

---

## Proyecto Final: Procesamiento de texto

---

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| Fecha de asignación: | 8 mayo 2024 |
| Grupos:              | 3 personas  |

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| Fecha de entrega: | 12 junio 2024        |
| Profesor:         | Luis Barboza Artavia |

---

### 1. Atributos relacionados

A continuación se describen los atributos del graduado que se pretenden abordar con el desarrollo del proyecto.

#### 1.1. Diseño (DI)

Capacidad para diseñar soluciones creativas para problemas de ingeniería complejos y diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer las necesidades identificadas con la consideración adecuada para la salud y la seguridad públicas, el costo total de la vida, el carbono neto cero, así como las consideraciones de recursos, culturales, sociales y ambientales según sea necesario.

#### 1.2. Herramientas de Ingeniería (HI)

Capacidad para crear, seleccionar, aplicar, adaptar y ampliar apropiadamente técnicas, recursos y herramientas modernas de Ingeniería y de tecnología de la información, incluyendo la prospección y modelado de problemas complejos de ingeniería, con la comprensión de las limitaciones asociadas.

### 2. Introducción

La finalidad de este proyecto final es que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos del diseño de sistemas digitales, en estructuras avanzadas, que involucren sincronización y la interacción con elementos de entrada-salida y memoria, así como elementos de procesamiento, propios de un computador. Para ello, cada grupo de estudiantes deberá diseñar e implementar, mediante el lenguaje de descripción de hardware SystemVerilog, un computador mínimo, basado en un microprocesador con arquitectura ARM.

En términos generales, todas las aplicaciones (a nivel de software) a ejecutar por el computador, deberán tener interacción con dispositivos de entrada/salida y memoria, por medio de simulación y la escritura en archivos.

Este proyecto reforzará la metodología de diseño modular, utilizada en los diferentes laboratorios, de manera que implica investigación, planeamiento del diseño, descripción del hardware, implementación y verificación funcional respectiva.

Se recomienda vehementemente realizar las simulaciones a cada módulo, antes de la simulación final, después de verificar la funcionalidad del microprocesador y los controladores, el equipo de trabajo debe de estar listo para demostrar dicho funcionamiento, el cual será evaluado de acuerdo a la rúbrica disponible en el TEC Digital para este proyecto.

### 3. Investigación

Para el desarrollo de este proyecto se deberán realizar las siguientes tareas de investigación:

- Resumen sobre arquitectura ARMv4. Se deben mostrar aspectos de tipos de instrucciones, codificación, registros, etc.
- Resumen de herramienta(s) para simulación y traducción a lenguaje máquina de programas en ARMv4.

### 4. Especificación

#### 4.1. Descripción general

Este proyecto final deberá solucionar el siguiente problema, utilizando un procesador **ARMv4**, con programación propia de cada grupo.

El sistema deberá contar con una memoria en la que se precargará un texto de mínimo 100 palabras y máximo 150 palabras, el cual es el insumo para el procesamiento.

La función del procesador será, encontrar palabras con una cantidad de vocales establecida por el usuario (switches, botones, etc) y cambiarlas por algún símbolo de entrada (también escrito en la memoria).

Es importante destacar que al inicio, el mensaje original se debe mostrar en el Monitor VGA, posteriormente, el usuario accionará el procesamiento con un botón. Una vez presionado el botón, el procesador ejecutará las instrucciones cargadas en la memoria de instrucciones, las cuales manipularán los caracteres ingresados. El procesamiento consiste en los siguientes aspectos:

1. El programa deberá ser capaz de identificar las palabras con la cantidad de vocales establecidas por el usuario, coloreándolas con un color distinto.
2. Una vez identificadas las palabras deberá cambiar las vocales de dichas palabras por el símbolo de entrada.

