



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE MANTENIMIENTO**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE RED INDUSTRIAL
BASADO EN EL ESTÁNDAR INTERFACE SENSOR ACTUADOR
CONTROLADO POR PLC EN EL LABORATORIO DE
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE
MECÁNICA”**

**CALDERÓN RODRÍGUEZ, FAVIÁN EDILBERTO;
ROMÁN SANTOS, DIEGO BERNARDO**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROPUESTAS TECNOLÓGICAS

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2017-01-18

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

CALDERÓN RODRÍGUEZ FAVIÁN EDILBERTO

Titulado:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE RED INDUSTRIAL BASADO EN EL ESTÁNDAR INTERFACE SENSOR ACTUADOR CONTROLADO POR PLC EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo
DIRECTOR

Ing. Ángel Alberto Silva Conde
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2017-07-18

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

ROMÁN SANTOS DIEGO BERNARDO

Titulado:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE RED INDUSTRIAL BASADO EN EL ESTÁNDAR INTERFACE SENSOR ACTUADOR CONTROLADO POR PLC EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo
DIRECTOR

Ing. Ángel Alberto Silva Conde
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ROMÁN SANTOS DIEGO BERNARDO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE RED INDUSTRIAL BASADO EN EL ESTÁNDAR INTERFACE SENSOR ACTUADOR CONTROLADO POR PLC EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2017-07-18

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---|---------|---------------|-------|
| Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB.DEFENSA | | | |
| Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo DIRECTOR | | | |
| Ing. Ángel Alberto Silva Conde ASESOR | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Carlos José Santillán Mariño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CALDERÓN RODRÍGUEZ FAVIÁN EDILBERTO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE RED INDUSTRIAL BASADO EN EL ESTÁNDAR INTERFACE SENSOR ACTUADOR CONTROLADO POR PLC EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2017-07-18

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---|---------|---------------|-------|
| Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB.DEFENSA | | | |
| Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo DIRECTOR | | | |
| Ing. Ángel Alberto Silva Conde ASESOR | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Carlos José Santillán Mariño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-------------|
| 1. INTRODUCCIÓN | |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 Planteamiento del problema | 1 |
| 1.3 Justificación | 2 |
| 1.4 Objetivos..... | 2 |
| 1.4.1 <i>Objetivo general.</i> | 2 |
| 1.1.1 <i>Objetivos específicos.</i> | 3 |
| 2. REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL AS-I | |
| 2.1 Introducción..... | 4 |
| 2.2 Historia y evolución..... | 5 |
| 2.2.1 <i>Versión AS-i 2.04.</i> | 5 |
| 2.2.2 <i>Versión AS-i 2.14.</i> | 6 |
| 2.2.3 <i>Versión AS-i 3.0.</i> | 7 |
| 2.3 AS-i (Actuator Sensor Interface) | 7 |
| 2.4 Características del sistema AS-i | 9 |
| 2.5 Ventajas del sistema AS-i..... | 10 |
| 2.6 Compatibilidad | 11 |
| 2.7 Medio de transmisión | 12 |
| 2.8 Ciclo de lectura y escritura en los esclavos | 13 |
| 2.9 Automatización descentralizada | 14 |
| 2.10 Desventajas de AS-i..... | 15 |
| 2.11 Componentes sistemas AS-i | 16 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.11.1 | <i>Fuente de alimentación AS-i</i> | 17 |
| 2.11.1.1 | <i>AS-I ABLB300</i> | 17 |
| 2.11.1.2 | <i>ASI ABLD300</i> | 17 |
| 2.11.1.3 | <i>ASI ABLM3024</i> | 18 |
| 2.11.1.4 | <i>Balanceamiento</i> | 18 |
| 2.11.1.5 | <i>Desacoplamiento</i> | 18 |
| 2.11.1.6 | <i>Seguridad</i> | 19 |
| 2.11.2 | <i>Maestro AS-i</i> | 19 |
| 2.11.3 | <i>Esclavo AS- i</i> | 20 |
| 2.11.3.1 | <i>Tipos de Módulos</i> | 21 |
| 2.11.4 | <i>Fuente de alimentación estándar</i> | 21 |
| 2.11.5 | <i>Cables y Conectores</i> | 22 |
| 2.11.6 | <i>Repetidor de AS-Interface</i> | 25 |
| 2.11.6.1 | <i>Uso del repetidor</i> | 25 |
| 2.11.7 | <i>Extensor</i> | 26 |
| 2.11.8 | <i>Direccionador</i> | 27 |
| 2.12 | <i>Modo maestro</i> | 28 |
| 2.12.1 | <i>Principio Maestro-Esclavo</i> | 28 |
| 2.12.2 | <i>Tareas y funciones del maestro AS-i</i> | 29 |
| 2.12.2.1 | <i>Funcionamiento del esclavo AS-i</i> | 29 |
| 2.12.2.2 | <i>Datos de E/S</i> | 30 |
| 2.12.2.3 | <i>Parámetros</i> | 30 |
| 2.12.2.4 | <i>Configuración</i> | 30 |
| 2.12.3 | <i>Transmisión de datos</i> | 30 |
| 2.12.3.1 | <i>Modulación</i> | 30 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.12.3.2 | <i>Acceso al Medio</i> | 32 |
| 2.12.3.3 | <i>Tratamiento de errores</i> | 35 |
| 3. | DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INDUSTRIAL AS-I | |
| 3.1 | Introducción..... | 36 |
| 1.2 | Diseño de una red AS-i..... | 36 |
| 3.2 | Selección de hardware | 37 |
| 3.3 | Selección del software | 38 |
| 3.4 | Cableado de una red AS-i..... | 38 |
| 3.4.1 | <i>Cálculo de la longitud del cableado AS-i</i> | 38 |
| 3.5 | Reconocimiento y descripción de los componentes | 40 |
| 3.5.1 | <i>Módulo maestro</i> | 40 |
| 3.5.2 | <i>Fuente de alimentación AS-i 3RX9501-0BA00</i> | 44 |
| 3.5.3 | <i>Esclavos AS-i 6XV1822-5BE30</i> | 46 |
| 3.5.3.1 | <i>Esclavos 3RK2400-1HQ00-0AA3</i> | 47 |
| 3.5.4 | <i>Direccionador AS-i 3RK1904-2AB02</i> | 48 |
| 3.6 | Descripción del software | 50 |
| 3.6.1 | Tia portal V13..... | 50 |
| 3.6.1.1 | <i>TIA Portal</i> | 50 |
| 3.6.1.2 | <i>Ventajas de la V13</i> | 50 |
| 3.6.1.3 | <i>Características:</i> | 52 |
| 3.6.2 | <i>Requerimientos del sistema</i> | 52 |
| 3.6.2.1 | <i>Requerimientos de hardware</i> | 52 |
| 3.6.2.2 | <i>Requerimientos del software</i> | 52 |
| 3.7 | Montaje de la red AS-i..... | 53 |
| 3.7.1 | <i>Direccionamiento del esclavo</i> | 53 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 3.7.2 | <i>Conexión de la fuente de alimentación AS-i</i> | 54 |
| 3.7.3 | <i>Conexión de los esclavos</i> | 55 |
| 3.7.3.1 | <i>Conexión directa por el sistema vampiro</i> | 55 |
| 3.7.3.2 | <i>Conexión mediante bornes</i> | 56 |
| 3.7.4 | <i>Configuración de una red AS-Interface, software TIA PORTAL V13</i> | 57 |
| 3.7.4.1 | <i>Selección del Maestro AS-i</i> | 57 |
| 3.7.4.2 | <i>Configuración de los esclavos AS-i</i> | 58 |
| 3.7.4.3 | <i>Selección de la maqueta</i> | 58 |
| 3.7.4.4 | <i>Funcionamiento del módulo "Seleccionador de elementos"</i> | 58 |
| 3.7.4.5 | <i>Aplicación de las configuraciones</i> | 60 |
| 3.8 | Resultados obtenidos..... | 61 |
| 4. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | |
| 4.1 | Conclusiones..... | 64 |
| 4.2 | Recomendaciones..... | 64 |

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| 1. Tabla 1. Características del sistema AS-i | 9 |
| 2. Tabla 2. Características módulo comunicación 1243-2 (AS-I V3.0) | 42 |
| 3. Tabla 3. Características | 44 |
| 4. Tabla 4. Características fuentes de alimentación AS-i 3RX9501-0BA00..... | 46 |
| 5. Tabla 5. Características esclavos ASI 6XV1822-5BE30..... | 47 |
| 6. Tabla 6. Características Direccionador AS-i 3RK1904-2AB02..... | 50 |
| 7. Tabla 7. Requisitos de hardware TIA PORTAL V13..... | 52 |
| 8. Tabla 8. Símbolos y direcciones para los bloques de programa para la "Seleccionador de elementos" | 59 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| 1. Figura 1. Cableado convencional y cableado AS-i..... | 4 |
| 2. Figura 2. Ubicación del Bus AS-i en la pirámide de automatización..... | 8 |
| 3. Figura 3. Conexión AS-i..... | 10 |
| 4. Figura 4. Conexión descentralizada con AS-i | 15 |
| 5. Figura 5. Componentes de AS-i..... | 16 |
| 6. Figura 6. Diagrama simplificado de la fuente AS-i..... | 18 |
| 7. Figura 7. Descripción de los hilos de cable AS-i..... | 23 |
| 8. Figura 8. Cable AS-i auto cicatrizante..... | 23 |
| 9. Figura 9. Cable amarillo y negro AS-i..... | 24 |
| 10. Figura 10. Conector para esclavos AS-i | 25 |
| 11. Figura 11. Conexión de repetidor | 25 |
| 12. Figura 12. Extensor Siemens | 26 |
| 13. Figura 13. Direccionador AS-i..... | 28 |
| 14. Figura 14. Modulación APM..... | 32 |
| 15. Figura 15. Ciclo AS-i con esclavos A/B..... | 33 |
| 16. Figura 16. Campos del telegrama AS-i..... | 34 |
| 17. Figura 17. Red AS-i con componentes de seguridad y componentes comunes. | 39 |
| 18. Figura 18. Ejemplo de cálculo longitud total de una red AS-i42 | 40 |
| 19. Figura 19. Módulo comunicación 1243-2 (AS-I V3.0) | 41 |
| 20. Figura 20. Dimensiones módulo CM 1243-2 | 43 |
| 21. Figura 21. Fuente de poder AS-interface..... | 44 |
| 22. Figura 22. Dimensiones fuentes de alimentación AS-i..... | 45 |
| 23. Figura 23. Esquemas fuentes de alimentación AS-i | 45 |
| 24. Figura 24. Conector para esclavos AS-i | 46 |
| 25. Figura 25. Descripción esclavos ASI 3RK2400-1HQ00-0AA3..... | 48 |
| 26. Figura 26. Direccionador AS-i 3RK1904-2AB02 | 49 |
| 27. Figura 27. Plataforma Tia portal V13..... | 51 |
| 28. Figura 28. Ejemplo de direccionamiento de un esclavo AS-i57..... | 54 |
| 29. Figura 29. Sistema de cableado AS-interface | 55 |

| | |
|---|----|
| 30. Figura 30. Ejemplo de conexión en módulo de 4 vías..... | 56 |
| 31. Figura 31. Conexión remota con ayuda de derivación.60 | 56 |
| 32. Figura 32. Conexión del vampiro61 | 57 |
| 33. Figura 33. Selección del Maestro AS-i CM 1243-2 | 57 |
| 34. Figura 34. Seleccionamiento de esclavos | 58 |
| 35. Figura 35. Módulo "Seleccionador de elementos" | 59 |
| 36. Figura 36. Aplicación de las configuraciones..... | 61 |
| 37. Figura 37. Cableado tradicional..... | 62 |
| 38. Figura 38. Red AS-i implementada | 62 |
| 39. Figura 39. Funcionamiento del sistema de mezclado con la tecnología AS-i | 63 |

LISTA DE ABREVIACIONES

| | |
|----------------|--|
| AS-i | Actuador Sensor Interface |
| ASCII | Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información, |
| APM | Modulación Alternativa de Pulso. |
| CAD | Diseño Asistido por Computadora. |
| CAN | Controlador de una Red de Área. |
| CIM | Manufactura Integrada por Computadora. |
| CCITT | Comité Consultivo de Telegrafía y Telefonía. |
| CSMA/CD | Acceso Múltiple con Escucha de Portadora y Detección de Colisiones |
| CRC | Comprobación de Redundancia Cíclica |
| DTE | Equipo Terminal de datos. |
| ERP | Sistemas de planificación de recursos empresariales. |
| E/S | Entrada/salida. |
| GHz | Gigahertio. |
| HDLC | Control de Enlace de Datos de Alto Nivel. |
| IEC | Comisión Electrotécnica Internacional. |
| IBM | Negocio Internacional de Máquinas. |
| LAN | Red de área local, red local. |
| PLC | Controlador Lógico Programable. |
| psi | Libra-fuerza por pulgada cuadrada. |
| MES | Sistema de Ejecución de Manufactura. |
| MMS | Especificación de Mensajes de Fabricación. |
| NRS | No Retorno a Cero. |
| OSI | Modelo de interconexión de sistemas abiertos. |
| PLL | Lazos Enganchados en Fase. |
| SCADA | Supervisión, Control y Adquisición de Datos. |
| SCD | Sistema de Control Distribuido. |
| TCP/IP | Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet, |
| TDMA | Multiplexación Por División De Tiempo. |
| TTL | Lógica Transistor A Transistor. |
| μH | Micro-henrios. |
| UTP | Par Trenzado No Blindado. |

| | |
|------------|--|
| VCO | Oscilador Controlado por Tensión. |
| WAN | Red de área amplia. |
| CAD | Computer Aided Desing |
| CAM | Computer Aided Manufacturing |
| CNC | Computer Numerical Control |
| NC | Numerical Control |
| MIT | Instituto de Tecnología de Massachusetts |
| DNC | Direct Numerical Control |
| ISO | International Organization for Standardization |
| EPP | Equipo de Protección Personal |

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Tabla de variables de programación

Anexo B. Tareas a realizar

Anexo C. Agenda de mantenimiento

Anexo D. Plan de mantenimiento

Anexo E. Guías de laboratorio

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la implementación de una red industrial basado en el estándar AS-i (ACTUATOR SENSOR INTERFACE) controlado por PLC para el Laboratorio de Automatización Industrial de la Facultad de Mecánica. Esta red ha sido elaborada desde su diseño con la ayuda de Solidworks y AutoCAD, que son software para modelado mecánico. Se ha seleccionado cada equipo y elemento que compone esta red siguiendo parámetros de calidad, funcionamiento, eficiencia y rendimiento, dándole condiciones para su control. Para su programación utilizamos el software TIAPORTAL. La aplicación de la red AS-interface a un proceso de selección del tipo de materiales por medio de una banda transportadora reduce hasta en un 60% el cableado, dándonos como resultado una red de comunicación más económica, eficiente, de fácil conexión e instalación, soportando cualquier topología de cableado. Los sensores se conectan al módulo de entradas y salidas, brindando la facilidad de poder identificar su dirección por medio de un instrumento denominado direccionador; logrando hacer el mantenimiento de esta red industrial en un tiempo sumamente corto. Se concluye que se ha cumplido con los objetivos planteados, además de la confiabilidad de datos en la red debido a la comunicación digital y reducción notable de cables. Se recomienda al realizar la conexión de la red, verificar que los cables que se está conectando sean los indicados para cada entrada y salida, ya que en la programación están declarado los diferentes tipos de variables de cada sensor-actuador para su respectivo esclavo.

PALABRAS CLAVE: <SENADORES Y ACTUADORES>, <EQUIPOS ELECTRÓNICOS>, <PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) >, <MÓDULO MASTER>, <MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS>, <PROGRAMACIÓN EN TIA PORTAL>, <TECNOLOGÍA DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES >, <INGENIERÍA ELECTRÓNICA>

ABSTRACT

The objective of the present research is the implementation of an industrial network based on the AS-I standard (ACTUATOR SENSOR INTERFACE) controlled by a PLC for the Industrial Automation Laboratory of the Faculty of Mechanics. The network has been developed from its design with Solidworks and AutoCAD, which are software for mechanic modeling. Each equipment and element that composes the network has been selected by parameters of quality, operation, efficiency and performance, giving conditions for its control. For the programming it has been used TIAPORTAL software. The application of the AS-Interface to a material type selection process by a conveyor belt reduces up to 60% of the wiring, resulting in a more economical communication network, efficient, easy to connect and install, supporting any wiring topology. The sensors are connected to the input and output module, providing an easy way to identify its direction by an instrument called router; managing the maintenance of the industrial network in a very short period of time. It is concluded that the objectives have been fulfilled, also improving the reliability of data in the network due to the digital communication and remarkable reduction of cables. It is recommended when making the network connection, verify that the cables being connected are the indicated for each input and output, due that in the programming is declared the different types of variables of each sensor-actuator for its respective slave sensor.

Keywords: <SENSORS ACTUATORS> < ELECTRONIC EQUIPMENT
>< PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) ><MASTER MODULE><
INPUT AND OUTPUT MODULEP < PROGRAMMING IN TIAPORTAL >
<INDUSTRIAL PROCESS TECHNOLOGY > < ELECTRONICENGINEERING >

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Al observar la necesidad del laboratorio de automatización de la escuela de Ingeniería de Mantenimiento, al no contar con un módulo flexible que ayude a simular las fallas de un sistema en la industria moderna y considerando que en esta tienen procesos complejos, que esto implica un elevado número de sensores y actuadores en la cual la desconexión de algunos de ellos, genera un punto crítico en el sistema de producción, y que se reflejan en los costos de la organización, nace la necesidad de implementar este tipo de equipos.

