



**Suroeste**

Universidad Tecnológica

---

# Laboratorio 1

---

**SEDE:** Fray Bentos

Tecnologías de Microprocesamiento



**Estudiantes:** Nicolás González, Jeronimo Fernandez, Priscila Rossi

**Docentes:** Jesus Martinez  
Marcelo Díaz

**Fecha:** 28 de septiembre de 2024

## 1. Resumen

El informe presenta la implementación de un sistema de control para una lavadora y una matriz de LEDs utilizando comunicación UART y un microcontrolador ATmega328P. Se diseñó la lavadora con una máquina de estados, los estados son inicio, llenado, lavado, vaciado, enjuagado, centrifugado y secado. A través de la comunicación UART, la lavadora permite monitorear su estado y recibir comandos para iniciar el ciclo de lavado.

Adicionalmente, se implementó una matriz de LEDs controlada por UART, que permite desplazar un mensaje o mostrar figuras según los comandos recibidos. El mensaje enviado es "HAPPY WEEKENDz, mediante los comandos correspondientes, se puede visualizar las siguientes figuras: cara feliz, cara triste, rombo, corazón y una figura del juego Space Invaders en respectivo orden.

El desarrollo de este laboratorio incluyó la implementación de código en ensamblador, gestión de tiempos y manejo de la comunicación UART para garantizar el correcto funcionamiento tanto de la lavadora como de la matriz de LEDs.

Se cumplieron algunos de los objetivos, pero quedaron pendientes la implementación completa del control de la lavadora y el desplazamiento de las letras en la matriz de LEDs.

## Índice

<b>1. Resumen</b>	<b>1</b>
<b>2. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>3. Objetivos</b>	<b>1</b>
3.1. Objetivo General . . . . .	1
3.2. Objetivos Específicos . . . . .	1
<b>4. Materiales</b>	<b>1</b>
<b>5. Metodología</b>	<b>2</b>
<b>6. Resultados</b>	<b>4</b>
<b>7. Aclaracion de resultados:</b>	<b>4</b>
<b>8. Conclusión</b>	<b>5</b>
<b>9. Bibliografía</b>	<b>6</b>
<b>10. Anexos</b>	<b>7</b>

## 2. Introducción

Una vez que se completa el montaje del kit de Fischertechnik es necesario programar un software que controle su operación, gestione diferentes modos de funcionamiento, y permita la comunicación con un sistema de pruebas a través de USART. Para esto se debe tener en cuenta los procesos del lavarropa ya que estos procesos van a variar dependiendo de la carga se escoga para el lavado. En cuanto a las cargas de la lavadora el tiempo de lavado y la cantidad de agua se ajustan según el tipo de carga que se seleccione (ligera, media o completa).

Durante la fase de pruebas del lavarropas, se debió establecer un mecanismo de comunicación entre la lavadora y un sistema externo mediante USART. La lavadora envió un mensaje a través de la comunicación USART cada vez que cambia de estado. Estos mensajes proporcionan información en tiempo real sobre el progreso y las diferentes fases del ciclo del lavarropas. El sistema externo también tiene la capacidad de controlar la lavadora enviando comandos a través de USART. En particular, el ciclo de lavado puede iniciarse remotamente cuando el sistema recibe la letra ‘A’. Esto permite la automatización del proceso de lavado. En la simulación de la lavadora, se implementa un sistema que combina una serie de indicadores LED, controles manuales y sensores que permiten el monitoreo y la operación del proceso de lavado.

Se busca implementar un sistema de control para una matriz de LEDs utilizando el microcontrolador ATmega328P. El objetivo principal es programar un desplazamiento del mensaje a lo largo de la matriz, con la posibilidad de cambiar entre diferentes modos de visualización a través de la comunicación UART. El sistema permitirá mostrar un mensaje 12 caracteres de forma continua, asegurando que el contenido sea legible. Además, mediante UART, el usuario podrá interactuar con el dispositivo, seleccionando entre mostrar el mensaje antes dicho o entre 5 figuras predefinidas.

