

ARQUITECTURA Y CONECTIVIDAD

Profesor: Jorge Morales

Alumno: Nicolas Barrionuevo

Módulo II: Arquitectura en Redes IoT

Trabajo Práctico N°5

6) ¿Qué es un protocolo CANopen?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique

Protocolo CANopen

CANopen es un protocolo de comunicación basado en el bus de campo **CAN** (Controller Area Network), diseñado específicamente para sistemas de automatización industrial, como máquinas, vehículos y dispositivos embebidos.

Fue desarrollado por la organización **CiA** (CAN in Automation) en los años 90, para permitir la comunicación entre diferentes dispositivos inteligentes de una manera flexible, estandarizada y eficiente.



¿Para qué se usa CANopen?

Se utiliza para facilitar la comunicación y coordinación entre múltiples dispositivos en un sistema distribuido. Cada dispositivo conectado a la red CANopen puede ser un nodo inteligente capaz de intercambiar información de control, estado y configuración en tiempo real.

Aplicaciones típicas:

- Control de motores eléctricos.
- Automatización de fábricas y plantas industriales.
- Equipos médicos (por ejemplo, máquinas de rayos X).
- Vehículos especiales (grúas, autobuses, maquinaria agrícola).
- Robots industriales.

Características principales de CANopen

- **Comunicación en tiempo real:** muy adecuada para sistemas que requieren alta sincronización.
- **Arquitectura flexible:** permite agregar o quitar nodos fácilmente.
- **Estándares de perfil:** define perfiles para diferentes tipos de dispositivos (por ejemplo, perfil de motor, perfil de sensor).
- **Eficiencia:** bajo consumo de ancho de banda, ideal para sistemas embebidos.
- **Basado en objetos:** la comunicación se organiza mediante un *Object Dictionary* (Diccionario de Objetos) donde se describen todos los parámetros del dispositivo.

Ejemplo de uso

En una línea de producción automatizada, un sistema CANopen puede controlar varios motores, sensores de temperatura y válvulas neumáticas:

- Los motores reciben comandos de velocidad o posición desde el controlador principal.
- Los sensores de temperatura informan continuamente el estado del entorno.
- El sistema coordina todos los nodos para sincronizar los movimientos de la maquinaria en tiempo real.

Así, mediante el protocolo CANopen, todos los componentes trabajan coordinadamente como si fueran un único sistema inteligente.

Un vistazo más de cerca a la gama de protocolos de CANopen

- **Protocolo DOP:** Utiliza objetos de datos de proceso para el control y el estado de alta prioridad transmisión, transmisión de datos en tiempo real entre dispositivos.
- **Protocolo SDO:** Los objetos de datos de servicio permiten el acceso y la modificación de CANopen Entradas del diccionario de objetos.
- **Protocolo NMT:** Administración de red utilizada para controlar los estados de los dispositivos, como estados de inicialización, operativos y detenidos.
- **Protocolos de control de errores:** Supervise el estado de la red CANopen, incluidos los latidos Protocolo para comprobaciones de estado 'activo'.
- **Protocolo SYNC:** Facilita las actividades de red sincrónicas.