1.2 Planteamiento del problema

En las plantas industriales existe la necesidad de poder enviar señales de mando y confirmación en los procesos de las mismas es de suma importancia, ya que por medio de éstos podemos conocer el status de un elemento de campo luego de haberle enviado una orden de accionamiento. Esto aplica en elementos de recepción de señales, como sensores inductivos, capacitivos, termostatos, presostatos, entre otros elementos actuadores como electroválvulas, contactores, relés, etc., que manejan señales discretas. (Antonio Creus Solé, 2010)

El uso de estas señales (E/S) provoca que el cableado de cada elemento hacia el controlador resulte más trabajoso y costoso al momento de la implementación y puesta en marcha del sistema, por lo cual se requiere de otra alternativa para el intercambio de señales. Para este tipo de caso podemos emplear las denominadas “Redes de comunicación industrial” que permiten el intercambio de señales a través de un sólo hilo denominado “bus”. (Antonio Javier Barragán Piña, 2015)

Al tratarse de señales de equipos que están en contacto con las máquinas como sensores y actuadores, o mejor dicho, equipos del nivel 0 de la pirámide de automatización, y que

llevan el mayor porcentaje de recursos para el cableado, se ha considerado la red AS-i encargada para este nivel de comunicación.

1.3 Justificación

Dada la necesidad que tiene la Facultad de Mecánica y en especial la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, de contar con talleres y laboratorios calificados, teniendo en cuenta el desarrollo tecnológico actual debemos dar las facilidades a los alumnos para poder relacionarlos con este entorno.

Se ha decidido implementar un módulo para el desarrollo de prácticas con redes industriales, por lo que hemos visto la necesidad de diseñar un modelo básico a escala de entradas y salidas dentro de un proceso industrial, con el envío y recepción de señales discretas de diversos elementos, a fin de conocer el manejo de la red industrial AS-i (interface sensor-actuador).

Se debe mencionar que la implementación de este módulo se realizará con elementos que intervienen en la red, permitiendo identificarlos y conocer a cada uno de ellos, obteniendo una experiencia real de dichos elementos que se encuentra en la industria de la vida actual. De esta manera se permite un aporte en el desarrollo académico práctico de los estudiantes en su formación como nuevos profesionales.

Esta implementación fue realizada obteniendo buenos resultados, puesto que los estudiantes pudieron conocer e identificar los elementos y las facilidades que brinda este tipo de redes en la industria actual. (Villamar, 2015)

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general.* Implementar un módulo de red industrial basado en el estándar AS-i (interface sensor-actuador) controlado por PLC en el laboratorio de Automatización Industrial de la Facultad de Mecánica.

1.1.1 *Objetivos específicos.*

Analizar los requerimientos del laboratorio de Automatización Industrial

Conectar elementos de entrada/salida al bus con el maestro AS-Interface.

Diseñar y desarrollar un programa que permita enviar y recibir señales de la red AS-Interface

Monitorear las señales de la red a través del programa del PLC.

Realizar las pruebas de envío y recepción de datos.

Desarrollar prácticas de laboratorio para las pruebas concernientes

Elaborar un manual de operación y mantenimiento del módulo AS-i

CAPÍTULO II

2. REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL AS-i

2.1 Introducción

La interfaz actuador-sensor (AS-i) es la parte inferior de la pirámide de automatización donde encontramos a los dispositivos de campo y al introducir una base tecnológica en la concepción de las instalaciones que sea robusta suficientemente flexible, que cumple con todos los requerimientos de un bus de comunicación industrial ya que está diseñada especialmente este nivel del proceso de control. De tal manera que, tanto el fabricante como el usuario obtienen ventajas tanto económicas (en relación con el diseño), la puesta en marcha y el mantenimiento de sus máquinas. En comparación con los habituales buses de campo, AS-i tiene una estructura que permite su integración hasta el nivel de sensor.

Este sistema AS-i reduce drásticamente el cableado, puesto que el conexionado paralelo convencional desde cada detector y/o actuador hasta el controlador no es necesario. El usuario se ahorra un buen número de bornes de este modo, cajas de distribución, tarjetas de entrada y salida además de rollos de cables. (SIEMENS, 2015)

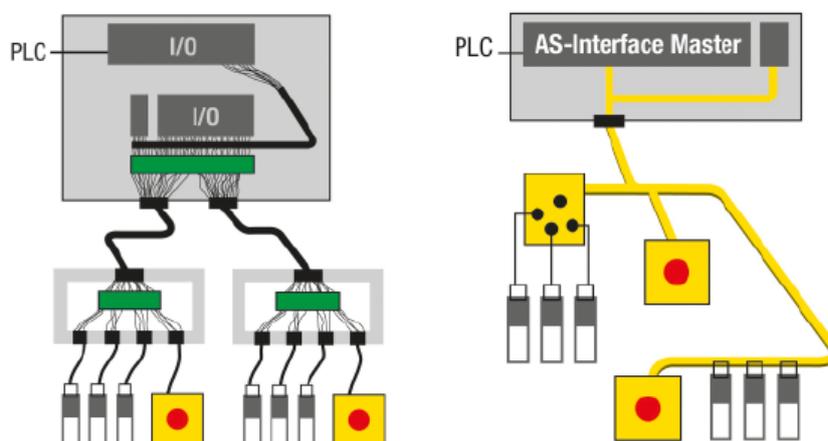


Figura 1. Cableado convencional y cableado AS-i

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

2.2 Historia y evolución

En Alemania de 1990, un consorcio de empresas creó un sistema de bus para redes que contaba con sensores y actuadores, y lo denominaron (AS-Interface).

La red AS-i es un Bus de Sensores y Actuadores, basada en los estándares internacionales IEC62026-2 y europeo EN 50295 para el nivel de campo más bajo, de esta manera surgió este sistema para atender estos requisitos puntuales con la experiencia de sus miembros iniciales para abastecer al mercado cuyo nivel jerárquico está orientado a bit. De esta forma, la red AS-i fue desarrollada para complementar los demás sistemas y hacer más simples y rápidas las conexiones entre sensores y actuadores así como sus respectivos controladores. (SIEMENS AG, 2013)

En la automatización industrial existen diferentes jerarquías de comunicación. Según el nivel pueden encontrarse diferentes requisitos en cuanto a la cantidad de datos y tiempo de ciclo. Los sistemas de bus de campo consolidados están dimensionados para la interconexión de periféricos como PLC, equipos de medida o accionamientos, con una demanda de información de hasta unos Kbyte en distintos formatos esta red por el contrario, abarca de manera óptima las necesidades del nivel más bajo como son:

- Datos de pocos bits
- Transmisión rápida y segura
- Eficiente ante graves interferencias electromagnéticas
- Implementación sencilla y de bajo costo

2.2.1 *Versión AS-i 2.04.* En esta primera versión de redes, los esclavos de interconexión con los elementos finales permitían la conexión de 4 entradas digitales y 4 salidas digitales, resultando en un total de 124 entradas y 124 salidas en una sola red (especificación AS-i 2.0 o AS-i 1). Sin embargo, en esta arquitectura, el número máximo de esclavos está limitado a 31. (SIEMENS, 2017)

Sus principales características están relacionadas con la sustitución automática de un módulo en la red y el tiempo de actualización es fácilmente calculado por la multiplicación del número de módulos de entrada y salida por el tiempo determinado de actualización de la red para cada nodo (aproximadamente 150 μ s). Este cálculo simplificado no incluye la fase de gerenciamiento el cual puede ser despreciado para instalaciones típicas de la red.

2.2.2 *Versión AS-i 2.14.* Después de su introducción los usuarios rápidamente adoptaron la tecnología e impulsaron la demanda de nuevos requerimientos con relación a la versión. De esta forma, fue publicada la especificación para la red AS-i 2.1 (o AS-i 2). (SIEMENS, 2017)

Las nuevas funcionalidades incluidas en la versión 2.1 son:

- Ampliación del número de esclavos de 31 a 62.
- La capacidad máxima del bus aumentó a 248 + 186 E/S.
- El tiempo de ciclo cambio a 10ms.
- Un bit adicional en el registro de status es utilizado para señalar errores de periféricos. La indicación de estado de funcionamiento de los esclavos fue estandarizada y ampliada.
- Mejor tratamiento de señales analógicas, ampliando el espectro de actuación de las redes AS-i.

Los chips para la versión 2.1 de la red AS-i son producidos por dos consorcios distintos: Siemens y Festo desarrollan en conjunto el chip SAP4.1, pin a pin compatible con el chip SAP4, y el consorcio de otros ocho miembros (Bosch, Hirschmann, ifm electronic, Leuze, Lumberg, Klockner Moeller, Pepperl+Fuchs y Schneider Electric) desarrollan el chip A2SI. Ambos chips proporcionan todas las funcionalidades de la versión 2.1.

2.2.3 *Versión AS-i 3.0.* Hasta el año de 2005 el suceso mundial de la red AS-i, con aproximadamente 10 millones de nodos en operación, promovió la introducción de nuevos requerimientos para la red. Además, el creciente uso de Ethernet en protocolos industriales demandó soluciones de bajo nivel que superan las deficiencias inherentes de Ethernet (topología limitada, grandes paquetes de datos, alto costo en el uso de ruteadores, entre otros). Esta especificación atiende a los usuarios de forma a definir nuevos perfiles para datos discretos y analógicos además de la introducción de un perfil de transmisión de datos serial (especificación 3.0 o AS-i 3). (SIEMENS, 2017)

- Nodos de entradas y salidas discretas soportando direccionamiento extendido (A/B) con 4 entradas y 4 salidas
- Nodos de entradas y salidas discretas soportando direccionamiento extendido (A/B) con 8 entradas y 8 salidas
- Canal analógico configurable (8, 12 o 16 bits)
- Canal de datos discreto con comunicación serial full-dúplex.

Con estas nuevas características, la red AS-i se convierte en un socio ideal para cualquiera de otros protocolos industriales basados en la comunicación Ethernet. Gateway para Ethernet/IPTM, PROFINET, Modbus/TCP y otros están disponibles.

2.3 AS-i (Actuator Sensor Interface)

AS-Interface es una solución de red para sistemas de automatización industrial. Está diseñado para conectar en campo las E/S simples de dispositivos digitales tipos ON/OFF, analógicas y E/S de seguridad. Se usa simplemente un cable plano o redondo de dos conductores (cable AS-i) para conectar todos los esclavos al maestro con una topología libre. Esta es la principal ventaja en comparación con el cableado convencional, en paralelo, donde cada señal debe ser conectada directamente al sistema de control. Datos y potencia se transmiten mediante el mismo cable AS-i. Todos los esclavos o módulos tienen su propia dirección para acceder a sus datos. Los esclavos pueden ser programados

desde la dirección 1 a la 31 (esclavos sencillos), o, con direccionamiento extendido, hay 62 direcciones disponibles (1A a 31A y 1Ba a 31B). Esclavos sencillos y con direccionamiento extendido pueden compartir la misma red. (GUERRERO, y otros, 2009)

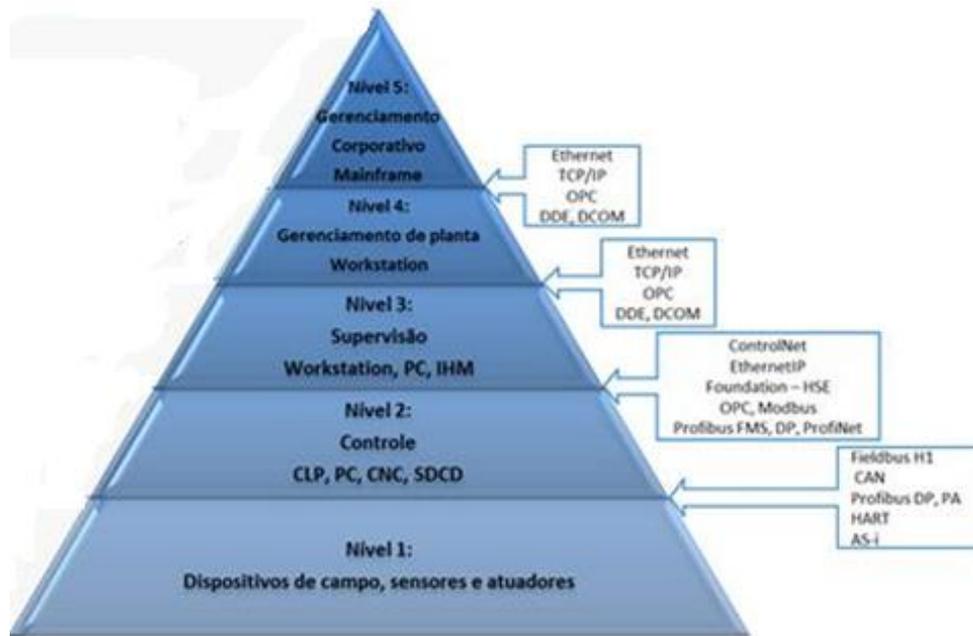


Figura 2. Ubicación del Bus AS-i en la pirámide de automatización

Fuente: (IFM ELECTRONIC, 2009)

El Maestro/Pasarela AS-i controla la red y actúa como un enlace directo al control de la máquina, tales como PLC, PC, DCS, etc. Una pasarela es un maestro AS-i, y al mismo tiempo un esclavo de la red del nivel superior (Profibus, Ethernet/IP, DeviceNet, CANopen, Modbus, etc.) AS-Interface es el nivel más bajo de la pirámide de automatización destinada a la red de Actuador/Sensor. Se utiliza una comunicación a nivel de bits para la mayoría de dispositivos binarios comunes de campo (sensor: botón pulsador, conmutadores, etc.). (IFM ELECTRONIC, 2009)

El nivel por encima de AS-i es el nivel de Dispositivos donde se realiza la implementación de dispositivos de campo complejo, sensores y actuadores y el intercambio de datos se produce sobre todo a nivel de bytes. El Nivel de Campo es el más alto nivel en la jerarquía de la automatización donde se conectan equipos de control de producción en una instalación e instalaciones en diferentes plantas. (IFM ELECTRONIC, 2009)

2.4 Características del sistema AS-i

La red AS-i se caracteriza por usar solamente un par de hilos, que transmite los datos y alimenta a los sensores o actuadores en 24Vcc y la información del estado de los mismos. La configuración máxima de la red es de 62 esclavos que son acezados cíclicamente por un maestro en el nivel de control superior. El tiempo de reacción es pequeño, para todos los esclavos conectados, el tiempo de respuesta es de 10ms. (SIEMENS, 2015)

Anteriormente, los sensores y actuadores tenían que ser conectados al controlador a través de terminales, conectores y bloques de terminales. AS-i proporciona una reducción en los costos de instalación y mantenimiento. Ahora, un cable estandarizado con 2 hilos permite el intercambio de información y al mismo tiempo la alimentación de los equipos. Los esclavos son conectados directamente en el bus sin la necesidad de interconexión adicional. (SIEMENS, 2015)

Tabla 1. Características del sistema AS-i

| Características AS-i | |
|------------------------------------|---|
| Topología (cableado) | Estructura de árbol en línea, en línea con ramales |
| Medio | Cable de dos hilos no apantallado (cable plano AS-i) |
| Señales | Datos y energía a través de un cable, Max 8 ^a |
| Longitud de cable | 100 m, prolongación posible mediante repetidor |
| Numero de esclavos por red | Hasta 62 esclavos |
| Datos útiles por esclavo | Datos de 4 bits (cíclicos), parámetros de bits (aciclicos), > 4 bits con protocolo de datos (multiplex) |
| Numero de E/S binarias (acíclicas) | 124 E/S (esclavo único), 248 E + 186 S (Esclavos-A/B) |
| Procesamiento del valor analógico | 31 x 4 canales posibles mediante el perfil de esclavo S 7.3 |
| Número de E/S analógicas | 124 palabras |
| Transmisión de datos, | Varios bytes, uni / bidireccionales |
| Número de maestros / redes | Opcional mediante multi-maestros, controladores o pasarelas |
| Tiempo de ciclo | 5...10 ms |
| Tipo de acceso | Interrogación secuencial cíclica, sistema de maestro único |
| Direccionamiento | Dirección inequívoca y fija en el esclavo |
| Detección de errores | Identificación y repetición de telegramas erróneos |

Fuente: (SIEMENS, 2015)

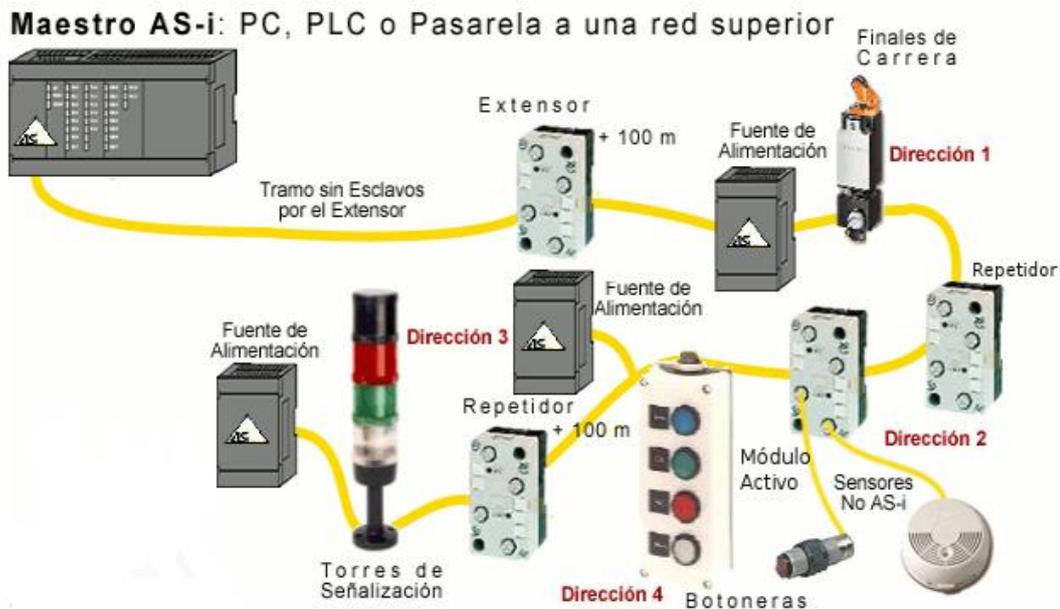


Figura 3. Conexión AS-i

Fuente: (SIEMENS, 2015)

2.5 Ventajas del sistema AS-i

El sistema AS-i ofrece muchas ventajas entre las cuales podemos citar las siguientes:

Cableado sencillo sobre dos conductores, mediante este cable es posible la transmisión de datos y energía, simplificando enormemente el uso de cables en comparación a la conexión paralelo convencional, permitiendo de esta forma una reducción en los gastos de cableado, además, al contar con estos tipos de conductores facilitan la instalación y la puesta en operación del sistema. (SIEMENS AG, 2013)

Rápido, se caracteriza sobre todo por los tiempos de ciclo ya que son relativamente cortos y los datos son enviados y recibidos en tiempo real.

