



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>



CANopen

- Comentario Rincón del Técnico
- Historia CANopen
- Características generales
- Funcionamiento



Autor: Joaquín García



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Comentario Rincón del Técnico:

La importancia del sistema de comunicación entre los equipos electrónicos de una carretilla elevadora, es de vital importancia. Para un correcto funcionamiento, necesitamos un sistema estable, un sistema rápido y un sistema que no sea complejo.

En la actualidad, desde una transpaleta eléctrica con o sin plataforma, apilador, prepara-pedidos horizontal, prepara-pedidos vertical, retráctil, contrapesada eléctrica, contrapesada diesel, maquinas de sistemas (hablamos de trilaterales). Todo los modelos de maquinas que hemos citado anteriormente, llevan incorporado para su funcionamiento estable, seguro y ergonómico una línea CAN.

Actualizar, parametrizar. Estas dos expresiones nos acompañan continuamente en nuestro trabajo diario. Sabemos que la línea BUS CAN, no puede verse alterada en ningún momento de funcionamiento, pues supondrá una alteración de funcionamiento y por consecuencia una avería en la maquina. Sabemos que la seguridad en las maquinas es un factor determinante y a tener en cuenta.

Cualquier dispositivo que incorporamos a la maquina, siempre estará incorporado a la línea CAN. Hablamos de dispositivos: gestor de flotas, cargador incorporado vía CAN, ect..



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Historia:

CANopen es un protocolo de nivel de aplicación que se basa en CAN (controller area network). Bosch diseñó CAN para aplicaciones de automoción a principios de la década de los ochenta. Su uso en el sector de la automoción ha demostrado su idoneidad en entornos difíciles.

1980: La industria del automóvil muestra la necesidad de un bus barato, de tiempo real y altamente robusto para comunicar diferentes componentes electrónicos. Can define únicamente las capas 1 y 2 del modelo ISO.

1983: Junto con diferentes Universidades Alemanas, el fabricante BOSCH desarrolla el protocolo CAN = "Controller Area Network"

1985: Los primeros chips de CAN los comercializa INTEL

1986: Prototipos iniciales se presentan en Detroit (EEUU)

1987: Los mayores fabricantes de circuitos integrados (Intel, Motorola,...) ofrecen una gama completa de microcontroladores que integran CAN

1989: Primeras aplicaciones industriales

De 1987 a 1991: Aparecen diferentes organizaciones que promocionan CAN en el mundo del automóvil (SAE, OSEK), y en aplicaciones industriales

1992: MERCEDES usa un bus CAN a 500 kbps para enlazar 5 submódulos electrónicos en un Clase S.



Dispositivos CAN y Mercedes S (año 1992)

Autor: Joaquín García



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Historia:

1993: CAN de Alta Velocidad (1 Mbps/Identificadores de 11 bits), estándar ISO 11898 = CAN 2.0 A. Publicación por la CiA de las especificaciones CAL=Can Application Layer describiendo los mecanismos de transmisión sin definir cuando y como utilizarlos.

1995: identificadores de 29 bits (CAN2.0 B) - Publicación por la CiA del perfil de comunicaciones DS-301 = CANopen

1996: CAN se usa en la mayoría de coches de gama alta europeos.

1997: 300 compañías miembros de CIA (CAN en Automatización).

2001: La CIA publica el perfil DS-304 el cual se puede usar para integrar componentes de nivel de seguridad 4 en un bus CANopen estándar (CANsafe).



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Características generales:

CANOpen es un bus de tipo serie, basado en CAN, que trabaja con dispositivos que disponen de un transceptor CAN (interfaz conexionado/señal) y un controlador CAN (parte control), tal como especifica la norma ISO11898.

Se puede decir que CANOpen es un compuesto entre CAN y una serie de servicios de comunicación.

