

# DISEÑO DE UN ELEVADOR HIDRÁULICO PARA CONTENEDORES DE 40 Y 20 PIES DE LONGITUD

## PROBLEMA

Una empresa tecnológica de seguridad reconocida en el mercado latinoamericano, requiere el control de elevación de contenedores para la instalación de equipos de rastreo y seguridad. Sin embargo, la empresa no cuenta con el presupuesto ni la infraestructura necesaria para adquirir soluciones convencionales como puentes grúas o brazos elevadores, lo que impide ejecutar esta tarea de manera eficiente.

## OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de elevación hidráulica mediante la integración de técnicas de ingeniería mecánica, eléctrica y control industrial, para garantizar el levantamiento seguro y eficiente de contenedores de 20 y 40 pies de longitud.

## PROPUESTA

Se propone un sistema alternativo portátil, de fácil almacenamiento y uso, que satisfaga los requisitos de elevación mientras garantiza altos estándares de seguridad y un costo competitivo en comparación con soluciones similares. La metodología del proceso de diseño se describe a continuación:

### Diseño preliminar

- Diseño conceptual y proceso del sistema de elevación.
- Metodología del componente mecánico, eléctrico y control industrial.

### Dimensionamiento y Simulaciones

- Análisis estructural del componente mecánico.
- Dimensionamiento de componentes y equipos eléctricos e hidráulicos
- Simulación del circuito hidráulico y eléctrico.

### Análisis de resultados

- Interacción de las pantallas de control y validación del sistema de alertas.
- Robustez del diseño basado en factores de seguridad.
- Comportamiento suave en ascenso y descenso de los cilindros.

## RESULTADOS

### Proceso de Elevación y Descenso de cilindros hidráulicos

Fig 4. Posición lineal vs tiempo durante levantamiento

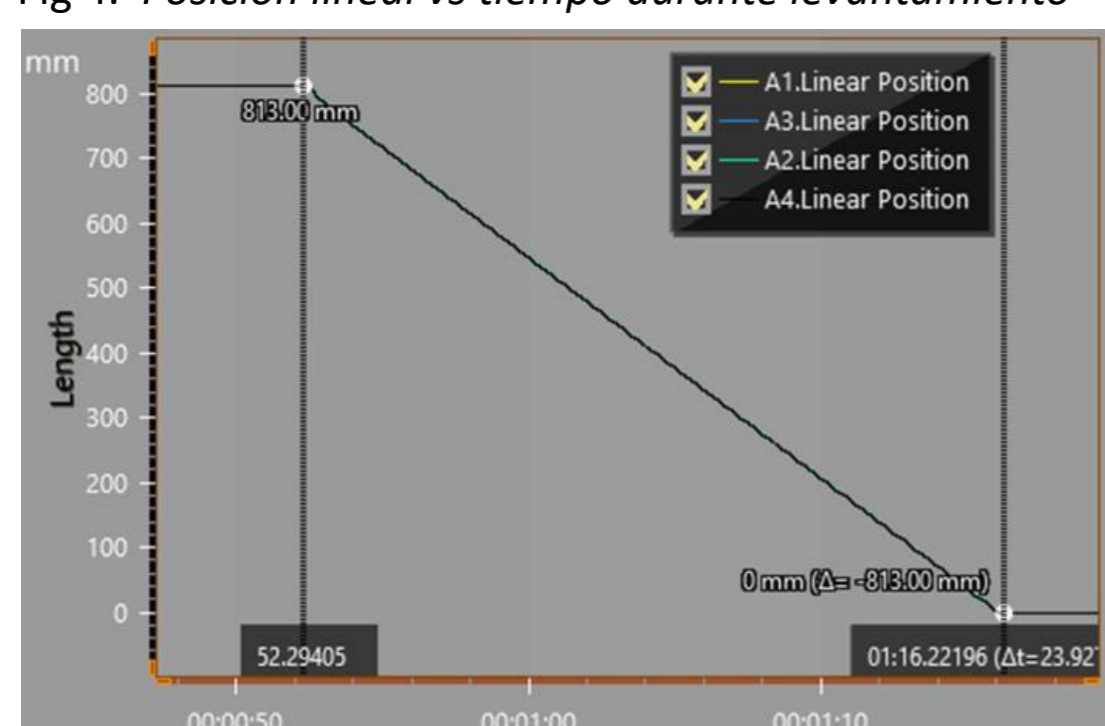
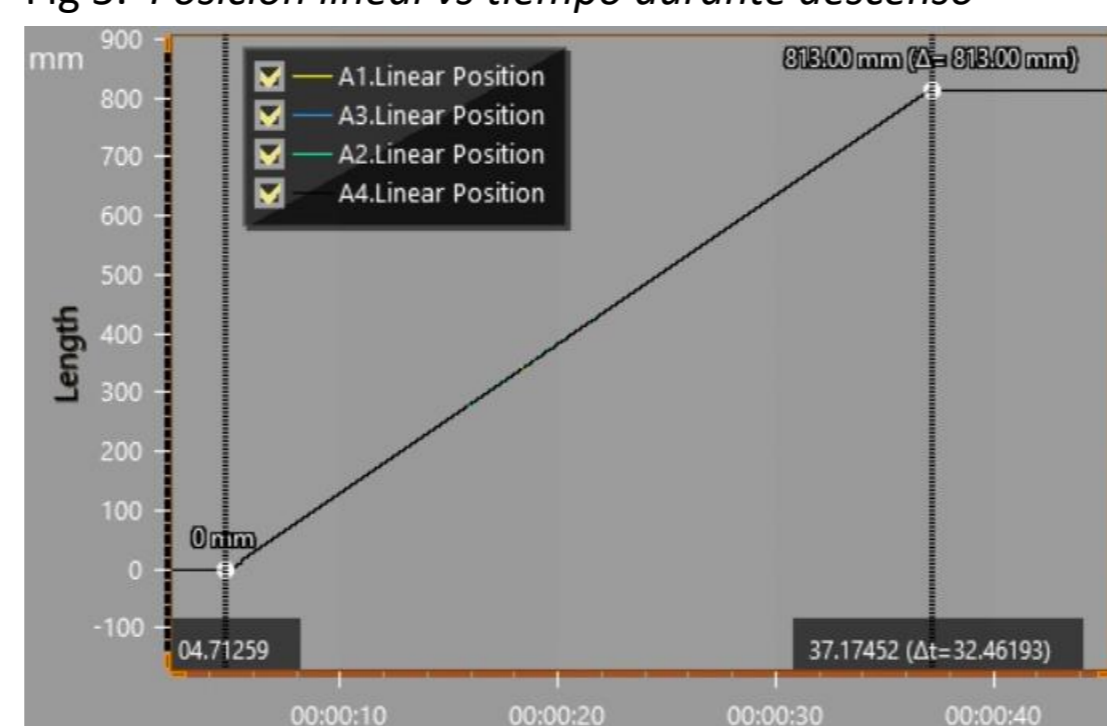


