

# Ethernet na indústria

Juliano Heinzemann Reinert e Eduardo Parente Ribeiro,  
da UFPR - Universidade Federal do Paraná

**A rede EtherCAT é um padrão de barramento industrial (fieldbus) baseado em Ethernet que vem se destacando por oferecer elevado desempenho em tempo real, topologia flexível, confiabilidade, boa relação custo/benefício, segurança e facilidade de manuseio. O padrão já está sendo testado no Brasil e é realidade mundial, como mostra o artigo publicado a seguir.**

A rede EtherCAT, do inglês *Ethernet for Control Automation Technology*, é considerada atualmente uma nova tendência mundial para redes industriais. Países conhecidos pelo pioneirismo em automação industrial, como a Alemanha, já desenvolvem projetos com a tecnologia e estão definindo novos padrões de desempenho para superar os limites atuais. Trata-se de um código aberto (*open source*) que utiliza o protocolo Ethernet em ambiente industrial.

A tecnologia EtherCAT suporta as principais configurações: estrela, linha ou árvore (figura 1). Os dispositivos (CLPs - controladores lógicos programáveis, módulos de E/S) podem ser conectados diretamente entre si, dispensando o uso de hubs ou switches. Isso facilita a conexão em linha, muito utilizada nos barramentos industriais. Se necessário, o switch Ethernet clássico baseado em topologia estrela também é possível. Podem ser utilizados diversos tipos de cabos, conectando até 65 535 dispositivos.

A EtherCAT é uma rede de padrão Ethernet e de características semelhantes à Ethernet convencional: padrão de velocidade 100BaseTX utilizando cabos de par trançado Categoria 5E

e distância máxima de 100 m entre dispositivos. Há possibilidade de usar fibra óptica.

## Demanda do mercado

Utilizar um único protocolo de rede para a automação industrial é uma experiência muito parecida com a das redes comerciais que adotam atualmente a Ethernet. No momento em que houve interesse da indústria pela rede Ethernet, iniciou-se uma série de questionamentos do tipo "Por que não utilizar o cabinho azul do escritório para o chão de fábrica?" ou "Por que não interligar máquinas industriais pela rede Ethernet?". Assim tudo seria mais fácil porque a quantidade de equipamentos necessária para "traduzir" os protocolos seria reduzida. Mas a resposta dos fornecedores foi a de que a Ethernet convencional, usada principalmente em escritórios, não possuía as características de determinismo necessárias para as tarefas de controle e automação de um ambiente industrial.

O determinismo é a capacidade de garantir que um pacote seja enviado e recebido em um período específico de tempo. É um importante fator a ser considerado quando há

necessidade de ação simultânea dos processos industriais a serem controlados.

Na indústria, vários requisitos são obrigatórios [1]:

- confiabilidade;
- robustez (mecânica, EMC - compatibilidade eletromagnética);
- tempo real (sincronismo);
- malha fechada; e
- segurança.

Para o padrão Ethernet IEEE 802.3, é funcional o uso do CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection. Porém, esse controle de acesso ao meio não é compatível com requisitos de determinismo (tempo real) necessários para certas aplicações industriais, como controle de movimentação de eixos coordenados. Uma forma de melhorar o desempenho é utilizar switches que distribuem os quadros de forma mais criteriosa, reduzindo a contenção do barramento. O padrão EtherCAT, porém, vai além e especifica uma forma de comunicação onde a troca

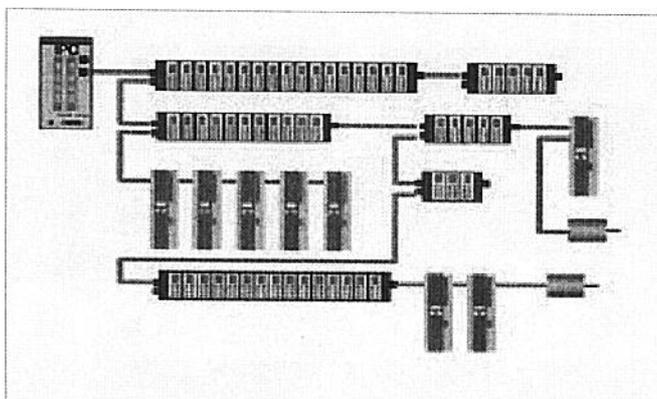


Fig. 1 - Topologia da EtherCAT [2]

de mensagens entre os dispositivos ocorre por telegramas que são inseridos dentro de um quadro Ethernet.