Confianza, el sistema posee la capacidad de realizar un diagnóstico continuo de los actuadores y sensores conectados, permitiendo al operador detectar los fallos de una forma rápida en el caso de producirse. (SIEMENS AG, 2013)

Independiente de fabricantes, al ser un sistema abierto tiene la posibilidad de actuar con muchos dispositivos sin importar la marca, ya que todos son compatibles gracias a su configuración.

Mantenimiento cómodo, permite el intercambio de esclavos sin la necesidad de hacer cambios en la estructura ya que son de fácil inserción y de fácil intercambio.

Seguridad, alto nivel de seguridad de operación en un entorno industrial ruidoso, los esclavos poseen luces indicadoras en cada una de sus entradas y salidas permitiendo verificar si los sensores y actuadores funcionan de forma correcta o para corregir estos errores.

Flexibilidad, la expansibilidad es muy fácil de conseguir mediante la conexión de un módulo, direccionar y, luego conectar el cable de la red. Verificar si el LED de la fuente de alimentación está conectado, y luego, ver si está conectado al siguiente módulo.

La red AS- i soporta cualquier topología de cableado sea este en estrella, bus, árbol, anillo o cualquier otra configuración con hasta 100 metros de cable, o bien, mediante la adición de repetidores es posible expandir el sistema hasta 300 metros. La red AS-i es de fácil instalación, ya que no necesita de terminadores en los puntos extremos (SIEMENS AG, 2013)

Desempeño, los sistemas AS-i son eficientes y muy rápidos, siendo capaces de sustituir los sistemas grandes y con altos costos. Existen maestros AS-i especialmente desarrollados para comunicarse con los sistemas de control y proporcionan una integración perfecta, entre las tecnologías existentes. Lo mejor de todo es que se logra de una forma simple y sencilla. (SIEMENS AG, 2013)

2.6 Compatibilidad

AS-i es totalmente compatible con versiones anteriores Esto significa que un maestro acorde con la última especificación 3.0 puede comunicar con todos los esclavos existentes

hechos acorde a las diferentes especificaciones 2.0, 2.11 y 3.0. Esto garantiza la inversión a futuro. (GUERRERO, y otros, 2009)

2.7 Medio de transmisión

La red AS-Interface conecta los dispositivos más simples de las soluciones de automatización. Un solo cable une actuadores y sensores con los niveles superiores de control. AS-Interface es un sistema de red estandarizado (EN 50295) y abierto, que interconecta de manera muy simple actuadores y sensores. (MECATRON, 2008)

La conexión de los elementos puede ser realizada en estructura de árbol, estrella, lineal o en combinación con las anteriores. Dado que no existen conexiones convencionales y reducen el número de interconexiones en bornes y conectores, no solamente reduce costos y tiempo de montaje, también reduce errores. (MECATRON, 2008)

En esta tecnología la conexión es usando cables paralelos, cada contacto individual de un equipo es conectado separadamente por las terminales y bornes de sensores y actuadores. La red AS-i sustituye múltiples cables, cajas de paso, canaletas, ductos de cables por un simple cable especialmente desarrollado para la red AS-i. (MECATRON, 2008)

La red AS-i se caracteriza por ser solamente un par de hilos, que transmite los datos y alimenta a los sensores o actuadores en 24Vcc y la información del estado de los mismos. La configuración máxima de la red es de 62 esclavos que son accedidos cíclicamente por un maestro en el nivel de control superior. El tiempo de reacción es pequeño, para todos los esclavos conectados, el tiempo de respuesta es de 10 ms. (SIEMENS AG, 2009)

Anteriormente, los sensores y actuadores tenían que ser conectados al controlador a través de terminales, conectores y bloques de terminales. AS-i proporciona una reducción en los costos de instalación y mantenimiento. Ahora, un cable estandarizado con 2 hilos permite el intercambio de información y al mismo tiempo la alimentación de los equipos. Los esclavos son conectados directamente en el bus sin la necesidad de interconexión adicional. (SIEMENS AG, 2009)

Un cable flexible de dos vías fue diseñado como estándar para la red AS-i. Existe otro cable de forma redonda que se usa solamente cuando es especificado por el fabricante.

2.8 Ciclo de lectura y escritura en los esclavos

El sistema de acceso al medio está basado en un sistema maestro-esclavo, en el que en el ciclo de lectura/escritura sobre los esclavos en una red AS-i está basada en un sistema conocido como polling, en donde el maestro en primer lugar realiza una llamada a todos y cada uno de los esclavos tipo “A” o únicos en donde copia el estado de sus entradas y les fuerza la salida al estado indicado por el programa en cada momento, desde el esclavo 1 o 1A hasta el esclavo 31 o 31A uno tras otro y en ese orden. (SMAR, 2017)

Una vez finalizado, inicia el mismo proceso pero ahora con los esclavos tipo “B”, de igual forma desde 1B hasta 31B.

Al ser un sistema determinista nos asegura que en 5ms ha realizado la actualización de datos en los 31 esclavos tipo A y en otros 5ms asegura la actualización de datos en los 31 esclavos tipo B, lo que indica que si tenemos los 62 esclavos conectados en una misma red, el maestro AS-i habrá actualizado los datos en un tiempo de 10 ms. (SMAR, 2017)

La estructura del sistema está formada por un autómata programable que integra la CPU y el maestro AS-i, es desde aquí de donde parte la red AS-i, en donde se conectan los diferentes esclavos. (SMAR, 2017)

El maestro AS-i tiene su propio procesador, realizando la función de actualizar todos los datos en los esclavos conectados a la red, y los guarda en su memoria no volátil que trae integrada. De esta manera leerá todos los datos de entrada de los diferentes esclavos y los copiará en su memoria, así como también escribirá en sus salidas el estado que se encuentre grabado en su memoria. (SMAR, 2017)

La CPU deberá realizar el traslado de los datos del estado actual de las entradas, así como del estado en el que se deseen poner las salidas de cada uno de los esclavos conectados a la red.

Para ello se deberá asignar un espacio en la memoria de datos del PLC. Puede ser el área de marcas, aunque lo más común es reservar un área de bloque de datos. Entonces, el PLC en primer lugar copia los datos registrados en la memoria del maestro AS-i que correspondan a las entradas de cada uno de los esclavos, y a continuación ya podrá hacer uso de estos datos que seguramente necesita el programa correspondiente, y por último enviara los datos que correspondan al estado en el que deseen deben estar las salidas de los esclavos al maestro AS-i. (SMAR, 2017)

2.9 Automatización descentralizada

Desde hace mucho tiempo, las personas prácticas han sabido reconocer las ventajas de la automatización descentralizada. Mientras que hace algunos años se solían utilizar controladores cada vez más grandes, con un mayor rendimiento, y con un control centralizado de las instalaciones, ahora se tiende a soluciones más repartidas. En la misma instalación, se procesan funciones importantes en un controlador pequeño y descentralizado. Sólo una pequeña cantidad de información importante se transfiere a un ordenador central. (BARRAGÁN PIÑA, 2015)

Las ventajas de los sistemas descentralizados son las siguientes:

- Programas más cortos y sencillos, con lo cual también se hace más fácil la puesta en marcha de los distintos segmentos de una instalación.
- Reducción de los paros de máquinas, ya que si una unidad tiene una avería, la instalación sigue funcionando sin restricciones.
- Cableado más corto, intercambio de datos entre los controladores a través de sistemas de bus.
- Montaje sencillo y rápido, opciones de ampliación.
- Proyección y programación general mediante el estándar común “Automation Alliance”.

Debido a su sencilla estructura, AS-i está predestinado para su empleo en el ámbito de los detectores / actuadores y en los controladores descentralizados.

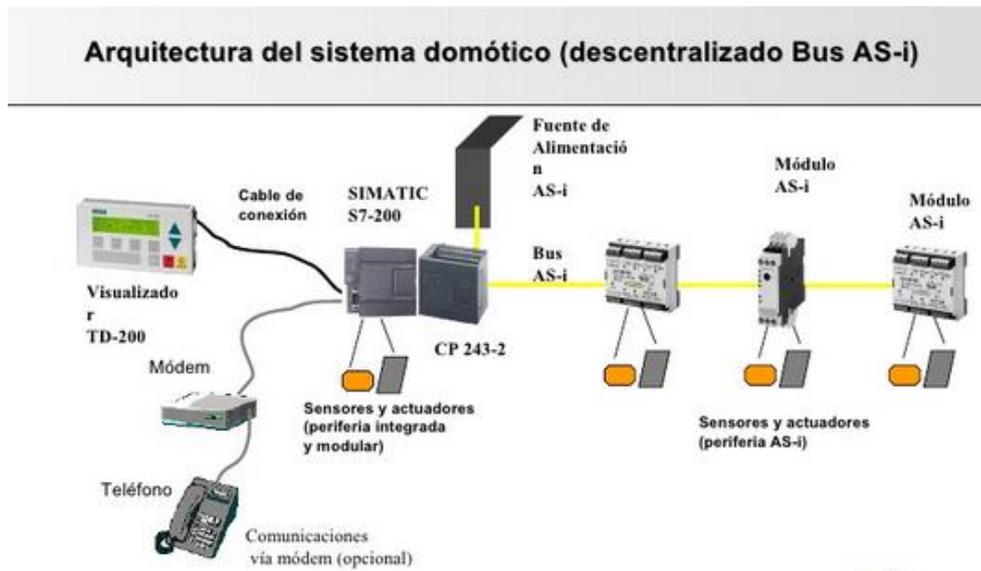


Figura 4. Conexión descentralizada con AS-i

Fuente: (BARRAGÁN PIÑA, 2015)

2.10 Desventajas de AS-i

La red AS-i fue desarrollada y optimizada para uso en aplicaciones debajo de los buses de campo. Así mismo, algunas capacidades de los buses de campo de alto nivel no pueden ser realizadas en AS-i. (BARRAGÁN PIÑA, 2015)

- Los datos transmitidos en AS-i son limitados a 4 bits por esclavos, que pueden ser cambiados a cada ciclo. Los mensajes largos pueden ser transmitidos dividiéndolos en varios ciclos. Esto puede ser usado en procesos dinámicos lentos, como presión o temperatura.
- AS-i es estrictamente maestro-esclavo, con exploración cíclica por esclavos. esto impide la transmisión asíncrona por los sensores y actuadores. Los esclavos deben esperar 10 ms (en caso de una red con 62 esclavos) hasta ser llamado nuevamente.
- La transferencia de datos de esclavo a esclavo sólo es posible a través del maestro.

- La limitación de longitud del cable es de 100m, sin el uso de repetidores. Esta limitación física se debe al mantenimiento de otros criterios, como el tiempo de ciclo de la red, tipo de topología libre y sin exigencia de resistores de terminación.

2.11 Componentes sistemas AS-i

La configuración mínima de un sistema AS-i consta de un maestro, los esclavos y una alimentación AS-i. En caso necesario, el usuario puede instalar de forma adicional en la red AS-i monitores de seguridad, repetidores, controladores de defecto a masa y otras herramientas de diagnóstico. (SMAR, 2017)

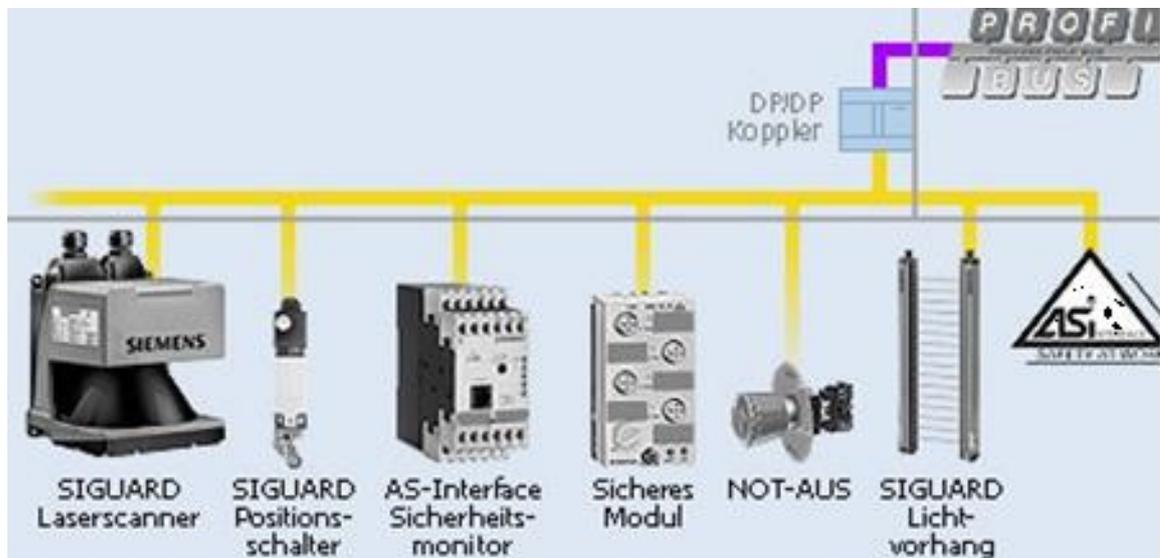


Figura 5. Componentes de AS-i

Fuente: (SMAR, 2017)

Los componentes básicos de los sistemas AS-i son:

- Fuente de alimentación AS-i
- Maestros
- Esclavos
- Fuente de alimentación estándar

- Cables y conectores
- Repetidor AS-i
- Extensor
- Direccionador

2.11.1 *Fuente de alimentación AS-i.* Las fuentes AS-i están adaptadas a la gama Phaseo estándar, la oferta de fuentes de alimentación AS-I ABL está destinada a proporcionar la tensión continua necesaria para los sistemas de cableado AS-Interface. Se clasifica en tres categorías que permiten responder a todas las necesidades en cuanto a cofres, células o armarios de las aplicaciones industriales. Las fuentes Monofásicas, electrónicas y conmutadas, garantizan la calidad de la corriente de salida, adaptándose a las características eléctricas. (SIEMENS, 2017)

2.11.1.1 *AS-I ABLB300.* Alimentada en corriente alterna entre 100 y 240 V, la fuente de alimentación suministra una tensión continua de 30 V. Clasificada en 2,4 y 4,8 A, las borneras aguas abajo permite conectar el bus por separado en los interfaces AS-Interface y maestro AS-Interface. Los LED de la entrada y la salida permiten diagnosticar de forma rápida y permanente. (SIEMENS, 2017)

2.11.1.2 *ASI ABLD300.* Alimentada en corriente alterna entre 100 y 240 V, la alimentación suministra una tensión continua de 30 V.

Clasificada en 2,4 y 4,8 A, permite diagnosticar y gestionar el defecto de conexión a tierra de los interfaces AS-Interface. En efecto, en caso de defecto de tierra, la alimentación Phaseo detiene el diálogo en el sistema de cableado AS-Interface y repliega la instalación. Sólo un acuse de recibo voluntario permite el re arranque. Dos entradas/salidas permiten dialogar con una unidad de tratamiento. La bornera agua abajo sirve para conectar el cable AS-Interface por separado en los interfaces y el maestro. Los LED de la entrada, la salida y de defecto de tierra permiten diagnosticar de forma rápida y permanente. (SIEMENS, 2017)

2.11.1.3 *ASI ABLM3024*. Alimentado en corriente alterna entre 100 y 240 V, el producto ofrece dos verdaderas fuentes de alimentación totalmente independientes en su modo de funcionamiento. (SIEMENS, 2017)

Existen dos tensiones de salida 30 V/2,4, 4 A (alimentación de la línea AS-Interface) y 24V/3 A, lo que permite así alimentar el equipo de control sin necesidad de emplear alimentación adicional. Los LED de la entrada y la salida permiten diagnosticar de forma rápida y permanente.

