Compilación separada.

7.3. Tareas

1. La primera tarea es investigar las funcionalidades y opciones que su implementación, es decir su compilador, presenta para limitar el inicio y fin de las fases de traducción.
2. La siguiente tarea es poner en práctica lo que se investigó. Para eso se debe transcribir al `readme.md` cada **comando ejecutado** y su **resultado** o **error** correspondiente a la siguiente secuencia de pasos. También en `readme.md` se vuelcan las conclusiones y se resuelven los puntos solicitados. Para claridad, mantener en `readme.md` la misma numeración de la secuencia de pasos.

7.3.1. Secuencia de Pasos

Se parte de un archivo fuente que es corregido y refinado en sucesivos pasos. Es importante no saltearse pasos para mantener la correlación, ya que el estado dejado por el paso anterior es necesario para el siguiente.

1. Preprocesador
   a. Escribir `hello2.c`, que es una variante de `hello.c`:

```
#include <stdio.h>

int/*medio*/main(void){
 int i=42;
 prontf("La respuesta es %d\n");
```

   b. Preprocesar `hello2.c`, no compilar, y generar `hello2.i`. Analizar su contenido. ¿Qué conclusiones saca?
   c. Escribir `hello3.c`, una nueva variante:

```
int printf(const char * restrict s, ...);

int main(void){
 int i=42;
 prontf("La respuesta es %d\n");
```

   d. Investigar e indicar la semántica de la primera línea.

e. Preprocesar `hello3.c`, no compilar, y generar `hello3.i`. Buscar diferencias entre `hello3.c` y `hello3.i`.

2. Compilación

   a. Compilar el resultado y generar `hello3.s`, no ensamblar.

   b. Corregir solo los errores, no los *warnings*, en el nuevo archivo `hello4.c` y empezar de nuevo, generar `hello4.s`, no ensamblar.

   c. Leer `hello4.s`, investigar sobre lenguaje ensamblador, e indicar de formar sintética cual es el objetivo de ese código.

   d. Ensamblar `hello4.s` en `hello4.o`, no vincular.

3. Vinculación

   a. Vincular `hello4.o` con la biblioteca estándar y generar el ejecutable.

   b. Corregir en `hello5.c` y generar el ejecutable. Solo corregir lo necesario para que vincule.

   c. Ejecutar y analizar el resultado.

4. Corrección de Bug

   a. Corregir en `hello6.c` y empezar de nuevo; verificar que funciona como se espera.

5. Remoción de prototipo

   a. Escribir `hello7.c`, una nueva variante:

```
int main(void){
    int i=42;
    printf("La respuesta es %d\n", i);
}
```

   b. Explicar porqué funciona; para eso, considerar las siguientes preguntas:

      i. ¿Arroja *error* o *warning*?

      ii. ¿Qué es un *prototipo* y de qué maneras se puede generar?

      iii. ¿Qué es una *declaración implícita de una función*?

      iv. ¿Qué indica la *especificación*?

v. ¿Cómo se comportan las *principales implementaciones*?

vi. ¿Qué es una función *built-in*?

vii. ¿Conjeture la razón por la cual `gcc` se comporta como se comporta? ¿Va realmente contra la especificación?

6. Compilación Separada: Contratos y Módulos

a. Escribir `studio1.c` (sí, `studio1`, no `stdio`) y `hello8.c`.
La unidad de traducción `studio1.c` tiene una implementación de la función `prontf`, que es solo un wrappwer[1] de la función estándar `printf`:

```
void prontf(const char* s, int i){
 printf("La respuesta es %d\n", i);
}
```

La unidad de traducción `hello8.c`, muy similar a `hello4.c`, invoca a `prontf`, pero no incluye ningún header.

```
int main(void){
 int i=42;
 prontf("La respuesta es %d\n", i);
}
```

b. Investigar como en su entorno de desarrollo puede generar un programa ejecutable que se base en las dos unidades de traducción (i.e., archivos fuente, archivos con extensión `.c`).
Luego generar ese ejecutable y probarlo.

c. Responder ¿qué ocurre si eliminamos o agregamos argumentos a la invocación de `prontf`? Justifique.

d. Revisitar el punto anterior, esta vez utilizando un contrato de interfaz en un archivo header.

i. Escribir el contrato en `studio.h`.

```
#ifndef _STUDIO_H_INCULDED_
#define _STUDIO_H_INCULDED_
```

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Wrapper_function

```
void prontf(const char*, int);

#endif
```

ii. Escribir `hello9.c`, un cliente que sí incluye el contrato.

```
#include "studio.h" // Interfaz que importa

int main(void){
 int i=42;
 prontf("La respuesta es %d\n", i);
}
```

iii. Escribir `studio2.c`, el proveedor que sí incluye el contrato.

```
#include "studio.h" // Interfaz que exporta
#include <stdio.h>  // Interfaz que importa

void prontf(const char* s, int i){
 printf("La respuesta es %d\n", i);
}
```

iv. Responder: ¿Qué ventaja da incluir el contrato en los clientes y en el proveedor.

Crédito extra

> Investigue sobre *bibliotecas*. ¿Qué son? ¿Se pueden distribuir? ¿Son portables? ¿Cuáles son sus ventajas y desventajas?.
> Desarrolle y utilice la biblioteca `studio`.

7.4. Restricciones

- El programa ejemplo debe enviar por `stdout` la frase `La respuesta es 42`, el valor 42 debe surgir de una variable.

7.5. Productos

```
DD-FasesErrores
|-- readme.md
```

```
|-- hello2.c
|-- hello3.c
|-- hello4.c
|-- hello5.c
|-- hello6.c
|-- hello7.c
|-- hello8.c
|-- hello9.c
|-- studio1.c
|-- studio.h
`-- studio2.c
```

8

Módulo Stack

8.1. Objetivos

Construir dos implementaciones del Módulo Stack de `int`s.

8.2. Temas

- Módulos.
- Interfaz.
- Stack.
- Unit tests.
- `assert`
- Reserva estática de memoria.
- Ocultamiento de información.
- Encapsulamiento.
- Precondiciones.
- Poscondiciones.
- Call stack.
- heap.
- Reserva dinámica de memoria.
- Punteros.
- `malloc`.
- `free`.

8.3. Tareas

1. Analizar el stack de la sección 4.3 de [KR1988].
2. Codificar la interfaz `StackModule.h` para que incluya las operaciones:
    a. `Push`.
    b. `Pop`.
    c. `IsEmpty`.
    d. `IsFull`.
3. Escribir en la interfaz `StackModule.h` comentarios que incluya *especificaciones* y *pre* y *poscondiciones* de las operaciones.
4. Codificar los unit tests en `StackModuleTest.c`.
5. Codificar una implementación contigua y estática en `StackModuleContiguousStatic.c`.
6. Probar `StackModuleContiguousStatic.c` con `StackModuleTest.c`.
7. Codificar una implementación enlazada y dinámica en `StackModuleLinkedDynamic.c`.
8. Probar `StackModuleLinkedDynamic.c` con `StackModuleTest.c`.
9. Probar StackDynamic.c con StackTest.
10. Construir una tabla comparativa a modo de *benchmark* que muestre el tiempo de procesamiento para cada una de las dos implementaciones.
11. Diseñar el archivo `Makefile` para que construya una, otra o ambas implementaciones, y para que ejecute las pruebas.
12. Responder:
    a. ¿Cuál es la mejor implementación? Justifique.
    b. ¿Qué cambios haría para que no haya precondiciones? ¿Qué implicancia tiene el cambio?
    c. ¿Qué cambios haría en el diseño para que el stack sea genérico, es decir permita elementos de otros tipos que no sean `int`? ¿Qué implicancia tiene el cambio?
    d. Proponga un nuevo diseño para que el módulo pase a ser un *tipo de dato*, es decir, permita a un programa utilizar más de un stack.

8.4. Restricciones

- En `StackModule.h`:
  - Aplicar guardas de inclusión.
  - Declarar `typedef int StackItem;`
- En `StackModuleTest.c` incluir `assert.h` y aplicar `assert`.
- En ambas implementaciones utilizar `static` para aplicar encapsulamiento.
- En la implementación contigua y estática:
  - No utilizar índices, sí aritmética punteros.
  - Aplicar el *idiom* para stacks.
- En la implementación enlazada y dinámica:
  - Invocar a `malloc` y a `free`.
  - No utilizar el operador `sizeof(` *tipo* `)`, sí `sizeof` *expresión*.

8.5. Productos

- Sufijo del nombre de la carpeta: `StackModule`.
- `/Readme.md`
  - Benchmark.
  - Preguntas y Respuestas.
- `/StackModule.h`.
- `/StackModuleTest.c`
- `/StackModuleContiguousStatic.c`
- `/StackModuleLinkedDynamic.c`
- `/Makefile`

Parte IV. Strings en Leguajes Formales y en Lenguajes de Progamación

9

Operaciones de Strings

Este trabajo tiene dos partes, una de análisis comparativo y otra de desarrollo.