Se fizermos uma comparação da Ethernet atual com o mesmo padrão IEEE 802.3 iniciado nos

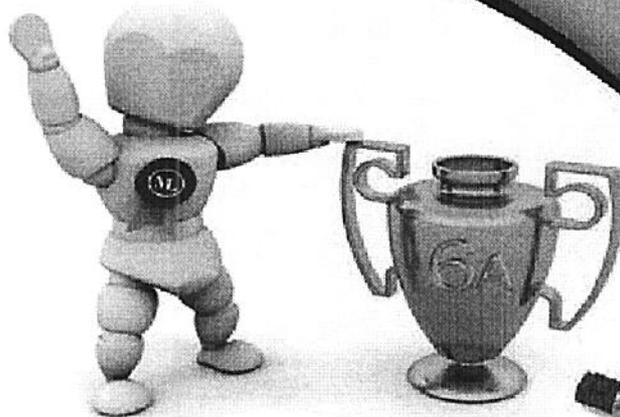
anos 80, houve muitas evoluções no cabeamento, além do desenvolvimento de switches mais rápidos (comunicação *full duplex*) e outras implementações. As diversas adaptações do padrão Ethernet para o ambiente industrial, como Ethernet IP, Modbus/TCP, Ethernet PowerLink, Profinet V2, mostram-se melhores em termos de aplicação determinística ou em tempo real, mas somente

os protocolos EtherCAT e Profinet IRT podem realmente fornecer alto desempenho [1].

Um aspecto importante para a Ethernet industrial é o PTP - Precision Time Protocol, que distribui

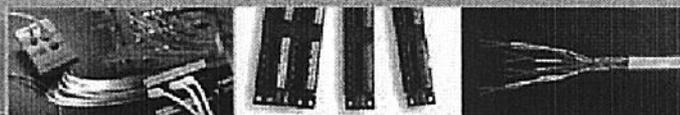
Tab. 1 - Desempenho do protocolo EtherCat [5]

Processamento de dados	Atualização (tempo)
256 E/S digitais distribuídas	11 $\mu$ s = 0,01 ms
1000 E/S digitais distribuídas	30 $\mu$ s
200 E/S analógicas (16 bits)	50 $\mu$ s, 20 kHz
100 eixos (servomotor), cada eixo com 8 bytes (entrada, saída)	100 $\mu$ s
1 Fieldbus Master, 1486 bytes (entrada, saída)	150 $\mu$ s

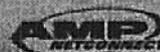


Cat 6A, AMP Netconnect o melhor para os melhores

SOLUÇÕES INTELIGENTES PARA SUA REDE



Tyco Electronics  
AMP Netconnect



MAC LAN

Cabos e Conexões para Informática

Telefax:

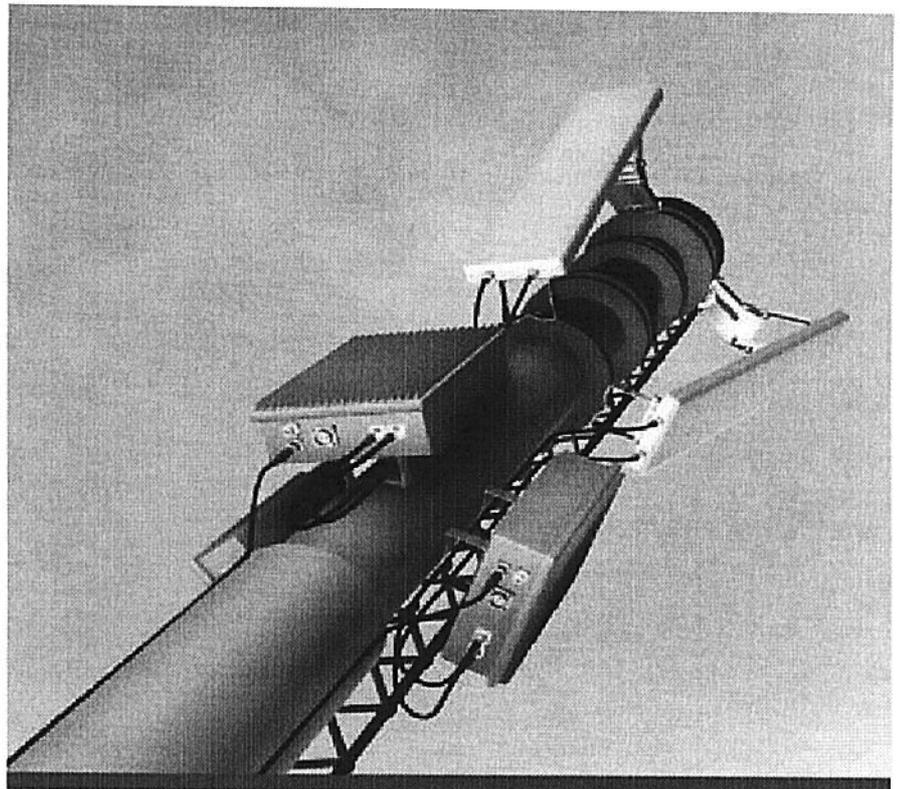
(11) 2601-4088

sincronismo para todos os participantes da rede (por exemplo, controle de sistemas de máquinas em que os eixos estão sincronizados), mantém um *deadline* com uma variação de atraso (*jitter*) menor que 1  $\mu$ s e garante alto desempenho. Para aplicações que requerem maior precisão, há a opção de sincronização externa por meio de receptores GPS ou DCF77. Segundo o IEEE 1588-2008, o mestre atualiza o relógio com um pequeno atraso de propagação para os escravos. O relógio distribuído gera uma alta resolução de tempo, que também é utilizada para o tempo de requisição de dados e processamento. Assim fica disponibilizada uma base temporal de elevada exatidão (diferença inferior a 100 ns) [2] e [4].

Com a evolução das tecnologias, surgiram várias propostas para levar a Ethernet ao chão de fábrica, mas o que se observa até o momento é algo similar a um encapsulamento: "várias propostas de protocolos encapsulados em Ethernet". Para garantir realmente uma comunicação em tempo real de alto desempenho, é necessário atribuir uma "ligação direta" entre a estrutura de hardware (tempo real) e de aplicação (dados RT) (figura 2). Isso porque o processo de protocolo completo acontece dentro do hardware e é completamente independente do tempo de execução de pilhas de protocolo, desempenho de CPU, software ou implementação.

### Protocolo EtherCAT

O EtherCAT é um protocolo de comunicação industrial de alto desempenho, portanto expande o padrão Ethernet IEEE 802.3 para transferir dados com sincronização precisa. O protocolo EtherCAT transporta dados diretamente de um quadro Ethernet padrão sem alterar sua estrutura fundamental (figura 3). No momento em que a



# HUBER+SUHNER

## FTTA

Fiber To The Antenna

**A Huber+Suhner é líder global em soluções FTTA, com vasta experiência no desenvolvimento e fornecimento de produtos que oferecem tecnologia, qualidade, segurança e que agregam valor as soluções de sua rede.**



[www.hubersuhner.com](http://www.hubersuhner.com)

controladora mestre e o dispositivo escravo estão na mesma sub-rede, o protocolo EtherCAT usa sua estrutura própria. Opcionalmente, ele pode ser transportado em um UDP - User Datagram Protocol para poder se comunicar com dispositivos em outras sub-redes (figura 4).

A comunicação ocorre através da troca de dados entre mestre e escravos (por exemplo, CLP e dispositivos de E/S - entrada e saída) e geralmente é feita através de objetos de processamento de dados (PDOs - Process Data Objects). Cada PDO tem um endereço para um escravo em particular ou múltiplos escravos, e essa combinação de dados e endereços (mais o trabalho de validação) torna-se um telegrama EtherCAT.