## 3. Objetivos

### 3.1. Objetivo General

- Utilizar comunicación USART

### 3.2. Objetivos Específicos

- Programar el ATmega328P para controlar la matriz de LEDs para que muestre un mensaje desplazándose.
- Aprender el comportamiento del puente H

## 4. Materiales

Los materiales mas relevantes utilizados son los siguientes;

- kit Fischertechnik
- Arduino 1
- Dolang
- Puente H

## 5. Metodología

### Parte A: Montaje del modelo de lavadora y desarrollo del software de control

En primer lugar, se realizó el montaje a partir del documento de información básica de los modelos de Fischertechnik. Luego se desarrolló la lógica de la máquina de estados de la lavadora. Esta máquina cuenta con seis estados principales. El primer estado es el de Inicio, donde el usuario debe seleccionar una de las tres cargas disponibles: "L" para liviano, "M" para mediano, y "C" para completo. Una vez seleccionada la carga y activado el sensor de seguridad, es decir, cuando la puerta esté completamente cerrada, el sistema avanzará al siguiente estado: Llenado. El estado posterior es el de Lavado, que varía según la carga seleccionada. Para mantener un orden claro:

1. En la carga Liviana, el motor gira por 2 segundos y se detiene por 1 segundo, completando 5 ciclos
2. En la carga Mediana, el motor gira por 3 segundos y se detiene por 2 segundos, también completando 5 ciclos.
3. En la carga Completa, el motor gira por 4 segundos y se detiene por 3 segundos, cumpliendo igualmente 5 ciclos.

Posteriormente, el sistema pasa a los estados de Vaciado y Enjuagado, seguidos nuevamente por el ciclo de Vaciado. Al concluir esta fase, la lavadora realiza el Centrifugado. Este estado también varía según la carga seleccionada, con duraciones de 15 segundos para carga liviana, 18 segundos para carga mediana y 21 segundos para carga completa.

Finalmente, se procede al estado de Secado, el cual es idéntico para todas las cargas. Durante esta fase, el motor gira hacia la derecha por 5 segundos, se detiene por 3 segundos y luego gira hacia la izquierda por otros 5 segundos. Lo cual se logra hacer por medio de un puente H.

Además, se implementaron indicadores LED para cada proceso. Un LED en la estructura del modelo se asignó como indicador de que la lavadora está lista para iniciar. Otros cuatro LEDs se reparten en los que se encienden durante los estados de lavado, centrifugado, secado y fin de proceso, apagándose una vez se completen los estados. Los tres LEDs restantes representan la carga seleccionada (L, M o C).

En cuanto al código, se diseñó un menú que inicia configurando los registros del microcontrolador, incluidos los puertos de entrada/salida y la configuración de comunicación serial USART, permitiendo el envío de mensajes a través de la terminal para indicar el estado del proceso de lavado. Se configuraron los registros de la pila (stack pointer) para evitar errores de desbordamiento en las llamadas a subrutinas. Cada una de las fases envía mensajes a través de USART, como "Lavando", "Centrifugando", "Secando", y finaliza con un mensaje de "Finalizado" cuando el proceso termina. Durante el secado, se emplea un puente H para cambiar la dirección de rotación del motor.

## Parte B: Control de matriz de LEDs con el ATmega328P

En cuanto a la matriz LED, las filas de los LEDs se asignaron al puerto D del microcontrolador, mientras que las columnas (A, B, C, D) se conectaron al puerto B. Este esquema permitió un control preciso sobre la matriz, asegurando que cada LED pudiera ser activado individualmente según los patrones definidos.

El primer paso consistió en la configuración de la pila, los registros, las salidas y los puertos del microcontrolador. Luego, se procedió a programar un temporizador configurado con un intervalo de 1 segundo, lo que facilitó la sincronización de los distintos cambios de figura en la matriz. Este temporizador fue clave para controlar los retardos (delays) necesarios para que las letras y figuras fuesen visibles correctamente para el ojo humano.

En el código principal, se establecieron etiquetas específicas para cada letra que compone la frase "HAPPY WEEKEND". Estas etiquetas se implementaron de manera que el microcontrolador pudiera mostrar cada letra secuencialmente en la matriz. Entre cada letra se programaron los retardos correspondientes, permitiendo que las transiciones fueran lo suficientemente lentas como para que las letras fueran claramente visibles.

Posteriormente, se añadieron figuras y símbolos adicionales. Se crearon etiquetas para las siguientes formas: un corazón, una cara feliz, una cara triste, un rombo, y una figura inspirada en Space Invaders. Estas figuras se programaron utilizando patrones específicos de encendido de los LEDs, diseñados para mostrar las formas correctamente en la matriz.

Adicionalmente, se configuró la comunicación UART para interactuar con la matriz LED. Mediante la UART, el usuario puede seleccionar qué mensaje o figura mostrar en la matriz presionando diferentes números en la terminal:

1. Al presionar "M", la matriz muestra la frase "HAPPY WEEKEND".
2. Al presionar "F", la matriz muestra la secuencia de los símbolo es el siguiente orden, "Cara feliz", "cara triste", "corazón", "rombo", y por último el personaje de "Space Invaders" respectivamente.

