

EtherCAT - O fieldbus Ethernet



Ether**CAT**[®] 
Technology Group



- 3 Um sistema de rede pode não ser tudo ...
- 4 Visão geral do EtherCAT
- 6 EtherCAT Technology Group
- 8 Por que usar o EtherCAT?
- 10 A tecnologia em detalhes
 - 10 EtherCAT: baseado na tecnologia Ethernet
 - 11 Como funciona o EtherCAT?
 - 12 O protocolo EtherCAT
 - 14 Topologia flexível
 - 16 Distributed Clocks para sincronização de alta precisão
 - 18 Diagnóstico e localização de erros
 - 19 Princípio da interface de diagnóstico independente do MainDevice EtherCAT
 - 21 Requisitos de alta disponibilidade
 - 22 EtherCAT G: comunicação em níveis de gigabit
- 24 Visão geral do sistema
 - 26 EtherCAT P: comunicação e alimentação em um único cabo
 - 28 Safety over EtherCAT
 - 30 Perfis de comunicação
 - 33 Comunicação em toda a planta com o protocolo de automação EtherCAT (EtherCAT Automation Protocol - EAP)
 - 35 Integração de outros sistemas de rede
 - 36 Potencializando a transformação digital com EtherCAT, Indústria 4.0 e IoT
- 38 Implementação de interfaces EtherCAT
 - 40 Implementação de um MainDevice (MDevice)
 - 42 Implementação de um SubDevice (SDevice)
 - 44 Conformidade e certificação
- 47 Contato

Um sistema de rede pode não ser tudo ...

... mas uma máquina não é nada sem ele!
 Ele constitui o núcleo da arquitetura do sistema e seu desempenho também determina se todo o sistema é capaz de atingir seu potencial máximo. O sistema de rede também é um fator crucial para determinar os custos do sistema, o tempo de comissionamento e a robustez. Portanto, um bom engenheiro seleciona a tecnologia de rede correta antes de tudo ao projetar um sistema.

Criamos este flyer para apresentar a você o EtherCAT, o fieldbus Ethernet. Você não só conhecerá o EtherCAT, como também aprenderá o que faz do EtherCAT o

padrão mais veloz de Ethernet industrial. Este flyer também apresenta o EtherCAT Technology Group (ETG), a maior organização de fieldbus do mundo. Mais importante ainda, esperamos mostrar por que o EtherCAT é a escolha certa para a sua aplicação. Se tiver alguma dúvida, entre em contato conosco. Somos apaixonados pelo EtherCAT e estamos ansiosos para ouvir o que você tem a dizer.

Em nome da equipe do EtherCAT Technology Group,
Martin Rostan, diretor executivo
 do EtherCAT Technology Group



Martin Rostan, diretor executivo do EtherCAT Technology Group



A equipe mundial do ETG em uma reunião de estratégia global.

O EtherCAT é uma tecnologia de Ethernet industrial de alto desempenho, baixo custo, fácil utilização e com topologia flexível. Ele foi introduzido em 2003 e é um padrão internacional desde 2007. O EtherCAT Technology Group promove o EtherCAT e é responsável pelo seu desenvolvimento contínuo. O EtherCAT é uma tecnologia aberta, permitindo que qualquer um a implemente ou utilize.

Como ele funciona

O princípio chave do EtherCAT está no processamento dos frames Ethernet pelos seus nós: cada nó lê os dados que lhe são enviados e escreve seus próprios dados de volta no frame enquanto ele segue em frente. Isso melhora a utilização da largura de banda (um frame por ciclo geralmente é suficiente para a comunicação) e também elimina a necessidade de switches ou hubs.

Desempenho da rede

A maneira exclusiva com que o EtherCAT processa os frames faz dele a tecnologia Ethernet industrial mais rápida; nenhuma outra tecnologia consegue superar a utilização da largura de banda do EtherCAT ou o desempenho que ele proporciona.

Topologia flexível

Além de sua velocidade, uma rede EtherCAT é capaz de suportar até 65.535 dispositivos sem colocar restrições em sua topologia: linha, rede, árvore, estrela - ou qualquer combinação destes. A física da Fast Ethernet permite que dois dispositivos estejam a uma distância de até 100 m (330 pés), e uma distância maior pode ser alcançada com a fibra óptica. O EtherCAT também tem recursos adicionais que oferecem mais flexibilidade topológica, como Hot Connect e Hot Swap para dispositivos, além de redundância adicional por meio de uma topologia em anel.

Versatilidade

O EtherCAT é adequado para arquiteturas de sistema centralizadas e descentralizadas. Ele pode oferecer suporte à comunicação entre MainDevice e MainDevice, MainDevice e SubDevice e entre SubDevice e SubDevice, além de incorporar fieldbus subordinados. No nível de fábrica, o protocolo de automação EtherCAT abrange toda a comunicação - tudo com a infraestrutura existente.

Simplicidade

Quando comparado a um sistema fieldbus clássico, o EtherCAT é a escolha óbvia: os endereços dos nós podem ser definidos automaticamente, não há necessidade de ajuste de rede e os diagnósticos integrados com localização de falhas facilitam a identificação de erros. Apesar desses recursos avançados, o EtherCAT também é mais fácil de usar do que a Ethernet industrial: não há switches para configurar, e não é necessário nenhum manuseio complicado de endereços MAC ou IP.

Baixo custo

O EtherCAT oferece todas as vantagens da Ethernet industrial a preços de fieldbus. Como? Em primeiro lugar, o EtherCAT não requer nenhum componente ativo de infraestrutura.

O dispositivo de controle não requer uma placa de interface dedicada e os dispositivos conectados usam chips altamente integrados e econômicos disponíveis em diversos fornecedores. Além disso, não há necessidade de especialistas em TI caros para colocar o sistema em operação ou realizar sua manutenção.

Ethernet industrial

O EtherCAT também é compatível com tecnologias comuns da internet sem comprometer a capacidade de tempo real da rede. Seu protocolo Ethernet over EtherCAT transporta FTP, HTTP, TCP/IP, entre outros.

Segurança funcional

O Safety over EtherCAT é, assim como o EtherCAT, simples e ágil. A segurança funcional é incorporada diretamente a rede com opções tanto para lógica de segurança centralizada quanto descentralizada. Graças à abordagem Black Channel, essa tecnologia também está disponível para outros sistemas de rede.

Tecnologia aberta

O EtherCAT é uma tecnologia aberta padronizada internacionalmente, o que significa que qualquer pessoa é livre para utilizá-la em uma forma compatível. No entanto, o fato de ser uma tecnologia aberta não significa que qualquer pessoa possa alterar arbitrariamente o EtherCAT para atender às suas necessidades. Isso acabaria com a interoperabilidade. O EtherCAT Technology Group, a maior organização de fieldbus do mundo, é responsável pelo desenvolvimento do EtherCAT para que ele permaneça aberto e interoperável.

Experimentado e testado

O EtherCAT está sendo usado atualmente em todo o mundo em uma variedade incomparável de aplicações. O EtherCAT é usado em controle de máquinas, equipamentos de medição, dispositivos médicos, automóveis e máquinas móveis, e em inúmeros sistemas integrados.



Os estandes do ETG apresentam a tecnologia e a vasta linha de produtos EtherCAT.



O ETG realiza reuniões regulares com os membros regionais.

O EtherCAT Technology Group mantém a tecnologia EtherCAT aberta para todos os possíveis usuários. Ele reúne fabricantes de dispositivos EtherCAT, fornecedores de tecnologia e usuários para promover a tecnologia.

Ele oferece vários grupos de trabalho técnicos, em que especialistas trabalham cuidadosamente em diversos aspectos específicos do EtherCAT. Todas essas atividades estão concentradas em um objetivo comum: manter o EtherCAT estável e interoperável. É por isso que há apenas uma versão do EtherCAT, e não uma nova versão a cada ano.

O ETG realiza vários EtherCAT Plug Fests na Europa, Ásia e América todos os anos. Esses eventos reúnem os desenvolvedores de dispositivos EtherCAT para testar e assegurar a interoperabilidade do dispositivo. Usando a ferramenta de teste de conformidade EtherCAT oficial, cada fabricante testa a conformidade de seus dispositivos EtherCAT antes de seu lançamento. O ETG concede ao fabricante um certificado de conformidade após um teste bem-sucedido em um laboratório de testes credenciado.

O ETG também realiza seminários e workshops internacionais e representa o EtherCAT em exposições em todo o mundo. Ele também fornece guias de produtos, estandes conjuntos em exposições e apresentações em seminários para ajudar seus membros na comercialização de seus produtos EtherCAT.

O ETG tem o maior número de membros de todas as organizações de fieldbus do mundo. A lista de membros pode ser encontrada na página inicial do ETG. No entanto, o fator crucial não é o número de membros, mas o grau de atividade dos membros no ETG. Tanto o número quanto a variedade de dispositivos EtherCAT são incomparáveis, e a taxa de adoção do EtherCAT em todo o mundo é excepcional.

Torne-se um membro

A associação ao ETG está aberta a todas as empresas, sejam elas fabricantes de dispositivos ou usuários.

Membros do ETG:

- recebem acesso às especificações técnicas e ao fórum de desenvolvedores
- contribuem para o desenvolvimento futuro do EtherCAT por meio dos grupos de trabalho técnicos
- recebem suporte de implementação de seu escritório local do ETG
- recebem pacotes de software gratuitos, ferramentas de software e acesso a produtos de desenvolvimento adicionais
- têm permissão para usar os logotipos EtherCAT e ETG
- exibem seus produtos EtherCAT e serviços no guia oficial de produto EtherCAT, em exposições e em eventos do ETG.