El análisis comparativo es sobre el tipo de dato String en el lenguaje de programación C versus otro lenguaje de programación a elección; mientras que el desarrollo está basado en los ejercicios 20 y 21 del Capítulo #1 del Volumen #1 de [MUCH2012], que a continuación transcribe:

> Investigue y construya, en LENGUAJE C, la función que realiza cada operación solicitada:
>
> * Ejercicio 20 *
> (a) Calcula la longitud de una cadena;
> (b) Determina si una cadena dada es vacía.
> (c) Concatena dos cadenas.
>
> * Ejercicio 20 *
> Construya un programa de testeo para cada función del ejercicio anterior.

9.1. Objetivos

1. Parte I — Análisis Comparativo del tipo String en Lenguajes de Programación: Realizar un análisis comparativo de dato String en el lenguaje C versus un lenguaje de programación a elección. El análisis debe contener, por lo menos, los siguientes ítems:

    a. ¿El tipo es parte del lenguaje en algún nivel?

b. ¿El tipo es parte de la biblioteca?

c. ¿Qué alfabeto usa?

d. ¿Cómo se resuelve la alocación de memoria?

e. ¿El tipo tiene mutabilidad o es inmutable?

f. ¿El tipo es un *first class citizen*?

g. ¿Cuál es la mecánica para ese tipo cuando se los pasa como argumentos?

h. ¿Y cuando son retornados por una función?

Las anteriores preguntas son disparadores para realizar una análisis profundo.

2. Parte II — Biblioteca para el Tipo String: Desarrollar una biblioteca con las siguientes operaciones de strings:

   a. *GetLength* ó *GetLongitud*

   b. *IsEmpty* ó *IsVacía*

   c. *Power* ó *Potenciar*

   d. Una operación a definir libremente.

   Notar que en vez de la operación concatenar que propone [MUCH2012] se debe desarrollar *Power* ó *Potenciar* que repite un string n veces.

   La parte pública de la biblioteca se desarrolla en el header `"String.h"`, el cual no debe incluir `<string.h>`. El programa que prueba la biblioteca, por supuesto, incluye a `"String.h"`, pero sí puede incluir `<string.h>` para facilitar las comparaciones.

9.2. Temas

- Strings.
- Alocación.
- Tipos.

9.3. Tareas

1. Parte I

a. Escribir el `AnálisisComparativo.md` con la comparación de strings en C versus otro lenguaje de programación a elección.

2. Parte II

a. Para cada operación, escribir en `Strings.md` la especificación matemática de la operación, con conjuntos de salida y de llegada, y con especificación de la operación.

b. Escribir el `Makefile`.

c. Por cada operación:

i. Escribir las pruebas en `StringsTest.c`.

ii. Escribir los prototipos en `String.h`.

iii. Escribir en `String.h` comentarios con las precondiciones y poscondiciones de cada función, arriba de cada prototipo.

iv. Escribir las implementaciones en `Strings.c`.

9.4. Restricciones

- Las pruebas deben utilizar `assert`.
- Los proptotipos de utilizar `const` cuando corresponde.
- Por lo menos una operación debe implementarse con recursividad.
- Las implementaciones no deben utilizar funciones estándar, declaradas en `<string.h>`

9.5. Productos

```
DD-Strings
|-- readme.md
|-- AnálisisComparativo.md
|-- String.md
|-- Makefile
|-- StringTest.c
|-- String.h
`-- String.c.
```

10

Strings en *Go* (*golang*)

El trabajo consta de la *especificación* del tipo *String* con una selección de operaciones de *String* del lenguaje *Go*, y de le *implementación* del ese tipo con representación en memoria igual a la de ese lenguaje, con la facilidad de alocar strings en el heap, y de liberar esa memoria reservada ante el pedido del *garbage collector*.

Las operaciones del tipo son:

- Len
- Count
- New
- At
- Delete

Recordar que el tipo string es inmutable en Go.

El trabajo incluye también un ejemplo el uso del tipo en un programa que haga uso de las de las operaciones y el desarrollo de una función que reciba un string como parámetro.

10.1. Objetivos

1. Especificación del tipo String que incluya una selección de operaciones de Go.
2. Programa ejemplo en Go.
3. Desarrollo del tipo String de Go en C.

4. Programa ejemplo en C que usa el tipo String de Go.

10.2. Temas

- Strings.
- Alocación.
- Tipos.
- Heap
- Garbage Collector.

10.3. Tareas

a. Especificar el tipo en `GoString.md`.

b. Escribir y ejecutar un programa Go ejemplo de uso con una función que recibe un string en `GoStringExample.go`.

c. Escribir el `Makefile`.

d. Escribir las pruebas en `GoStringTest.c`.

e. Escribir las declaraciones públicas en `GoString.h`.

f. Escribir en `GoString.h` comentarios con las precondiciones, poscondiciones e invariantes.

g. Escribir un ejemplo de uso de tipo, que incluya una funciópn que recibe un string en `GoStringExample.c`.

h. Escribir la implementación en `GoString.c`.

10.4. Restricciones

- Las pruebas deben utilizar `assert`.
- Los proptotipos de utilizar `const` cuando corresponde.
- La operación `at` debe implementar el mismo compartamiento `panic` que tien Go; para eso debe desarrollarse la función `panic` que es invocada por `at` cuando el índice es inválido.

10.5. Productos

```
DD-GoStrings
```

```
|-- readme.md
|-- GoString.md
|-- GoStringExample.go
|-- Makefile
|-- GoStringTest.c
|-- GoString.h
|-- GoStringExample.c
`-- GoString.c
```

Parte V. Máquinas de Estado

11

Máquinas de Estado — Palabras en Líneas

Este trabajo está basado en el ejercicio 1-12 de [KR1988]:

> 1-12. Escriba un programa que imprima su entrada una palabra por línea.

Problema: Imprimir cada palabra de la entrada en su propia línea. La cantidad de líneas en la salida coincide con la cantidad de palabras en la entrada. Cada línea tiene solo una palabra.

11.1. Objetivos

- Aplicar máquinas de estado para el procesamiento de texto.
- Implementar máquinas de estado con diferentes métodos.

11.2. Temas

- Árboles de expresión.
- Representación de máquinas de estado.
- Implementación de máquinas de estado.

11.3. Tareas

1. Árboles de Expresión

a. Estudiar el programa del ejemplo las sección *1.5.4 Conteo de Palabras* de [KR1988].

b. Dibujar el árbol de expresión para la inicialización de los contadores: `nl = nw = nc = 0`.

c. Dibujar el árbol de expresión para la expresión de control del segundo if: `c == ' ' || c == '\n' || c == '\t'`.

2. Máquina de Estado:

   a. Describir en lenguaje `dot` [DOT] y dentro del archivo `wl.gv` la máquina de estado que resuelve el problema planteado.

   b. Formalizar la máquina de estados como una *n-upla*, basarse en el Capítulo #1 del Volumen #3 de [MUCH2012].

3. Implementaciones de Máquinas de Estado:
   Las implementaciones varían en los conceptos que utilizan para representaar los estados y las transiciones.

   a. Implementación #1: Una variable para el estado actual.

      i. Escribir el programa `wl-1-enum-switch.c` que siga la Implementación #1, variante `enum` y `switch`.
      Esta implementación es la *regularización* de la implementación de la sección 1.5.4 de [KR1988]. Los *estados* son valores de una variable y las *transiciones* son la selección estructurada y la actualización de esa variable. Esta versión es menos eficiente que la versión de [KR1988], pero su regularidad permite la automatización de la construcción del programa que implementa la máquina de estados. Además de la regularidad, esta versión debe:

         - Utilizar `typedef` y `enum` en vez de `define`, de tal modo que la variable estado se pueda declarar de la siguiente manera: `State s = Out;`
         - Utilizar `switch` en vez de `if`.

      ii. Responder en `readme.md`: Indicar ventajas y desventajas de la versión de [KR1988] y de esta implementción.

   b. Implementación #2: Sentencias `goto` (sí, el infame *goto*)

i. Leer la sección *3.8 Goto and labels* de [KR1988]

ii. Leer *Go To Statement Considered Harmful* de [DIJ1968].

iii. Leer *"GOTO Considered Harmful" Considered Harmful* de [RUB1987].

iv. Responder en `readme.md`: ¿Tiene alguna aplicación *go to* hoy en día? ¿Algún lenguaje moderno lo utiliza?

v. Escribir el programa `wl-2-goto.c` que siga la Implementación #2.
En esta implementación los *estados* son *etiquetas* y las *transiciones* son la selección estructurada y el salto incondicional con la sentencia `goto`.

c. Implementación #3: Funciones Recursivas

i. Leer la sección *4.10 Recursividad* de [KR1988].

ii. Responder en `readme.md`: ¿Es necesario que las funciones accedan a a contadores? Si es así, ¿cómo hacerlo?.
Leer la sección *1.10 Variables Externas y Alcance* y *4.3 Variables Externas* de [KR1988].

iii. Escribir el programa, `wl-3-rec.c` que siga la implementación #3.
En esta implementación los *estados* son *funciones recursivas* y las *transiciones* son la selección estructurada y la invocación recursiva.

d. Implementación #X:
Es posible diseñar más implementaciones. Por ejemplo, una basada en una tabla que defina las transiciones de la máquina. En ese caso, el programa usaría la tabla para lograr el comportamiento deseado. El objetivo de este punto es diseñar una implementación **diferente** a las implementaciones #1, #2, y #3.

i. Diseñar una nueva implementación e indicar en `Readme.md` cómo esa implementación representa los estados y cómo las transiciones.

ii. Escribir el programa, `wl-x.c` que siga la nueva implementación.

