

# Trabajos de Sintaxis y Semántica de los Lenguajes

Esp. Ing. José María Sola, profesor.

Revisión 3.12.0

2020-04-13

---

---

---

# Tabla de contenidos

1. Introducción .....	1
2. Requisitos Generales para las Entregas de las Resoluciones .....	3
2.1. Requisitos de Forma .....	3
2.1.1. Repositorios .....	3
2.1.2. Lenguaje de Programación .....	7
2.1.3. Header Comments (Comentarios Encabezado) .....	7
2.2. Requisitos de Tiempo .....	8
3. "Hello, World!" en C .....	9
3.1. Objetivos .....	9
3.2. Temas .....	9
3.3. Problema .....	9
3.4. Restricciones .....	9
3.5. Tareas .....	9
3.6. Productos .....	10
4. Uso del Lenguaje C en mi Día a Día .....	11
4.1. Objetivos .....	11
4.2. Temas .....	11
4.3. Tareas .....	11
4.4. Restricciones .....	11
4.5. Productos .....	11
5. Fases de la Traducción y Errores .....	13
5.1. Objetivos .....	13
5.2. Temas .....	13
5.3. Tareas .....	13
5.3.1. Secuencia de Pasos .....	13
5.4. Restricciones .....	15
5.5. Productos .....	15
6. Interfaces & Makefile — Temperaturas .....	17
6.1. Objetivos .....	17
6.2. Temas .....	17
6.3. Tareas .....	18
6.4. Restricciones .....	18
6.5. Productos .....	18
7. Operaciones de Strings .....	21

7.1. Objetivos .....	21
7.2. Temas .....	22
7.3. Tareas .....	22
7.4. Restricciones .....	23
7.5. Productos .....	23
8. Strings en Go ( <i>golang</i> ) .....	25
8.1. Objetivos .....	25
8.2. Temas .....	26
8.3. Tareas .....	26
8.4. Restricciones .....	26
8.5. Productos .....	26
9. Máquinas de Estado — Palabras en Líneas .....	29
9.1. Objetivos .....	29
9.2. Temas .....	29
9.3. Tareas .....	29
9.4. Restricciones .....	32
9.5. Productos .....	32
10. Máquinas de Estado — Contador de Palabras .....	33
10.1. Objetivos .....	33
10.2. Temas .....	33
10.3. Tareas .....	34
10.4. Restricciones .....	36
10.5. Productos .....	36
11. Máquinas de Estado — Sin Comentarios .....	37
11.1. Objetivo .....	37
11.2. Restricciones .....	37
11.3. Productos .....	38
12. Parser Simple .....	39
12.1. Objetivo .....	39
12.2. Temas .....	39
12.3. Tareas .....	40
12.4. Restricciones .....	40
12.5. Productos .....	40
13. Traductor de Declaraciones C a LN .....	43
13.1. Restricciones .....	43
14. Traductor de Declaraciones C a LN con Lex .....	45

15. Traductor de Declaraciones C a LN con Lex & Yacc .....	47
16. Trabajo #4 — Módulo Stack (?) .....	49
16.1. Objetivos .....	49
16.2. Temas .....	49
16.3. Tareas .....	50
16.4. Restricciones .....	51
16.5. Productos .....	51
16.6. Entrega .....	51
17. Trabajo #5 — Léxico de la Calculadora Polaca (@) .....	53
17.1. Objetivos .....	53
17.2. Temas .....	53
17.3. Tareas .....	54
17.4. Restricciones .....	55
17.5. Productos .....	56
17.6. Entrega .....	57
18. Trabajo #7 — Calculadora Polaca con Lex (@) .....	59
18.1. Objetivo .....	59
18.2. Restricciones .....	59
18.3. Productos .....	59
18.4. Entrega .....	59
19. Trabajo #8 — Calculadora Infija con RDP (?) .....	61
19.1. Objetivo .....	61
19.2. Restricciones .....	61
19.3. Entrega .....	62
20. Trabajo #9 — Calculadora Infija con Yacc (?) .....	63
Bibliografía .....	65



---

# Lista de ejemplos

2.1. Nombre de carpeta .....	5
2.2. Header comments .....	8





---

# 1

## Introducción

---

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

En la [sección "Trabajos" de la página del curso](#)<sup>1</sup> 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](#)<sup>2</sup> 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.