Cada grupo creará un diseño de CPU e implementará los módulos correspondientes al procesador. Generalmente, se recomienda ejecutar las siguientes actividades:

1. Realizar la tarea para familiarizarse con ARM.
2. Crear y verificar el código de ARM que implementa el procesamiento solicitado.
3. Obtener el código del código ARM.
4. Crear la memoria de instrucciones e inicializarla con el código binario.
5. Crear e implementar los módulos que implementan el fetch.
6. Crear e implementar los módulos que implementan el decode.
7. Integrar la ALU del laboratorio 2.
8. Crear e implementar los módulos que implementan el acceso a memoria de datos (RAM).
9. Crear e implementar los módulos que implementan el writeback.
10. Realizar las simulaciones de cada módulo.

## **4.2. Simulación**

Para el proceso de simulación, deberá generarse un testbench para los modulos principales. Adicionalmente, se recomienda una simulación integrando todos los elementos.

## **4.3. Implementación en FPGA**

El procesador y los métodos deberán implementarse en la FPGA DE1-Soc. Debe contemplar todas las entradas y salidas descritas anteriormente.

## **4.4. Metodología**

Se utilizará la metodología explicada en el laboratorio 1.

## 5. Evaluación y entregables

La defensa será el miércoles 12 de junio. Se revisará el commit antes del miércoles 12 de junio a las 8:00 am. Los documentos pueden subirse el miércoles 12 de junio antes de las 11:59pm. La evaluación del proyecto se da bajos los siguientes rubros contra rúbrica correspondiente:

- Presentación proyecto 100 % funcional (70 %).
- Documentación de diseño (20 %): La documentación del diseño deberá contener las siguientes secciones:
  1. Listado de requerimientos del sistema: Cada estudiante deberá identificar las necesidades y los requerimientos de un problema complejo de ingeniería considerando la salud y la seguridad pública, el costo total de la vida, el carbono neto cero, así como aspectos relacionados con recursos, culturales, sociales y ambientales según sea necesario.
  2. Elaboración de opciones de solución al problema: Para el problema planteado deberán documentarse al menos dos opciones de solución. Cada solución deberá ser acompañada de algún tipo de diagrama. **Estas opciones de solución no deben ser fácilmente descartables y deben llevar un análisis objetivo con base en criterios técnicos o teóricos.**
  3. Valoración de opciones de solución: Se deberán valorar alternativas de solución para un problema complejo de ingeniería que cumplan con necesidades específicas, considerando la salud y la seguridad pública, el costo total de la vida, el carbono neto cero, así como aspectos relacionados con recursos, culturales, sociales y ambientales según sea necesario.
  4. Selección de la propuesta final: Se deberá seleccionar una propuesta final de las opciones de solución, de acuerdo con los criterios de comparación.
  5. Diseño de la alternativa seleccionada: Se deberá documentar completamente el diseño final seleccionado considerando la salud y la seguridad pública, el costo total de la vida, el carbono neto cero, así como aspectos relacionados con recursos, culturales, sociales y ambientales según sea necesario. Para el caso de este proyecto esto incluye: descripción del protocolo diseñado, diagrama de bloques del modelo sistema multiprocesador, diagrama de bloques del computador (procesadores + memoria y aplicación), diagramas propios de diseño de software aplicables (de flujo, clases, composición, UML, patrones de diseño, etc ) y descripción de algoritmo propuesto y distribuciones de probabilidad implementadas.
  6. Validación del diseño: se deberá validar el diseño final de acuerdo con los requerimientos, la salud y la seguridad pública, el costo total de la vida, el carbono neto cero, así

como aspectos relacionados con recursos, culturales, sociales y ambientales según sea necesario.

- Documentación de Herramientas de ingeniería (10 %): En este documento se evaluará la capacidad para crear, seleccionar, aplicar, adaptar y ampliar apropiadamente técnicas, recursos y herramientas modernas de Ingeniería y de tecnología de la información, incluyendo la prospección y modelado de problemas complejos de ingeniería, con la comprensión de las limitaciones asociadas. Se espera que este documento se presente explícitamente:
  1. Selección de técnicas, recursos, herramientas o métodos acorde con las variables del problema complejo de ingeniería.
  2. Aplicación técnicas, recursos, herramientas o métodos en un problema complejo de ingeniería.
  3. Creación o adaptación de las técnicas, recursos, herramientas o métodos en problemas complejos de ingeniería.