



Ingeniería en Robótica y Telecomunicaciones

Departamento de computación, electrónica y
mecatrónica.

Course Name:

Robotica y Automatización P25-LRT4072-1

Members & ID:

Jonathan Eliasib Rosas Tlaczani 168399

Leonardo Carrera Ángeles 171951

Henry Antonio Gamas Mijango 170964

Introducción

Hoy en día, los sistemas de control automatizados desempeñan un rol esencial en la administración del tránsito y la seguridad en las vías. Un caso ilustrativo son los semáforos inteligentes que controlan la circulación de peatones en áreas urbanas, que deben asegurar tanto la eficacia del tránsito vehicular como la protección del peatón. Esta práctica se centra en la creación y puesta en marcha de un sistema automatizado de semáforos, empleando un PLC Siemens S7-312C y el lenguaje de programación Ladder. La meta es crear un cruce inteligente para peatones que atienda la petición de los peatones de cruzar de manera segura, gestionando adecuadamente las luces de los semáforos para vehículos y peatones.

Metodología

Para lograr el objetivo planteado, se diseñó una carta funcional que describe la lógica secuencial del sistema. El sistema inicia con un botón START que habilita el funcionamiento general del semáforo, y un botón STOP que lo pone en pausa. Cuando el sistema está en pausa, las luces RED_A (vehículos) y RED_STOP (peatones) deben parpadear.

Una vez activo, el sistema se mantiene en estado de espera con la luz verde para los autos (GREEN_A) encendida y la luz roja para peatones (RED_STOP) activa. Cuando un peatón presiona uno de los botones de cruce (BTN1 o BTN2), se activa una secuencia automatizada:

1. La luz verde para los autos parpadea durante 5 segundos (simulada por una marca temporal).
2. Luego, la luz amarilla para los autos (YELLOW_A) se enciende durante 3 segundos.
3. Posteriormente, se activa la luz roja para vehículos (RED_A) y la luz verde para peatones (GREEN_PASS) durante 10 segundos.
4. Después, la luz GREEN_PASS parpadea por 3 segundos mientras se mantiene RED_A.
5. Finalmente, se vuelve a activar la luz verde para vehículos (GREEN_A) y RED_STOP para peatones, regresando al estado inicial.

La lógica fue implementada en TIA Portal mediante una serie de redes en lenguaje Ladder que gestionan tanto el estado del sistema como las transiciones temporizadas de cada luz, utilizando marcas internas y temporizadores TON.