Algunos datos:

- 2 pares trenzados (blanco, azul, negro, rojo)
- Protocolo multimaestro (Solo un maestro en bus CANOpen y dispositivos de Schneider Electric)
- Topología: en serie y/o con derivaciones
- Finales de línea (2 resistencias de 120 ohmios por segmento)
- Velocidad: 1Mbit a 40m // 50kbit a 1Km
- Muy robusto y económico
- productor/consumidor y maestro/esclavo
- 64 nodos máximo por segmento y 127 nodos en el bus.
- Funciones de comunicación



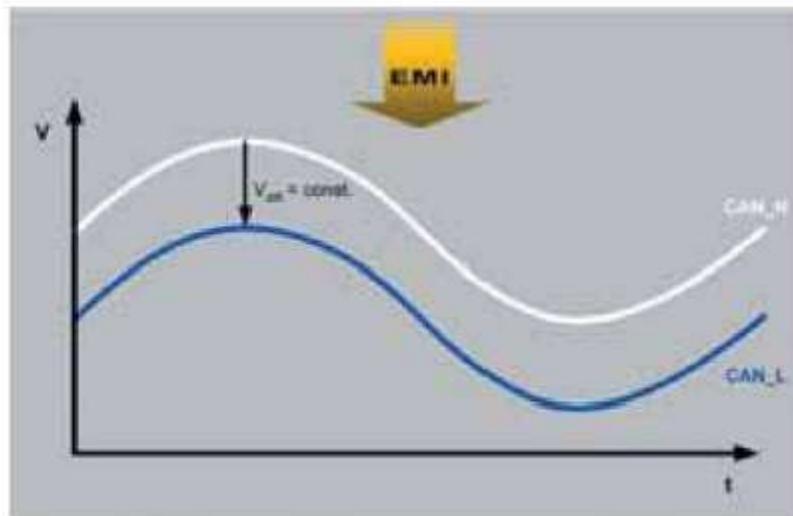
RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Características generales:

Interferencias electromagnéticas

Se debe a las altamente resistentes funciones EMI(Electromagnetic interference) de CANopen. Esto permite a una máquina o funcionar de forma precisa incluso cuando las interferencias son elevadas. Los pequeños marcos de CANopen y la conexión "CAN ground" que ofrecen el mismo potencial para cualquier dispositivo conectado a la red, protegen frente a EMI.



Nivel de tensión CAN-H y CAN-L



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Características generales:

Transmisión fiable

El acceso a la red de CANopen no es destructivo. Cuando cualquier dispositivo CANopen transmita sus datos, el sistema genera automáticamente y tiene en cuenta la prioridad del mensaje.

La pérdida de telegramas debido a una colisión es imposible y se evita perder tiempo hasta el siguiente estado libre de la red.

CANopen ofrece una transmisión de datos totalmente fiable. Es una de las razones por las que las redes CANopen se utilizan en equipos médicos y como base para las redes de seguridad.

Detención de errores

Las interrupciones son siempre prolongadas y costosas. CANopen está perfectamente diseñado para aumentar el tiempo de funcionamiento lo máximo posible. CANopen cuenta con una detección de errores y un mecanismo de corrección óptimos. Con una probabilidad de un error no detectado entre 1000000, la red es la más fiable para las máquinas.

En caso de que la red presente una condición de error, el watchdog es la primera posibilidad para controlar el estado del dispositivo. Además, CANopen ofrece una clara información de diagnóstico. Cada mensaje de diagnóstico contiene el origen y el motivo del fallo, lo que permite reaccionar rápidamente y reducir el tiempo de inactividad.



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Características generales:

Rendimiento

El principal motivo para utilizar una red es el rendimiento y la flexibilidad para adaptar la red exactamente a los requisitos de la aplicación. CANopen ofrece una única función para adaptar la transmisión de datos.

Basado en el modelo productor/consumidor, CANopen permite la comunicación cíclica, de cambio de estado, de igual a igual y la difusión de la transmisión de datos. Esto significa que transmite los datos únicamente cuando es necesario o en una base de tiempo específica.

Los objetos de datos de proceso se pueden configurar individualmente. Los parámetros se pueden cambiar en funcionamiento. CANopen es muy flexible y la respuesta de la red es rápida. En menos de 1 ms, se puede prestar servicio a 256 puntos de E/S digitales a 1 Mbps.

Además de esta rápida respuesta, la asignación de prioridad de los mensajes se puede modificar fácilmente. Así, CANopen ofrece las funciones necesarias para adaptar la transmisión de datos a los requisitos del software de las máquinas..