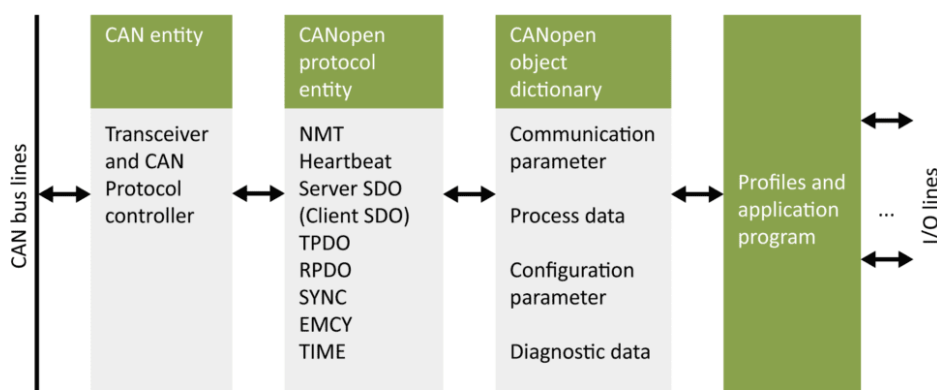
- Protocolo de marca de tiempo (TIME): Ajusta el tiempo de la red y sincroniza los dispositivos.
- Protocolo de Emergencia (EMCY): Notifica a la red los errores internos del dispositivo.
- Protocolo de protección: Comprueba regularmente el estado de los nodos para garantizar que la red integridad.
- Servicios de configuración de capas (LSS): Permite la configuración del ID de nodo y la consulta de Propiedades del dispositivo.
- Protocolo Flying Master: Permite la selección dinámica de maestros para la flexibilidad de la red.
- Protocolo de seguridad CANopen: Mejora la seguridad de la red a través de la comprobación de errores adicional Medidas.

Características y ventajas clave Características y ventajas clave de CANopen

1. Escalabilidad y flexibilidad: Una de las principales fortalezas de CANopen reside en su escalabilidad, que se adapta a redes de distintos tamaños y complejidades.

Su estructura modular permite una fácil integración y expansión de nodos adicionales, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que van desde máquinas simples hasta sistemas automotrices complejos.

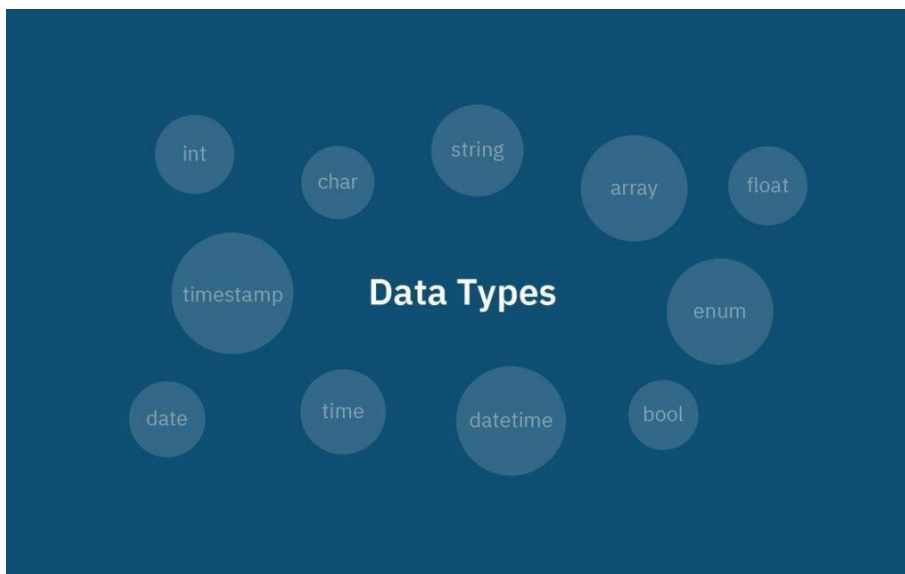
2. Perfiles de dispositivos y diccionario de objetos: CANopen ofrece una amplia gama de perfiles de dispositivos estandarizados, conocidos como perfiles de dispositivos (DP), que se adaptan a diversas funciones como motores, sensores, actuadores y más. Estos DP garantizan una interoperabilidad perfecta entre diferentes componentes, lo que contribuye a la eficiencia general de los vehículos eléctricos ligeros.



3. Comunicación en tiempo real: En el contexto de los vehículos eléctricos ligeros, la comunicación en tiempo real es de suma importancia para garantizar respuestas rápidas y precisas entre los distintos componentes del vehículo. El enfoque basado en mensajes de CANopen permite la transferencia de datos en tiempo real, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren una coordinación oportuna, como el frenado regenerativo, la gestión de la batería y el control del motor.