4. Eficiencia del uso del Tiempo:
Construir una tabla comparativa a modo de *benchmark* que muestre el tiempo de procesamiento para cada una de las cuatro implementaciones, para tres archivos diferentes de tamaños diferentes, el primero en el orden de los

kilobytes, el segundo en el orden de los megabytes, y el tercero en el orden de los gigabytes.
La tabla tiene en las filas las cuatro implementación, en las columnas los tres archivos, y en la intersección la duración para una implementación para un archivo.

11.4. Restricciones

- Ninguna.

11.5. Productos

```
DD-wl
|-- readme.md
|   |-- Árboles de expresión.
|   |-- Respuestas.
|   `-- Benchmark.
|-- wl.gv
|-- Makefile
|-- wl-1-enum-switch.c
|-- wl-2-goto.c
|-- wl-3-rec.c
`-- wl-x.c
```

12

Máquinas de Estado — Contador de Palabras

Este trabajo está basado en el ejemplo de las sección *1.5.4 Conteo de Palabras* de [KR1988]:

> "… cuenta líneas, palabras, y caracteres, con la definición ligera que una palabra es cualquier secuencia de caracteres que no contienen un blanco, tabulado o nueva línea."

Problema: Determinar la cantidad de líneas, palabra, y caracteres que se reciben por la entrada estándar.

12.1. Objetivos

- Aplicar máquinas de estado para el procesamiento de texto.
- Implementar máquinas de estado con diferentes métodos.

12.2. Temas

- Árboles de expresión.
- Representación de máquinas de estado.
- Implementación de máquinas de estado.

12.3. Tareas

1. Árboles de Expresión

    a. Estudiar el programa del ejemplo las sección *1.5.4 Conteo de Palabras* de [KR1988].

    b. Dibujar el árbol de expresión para la inicialización de los contadores: `nl = nw = nc = 0`.

    c. Dibujar el árbol de expresión para la expresión de control del segundo if: `c == ' ' || c == '\n' || c == '\t'`.

2. Máquina de Estado:

    a. Describir en lenguaje `dot` [DOT] y dentro del archivo `wc.gv` la máquina de estado que resuelve el problema planteado.

    b. Formalizar la máquina de estados como una *n-upla*, basarse en el Capítulo #1 del Volumen #3 de [MUCH2012].

3. Implementaciones de Máquinas de Estado:
   Las implementaciones varían en los conceptos que utilizan para representaar los estados y las transiciones.

    a. Implementación #1: Una variable para el estado actual.

        i. Escribir el programa `wc-1-enum-switch.c` que siga la Implementación #1, variante `enum` y `switch`.
        Esta implementación es la *regularización* de la implementación de la sección 1.5.4 de [KR1988]. Los *estados* son valores de una variable y las *transiciones* son la selección estructurada y la actualización de esa variable. Esta versión es menos eficiente que la versión de [KR1988], pero su regularidad permite la automatización de la construcción del programa que implementa la máquina de estados. Además de la regularidad, esta versión debe:

            - Utilizar `typedef` y `enum` en vez de `define`, de tal modo que la variable estado se pueda declarar de la siguiente manera: `State s = Out;`
            - Utilizar `switch` en vez de `if`.

   ii. Responder en `readme.md`: Indicar ventajas y desventajas de la versión de [KR1988] y de esta implementción.

b. Implementación #2: Sentencias `goto` (sí, el infame *goto*)

   i. Leer la sección *3.8 Goto and labels* de [KR1988]

   ii. Leer *Go To Statement Considered Harmful* de [DIJ1968].

   iii. Leer *"GOTO Considered Harmful" Considered Harmful* de [RUB1987].

   iv. Responder en `readme.md`: ¿Tiene alguna aplicación *go to* hoy en día? ¿Algún lenguaje moderno lo utiliza?

   v. Escribir el programa `wc-2-goto.c` que siga la Implementación #2.
   En esta implementación los *estados* son *etiquetas* y las *transiciones* son la selección estructurada y el salto incondicional con la sentencia `goto`.

c. Implementación #3: Funciones Recursivas

   i. Leer la sección *4.10 Recursividad* de [KR1988].

   ii. Responder en `readme.md`: ¿Es necesario que las funciones accedan a a contadores? Si es así, ¿cómo hacerlo?.
   Leer la sección *1.10 Variables Externas y Alcance* y *4.3 Variables Externas* de [KR1988].

   iii. Escribir el programa, `wc-3-rec.c` que siga la implementación #3.
   En esta implementación los *estados* son *funciones recursivas* y las *transiciones* son la selección estructurada y la invocación recursiva.

d. Implementación #X:
   Es posible diseñar más implementaciones. Por ejemplo, una basada en una tabla que defina las transiciones de la máquina. En ese caso, el programa usaría la tabla para lograr el comportamiento deseado. El objetivo de este punto es diseñar una implementación **diferente** a las implementaciones #1, #2, y #3.

   i. Diseñar una nueva implementación e indicar en `Readme.md` cómo esa implementación representa los estados y cómo las transiciones.

   ii. Escribir el programa, `wc-x.c` que siga la nueva implementación.

4. Eficiencia del uso del Tiempo:

Construir una tabla comparativa a modo de *benchmark* que muestre el tiempo de procesamiento para cada una de las cuatro implementaciones, para tres archivos diferentes de tamaños diferentes, el primero en el orden de los kilobytes, el segundo en el orden de los megabytes, y el tercero en el orden de los gigabytes.
La tabla tiene en las filas las cuatro implementación, en las columnas los tres archivos, y en la intersección la duración para una implementación para un archivo.

12.4. Restricciones

- Ninguna.

12.5. Productos

```
DD-wc
|-- readme.md
|   |-- Árboles de expresión.
|   |-- Respuestas.
|   `-- Benchmark.
|-- wc.gv
|-- Makefile
|-- wc-1-enum-switch.c
|-- wc-2-goto.c
|-- wc-3-rec.c
`-- wc-x.c
```

13

Máquinas de Estado — Histograma de longitud de palabras

Este trabajo está basado en el ejercicio 1-13 de [KR1988] de la sección arreglos:

> Ejercicio 1-13. Escriba un programa que imprima el histograma de las longitudes de las palabras de su entrada. Es fácil dibujar el histograma con las barras horizontales; la orientación vertical es un reto más interesante.

Problema: Imprimir un histograma de las longitudes de las palabras de en la entrada estándar.

13.1. Objetivos

- Aplicar los conceptos de modularización
- Utilizar las herramientas de compilación y construcción de ejecutables estudiadas
- Aplicar máquinas de estado para el procesamiento de texto.
- Implementar máquinas de estado con diferentes métodos.

13.2. Temas

- Árboles de expresión.
- Representación de máquinas de estado.

- Implementación de máquinas de estado.
- Arreglos
- Flujos
- Modularización

13.3. Tareas

1. Árboles de Expresión

   a. Estudiar el programa del ejemplo las sección *1.5.4 Conteo de Palabras* de [KR1988].

   b. Dibujar el árbol de expresión para la inicialización de los contadores: `nl = nw = nc = 0`.

   c. Dibujar el árbol de expresión para la expresión de control del segundo if: `c == ' ' || c == '\n' || c == '\t'`.

2. Máquina de Estado:

   a. Describir en lenguaje `dot` [DOT] y dentro del archivo `histograma.gv` la máquina de estado que resuelve el problema planteado.

   b. Formalizar la máquina de estados como una *n-upla*, basarse en el Capítulo #1 del Volumen #3 de [MUCH2012].