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Características generales:

Limitaciones con respecto a la longitud del bus principal y de las derivaciones

En CanOpen la prioridad de las tramas se gestionan mediante la colisión entre niveles dominante y recesivo de la línea de comunicación. Esta colisión se debe resolver durante la transmisión de 1 bit, lo cual limita el retardo en la propagación de la señal entre nodos y esto, a su vez, limita la máxima distancia de bus admisible en una red CAN, que, como restricción principal, depende de la velocidad del bus (ratio distancia/velocidad del bus):

Veloc. de bits (kbps)	1.000	800	500	250	125	50	20	10
Longitud máx. (m)	20	40	100	250	500	1.000	2.500	5.000



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Características generales:

Limitaciones con respecto a la longitud del bus principal y de las derivaciones

En CanOpen la prioridad de las tramas se gestionan mediante la colisión entre niveles dominante y recesivo de la línea de comunicación. Esta colisión se debe resolver durante la transmisión de 1 bit, lo cual limita el retardo en la propagación de la señal entre nodos y esto, a su vez, limita la máxima distancia de bus admisible en una red CAN, que, como restricción principal, depende de la velocidad del bus (ratio distancia/velocidad del bus):

Veloc. de bits (kbps)	1.000	800	500	250	125	50	20	10
Longitud máx. (m)	20	40	100	250	500	1.000	2.500	5.000



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

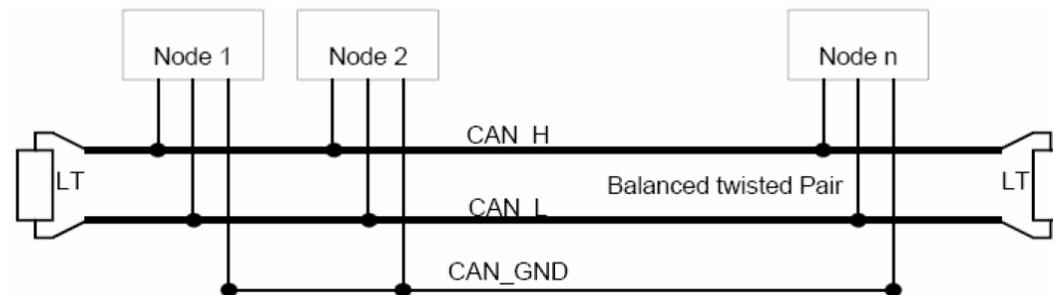
Características generales:

Niveles eléctricos: Bus y nodos

El bus CanOpen es bastante restrictivo en lo que se refiere a los niveles eléctricos de funcionamiento; de no respetar éstos niveles, que tienen unas tolerancias no muy grandes, fácilmente pueden aparecer problemas de comunicación.

Para verificar estos datos, basta con realizar un test del cableado físico del bus, para lo cual basta como herramienta un polímetro o téster.

Simplificándola físicamente, el esquema eléctrico de una red CanOpen es el siguiente:





RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Características generales:

Test de cableado

Idealmente la mayor parte de mediciones de este test se ha de llevar a cabo con todos los nodos del bus (tanto el maestro como los esclavos) desconectados ya que la impedancia de entrada de cada uno de ellos podría falsear las medidas. Como mal menor, y si ésta desconexión no es posible, se puede realizar con los nodos sin tensión: si todos ellos respetan la muy alta impedancia de entrada que se le supone a cualquier dispositivo Can, la medida resultante será muy cercana a la ideal, e igualmente válida.

Las mediciones a realizar y los resultados que se han de obtener son:

a. Verificar la correcta conexión y el valor de los finales de línea:

- Idealmente han de ser de 120 / 1/4W (tolerancia máxima de 5% para resistencias de 1/4W).

b. Verificar la resistencia entre las líneas del bus CAN_H y CAN_L:

- Idealmente ha de ser de 60 Ohmios
- Si es mayor de 65 Ohmios, comprobar la continuidad de señal en el bus.
- Si es menor de 50 Ohmios, comprobar que no haya cortocircuito entre las señales CAN_H y CAN_L del bus.

c. Verificar la medida entre CAN_H y:

- CAN_L: idealmente 60 Ohmios
- CAN_GND: idealmente >1M Ohmio
- CAN_SHLD: idealmente >1M Ohmio
- GND: idealmente >1M Ohmio



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Características generales:

Test de cableado

d. Verificar la medida entre CAN_L y:

- CAN_H: idealmente 60 Ohmios
- CAN_GND: idealmente >1M Ohmio
- CAN_SHLD: idealmente >1M Ohmio
- GND: idealmente >1M Ohmio

e. Verificar el aislamiento entre CAN_H / CAN_L y CAN_GND

- Idealmente 500VACrms o 700VDC.