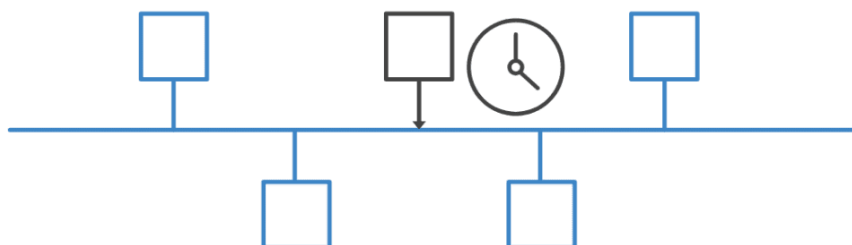
4. Funciones de diagnóstico y seguimiento: Con funciones integradas de diagnóstico y monitoreo, CANopen permite una detección de fallas y una resolución de problemas eficientes, lo que minimiza el tiempo de inactividad y mejora la confiabilidad del sistema.

5. Tipos de datos completos: CANopen admite una amplia gama de tipos de datos, incluidos números enteros, flotantes, cadenas, matrices y más. Esta versatilidad permite una representación eficiente de varios datos, lo que facilita el intercambio de información compleja entre los nodos de la red.



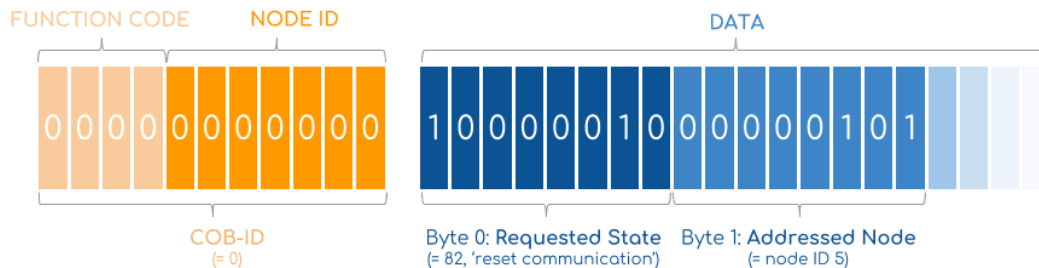
6. Direccionamiento de nodos: CANopen emplea identificadores de nodo únicos, que van del 1 al 127, que se utilizan para el direccionamiento de nodos. Esto permite la comunicación dirigida con dispositivos específicos dentro de la red, lo que permite un control y una coordinación precisos.

7. Sellado de tiempo: CANopen brinda la opción de mensajes con marca de tiempo, lo que permite que los dispositivos sincronicen sus relojes y mantengan referencias de tiempo precisas. Esta característica es especialmente valiosa en aplicaciones donde las mediciones de tiempo precisas son cruciales.



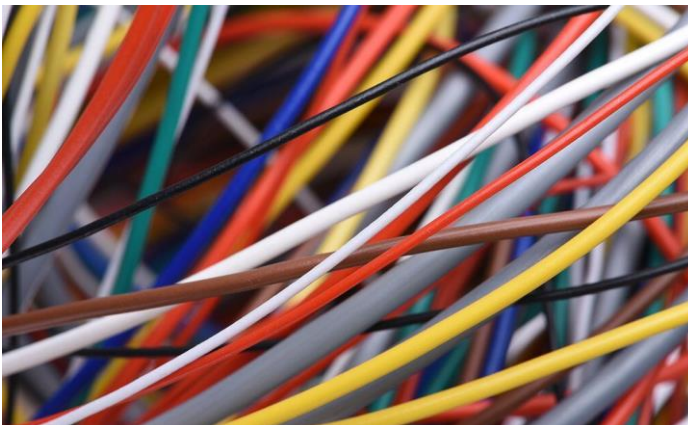
8. Protección de latidos y nodos: CANopen admite mecanismos de protección de latidos y nodos, que garantizan la presencia continua y el control del estado de los dispositivos en la red. Los mensajes de latido indican que un dispositivo está operativo, mientras que la protección de nodos detecta la ausencia de las comunicaciones esperadas, lo que permite una detección rápida de las fallas del dispositivo.