3. Implementaciones de Máquinas de Estado:
   Las implementaciones varían en los conceptos que utilizan para representaar los estados y las transiciones.

   a. Implementación #1: Una variable para el estado actual.

      i. Escribir el programa `histograma-1-enum-switch.c` que siga la Implementación #1, variante `enum` y `switch`.
      Esta implementación es la *regularización* de la implementación de la sección 1.5.4 de [KR1988]. Los *estados* son valores de una variable y las *transiciones* son la selección estructurada y la actualización de esa variable. Esta versión es menos eficiente que la versión de [KR1988], pero su regularidad permite la automatización de la construcción del programa que implementa la máquina de estados. Además de la regularidad, esta versión debe:

- Utilizar `typedef` y `enum` en vez de `define`, de tal modo que la variable estado se pueda declarar de la siguiente manera: `State s = Out;`
- Utilizar `switch` en vez de `if`.

ii. Responder en `readme.md`: Indicar ventajas y desventajas de la versión de [KR1988] y de esta implementción.

b. Implementación #2: Sentencias `goto` (sí, el infame *goto*)

i. Leer la sección *3.8 Goto and labels* de [KR1988]

ii. Leer *Go To Statement Considered Harmful* de [DIJ1968].

iii. Leer *"GOTO Considered Harmful" Considered Harmful* de [RUB1987].

iv. Responder en `readme.md`: ¿Tiene alguna aplicación *go to* hoy en día? ¿Algún lenguaje moderno lo utiliza?

v. Escribir el programa `histograma-2-goto.c` que siga la Implementación #2.
En esta implementación los *estados* son *etiquetas* y las *transiciones* son la selección estructurada y el salto incondicional con la sentencia `goto`.

c. Implementación #3: Funciones Recursivas

i. Leer la sección *4.10 Recursividad* de [KR1988].

ii. Responder en `readme.md`: ¿Es necesario que las funciones accedan a a contadores? Si es así, ¿cómo hacerlo?.
Leer la sección *1.10 Variables Externas y Alcance* y *4.3 Variables Externas* de [KR1988].

iii. Escribir el programa, `histograma-3-rec.c` que siga la implementación #3.
En esta implementación los *estados* son *funciones recursivas* y las *transiciones* son la selección estructurada y la invocación recursiva.

d. Implementación #X:
Es posible diseñar más implementaciones. Por ejemplo, una basada en una tabla que defina las transiciones de la máquina. En ese caso, el programa usaría la tabla para lograr el comportamiento deseado. El

objetivo de este punto es diseñar una implementación **diferente** a las implementaciones #1, #2, y #3.

   i. Diseñar una nueva implementación e indicar en `Readme.md` cómo esa implementación representa los estados y cómo las transiciones.
   ii. Escribir el programa, `histograma-x.c` que siga la nueva implementación.

4. Escribir un único programa de prueba para las cuatro implementaciones.
5. (Opcional) Construir una tabla comparativa a modo de *benchmark* que muestre el tiempo de procesamiento para cada una de las cuatro implementaciones, para tres archivos diferentes de tamaños diferentes, el primero en el orden de los kilobytes, el segundo en el orden de los megabytes, y el tercero en el orden de los gigabytes.
   Eficiencia del uso del Tiempo:
   La tabla tiene en las filas las cuatro implementación, en las columnas los tres archivos, y en la intersección la duración para una implementación para un archivo.

13.4. Restricciones

- La implementación de la máquina de estado debe ser "seleccionable". Algunas formas posibles de implementar la selección son:
  - En tiempo de traducción desde el makefile.
  - En de tiempo de ejecución mediante reemplazlo de dynamic link library.
  - En de tiempo de ejecución mediante argumentos de la línea de comandos.
- La solución debe estar modularizada: las máquinas de estado no deben conocer del graficador y viceversa.
- Desde main.c se coordina todo.

Crédito extra

> Parametrizar si el histograma se dibuja vertical u horizontalmente.

13.5. Productos

```
DD-histograma
|-- readme.md
|   |-- Árboles de expresión.
|   |-- Respuestas.
|   `-- Benchmark.
|-- histograma.gv
|-- Makefile
|-- main.c
|-- Graficador.h
|-- Graficador.c
|-- Test.c
|-- histograma.h
|-- histograma-1-enum-switch.c
|-- histograma-2-goto.c
|-- histograma-3-rec.c
`-- histograma-x.c
```

14

Máquinas de Estado — Sin Comentarios

Este trabajo está basado en el ejercicio *1-23* de [KR1988]:

> Escriba un programa que remueva todos los comentarios de un programa C. Los comentarios en C no se anidan. No se olvide de tratar correctamente las cadenas y los caracteres literales

14.1. Objetivo

El objetivo es diseñar una máquina de estado que remueva comentarios, implementar dos versiones, e informar cual es la más eficiente mediante un benchmark.

14.2. Restricciones

- Primero diseñar y especificar la máquina de estado y luego derivar dos implementaciones.
- Utilizar el lenguaje `dot` para dibujar los digrafos.
- Incluir comentarios de una sola línea (`//`).
- Considerar las variantes no comunes de literales carácter y de literales cadenas que son parte del estándar de C.
- Diseñar el programa para que pueda invocarse de la siguiente manera: `RemoveComments < Test.c > NoComments.c`

- Ninguna de las implementaciones debe ser la *Implementación #1: estado como variable y transiciones con selección estructurada*.
- Indicar para la implementación cómo se representan los estados y cómo las transiciones.
- Respetar la máquina de estado especificada, en cada implementación utilizar los mismos nombres de estado y cantidad de transiciones.
- En el caso que sea necesario, utilizar `enum`, y no `define`.
- Diseñar el archivo `Makefile` para que construya una, otra o ambas implementaciones, y para que ejecute las pruebas.

14.3. Productos

```
DD-SinComentarios
|-- readme.md
|-- RemoveComments.gv
|-- RemoveComments.c
`-- Makefile
```

15

Máquinas de Estado — Preprocesador Simple

Este trabajo está basado en el ejercicio *6-6* de [KR1988]:

> Implemente una versión simple de la directiva de preprocesador `#define` (i.e., sin argumentos) aplicable a programas C, basados en las rutinas de esta sección. Puede encontrar útiles a `getch` y `ungetch`

15.1. Objetivo

El objetivo es diseñar e implementar una versión simple del preprocesador que:

- atienda directivas `#define` sin argumentos.
- atienda directivas `#undef`.
- (*opcionalmente*) atienda directivas `#include "` *filename* `"`.
- Reemplace comentarios por un espacio.

15.2. Temas

- Tabla de Símbolos.
- Máquinas de estado.
- `#define` con y sin argumentos.
- `#include` con comillas (`"..."`) y con corchetes angulares (`<...>`)

15.3. Restricciones

- La máquina de estados y la implementación deben ser una evolución del trabajo *"Máquinas de Estado — Sin Comentarios"*
- Respetar la máquina de estado especificada, en la implementación utilizar los mismos nombres de estado y cantidad de transiciones.
- Utilizar el lenguaje `dot` para dibujar el digrafo.
- La definición formal de la máquina de estados debe estar en `readme.md`.
- Diseñar el programa para que pueda invocarse de la siguiente manera: `> Preprocess < Test.c`
- En el caso que sea necesario, utilizar `enum` o `const`, y no `define`.
- Diseñar y aplicar un módulo *SymbolTable* que se base en la interfaz de la sección *6.6 Búsqueda en Tabla* de [KR1988]. Esta es una propuesta de interfaz para un módulo *SymbolTable* donde la tabla es única y está encapsulada:

Operación	Nombre en K&R	Una alternativa	Comentario
Agregar	install(name,text)	Set(name,text)	Si ya existe redefine, si no, agrega. Retorna el texto o `NULL` si no puedo agregarlo.
Buscar	lookup(name)	Get(name)	Si existe retorna el texto, si no, `NULL`.
Sacar	undef(name)	Remove(name)	Si existe remueve la definición, si no, `NULL`.

Propuesta de prototipos en `SymbolTable.h`:

```
const char* Set(const char* name, const char* text);
const char* Get(const char* name);
```

```
const char* Remove(const char* name);
```

15.4. Tareas

1. Escribir el archivo de test funcional: `Test.c`.
2. Especificar máquina de estado en `readme.md` y dibujar su digrafo en `Preprocess.gv`.
3. Desarrollar el módulo *SymbolTable*
    a. Diseñar interfaz: `SymbolTable.h`
    b. Escribir pruebas: `SymbolTableTest.c`
    c. Implementar: `SymbolTable.c`
4. Implementar máquina de estado: `Preprocess.c`
5. Probar: `> Prepocess < Test.c`

15.5. Productos

```
DD-SimplePreprocessor
|-- readme.md
|-- SymbolTable.h
|-- SymbolTable.c
|-- SymbolTableTest.c
|-- Preprocess.gv
|-- Preprocess.c
|-- Test.c
`-- Makefile
```

16

Máquinas de Estado — Parser Simple

Este trabajo está basado en el ejercicio *1-24* de [KR1988]:

> Escriba un programa para verificar errores sintácticos rudimentarios de un programa C, como paréntesis, corchetes, y llaves sin par. No se olvide de las comillas, apóstrofos, secuencias de escape, y comentarios. (Este programa es difícil si lo hace en su completa generalidad.)