Os estatutos, o formulário de registro e as informações adicionais estão disponíveis em info@ethercat.org e www.ethercat.org

Padronização internacional

O EtherCAT Technology Group é um parceiro oficial da IEC. Tanto o EtherCAT quanto o Safety over EtherCAT são padrões IEC (IEC 61158 e IEC 61784). Esses padrões incluem não apenas as camadas de protocolo inferiores, mas também a camada de aplicações e os perfis de dispositivos, por exemplo, para acionamentos. A SEMI™ (Semiconductor Equipment and Materials International) aprovou o EtherCAT como padrão de comunicação (E54.20) para o setor de semicondutores. Os diversos grupos de trabalho do grupo técnico de semicondutores do ETG (TWG) definiram perfis de dispositivos específicos para o setor e diretrizes de implementação.

A especificação EtherCAT está disponível em inglês, japonês, coreano e chinês.

Atividades globais

O EtherCAT Technology Group atua em todo o mundo. Os especialistas dos escritórios do ETG na Alemanha, China, Japão, Coreia e EUA dão suporte aos membros do ETG antes, durante e depois da implementação.

A tecnologia é mantida por diversos Grupos de Trabalho Técnico (Technical Working Groups - TWG), que definem melhorias e também padronizam o comportamento dos dispositivos por meio de perfis e diretrizes de implementação. Todos os membros são incentivados a contribuir ativamente com os TWGs.



O EtherCAT também é um padrão nacional em muitos países, como Coreia e China.

Marcos do EtherCAT



Por que usar o EtherCAT?

EtherCAT

A maneira singular de operar do EtherCAT faz com que ele seja a escolha dos engenheiros. Os seguintes recursos são particularmente vantajosos para determinadas aplicações.

1. Desempenho excepcional

O EtherCAT é, em grande parte, a tecnologia de Ethernet industrial mais veloz, além de sincronizar com precisão na ordem dos nanossegundos.

Esse é um grande benefício para todas as aplicações em que o sistema de destino é controlado ou medido por meio do sistema de rede. Os tempos de reação rápidos reduzem os tempos de espera durante as transições entre as etapas do processo, o que melhora significativamente a eficiência da aplicação. Por fim, a arquitetura do sistema EtherCAT normalmente reduz a carga na CPU em 25 a 30% em comparação com outros sistemas de rede (considerando o mesmo tempo de ciclo). Quando aplicado de forma otimizada, o desempenho do EtherCAT gera melhor precisão, maior rendimento e, portanto, custos mais baixos.

2. Topologia flexível

Nas aplicações EtherCAT, a estrutura da máquina determina a topologia da rede, e não o contrário. Nos sistemas Ethernet industriais convencionais, há limitações quanto ao número de switches e hubs que podem ser conectados em cascata, o que impõe limites à topologia geral da rede. Como o EtherCAT não precisa de hubs ou switches, não há limitações. Em resumo, o EtherCAT é praticamente ilimitado no que diz respeito à topologia da rede. Você pode criar topologias de linha, árvore, estrela e qualquer combinação delas com um número quase ilimitado de nós. Graças à detecção automática de links, os nós e segmentos de rede podem ser desconectados

durante a operação e, em seguida, reconnected, mesmo em outra posição, se necessário. A topologia de linha é estendida para uma topologia em anel para garantir a redundância dos cabos. Tudo o que o dispositivo de controle precisa para essa redundância é de uma segunda porta Ethernet, e os dispositivos conectados suportarão a redundância de cabos. Isso significa que os dispositivos podem ser trocados durante a operação da máquina.

3. Simples e robusto

Configuração, diagnóstico e manutenção são fatores que contribuem para os custos do sistema. O fieldbus Ethernet torna todas essas tarefas significativamente mais fáceis: o EtherCAT pode ser configurado para atribuir endereços automaticamente, o que elimina a configuração manual. Uma carga de rede baixa e a física ponto a ponto melhoram a imunidade a ruídos eletromagnéticos. A rede detecta de forma confiável as possíveis interferências até sua localização exata, o que torna a solução de problemas muito mais rápida. Durante a inicialização, a rede compara os layouts planejados e reais para detectar quaisquer discrepâncias. O desempenho do EtherCAT também ajuda durante a configuração do sistema ao eliminar a necessidade de ajuste da rede. Graças à grande largura de banda, o TCP/IP adicional pode ser transmitido junto com os dados de controle. No entanto, como o EtherCAT em si não é baseado em TCP/IP, não há necessidade de administrar endereços MAC ou endereços IP ou de ter especialistas em TI para configurar switches e roteadores.

4. Segurança integrada

A segurança funcional é integrada à arquitetura de rede com o FailSafe over EtherCAT (FSoE). O FSoE comprovou sua eficácia na prática, estando presente em equipamentos certificados pelo TÜV e disponíveis no mercado desde 2005. O protocolo atende aos requisitos dos sistemas SIL 3 e é adequado para sistemas de controle centralizados e descentralizados. Graças à abordagem de Black Channel e ao contêiner de segurança incrivelmente simples, o FSoE também pode ser empregado em outros sistemas de rede. Essa abordagem integrada e o protocolo simplificado ajudam a manter os custos do sistema baixos. Além disso, um controlador crítico que não seja de segurança também pode receber e processar dados de segurança.

5. Custo-benefício

O EtherCAT oferece os recursos da Ethernet industrial a um preço semelhante ou até mesmo inferior ao de um sistema fieldbus clássico. O único hardware exigido pelo MainDevice é uma porta Ethernet - não são necessárias placas de interface ou coprocessadores caros. Os controladores de SubDevice EtherCAT (EtherCAT SubDevice Controllers - ESC) estão disponíveis de vários fabricantes em diferentes formatos: como ASIC, com base em FPGA, ou como uma opção para uma série de microprocessadores padrão. Como esses controladores de baixo custo assumem todas as tarefas críticas em termos de tempo, o próprio EtherCAT não impõe nenhum requisito de desempenho à CPU dos dispositivos de campo, o que mantém os custos dos dispositivos baixos. O EtherCAT não requer switches ou outros componentes ativos de infraestrutura, portanto, os custos desses componentes e de sua instalação, configuração e manutenção também são eliminados.

Por esses motivos, o EtherCAT é comumente encontrado nos seguintes âmbitos:

- robótica
- máquinas-ferramentas
- máquinas de embalagem
- prensas de impressão
- equipamentos de fabricação de plástico
- prensas
- máquinas de fabricação de semicondutores
- bancadas de teste
- máquinas de coleta e colocação
- sistemas de medição
- usinas de energia
- subestações
- aplicações de manuseio de materiais
- sistemas de manuseio de bagagens
- sistemas de controle de estágios
- sistemas de montagem automatizados
- máquinas para indústria de celulose e papel
- sistemas de controle de túneis
- máquinas de soldagem
- guindastes e elevadores
- máquinas agrícolas
- aplicações offshore
- serrarias
- equipamentos para fabricação de janelas
- sistemas de automação de edifícios
- siderúrgicas
- turbinas eólicas
- equipamentos para fabricação de móveis
- máquinas de fresagem
- veículos guiados automatizados
- automação no setor de entretenimento
- dispositivos médicos
- maquinário para marcenaria
- equipamentos para fabricação de vidro plano
- sistemas de pesagem
- e muito mais



A tecnologia em detalhes

EtherCAT: baseado na tecnologia Ethernet

EtherCAT é uma tecnologia de Ethernet industrial que emprega frames padrão e a camada física definida pelo padrão Ethernet IEEE 802.3. Entretanto, ele também atende às demandas específicas da indústria de automação, onde:

- há requisitos rígidos de tempo real com tempos de resposta determinísticos
- o sistema geralmente é composto de muitos nós, e cada nó tem apenas uma pequena quantidade de dados de processo cíclicos
- os custos de hardware desempenham um papel ainda maior aqui do que nas aplicações de TI e de escritório.

Os requisitos acima mencionados tornam praticamente impossível o uso de uma rede Ethernet padrão em nível de campo. Se um datagrama Ethernet individual for usado para cada nó, a taxa de dados efetiva diminuirá significativamente para apenas alguns bytes de dados de processo cíclicos: o datagrama Ethernet mais curto tem 84 bytes (incluindo o intervalo entre pacotes), dos quais 46 bytes podem ser usados para dados de processo. Por exemplo, se uma unidade enviar 4 bytes de dados de processo para a posição real e as informações de status e receber 4 bytes de dados para a posição de destino e as informações de controle, a taxa de dados efetiva para ambos os datagramas cairá para $4/84 = 4,8\%$. Além disso, o drive geralmente tem um tempo de reação que aciona a transmissão dos valores reais após o recebimento dos valores de referência. No final, não resta muito da taxa de transferência de 100 Mb/s.

As pilhas de protocolos, como as usadas no mundo da TI para conexão de roteamento (IP) (TCP), exigem sobrecarga adicional para cada nó e geram mais atrasos devido a tempos de execução das pilhas.

Como funciona o EtherCAT?

O EtherCAT supera as dificuldades descritas na seção anterior com seu modo de operação de alto desempenho, em que um único frame geralmente é suficiente para enviar e receber dados de controle de e para todos os nós!

O MainDevice EtherCAT envia um datagrama que percorre todos os nós. Cada dispositivo de campo EtherCAT lê os dados endereçados a ele on the fly e insere seus dados no frame à medida que o frame avança na rede. O atraso do frame ocorre somente devido ao tempo de propagação do hardware. O último nó em um segmento ou linha descendente detecta uma porta aberta e envia a mensagem de volta ao MainDevice usando o recurso full duplex da tecnologia Ethernet.

A taxa de dados efetiva máxima do datagrama aumenta para mais de 90% e, devido à utilização do recurso full duplex, a taxa de dados efetiva teórica é ainda maior do que 100 Mb/s.

O MainDevice EtherCAT é o único nó em um segmento que pode enviar ativamente um frame EtherCAT; os demais nós apenas encaminham os frames. Esse conceito evita atrasos imprevisíveis e garante a capacidade em tempo real.