---

<sup>1</sup> <https://josemariasola.wordpress.com/ssl/assignments/>

<sup>2</sup> <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 descritos, 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.
```

### ***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`.<sup>1</sup>
- archivos `tests`.<sup>1</sup>

### **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.**

---

<sup>1</sup> Para algunos trabajos, el archivo `Makefile` y los `tests` son obligatorios, de ser así, se indica en el enunciado del trabajo.

```
usuario // Usuario GitHub
`-- 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
|-- readme.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
```

### **2.1.2. Lenguaje de Programación**

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

### **2.1.3. 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](https://josemariasola.wordpress.com/ssl/calendar/)<sup>2</sup> se publican cuando es la fecha y hora límite de entrega de cada trabajo.

---

<sup>2</sup> <https://josemariasola.wordpress.com/ssl/calendar/>



---

# 3

## "Hello, World!" en C

---

### 3.1. Objetivos

- Demostrar con, un programa simple, que se está en capacidad de editar, compilar, y ejecutar un programa C.
- Contar con las herramientas necesarias para abordar la resolución de los trabajos posteriores.

### 3.2. Temas

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

### 3.3. Problema

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

### 3.4. Restricciones

- Ninguna.

### 3.5. Tareas

1. Si no posee una cuenta *GitHub*, crearla.
2. Crear un repositorio público llamado `SSL`.

3. Escribir el archivo `readme.md` que actúa como *front page* del repositorio personal.
4. Crear la carpeta `00-chelloworld`.
5. Escribir el archivo `readme.md` que actúa como *front page* de la resolución.
6. Seleccionar, instalar, y configurar un compilador **C11** ó **C18**.
7. Indicar en `readme.md` el compilador seleccionado.
8. Probar el compilador con un programa `hello.c` que envíe a `stdout` la línea `hello, world!` o similar.
9. Ejecutar el programa, y capturar su salida en un archivo `output.txt`.
10. Publicar en el repositorio personal `SSL` la carpeta `00-chelloworld` con `readme.md`, `hello.c`, y `output.txt`.
11. La última tarea es informar por email al profesor el usuario *GitHub*.

### 3.6. Productos

```
Usuario
|-- SSL
    |-- 00-chelloworld
        |-- readme.md
        |-- hello.c
        |-- output.txt
```

---

## 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.

### 4.4. Restricciones

- Ninguna.

### 4.5. Productos

```
DD-UsodeC
`-- UsodeC.md
```



## Fases de la Traducción y Errores

---

### 5.1. Objetivos

- Identificar las fases de traducción y errores.

### 5.2. Temas

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

### 5.3. Tareas

1. Investigar las funcionalidades y opciones que su compilador presenta para limitar el inicio y fin de las fases de traducción.
2. Para la siguiente secuencia de pasos:
  - a. Transcribir en `readme.md` cada **comando ejecutado** y
  - b. Describir en `readme.md` el **resultado** u **error** obtenidos para cada paso.

#### 5.3.1. Secuencia de Pasos

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

```
#include <stdio.h>

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

2. Preprocesar hello2.c, no compilar, y generar hello2.i. Analizar su contenido.
3. Escribir hello3.c, una nueva variante:

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

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

4. Investigar la semántica de la primera línea.
5. Preprocesar hello3.c, no compilar, y generar hello3.i. Buscar diferencias entre hello3.c y hello3.i.
6. Compilar el resultado y generar hello3.s, no ensamblar.
7. Corregir en el nuevo archivo hello4.c y empezar de nuevo, generar hello4.s, no ensamblar.
8. Investigar hello4.s.
9. Ensamblar hello4.s en hello4.o, no vincular.
- 10.Vincular hello4.o con la biblioteca estándar y generar el ejecutable.
- 11.Corregir en hello5.c y generar el ejecutable.
- 12Ejecutar y analizar el resultado.
- 13Corregir en hello6.c y empezar de nuevo.
- 14Escribir hello7.c, una nueva variante:

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

15Explicar porqué funciona.