Os equipamentos com comunicação EtherCAT leem seus dados endereçados a eles enquanto o quadro passa pelo nó. Dessa forma, os dados de entrada são inseridos enquanto o telegrama passa (figura 5). Como consequência, os quadros são atrasados apenas em alguns nanossegundos. A figura 6 ilustra a estrutura interna de um dispositivo escravo onde os dados podem ser comutados da interface de transmissão (Tx) para a de recepção (Rx), se não for detectada portadora em umas das linhas Rx.

Um quadro Ethernet pode conter vários telegramas. Múltiplos quadros geralmente são necessários para um ciclo de controle completo. Pode-se comparar o funcionamento da tecnologia EtherCAT com a seguinte situação: "Um quadro Ethernet é como um trem em movimento; esse trem

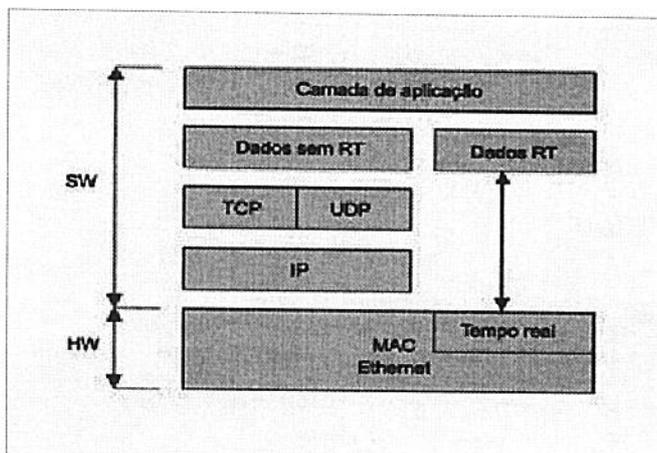


Fig. 2 - Solução EtherCAT em tempo real [1]

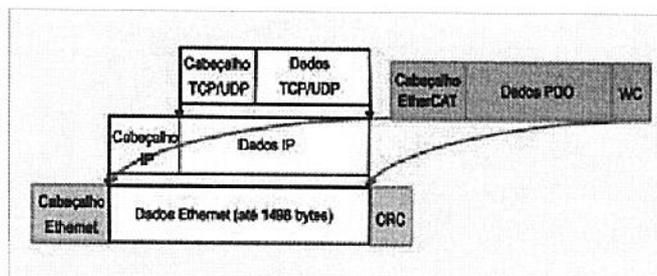


Fig. 3 - Quadro Ethernet com EtherCAT [5]

passa por cada lugar de destino num dado intervalo de tempo. Os vagões são os telegramas

comunicação, mas o equipamento que processa a aplicação (por exemplo, PLC).

EtherCAT, os PDO são as pessoas e mercadorias dentro desses vagões, que podem sair ou entrar nos destinos (dispositivos eletrônicos) conforme suas necessidades.

### Desempenho

O EtherCAT pode atender aplicações com grande quantidade de canais. Mesmo assim, é garantido o desempenho em tempo real, além de ser possível interligar uma grande quantidade de dispositivos (65 536 estações). O desempenho é garantido mesmo com uma grande quantidade de E/S, por exemplo processando 1000 E/S em 30 µs. Essa possibilidade faz com que o gargalo de velocidade na aplicação não seja mais a rede de