Marco Teórico

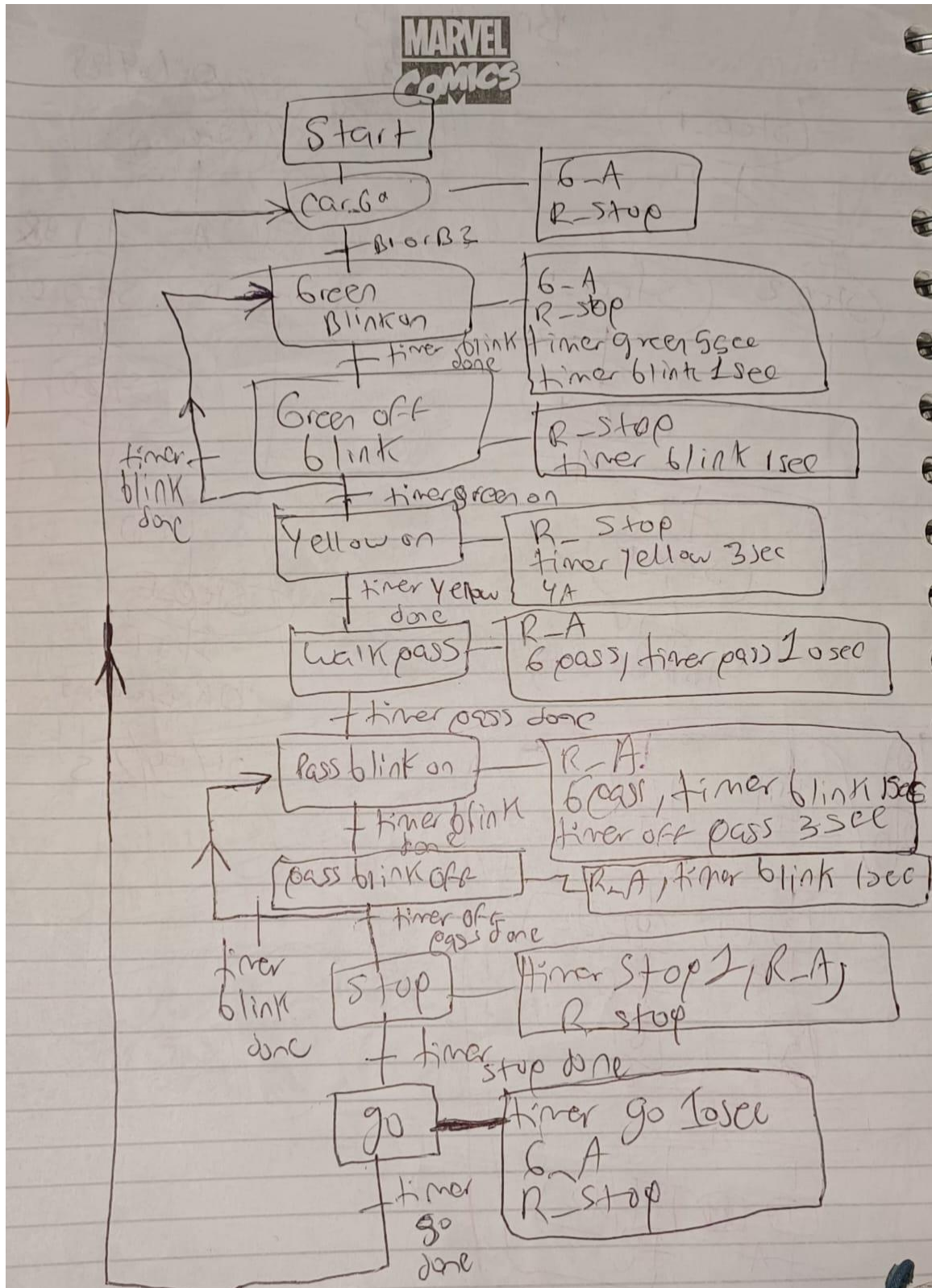
La automatización de sistemas a través de controladores lógicos programables (PLCs) ha transformado los procedimientos industriales y urbanos, facilitando la creación de soluciones eficaces, seguras y de alta fiabilidad. El PLC (Controlador de Programación Lógica Programable) es un aparato electrónico creado para llevar a cabo funciones de control automático de procesos a través de programación lógica, sustituyendo sistemas de cableado convencionales por lógicas digitales versátiles y adaptables.

Ladder Logic es uno de los lenguajes de programación más empleados en ambientes industriales, gracias a su parecido con los esquemas eléctricos tradicionales y su sencillez para ilustrar procesos secuenciales a través de contactos, bobinas, temporizadores y contadores. Este lenguaje facilita la construcción de programas en "redes" que imitan el funcionamiento de relés y actuadores eléctricos, lo que lo hace una herramienta perfecta para automatizar labores como la gestión de semáforos.

Los temporizadores TON (Timer On-Delay) resultan fundamentales en este tipo de automatizaciones, pues facilitan la introducción de retrasos establecidos en la activación de salidas, emulando periodos de espera reales como el apagado de luces por periodos de tiempo establecidos. Por otro lado, las marcas internas (flags) facilitan la conservación de estados intermedios y funcionan como condiciones de control en transiciones futuras.