Cada vez que una letra o figura es mostrada en la matriz, se limpia el registro correspondiente al finalizar la visualización, de modo que ningún LED permanezca encendido accidentalmente después de cambiar a una nueva letra o figura. Este enfoque asegura que la transición entre figuras sea clara y que la matriz siempre refleje correctamente el patrón seleccionado.

## 6. Resultados

### Parte A

Como resultado en la lavadora , correspondiente a la implementación de la lavadora, se logró desarrollar un menú básico para simular los principales estados de la máquina: lavado, centrifugado y secado. Sin embargo, no se alcanzó el objetivo completo de implementar la lavadora como una máquina de estados funcional.

El código permitió simular la selección de la carga (ligera, media o completa) y la confirmación del inicio del ciclo de lavado. Esta simulación se llevó a cabo enviando letras representativas a través de la comunicación UART para interactuar con el menú. El sistema aceptaba estos comandos para iniciar y cambiar entre los diferentes estados.

A pesar de que la lavadora estaba destinada a seguir una secuencia completa de operación, incluyendo el manejo de los ciclos de lavado, centrifugado y secado, el desarrollo solo avanzó hasta la etapa de simulación y confirmación de la elección de la carga. Las funciones para controlar las etapas siguientes no se completaron.

### Parte B

Como resultado, se obtuvo que, aunque la propuesta original para la matriz de LEDs de 8x8 era lograr un mensaje desplazable, solo se consiguió que las letras aparecieran una tras otra, sin el desplazamiento esperado.

El proceso resultó complicado debido a que, para hacer que cada letra se moviera, se debía codificarla en binario y luego, a través de un retardo, hacer que la misma letra apareciera con una fila menos, repitiendo el procedimiento hasta desplazar todo el mensaje. Esto hizo que el código fuera extenso y complejo, por lo que no se logró la implementación completa del desplazamiento.

Para controlar la matriz, se configuró la UART, la cual presentaba un menú utilizando el comando putc para visualizar el mensaje en la PC y a través del comando getc, se podía elegir entre mostrar un mensaje desplazable con el comando "M." visualizar las figuras con el comando "F". Sin embargo, surgió un problema con los pines de los LEDs, ya que estaban conectados a los pines D0 a D7, y el uso de D0 y D1 para la comunicación UART (RX y TX) interfería con la correcta visualización de las letras en la matriz.

Para solucionar esto, se realizó una reconfiguración, moviendo los pines D0 y D1 del puerto D al puerto C, lo que permitió mejorar la visualización de las letras. A pesar de la solución aplicada, el desplazamiento del mensaje no se pudo implementar por completo, logrando únicamente mostrar las letras una tras otra.

## 7. Aclaracion de resultados:

Es importante aclarar que las evidencias de este laboratorio se pueden visualizar a través del repositorio.

## 8. Conclusión

En conclusión en el desarrollo de los proyectos de la lavadora y la matriz de LEDs, se lograron avances importantes, aunque con ciertos desafíos técnicos.

Por un lado, en el sistema de la lavadora, se implementó con éxito un menú interactivo que permite confirmar el inicio del lavado mediante la letra <sup>A</sup> a través de UART, lo que permitió gestionar los estados básicos de funcionamiento. Sin embargo, no se completó el desarrollo total del código necesario para controlar todas las fases del ciclo de lavado. Por lo que tampoco se pudo finalizar físicamente.

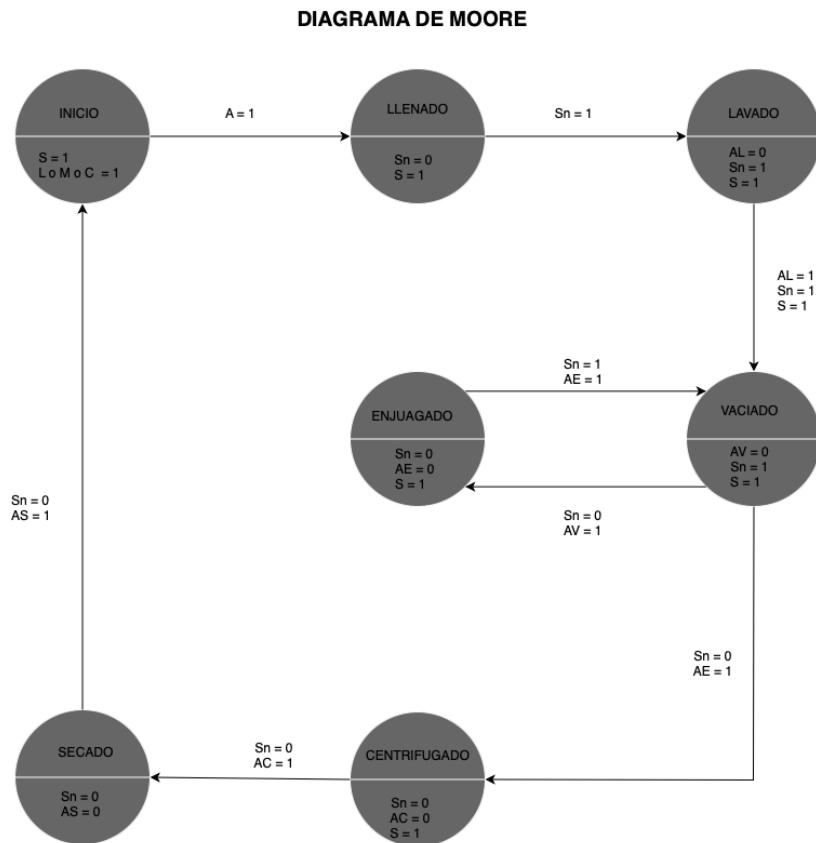
Por otro lado, en el de la matriz de LEDs, las figuras y mensajes se visualizan correctamente mediante la comunicación UART, pero el desplazamiento continuo de las letras no se implementó tal como se esperaba. Además, la utilización de los pines TX y RX, que están reservados para la comunicación UART, afectó el correcto funcionamiento de la matriz, ya que estos pines también se usaban para mostrar los LEDs, generando conflictos en la visualización.