16.1. Objetivo

El objetivo es diseñar e implementar un autómata de pila (APD) que verifique el balanceo de los paréntesis, corchetes, y llaves; en un programa C pueden estar anidados. La solución debe validar:

- Paréntesis, corchetes y llaves desbalanceados:
  - Válido: `{[()]}`
  - Inválido: `{[}(])`
- Apóstrofos y comillas, secuencias de escape:
  - Válido: `"[("`
  - Inválido: `"{}`

16.2. Temas

- Autómata de Pila (Push down Automata).
- Stacks.

16.3. Tareas

1. Escribir el archivo de test funcional: `Test.c`.
2. Especificar el formalmente el APD en `readme.md` y dibujar su digrafo en `Parser.gv`.
3. Desarrollar el módulo *Stack* que disponibilice una pila de caracteres.
    a. Diseñar interfaz: `StackOfCharsModule.h`
    b. Escribir pruebas: `StackOfCharsModuleTest.c`
    c. Implementar: `StackOfCharsModule.c`
4. Implementar el parser mediante el APD definido: `Parse.c`
5. Probar: `> Parse < Test.c`

16.4. Restricciones

- Diseñar el programa para que pueda invocarse de la siguiente maneras:
    - `> Preprocess < Test.c | Parse` Ó
    - `> RemoveComments < Test.c | Parse`
- Resolver APD según para eso leer Capítulo #2 del Volumen #2 de [MUCH2012].
- (*Opcional*) Considerar las variantes no comunes de literales carácter y de literales cadenas que son parte del estándar de C.
- Utilizar el símbolo **$** para la pila vacía.
- Respetar la máquina de estado especificada, en la implementación utilizar los mismos nombres de estado y cantidad de transiciones.
- Utilizar el lenguaje `dot` para dibujar el digrafo.
- La definición formal de la máquina de estados debe estar en `readme.md`.

- En `readme.md` indicar cómo se representan los estados y cómo las transiciones en la implementación del APD.
- Especificación en `readme.md` de *PushString* basada en operaciones de cadenas de lenguajes formales.
- Diseñar `PushString("xyz")` para que sea equivalente a `Push('z'), Push('y'), Push('x')`
- Diseñar el programa para que pueda invocarse de la siguiente manera: `> Parse < Test.c`
- En el caso que sea necesario, utilizar `enum` o `const`, y no `define`.
- Diseñar y aplicar un módulo *StackOfCharsModule*, insipirarse en las versiones de *stack* de [KR1988]

16.5. Productos

```
DD-SimpleParser
|-- readme.md
|-- StackOfCharsModule.h
|-- StackOfCharsModule.c
|-- Parser.gv
|-- Parser.c
`-- Makefile
```

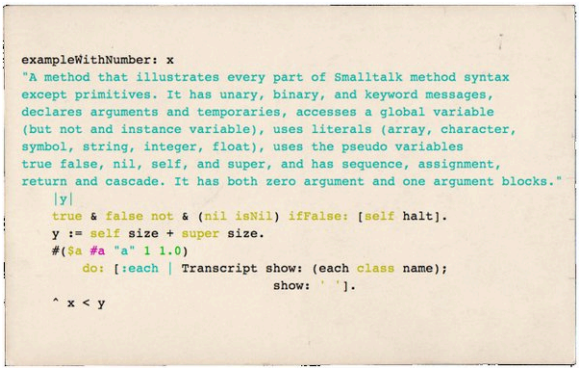
Parte VI. Sintaxis & Semántica

17

Toda la Sintaxis & Semántica de C

17.1. Descripción

Siguiendo el estilo de *"Smalltalk on a postcard"* por Ralph Johnson, se busca escribir un programa válido que desmuestre todas las características léxicas, sintácticas, y semánticas del lenguaje C.



```
exampleWithNumber: x
"A method that illustrates every part of Smalltalk method syntax
except primitives. It has unary, binary, and keyword messages,
declares arguments and temporaries, accesses a global variable
(but not and instance variable), uses literals (array, character,
symbol, string, integer, float), uses the pseudo variables
true false, nil, self, and super, and has sequence, assignment,
return and cascade. It has both zero argument and one argument blocks."
    |y|
    true & false not & (nil isNil) ifFalse: [self halt].
    y := self size + super size.
    #($a #a "a" 1 1.0)
        do: [:each | Transcript show: (each class name);
                                show: ' '].
    ^ x < y
```

La demostración tiene como alcance solo el lenguaje C, no la biblioteca estándar.

17.2. Entregables.

- Demo.c
- Alcance: Guiado por la sintaxis, marcando que no se demuestra y que sí.

17.3. Desafío

Minimizar el programa para que siga siendo una demostración pero que utilice la menor cantidad de *tokens*.

18

Ejemplos de la Biblioteca Estándar de C

Escrbir un programa que ejemplifique el uso de tipos, funciones, y objetos más relevantes de la biblioteca estántad. Todos los headers deben tratarse. Recordar que hay identificadores declarados en más de un header. Se debe describir cuál fue el criterio elegido para determinar la relevancia. Se debe buscar una forma de acotar, ya que la biblioteca es relativamente extensa.

Parte VII. Scanners & Parsers

19

Scanner & Parser: Construcción Manual y Automática con Lex y Yacc — Preprocesamiento y *Brackets*

19.1. Objetivo

Este trabajo revisita los trabajos anteriores de preprocesamineto y balanceo de *brackets* (i.e., paréntesis, corchetes, y llaves), pero esta vez aplicando técnicas de análisis léxico y análisis sintáctico.

Al preprocesador de los trabajos anteriores se le agrega capacidad de atender secciones #ifdef … #endif.

El trabajo tiene dos iteraciones, en la primera el scanner y el parser se construyen manualmente, en la segunda automáticamente con Lex y Yacc.

19.1.1. Ejemplo

Ante el siguiente código fuente:

```
#include "printf.h"
#define MAX 10

int main(void){
    /* Declara un arreglo y un puntero
       para demostrar algunas
       diferencias y similitudes */
    char s[]="hola", *p="chau";
#ifdef MAX
```

```
    int a[M];
#else
    int a;
#endif
    printf("%d\t%d\n", sizeof s, sizeof p);
#undef MAX
    p=s;
    printf("%p\t%p\t%p\t%p\n", s, &s, s, &s);
#ifdef MAX
    // muestra el contenido de los primeros MAX ints
    for(unsigned i=0;i<MAX;++i)
        printf("%d\t", a[i]);
#else
    printf("%p", &a); // muestra la dirección de a
#endif
    printf("\n");
}
```

Se espera que el preprocesador genere la siguiente salida:

```
int printf(const char * restrict, ...);

int main(void){
    char s[]="hola", *p="chau";
    int a[10];
    printf("%zu\t%zu\n", sizeof s, sizeof p);
    p=s;
    printf("%p\t%p\t%p\t%p\n", s, &s, s, &s);
    printf("%p", &a);
    printf("\n");
}
```

19.2. Restricciones

19.2.1. Diseño

La decisión de aplicar las técnicas de análisis léxico y análisis sintáctico implica cumplir nuevas restricciones de diseño.

El primera diferencia está en la forma de usar el programa, en vez de:

- `> Preprocess < Test.c | Parse` Ó
- `> RemoveComments < Test.c | Parse`

ahora debe ser invocable con:

- `> PreprocessBrackets < Test.c`

El comando `PreprocessBrackets` resuelve el procesamiento y verifica el balanceo.

La segunda diferencia está en el diseño de la implamentación. La solución se debe centrar en un *parser* que solicita *tokens* al *scanner* a medida que los necesita. A su vez, el parser debe accionar a medida que avanza en su procesamiento.

En la iteración #1, el scanner se debe implementar en `Scanner.h` y `Scanner.c`, el paser en `Paser.h` y `Parser.c`. Las acciones o rutinas semánticas también deben estar separadas.

En la iteración #2, el scanner se construye con Lex y el parser con Yacc.