El diseño de este semáforo automatizado, al incorporar componentes como pulsadores de petición de paso, programación de luces, parpadeos y activaciones condicionales, ilustra el uso de PLCs para solucionar problemas de control secuencial en aplicaciones reales de seguridad urbana.

Resultados



La imagen anterior muestra la carta funcional del circuito hecha a mano la cuál sigue la secuencia completa que sigue el sistema de semáforos desde su activación hasta el

retorno al estado inicial. El proceso inicia con la señal START, la cual habilita el sistema y activa las luces GREEN_A para vehículos y RED_STOP para peatones.

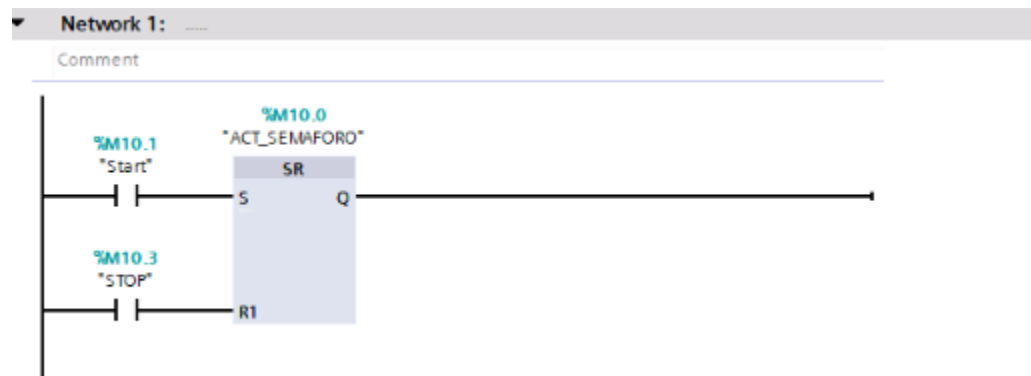
Una vez que se detecta una solicitud de cruce (BTN1 o BTN2), el sistema entra en una fase de parpadeo de la luz verde vehicular (GREEN blink on/off) durante 5 segundos, seguido por el encendido de la luz amarilla (YELLOW on) por 3 segundos.

Posteriormente, se activa el cruce peatonal (WALK_PASS) encendiendo la luz GREEN_PASS y manteniendo RED_A durante 10 segundos. Luego, GREEN_PASS parpadea durante 3 segundos para advertir el final del cruce seguro.

La carta secuencia con una transición de 1 segundo donde todas las luces permanecen en rojo (STOP), para finalmente volver a habilitar GREEN_A y RED_STOP por 10 segundos, y reiniciar el ciclo. Las transiciones entre estados están gobernadas por temporizadores definidos (1s, 3s, 5s, 10s), asegurando una operación coordinada y segura.

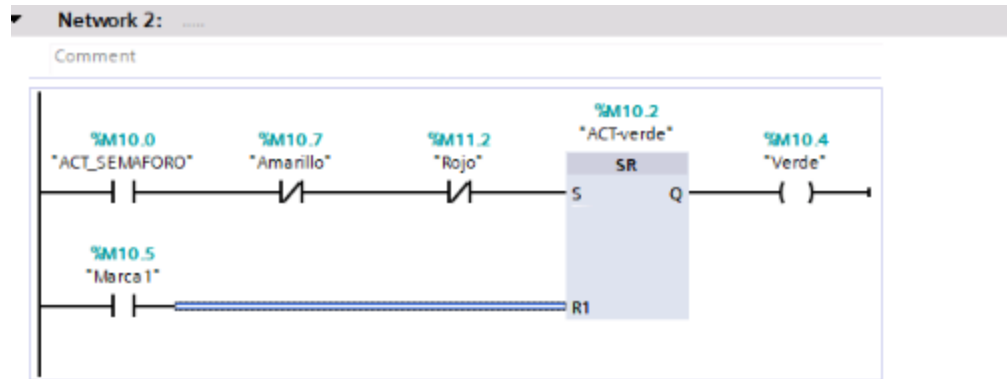
Este diagrama debería haber sido la base para estructurar las redes en lenguaje Ladder programadas en TIA Portal, sin embargo, ciertos problemas hicieron que optáramos por un sistema diferente el cuál no hace uso de botones para que el peaton pida paso.