Además de los distintos tipos de fuentes que se puede utilizar existen ciertas ventajas que ofrecen las fuentes AS-i como por ejemplo:

2.11.1.4 *Balanceamiento*. La fuente también es responsable de balancear a la red AS-i. AS-i es operado como un sistema simétrico, no aterrizado. Para inmunidad a los ruidos el cable AS-i debe ser instalado de forma simétrica lo más posible. La conexión de blindaje debe ser conectada en un punto apropiado de la máquina o sistema. También ese punto debe ser conectado a tierra (GND) del sistema. (SIEMENS, 2017)

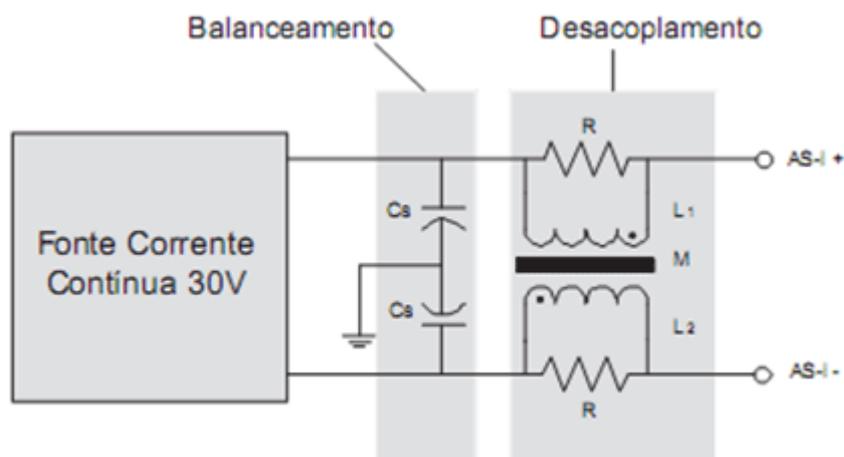


Figura 6. Diagrama simplificado de la fuente AS-i

Fuente: (SIEMENS AG, 2013)

2.11.1.5 *Desacoplamiento de los datos*. Otra función de la fuente de alimentación es proveer el desacoplamiento de los datos. La red de desacoplamiento, que en general se encuentra en el mismo módulo de la fuente de alimentación, consiste de dos inductores de 50 μ H cada uno (L1 y L2) y dos resistores en paralelo de 39 Ω cada uno. Los inductores

realizan una operación de diferenciación sobre los pulsos de tensión para convertir los pulsos de corriente generados por los transmisores conectados a la red. Al mismo tiempo, previenen un cortocircuito en el cable. El acoplamiento entre los inductores debe ser lo más cercano posible de 1, lo que equivale a decir que la inductancia mutua debe ser de aproximadamente de 200 μ H. (SIEMENS AG, 2013)

2.11.1.6 *Seguridad.* La última función es una consideración de seguridad. El sistema AS-i fue diseñado como un sistema para tensiones pequeñas con aislamiento seguro (Protective Extra Low Voltage). Esto significa que de acuerdo con los estándares IEC relevantes, "aislante seguro" es requerida de la fuente entre la red de alimentación y la red AS-i. (SIEMENS AG, 2013)

2.11.2 *Maestro AS-i.* La CPU del autómatas programable por sí solo no es capaz de controlar una red AS-i, ya que no dispone de la conexión necesaria para hacerlo. Por esta razón es necesaria la conexión de una tarjeta de ampliación conectada al autómatas, para que de esta manera realice las funciones de maestro de la red AS-i. (SIEMENS AG, 2013)

El maestro posee la función más importante dentro de cada red AS-Interface. Es responsable del control de toda la comunicación de la red. AS-i es un sistema mono maestro, lo cual significa que sólo se puede conectar un maestro por red. El maestro gestiona el intercambio de datos cíclicos con los esclavos conectados, supervisa las respuestas y proporciona los datos al procesador principal. El procesador principal consta generalmente de un PLC o de un controlador equivalente, en el cual se procesan los datos AS-i. (SIEMENS AG, 2013)

El maestro AS-i CM 1243-2 permite la conexión de una rama AS-i al sistema de automatización ("AS" o "PLC") de la serie SIMATIC S7-1200.

Con ayuda del maestro AS-i CM 1243-2 puede acceder desde AS a las entradas y salidas de los esclavos AS-i. Según el tipo de esclavo, puede acceder a valores binarios o analógicos. (SIEMENS AG, 2013)

Pueden utilizarse todos los esclavos AS-i según la especificación AS-i V3.0, excepto esclavos según el perfil de esclavo 7.1 y 7.2.

El módulo de desacoplamiento de datos AS-i DCM 1271 no tiene ninguna conexión al bus de comunicación S7. Por esta razón, el módulo de desacoplamiento de datos AS-i DCM 1271 siempre debe insertarse a la izquierda del último de un máximo de tres módulos de comunicación. Si se utilizan diferentes módulos de comunicación, resulta conveniente insertar el maestro AS-i CM 1243-2 a la izquierda de los otros módulos de comunicación y el módulo de desacoplamiento de datos AS-i DCM 1271 directamente al maestro AS-i CM 1243-2. (SIEMENS AG, 2013)

- La versión de firmware de la CPU debe ser al menos V2.2.
- Es posible conectar como máx. 1 maestro AS-i CM 1243-2.
- Una posible ampliación del número de maestros AS-i conectables se notifica a través del portal Service & Support en la página web de Siemens.
- STEP 7 Basic o Professional V11 con Servicepack 2
- Hardware Support Package (HSP) para STEP 7 V11 SP2

Los distintos equipos conectados al sistema de cableado sólo pueden alimentarse con una alimentación AS-Interface, que debe situarse preferentemente cerca de las estaciones que consuman más energía.

2.11.3 *Esclavo AS- i.* Los esclavos contienen la electrónica de AS-Interface y también posibilidades de conexión para sensores y actuadores, y pueden usarse en el campo o en el armario eléctrico. Los esclavos intercambian cíclicamente sus datos con un maestro, el cual será el encargado de gestionar el tráfico de datos a través de la red. (SIEMENS AG, 2013)

En un bus AS-i pueden conectarse hasta 62 esclavos. Las estructuras compactas y descentralizadas son posibles tanto en armarios eléctricos como a pie de máquina, como en módulos con un alto grado de protección.

Los esclavos As-i pueden conectarse al bus de tres formas:

- Sensores-actuadores convencionales, Se conectan al bus mediante módulos de E/S.
- Sensores-actuadores convencionales con capacidad de comunicación, Se conectan directamente al bus AS-i mediante una interfaz dedicada.
- Sensores-actuadores integrables en AS-i, se conectan directamente al bus. Pueden contener parámetros configurables desde el maestro.

2.11.3.1 *Tipos de Módulos.* Módulos Activos que contienen un Chip ASIC que permiten la conexión de sensores y actuadores convencionales. (SIEMENS AG, 2013)

Módulos Pasivos sin electrónica integrada, la conexión de sensores/actuadores se da mediante Chip ASIC. (SIEMENS AG, 2013)

Los módulos también tienen su división y es la siguiente:

- El módulo de Acoplamiento permite la fijación del módulo en el perfil normalizado, y su conexión con el cable AS-i.
- En el módulo de Usuario se encuentran las conexiones de E/S, los indicadores de funcionamiento de los sensores, actuadores y el indicador de funcionamiento del módulo.

2.11.4 *Fuente de alimentación estándar.* Para algunos de los esclavos es necesaria la conexión de un elemento adicional como es una conexión de 24V VDC estándar, para dar mayor potencia a los sensores y actuadores que están en la red conectados al esclavo. Para identificar que esclavos necesitan dicha alimentación se realiza básicamente una inspección ocular, fijándonos en dos aspectos muy importantes como son: (SIEMENS AG, 2013)

- Dispone de borneras de conexión en donde haga referencia a algo igual o similar a POWER EXT.
- Dispone de un led indicador de fallo con referencia a algo igual o similar a AUX POWER.

2.11.5 *Cables y Conectores.* El cable AS-i se ha diseñado como cable bifilar engomado, el perfil especial impide que se puedan conectar estaciones con la polaridad incorrecta. El cable plano amarillo es el estándar, su geometría es fija y asimétrica, se encarga de transmitir los datos de toda la red y la alimentación a los sensores conectados en la misma. Para los actuadores se necesita una alimentación auxiliar (tensión auxiliar de 24 V DC o 230 V AC), para el cable de alimentación auxiliar a 24 V DC se utiliza un cable de color negro, y para el cable de alimentación auxiliar a 230 V AC se utiliza el mismo cable pero en color rojo. (SIEMENS AG, 2013)

No es necesario cortar, pelar ni atornillar el cable. Para este tipo de conexión se dispone de módulos de acoplamiento en técnica de perforación de aislamiento. El cable AS-i es auto cicatrizante. Esto significa que los agujeros producidos por las cuchillas de contacto en el revestimiento de goma del cable se cierran por sí mismos, restableciendo el grado de protección IP67, en el que IP significa Internal Protección, y el 6 se refiere a la protección contra partículas sólidas y el 7 a la protección contra fluidos. En caso de montaje del cable en un módulo AS-i, el propio cable hermetiza el orificio de entrada. (IFM ELECTRONIC, 2009)

AS-i es el único sistema de bus que ha sido desarrollado para cables de dos hilos no apantallados. Las derivaciones y ramificaciones son factibles en cualquier parte de la instalación, incluso después del montaje. (IFM ELECTRONIC, 2009)

Como cable de red puede emplearse cualquier bifilar de 2 x 1.5 mm² sin apantallamiento ni trenzado, sin embargo, se recomienda utilizar el Cable Amarillo por sus virtudes:

- Conectable por perforación de aislamiento.

- Codificación mecánica para evitar los cambios de polaridad, es decir, el perfil del cable es asimétrico, lo que impide que sea conectado de forma inadecuada a los restantes dispositivos de la red.
- Grado de protección IP65/67.
- Auto cicatrizante, lo que permite la desconexión segura de los esclavos manteniendo el grado de protección IP65/67.

| Colores de los hilos | |
|----------------------------------|------------------------------|
| Cable AS-i amarillo: | |
| A+ | Polo positivo AS-i marrón |
| A- | Polo negativo AS-i azul |
| Cable de tensión auxiliar negro: | |
| E+ | Polo positivo de 24 V marrón |
| E- | Polo negativo de 24 V azul |

Figura 7. Descripción de los hilos de cable AS-i

Fuente: (IFM ELECTRONIC, 2009)

Existe módulo sin electrónica integrada que adapta el cable AS-i a otros normalizados, como el cable redondo con conector M12.

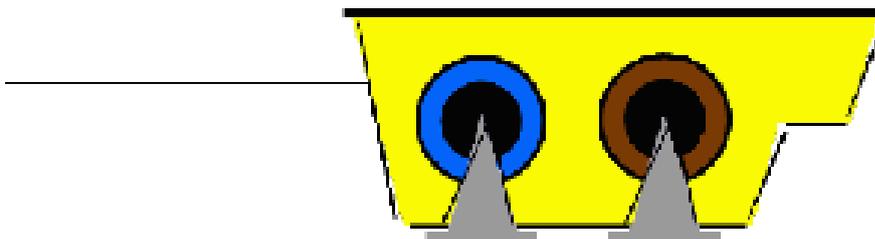


Figura 8. Cable AS-i auto cicatrizante

Fuente: (IFM ELECTRONIC, 2009)

Otros Cables Auxiliares utilizables en AS-i son:

- Cable Negro. Se utiliza para proporcionar una alimentación auxiliar de 24 V DC a los esclavos AS-i.

- Cable Rojo. Función similar al cable negro, pero para una alimentación auxiliar de 220 V AC.
- Cable Amarillo Resistente. Variante adaptada para resistir materiales hostiles, engrasantes, gasolina, etc. Este cable pierde la cualidad de auto cicatrización por ser de un material distinto al cable amarillo estándar.
- Cable Redondo. Es igual que el cable amarillo, pero no tiene su perfil característico.
- Cable Redondo Apantallado. Idéntico al anterior, pero los hilos están recubiertos por una malla que añade inmunidad frente al ruido eléctrico.

En cuanto a los conectores, estos se utilizan cuando se quieren conectar un dispositivo estándar, ya sea sensor o actuador, a esclavos del bus AS-i.



Figura 9. Cable amarillo y negro AS-i
Fuente: (IFM ELECTRONIC, 2009)

Estos conectores están formados por una carcasa y cuatro conexiones, éstas pueden tener una finalidad diferente según el componente aplicado, sensor dos hilos o a tres hilos, sensor digital o analógico, etc.



Figura 10. Conector para esclavos AS-i

Fuente: (IFM ELECTRONIC, 2009)

2.11.6 *Repetidor de AS-Interface.* El repetidor de AS-Interface está previsto para el uso en un entorno de interfaz de actuadores/sensores. El aparato se utiliza para franquear la limitación de la longitud del AS-Interface, de 100m. De este modo, un segmento existente de 100m se puede extender en como máximo otros dos segmentos de 100m. (IFM ELECTRONIC, 2009)

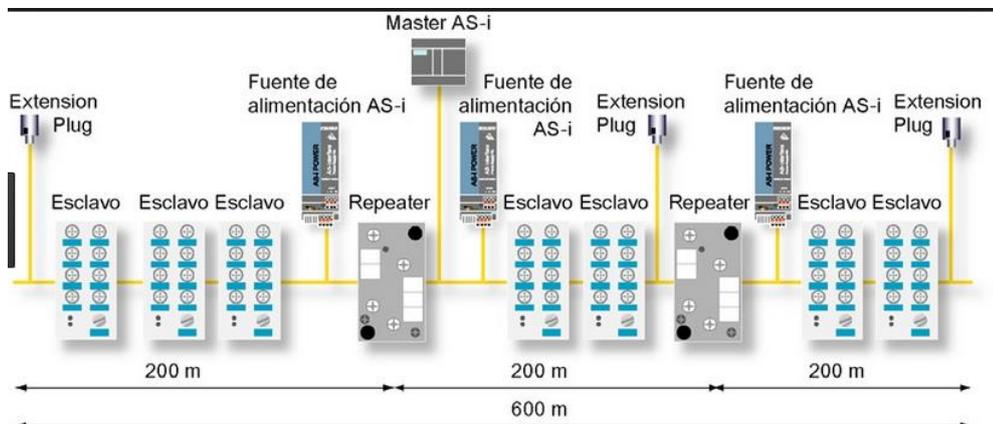


Figura 11. Conexión de repetidor

Fuente: (IFM ELECTRONIC, 2009)

2.11.6.1 *Uso del repetidor.* El repetidor AS-Interface se utiliza si deben funcionar esclavos en todos los segmentos del cable. En cada segmento de AS-Interface (antes y después del repetidor) se necesita entonces también una fuente de alimentación AS-Interface independiente. El repetidor presenta las siguientes características:

- Es posible la prolongación de la longitud del cable a un máximo de 300m.
- Pueden utilizarse esclavos a ambos lados del repetidor.
- Se requiere una fuente de alimentación de corriente a cada lado del AS-Interface.
- Separación galvánica de los dos tramos de cable.
- Indicación separada de la tensión correcta en cada lado.
- Está integrado en la caja del módulo de usuario estándar.

2.11.7 *Extensor*. Cuando en una Red AS-i un dispositivo que actúa como maestro está alejado del resto de sensores y actuadores, puede ser necesario añadir un extensor. Éste, es un componente pasivo que tiene como función duplicar la longitud máxima que puede tener el cableado de un sensor o actuador en un segmento AS-Interface, es decir, tiene la capacidad de ampliar un tramo de red de 100 a 200 metros. (GUERRERO, y otros, 2009)



Figura 12. Extensor Siemens
Fuente: (GUERRERO, y otros, 2009)

Además, para alimentar a los esclavos conectados al segmento de hasta 200 metros de largo no se requiere más que una fuente de alimentación, la cual, se conectará al punto más alejado de la red As-i. (GUERRERO, y otros, 2009)

Para el caso del extensor, el dispositivo cuenta con un conector macho M12 que permite conectarlo rápidamente con la derivación AS-Interface M12 en un grado de protección IP67.

El extensor o también llamado Extensión Plug lleva integrado un detector de subtensión que vigila la tensión del AS-Interface a fin de garantizar que al final del cable de bus aún siga habiendo la tensión necesaria. En caso de que no la hubiera, el alargador Extensión Plug lo señala con un LED de diagnóstico situado en la parte superior del dispositivo. (GUERRERO, y otros, 2009)

2.11.8 *Direccionador*. Los esclavos traen almacenada la dirección 0 por defecto. Como cada esclavo en una Red AS-i necesita de una dirección propia, ya que en el caso de que varios de ellos tengan una misma dirección se producirán errores en la red, entonces se necesita de un dispositivo capaz de asignar a cada esclavo una dirección única. (GUERRERO, y otros, 2009)

El terminal de direccionamiento reconoce al esclavo y le asigna una dirección comprendida entre 1 y la 31. Además, incorporan un conector M12 para sensores o actuadores inteligentes.

Otras características que tienen los Terminales de Direccionamiento son:

- Realizan test de funcionamiento a los esclavos.
- Diagnósticos para sensores digitales y analógicos.
- Son capaces de detectar la completa configuración del sistema.
- Tienen memoria.
- Hacen la función de pasarela con el PC.



Figura 13. Direccionador AS-i

Fuente: (GUERRERO, y otros, 2009)

2.12 Modo maestro

Existen aspectos fundamentales de las tareas y las funciones de un maestro AS-i por lo tanto es importante comprender las funciones, los modos de operación y las interfaces que se ofrecen con los módulos maestros AS-i.

2.12.1 *Principio Maestro-Esclavo.* El AS-Interface trabaja según el principio Maestro-Esclavo. Esto significa que el maestro AS-i conectado al cable AS-i controla el intercambio de datos con los esclavos AS-i a través de la interfaz con el cable AS-i.

A través de la interfaz existente entre la CPU del maestro y el CP del maestro se transmiten los datos de los procesos y comandos de parametrización.

Los programas de usuario disponen de llamadas de funciones y mecanismos apropiados para operar esta interfaz con lectura y escritura. A través de la interfaz existente entre el CP maestro y el cable AS-i se intercambian informaciones con los esclavos AS-i. (ROCKWELL AUTOMATION, 2015)

2.12.2 *Tareas y funciones del maestro AS-i.* La especificación de maestro AS-i distingue maestros con diferentes volúmenes de funciones a través de una así llamada formación del perfil.