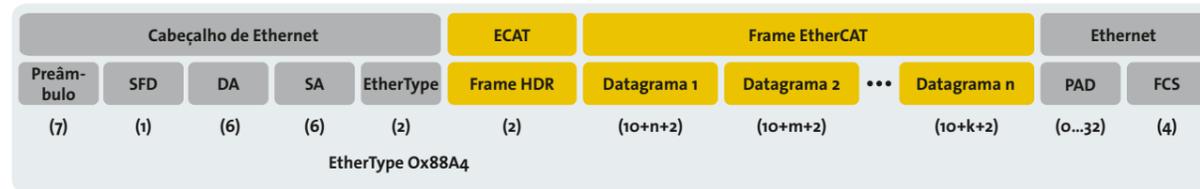
A unidade de controle usa um controlador de acesso à mídia (MAC) Ethernet padrão, sem um processador de comunicação adicional. Isso permite que um MainDevice seja implementado em qualquer plataforma de hardware com uma porta Ethernet disponível, independentemente do sistema operacional ou software de aplicação em tempo real utilizado.

Os dispositivos de campo EtherCAT usam um Controlador de SubDevice EtherCAT (ESC) para processar frames on the fly e inteiramente no hardware, tornando o desempenho da rede previsível e independente da implementação individual do SubDevice.



O protocolo EtherCAT

O EtherCAT incorpora sua carga útil em um frame Ethernet padrão. O frame EtherCAT é identificado pelo identificador (0x88A4) no campo EtherType. Como o protocolo EtherCAT é otimizado para dados de processo cíclicos curtos, é possível eliminar pilhas de protocolos volumosas, tais como TCP/IP ou UDP/IP.



EtherCAT em um frame Ethernet padrão (de acordo com a IEEE 802.3)

Para garantir a comunicação de TI Ethernet entre os nós, as conexões TCP/IP também podem ser encaminhadas por meio de um canal de caixa de correio sem afetar a transferência de dados em tempo real.

Durante a inicialização, a unidade de controle configura e mapeia os dados do processo nos dispositivos conectados. Diferentes volumes de dados podem ser trocados com cada nó, variando de um bit a alguns bytes, ou até kilobytes de dados.

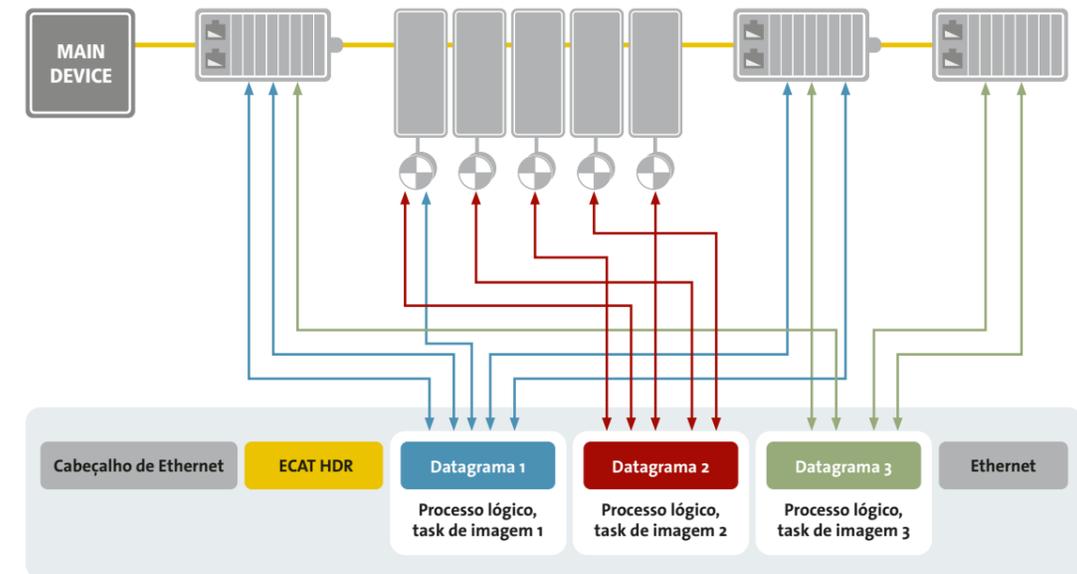
O frame EtherCAT contém o cabeçalho do frame e um ou mais datagramas. O cabeçalho do datagrama indica o tipo de acesso que o MainDevice gostaria de executar:

- leitura, gravação ou leitura e gravação
- acesso a um dispositivo de campo específico por meio de endereçamento direto ou acesso a vários dispositivos de campo por meio de endereçamento lógico (endereçamento implícito).

O endereçamento lógico é usado para a troca cíclica de dados de processo. Cada datagrama se refere a uma parte específica da imagem do processo no segmento EtherCAT, para o qual estão disponíveis 4 GB de espaço de endereçamento. Durante a inicialização da rede, cada nó recebe um ou mais endereços nesse espaço de endereçamento global. Se forem atribuídos endereços a vários nós na mesma área, todos eles poderão ser acessados com um único datagrama. Como os datagramas contêm todas as informações relacionadas ao acesso aos dados em completude, o MainDevice pode decidir quando e quais dados acessar. Por exemplo, o MainDevice pode usar tempos de ciclo curtos para atualizar os dados nos drives e, ao mesmo tempo, usar um tempo de ciclo mais longo para testar a E/S; não é necessária uma estrutura de dados de processo fixa. Isso também reduz a demanda sobre o dispositivo de controle em comparação com os sistemas de fieldbus convencionais, em

que os dados de cada nó precisam ser lidos individualmente, classificados com a ajuda do controlador de processo e copiados para a memória. Com o EtherCAT, o dispositivo de controle precisa apenas preencher um único frame EtherCAT com novos dados de saída e enviar o frame para o controlador MAC por meio de acesso direto à memória (DMA) automático. Quando um frame com novos dados de entrada é recebido por meio do controlador MAC, a unidade de controle pode copiar o frame para a memória do computador por meio de DMA, tudo isso sem que a CPU precise copiar ativamente nenhum dado.

Além dos dados cíclicos, outros datagramas podem ser usados para comunicação assíncrona ou guiada por eventos.



Inserção de dados de processo on the fly

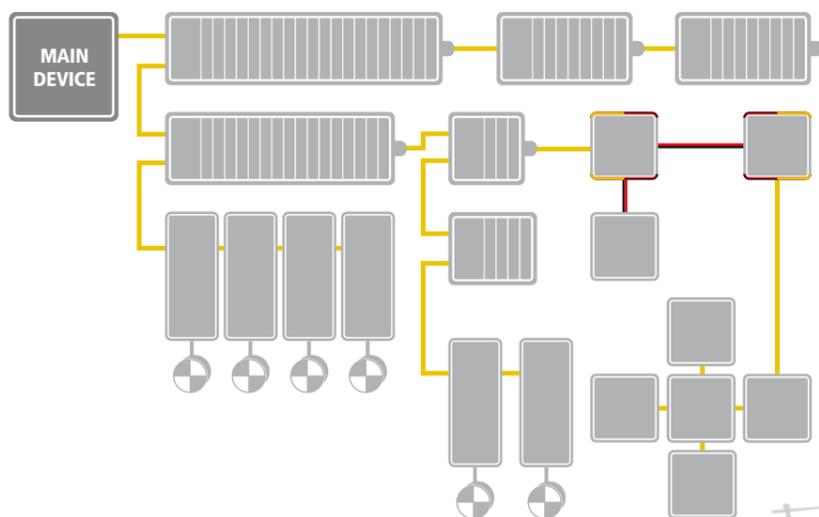
Além do endereçamento lógico, a unidade de controle também pode endereçar um dispositivo de campo por meio de sua posição na rede. Esse método é usado durante a inicialização da rede para determinar a topologia da rede e compará-la com a topologia planejada.

Depois de verificar a configuração da rede, o MainDevice pode atribuir a cada nó um endereço de nó configurado e se comunicar com o nó por meio desse endereço fixo. Isso permite o acesso direcionado aos dispositivos, mesmo quando a topologia da rede é alterada durante a operação, por exemplo, com grupos Hot Connect. Há duas abordagens para a comunicação entre SubDevices. Um SubDevice é capaz de enviar dados diretamente para outro nó que esteja conectado mais adiante na rede. Como os frames EtherCAT só podem ser processados no sentido de avanço, esse tipo de comunicação direta depende da topologia da rede e é particularmente adequado para a comunicação de alta velocidade

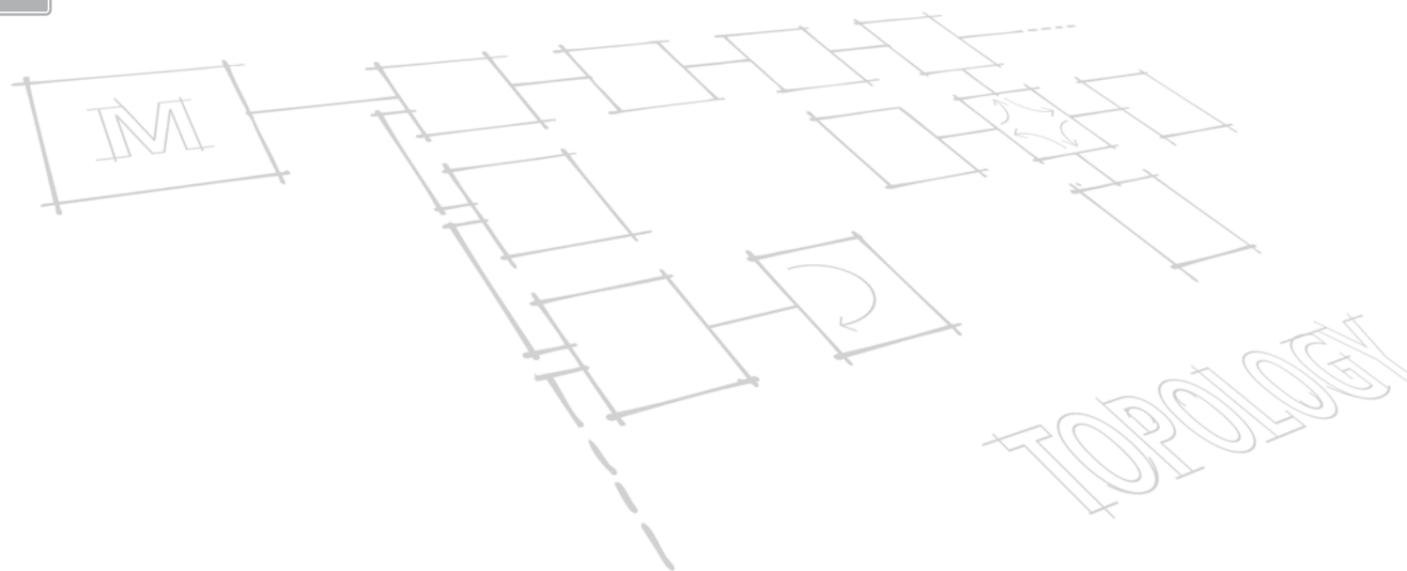
entre SubDevices em máquinas com design fixo (por exemplo, em impressoras ou máquinas de embalagem). Em contraste, a comunicação entre SubDevices livremente configurável passa pelo dispositivo de controle e requer dois ciclos de rede (mas não necessariamente dois ciclos de controle). Graças ao excelente desempenho do EtherCAT, esse tipo de comunicação entre SubDevices ainda é mais rápido do que o de outras tecnologias de comunicação.