Fig 5. Posición lineal vs tiempo durante descenso



### HMI – Interfaz de Usuario



Fig 6. Pantalla de Inicio

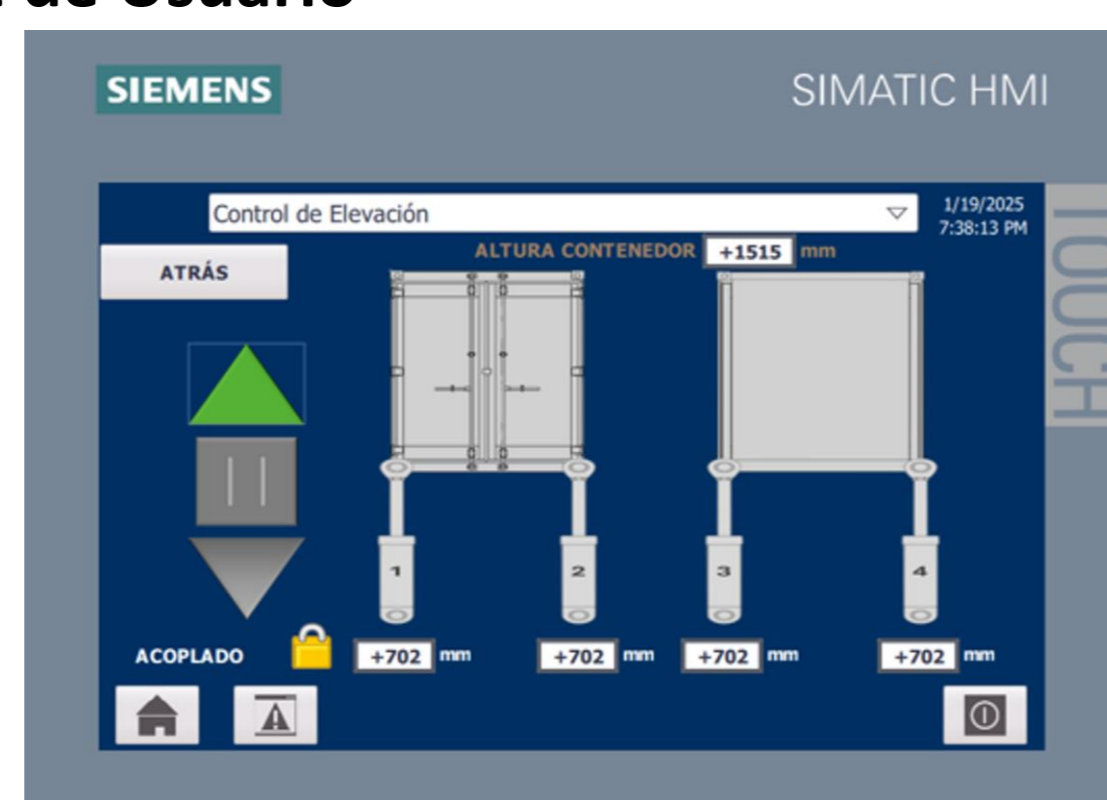


Fig 7. Pantalla de Control y Monitoreo de Elevación

## CONCLUSIONES

- Las simulaciones mostraron una sincronización del 100% y un comportamiento lineal suave en el ascenso y descenso de los cilindros.
- En el escenario más crítico, se obtuvo un coeficiente de seguridad de 5.1 en el análisis estático y 1.54 en el análisis de fatiga, valores que respaldan la robustez del diseño, especialmente considerando una baja frecuencia de uso.

- Se diseñó un sistema de seguridad electromecánico compuesto principalmente por válvulas de contrabalanceo y un mecanismo de cierre de válvulas, controlado por el PLC, ante la presencia de cualquier falla del proceso.
- El uso de la válvula divisora de flujo permitió lograr una sincronización continua de los cilindros, supervisada en todo momento por el PLC durante las etapas de elevación y descenso.