Para maestros AS-i estándar y maestros AS-i extendidos se distinguen respectivamente tres clases distintas de maestros estándar (M0, M1, M2) y para maestro extendido (M0e, M1e, M2e). En la especificación AS-i se ha estipulado exactamente qué funciones tiene que desempeñar un maestro de una clase determinada. (ROCKWELL AUTOMATION, 2015)

Los perfiles tienen el siguiente significado práctico:

- Perfil de maestro M0 / M0e: El maestro AS-i puede intercambiar datos de E/S con los distintos esclavos AS-i. El maestro se configura tomando como configuración nominal la configuración de esclavos existentes ya en el cable.
- Perfil de maestro M1 / M1e: Este perfil abarca todas las funciones correspondientes a la especificación del maestro AS-i.
- Perfil de maestro M2 / M2e: Las funciones equivalen a las del perfil de maestro M0 / M0e, pero complementadas con la posibilidad de parametrización de esclavos AS-i por el maestro AS-i.

Los maestros AS-i extendidos se diferencian de los maestros AS-i estándar esencialmente por el hecho de que soportan la conexión de hasta 62 esclavos AS-i con espacio de direcciones extendido. (ROCKWELL AUTOMATION, 2015)

2.12.2.1 *Funcionamiento del esclavo AS-i.* Acoplamiento al cable AS-i. El esclavo AS-i contiene un circuito integrado que realiza el acoplamiento de una unidad AS-i (sensor/actuador) al cable de bus común que va al maestro AS-i. El circuito integrado posee:

- 4 entradas y salidas de datos configurables

- 4 salidas de parámetros

Los parámetros operativos, los datos de configuración con ocupación de E/S, el código de identificación y la dirección del esclavo están almacenados en una memoria adicional. (SIEMENS AG, 2009)

2.12.2.2 *Datos de E/S.* En las salidas de datos se encuentran los datos útiles para los componentes de automatización, transmitidos desde el maestro AS-i al esclavo AS-i. Los valores presentes en las entradas de datos son puestos a disposición del maestro AS-i por el esclavo AS-i a petición. (SIEMENS AG, 2009)

2.12.2.3 *Parámetros.* El maestro AS-i puede transmitir a través de las salidas de parámetros del esclavo AS-i valores no interpretables como datos útiles. Estos valores de parámetros se pueden utilizar para el control y la conmutación entre los modos internos de los sensores o actuadores. Sería imaginable, por ejemplo, el seguimiento de una magnitud de calibración a lo largo de diversas fases de operación. Esta funcionalidad es posible en el caso de esclavos con conexión AS-i integrada, siempre y cuando soporten esta función. (SIEMENS AG, 2009)

2.12.2.4 *Configuración.* La configuración de entradas y salidas muestra qué cables de datos del esclavo AS-i se utilizan como entradas o salidas y cuáles se utilizan como salidas bidireccionales. La configuración de E/S (4 Bit) se puede consultar en la respectiva descripción del esclavo AS-i. (SIEMENS AG, 2009)

Además de la configuración de E/S, el tipo de un esclavo AS-i se describe con un código de identificación (ID Code) o, en el caso de esclavos AS-Interface más recientes, con tres códigos de identificación (ID Code, ID1 Code, ID2 Code).

2.12.3 *Transmisión de datos*

2.12.3.1 *Modulación.* La selección de una modulación adecuada para AS-i debería atender un conjunto de requerimientos bastante exigentes, lo que llevo al desarrollo de un nuevo procedimiento de modulación, conocido como Modulación de Pulsos

Alternados (APM - Alternating Pulse Modulation). Estos requerimientos incluyen:

- La señal del mensaje superpuesta a la tensión de alimentación debe ser precisa y libre de componente de corriente continua.
- El transmisor del esclavo, y cuando sea posible, el del maestro, debe ser capaz de generar la señal de una manera simple, que ocupe poco espacio y bajo costo.
- Desde que el cable AS-i tiene una impedancia que aumenta con la frecuencia, la señal de los datos debe tener una banda relativamente estrecha.
- Los niveles altos de radiación de ruido también son inaceptables.

La modulación APM es un procedimiento para la transmisión serial en banda base. La secuencia de bits es inicialmente codificada de manera que un cambio de fase ocurre siempre que la señal se modifica (código Manchester). El resultado es una corriente de envío que en conjunto con un solo inductor en el sistema usa la diferenciación para generar la señal de tensión deseada en los conductores. (IFM ELECTRONIC, 2009)

Cada aumento en la corriente de envío resulta en un pulso de tensión negativa, y da como resultado un pulso positivo. De esta forma es muy simple generar señales en los esclavos, como tensión superior a la tensión de alimentación. Esto significa que los inductores pueden ser eliminados en los esclavos, lo que mantiene la electrónica integrada pequeña y barata. Del lado del receptor estas señales de tensión son detectadas en la línea y convertidas nuevamente en la secuencia de bits enviada. El receptor se sincroniza con la detección del primer pulso negativo, que es interpretado como un start bit.

Si los pulsos de tensión se aproximan a los pulsos de tipo sen², entonces los requerimientos para límite de baja frecuencia y baja emisión de ruidos son atendidos al mismo tiempo. Usando esta modulación y las topologías permitidas en tiempos de bit de 6µs son obtenidos. Esto permite una velocidad de transmisión 167kBit/s. (SMAR, 2017)

Como los cables no tienen terminadores, los pulsos de los mensajes tienen una gran variación de amplitud. Al ser capaz de afrontar el problema causado principalmente por reflexiones al final del cable, que atienden las frecuencias mayores, AS-i representa un sistema extremadamente robusto.

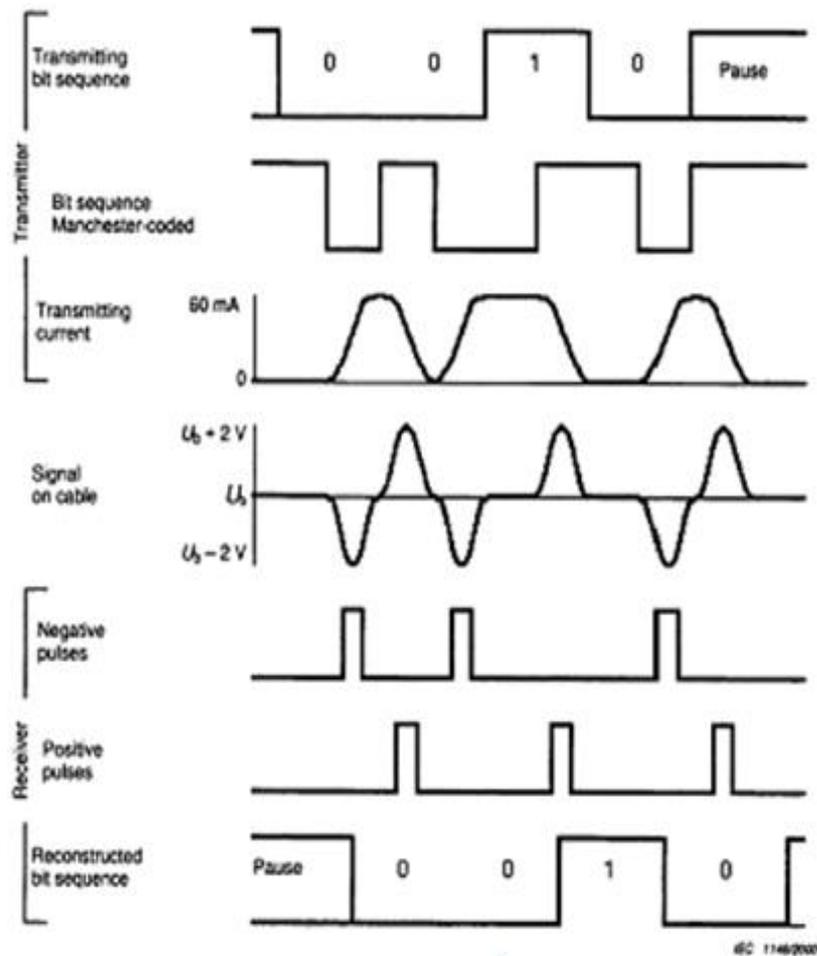


Figura 14. Modulación APM

Fuente: (SMAR, 2017)

2.12.3.2 *Acceso al Medio.* Desde que AS-i fue diseñado para sustituir las conexiones punto a punto tipo estrella, un procedimiento de acceso al medio que reproduzca esta topología y que garantice un tiempo de respuesta definido fue seleccionado – el acceso del tipo maestro-esclavo con sondeo cíclico. El maestro envía un telegrama que es recibido por el esclavo en una dirección particular y el esclavo con esta dirección responde dentro del tiempo previsto. Esta operación es designada como una transacción. El sistema de transmisión permite la conexión al bus de un maestro y de hasta 62 esclavos.

El procedimiento elegido permite la construcción de esclavos mucho más simples y, por lo tanto, de costo efectivo, en cuanto a flexibilidad e integridad. En el caso de las pequeñas perturbaciones en la red, el maestro puede, por ejemplo, repetir telegramas a la dirección del cual no recibe respuesta, o respuesta inválida. Los mensajes AS-i, por lo tanto, son de dos tipos, las que son enviadas por el maestro y las respuestas del esclavo. (IFM ELECTRONIC, 2009)

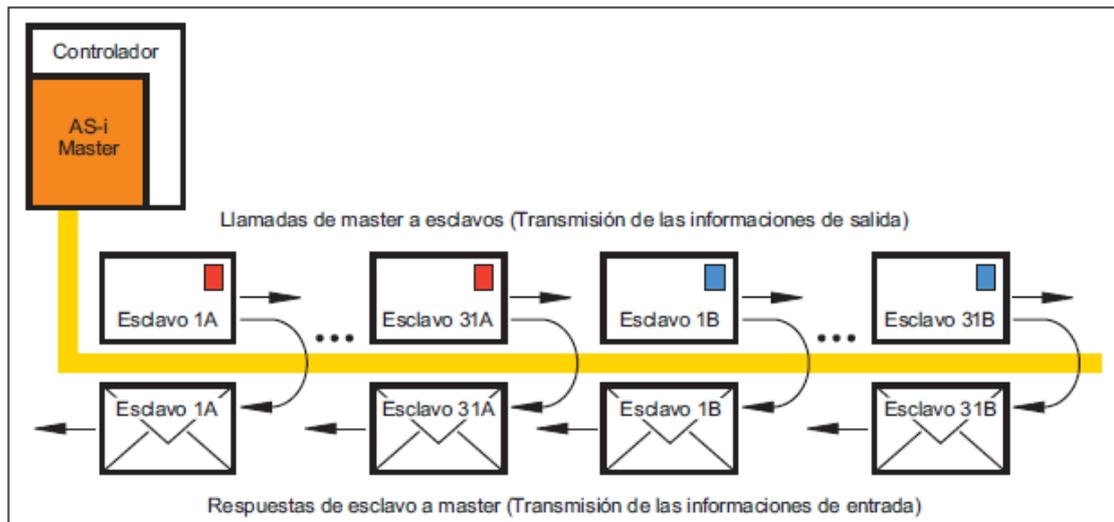


Figura 15. Ciclo AS-i con esclavos A/B

Fuente: (IFM ELECTRONIC, 2009)

Está constituida de:

- Solicitud del maestro
- Pausa del maestro
- Respuesta del esclavo
- Pausa del esclavo.

Una solicitud del maestro consiste de:

- Start Bit (SB). Identifica el inicio de una solicitud del maestro en el bus. Su valor siempre es 0.
- Control Bit (CB). Identifica el tipo de solicitud: "0" para solicitudes de datos, parámetros o atribuciones de dirección y "1" para los de comando.
- Address (A4...A0). Dirección del esclavo solicitado.
- Información (I4...I0). Estos 5 bits componen, la solicitud realizada, los datos enviados al esclavo.
- Bit de Paridad (PB). El número de bits con valor "1" indicada que una solicitud se está ejecutando y el último bit debe ser par.

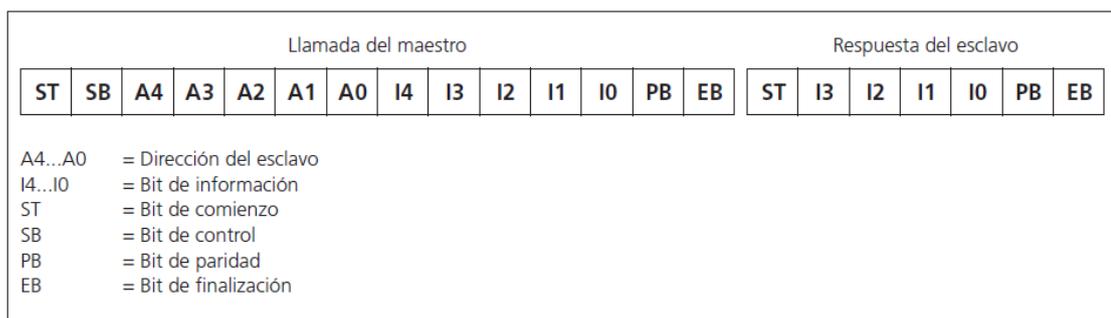


Figura 16. Campos del telegrama AS-i

Fuente: (SMAR, 2017)

- End Bit (EB). Identifica el final de una solicitud del maestro. Siempre tiene el valor "1". Una respuesta de cualquier esclavo consiste de:

Start Bit (SB). Identifica el inicio de una respuesta del esclavo. Siempre tiene el valor "0".

Información (I3..I0). Estos bits componen la información propiamente enviada al maestro.

Bit de Paridad (PB). Así como una solicitud, también una respuesta debe tener paridad par.

End Bit (EB). Siempre de valor "1", asignada al final de una respuesta del esclavo.

2.12.3.3 *Tratamiento de errores.* El reconocimiento confiable de errores es de gran importancia para la comunicación sin fallas a través de AS-i, que generalmente no es blindado. Debido a que los telegramas AS-i en las transacciones serían bastante cortos, la detección de errores es diferente de la aplicada en otras redes de campo. La solicitud del maestro tiene solo 11 bits de datos que deben controlar, y la respuesta del esclavo 4 bits. Aumentar bits para verificación de errores en los mensajes disminuiría la velocidad de transmisión. Al contrario, AS-i hace uso del tamaño conocido de los mensajes, dos estándares de bits especificados son de la modulación de pulsos alternados para distinguir los siguientes errores:

- Error de Inicio de Bit
- Error de alternancia
- Error de pausa
- Error de Información
- Error de paridad
- Error de Fin de Bit
- Error de tamaño del telegrama

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INDUSTRIAL AS-i

3.1 Introducción

Describe y analizan las características del diseño y parámetros que deben considerar para la implementación de la red AS-i. Estos parámetros llevan a analizar los diferentes instrumentos que se utilizan, estos son: tipo de maestros, selección de esclavos, escenario de ambiente de trabajo, aplicación, etc.

También definir la arquitectura de la red en configuración por lo que es necesario tomar precauciones y recordar que la topología física a implementarse sea flexible, siempre y cuando no exceda los 300m (Sin elementos de expansión). El número de esclavos no debe sobrepasar los máximos permitidos para los tipos de direccionamiento estándar y extendido.

Así mismo es importante identificar si los elementos de la red con la tecnología AS-i interface o con sensores tradicionales, en este caso se requiere de módulos con la tecnología AS-i interface.

Además se debe tener en cuenta que si bien es cierto que el cable amarillo transmite datos y alimentación, a veces es necesario una alimentación externa de 24 Vcc. para dispositivos que requieren alimentación adicional como las válvulas electro-neumáticas. En la cual el cable amarillo alimentaría la electrónica del actuador, mientras que la alimentación adicional permitirá el accionamiento de las mismas.

1.2 Diseño de una red AS-i

Consideraciones generales para el diseño de una red AS-i:

El sistema objeto de automatización debe disponer, preferentemente, de sensores y actuadores de tipo binario (todo/nada). Está especialmente indicada para sistemas de campo, se encuentran distribuidos a lo largo de un espacio relativamente amplio y su “densidad” pequeña es decir, se encuentran concentrados en grupos de pequeño volumen de E/S.

Un dato significativo que puede condicionar asimismo la aplicación de la red AS-i es su velocidad de respuesta. Si en el sistema existen señales que deben ser mostradas a elevada cadencia por ejemplo, mayor de 5 ó 10 ms. para señales binarias que podrían no ser adecuada.

Consideraciones específicas en el diseño de una red AS-i:

- Determinación del número de E/S existentes en la instalación.
- Estudio de las dimensiones y morfología de la instalación.
- Estudio y selección del tipo de módulos de usuario y/o dispositivos de campo con circuito AS-i integrado que se desea utilizar en la instalación.
- Estudio y selección de las fuentes de alimentación auxiliar.
- Definición, disposición y conexión de las redes electrotécnicas de seguridad asociadas al sistema.
- Estudio de las distancias existentes entre la posición definida para los nodos subordinados y cada uno de los sensores-actuadores.
- Reglamento de automatización de la empresa.

3.2 Selección de hardware

El hardware utilizado es:

- 1 PLC (Controlador Lógico Programable) SIMATIC S7-1200
- 1 módulo maestro CM 1243-2
- 1 fuente ASI 3X9-5011BA00
- 1 esclavos 3RK1904-2AB02
- 2 adaptadores de vampiro TCS ATV011F2
- 3 conectores macho para E/S de los esclavos XZCP1564L05
- 1 cable amarillo XZC B10501 (transmisión).
- 1 cable negro XZC B10502 (potencia).

Equipos adicionales:

- 1 Direccionador ASI TERV2

3.3 Selección del software

El software utilizado para el desarrollo e implementación de la red:

Tía portal V13 Professional. (SIEMENS, 2017)

3.4 Cableado de una red AS-i

3.4.1 *Cálculo de la longitud del cableado AS-i.* La longitud máxima de un segmento AS-Interface es de 100 m y puede ampliarse hasta 200 m utilizando un repetidor ó 300 m con 2 repetidores. Se puede alcanzar una longitud de 600 m con el uso combinado de Repeater y Extensión Plug como se indicó anteriormente.