Topologia flexível

Linha, árvore, estrela ou em cadeia: o EtherCAT é compatível com quase todas as topologias. Com o EtherCAT, você pode criar uma rede pura ou uma topologia de linha com centenas de nós sem as limitações comuns da utilização de switches ou hubs em cascata.



Topologia flexível: linha, árvore, estrela ou em cadeia



Ao realizar a fiação do sistema, a combinação de linhas principais com linhas derivadas é especialmente vantajosa: as portas necessárias para criar linhas derivadas estão diretamente integradas em muitos módulos de E/S, dispensando switches ou componentes adicionais. A topologia em estrela, o clássico da Ethernet, também pode ser utilizada.

Máquinas modulares ou trocadores de ferramentas exigem que segmentos de rede ou nós individuais sejam conectados e desconectados durante a operação. Os controladores de SubDevice EtherCAT já incluem a base para esse recurso Hot Connect. Se uma estação vizinha for removida, a porta será automaticamente fechada para que o restante da rede possa continuar operando sem interferência. Tempos de detecção muito curtos, inferiores a 15 microssegundos, garantem uma troca suave.

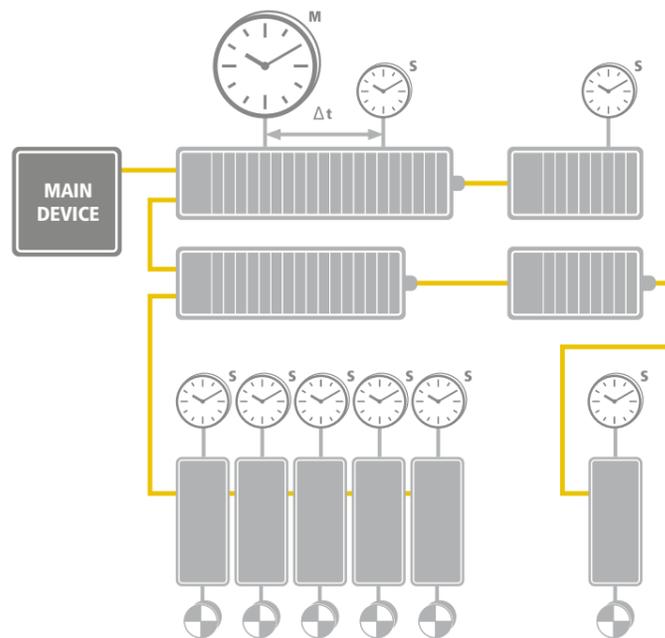
O EtherCAT oferece muita flexibilidade em relação aos tipos de cabos, de modo que cada segmento pode usar o tipo de cabo exato que melhor atenda às suas necessidades. Cabos Ethernet industriais de baixo custo podem ser usados entre dois nós com até 100 m de distância no modo 100BASE-TX. Além disso, a tecnologia EtherCAT P possibilita que os dados e a energia sejam transmitidos por meio de um único cabo. Essa opção possibilita que dispositivos como sensores sejam conectados com uma única linha. Fibras ópticas (como 100BASE-FX) também podem ser usadas, por exemplo, para uma distância de nó superior a 100 m. A linha completa de fiação Ethernet também está disponível para EtherCAT.

Até 65.535 dispositivos podem ser conectados a um segmento EtherCAT, portanto, a expansão da rede é praticamente ilimitada. Como há um número praticamente ilimitado de nós disponíveis, os dispositivos modulares, tais como estações de E/S segmentadas, podem ser configurados de modo que cada módulo funcione como um nó EtherCAT próprio. Assim, a rede de extensão local é eliminada; o alto desempenho do EtherCAT chega a cada módulo diretamente e sem atrasos, pois não há mais gateway no acoplador de rede ou na estação principal.

Distributed Clocks para sincronização de alta precisão

Em aplicações com processos distribuídos espacialmente que exigem ação simultânea, a sincronização precisa é particularmente importante. Por exemplo, esse é o caso das aplicações em que vários servoeixos executam movimentos coordenados.

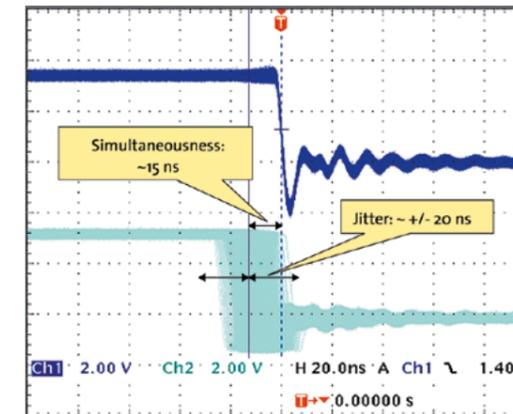
Em contraste com a comunicação totalmente síncrona, em que os erros de comunicação têm um impacto imediato na qualidade, os clocks sincronizados distribuídos têm um alto grau de tolerância à instabilidade no sistema de comunicação. Portanto, a solução EtherCAT para sincronizar os nós tem como base esses Distributed Clocks.



Sincronização totalmente baseada em hardware com compensação de atrasos de propagação

A calibração dos clocks nos nós é totalmente baseada em hardware. O tempo do primeiro SubDevice DC é distribuído ciclicamente para todos os outros dispositivos do sistema. Com esse mecanismo, os clocks dos dispositivos de campo podem ser ajustados com precisão a esse clock de referência. A instabilidade resultante no sistema é significativamente menor que $1 \mu\text{s}$.

Como o tempo enviado pelo clock de referência chega aos dispositivos de campo com um pequeno atraso, esse atraso de propagação deve ser medido e compensado em cada dispositivo de campo para garantir a sincronidade e a simultaneidade. Esse atraso é medido durante a inicialização da rede ou, se desejado, continuamente durante a operação, garantindo que os clocks sejam simultâneos entre si em um intervalo muito inferior a $1 \mu\text{s}$.



Sincronicidade e simultaneidade - visão do escopo de dois dispositivos distribuídos com 300 nós e 120 m de comprimento de cabo

Se todos os nós tiverem as mesmas informações de tempo, eles poderão definir seus sinais de saída simultaneamente e afixar seus sinais de entrada com um registro de data e hora altamente preciso. Em aplicações de controle de motion, a precisão do ciclo também é importante, juntamente com a sincronidade e a simultaneidade. Nessas aplicações, a velocidade é normalmente derivada da posição medida, portanto, é fundamental que as medições de posição sejam feitas de forma precisamente equidistante (ou seja, em ciclos exatos). Mesmo imprecisões muito pequenas no tempo de medição da posição podem se traduzir em imprecisões maiores na velocidade calculada, especialmente em relação a tempos de ciclo curtos. Com o EtherCAT, as medições de posição são acionadas pelo clock local preciso e não pelo sistema de rede, resultando em uma precisão muito maior.

Além disso, o uso de Distributed Clocks também alivia a carga da unidade de controle; pois ações como a medição de posição são acionadas pelo clock local e não no momento da recepção do frame, os requisitos de envio de frames pela unidade de controle são menos rigorosos. Isso possibilita que a pilha do MainDevice seja implementada por software no hardware Ethernet padrão. Nem mesmo a instabilidade na ordem de vários microssegundos diminui a precisão dos Distributed Clocks! Como a precisão do clock não depende do momento em que ele é ajustado, o tempo absoluto de transmissão do frame torna-se irrelevante. O MainDevice EtherCAT só precisa garantir que o frame EtherCAT seja enviado com antecedência suficiente, antes que o sinal DC nos nós acione a saída.

Diagnóstico e localização de erros

A experiência com sistemas fieldbus convencionais mostrou que as características de diagnóstico desempenham um papel importante na determinação da disponibilidade e do tempo de comissionamento de uma máquina. Além da detecção de erros, a localização de erros é importante durante a solução de problemas. O EtherCAT permite que você verifique e compare a topologia real da rede com a topologia planejada durante a inicialização. O EtherCAT também tem muitas capacidades de diagnóstico adicionais inerentes ao seu sistema.