Fig 1. Llegada de contenedores

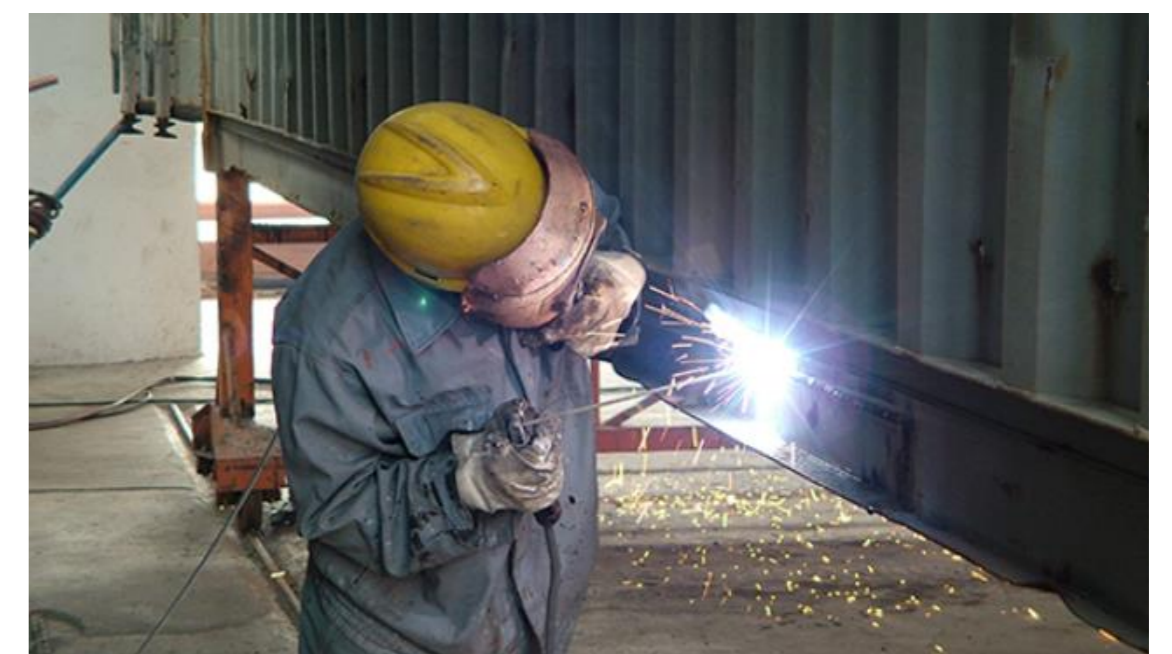


Fig 2. Proceso de instalaciones de