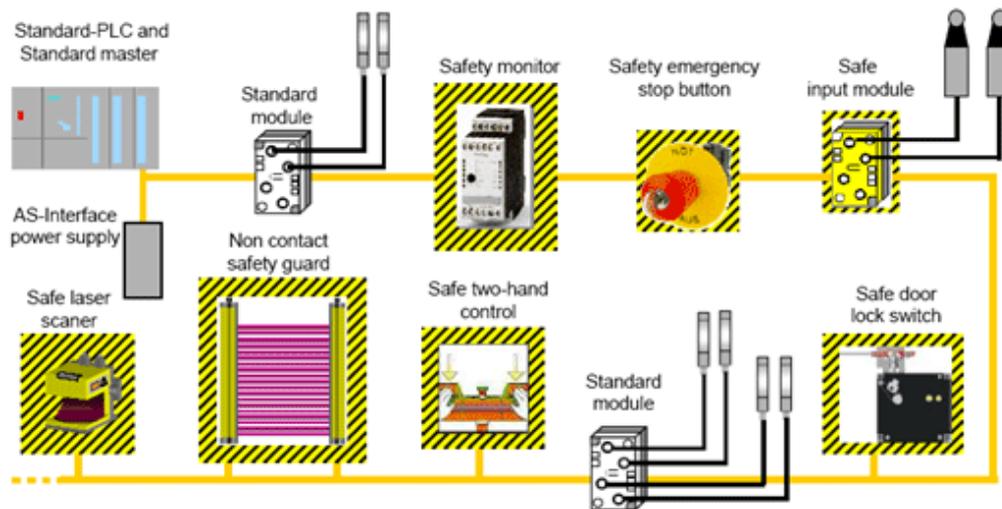


Figura 17. Red AS-i con componentes de seguridad y componentes comunes.

Fuente: (SIEMENS, 2017)

El conjunto de las longitudes de cables e hilos conectados a los bornes AS-Interface + y AS-Interface – del maestro se debe contabilizar tanto en el interior como en el exterior del armario, incluidas las longitudes de las derivaciones en caso de que él o los componentes AS-Interface no estén instalados directamente en el cable amarillo por el sistema vampiro. Las longitudes de los cables de derivación se deben contar dos veces. (CREUS SOLÉ, 2010)

Se recomienda por lo tanto utilizar longitudes de derivación cortas y emplear cada vez que sea posibles productos instalados directamente en el cable amarillo por el sistema. La longitud de la red está definida por:

$$L_r = L_c + 2 * L_d \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

L_c = Longitud total del cable plano

L_d = Longitud total de las derivaciones

L_r = Longitud de la red

Ejemplo:

Calcular la longitud en el cableado de una red AS-i, si la longitud total del cable plano es 40 m y la longitud total de las derivaciones no exceda 4,3 m.

$$L_c = 40 \text{ m}$$

$$L_d = 4.30 \text{ m}$$

$$L_r = ?$$

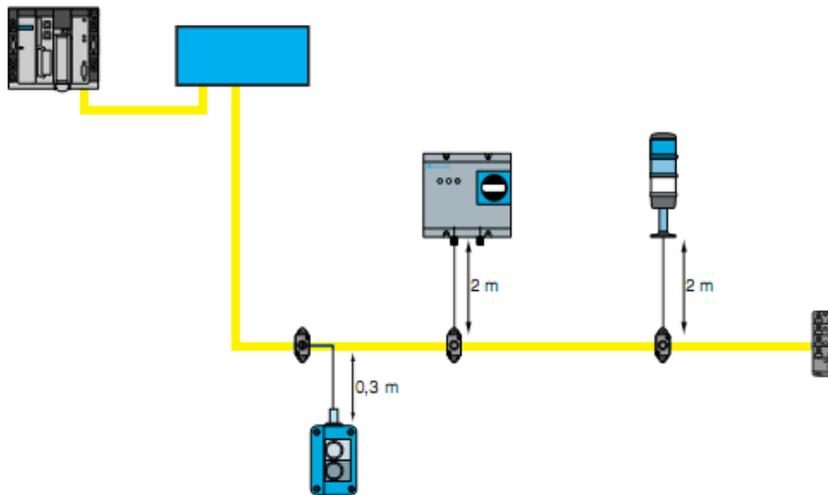


Figura 18. Ejemplo de cálculo longitud total de una red AS-i42

Fuente: (CREUS SOLÉ, 2010)

$$L_r = L_c + 2 * L_d$$

$$L_r = 40 \text{ m} + 2 * 4.30 \text{ m}$$

$$L_r = 48.60 \text{ m}$$

3.5 Reconocimiento y descripción de los componentes

3.5.1 *Módulo maestro CM 1243-2.* En el "Modo Configuración", el maestro AS-i

puede intercambiar datos con cada esclavo AS-i conectado al cable AS-i, excepto con los esclavos AS-i con dirección "0".

El maestro AS-i detecta y activa inmediatamente los nuevos esclavos AS-i que se añaden y los incluye en el intercambio cíclico de datos. Los datos de proceso digitales de los esclavos AS-i conectados se guardan en la memoria imagen de proceso a partir de una dirección base configurable de acuerdo con un esquema fijo, ver "Trasmisión de valores AS-i digitales". (SIEMENS AG, 2009)



Figura 19. Módulo comunicación 1243-2 (AS-I V3.0)

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

La imagen de proceso digital de las entradas de esclavos no disponibles se rellena con el valor sustitutivo "0". Solo puede accederse a datos de proceso analógicos mediante comunicación de registros. En el "Modo Configuración", los errores de configuración de los esclavos AS-i no se notifican mediante alarma a la estación superior y no se señalizan con el LED "DIAG". (SIEMENS AG, 2009)

Características

Tabla 2. Características módulo comunicación 1243-2 (AS-I V3.0)

| Datos técnicos generales: | |
|---|----------------------|
| Designación del producto | maestro AS-Interface |
| Designación del tipo de producto | CM 1243-2 |
| Clase de protección IP | IP20 |
| Ejecución de la conexión eléctrica / del AS-Interface | Bornes de tornillo |
| Tipo de alimentación de tensión | vía bus de fondo |
| Condición operativa / alimentación separada con 24 V | No |
| Corriente absorbida | |
| de cables perfilados del AS-Interface | |
| sin alimentación externa de 24 V / máxima | mA 100 |
| desde bus de fondo / máxima | mA 250 |
| Potencia activa disipada | W 2,9 |
| Tensión de aislamiento / valor asignado | V 500 |
| Función del producto / apto para AS-i Power24V | Sí |
| Propiedades del producto / apto para redundancia | No |
| Función del producto / gestión basada en web | No |
| Función del producto / diagnóstico por e-mail | No |
| Función del producto / separación galvánica | Sí |

Tabla 7. (continúa) Características módulo comunicación 1243-2 (AS-I V3.0)

| | |
|--|---|
| como visualización de estado LEDs | AS-i, PF, CM, CER, DIAG |
| Tipo de configuración / del AS-Interface | Con STEP 7, interfaz de comandos |
| Comunicación: | |
| Versión / de la especificación de AS-Interface | V 3.0 |
| Perfil de maestro AS-Interface / soportado | M4 (conforme a la especificación de AS-Interface V 3.0) |
| Forma de transmisión de datos | Bus posterior del S7-1200 |
| Número de módulos / por CPU / máximo | 1 |
| como AS-Interface | 1 |

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

Dimensiones

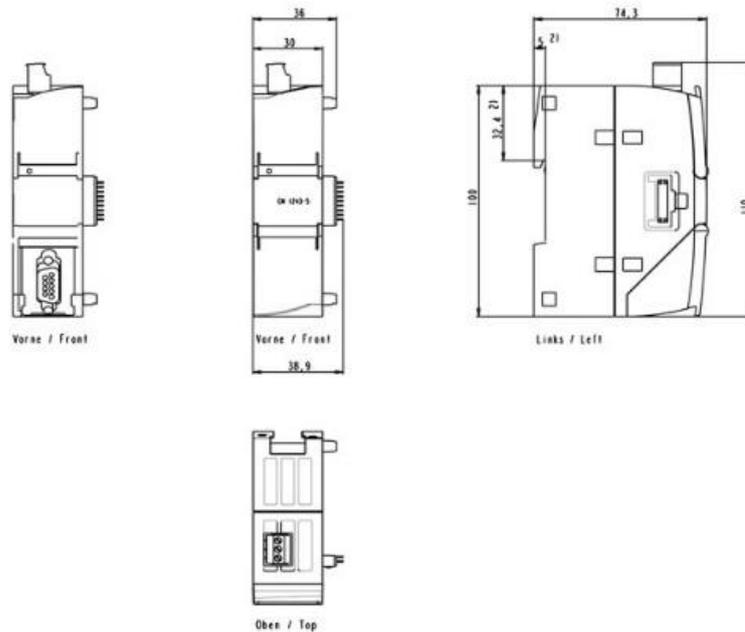


Figura 20. Dimensiones módulo CM 1243-2

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

Tabla 3. Características

| Construcción mecánica: | | |
|-------------------------------|--|-----|
| Anchura | mm | 30 |
| Altura | mm | 100 |
| Profundidad | mm | 75 |
| Tipo de fijación | fijación por abroche a perfil DIN de 35 mm | |
| Formato de módulos | Diseño mecánico S7-1200 | |

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

3.5.2 Fuente de alimentación AS-i 3RX9501-0BA00. Características

Las fuentes de alimentación ASI tienen las siguientes características fundamentales:



Figura 21. Fuente de poder AS-interface

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

As-i power 3A 120v/230vac ip20, fuente de alimentación. AS-interface, in: 120v/230v ac, out: AS-i, 3a (30v dc), ip20, con detección de defectos a tierra integrado., detector de sobrecarga integrado., con desacoplamiento de datos AS-i. (SIEMENS AG, 2009)

Dimensiones

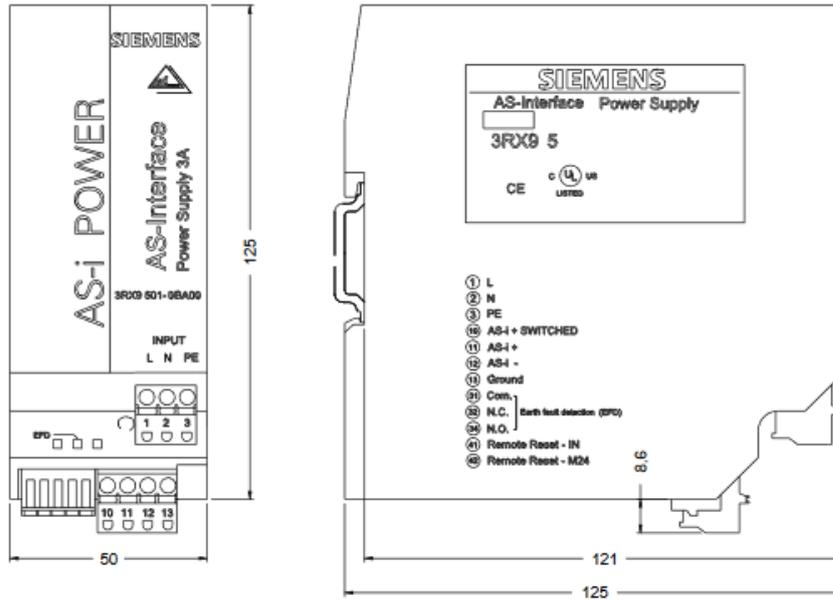


Figura 22. Dimensiones fuentes de alimentación AS-i

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

Esquemas

The AS-Interface advantage

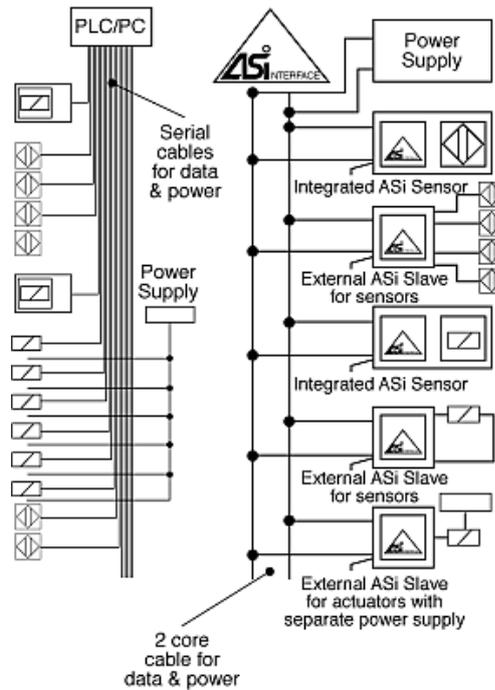


Figura 23. Esquemas fuentes de alimentación AS-i

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

Tabla 4. Características fuentes de alimentación AS-i 3RX9501-0BA00

| | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Tensión de Línea | 120 V ac, 230 V ac |
| Corriente de Salida | 3A |
| Longitud: | 125mm |
| Profundidad | 125mm |
| Para Usar con | Unidad de fuente de alimentación AS-I |
| Dimensiones del Cuerpo | 125 x 50 x 125 mm |
| Serie del Fabricante | 3RX950 |

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

3.5.3 *Esclavos AS-i 6XV1822-5BE30.* Los interfaces ASI 6XV1822-5BE30 permiten conectar los sensores y actuadores tradicionales y concretamente los detectores de proximidad y fotoeléctricos y los interruptores de posición en el sistema de cableado AS-Interface se montan directamente en la máquina, lo más cerca posible de los sensores y los actuadores, gracias a su índice de protección IP 67. (SIEMENS AG, 2009)



Figura 24. Conector para esclavos AS-i

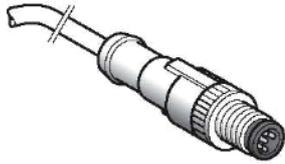
Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

Los sensores y actuadores se conectan al interface mediante conectores de tipo M12. Según el modelo, la línea AS-Interface así como la eventual alimentación auxiliar se conectan según uno de los nodos como en la figura 41.

Características:

Los interfaces ASI 6XV1822-5BE30 tienen las siguientes características fundamentales:

Tabla 5. Características esclavos ASI 6XV1822-5BE30



| Main | |
|------------------------------------|--|
| Accessory / separate part category | Cabling accessories |
| Accessory / separate part type | Pre-wired connectors |
| Series name | General purpose |
| Electrical connection | Straight male connector M12, 5 pins (included earth pin) |
| Collar material | Metal |
| Status LED | Without |
| Cable length | 0.5 m |

| Complementary | |
|--------------------------------|---|
| Cable connector fixing | Screw-on |
| Cable outer diameter | 5.9 mm |
| Cable composition | 1 x 0.5 mm ² 4 x 0.34 mm ² |
| Wire insulation material | PUR |
| [Ue] rated operational voltage | 30 V AC 36 V DC |
| [In] rated current | 4 A |
| Contact resistance | <= 5000 µOhm |
| Insulating resistance | >= 1 GΩ |
| Product weight | 0.04 kg |

| Environment | |
|---------------------------------------|----------------------|
| IP degree of protection | IP67 |
| Ambient air temperature for operation | -40...80 °C (static) |

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

3.5.3.1 *Esclavos 3RK2400-1HQ00-0AA3*. Los esclavos contienen la electrónica de AS-Interface y permiten conectar sensores y actuadores en el nivel de campo y en el armario eléctrico. En total es posible conectar hasta 62 esclavos en un bus. Los esclavos intercambian datos cíclicamente con un módulo de control (maestro). (SIEMENS AG, 2009)

Descripción

- Grado de protección IP65/IP67, también disponible IP68/IP69K
- Dimensiones muy reducidas, anchura de montaje a partir de 20 mm
- Módulos con certificación ATEX para zona EX 22 disponibles
- Conectores hembra M8/M12

- Hasta 8 entradas y 4 salidas
- Establecimiento de contacto protegido contra inversión de la polaridad
- Posibilidad de montaje en perfil normalizado y en pared
- Montaje rápido del módulo sobre la placa base con un solo tornillo
- LED de diagnóstico
- Acoplador de datos AS-i/AS-i con diseño K60 disponible



Figura 25. Descripción esclavos ASI 3RK2400-1HQ00-0AA3

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

3.5.4 *Direccionador AS-i 3RK1904-2AB02*. Consola de ajuste y diagnóstico de módulos AS- i para el direccionamiento de los interfaces AS-Interface funcionamiento por pilas LR6. (SIEMENS AG, 2009)

- 1) Interfaz de infrarrojos,
- 2) Display principal,

- 3) Campo de direcciones: visualización de las direcciones asignadas,
- 4) Tecla de entrada,
- 5) Tecla "Sup.",
- 6) Tecla "Inf.",
- 7) Reposición/ Escape,
- 8) Selector giratorio de funciones,
- 9) Terminales de conexión al sistema AS-i.