O controlador do SubDevice EtherCAT em cada nó usa uma soma de verificação para verificar se há erros no frame em movimento. As informações só serão fornecidas à aplicação do SubDevice se o frame tiver sido recebido corretamente. Se houver um erro de bit, o contador de erros será incrementado e os nós subsequentes serão informados de que o frame contém um erro. A unidade de controle também detectará que o frame está com defeito e descartará suas informações. A unidade de controle é capaz de detectar onde a falha ocorreu originalmente no sistema, analisando os contadores de erros dos nós. Essa é uma enorme vantagem em comparação com os sistemas de fieldbus convencionais, em que um erro é propagado ao longo de toda a linha de distribuição, impossibilitando a localização da origem do erro. O EtherCAT pode detectar e localizar distúrbios ocasionais antes que o problema afete a operação da máquina.

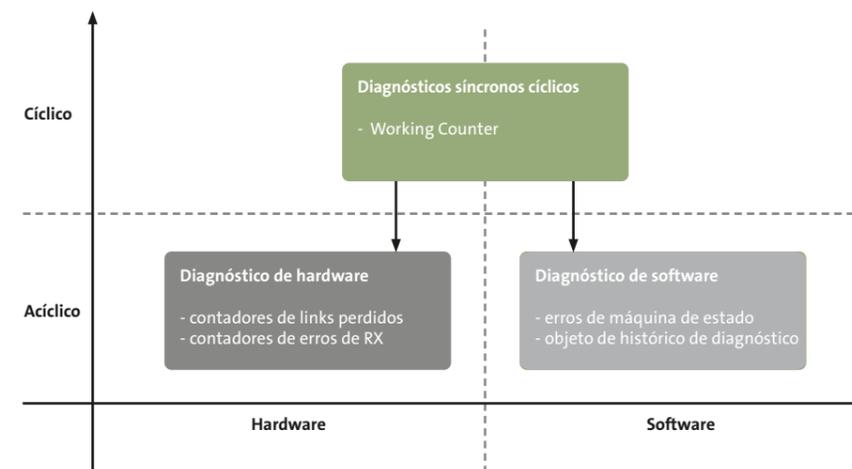
Graças ao princípio exclusivo de utilização de largura de banda do EtherCAT, que é muito melhor do que as tecnologias Ethernet industriais que usam frames únicos, a probabilidade de erros de bits induzidos por distúrbios em um frame do EtherCAT será substancialmente menor se o mesmo tempo de ciclo for usado.

Se, como no caso típico do EtherCAT, forem usados tempos de ciclo muito mais curtos, o tempo necessário para a recuperação de erros será significativamente reduzido. Portanto, também é muito mais simples resolver esses problemas dentro da aplicação.

Dentro dos frames, o Working Counter permite que as informações em cada datagrama sejam monitoradas quanto à consistência. Todo nó que é endereçado pelo datagrama e cuja memória é acessível incrementa o Working Counter automaticamente. O controle é então capaz de confirmar ciclicamente se todos os nós estão trabalhando com dados consistentes. Se o Working Counter tiver um valor diferente do que deveria, o MainDevice não encaminhará os dados desse datagrama para a aplicação de controle. O MainDevice pode então detectar automaticamente o motivo do comportamento inesperado com a ajuda das informações de status e erro dos nós, bem como do status do link.

Como o EtherCAT utiliza frames Ethernet padrão, o tráfego de rede Ethernet pode ser registrado com a ajuda de ferramentas de software Ethernet gratuitas. Por exemplo, o conhecido software Wireshark inclui um interpretador de protocolo para EtherCAT, de modo que informações específicas do protocolo, como o Working Counter, comandos, etc., são exibidas em texto simples.

Mais informações sobre diagnósticos podem ser encontradas aqui: www.ethercat.org/diag



Resumo das funcionalidades de diagnóstico EtherCAT

Princípio da interface de diagnóstico independente de fornecedor

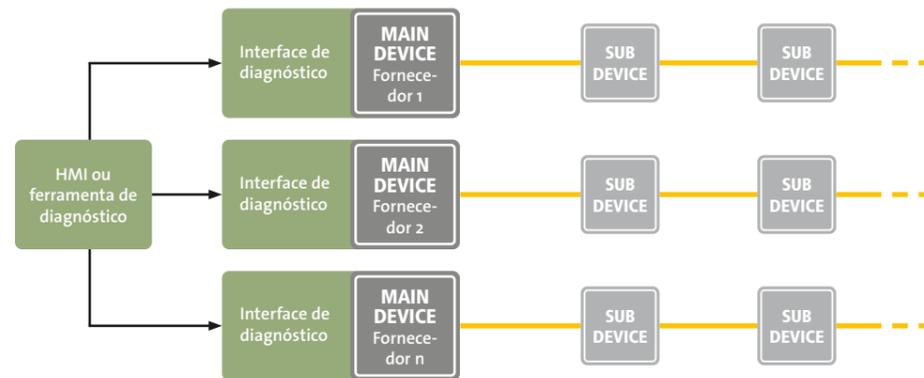
Essas funcionalidades fornecem todas as informações de diagnóstico necessárias para monitorar o estado da rede e detectar e localizar erros no MainDevice em todas as redes EtherCAT.

Essas informações brutas também precisam ser fornecidas às ferramentas de diagnóstico e aos usuários finais para que possam ser interpretadas e usadas. Com a especificação ETG.1510, o ETG definiu uma solução que possibilita que ferramentas externas acessem as informações de diagnóstico fornecidas por redes EtherCAT de forma independente do fornecedor específico do MainDevice e da implementação do software.

O perfil ETG.1510 aprimora a especificação ETG.1500 e amplia o dicionário de objetos do MainDevice EtherCAT definido no anexo A do ETG.5001.3. Os objetos de diagnóstico podem ser lidos pelo protocolo de aplicação CAN over EtherCAT (CAN application protocol over EtherCAT - CoE), utilizando a funcionalidade de gateway de mailbox já especificada. Como se baseia totalmente nos padrões existentes, o novo perfil requer apenas alguns elementos no dicionário de objetos do MainDevice. São fornecidas tanto a estrutura da rede conforme prevista pelo MainDevice com base na configuração offline quanto a topologia atual da rede detectada por uma varredura online. As próprias informações de diagnóstico são apresentadas como contadores cumulativos e consistentes que resumem o estado da rede desde sua inicialização até o momento atual. Como resultado, a interface de diagnóstico pode ser acessada em uma frequência que é independente do tempo de ciclo da rede do EtherCAT, e o desempenho em tempo real não é necessário nas ferramentas externas.

As informações de diagnóstico são acessadas por meio do bem estabelecido protocolo de aplicação CAN over EtherCAT (CAN application protocol over EtherCAT (CoE)). Com base em protocolos já existentes e totalmente padronizados e nas funcionalidades, essa interface de diagnóstico pode ser facilmente implementada como uma extensão de software simples sobre qualquer implementação padrão do MainDevice. A quantidade de recursos exigida por essa extensão de software é muito pequena, o que torna a implementação da interface de diagnóstico viável para todas as soluções de MainDevice, incluindo sistemas incorporados simples e compactos.

Com a interface de diagnóstico EtherCAT, os fornecedores de ferramentas de diagnóstico de máquinas e redes podem usar uma interface universal de uso geral para coletar dados de diagnóstico das redes EtherCAT. Eles são capazes de fornecer essas informações a técnicos e engenheiros de forma acessível e com representação gráfica intuitiva. As redes não precisam alterar seu comportamento para se adequar ao fabricante específico do MainDevice nem usar um protocolo de acesso proprietário do fornecedor para cada implementação diferente do MainDevice.

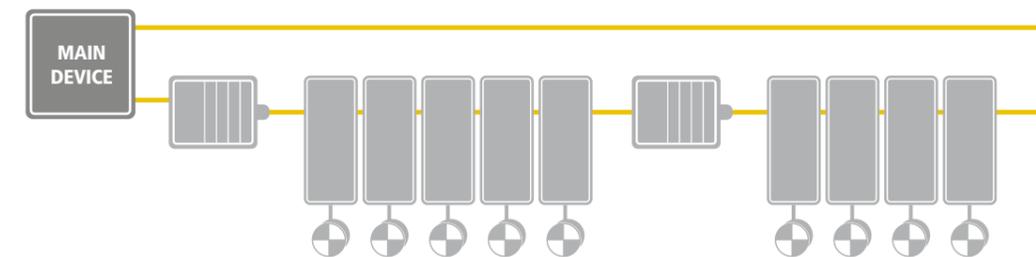


A interface de diagnóstico permite o acesso independente de fornecedor aos dados de diagnóstico EtherCAT

Requisitos de alta disponibilidade

Para máquinas ou equipamentos com requisitos muito elevados de disponibilidade, um rompimento de cabo ou um nó com defeito não deve significar que um segmento da rede fique inacessível ou que toda a rede falhe.

O EtherCAT possibilita redundância de cabos por meio da simplicidade. Um cabo do último nó pode ser conectado a uma porta Ethernet adicional no MainDevice para transformar uma topologia de linha estendida em uma topologia de anel. Um caso de redundância, como um rompimento de cabo ou um nó com defeito, é detectado por um complemento de software na pilha do MainDevice. Isso é tudo! Os próprios nós não precisam ser modificados e nem mesmo sabem que estão sendo operados em uma rede redundante.



Redundância de cabo econômica com dispositivos de campo EtherCAT padrão

A detecção de links nos dispositivos conectados detecta e resolve automaticamente os casos de redundância com um tempo de recuperação inferior a 15 microssegundos, de modo que no máximo um único ciclo de comunicação seja interrompido. Isso significa que mesmo as aplicações de motion com tempos de ciclo muito curtos podem continuar funcionando sem problemas quando um cabo se rompe.

Com o EtherCAT, é possível obter redundância do MainDevice com hot standby. Componentes vulneráveis da rede, como aqueles conectados por uma corrente portafios, podem ser cabeados com uma linha derivada, para que mesmo quando um cabo se rompe, o restante da máquina continue funcionando.

EtherCAT G: comunicação em níveis de gigabit



O EtherCAT G é uma extensão do protocolo EtherCAT padrão que permite a comunicação de dados a taxas de 1 Gb/s até 10 Gb/s. Isso é particularmente útil ao transmitir grandes volumes de dados de processo por participante da rede, como é o caso do processamento industrial de imagens, da tecnologia de medição de ponta ou de aplicações de motion complexas.