A continuación, mostraremos el sistema en tia portal v17.



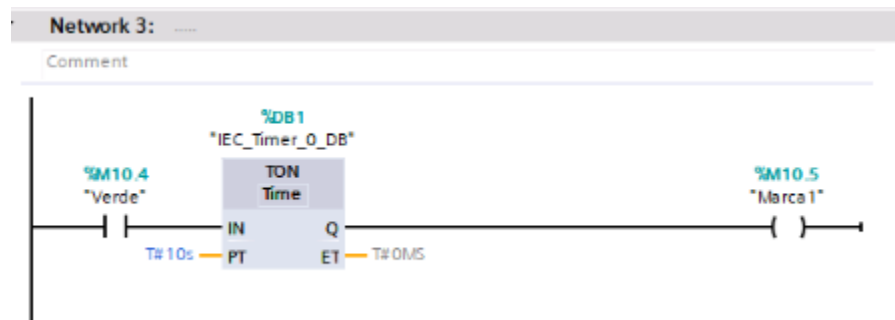
Network 1 – Activación del sistema

Esta red emplea un bloque Set/Reset (SR) para activar o desactivar el sistema de semáforo. Cuando se presiona el botón de Start (%M10.1), se activa la variable interna %M10.0 (ACT_SEMAFORO), que representa el estado operativo del sistema. En cambio, si se presiona el botón Stop (%M10.3), el sistema se detiene, desactivando todas las acciones posteriores. Esta red es esencial para habilitar o deshabilitar el control del cruce.



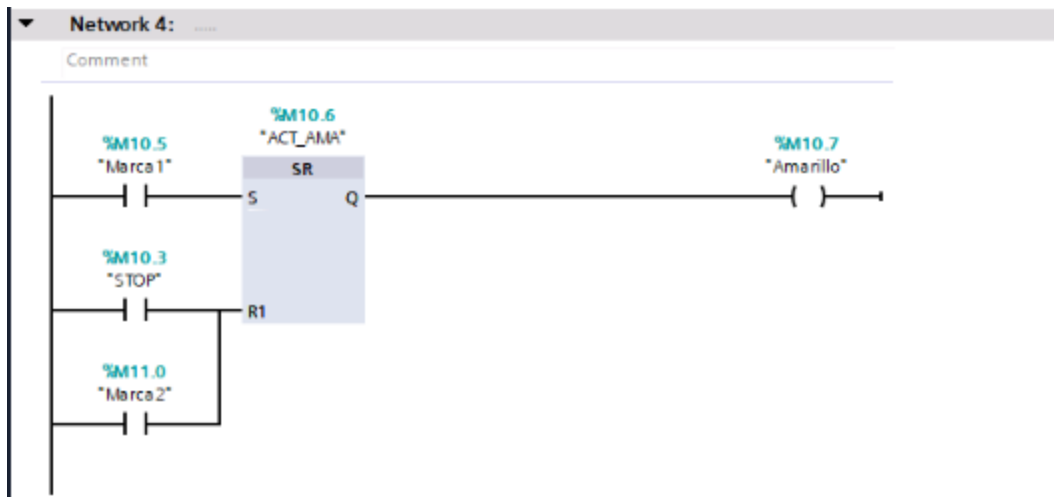
Network 2 – Activación del ciclo verde

Cuando el sistema está activo (ACT_SEMAFORO) y no están activos los estados de luz amarilla (%M10.7) ni roja (%M11.2), se verifica la condición de marca (%M10.5). Si se cumple, se activa el ciclo de luz verde (%M10.2) y se enciende la salida asociada (%M10.4). Esto da inicio al primer estado del semáforo vehicular: luz verde para los autos y rojo para peatones.