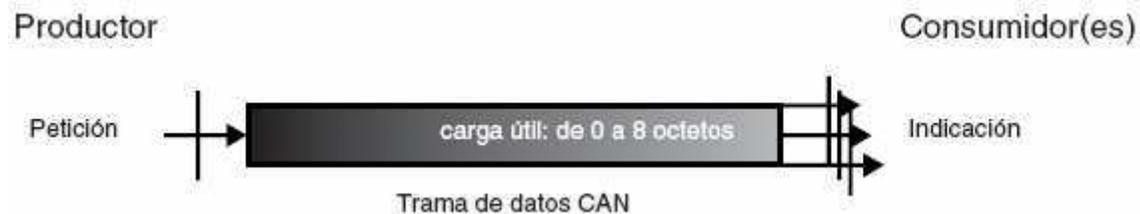


RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

En CAN se ha implementado una **arquitectura de emisión**. El emisor (editor) emite el mensaje junto a un identificador en el bus. Los receptores supervisan todo el tráfico en el bus. Si el identificador coincide con los criterios de filtro de la suscripción, el cliente lee y procesa el mensaje completo. De este modo, el receptor se convierte en suscriptor. Este es el modo push del modelo de editor y suscriptor.





RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

En CAN se ha implementado una **arquitectura de emisión**. El emisor (editor) emite el mensaje junto a un identificador en el bus. Los receptores supervisan todo el tráfico en el bus. Si el identificador coincide con los criterios de filtro de la suscripción, el cliente lee y procesa el mensaje completo. De este modo, el receptor se convierte en suscriptor. Este es el modo push del modelo de editor y suscriptor.

CAN también admite un **modo pull del modelo de editor y suscriptor**. Un consumidor puede activar la transmisión de un mensaje con una petición de transmisión remota. La petición de transmisión remota o RTR (remote transmission request) es una trama de CAN con la señal RTR. Cuando el productor recibe una petición de este tipo, transmite el mensaje asociado.



Autor: Joaquín García



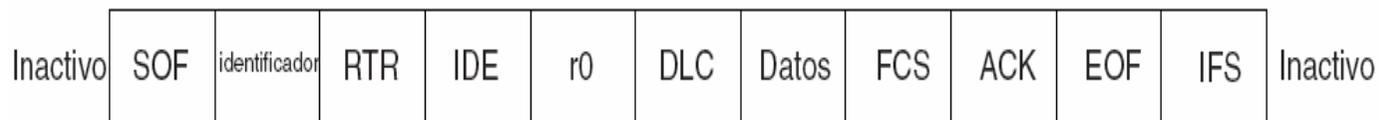
RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

Tramas del mensaje y protocolos CAN

Una trama CAN comienza con un bit de inicio de trama o SOF (start of frame). Le siguen once bits de identificador, desde el bit más significativo al menos significativo. El siguiente bit es el bit de petición de transmisión remota o RTR (remote transmission request) seguido de cinco bits de control y de una carga de hasta ocho bytes. Los bits de control son el identificador ampliado o IDE (extended ID), un bit de reserva y tres bits que codifican la longitud de la carga en la parte de los datos (DLC) en bytes. Una secuencia de comprobación de trama o FCS (frame check sequence) sigue a la carga útil de hasta ocho bytes. El emisor transmite un bit ACK recesivo, que sobrescribirán con un bit dominante los receptores que han recibido la trama sin errores en este momento. El bit de fin de trama o EOF (end of frame) señala el fin del mensaje. El bus debe permanecer en estado recesivo para las longitudes de bits de espacio de trama de intermisión o IFS (intermission frame space) antes de que comience la siguiente trama.



Trama CAN



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

Tramas del mensaje y protocolos CAN

La trama de mensajes de CAN que hemos visto anteriormente es una trama de mensajes básica.

Para las aplicaciones que necesitan un conjunto mayor de identificadores, se ha definido la trama de mensajes CAN ampliada.

La trama ampliada dispone de 18 bits de identificación adicionales en el encabezado, tras los bits de control.

Esto amplía la gama de 211 a 229 identificadores diferentes. Ambos tipos de tramas pueden coexistir en el bus.