Ambos proyectos muestran que se cumplieron algunos de los objetivos planteados, pero faltó la implementación correcta de los timers y de los sensores y del servomotor.

## 9. Bibliografía

1. Microchip Technology Inc., "Tmaga48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P datasheet," DS40002061B, Rev. B, 2020. Available: [www.microchip.com](http://www.microchip.com). Accessed: Sep. 28, 2024.
2. STMicroelectronics, "L298 dual full-bridge driver," Jan. 2000. Available: [www.st.com](http://www.st.com). Accessed: Sep. 28, 2024.

## 10. Anexos

**REFERENCIAS**

**S** = Sensor Puerta  
**Sn** = Sensor Nivel  
**L** = Liviano  
**M** = Mediano  
**C** = Completo  
**A** = Inicio por UART  
**AL** = Acción Lavado  
**AV** = Acción Vaciado  
**AE** = Acción Enjuague  
**AC** = Acción Centrifugado  
**AS** = Acción Secado

**ESTADOS**

- 1) INICIO
- 2) LLENADO
- 3) LAVADO
- 4) VACIADO
- 5) ENJUAGADO
- 6) CENTRIFUGADO
- 7) SECADO

Figura 1: Maquina de estado de Moore de la lavadora  
Elaboración propia

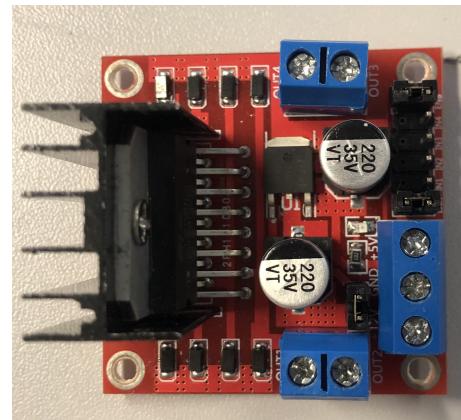


Figura 2: Puente H

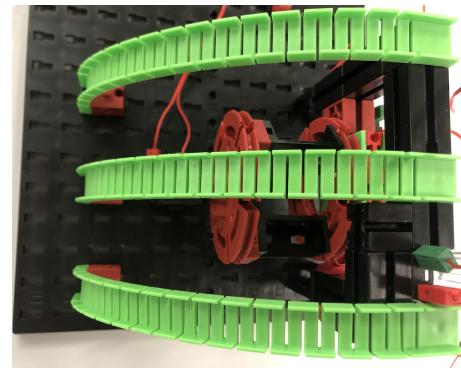


Figura 3: Lavadora hecho con kit Fischertechnik

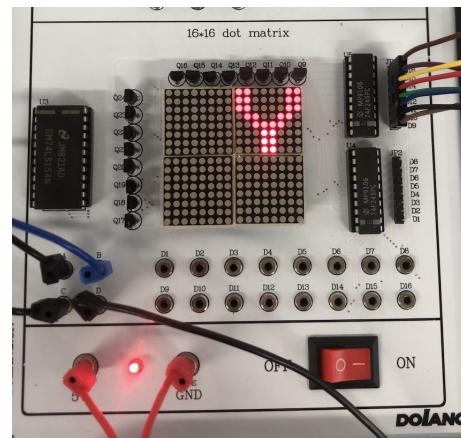


Figura 4: Matriz de led