19.2.2. Léxico

La implementación debe basarse en los sigueintes tipos de tokens:

1. Comentario
2. Numeral
3. Define
4. Undefine
5. Ifdef
6. Endif
7. Include
8. Identificador
9. TextoReemplazo
10. LParen
11. RParen
12. LBrack
13. RBrack
14. LBrace

15 RBrace

16 Punctuator

17 LexError

En la iteración #1, el scanner debe exportar la función *GetNextToken*, con las siguientes declaraciones

```
typedef enum {
    Comentario,
    Numeral,
    Define,
    Undefine,
    Ifdef,
    Endif,
    Include,
    Path,
    Identificador,
    TextoReemplazo,
    LParen='(',
    RParen=')',
    LBrack='[',
    RBrack=']',
    LBrace='{',
    RBrace='}',
    Punctuator,
    LexError
} TokenType;

typedef struct{
    TokenType type;
    char* val;
} Token;

// Retorna si pudo leer, almacena en t el token leido.
bool GetNextToken(Token *t /*out*/);
```

19.2.3. Sintaxis y GIC

Se deben escribir la GIC o reglas sintácticas para el parser. Este es una esobozo que puede servir de inspiración:

```
UnidadDeTraducción ->
```

```
    Grupo
    UnidadDeTraducción Grupo
```

```
Grupo ->
    Comentario
    Directiva
    GrupoIf
    Texto
    ( Grupo )
    [ Grupo ]
    { Grupo }
```

```
Directiva ->
    Numeral Define Identificador TextoDeReemplazo NuevaLínea
    Numeral Undefine Identificador NuevaLínea
    Numeral Include Path NuevaLínea
```

```
GrupoIf ->
    Numeral Ifdef Identificador NuevaLínea Grupo Numeral Endif
 NuevaLínea
```

```
Texto ->
    Identificador
    Punctuator
    Tokens Identificador
    Tokens Punctuator
```

19.2.4. Parser

En la iteración #1, el parser debe imlpementarse como un ASDR (ver MUCH y K&R) Debe invocar a *GetNextToken* mientras el retorne verdadero, en caso contrario, determina si no hay más datos en el `stdin` o si hubo un error léxico.

19.2.5. Otras restricciones

- Los mensajes de diagnóstico (error, advertencias, información) se *loguean* enviándolos a `stderr`.

19.3. Tareas

1. Escribir las ERX para los lexemas de los diferentes tipos de tokens.
2. Para el ejemplo, escribir la secuencia de tokens con este estilo:
   NUMEREAL
   DEFINE
   IDENTIFICADOR, "MAX"
   TEXTOREEMPLAZO, "10"
   IDENTIFCADOR, "int"
3. Escribir la GIC con las reglas sintácticas.
4. Para el ejemplo, dibujar en *dot* el árbol síntáctico.
5. Realizar la iteración #1: Scanner y Parser construidos manualmente.
6. Realizar la iteración #2: Scanner y Parser construidos automáticamente con Lex y Yacc.

Parte VIII. Análisis Léxico, Sintáctico y Semántico: Casos de Estudio de Calculadoras

20

Calculadora Polaca — Léxico

Este trabajo está basado en el la sección 4.3 de [KR1988]: *Calculadora con notación polaca inversa.*

20.1. Objetivos

- Estudiar los fundamentos de los scanner aplicados a una calculadora con notación polaca inversa (RPN) que utiliza un stack.
- Implementar modularización mediante los módulos `Calculator`, `StackOfDoublesModule`, y `Scanner`.

20.2. Temas

- Módulos.
- Interfaz.
- Stack.
- Ocultamiento de información.
- Encapsulamiento.
- Análisis léxico.
- Lexema.
- Token.
- Scanner.
- `enum`.

20.3. Tareas

1. Estudiar la implementación de las sección 4.3 de [KR1988].
2. Construir los siguientes componentes, con las siguientes entidades públicas:
3. Leer Gramáticas y BNF de [MUCH2012].
4. Diseñar una gramática para la calculadora RPN y presentarla en BNF en `Readme.md`.

Calculator	**StackOfDoublesModule**	**Scanner**
• Qué hace: Procesa entrada y muestra resultado. • Qué usa: ◦ Biblioteca Estándar ▪ `EOF` ▪ `printf` ▪ `atof` ◦ StackOfDoublesModule ▪ `StackItem` ▪ `Push` ▪ `Pop` ▪ `IsEmpty` ▪ `IsFull` ◦ Scanner ▪ `GetNextToken` ▪ `Token` ▪ `TokenType` ▪ `TokenValue`	• Qué exporta: ◦ `StackItem` ◦ `Push` ◦ `Pop` ◦ `IsEmpty` ◦ `IsFull`	• Qué hace: Obtiene operadores y operandos. • Qué usa: ◦ Biblioteca Estándar ▪ `getchar` ▪ `EOF` ▪ `isdigit` ▪ `ungetc` • Qué exporta: ◦ `GetNextToken` ◦ `Token` ◦ `TokenType` ◦ `TokenValue`

1. Diagramar en *Dot* las dependencias entre los componentes e interfaces.
2. Definir formalmente y con digrafo en *Dot* la máquina de estados que implementa `GetNextToken`, utilizar estados finales para diferentes para cada clase de tokens.
3. Escribir un archivo `expresiones.txt` para probar la calculadora.
4. Construir el programa `Calculator`.
5. Ejecutar `Calculator < expresiones.txt`.
6. Responder:

    a. ¿Es necesario modificar `StackModule.h`? ¿Por qué?

    b. ¿Es necesario recompilar la implementación de Stack? ¿Por qué?

    c. ¿Es necesario que `Calculator` muestre el lexema que originó el error léxico? Justifique su decisión.

        i. Si decide hacerlo, ¿de qué forma debería exponerse el lexema? Algunas opciones:

            - Tercer componente `lexeme` en `Token`¿De qué tipo de dato es aplicable?
            - Cambiar el tipo de `val` para que sea un `union` que pueda representar el valor para `Number` y valor `LexError`.

        ii. Implemente la solución según su decisión.

20.4. Restricciones

- Aplicar los conceptos de modularización, componentes, e interfaces.
- En `Calculator.c` la variable `token` del tipo `Token`, que es asignada por `GetNextToken`.
- Codificar `StackOfDoublesModule.h` a partir de la implementación contigua y estática de `StackModule`, `StackModuleContiguousStatic.c`, del trabajo *Móludlo Stack*, y modificar `StackItem`.
- Codificar `Scanner.h` y `Scanner.c`, para que usen las siguientes declaraciones:

```
enum TokenType {
    Number,
```

```
    Addition='+',
    Multiplication='*',
    Substraction='-',
    Division='/',
    PopResult='\n',
    LexError
};
typedef enum TokenType TokenType;
typedef double TokenValue;
struct Token{
    TokenType type;
    TokenValue val;
};
bool GetNextToken(Token *t /*out*/); // Retorna si pudo leer,
 almacena en t el token leido.
```

- `GetNextToken` debe usar una variable llamada `lexeme` para almacenar el lexema leído.
- Usar las siguientes entidades de la biblioteca estándar:
  - `stdio.h`
    - `getchar`
    - `EOF`
    - `stdin`
    - `printf`
    - `stdout`
    - `getchar`
    - `ungetc`
  - `ctype.h`
    - `isdigit`
  - `stdlib.h`
    - `atof`

20.5. Productos

- Sufijo del nombre de la carpeta: `PolCalc`.

- /Readme.md
    - Preguntas y Respuestas.
- /expresiones.txt
- /Dependencias.gv
- /Calculator.c
- /StackOfDoublesModule.h
- /StackOfDoublesModule.c
- /Scanner.gv
- /Scanner.h
- /Scanner.c
- /Makefile

21

Calculadora Polaca con Lex

Este trabajo está es una segunda iteración de Capítulo 20, *Calculadora Polaca — Léxico*, en la cual el *scanner* se implementa con *lex* y no con una máquina de estados.

21.1. Objetivo

Aplicar *lex* para el análisis lexicográfico.

21.2. Restricciones

- No cambiar `Scanner.h`, implica recompilar solo `Scanner.c` y volver a vincular.
- Utilizar *make* para construir el hacer uso de *lex*.
- La única diferencia está en `Scanner.c`, en el cual la función `GetNextToken` debe invocar a la función `yylex`.

21.3. Productos

- Sufijo del nombre de la carpeta: `PolCalLex`.
- Los mismos que Capítulo 20, *Calculadora Polaca — Léxico* con la adición de `/Scanner.l`

21.4. Entregas por Partes

- Preentrega: `Scanner.l` con `main` que informa por `stdout` los tokens encontrados en `stdin`
- Entrega final completa.

22

Calculadora Infija: Construcción Manual — Iteración #1

22.1. Objetivos

- Experimentar el diseño de la especificación de lenguajes a nivel léxico y sintáctico.
- Experimentar la implementación manual del nivel léxico y sintáctico de lenguajes.

22.2. Temas

- Especificación del nivel Léxico y Sintáctico.
- Implementación del nivel Léxico y Sintáctico.
- Implementación de Scanner
- Implementación de Parser.

22.3. Problema

Análisis de expresiones aritméticas infijas simples que incluya:

- Números naturales con representación literal en base 10.
- Identificadores de variables.
- Adición.
- Multiplicación.

Ejemplos de expresiones incorrectas:

```
A+2*3
2*A+3
A
2
```

Ejemplos de expresiones incorrectas:

```
+
42+
+A
```

22.4. Solución

Especificar e implementar los niveles léxicos y sintácticos del lenguaje.