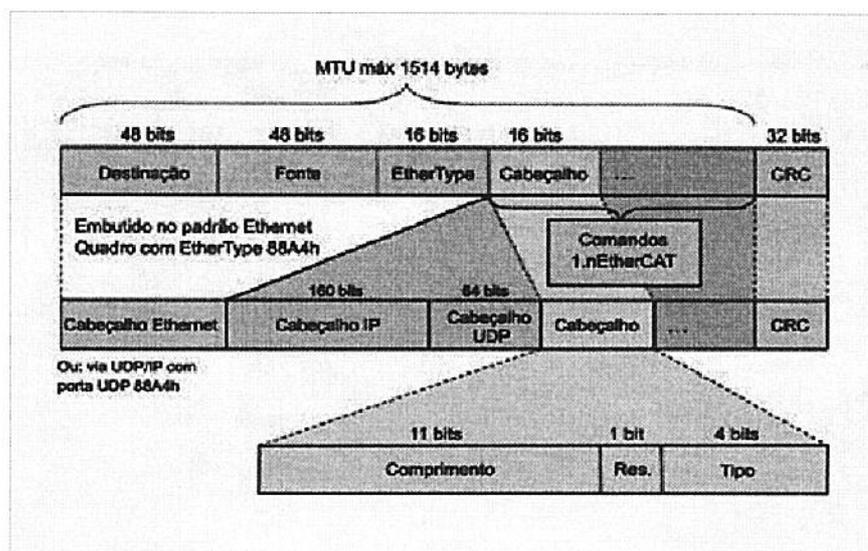


Fig. 4 - EtherCAT em quadro Ethernet ou sobre UDP [5]

Como o dispositivo escravo pode ler e escrever no mesmo quadro, a estrutura do telegrama EtherCAT é otimizada para E/S descentralizadas. O processamento completo do protocolo acontece no hardware e independente do tempo de execução do processo do protocolo ou desempenho da CPU. Um fator também muito importante em redes determinísticas é a função da controladora mestre de sincronizar todos os dispositivos escravos ao mesmo tempo usando relógios distribuídos. Um deles deve

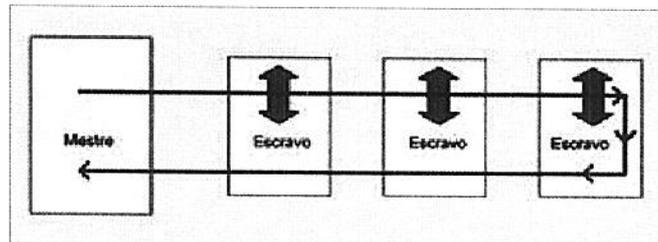


Fig. 5 - EtherCAT, transferência de dados

conter o relógio mestre que sincroniza os relógios dos outros dispositivos escravos.

A tecnologia EtherCAT não é totalmente compatível com o padrão Ethernet, mas tolera outros serviços baseados em Ethernet ou outros

protocolos da mesma rede física. Não há restrição com o tipo de componente Ethernet que pode ser conectado no mesmo segmento EtherCAT via porta do switch. Os quadros Ethernet são ligados via protocolo EtherCAT com o devido padrão de

aplicação (VPN, PpOE, DSL, etc.). A rede EtherCAT é totalmente transparente para o componente Ethernet e as características em tempo real não são comprometidas (figura 7).

Pode-se utilizar a infraestrutura de cabeamento padrão Ethernet

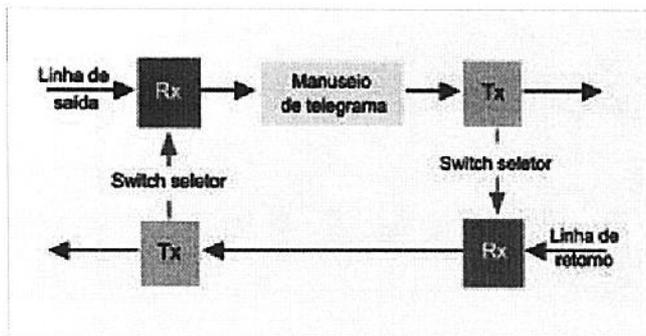


Fig. 6 - Estrutura interna do dispositivo escravo [2]

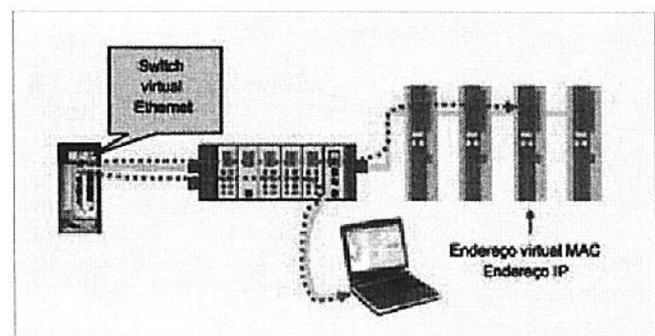
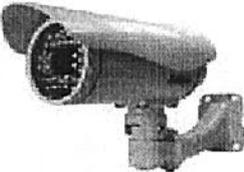