O protocolo EtherCAT em si, juntamente com suas características positivas, é totalmente mantido no EtherCAT G/G10. O EtherCAT G/G10 é totalmente compatível com o padrão IEEE 802.3 e a flexibilidade de topologia que ele oferece também é idêntica: linhas de derivação, linhas, encadeamentos ou estruturas em árvore podem ser criadas.

Um elemento central do EtherCAT G é o conceito de ramificação. Isso é obtido com um controlador de ramificação EtherCAT (EtherCAT Branch Controller - EBC), que essencialmente desempenha duas funções principais:

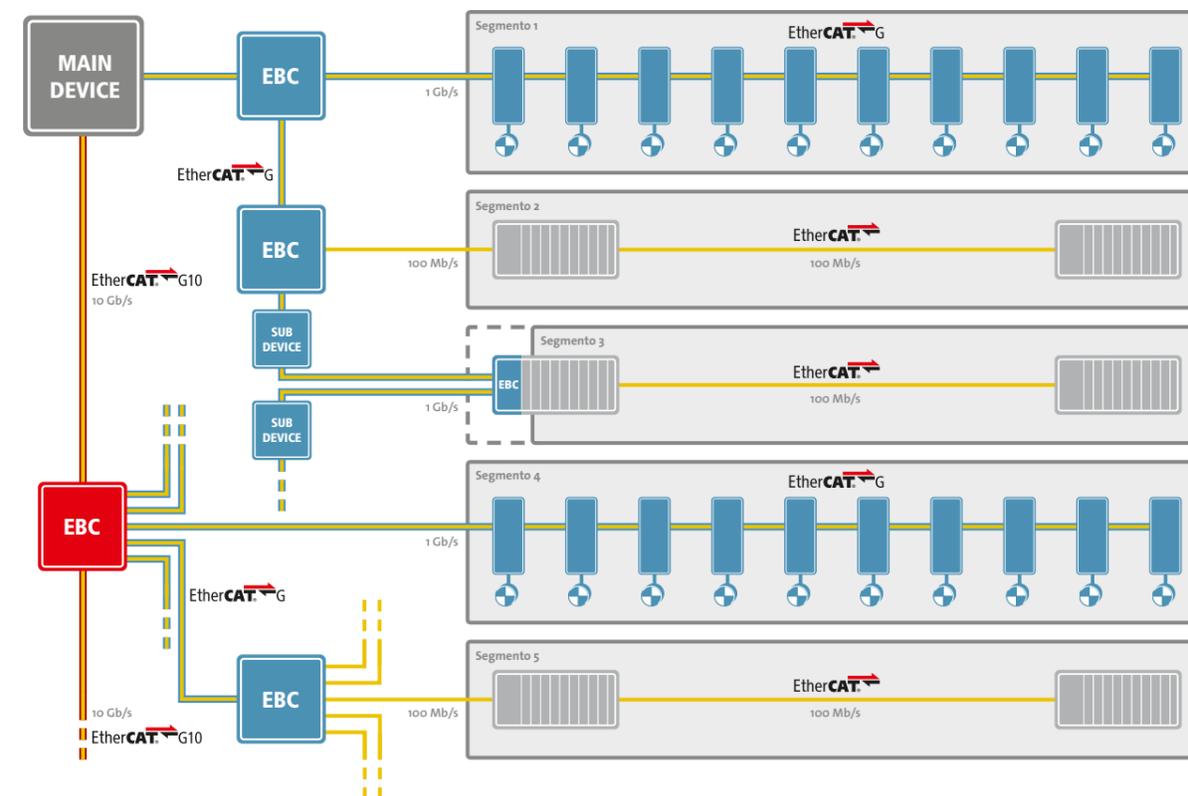
- ele atua como um tipo de nó para a integração de segmentos independentes com dispositivos de 100 Mb/s
- ele permite o processamento paralelo dos segmentos EtherCAT conectados.

Como resultado, o atraso de propagação é significativamente reduzido, o que aumenta o desempenho do sistema várias vezes em relação aos níveis anteriores.

Os dados são encaminhados para os segmentos individuais sob controle de prioridade e/ou de tempo, com cada ramificação tratada como um segmento EtherCAT independente: o frame não passa por todos os segmentos em série; em vez disso, os segmentos são processados em paralelo. Isso reduz significativamente os tempos de propagação em grandes redes e aumenta o desempenho do sistema várias vezes.

Com o conceito de ramificação, até mesmo grandes plantas podem ser gerenciadas a partir de uma unidade de controle central. Seguindo o estilo típico do EtherCAT, a configuração dos controladores de ramificação EtherCAT é realizada via MainDevice, assim, não há necessidade de ferramentas de configuração adicionais. O MainDevice só precisa ter uma porta Gb/s apropriada. Funções importantes, como diagnóstico ou sincronização de rede por meio de Distributed Clocks, são compatíveis com os EBCs e são encaminhadas de forma transparente para os segmentos conectados.

Dessa forma, o EtherCAT G/G10 aproveita as vantagens do aumento significativo da largura de banda e dos tempos de propagação reduzidos sem que os próprios dispositivos de campo precisem ser equipados com interfaces gigabit: os dispositivos de 100 Mb/s testados e aprovados são mantidos e, por meio do conceito de controladores de ramificação EtherCAT, ainda se beneficiam da expansão da tecnologia. Isso significa que o EtherCAT está pronto para atender a requisitos futuros mais rigorosos.



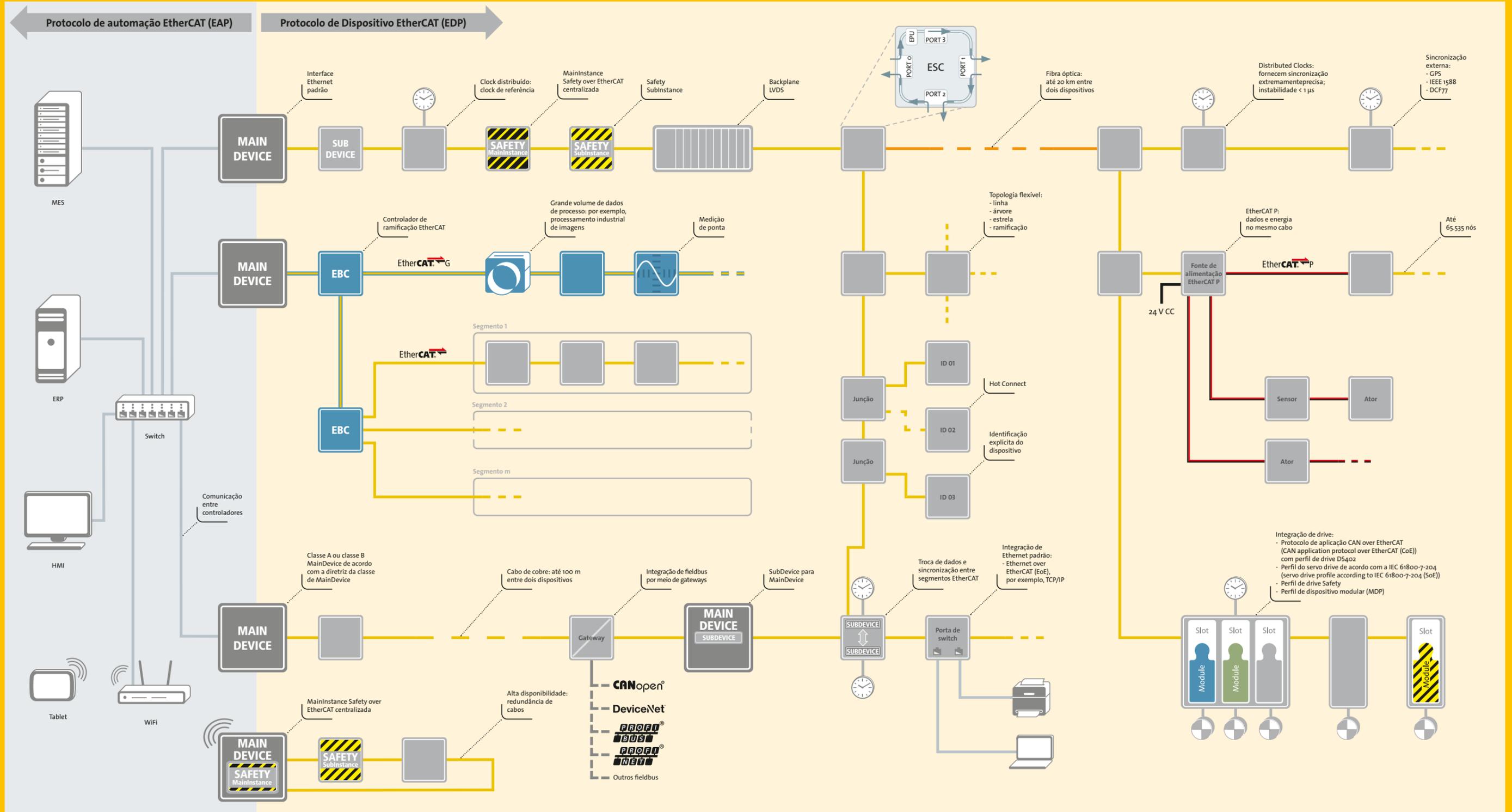
Exemplo de configuração para uma rede EtherCAT G/G10

Mais informações sobre EtherCAT G podem ser encontradas aqui: www.ethercat.org/ethercat-g