22.5. Restricciones

- El scanner y el parser deben estar lógicamente separados.
- El parser se comunica con el scanner con la operación `GetNextToken`, el scanner toma los caracteres de `stdin` con `getchar`.

Crédito Extra

> Estructurar la solución con separación física entre scanner y parser.

22.6. Tareas

1. Diseñar el nivel léxico del lenguaje.
2. Diseñar el nivel sintáctico del lenguaje.
3. Implementar el scanner.
4. Implementar el parser.
5. Probar.

22.7. Productos

```
DD-CalcInfManual
```

```
|-- Calc.md
|-- Makefile
|-- Scanner.h   // Opcional
|-- Parser.h    // Opcional
|-- Parser.c    // Opcional
|-- Scanner.c   // Opcional
`-- Calc.c
```

23

Calculadora Infija: Construcción Manual — Iteración #2

Extender la *calculadora* para que las expresiones puedan incluir *paréntesis* y para que las expresiones puedan *evaluarse*.

24

Calculadora Infija: Automática — Iteración #1

Implementar el *scanner* con *lex/flex*, mantener la interfaz establecida en `Scanner.h`.

25

Calculadora Infija: Automática — Iteración #2

Implementar el *parser* con *yacc/bison*, mantener la interfaz establecida en `Parser.h`.

26

Calculadora Infija con RDP

Este trabajo es la versión infija de Capítulo 21, *Calculadora Polaca con Lex*; es decir en vez de procesar:

```
1 2 - 4 5 + *
-9
```

el programa debe procesar correctamente:

```
(1 - 2) * (4 + 5)
-9
```

26.1. Objetivo

- Diseñar una gramática independiente de contexto que represente la asociatividad y precedencia de las operaciones.
- Las operaciones son: `+ - * / ()`.
- Implementar un Parser Descendente Recursivo (RDP).

26.2. Restricciones

- Implementar `GetNextToken` con Lex, basado en el `GetNextToken` de Capítulo 21, *Calculadora Polaca con Lex*
- Agregar los tokens LParen y RParen.

27

Calculadora Infija con Yacc

Esta vez, el parser lo construye Yacc por nosotros.

Parte IX. Análisis Léxico, Sintáctico y Semántico: Casos de Estudio Traductor de Declaraciones a LN

28

Introducción

28.1. Objetivo

Este caso de estudio está basado en el programa `dcl` ejemplo de las sección *5.12 Declaraciones Complicadas* de [KR1988]. El objetivo es un programa que traduzca declaraciones C a LN (e.g., castellano, inglés). Para eso se pide:

1. Diseñar y especificar el LF.
2. Implementar el LF.

28.2. Temas

1. Especificación e implementación de Léxico, Sintaxis y Semántica.
2. Regex.
3. BNF.
4. Scanner.
5. Parser.

Estos temas están desarrollados en - [MUCH2012] las secciones §5.5 del Volumen 1, y §3 y §4 del Volumen 2 - [KR1988] §4.3, §4.4, §4.5, §5.12, y § Apéndice A.

28.3. Restricciones

- El programa debe usar los flujos estándar, para permitir usos como el siguiente ejemplo:

$ dcl < declaraciones.txt

- La especificación del léxico debe ser con Regex tipo flex.
- La especificación de la sintaxis deber ser con BNF tipo Bison. El axioma debe ser *translation-unit*, y las primeras reglas deben ser:

```
translation-unit :
  declaration
| translation-unit declaration
;

declaration :
  name dcl ';'
;
```

- La especificación de la semántica, si aplica, se debe realizar en LN.
- La implementación debe concordar estrictamente con la especificación. Por ejemplo, por cada *no-terminal* de la gramática debe haber una función que implementa el análisis sintáctico descendente recursivo (PAS)
- La implementación debe ser guiada por el análisis sintáctico. Es decir, un parser que llama a un scanner, y a rutinas semánticas que generan el producto.
- Aplicar los conceptos de modularización, componentes, e interfaces. Como mínimo debe incluir: main, Parser, y Scanner
- La codificación debe incluir las siguientes declaraciones:

```
#define MISTERIO int

#include<stdio.h>

typedef enum {
    //...,
    LexError,
} TokenType;

typedef MISTERIO TokenValue; // ¿Cuál es el valor de un token?

typedef struct {
    TokenType   type;
```

```
    TokenValue  value;
    const char* lexeme; // ó char[], pero lexeme es un miembro
 opcional
} Token;

bool GetNextToken(Token *t /*out*/); // Retorna si pudo leer,
 almacena en t el token leido.

FILE* SetSource(FILE *);
FILE* GetSource(FILE *);
```

- Aplicar `union`.
- Si es necesario ordenar o buscar, aplicar `bsearch` y `qsort`.

28.4. Complemento

Para quienes durante la cursada no realizaron aportes significativos al repositorio del equipo, se da esta oportunidad especial de dar un complemento.

La consigna es: *Mejorar el lenguaje desarrollado por el equipo*.

28.4.1. Restricciones

- La mejora debe implicar cambios en la especificación y en la implementación que atraviesen los niveles léxico, sintáctico, y semántico.
- La mejora debe tener un *título* descriptivo y breve.
- La mejora debe desarrollarse en un *branch* nuevo del repositorio del equipo, nombrado con el siguiente formato: `complemento/apellido-título`.
- Los commits al branch deben reflejar una evolución escalonada del desarrollo, no se aceptan que todos los cambios surjan de un solo commit.
- La mejora debe estar descripta en LN, estar especificada, e implementada.

28.4.2. Productos

1. Branch
2. En `readme.md`:
    a. Título.
    b. Descripción en LN.

c. Especificación léxica.

d. Especificación sintáctica.

e. Especificación semántica.

3. Cambios en los archivos fuente que implementan la mejora.

29

Traductor de Declaraciones C a LN: Implementación Manual

Esta versión se basa en un scanner y parser codificado manualmente a partir de la especificación.

29.1. Productos

```
DD-dcl
|-- readme.md // especificación
|-- Makefile
|-- main.c
|-- Parser.h
|-- Scanner.h
|-- Parser.h
|-- Scanner.c
\-- Otros...
```

29.2. Variantes y Extensiones al Trabajo dcl

Posiblemente para recuperatorios, pero no para primera entrega

- Léxicas
  - Symbol table, qsort, bsearch, pre-cargados
  - IsIdentifier, IsKeyword
- Sintácticas
  - Declaradores

        - Varios declaradores separados por coma
        - Lista de parámetros simple, o con id, o con calificadores
        - Inicializadores
    - Declaración
        - Nombres de tipos compuestos, por ejemplo
            - `int`: `signed int`
            - `unsigned`: `unsigned int`
            - `long double`
            - Buscar especificación para las anteriores.
    - Especificadores de Declaración
        - Especificadores de tipos
            - `struct`
            - `enum`
            - `union`
        - Calificadores de tipo (e.g., const)
        - Especificador de clase de almacenamiento (e.g., static)
- Semánticas
    - Verificaciones de restricciones, por ejemplo
        - Tipo de size
        - Nombre de tipo inexistente
        - Redeclaración

30

Traductor de Declaraciones C a LN: Implementación con Lex

Esta versión se basa en un scanner generado por Lex.

31

Traductor de Declaraciones C a LN: Implementación con Lex & Yacc

Esta versión se basa en un scanner generado por Lex y un parser generado por Yacc.

Parte X. Desarrollo de Lenguajes: Especificación & Implementación

32

Lenguaje para Dibujo Vectorial: SVG

Una notación que expresa en términos simples un subset de lo que expresa SVG.

32.1. Especificación

`Especificación.md`

- Visión del Lenguaje
- Programas Ejemplos
    - Progrma ejemplo muy simple al estilo *"Hello, World!"*.
    - Progrma ejemplo que demuestre **todas** las características del lenguaje al estilo *"Smalltalk on a Posctard"* por Ralph Jhonson.
    - Ejemplo de programa mínimo, es decir, que sea semánticamente válido pero que no necesariamente pragmáticamente válido.
- Especificación del nivel Léxico mediante *Regex*.
- Especificación del nivel Sintáctico mediante *BNF*.
- Especificación del nivel semántico mediante *LN*.
  Para cada constructo sintáctico:
    - Restricciones semánticas.
    - Especificación del comportamiento.

32.2. Implementación Manual

- Desarrollar función `GetNextToken`.

- Desarrollar ASDR.

32.3. Implementación Automática

- Aplicar *flex*.
- Aplicar *bison*.