9. Gestión de red: CANopen ofrece varios servicios de gestión de red, como el direccionamiento dinámico de nodos, la configuración de nodos y la supervisión del estado de los dispositivos. Estos servicios simplifican la gestión y el mantenimiento de la red, especialmente en aplicaciones donde se pueden agregar o quitar dispositivos durante la operación.



10. PDO (Objeto de datos de proceso) y SDO (Objeto de datos de servicio): CANopen define dos métodos de comunicación principales: PDO y SDO. Los PDO se utilizan para el intercambio de datos en tiempo real entre dispositivos, lo que permite una transmisión rápida y eficiente de información crítica. Los SDO, por otro lado, se utilizan para configurar y acceder a los parámetros y configuraciones del dispositivo, proporcionando un método estructurado para la configuración remota del dispositivo.

11. Complejidad de cableado reducida: La capacidad de CANopen para admitir la comunicación de múltiples dispositivos en un solo bus reduce significativamente la complejidad del cableado en los sistemas industriales. Con menos conexiones físicas requeridas, los esfuerzos de instalación y mantenimiento se agilizan, lo que genera ahorros de costos y mejora la confiabilidad. Esta ventaja es particularmente valiosa en aplicaciones donde las limitaciones de espacio y la gestión de cables son consideraciones críticas.

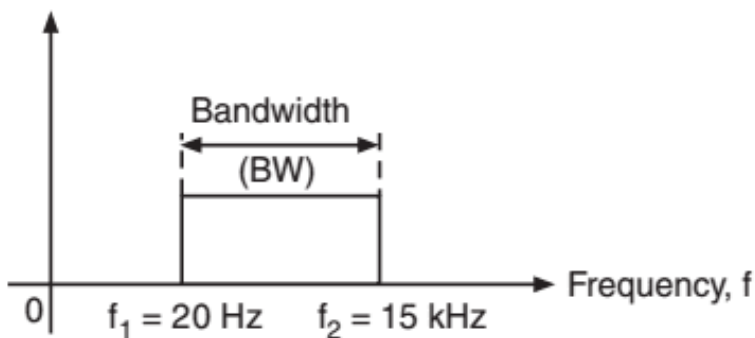


Desventajas

Si bien CANopen ofrece numerosas ventajas para la comunicación y la coordinación en varias aplicaciones, también presenta algunos inconvenientes que deben tenerse en cuenta al implementar el protocolo. Exploreemos algunas de las desventajas clave de usar CANopen:

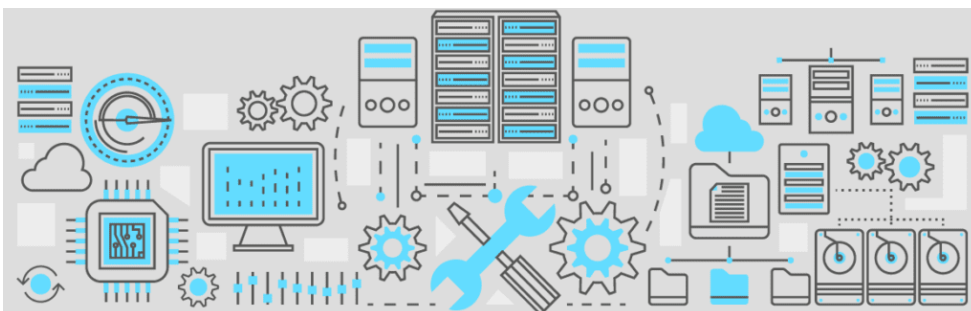
1. Complejidad de la implementación: La implementación de CANopen en un sistema puede ser una tarea compleja, especialmente para aquellos con experiencia o conocimientos limitados del protocolo. La configuración del diccionario de objetos, la configuración de PDO y SDO y la administración de parámetros de red requieren una planificación cuidadosa y una comprensión de las especificaciones del protocolo. Esta complejidad puede conducir a tiempos de desarrollo más prolongados y mayores costos de integración y mantenimiento.