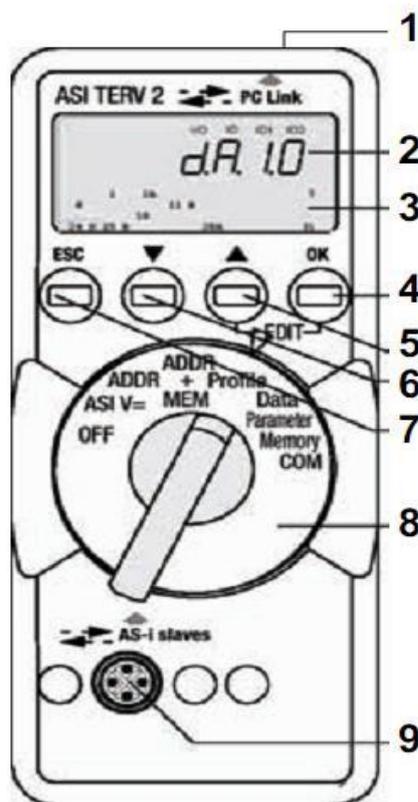


Figura 26. Direccionador AS-i 3RK1904-2AB02

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

Características

Tabla 6. Características Direccionador AS-i 3RK1904-2AB02

| | |
|--|--------------------------|
| Display | 25 mm LCD screen |
| Degree of protection | IP40 |
| AS-Interface voltage/current measurement | yes |
| Adresses to functions | yes |
| aces to functions | direct by selector swich |
| Compatibility | V1/V2 |

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

3.6 Descripción del software

3.6.1 *Tia portal V13.*

3.6.1.1 *TIA Portal.* TIA Portal es el innovador sistema de ingeniería que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Convence por su funcionalidad probada y por ofrecer un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento. (SIEMENS, 2017)

El TIA Portal incorpora las últimas versiones de Software de Ingeniería SIMATIC STEP 7, WinCC y Startdrive para la planificación, programación y diagnóstico de todos los controladores SIMATIC, pantallas de visualización y accionamientos SINAMICS de última generación. Está diseñado para ejecutarse en varios sistemas operativos Windows 2000/XP/Vista/7. (SIEMENS, 2017)

Descripción general de las comunicaciones:

3.6.1.2 *Ventajas de la V13*

- Team Engineering. Varias personas pueden trabajar simultáneamente sobre una misma tarea.

- Búsqueda automática de actualización de software.
- Consistente desarrollo de lenguajes de programación (LAD, FBD, STL, SCL y Graph).
- Carga de la configuración hardware y el programa de usuario incluyendo valores para servicios.
- PLCSim para S7-300 / S7-400 y ahora S7-1500.

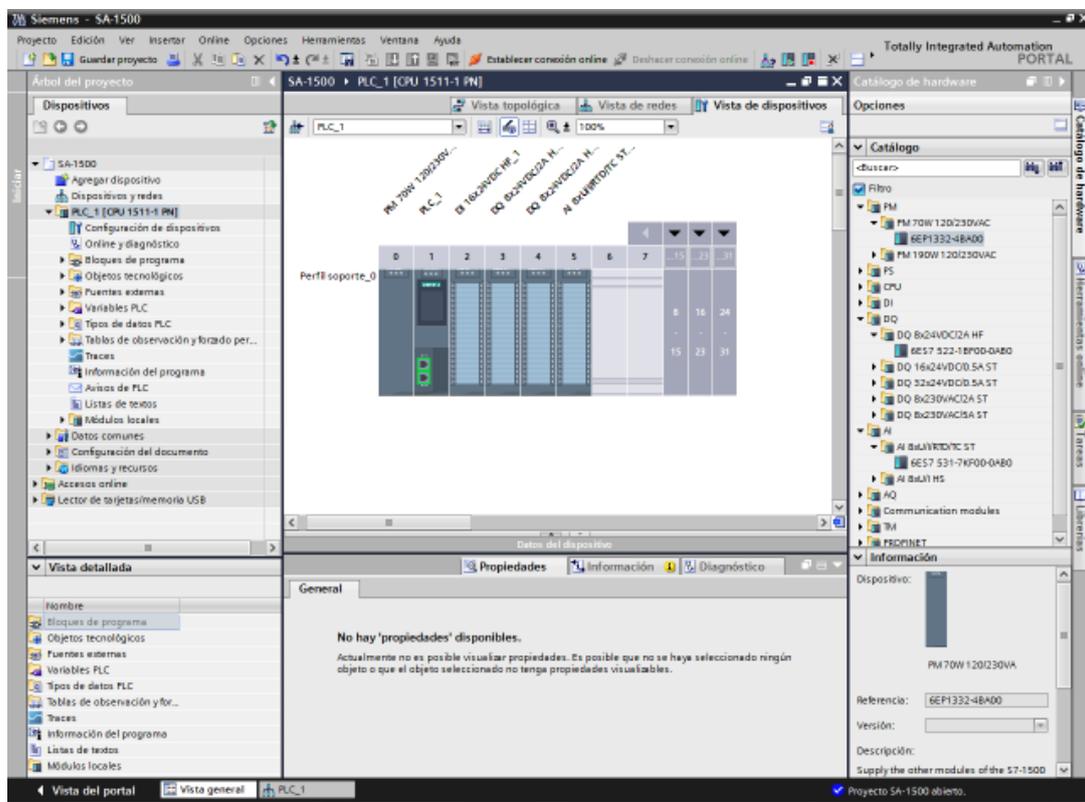


Figura 27. Plataforma Tia portal V13

Fuente: (SIEMENS, 2017)

Con SINAMICS Stardrive los accionamientos de SINAMICS G120 se integran de forma impecable en las soluciones de automatización de SIMATIC. Así son fáciles de parametrizar, de poner en marcha y de diagnosticar; esto supone un ahorro de tiempo, reduce los errores en la ingeniería y el esfuerzo en la capacitación. (SIEMENS, 2017)

3.6.1.3 *Caracterizado por:*

- Interacción perfecta entre PLC y accionamientos.
- Familiarización rápida gracias a un alto grado de facilidad de uso.
- Ingeniería de alta eficiencia por medio de una sola herramienta para la puesta en marcha de los accionamientos.

3.6.2 *Requerimientos del sistema*

3.6.2.1 *Requerimientos de hardware.* El PC debe cumplir estos requisitos de hardware mínimos para ejecutar el software de programación Tia portal V13

Tabla 7. Requisitos de hardware TIA PORTAL V13

| Hardware/software | Requisitos |
|-------------------|--|
| Equipo | SIMATIC FIELD PG M4 PREMIUM o superior (o PC comparable) |
| Procesador | Intel® Core™ i5-3320M 3,3 GHz o superior |
| RAM | 8 GB o más |
| Disco duro | 300 GB SSD |

Fuente: software de programación TIA PORTAL V13

3.6.2.2 *Requerimientos del software.* El software de programación TIA PORTAL V13 requiere de estos sistemas operativos de software:

Windows 7 (64 bits)

- Windows 7 Professional SP1
- Windows 7 Enterprise SP1

- Windows 7 Ultimate SP1

Windows 8.1 (64 bits)

- Windows 8.1
- Windows 8.1 Professional
- Windows 8.1 Enterprise

Windows Server (64 bits)

- Windows Server 2008 R2 StdE SP1 (instalación completa)
- Windows Server 2012 R2 StdE (instalación completa)

3.7 Montaje de la red AS-i

3.7.1 *Direccionamiento del esclavo.* El proceso a seguir será el siguiente:

Los esclavos que vienen en esta red AS-i de Siemens ya vienen predeterminados los elementos que se usaran como esclavos así tenemos al módulo 3RK2400-1HQ00-0AA3 con la dirección número 9 el pulsador de paro de emergencia con la dirección número 7 y el fin de carrera con el número 5 sin que esto quiera decir que no podremos reprogramarlo para esto procedemos de la siguiente manera, conectaremos la consola de direccionamiento directamente al esclavo mediante el cable que incorpora la consola. (SIEMENS, 2017)

- Colocar el selector de la consola en la posición “ADDR”.
- Accionar el pulsador. 
- En el display se visualiza la palabra “SEARCH”, que quiere decir que se encuentra en estado de búsqueda.

- Esperamos unos segundos y aparece en el display “SET x”, en donde “x” es la dirección actual del esclavo, ahora y con las teclas: ↓ ↑
- Elegimos la dirección que le queremos reasignar y una vez se visualice la nueva dirección confirmamos esta accionando el pulsador. ↵
- Por último y para verificar el cambio de la dirección visualiza “PROG” y a continuación “ADDRES x” en donde “x” es la nueva dirección que asignamos.



Figura 28. Ejemplo de direccionamiento de un esclavo AS-i57

Fuente: (SIEMENS, 2017)

3.7.2 *Conexión de la fuente de alimentación AS-i.* Para conectar la fuente de alimentación AS-i es como cualquier otra fuente de alimentación tiene dos bornes de entrada para la conexión en 110 VAC en nuestro caso y dos bornes de salida correspondiente a la del bus AS-i, que es de 24 V aproximadamente. (SIEMENS, 2017)

El cable amarillo del bus AS-i que corresponde a datos + alimentación parte de la fuente de alimentación AS-i, en donde ese cable compuesto de dos hilos, se conectará:

Hilo Marrón: Borne positivo (+)

Hilo Azul: Borne negativo (-)

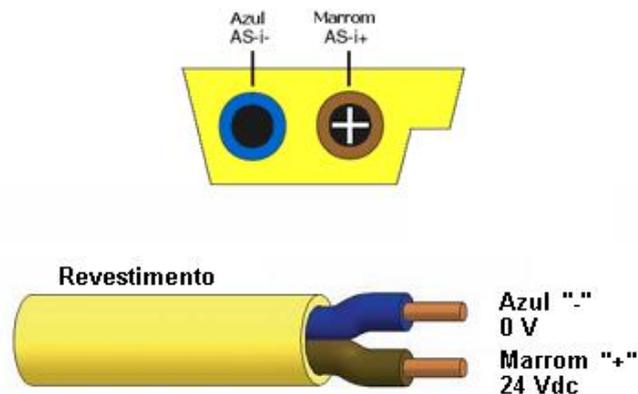


Figura 29. Sistema de cableado AS-interface

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

3.7.3 *Conexión de los esclavos.* La conexión a los esclavos el bus AS-i sera diferente dependiendo del tipo de esclavos con los que contemos para realizar la instalación.

Para este efecto se cuenta básicamente con dos tipos:

- Directa por el sistema vampiro.
- Mediante bornes de conexión.

Los módulos de conexión serie 3RK2400-1HQ00-0AA3, la botonera, el final de carrera, etc... Se pueden realizar su conexión al bus mediante el sistema vampiro.

Mientras que otros modelos Slimline, módulo contador, monitor de seguridad y otros, su conexión pasa a ser mediante bornes. (SIEMENS AG, 2009)

3.7.3.1 *Conexión directa por el sistema vampiro.* Este modo de conexión de las líneas AS-Interface y de la alimentación auxiliar permite llevar a cabo un montaje sencillo y rápido, sin accesorios de conexión, así como limitar las longitudes del cable AS-Interface. (SIEMENS AG, 2009)



Figura 30. Ejemplo de conexión en módulo de 4 vías

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

3.7.3.2 *Conexión mediante bornes.* Libertad sin tablero eléctrico: tecnología modular E/S de AS-Interface Los módulos AS-Interface se ofrecen en las más diversas ejecuciones.

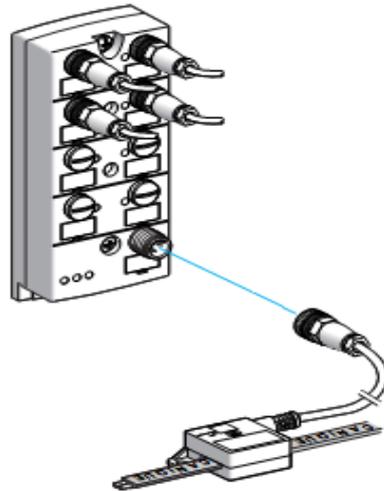


Figura 31. Conexión remota con ayuda de derivación.60

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

Por lo general alcanzan grados de protección muy altos –hasta IP69K– y son idóneos para un montaje en campo sin necesidad de tablero. Los LED de indicación de estado y diagnóstico de señales en los módulos facilitan y aceleran la puesta en marcha. (SIEMENS AG, 2009)



Figura 32. Conexión del vampiro

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

3.7.4 Configuración de una red AS-Interface, con el software TIA PORTAL V13.

3.7.4.1 Selección del Maestro AS-i. En software de TIA PORTAL V13 se selecciona crear un nuevo proyecto y se elige el módulo CM1234-2 que corresponde a la red AS-i, y se conecta direccionándolo al PLC 1200 y se definir la configuración real del equipo. Una vez que haya aparecido en la pantalla, está listo para poder ir al diagrama de bloques y direccionar a los sensores y actuadores. (SIEMENS AG, 2009)

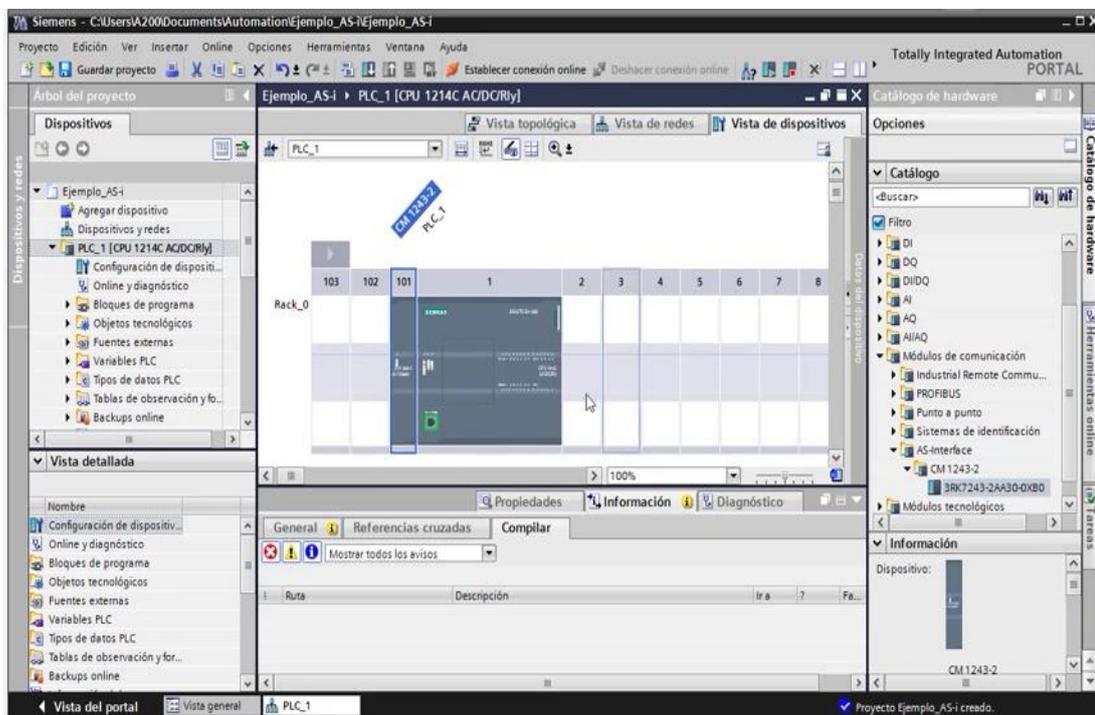


Figura 33. Selección del Maestro AS-i CM 1243-2

Fuente: CALDERÓN F, ROMÁN D.

3.7.4.2 *Configuración de los esclavos AS-i.* En la configuración AS-i se insertar los diferentes esclavos que se van a colocar en la red. Para la configuración de cada esclavo seleccionar, el número que tiene ese esclavo, una vez seleccionado, definiremos el tipo de esclavo, seleccionándolo en el Catálogo de esclavos AS-i.

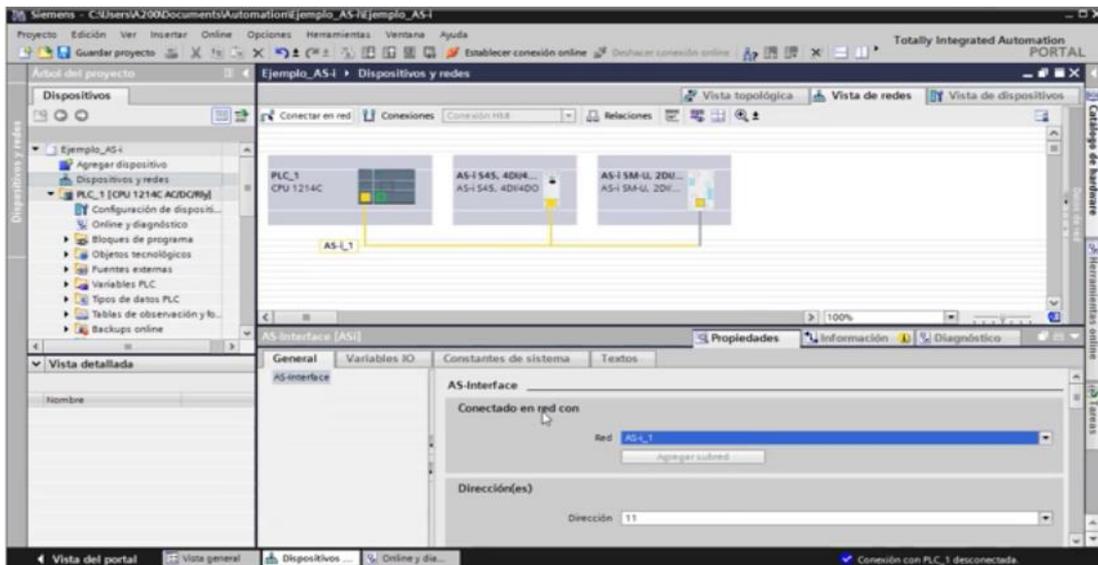


Figura 34. Seleccionamiento de esclavos

Fuente: CALDERÓN F, ROMÁN D.

3.7.4.3 *Selección de la maqueta en donde vamos a probar nuestra red AS-i.* Para poner a prueba la red AS-i escogimos el módulo "Seleccionador de elementos" el cual escoge dos tipos de materiales uno de color y otro de metal, si el material que enviamos es de otro tipo el módulo lo desecha, escogimos este módulo porque es una simulación a escala de lo que pasa en la industria real. (Figura 52).

3.7.4.4 *Funcionamiento del módulo "Seleccionador de elementos".* Se coloca el elemento a seleccionar sobre la banda transportadora y se presiona el botón de inicio, la banda transportadora empieza a funcionar y dependiendo del tipo de elemento que se coloca sobre la banda transportadora escogerá a cuál de las bandejas ira el elemento colocado, para lograr este efecto hay distintos tipos de sensores, óptico, inductivo, capacitivo además de un par de actuadores que son los pistones para que el elemento enviado caiga en la bandeja corresponde y la que no sea de ninguna de los escogidos sea desechada.