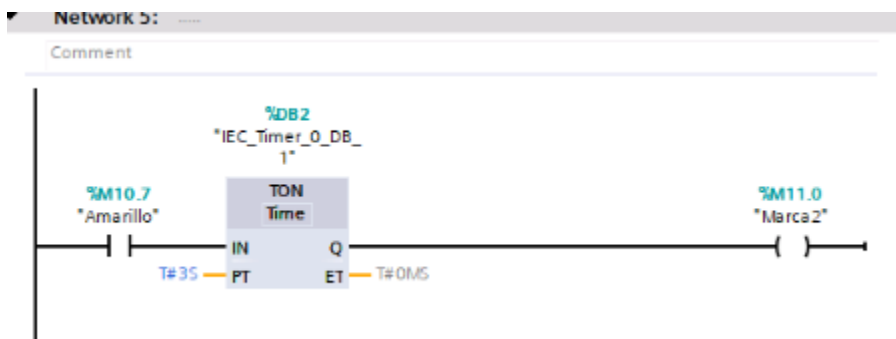
Network 3 – Temporización de la luz verde

Esta red utiliza un temporizador TON configurado a 10 segundos. Mientras la luz verde esté encendida (%M10.4), se inicia el temporizador y, al finalizar el tiempo, se activa %M10.5 (Marca1), señal que marca el fin del ciclo verde y permite pasar al siguiente estado de la secuencia.



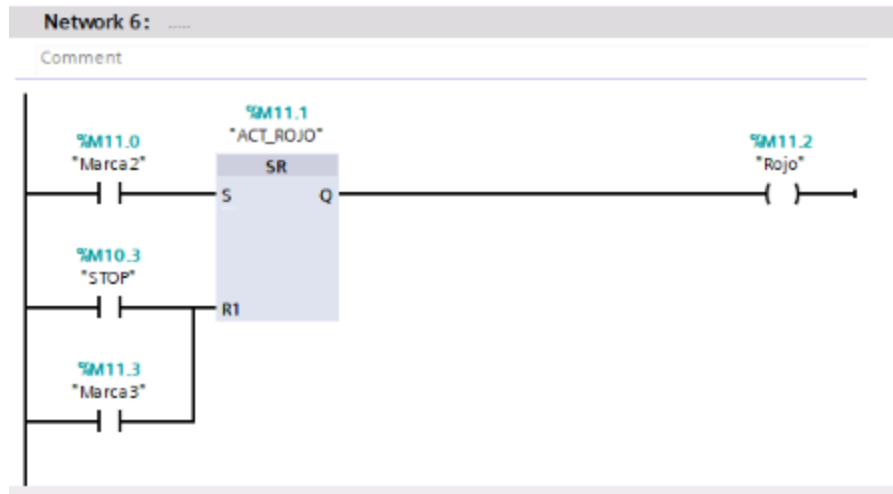
Network 4 – Activación del ciclo amarillo

Al finalizar la luz verde (Marca1), se activa la secuencia de luz amarilla mediante un nuevo Set/Reset. El sistema activa la variable %M10.6 (ACT_AMA) y la salida %M10.7. Esta etapa también contempla condiciones de parada y transición a través de las marcas y el botón de Stop.