equipo o mantenimiento

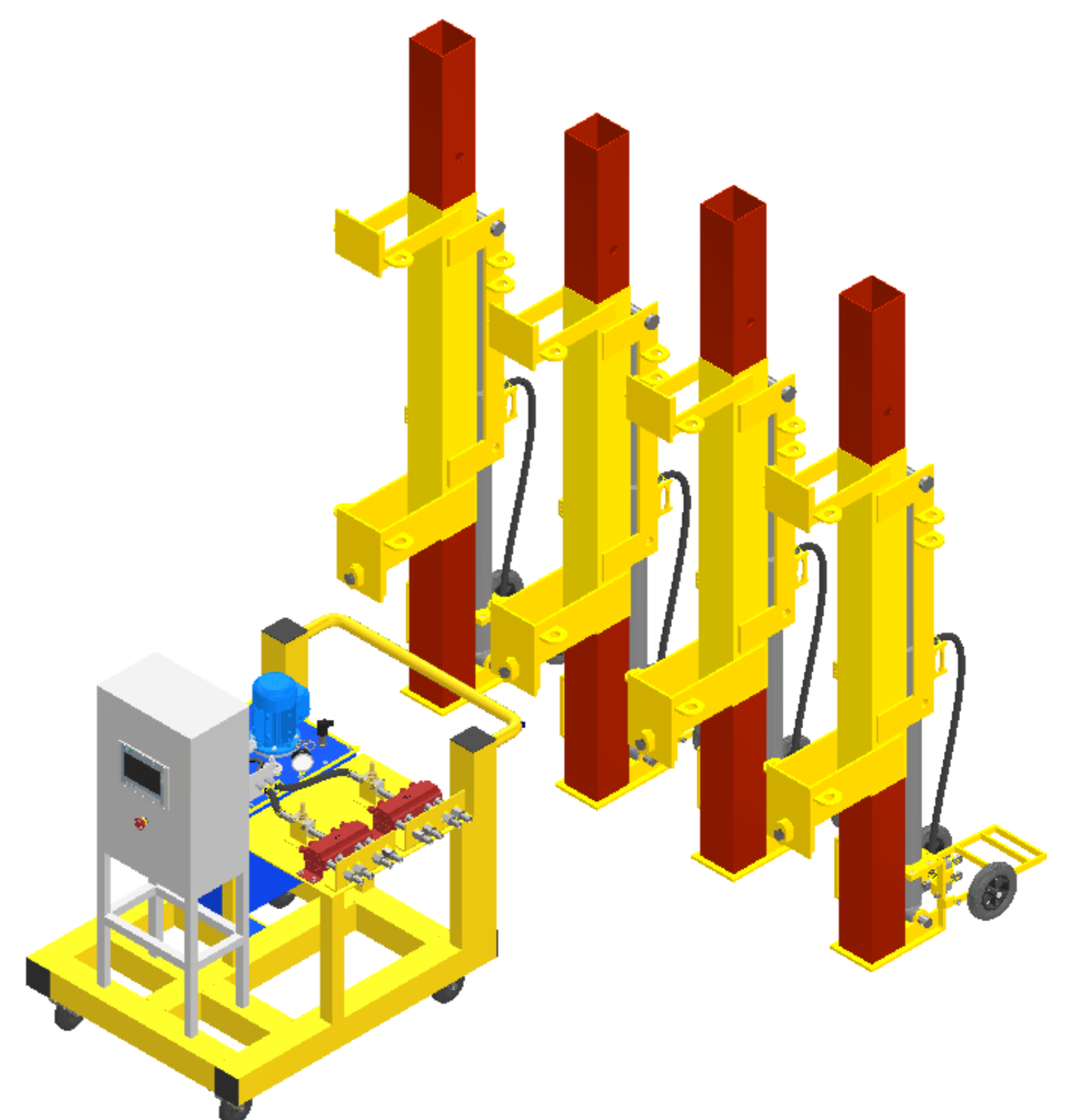
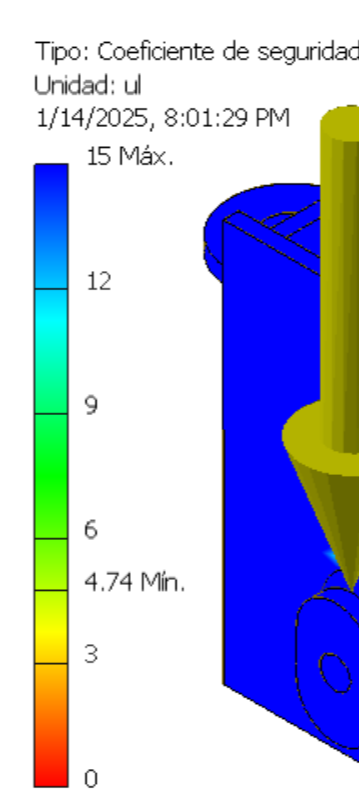