Visão geral do sistema

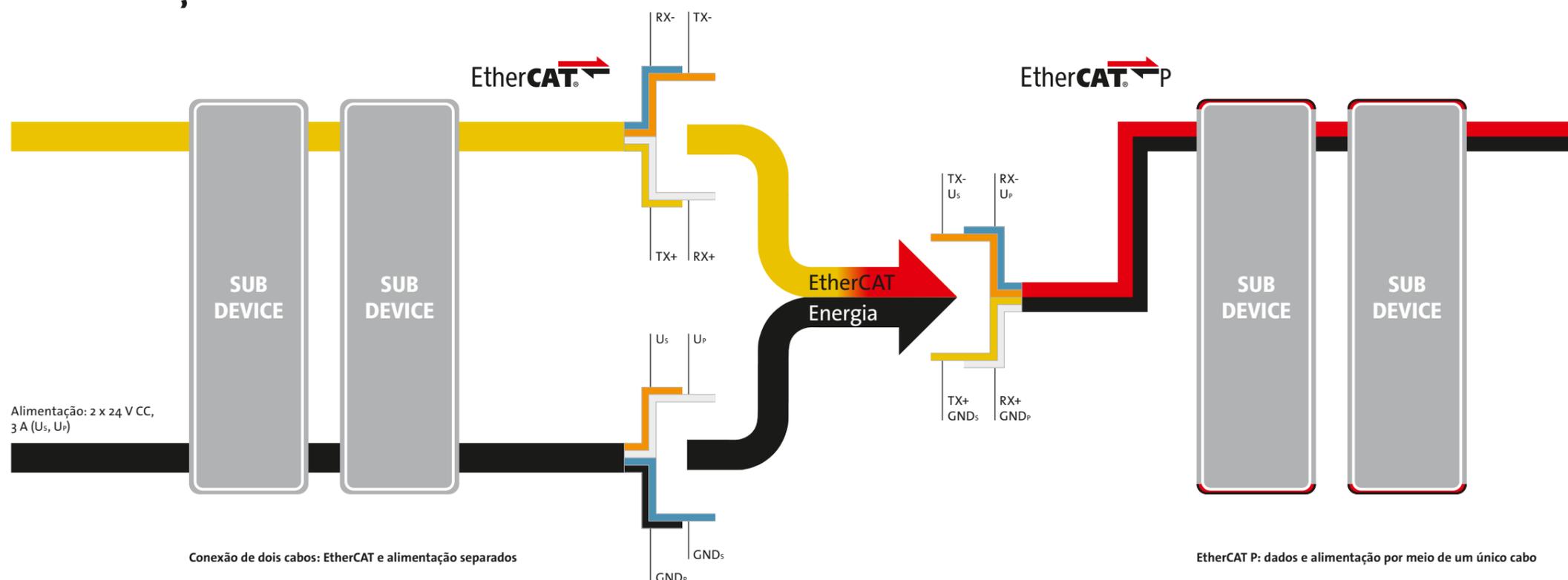
Rede de planta EtherCAT

Rede de controle de máquina EtherCAT



EtherCAT P: comunicação e alimentação em um único cabo

EtherCAT® P



O EtherCAT P (P = potência) é um acréscimo ao padrão de protocolo EtherCAT descrito anteriormente. Ele permite a transmissão tanto de dados de comunicação quanto da tensão periférica por meio de um único cabo Ethernet padrão de quatro fios.

O EtherCAT e o EtherCAT P são idênticos em termos de tecnologia de protocolo, pois a adição afeta exclusivamente a camada física. Os novos controladores SubDevice EtherCAT não são necessários para usar o EtherCAT P. O EtherCAT P tem as mesmas vantagens de comunicação que o EtherCAT, mas também fornece a fonte de alimentação por meio do cabo de comunicação, oferecendo benefícios e aprimoramentos atraentes para várias aplicações.

Duas fontes de 24 V isoladas eletricamente e comutáveis individualmente alimentam os dispositivos EtherCAT P, disponíveis com Us para o sistema e os sensores e Up para a periferia e os atuadores. Ambas as tensões, Us e Up, são acopladas diretamente à linha de comunicação EtherCAT de 100 Mb/s. Graças a essa transmissão de energia, o usuário pode colocar em cascata vários dispositivos EtherCAT P e, portanto, só precisa de um cabo. Isso contribui para a diminuição da fiação, um cabeamento mais compacto e eficiente em termos de custo, menores custos do sistema e redução do espaço ocupado por dispositivos, equipamentos e máquinas.

O EtherCAT P é particularmente vantajoso em partes da máquina que operam de forma independente e ficam mais isoladas, permitindo a transmissão de dados e fornecimento de energia por um único cabo ramificado. Sensores de todos os tipos são perfeitamente adequados para o EtherCAT P: um único conector compacto M8 possibilita a integração eficiente desses dispositivos de campo na rede de alta velocidade e os conecta à tensão de alimentação. As possíveis fontes de erro durante a conexão de dispositivos são evitadas, graças à codificação mecânica do conector.

O EtherCAT P pode ser usado em uma rede junto com a tecnologia EtherCAT padrão. As unidades retificadoras apropriadas transformam a física EtherCAT comum em EtherCAT P, mantendo de forma consistente a codificação de dados Ethernet. Da mesma forma, o próprio dispositivo pode ser alimentado com EtherCAT P e também atuar como transmissor.

Mais informações sobre o EtherCAT P podem ser encontradas aqui:

www.ethercat.org/ethercat-p

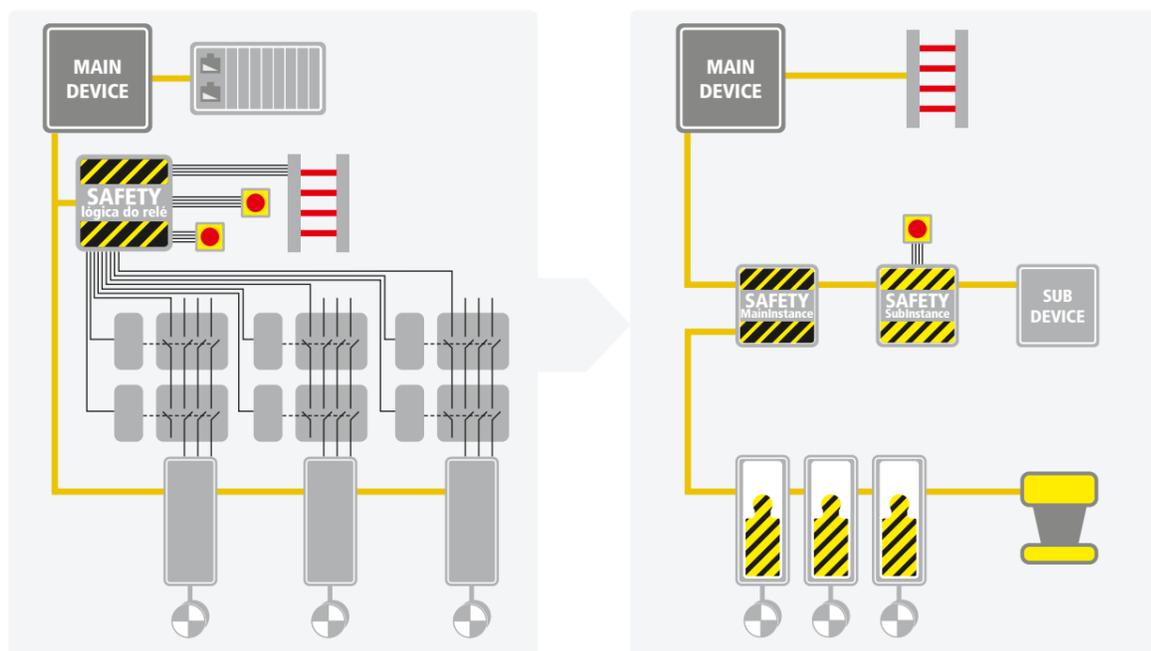


Safety over EtherCAT

Safety over
EtherCAT

Os sistemas de comunicação modernos não apenas transferem dados de controle de forma determinística, mas também possibilitam a transferência de dados de controle críticos para segurança pelo mesmo meio. O EtherCAT utiliza o protocolo Safety over EtherCAT (FSoE = FailSafe over EtherCAT) para esse fim e, assim, oferece:

- um único sistema de comunicação tanto para dados de controle quanto de segurança
- a capacidade de modificar e expandir com flexibilidade a arquitetura do sistema de segurança
- soluções previamente certificadas para simplificar as aplicações de segurança
- capacidades de diagnóstico avançadas para funções de segurança
- integração perfeita do design de segurança no design da máquina
- a capacidade de usar as mesmas ferramentas de desenvolvimento para aplicações padrão e de segurança

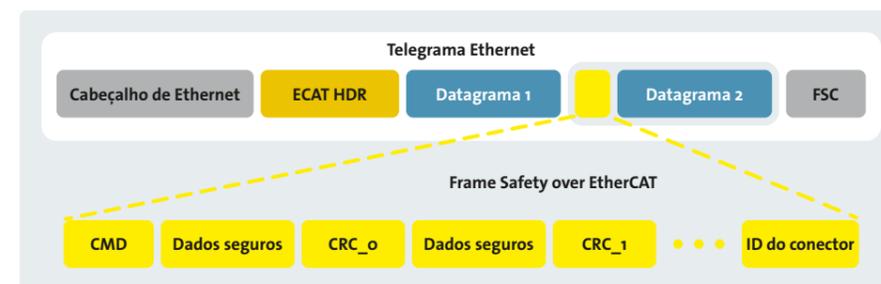


O Safety over EtherCAT permite arquiteturas mais simples e mais flexíveis do que as obtidas com a lógica de relé.

A tecnologia de segurança EtherCAT foi desenvolvida de acordo com a norma IEC 61508, é aprovada pelo TÜV SÜD Rail e está padronizada na norma IEC 61784-3. O protocolo é adequado para aplicações de segurança com um nível de integridade de segurança de até SIL 3.

Com o Safety over EtherCAT, o sistema de comunicação faz parte de um black channel, que não é considerado relevante para a segurança. O sistema de comunicação padrão EtherCAT faz uso de um único canal para transferir dados padrão e críticos de segurança.

