



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO MONAGAS
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
SISTEMAS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL
SECCIÓN 01

Profesor
Douglas Rico

Estudiantes
Víctor Martínez C.I: 29.843.260
Islenis nosquemás C.I: nose
Gabrial Salazar C.I: nose

Contenidos

1. Definición de Arquitectura de Sistemas de Control Multinivel y su estructura.
2. Características Generales: variables de entrada, variables de salida, lazos de control, acoplamiento, descomposición en lazos de control, utilización de herramientas de hardware y software.
3. Sistemas de Comunicación para los procesos de control centralizado.
4. Ventajas y desventajas de Arquitectura de Sistemas de Control Multinivel.
5. Caso de estudio.

Introducción

La Arquitectura de Sistemas de Control Multinivel representa un pilar fundamental en la ingeniería de sistemas moderna, especialmente en entornos industriales complejos como las fábricas de aviones. Este informe inicia con una exploración detallada de la arquitectura multinivel, desglosando su estructura jerárquica y cómo esta facilita una supervisión y control efectivos a través de distintas capas operativas.

Profundizaremos en las características generales de estos sistemas, tales como las variables de entrada y salida, los lazos de control que mantienen la estabilidad del sistema, el acoplamiento entre procesos, la descomposición en lazos de control para una gestión simplificada, y la utilización de herramientas de hardware y software avanzadas que promueven la integración y automatización.

Abordaremos los Sistemas de Comunicación esenciales para el control centralizado, resaltando cómo las tecnologías de comunicación actuales mejoran la eficiencia y fiabilidad en la transmisión de datos. Evaluaremos las ventajas y desventajas de implementar una Arquitectura de Sistemas de Control Multinivel, considerando los beneficios operativos y los retos técnicos y económicos asociados. Para ilustrar la aplicación práctica de estos conceptos, presentaremos un caso de estudio en el contexto de una fábrica de aviones, proporcionando una perspectiva valiosa sobre la teoría y práctica de la arquitectura multinivel en un entorno industrial real.

Este informe busca ser una guía comprensiva para aquellos profesionales y académicos interesados en la optimización de sistemas de control complejos y la adopción de tecnologías avanzadas en la industria aeroespacial.

1. Definición de Arquitectura de Sistemas de Control Multinivel y su estructura

La Arquitectura de Sistemas de Control Multinivel se define como la organización fundamental de un sistema, que incluye sus componentes, las relaciones entre sí y el ambiente, y los principios que gobiernan su diseño y evolución. Su estudio nos permite saber cómo organizamos y estructuramos un sistema complejo que abarca diferentes niveles de control, para que funcionen de manera eficiente y segura.

Un ejemplo del concepto de arquitectura de Sistemas de Control Multinivel, puede ser una torre bien organizada, donde cada piso tiene su función y se comunica con los demás para lograr un funcionamiento eficiente y seguro:

- **Planta Baja (Nivel Local):**
 - En la planta baja, tenemos sensores y actuadores. Estos son como los “detectives” del sistema. Los sensores recopilan información (como temperatura, presión o velocidad), y los actuadores realizan acciones (como encender o apagar una máquina).
 - Imagina que los sensores miden la humedad del suelo en un invernadero. Si está demasiado seco, los actuadores pueden activar el riego.
- **Primer Piso (Nivel Intermedio):**
 - Aquí encontramos el controlador. Es como el “cerebro” del sistema. Procesa la información de los sensores y toma decisiones.
 - Siguiendo con el ejemplo del invernadero, el controlador decide cuánto tiempo debe durar el riego según la humedad medida.
- **Segundo Piso (Nivel Central):**
 - En este nivel, está la supervisión y la estrategia. Es como el “gerente” del sistema. Observa todo y planifica a largo plazo.
 - Volviendo al invernadero, el nivel central decide si es necesario cambiar el tipo de cultivo o ajustar la programación de riego para toda la temporada.
- **Comunicación entre Pisos:**
 - Los niveles se comunican constantemente. El controlador informa al nivel central sobre las condiciones del invernadero, y el nivel central envía estrategias y ajustes.
 - Es como si los “empleados” de cada piso tuvieran reuniones para coordinar su trabajo.
- **Funcionamiento Armonioso:**
 - Cuando todos los niveles trabajan juntos, el sistema funciona sin problemas. La planta crece bien, se evita el exceso de riego y se optimiza la producción.
 - Si algo falla en un piso (por ejemplo, un sensor defectuoso), los otros niveles compensan para mantener el equilibrio.