Figura 35. Módulo "Seleccionador de elementos"

Fuente: CALDERÓN F, ROMÁN D.

Luego de hacer las instalaciones correspondientes a los sensores y actuadores se puede dar cuenta de la facilidad de instalación y el ahorro de espacio y cables. Para lograr este efecto se debe programar por medio del TIA PORTALV13 al PLC1200, así que el primer paso es dar las direcciones e identificaciones necesarias para que por medio de la interface se pueda controlar la red AS-i, las identificaciones son las siguientes:

Tabla 8. Símbolos y direcciones para los bloques de programa para la "Seleccionador de elementos"

| Símbolo | Dirección | Tipo |
|---------------------|-----------|------|
| "Banda" | %Q0.0 | Bool |
| "d11" | %Q0.1 | Bool |
| "cil 2" | %Q0.2 | Bool |
| "COLORA" | %I9.1 | Bool |
| "Desactiv banda op" | %M0.2 | Bool |
| "INDUCTIVO" | %I9.2 | Bool |
| "ini pantalla" | %M2.0 | Bool |
| "inicio" | %I0.2 | Bool |
| "mem color" | %M0.4 | Bool |
| "Mem Inductivo" | %M0.3 | Bool |
| "mem optico" | %M0.1 | Bool |
| "Optico" | %I9.0 | Bool |

Tabla 13. (continua) Símbolos y direcciones para los bloques de programa para la
 “Seleccionador de elementos”

| Símbolo | Dirección | Tipo |
|------------------|-----------|------|
| "paro pantalla" | %M2.1 | Bool |
| "paro" | %I7.0 | Bool |
| "salida cil 1" | %M0.5 | Bool |
| "salida cilin 2" | %M0.6 | Bool |
| "Tag_1" | %M0.0 | Bool |

Segmento 2: pieza blanco

| Símbolo | Dirección | Tipo |
|-----------------|-----------|------|
| "cil giratorio" | %Q0.4 | Bool |
| "mem optico" | %M0.1 | Bool |
| "Optico" | %I9.0 | Bool |
| "ventosa" | %Q0.5 | Bool |

Segmento 3: asi

| Símbolo | Dirección | Tipo |
|----------------|-----------|------|
| "cil vertical" | %Q0.3 | Bool |
| "vacuometro" | %I0.6 | Bool |

Segmento 4: contadores

| Símbolo | Dirección | Tipo |
|-------------------|-----------|------|
| "conteo color".CV | | Int |
| "conteo metal".CV | | Int |
| "salida cil 1" | %M0.5 | Bool |
| "salida cilin 2" | %M0.6 | Bool |
| "Tag_2" | %MW20 | Word |
| "Tag_3" | %I0.5 | Bool |

| Símbolo | Dirección | Tipo |
|--------------|-----------|------|
| "vacuometro" | %I0.6 | Bool |

Fuente: CALDERÓN F, ROMÁN D.

3.7.4.5 *Aplicación de las configuraciones.* Al terminar el programar las entradas y salidas del módulo del “Seleccionador de elementos” por medio de la red AS-i el módulo está listo para realizar la selección de los elementos

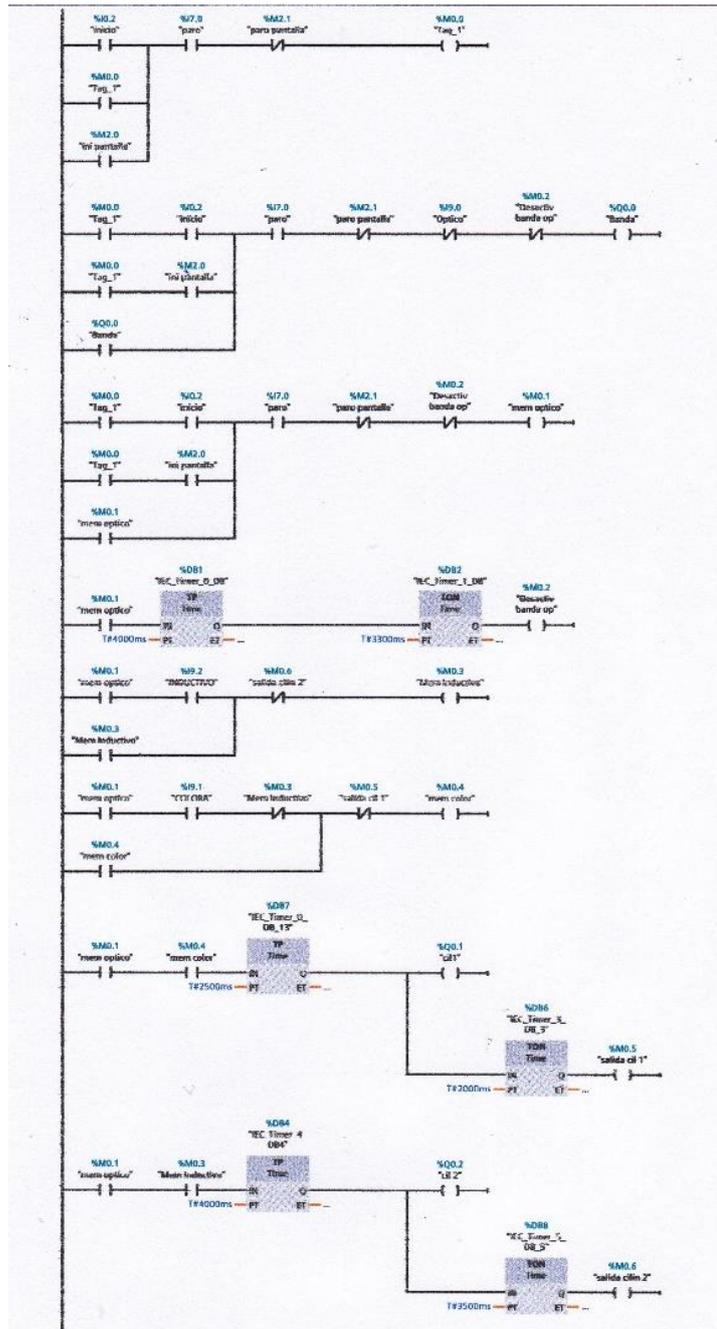


Figura 36. Aplicación de las configuraciones
Fuente: CALDERÓN F, ROMÁN D.

3.8 Resultados obtenidos

Comparación entre el Cableado Tradicional con la tecnología AS-i

El cableado tradicional de un PLC necesita una gran cantidad de cables, porque se requiere tantos cables como sensores o actuadores.



Figura 37. Cableado tradicional
Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

Al implementada la red AS-Interface es notable el cambio porque el PLC necesita únicamente la alimentación el Maestro AS-i se realiza el tendido del cable amarillo de transmisión de datos y alimentación a través de la fuente

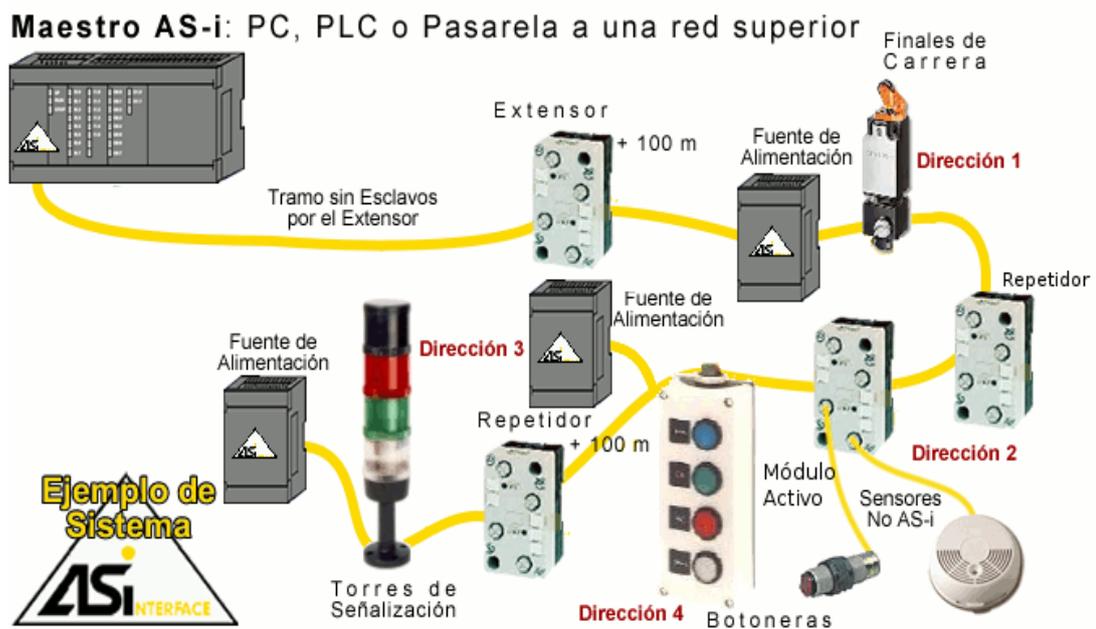


Figura 38. Red AS-i implementada
Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

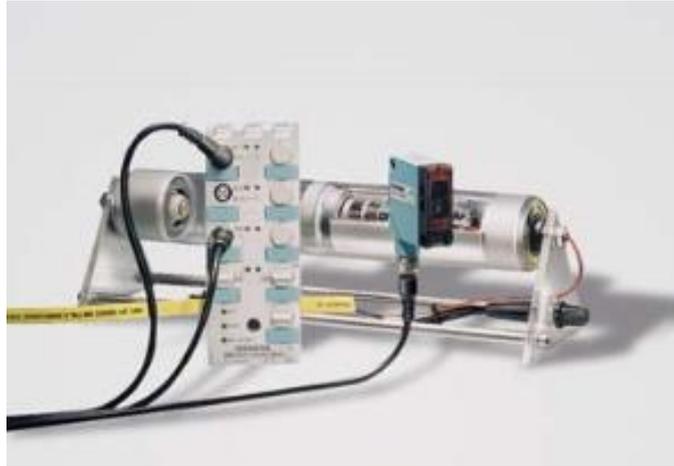


Figura 39. Funcionamiento del sistema de mezclado con la tecnología AS-i

Fuente: (SIEMENS AG, 2009)

Por todo lo expuesto anteriormente se demuestra que las comunicaciones se optimizan a nivel de campo entre los dispositivos del módulo de seleccionador de elementos porque la comunicación es más eficiente la velocidad del protocolo que utiliza y debido a que disminuye el costo del cable, borneras de conexión, tarjetas de expansión canaleta etc.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

La red industrial AS-i, es una tecnología capaz de brindar distintos tipos de estructura por ejemplo: punto a punto, árbol, estrella, etc. Sus características hacen que sea una red de comunicación muy eficiente gracias a que los elementos son de fácil conexión y su configuración muy sencilla debido a que el estándar AS-i nos brinda una gran cantidad de sensores y actuadores compatibles con la red.

Cada uno de los elementos necesarios para la implementación de la red AS-i han sido seleccionados y estudiados en base a sus características, costos, mantenimiento y eficiencia, logrando obtener al final, un sistema de comunicación bastante eficaz.

Para la programación del sistemas fue necesario establecer primero la conexión con el PLC y el reconocimiento de los esclavos conectados a él, a partir desde este punto fue necesario realizar una secuencia que permita cumplir con el objetivo principal partiendo de las E/S propias del sistema como son sensores y actuadores.

4.2 Recomendaciones

Analizar la estructura del bus de comunicación ya que a nivel físico la red puede adoptar cualquier tipo de topología; el número de esclavos a conectar y la longitud máxima de conexión entre los esclavos y el maestro AS-i, ya que si este segmento sobrepasa los 100m se deben utilizar repetidores que permita la unión entre diferentes segmentos.

Al realizar la conexión de la red es necesario verificar que los cables que se está conectando sean los indicados para cada entrada y salida, ya que en la programación están declarado los diferentes tipos de variables de cada sensor-actuador para su respectivo esclavo.

Constatar que los voltajes que se utilizan sean los adecuados ya que el riesgo de dañar algún equipo es muy alto si no se considera la corriente eléctrica con la que se esté trabajando.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGELTELL C.A.** *Servicios de mantenimiento y proyectos en electrónica*. [En línea]. Venezuela: AngelTell C.A, 2017. Disponible en: <http://angeltellca.com/proyectos.htm>.
- BARRAGÁN PIÑA, Antonio Javier.** *Ampliación de Automatización Industrial*. [En línea]. Chile, 2015. [consulta: junio del 2017]. Disponible en: http://www.eici.ucm.cl/Academicos/lpavesi/archivos/Apuntes/Apuntes%20ªrq.%20de%20Comp.%20I/Transparencias_Tema2_Jerarquizacion_de_las_Co_municaciones.pdf.
- BARRAGÁN PIÑA, Javier Antonio.** *Tutoría Virtual*. [En línea]. Chile: UHU, 2015.[consulta: junio del 2017]. Disponible en: <http://www.uhu.es/antonio.barragan/book/export/html/125>.
- CREUS SOLÉ, Antonio.** *Instrumentación Industrial*. México : Marcombo, 2010.
- GUERRERO, V, YUSTE, R y MARTINEZ, L. 2009.** *Comunicaciones Industriales*. 1° ed. Colonia del Valle : Alfaomega Grupo Editor S.A, 2009.
- IFM ELECTRONIC.** *Sistema de bus AS-interface*. Francia : Catálogo, 2009.
- LÓPEZ MARTINEZ, Alvaro.** *Actuator Sensor Interface Fieldbus*. [En línea] Buenos Aires, Argentina: Fieldbus. 2017[consulta: mayo del 2017]. Disponible en:<http://fieldbus.wikispaces.com/Actuator+Sensor+Interface>.
- MECATRON.** *Principios de automatización. Automatización*. [blog] 2008. Disponible en: <http://automatizacion2008.blogspot.com/>.
- MEDINA, Ramón.** "Controladores Programables PLC". *Redes de campo*. [En línea] Venezuela: 2012. [Consulta: junio del 2017]. Disponible en: <http://ramonmedina.name/files/universidad/plc/plc0005.pdf>.
- MENDIBURU DÍAZ, Henry Antonio.** *Instrumentación Virtual Industrial*. [En línea]. Perú: INDECOPI, 2006 [consulta: Julio de 2006]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/7288743/Instrumentacion-Virtual-Industrial>.
- NAVARRO, Chemo. 2010.** *Sistemas SCADA Y DCS*. [En línea] Mexico: 2010.[consulta: junio de 2017]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/89054521/Diferencia-de-Los-Sistemas-SCADA-y-DCS>.
- ROCKWELL AUTOMATION.** "Las 10 mejores recomendaciones para implementar EtherNet / IP en toda la planta", *El periódico*. [En línea] Wisconsin, USA: 2015. [consulta: mayo de 2017]. Disponible en: http://www.rockwellautomation.com/rockwellautomation_es/news/thejournal/exclusive/2011/march3.page.

RODRIGUEZ PENIN, Aquilino. *Comunicaciones Industriales - Guía Práctica.* México : Marcombo, 2008.

RODRÍGUEZ, A. *Sistemas SCADA.* 2º ed. Barcelona : Marcombo, 2007.

SACÓN CHANGO, Gustavo Javier & VILLALVA TAIPE, Daniel Fernando. *Diseño e implementación de un prototipo de red industrial basado en el estándar asi (actuador sensor interface) para el sistema de mezclado de líquidos..* [En línea] (Tesis) (Ingeniería) ESPOCH, Riobamba, 2013. [consulta: junio 2017]. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/2900/1/108T0063.pdf>.

SCHNEIDER. *Automatización Industrial.* [En línea] Francia: SCHNEIDER ELECTRICS, 2015. [consulta: junio de 2017]. Disponible en: <http://www2.schneider-electric.com/sites/corporate/en/customers/contractors/training/training.page>.

SIEMENS. "Control industrial". *Manual de producto.* Nürnberg, Alemania : SIEMENS AG, 2013.

SIEMENS. "Automatizacion y control industrial". *Manual del producto..* [En línea] Nürnberg, Alemania: 2009. [consulta: junio de 2017]. Disponible en: http://www.grupdap.es/ficheros/descrip-tecnicas/AS_Interfase_2009.pdf.

SIEMENS. "TIA PORTAL". *Manual del producto..* [En línea] Nürnberg, Alemania: 2017. [consulta: junio de 2017] Disponible en: http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/tia-portal/tia_portal/pages/tia-portal.aspx.

SIEMENS. "Automatizacion y control Industrial". *Siemens Automation Cooperates with Education. SCE.* [En línea] Nürnberg, Alemania: 2015. [consulta: junio de 2017]. Disponible en: https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/e_education/pages/default.aspx.

SMAR. 2017. Tutorial sobre la Tecnología AS-i. [En línea] España: SMAR. 2017. [consulta: junio de 2017]. Disponible en: [http://www.smar.com/espanol/asi.Tipos de modulación.](http://www.smar.com/espanol/asi.Tipos%20de%20modulacion) [En línea] <http://html.rincondelvago.com/tipos-de-modulacion.html>

DOMINGO, J. , *Comunicaciones en el entorno industrial.,* Aragón-España., Editorial UOC., 2003., pp., 77-182.

GUERRERO, V., *Comunicaciones Industriales.* Colonia Del Valle-México: Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2009., pp., 6-109.

KRIESEL, W. *ASInterface: The Actuator-Sensor-Interface for Automation.* 2º ed. Munich-Viena: 1999. pp., 7-126.

MACKAY, S. *Practical Industrial Data Networks: Design, Installation and Troubleshooting.* Londres, Inglaterra: EDITOR Elsevier, 2004, pp., 2-154.