## 5.4. Restricciones

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

## 5.5. Productos

```
DD-FasesErrores
|-- readme.md
|-- hello2.c
|-- hello3.c
|-- hello4.c
|-- hello5.c
|-- hello6.c
`-- hello7.c
```





---

# 6

## Interfaces & Makefile — Temperaturas

---

Este trabajo está basado en los ejercicios 1-4 y 1-15 de [\[KR1988\]](#):

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.

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

### 6.1. Objetivos

- Realizar el primer trabajo en equipo en el repositorio privado del equipo en **GitHub**.
- Aplicar el uso de interfaces y de `makefile`.

### 6.2. Temas

- `makefile`.
- Archivos header (`.h`).

- Tipo de dato `double`.
- Funciones.
- Pruebas unitarias.
- `assert`.



La comparación de los tipos flotantes puede ser no trivial debido a su representación y precisión.

- Interfaces e Implementación.

### 6.3. Tareas

1. Escribir `makefile`.
2. Escribir `conversion.h`
3. Escribir `conversionTest.h`
4. Escribir `conversion.c`
5. Escribir `tablasDeConversion.c`.

### 6.4. Restricciones

- Las funciones deben llamarse `celsius` y `fahrenheit`.
- Utilizar `assert`.
- Utilizar `const`.
- Utilizar `for` con declaración (C99).

### 6.5. 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`.



### Crédito extra

Desarrollar la función `PrintFilas` para que sea genérica, es decir, pueda invocarse desde `PrintTablaFahrenheit` y desde `PrintTablaCelsius`. `PrintFilas` debe invocar a `PrintFila`.



## 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.

### 7.1. 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 alocaación 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.

## 7.2. Temas

- Strings.
- Alocaación.
- Tipos.

## 7.3. 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`.

## 7.4. 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>`

## 7.5. Productos

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





## 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 la *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.

### 8.1. 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.

## 8.2. Temas

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

## 8.3. 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 función que recibe un string en `GoStringExample.c`.
- h. Escribir la implementación en `GoString.c`.

## 8.4. Restricciones

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

## 8.5. Productos

DD-GoStrings
--------------

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



---

# 9

## 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.

### 9.1. Objetivos

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

### 9.2. Temas

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

### 9.3. 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: `n1 = 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 [DOT2015] y dentro del archivo `w1.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 `w1-1-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 implementación.

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 `w1-2-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 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, `w1-3-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, `w1-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.

## 9.4. Restricciones

- Ninguna.

## 9.5. Productos

```
DD-w1
|-- readme.md
|   |-- Árboles de expresión.
|   |-- Respuestas.
|   `-- Benchmark.
|-- w1.gv
|-- Makefile
|-- w1-1-enum-switch.c
|-- w1-2-goto.c
|-- w1-3-rec.c
`-- w1-x.c
```



---

# 10

## Máquinas de Estado — Contador de Palabras

---

Este trabajo está basado en el ejemplo de la 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.

### 10.1. Objetivos

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

### 10.2. Temas

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

## 10.3. Tareas

### 1. Árboles de Expresión

- a. Estudiar el programa del ejemplo la sección 1.5.4 *Conteo de Palabras* de [KR1988].
- b. Dibujar el árbol de expresión para la inicialización de los contadores:  $n1 = nw = nc = 0$ .
- 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 [DOT2015] 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 representar 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 implementación.
- 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.

### 10.4. Restricciones

- Ninguna.

