

# Proyecto Final

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Procedimiento . . . . .	1
<b>2. Investigación</b>	<b>2</b>
<b>3. Especificación</b>	<b>2</b>
3.1. Programa de demostración . . . . .	3
<b>4. Evaluación de atributos</b>	<b>3</b>
4.1. Herramientas de ingeniería . . . . .	3
4.2. Medio ambiente y sostenibilidad . . . . .	4
4.3. Diseño . . . . .	4

## 1. Introducción

La finalidad de este proyecto final es que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos del diseño de sistemas digitales, en estructuras avanzadas, que involucran el control de dispositivos de entrada y salida, como lo son el mouse, teclado, monitor VGA, etc., 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, para ejecutar una aplicación a proponer por cada grupo.

En términos generales, todas las aplicaciones (a nivel de software) a ejecutar por el computador, deberán tener interacción con dispositivos de entrada/salida (botones, interruptores, mouse, teclado, etc.) así como visualización por medio del monitor VGA.

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.

### 1.1. Procedimiento

Este proyecto final presenta dos etapas principales:

- Anteproyecto: Como parte del desarrollo del proyecto final, cada grupo deberá presentar un anteproyecto en el que se describan al menos dos propuesta de aplicación. El anteproyecto deberá incluir los objetivos de cada propuesta, una descripción de alto nivel de la

solución (desde el punto de vista de hardware y software), los dispositivos de entrada/salida con que se va a interactuar así como un cronograma de tareas a realizar. Se deberá incluir, además, un diagrama de segundo nivel, como se especifica en el metodología de diseño modular, en el que se muestre un primer esbozo de cada una de las soluciones. El profesor aprobará o brindará sugerencias para la aprobación de una de las dos propuestas del anteproyecto. El anteproyecto deberá entregarse en la primera clase de semana 14.

- **Diseño e implementación:** Una vez aprobado el anteproyecto, cada grupo deberá trabajar en el diseño e implementación de su propuesta. Todos los sistemas propuestos se deberán basar en la arquitectura ARMv4. Cualquier modificación en la implementación de la arquitectura es válida, pero debe ser justificada. El sistema completo deberá ser implementado en FPGA, utilizando la plataforma DE1-SoC.

Para el problema a solucionar:

1. Lea y trate de comprender todo el trabajo solicitado antes de iniciarlo.
2. Para cada sección del proyecto, utilice hojas de bitácora separadas. Muestre en la bitácora todas las tablas de verdad, circuitos, figuras, diagramas, etc. usados en las preguntas planteadas. Incluya una sección para la etapa de investigación.
3. Para la presentación funcional, se le pedirá que muestre el sistema completo. En caso de tener funcionalidad limitada o nula, se deberán diseñar simulaciones e implementaciones individuales que permiten verificar el funcionamiento de los módulos que componen el sistema.

Se recomienda vehementemente realizar las simulaciones a cada módulo, antes de la implementación en la FPGA, 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.

## 2. 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 sobre protocolos y controladores utilizados (PS/2 , mouse/teclado, UART, SPI, I2C, etc.), según selección de aplicación. Se deben mostrar diagramas de tiempo y estados correspondientes.

## 3. Especificación

Se debe diseñar e implementar, mediante el lenguaje de descripción de hardware SystemVerilog, un computador mínimo, basado en un microprocesador con arquitectura ARMv4. Este computador deberá de contar con los dispositivos de entrada/salida necesarios para interactuar con el usuario. Por lo tanto, el microprocesador del sistema deberá de interactuar con al menos dos tipos de controladores para el uso de dichos dispositivos (IR, acelerómetros, teclado, mouse, UART, botones e interruptores de la placa DE1-SoC), para lo cual se deberán de implementar los módulos necesarios para que el sistema trabaje adecuadamente. Adicionalmente, la visualización se deberá de realizar por medio del monitor VGA.

### 3.1. Programa de demostración

Cada grupo debe escribir en lenguaje ensamblador una aplicación que utilice el set de instrucciones implementado para ser ejecutado en el computador diseñado e implementado por el grupo. Para la generación de código de máquina, el grupo puede utilizar algún ensamblador disponible para ARMv4, si así lo estima conveniente.

La aplicación será interactiva con el usuario. A continuación se brindan los siguientes ejemplos a manera de guía:

- Juego original o inspirado en videojuego clásico.
- Herramienta educativa para pintar figuras en pantalla con el mouse.
- Procesador de texto (similar a Word).
- Terminal de comunicación serial con PC, utilizando un controlador UART.
- Calculadora básica.

La aplicación deberá tener como mínimo, las siguientes características:

- Utilizar un teclado o mouse conectado al puerto PS/2 de la tarjeta DE1-SoC o un controlador para comunicación externa (UART, SPI, I2C) para el puerto serial para la comunicación con un computador de escritorio o sistema embebido.
- Utilizar la salida de video VGA de la tarjeta DE1-SoC.

## 4. Evaluación de atributos

Adicional a la documentación regular (informe), para este proyecto se deberá crear un documento para cada uno de los siguiente atributos. Estos documentos vendrán a complementar la nota del informe final, pero deberán presentarse como un archivo (para cada uno) independiente en el tecDigital.

### 4.1. Herramientas de ingeniería

En este documento se evaluará la capacidad para aplicar y evaluar técnicas, recursos y herramientas modernas de ingeniería para la solución de problemas complejos de ingeniería, con una comprensión de las limitaciones asociadas. Se espera que este documento se presente explícitamente:

- Selección de técnicas, recursos y herramientas modernas de ingeniería: El grupo debe seleccionar con criterio técnicas, recursos o herramientas modernas de ingeniería a utilizadas en el proyecto.
- Aplicación de técnicas, recursos o herramientas modernas de ingeniería : El grupo debe demostrar la aplicación correcta de las técnicas, recursos o herramientas modernas de ingeniería utilizadas en el proyecto
- Evaluación de técnicas, recursos o herramientas modernas de ingeniería: El grupo debe evaluar las diferentes técnicas, recursos o herramientas modernas de ingeniería utilizadas en el proyecto, considerando sus limitaciones.

## **4.2. Medio ambiente y sostenibilidad**

En este documento se evaluará la capacidad para comprender el concepto de sostenibilidad en los contextos sociales y ambientales. Se espera que este documento se presente explícitamente:

- Concepto de sostenibilidad: Se debe explicar el concepto de sostenibilidad en los contextos sociales y ambientales, y el impacto del proyecto en estos campos.

## **4.3. Diseño**

En este documento se evaluará la capacidad para describir un problema complejo de ingeniería en términos de requerimientos de diseño y limitantes. Se espera que este documento se presente explícitamente:

- Requerimientos de ingeniería: Cada grupo deberá mostrar los requerimientos de ingeniería del proyecto, extraídos de la especificación y las partes involucradas, estado del arte, estándares, normas, entre otros.