Diferentes protocolos CAN:

- **CAN Protocol Specification 2.0 A: CAN Controller**

trabaja únicamente con identificadores de mensaje de 11-bit.(CAN estándar)

- **CAN Protocol Specification 2.0 B pasivo: CAN**

Controller transmite sólo tramas con identificadores de 11-bit, pero chequea la recepción de tramas estándar como de tramas extendidas con identificadores de 29-bit (se envía incluso la confirmación).(CAN extendido)

- **CAN Protocol Specification 2.0 B activo: CAN**

Controller puede recibir tramas estándar y extendidas.



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

Arbitraje del bus

Un problema que normalmente se produce con una arquitectura de emisión es que **diferentes nodos de la red pueden realizar envíos al mismo tiempo.**

CAN resuelve este problema con dos mecanismos:

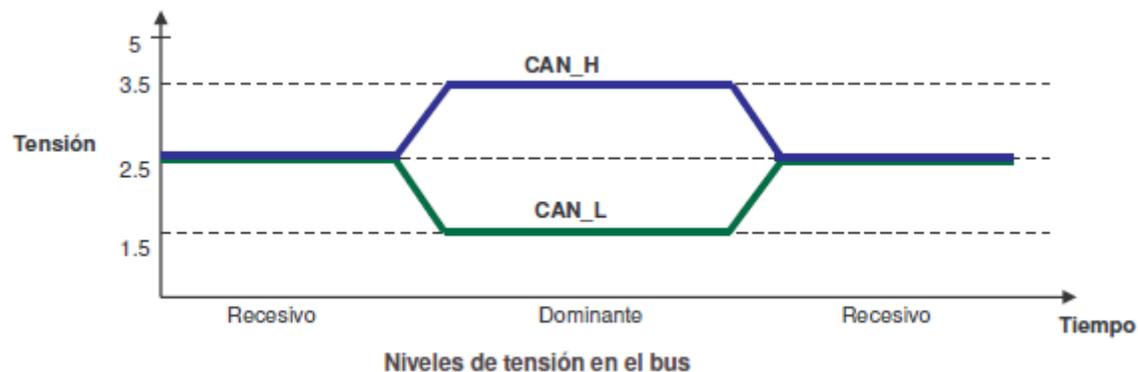
a. Estado recesivo y estado dominante:

Un emisor supervisa el medio para **comparar si otro nodo también está realizando un envío. Si el medio está libre, el nodo comienza el envío.**

La codificación de bits del medio posee un valor recesivo o dominante.

Estos estados se calculan con la diferencia de tensión entre CAN_L y CAN_H:

- Estado recesivo: $V_{CAN_H} - V_{CAN_L} = 0V$ (-0.5 V a + 50 mV)
- Estado dominante: $V_{CAN_H} - V_{CAN_L} = 2V$ (1.5 V a 3.5 V)



Autor: Joaquín García



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

Arbitraje del bus

Si dos nodos realizan un envío al mismo tiempo, un receptor sólo verá el valor dominante. En la codificación binaria, el valor “0” es el dominante y el valor “1” es el recesivo.

Nodo A	Nodo B	Nodo C	Bus
D	D	D	D
D	D	R	D
D	R	D	D
D	R	R	D
R	D	D	D
R	D	R	D
R	R	D	D
R	R	R	R

Arbitraje del bus



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

Arbitraje del bus

b. Identificador del mensaje No obstante, puede que varios nodos comiencen a realizar el envío al mismo tiempo. CAN resuelve este problema con un esquema de prioridades.

Cuando un nodo realiza un envío, siempre se encuentra a la escucha en el bus. Si está enviando un valor recesivo y está recibiendo un bit dominante, detiene el envío y continúa escuchando únicamente.

Este sencillo mecanismo evita las colisiones en el bus CAN.

El mensaje con el identificador más bajo gana en el sistema de arbitraje del bus.



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

Mecanismos de detención de errores

CAN cuenta con 5 mecanismos diferentes para detectar mensajes erróneos:

- La secuencia de comprobación de tramas o FCS (frame check sequence) contiene la comprobación de redundancia cíclica o CRC (cyclic redundancy check) de la trama. El receptor además computa la CRC de la trama y compara sus propios resultados con la FCS. Si no son iguales, la trama presenta un error de CRC.
- El receptor detecta errores en la estructura de la trama.
Si la trama presenta una estructura defectuosa, la trama tiene un error de formato.
- El receptor de una trama emite un bit dominante de acuse de recibo o ACK (ACK) si ha recibido una trama sin errores. Si el emisor no recibe un bit dominante de ACK, genera un error de acuse de recibo.
- El emisor también supervisa los bits en el bus. Si se envía un bit y el homólogo que recibe difiere, el emisor reconoce un error.
- CAN emplea una codificación sin retorno a cero o NZR (no return to zero) con relleno de bits. Si el emisor debe transmitir cinco bits iguales seguidos, introduce un bit invertido adicional. Con este relleno de bits, el receptor puede realizar la sincronización en el flujo de bits. El receptor elimina los bits rellenos de la trama transmitida. Si más de cinco bits cuentan con el mismo valor, el receptor reconoce un error de relleno de bits.