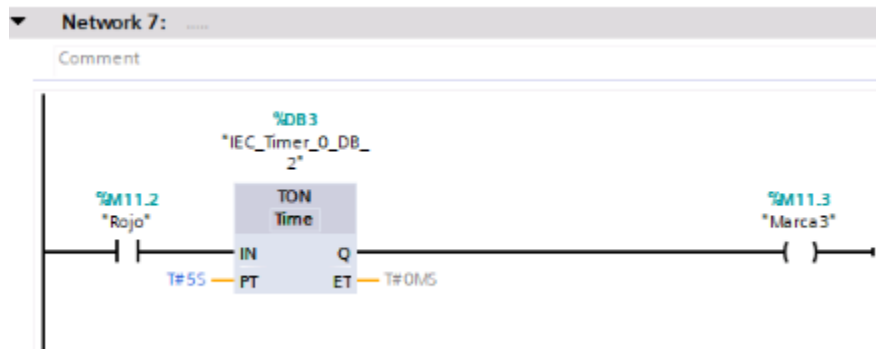
Network 5 – Temporización de la luz amarilla

Con la salida %M10.7 activa (luz amarilla), se inicia un temporizador TON de 3 segundos. Al concluir, se activa la marca %M11.0 (Marca2), que indica el momento de transición hacia la luz roja.



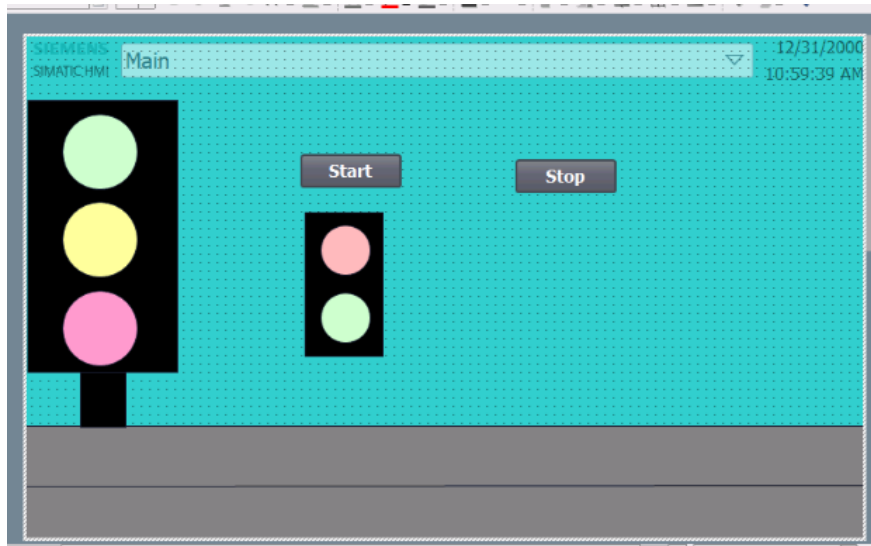
Network 6 – Activación del ciclo rojo

Cuando la marca %M11.0 está activa, y no se ha presionado el botón Stop, el sistema activa la variable %M11.1 (ACT_ROJO) y la salida %M11.2, que representa la luz roja vehicular y el paso peatonal. También puede desactivarse si se cumple la condición %M11.3 (Marca3), lo que prepara el regreso al estado inicial.