En este ejemplo extendido, lo importante es que la arquitectura multinivel de sistemas de control nos permite un funcionamiento eficiente y seguro.

Desde un punto de vista informático, esta arquitectura se aplica a una disposición de componentes o software en la que las diferentes funciones necesarias para completar una operación se segmentan en divisiones físicas o lógicas separadas.

En términos más específicos, la arquitectura multinivel se caracteriza por: Jerarquía de Niveles, Comunicación entre Niveles, Distribución de Tareas, Flexibilidad y Adaptabilidad, Redundancia y Resiliencia:

- **Jerarquía de Niveles:** Los sistemas multinivel tienen una jerarquía clara de niveles de control, desde el nivel más bajo (sensores y actuadores) hasta el nivel más alto (supervisión y toma de decisiones).
- **Comunicación entre Niveles:** Los diferentes niveles se comunican entre sí para intercambiar información relevante. Por ejemplo, los datos recopilados por sensores se transmiten al nivel de control superior para su procesamiento y toma de decisiones.
- **Distribución de Tareas:** Cada nivel tiene tareas específicas asignadas. Por ejemplo, el nivel local se ocupa de la regulación inmediata del proceso, mientras que el nivel central se enfoca en la planificación y estrategia a largo plazo.

- **Flexibilidad y Adaptabilidad:** La arquitectura multinivel permite adaptarse a cambios en el entorno o en los objetivos del sistema. Puede reconfigurarse para abordar nuevas necesidades o situaciones.
- **Redundancia y Resiliencia:** Al tener múltiples niveles, el sistema puede mantenerse operativo incluso si uno de los niveles falla.

2. **Características Generales: variables de entrada, variables de salida, lazos de control, acoplamiento, descomposición en lazos de control, utilización de herramientas de hardware y software.**

Variables de Entrada: Son las señales o datos que ingresan al sistema desde el entorno. Por ejemplo, en un sistema de climatización, la temperatura exterior y la humedad son variables de entrada. Estas variables afectan cómo el sistema opera y toma decisiones.

Variables de Salida: Representan las respuestas o resultados del sistema. Por ejemplo, en un robot de ensamblaje, la posición final de una pieza ensamblada es una variable de salida. Estas variables reflejan el estado o el logro del objetivo del sistema.

Lazos de Control (o también retroalimentación): Son circuitos o caminos que conectan las variables de entrada y salida. Estos lazos permiten que el sistema ajuste su comportamiento en función de la retroalimentación, es decir, los lazos de control permiten que el sistema se autorregule según lo que está sucediendo por la retroalimentación.

Por ejemplo, en un termostato, La temperatura ambiente es la entrada. El termostato “lee” esta información. El termostato compara la temperatura actual con la temperatura deseada (la que tú configuras). Si hace demasiado calor, el termostato envía una señal. La salida es la acción del termostato: encender o apagar el aire acondicionado o la calefacción. Si está muy frío, el termostato enciende la calefacción para calentar la habitación. Y aquí está la magia: el termostato sigue “leyendo” la temperatura. Si la habitación se calienta demasiado, apaga la calefacción. Si se enfría, la enciende nuevamente. Así, el sistema se autorregula para mantener la temperatura deseada.

Acoplamiento: Se refiere a la interconexión y dependencias entre diferentes subsistemas. Un ejemplo de acoplamiento es cuando la temperatura y la presión dentro de un reactor químico se afectan mutuamente; ajustar uno puede requerir cambios en el otro para mantener el sistema estable.

Descomposición en lazos de control: Consiste en dividir un sistema complejo en unidades más pequeñas y manejables que pueden ser controladas de manera independiente. Un ejemplo sería una planta de tratamiento de aguas residuales, donde se descompone el proceso en varias etapas como sedimentación, filtración y desinfección, cada una con su propio lazo de control.