Parte XI. Apéndices

33

Bibliografía

[Git101] *Git 101* https://josemariasola.wordpress.com/papers#Git101

[CompiladoresInstalacion] *Compiladores, Editores y Entornos de Desarrollo: Instalación, Configuración y Prueba* https://josemariasola.wordpress.com/papers/#CompiladoresInstalacion

[CharacterInputOutputRedirection] José María Sola, Jorge Muchnik. *Entrada-Salida de a Caracteres y Redirección* (2012) https://josemariasola.wordpress.com/papers/#CharacterInputOutputRedirection

[UTNORD1877] Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional *Diseño Curricular de Ingeniería en Sistemas de Información - Plan 2023* (2022) http://csu.rec.utn.edu.ar/CSU/ORD/1877.pdf

[DOT] Emden R. Gansner and Eleftherios Koutsofios and Stephen North. *Drawing graphs with dot* (2015) Retrived 2018-06-19 from https://www.graphviz.org/pdf/dotguide.pdf

[FLUENT] *Interfaz Fluida* https://en.wikipedia.org/wiki/Fluent_interface

[DAWSON2012] Bruce Dawson *Comparing Floating Point Numbers, 2012 Edition* (2012) https://randomascii.wordpress.com/2012/02/25/comparing-floating-point-numbers-2012-edition/

[ERICSON2008] Christer Ericson *Floating-point tolerances revisited* (2008) https://realtimecollisiondetection.net/blog/?p=89

[KR1988] Brian W. Kernighan and Dennis Ritchie. *The C Programming Language, 2nd Edition* (1988)

[MUCH2012] Jorge Muchnik y Ana María Díaz Bott. *SSL, 2da Edición* (tres volúmenes) (2012)

[Interfaces] José María Sola. *Interfaces: Los Contratos entre Proveedores y Consumidores* (2016) https://josemariasola.wordpress.com/ssl/papers#Interfaces

[SOLA_Make_2022] José María Sola. *Make: Automatización del Proceso de Traducción* (2022) https://josemariasola.wordpress.com/ssl/papers#Make

[SOLA2021] José María Sola. *Identificadores: Alcance, Espacios de Nombre, Duración, y Enlace* (2021) https://josemariasola.wordpress.com/ssl/papers#Identifiers

[AbstractionsLinkedListsAndForInCandCpp] José María Sola. *Abstracciones, Listas Enlazadas, y For* https://josemariasola.wordpress.com/papers#ArraysPointersPrePosIncrement#AbstractionsLinkedListsAndForInCandCpp

[ArraysPointersPrePosIncrement] José María Sola. *Cadenas, Arreglos, Punteros, Pre, y Pos Incremento* https://josemariasola.wordpress.com/papers#ArraysPointersPrePosIncrement

[LanguageLevels] José María Sola. *Niveles del Lenguaje: Léxico, Sintáctico, Semántico & Pragmático* (2011) https://josemariasola.wordpress.com/papers#LanguageLevels

[Make_Mrbook] Hector Urtubia (Mrbook's stuff) *Makefiles: A Tutorial by Example* (2008) https://web.archive.org/web/20201104213646/http://mrbook.org/blog/tutorials/make/

[Make_Maxwell] Bruce A. Maxwell *A Simple Makefile Tutorial* (2016) https://www.cs.colby.edu/maxwell/courses/tutorials/maketutor/

[GNUMake] Richard M. Stallman, Roland McGrath, Paul D. Smith *GNU Make: A Program for Directing Compilation* (1988) https://www.gnu.org/software/make/manual/make.pdf

[Make_Crawford] Michael Crawford *GenericMakefile* (2014) https://github.com/mbcrawfo/GenericMakefile

[Make_Jimenez] Ricardo Catalinas Jiménez *MagicMakefile* (2011) https://github.com/jimenezrick/magic-makefile

[Make_Penny] David A. Penny *How to use makefiles for automated testing* (2005) http://www.cs.toronto.edu/~penny/teaching/csc444-05f/maketutorial.html

[LES1975] M. E. Lesk and E. Schmidt *Lex – A Lexical Analyzer Generator (1975))* https://josemariasola.wordpress.com/ssl/reference#lex

[PAXSON1987] Vern Paxson *Flex* https://josemariasola.wordpress.com/ssl/reference#flex

[GNUWIN32FLEX2004] GnuWin32 *Flex for Windows* https://josemariasola.wordpress.com/ssl/reference#gnuwin32-flex

[JOHNSON1975] Stephen C. Johnson *Yacc Yet Another Compiler-Compiler (1975)* https://josemariasola.wordpress.com/ssl/reference#yacc

[GNU1985] GNU *GNU Bison* https://josemariasola.wordpress.com/ssl/reference#bison

[GNUWIN32BISON2009] GnuWin32 *Bison for Windows* https://josemariasola.wordpress.com/ssl/reference#gnuwin32-bison

[LEVINE1992] John Levine, Doug Brown, Tony Mason (1992) *lex & yacc, 2nd Edition* https://josemariasola.wordpress.com/ssl/reference#lex-yacc

[LEVINE2009] John Levine (2009) *flex & bison* https://josemariasola.wordpress.com/ssl/reference#flex-bison

[GCC] Richard M. Stallman and the GCC Developer Community *Using the GNU Compiler Collection* (1988-2025) https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc.pdf

[BOSSI2022] Ernesto Bossi. *Depuración en C con GDB y Makefiles desde VSCode.* (2022) https://ernestobossi.com/debugging_docs/ebook.pdf

[DIJ1968] Edsger W. Dijkstra. *Go To Statement Considered Harmful.* Reprinted from Communications of the ACM, Vol. 11, No. 3, March 1968, pp. 147-148. http://homepages.cwi.nl/~storm/teaching/reader/Dijkstra68.pdf

[RUB1987] Frank Rubin. *"Go To Statement Considered Harmful" Considered Harmful.* Reprinted from Communications of the ACM, Vol. 30, No. 3, March 1987, pp. 195-196. http://web.archive.org/web/20090320002214/http://www.ecn.purdue.edu/ParaMount/papers/rubin87goto.pdf

[ECMA404] Ecma. *The JSON Data Interchange Syntax, 2nd Edition* (2017) https://www.ecma-international.org/wp-content/uploads/ECMA-404_2nd_edition_december_2017.pdf

33.1. Changelog de Bibliografía

3.2.0+2025-06-06

- New: Make Section.

3.1.0+2025-06-01

- New: Lex & Yacc Section.
- Changed: Section order.
- Two new entries aobut floating types.
- New temaplate.

3.0.0+2023-04-29

- New structure.
- Added: BJARNE2013

2.2.0+2023-04-28

- Added: Redirección, JSon, Plan'23.

2.1.0+2023-04-10

- Added: Depuración.

1.1.0

- Added: Enums.

34

Changelog

5.5.0+2026-02-05

- Trabajo complemento del Traductor de Declaraciones C a LN para quienes tuvieron poca participación durante el año.

5.4.0+2025-11-09

- Traductor de Declaraciones C a LN.
  - Reestructuración para posibles extensiones al trabajo.
  - Más contexto para facilitar el desarrollo:
    - Forma de uso.
    - Especificación y su bibliografía.
    - Lexema opcional.
    - Referencia a PAS.
    - Ítems para crédito extra.

5.3.0+2025-06-03

- Interfaces & Makefile — Temperaturas
  - Added: Charts.
  - Fixed: Typo `Fahrenheit`.
  - Added: `constexpr`.

5.2.0+2025-03-29

- Changed: Versiones de C para el trabajo "Hello, World!" en C.

- Added: Nuevo trabajo que busca demostrar C siguiendo el estilo de "Smalltalk on a postcard" para el lenguaje y otro para la biblioteca estándar.
- Added: "Smalltalk on a postcard" y programa mínimo a trabajo de "Lenguaje Dibujo Vectorial".

5.1.0+2024-09-30

- Added: Parte "Desarrollo de lenguajes" y trabajo de "Lenguaje Dibujo Vectorial".

5.0.0+2023-09-29

- Reestructuración por partes y reagrupación.
- Fases de la Traducción y Errores: faltaba `hello9.c`.

4.4.0+2023-05-20

- Fases de la Traducción y Errores: Mejoras mínimas aclaratorias.

4.3.0+2023-04-30

- Trabajo #0: Aclaraciones que facilitan la resolución.
- Bibliografía.

4.2.0+2023-04-28

- Trabajo #0: Aclaraciones que facilitan la resolución.

4.1.1+2023-03-28

- Trabajo #0: Más aclaraciones en la registración en GitHub y en la escritura de los `readme.md`.

4.1.0+2023-03-26

- Trabajo #0: Cambios en como registrarse a GitHub y como realizar la entrega final.
- Se corrigió la referencia a la bibliografía.
- Se corrigieron algunos títulos.

4.0.0+2021-10-11

- Nuevo trabajo integrador: Scanner & Parser: Construcción Manual y Automática con Lex y Yacc — Preprocesamiento y *Brackets*.

- A los títulos de los trabajos Preprocesador Simple y Parser Simple, se los prefijó con "Máquina de estado".

3.23.0+2021-08-24

- Trabajos *Preprocesador Simple* y *Parser Simple*: mejoras y correcciones para la legibilidad y guías para facilitar la resolución.