Autor: Joaquín García



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

Estados de error

La trama de error consiste en dos campos: Indicador de error y Delimitador de error. El delimitador de error consta de 8 bits recesivos consecutivos y permite a los nodos reiniciar la comunicación limpiamente tras el error. El indicador de error es distinto según el estado de error del nodo que detecta el error.

Si se produce una perturbación local en un nodo del bus, la lógica de errores hará que este equipo envíe tramas de error, que provocarán errores en otros nodos. Para evitar este efecto, se han incorporado en el CAN medidas de aislamiento de nodos defectuosos.

Un nodo puede encontrarse en uno de los tres estados siguientes:

- **Error Activo: Estado normal del nodo. Participa en la** comunicación normalmente y en caso de detección de error envía una trama de error activa.
- **Error Pasivo: Un nodo en estado de error pasivo** participa de la comunicación, sin embargo tiene que recibir una secuencia adicional de bits recesivos antes de intentar transmitir.
- **Bus-OFF (aislado): En este estado el equipo se** desconecta del bus y es necesario reiniciar el equipo para que vuelva a comunicar.

Ver imagen siguiente:

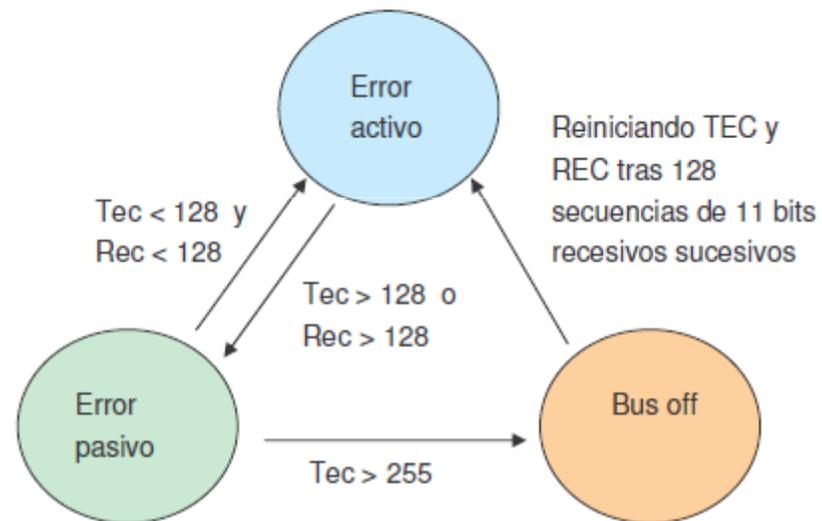


RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

Estados de error



TEC: Contador de errores de transmisión

REC: Contador de errores de recepción

Autor: Joaquín García



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

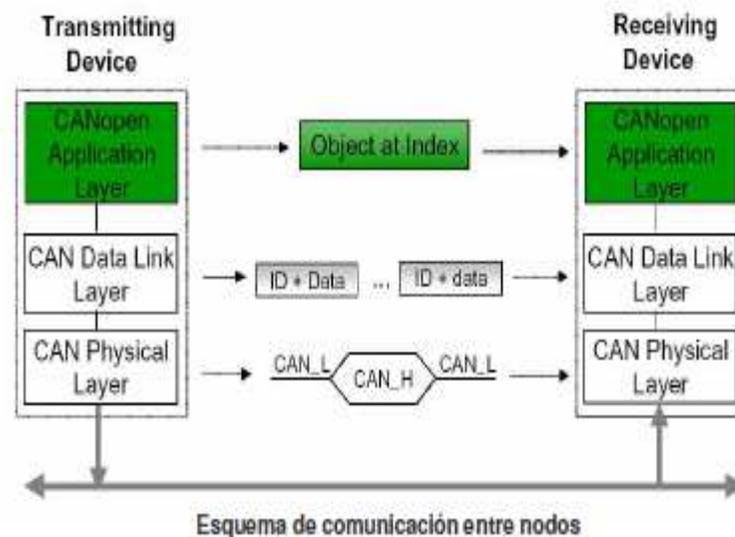
Funcionamiento:

Protocolo CANopen

El protocolo está estandarizado por CiA (www.can-cia.com) CAN en la Automatización. Es un protocolo de alto nivel de CAN. Define servicios de comunicación orientados a soluciones industriales de automatización. Cada dispositivo de un cierto tipo, sea del fabricante que sea, comunica sus funciones básicas mediante el mismo perfil. La información de cada nodo se estructura en un Diccionario de objetos.

Se trata de de comunicaciones de tipo:

- Productor/Consumidor para datos configurados (PDO = Comunicaciones Implícitas)
- Maestro/Esclavo para datos programados (SDO = comunicaciones explícitas)
- Maestro / Esclavo para gestión de red (NMT)



Autor: Joaquín García



RINCON DEL TECNICO

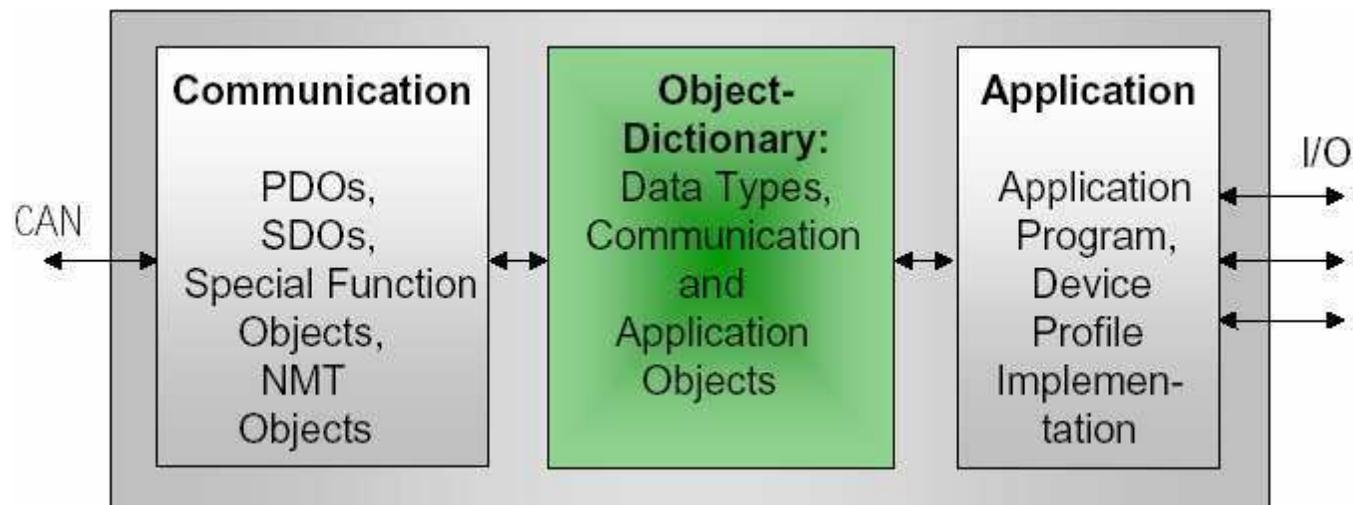
<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

Protocolo CANopen

Un equipo CANopen se puede dividir en tres partes:

- Communication interface: provee los servicios de envío y recepción de objetos de comunicación por el bus
- Object dictionary: Define todos los tipos de datos, objetos de comunicación y objetos de aplicación utilizados por el equipo. Esta información se encuentra en el archivo EDS.
- Application: Contiene la funcionalidad de control del equipo y el interfase con el hardware del equipo



Las tres partes de un equipo CANopen

Autor: Joaquín García



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Funcionamiento:

Protocolo CANopen

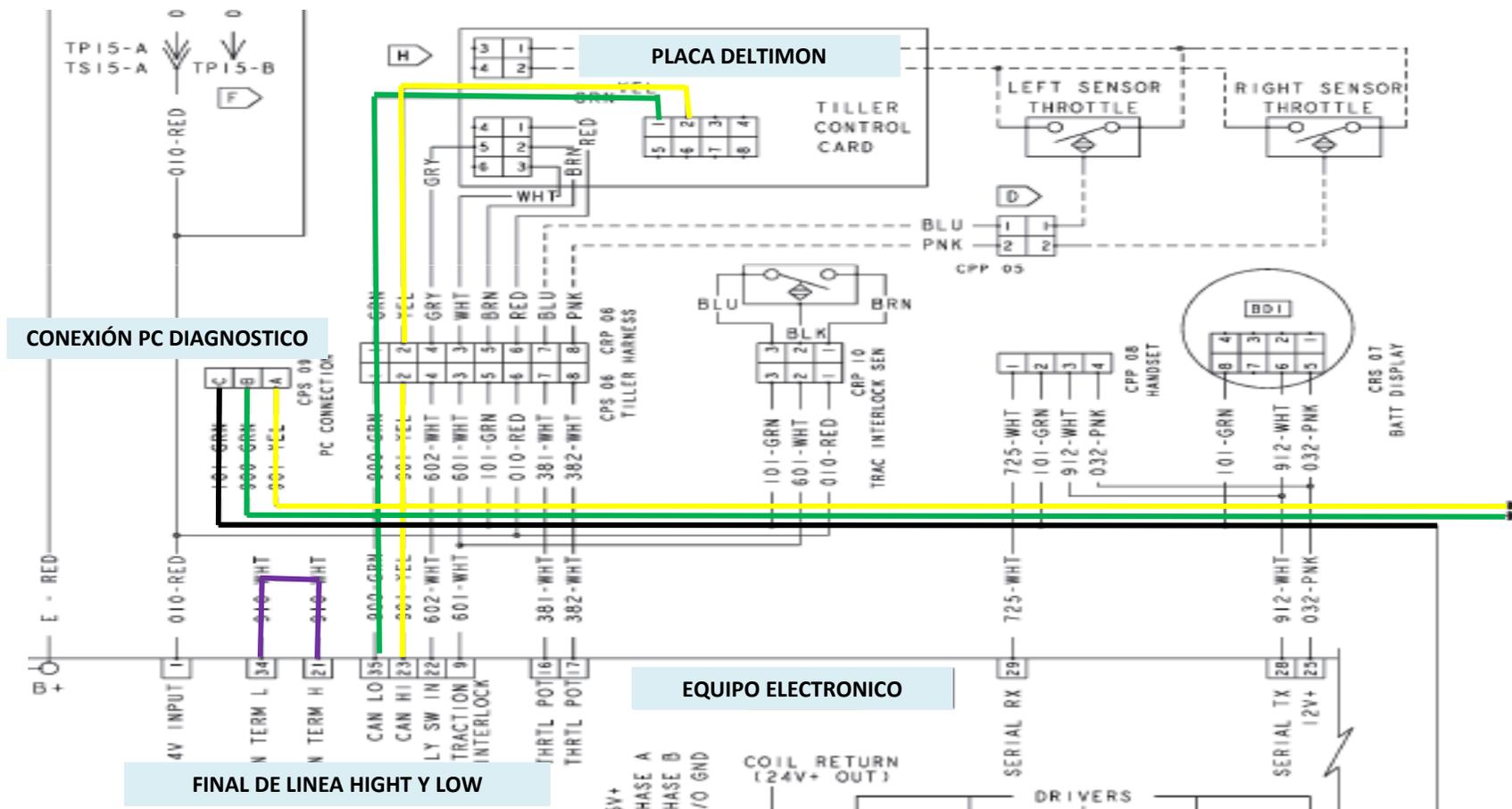
Recordatorio: Cualquier nodo puede enviar un mensaje CAN al detectar que el bus esta libre. Durante el arbitraje, cada nodo monitoriza el bus para detectar si su bit transmitido se sobrescribe por un mensaje de mayor prioridad (Nivel recesivo del bit = 1, Nivel dominante del bit = 0). Tan pronto como un nodo de transmisión detecte un bit dominante mientras transmite uno recesivo deja el bus, interrumpe la transmisión inmediatamente y comienza a recibir la trama.



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

Esquema eléctrico de una transpaleta electrica, vistas red CANopen:



Autor: Joaquín García



RINCON DEL TECNICO

<http://www.postventa.webcindario.com>

GRACIAS POR LA ATENCION PRESTADA

Autor: Joaquín García