Utilización de herramientas de hardware y software: Se refiere a las tecnologías que empleamos para implementar el sistema. Esto incluye sensores, actuadores, microcontroladores, software de control, etc. En un sistema multinivel, elegimos herramientas adecuadas para cada nivel según sus requerimientos. Un ejemplo sería Si estuviéramos diseñando un sistema de riego automático para un jardín y quisiéramos que el sistema ajuste la cantidad de agua según la humedad del suelo tendríamos entonces:

- **Sensores (Hardware):**
 - Instalamos sensores de humedad del suelo en diferentes áreas del jardín.

- Estos sensores miden la humedad y envían datos al sistema.
- Actuadores (Hardware):
 - Colocamos válvulas de riego conectadas a las mangueras de agua.
 - Cuando el sistema detecta que el suelo está seco (según los datos de los sensores), activa las válvulas para regar.
- Microcontroladores (Software + Hardware):
 - Utilizamos microcontroladores (como Arduino o Raspberry Pi) como el “cerebro” del sistema.
 - Programamos el microcontrolador para leer los datos de los sensores y controlar las válvulas de riego.
- Software de Control (Software):
 - Desarrollamos un programa que toma decisiones basadas en la información de los sensores.
 - Si la humedad es baja, el software ordena abrir las válvulas; si es alta, las cierra.
- Comunicación entre Niveles:
 - Los sensores envían datos al microcontrolador.
 - El microcontrolador se comunica con el software de control para tomar decisiones.

3. Sistemas de Comunicación para los procesos de control centralizado

Primeramente, debemos entender que los procesos de control centralizado se refieren a cómo organizamos y gestionamos las operaciones en un sistema donde las decisiones y el control se concentran en un solo lugar. En la práctica, es como dirigir una orquesta desde un solo podio: eficiente, pero con desafíos. Un ejemplo sería imaginar que eres el director de una universidad: Puedes tomar decisiones rápidas y uniformes para toda la universidad y las políticas y procedimientos son consistentes en todos los departamentos, pero puede volverse lento y pesado (burocracia) debido a la concentración de poder. Además, si el líder central falla, todo el sistema puede verse afectado.

Los sistemas de comunicación para los procesos de control centralizado se refieren a los sistemas, tecnologías y redes diseñadas para transferir datos entre dispositivos involucrados en el control de sistemas desde un punto central. Estos sistemas facilitan no solo el funcionamiento correcto, sino también la supervisión y el control eficiente de procesos en áreas como la industria, la administración y la automatización. Son como los “cables” que conectan todos los dispositivos en una planta de producción, permitiendo una operación armoniosa y coordinada.

Un ejemplo puede ser una planta de producción de automóviles con sensores que monitorean la posición de las piezas, la temperatura de las máquinas y la calidad de la pintura. Los actuadores, que son robots, ensamblan las partes del automóvil. Un sistema de control central recopila datos de los sensores y toma decisiones. Si un sensor detecta una pieza mal ensamblada, el sistema detiene la línea automáticamente. Para ello, utilizamos redes Ethernet o buses de campo (que es un tipo de red donde la información individual de cada dispositivo viaja y comparte a través de una misma línea central) para conectar todos los componentes. El sistema supervisa la producción en tiempo real y ajusta las velocidades de los robots o redirige las piezas si hay un cuello de botella.

4. Ventajas y desventajas de Arquitectura de Sistemas de Control Multinivel

La arquitectura de sistemas de control multinivel ofrece flexibilidad y eficiencia, pero también requiere una planificación cuidadosa y una gestión rigurosa, mayor tiempo de planificación y costos. En una tabla comparativa:

Aspecto	Ventaja	Desventaja	Ejemplo
Modularidad	Facilita el mantenimiento y actualizaciones.	Complejidad en la implementación inicial.	En un sistema de gestión de tráfico, se pueden actualizar módulos de sensores sin afectar la analítica de datos, pero la configuración inicial de los módulos es compleja.
Escalabilidad	Permite añadir o modificar niveles fácilmente.	Planificación cuidadosa para evitar cuellos de botella.	Una red social puede escalar añadiendo servidores para la capa de datos, pero si no se planifica bien, puede haber retrasos en la carga de contenido.
Desarrollo Concurrente	Desarrollo independiente de cada nivel.	Coordinación entre niveles puede ser desafiante.	En un sistema ERP, se pueden desarrollar módulos de finanzas y recursos humanos en paralelo, pero integrarlos puede ser difícil.
Independencia	Cada nivel puede operar y actualizarse de forma independiente.	Riesgo de inconsistencia de datos entre niveles.	En un sistema de reservas de vuelo, se puede mejorar la interfaz de usuario sin alterar la base de datos, pero se debe asegurar la compatibilidad de datos.
Tolerancia a Fallos	Un fallo en un nivel no compromete el sistema completo.	Complejidad en la gestión de errores y redundancia.	En una plataforma de comercio electrónico, un fallo en el sistema de pago no afecta la navegación del sitio, pero requiere un sistema de respaldo complejo.