2. Ancho de banda y velocidad de datos limitados: CANopen opera a través del bus CAN, que tiene un ancho de banda y una velocidad de datos limitados en comparación con otros protocolos de comunicación como Ethernet. Si bien CAN Bus es adecuado para muchas aplicaciones, puede convertirse en un cuello de botella para los sistemas que requieren un intercambio de datos de alta velocidad o grandes cantidades de datos. Esta limitación puede restringir el uso de CANopen en ciertas aplicaciones de alto rendimiento.



3. Falta de funciones de seguridad: CANopen carece de sólidas funciones de seguridad integradas. Como un protocolo más antiguo diseñado principalmente para aplicaciones industriales y de automatización, no ofrece mecanismos de seguridad avanzados para protegerse contra posibles amenazas cibernéticas o acceso no autorizado. A medida que las industrias se vuelven más interconectadas y enfrentan mayores riesgos de seguridad, es posible que sea necesario implementar medidas de seguridad adicionales junto con CANopen.

4. Problemas de compatibilidad con sistemas heredados: El uso extensivo de CANopen de perfiles de dispositivos estandarizados y diccionarios de objetos es ventajoso para la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes. Sin embargo, esto también puede generar problemas de compatibilidad cuando se integra con sistemas heredados que no cumplen completamente con el estándar. En tales casos, puede ser necesaria una configuración y adaptación adicionales para garantizar una comunicación fluida.

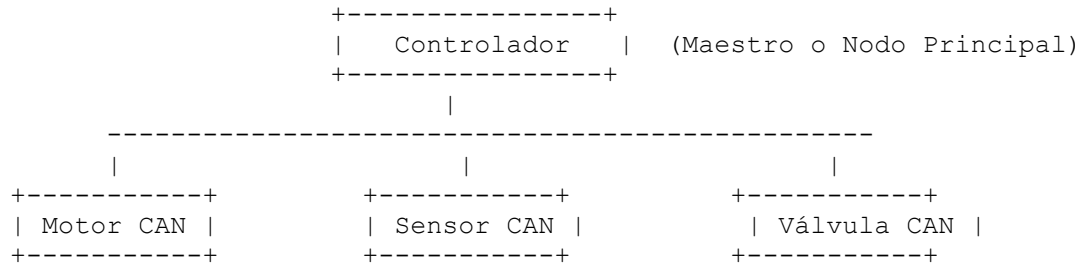


5. Tamaño de red limitado: Si bien CANopen es escalable hasta cierto punto, existe un límite práctico para la cantidad de nodos que se pueden conectar en una red. A medida que aumenta la cantidad de nodos, el tráfico de datos y la probabilidad de colisión pueden aumentar, lo que podría afectar la comunicación en tiempo real y el rendimiento general de la red. En escenarios que requieren una gran cantidad de nodos, los protocolos de comunicación alternativos pueden ser más adecuados.

6. Determinista pero no garantizado: CANopen proporciona un intercambio de datos determinista, lo que garantiza la entrega oportuna de mensajes críticos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que CANopen no garantiza la entrega de mensajes ni los tiempos de respuesta en todos los escenarios. Las condiciones de la red, como el tráfico pesado de datos o los conflictos de arbitraje de bus, pueden provocar demoras ocasionales y afectar el rendimiento en tiempo real.

7. Rango de distancia limitada: CAN Bus, el sistema de comunicación subyacente de CANopen, tiene un rango de distancia limitado debido a su diseño para uso en sistemas de tamaño pequeño a mediano. Las distancias más largas entre nodos pueden requerir repetidores de señal adicionales u otros medios de amplificación de señal, lo que podría agregar complejidad y costo a la infraestructura de la red.

Diagrama simple de un sistema basado en CANopen



Comunicación CANopen sobre Red CAN