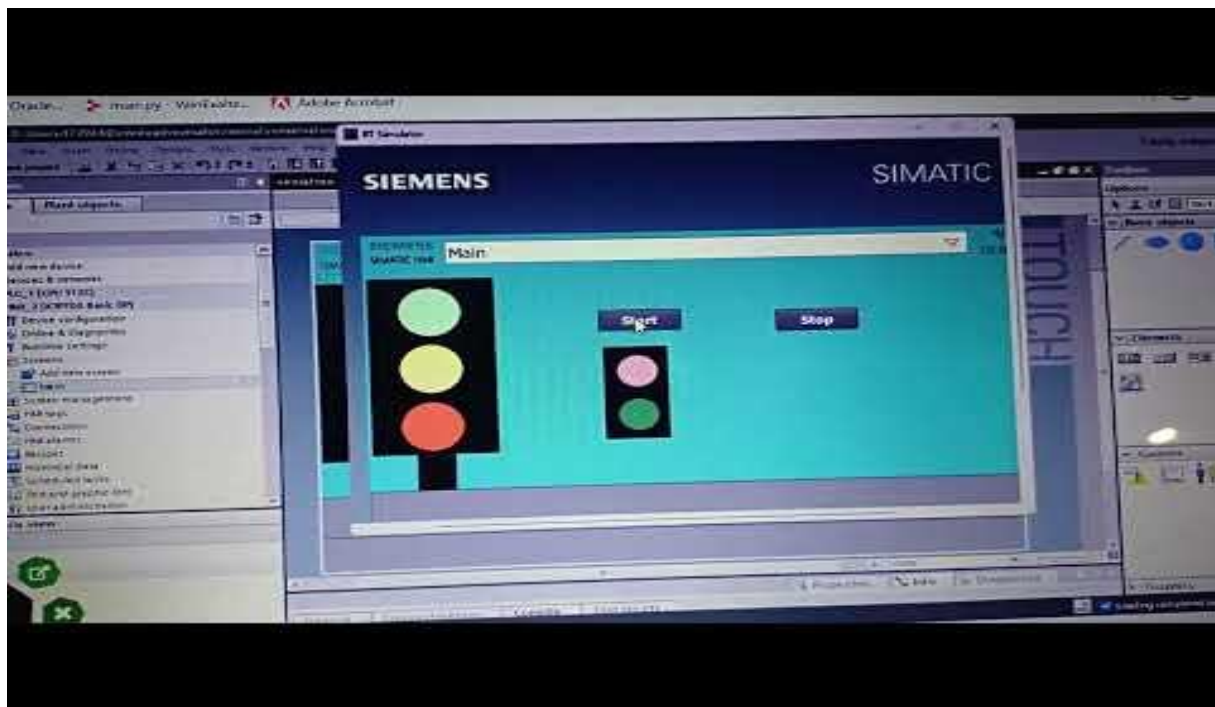
Network 7 – Temporización de la luz roja y cruce peatonal

En esta última red, mientras la luz roja (%M11.2) está activa, se inicia un temporizador TON por 5 segundos. Al completarse el tiempo, se activa la marca %M11.3, que marca el final del ciclo de cruce peatonal y permite retornar al estado de espera inicial con luz verde.



La imagen de arriba muestra como se ve el main del Hmi.

<https://youtu.be/wglOd9DpedQ?si=8G2kyTCcDJhOY6bA>



Vídeo de como funciona la simulación del semáforo con el Hmi.

Conclusiones

La práctica permitió la automatización eficaz de un sistema de semáforo para peatones, empleando un PLC Siemens y programación en lenguaje de escalera. Mediante una lógica secuencial adecuadamente organizada, se consiguió el correcto control de casi cada fase del cruce, asegurando la seguridad de los peatones y los vehículos. La implementación de marcas internas y cronómetros simplificó la sincronización del sistema, mientras que la simulación en TIA Portal y la simulación con el Hmi permitió comprobar su operación sin la necesidad de hardware físico. En términos generales, se consolidaron habilidades fundamentales en automatización y diseño lógico vinculado a procesos reales, aunque se no se hizo de la manera específicamente como se requería igual se resolvió el problema de una forma similar.

Referencias

- Bolton, W. (2015). *Programmable Logic Controllers* (6th ed.). Newnes.
ISBN: 978-0-12-802929-9
- Petruzella, F. D. (2016). *Programmable Logic Controllers* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
ISBN: 978-0-07-351088-0
- Siemens AG. (2022). *TIA Portal Help Documentation*. Retrieved from <https://support.industry.siemens.com>
- Hughes, T., & Drury, B. (2019). *Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications* (5th ed.). Butterworth-Heinemann.
ISBN: 978-0-08-102615-3
- Reyes Cortés, H. (2018). *Automatización con PLC y lenguaje LADDER: Aplicaciones prácticas con simuladores y PLC reales*. Alfaomega Grupo Editor.
ISBN: 978-6077075924