5. Caso de Estudio: Implementación de IIoT en una Fábrica de Aviones

Una fábrica de aviones líder en la industria decide implementar el Internet Industrial de las Cosas (IIoT) para mejorar la eficiencia operativa, toma de decisiones automatizada y la calidad de su producción en general. La IIoT es la red de dispositivos conectados que comunican datos en industrias para automatización y eficiencia operativa. Por lo tanto, es la infraestructura necesaria para conectar dispositivos y sensores en múltiples niveles de un sistema de control, permitiendo una comunicación y análisis de datos en tiempo real.

1. Definición y Estructura

- La arquitectura multinivel se compone de varios niveles de control, desde sensores y actuadores hasta sistemas de gestión empresarial.
- La estructura está diseñada para integrar la complejidad de la fabricación de aviones, que incluye miles de componentes y sistemas críticos.

2. Características Generales

- Variables de Entrada: Datos de sensores de precisión que miden desde la tensión de los materiales hasta la alineación de las piezas.
- Variables de Salida: Ajustes en maquinaria de alta precisión y robots de ensamblaje.
- Lazos de Control: Sistemas automatizados que aseguran la precisión en cada etapa del ensamblaje.
- Acoplamiento: Interconexión entre los sistemas de control de diferentes partes del avión.
- Descomposición en Lazos de Control: División del control de la fabricación en sistemas especializados por secciones del avión.
- Herramientas de Hardware y Software: Uso de sistemas avanzados como PLCs, DCS, y software de simulación y modelado.

3. Sistemas de Comunicación

- Se establecen redes de comunicación robustas y seguras para coordinar la compleja fabricación de aviones.

4. Ventajas y Desventajas

- Ventajas: Mayor precisión en la fabricación, reducción de errores, y capacidad de adaptación a diseños personalizados.
- Desventajas: Alta inversión inicial y necesidad de mantenimiento constante de sistemas avanzados.

5. Implementación

- Instalación de sensores y actuadores de última generación en puntos críticos de la línea de ensamblaje.
- Integración de sistemas de control local con sistemas de gestión y análisis de datos a nivel empresarial.

6. Resultados

- La producción se vuelve más eficiente y se reduce el tiempo de ensamblaje.
- Se logra una mejora significativa en la calidad y la seguridad de los aviones producidos.

Conclusión

La arquitectura de sistemas de control multinivel gestiona procesos complejos con eficiencia. Sus ventajas incluyen modularidad y flexibilidad, mientras que las desventajas residen en su complejidad y riesgo de fallos en cadena. El caso de estudio demuestra que, pese a los desafíos, los beneficios de implementar esta arquitectura son significativos, mejorando la operatividad y calidad del producto final.

Referencias bibliográficas

1. AcademiaLab. (n.d.). Arquitectura multinivel. Recuperado de <https://academia-lab.com/enciclopedia/arquitectura-multinivel/>
2. CursosAula21. (n.d.). Qué es un Bus de Campo y para qué sirve. Recuperado de <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-bus-de-campo/>
3. Sicma21. (2021, abril 22). Redes de Comunicación Industrial: todo lo que necesitas saber. Recuperado de <https://www.sicma21.com/que-son-las-redes-de-comunicacion-industrial/>
4. Venco Electrónica. (2023, octubre 5). Comunicaciones industriales: una guía completa de aplicaciones y usos. Recuperado de <https://www.vencoel.com/comunicaciones-industriales-una-guia-completa-de-aplicaciones-y-usos/>
5. Revista Virtual Pro. (2021, octubre 13). Control de sistemas: ejemplos y aplicaciones. Recuperado de <https://www.virtualpro.co/noticias/control-de-sistemas-ejemplos-y-aplicaciones>