Fig 3. Diseño final del elevador hidráulico

### Análisis Estructural



Coefficiente de seguridad - Fatiga

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e S'_e$$

$$S_e = 92.81 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma'_a}{S_e} + \frac{\sigma'_m}{S_{ut}} = \frac{1}{N}$$

$$N = 1.54$$

Fig 8. Coeficiente de seguridad en Análisis Estático

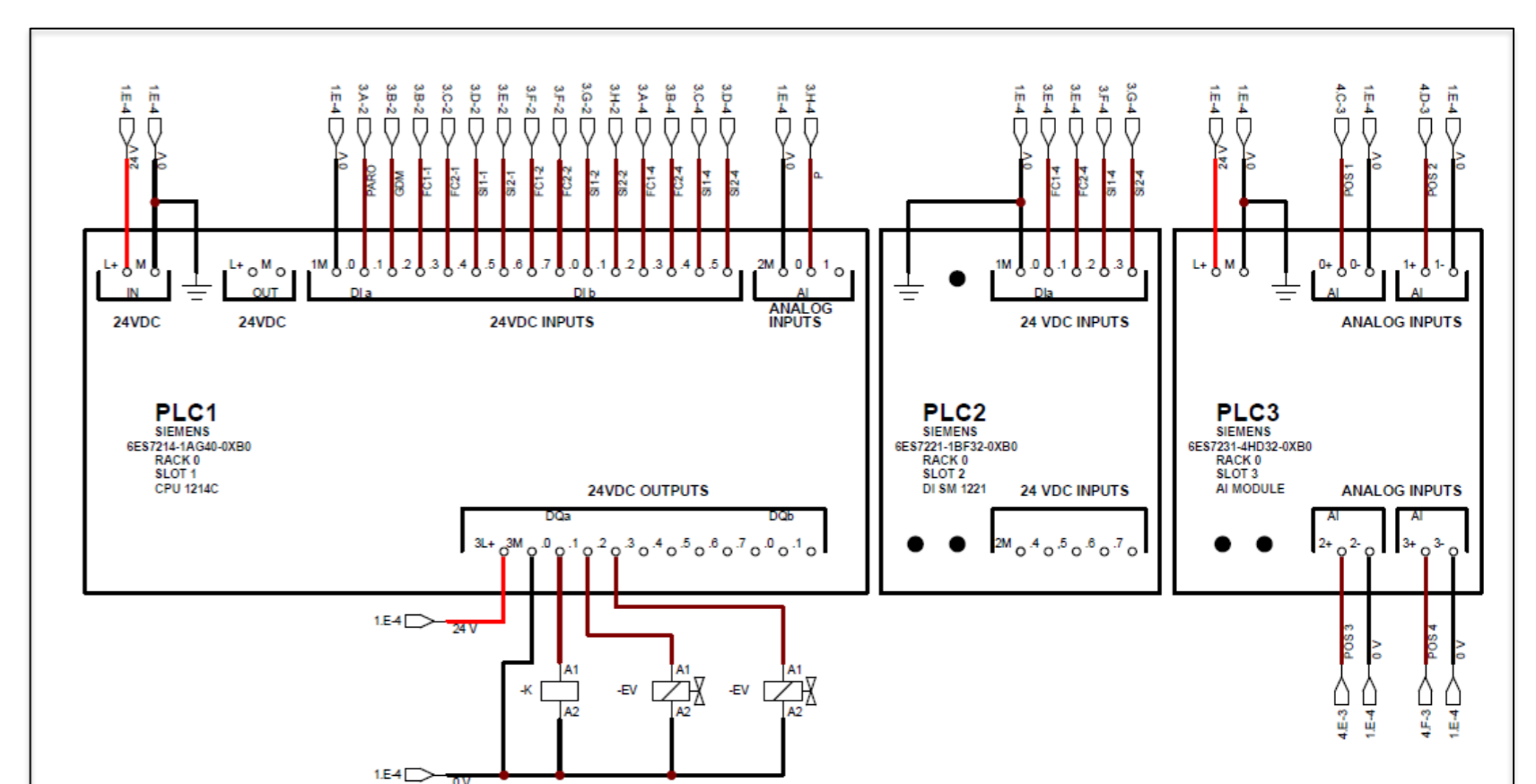


Fig 9. Conexiones PLC