Fig. 7 - Compatibilidade do padrão EtherCAT [5]

**Excedendo os limites da tecnologia**







Câmeras IP profissionais para áreas internas e externas  
Câmeras IP Megapixel de alta performance

**ZAVIG**  
surveillance Technology innovator

www.zaviobr.com.br / (51)3022.2765

Existem  
centenas  
de distribuidores

para interligar os dispositivos EtherCAT: conector modular de oito posições (RJ-45), cabos Categoria 5E ou 6. Quando o projeto destina-se para a indústria, é necessária atenção às condições normativas destinadas para áreas críticas industriais e especificadas pela norma ANSI/TIA/EIA/1005, que completa a norma geral de edificações comerciais EIA/TIA568B-2 ou NBR 14565:2007. Todo o cabeamento envolvido deve ter proteção para condições adversas como óleos, poeira, vibração, torções, altas temperaturas, tensões elevadas, radiofrequência, EMI - interferências eletromagnéticas e outros ruídos causados por máquinas industriais.

### Conclusão

O padrão EtherCAT tem se tornado uma excelente proposta de

Ethernet para o chão de fábrica porque é a rede mais rápida existente, apresenta topologia livre e é diretamente integrada aos sistemas de TI e aberto a outros protocolos. Isso traz como vantagem uma redução significativa nos custos de engenharia e instalação de um sistema de tecnologia em automação industrial.

Por ser um padrão de código aberto, qualquer interessado pode estudar e implementar o padrão EtherCAT. O grupo de tecnologia EtherCAT promove essa filosofia e proporciona conhecimento aos usuários de diferentes setores, fabricantes de máquinas e provedores de tecnologia de controle. A IEC aceitou o grupo de tecnologia EtherCAT desde 2004 e a ISO também está de acordo com suas especificações. Espera-se que o EtherCAT seja utilizado amplamente na indústria dentro de uma ampla gama de aplicações.

### REFERÊNCIAS

- [1] Frantisek Zezulka, Ondrej Hyncica: *Ethernet technology in automation*. Faculty of Electrical Engineering and Communication. Brno University of Technology.
- [2] EtherCAT Technology Group. [www.ethercat.org](http://www.ethercat.org).
- [3] National Instruments: *Introdução ao EtherCAT*. [www.ni.com](http://www.ni.com).
- [4] Sincronização externa EtherCAT (documento PR322008 - Sistema de E/S, Ethernet industrial). <http://www.beckhoff.com.br>
- [5] EtherCAT Technology Group: *EtherCAT Technical Introduction and Overview*. EtherCAT Technology Group. 2004.

# TECNOLOGIA DE PONTA

## CONVERSORES DE FIBRA ÓPTICA

**Multimodo**  
**Monomodo**

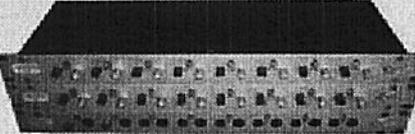
**VIDEO - ÁUDIO - DADOS**  
**TELEFONE - ETHERNET**  
**CONTATO SECO**

### FIBRA ÓPTICA

**Transmissões seguras**  
**Livres de interferências**



**FiberWan**  
Conversores  
Fibra Óptica





Fiberwan Ind. Equipamentos Eletrônicos Ltda  
Rua Oriente, 810 - Bairro Barcelona  
CEP: 09551-010 - São Caetano do Sul - SP  
Fone/Fax: (11) 4227-1380 - (11) 2759-2133  
E-mail: [fiberwan@terra.com.br](mailto:fiberwan@terra.com.br)  
[www.fiberwan.com.br](http://www.fiberwan.com.br)