### 10.5. 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
```

---

# 11

## 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

### 11.1. 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.

### 11.2. 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.

### 11.3. Productos

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

---

# 12

## 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, apóstrofes, secuencias de escape, y comentarios. (Este programa es difícil si lo hace en su completa generalidad.)

### 12.1. 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: `{[]}()`
- Apóstrofes y comillas, secuencias de escape:
  - Válido: `"[{"`
  - Inválido: `"{}`

### 12.2. Temas

- Autómata de Pila (Push down Automata).

- Stacks.

### 12.3. Tareas

- Primero diseñar y el APD y luego derivar una implementación.

### 12.4. Restricciones

- Primero diseñar y el APD y luego derivar una implementación.
- Utilizar el lenguaje dot para dibujar el digrafo.
- Resolver con máquina de estados, para eso leer Capítulo #2 del Volumen #2 de [\[MUCH2012\]](#).
- Utilizar el símbolo \$ para la pila vacío.
- Considerar las variantes no comunes de literales carácter y de literales cadenas que son parte del estándar de C.
- Definición formal del APD.
- Especificación de *PushString* basada en operaciones de cadenas de lenguajes formales.
- Diseñar `PushString("xyz")` para que sea equivalente a `Push('z')`, `Push('y')`, `Push('x')`
- Para la implementación indicar cómo se representan los estados y cómo las transiciones.
- Respetar la máquina de estado especificada, en la implementación utilizar los mismos nombres de estado y cantidad de transiciones.
- En el caso que sea necesario, utilizar `enum`, y no `define`.
- Crear a mano el archivo de test funcional: `Test.c`.
- Diseñar y aplciar un módulo *stack*.
- Diseñar el programa para que pueda invocarse de la siguiente manera: `> RemoveComments < Test.c | Parse`

### 12.5. Productos

```
DD-SimpleParser
|-- readme.md
```



```
|-- StackOfCharsModule.h  
|-- StackOfCharsModule.c  
|-- Parser.gv  
|-- Parser.c  
`-- Makefile
```



---

# 13

## Traductor de Declaraciones C a LN

---

Este trabajo está basado en el programa `dc1` ejemplo de la sección 5.12 *Declaraciones Complicadas* de [\[KR1988\]](#).

### 13.1. Restricciones

- Aplicar los conceptos de modularización, componentes, e interfaces.
- Codificar `scanner.h` y `scanner.c`, para declarar y definir las siguientes declaraciones:

```
enum TokenType {
    ...,
    LexError
};
typedef enum TokenType TokenType;
typedef ... TokenValue;
struct Token{
    TokenType type;
    TokenValue val;
};
bool GetNextToken(Token *t /*out*/); // Retorna si pudo leer,
    almacena en t el token leído.
```



---

# 14

## Traductor de Declaraciones C a LN con Lex

---

Este trabajo está basado en el programa `dc1` ejemplo de la sección 5.12 *Declaraciones Complicadas* de [\[KR1988\]](#).

Esta versión se basa en un scanner generado por Lex.



---

# 15

## Traductor de Declaraciones C a LN con Lex & Yacc

---

Este trabajo está basado en el programa `dc1` ejemplo de la sección 5.12 *Declaraciones Complicadas* de [\[KR1988\]](#).

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





---

# 16

## Trabajo #4 — Módulo Stack (?)

---

### 16.1. Objetivos

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

### 16.2. 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`.

## 16.3. 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.

## 16.4. 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`.

## 16.5. Productos

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

## 16.6. Entrega

Opcional.



---

# 17

## Trabajo #5 — Léxico de la Calculadora Polaca (@)

---

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

### 17.1. Objetivos

- Estudiar los fundamentos de los scanner aplicados a una calculadora con notación polaca inversa que utiliza un stack.
- Implementar modularización mediante los módulos `calculator`, `stackOfDoublesModule`, y `Scanner`.

### 17.2. Temas

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

### 17.3. Tareas

- 1. Estudiar la implementación de la sección 4.3 de [\[KR1988\]](#).
- 2. Construir los siguientes componentes, con las siguientes entidades públicas:

Calculator	StackOfDoublesModule	Scanner
<ul style="list-style-type: none"><li>• Qué hace: Procesa entrada y muestra resultado.</li><li>• Qué usa:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Biblioteca Estándar<ul style="list-style-type: none"><li>▪ EOF</li><li>▪ printf</li><li>▪ atof</li></ul></li><li>◦ StackOfDoublesModule<ul style="list-style-type: none"><li>▪ StackItem</li><li>▪ Push</li><li>▪ Pop</li><li>▪ IsEmpty</li><li>▪ IsFull</li></ul></li><li>◦ Scanner<ul style="list-style-type: none"><li>▪ GetNextToken</li><li>▪ Token</li><li>▪ TokenType</li><li>▪ TokenValue</li></ul></li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Qué exporta:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ StackItem</li><li>◦ Push</li><li>◦ Pop</li><li>◦ IsEmpty</li><li>◦ IsFull</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Qué hace: Obtiene operadores y operandos.</li><li>• Qué usa:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Biblioteca Estándar<ul style="list-style-type: none"><li>▪ getchar</li><li>▪ EOF</li><li>▪ isdigit</li><li>▪ ungetc</li></ul></li></ul></li><li>• Qué exporta:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ GetNextToken</li><li>◦ Token</li><li>◦ TokenType</li><li>◦ TokenValue</li></ul></li></ul>

- 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.

## 17.4. 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 #4, 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 leído.

```

- 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`

## 17.5. 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

## 17.6. Entrega

- Jul 3, 13hs.
  - Preentrega:
    - StackOfDoublesModule.h
    - StackOfDoublesModule.c
    - Scanner.h
    - Scanner.gv
- Jul 31, 13hs
  - Entrega final completa.



---

# 18

## Trabajo #7 — Calculadora Polaca con Lex (@)

---

Este trabajo está es una segunda iteración de [Capítulo 17, Trabajo #5 — Léxico de la Calculadora Polaca \(@\)](#), en la cual el *scanner* se implementa con *lex* y no con una máquina de estados.

### 18.1. Objetivo

Aplicar *lex* para el análisis lexicográfico.

### 18.2. 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`.

### 18.3. Productos

- Sufijo del nombre de la carpeta: `Polca1Lex`.
- Los mismos que [Capítulo 17, Trabajo #5 — Léxico de la Calculadora Polaca \(@\)](#) con la adición de `/Scanner.1`

### 18.4. Entrega

- Sep 6, 13hs.

- Preentrega: `scanner.1` con `main` que informa por `stdout` los tokens encontrados en `stdin`
- Sep 11, 13hs
  - Entrega final completa.

---

# 19

## Trabajo #8 — Calculadora Infija con RDP (?)

---

Este trabajo es la versión infija de [Capítulo 18, Trabajo #7 — 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
```

### 19.1. 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).

### 19.2. Restricciones

- Implementar getNextToken con Lex, basado en el getNextToken de [Capítulo 18, Trabajo #7 — Calculadora Polaca con Lex \(@\)](#)
- Agregar los tokens LParen y RParen.

### **19.3. Entrega**

- Opcional

---

# 20

## Trabajo #9 — Calculadora Infija con Yacc (?)

---

Esta vez, el parser lo construye Yacc por nosotros.





---

# Bibliografía

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>

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>

Brian W. Kernighan and Dennis Ritchie. *The C Programming Language, 2nd Edition* 1988.

Jorge Muchnik y Ana María Díaz Bott. *SSL, 2da Edición* 2012.

Emden R. Gansner and Eleftherios Koutsofios and Stephen North. *Drawing graphs with dot*. Retrived 2018-06-19 from <http://www.graphviz.org/pdf/dotguide.pdf>