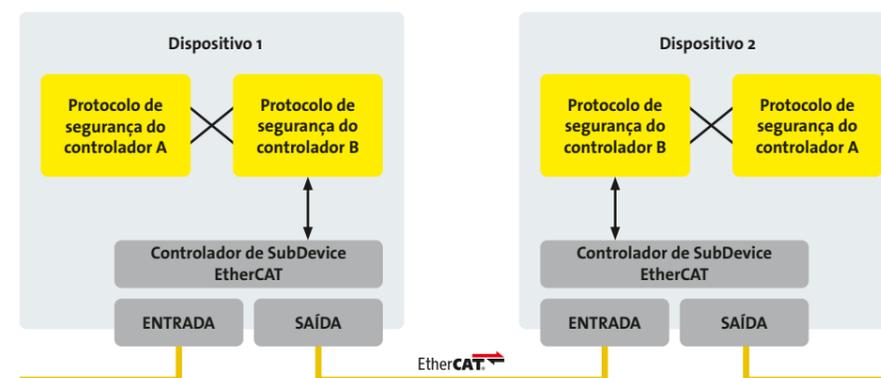
Os frames do Safety over EtherCAT, conhecidos como contêineres de segurança, contêm dados de processo críticos para a segurança e informações adicionais usadas para garantir a segurança desses dados. Os contêineres de segurança são transportados como parte dos dados de processo da comunicação. A segurança da transferência de dados não depende da tecnologia de comunicação subjacente e não se restringe ao EtherCAT; os contêineres



O frame Safety over EtherCAT (contêiner de segurança) está integrado aos dados de processo da comunicação cíclicos.

de segurança podem trafegar por sistemas fieldbus, Ethernet ou tecnologias similares, e podem usar cabos de cobre, fibra óptica e até mesmo conexões sem fio. Devido a essa flexibilidade, a conexão segura de diferentes partes da máquina se torna mais simples. O contêiner de segurança é roteado pelos diversos controladores e processado nas diferentes partes da máquina. Isso facilita a implementação de funções de parada de emergência para a máquina inteira ou para partes específicas dela – mesmo se essas partes estiverem conectadas a outros sistemas de comunicação (como Ethernet).

A implementação do protocolo FSoE em um dispositivo requer poucos recursos e pode gerar um alto nível de desempenho e resultar em tempos de reação curtos. No setor de robótica, por exemplo, há aplicações que usam o FSoE para controle de motion seguro em um loop fechado de 8 kHz.



Princípio black channel: a interface de comunicação padrão pode ser usada.

Mais informações sobre Safety over EtherCAT podem ser encontradas no site do ETG:
www.ethercat.org/safety

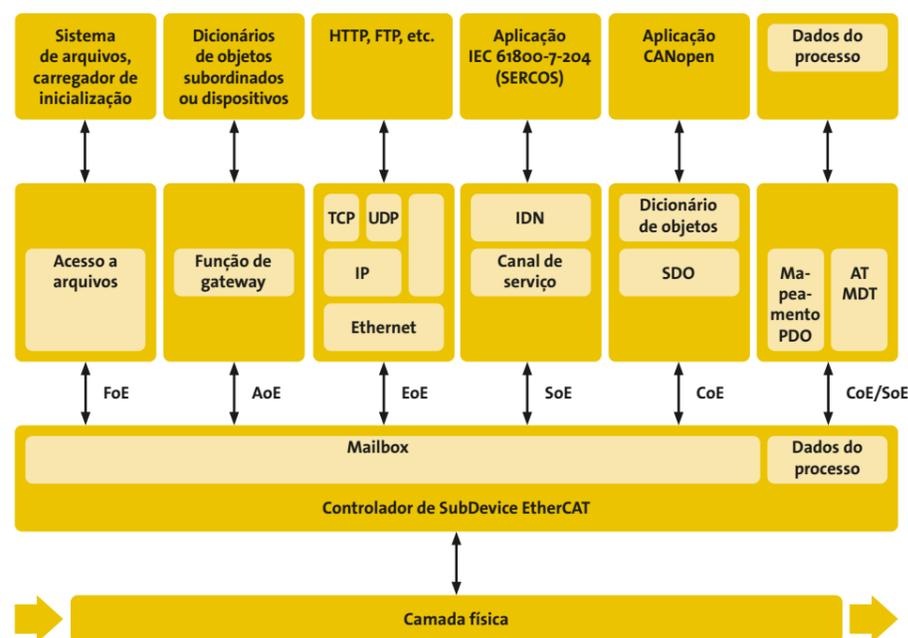


Perfis de comunicação

Para configurar e diagnosticar os SubDevices, as variáveis fornecidas para a rede podem ser acessadas com a ajuda da comunicação acíclica. Isso se baseia em um protocolo de caixa de correio confiável com uma função de recuperação automática para mensagens errôneas.

Para dar suporte a uma ampla variedade de dispositivos e camadas de aplicações, foram estabelecidos os seguintes perfis de comunicação EtherCAT:

- protocolo de aplicação CAN over EtherCAT (CAN application protocol over EtherCAT (CoE))
- perfil do servo drive de acordo com a IEC 61800-7-204 (servo drive profile according to IEC 61800-7-204 (SoE))
- Ethernet over EtherCAT (EoE)
- acesso a arquivos EtherCAT (File Access over EtherCAT (FoE))
- ADS over EtherCAT (AoE)



Diferentes perfis de comunicação podem coexistir no mesmo sistema.

Não é necessário que um dispositivo de campo seja compatível com todos os perfis de comunicação; em vez disso, ele pode decidir qual perfil é mais adequado às suas necessidades. O MainDevice é informado sobre quais perfis de comunicação foram implementados por meio do arquivo de descrição do SubDevice.

Protocolo de aplicação CAN over EtherCAT (CAN application protocol over EtherCAT (CoE))

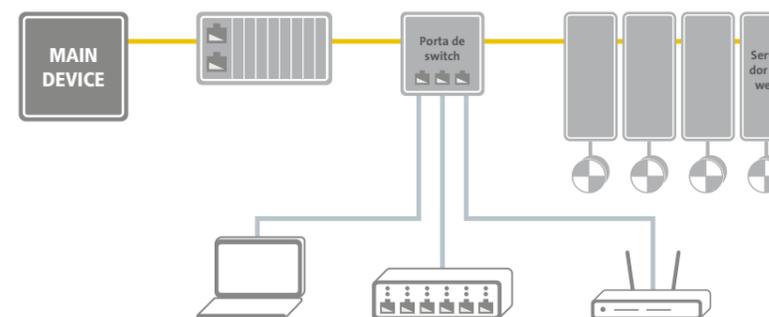
Com o protocolo CoE, o EtherCAT fornece os mesmos mecanismos de comunicação que o padrão CANopen® EN 50325-4: dicionário de objetos, mapeamento de objetos de dados de processo (PDO) e objetos de dados de serviço (SDO). Até mesmo o gerenciamento da rede é semelhante. Isso possibilita a implementação do EtherCAT com o mínimo de esforço em dispositivos que foram previamente equipados com CANopen, e grande parte do firmware do CANopen pode até ser reutilizado. Opcionalmente, a limitação de 8 bytes do PDO legado pode ser desconsiderada, e a largura de banda aprimorada do EtherCAT também pode ser utilizada para dar suporte ao upload de todo o dicionário de objetos. Os perfis de dispositivo, como o perfil de acionamento CiA 402, também podem ser reutilizados para EtherCAT.

Perfil do servodrive de acordo com a IEC 61800-7-204 (servo drive profile according to IEC 61800-7-204 (SoE))

O SERCOS™ é conhecido como uma interface de comunicação em tempo real, especialmente para aplicações de controle de motion. O perfil SERCOS™ para servodrives está incluído na norma internacional IEC 61800-7. O padrão também contém o mapeamento desse perfil para EtherCAT. O canal de serviço, incluindo o acesso a todos os parâmetros e funções internos do drive, é mapeado para a mailbox EtherCAT.

Ethernet over EtherCAT (EoE)

O EtherCAT utiliza camadas físicas de Ethernet e o frame Ethernet. O termo Ethernet também é frequentemente associado à transferência de dados em aplicações de TI, que se baseiam em uma conexão TCP/IP. Qualquer tráfego de dados Ethernet pode ser transportado dentro de um segmento EtherCAT usando o protocolo Ethernet over EtherCAT (EoE).



Transmissão transparente de protocolos de TI padrão

Os dispositivos Ethernet são conectados a um segmento EtherCAT por meio de portas de switch. Os frames Ethernet são encapsulados por meio do protocolo EtherCAT, de maneira similar aos protocolos da internet (por exemplo, TCP/IP, VPN, PPPoE (DSL) etc.), o que torna a rede EtherCAT completamente transparente para os dispositivos Ethernet. O dispositivo com a propriedade de porta switch insere fragmentos de TCP/IP no tráfego EtherCAT e, portanto, evita que as propriedades em tempo real da rede sejam afetadas.

Além disso, os dispositivos EtherCAT também podem suportar protocolos Ethernet (como HTTP) e, portanto, podem se comportar como um nó Ethernet padrão fora do segmento EtherCAT. O dispositivo de controle atua como um switch de camada 2 que envia os frames para os nós correspondentes via EoE de acordo com seus endereços MAC. Todas as tecnologias da internet também podem ser implementadas em um ambiente EtherCAT, como um servidor integrado da web, e-mail, transferência FTP, etc.

Acesso a arquivos EtherCAT (File Access over EtherCAT (FoE))

Esse protocolo simples, semelhante ao TFTP (protocolo trivial de transferência de arquivos), permite o acesso a arquivos em um dispositivo e um upload de firmware uniforme para dispositivos em uma rede. O protocolo é simples e não exige muito software para implementação, o que permite seu suporte por programas de carregador de inicialização. Não é necessária uma pilha TCP/IP.

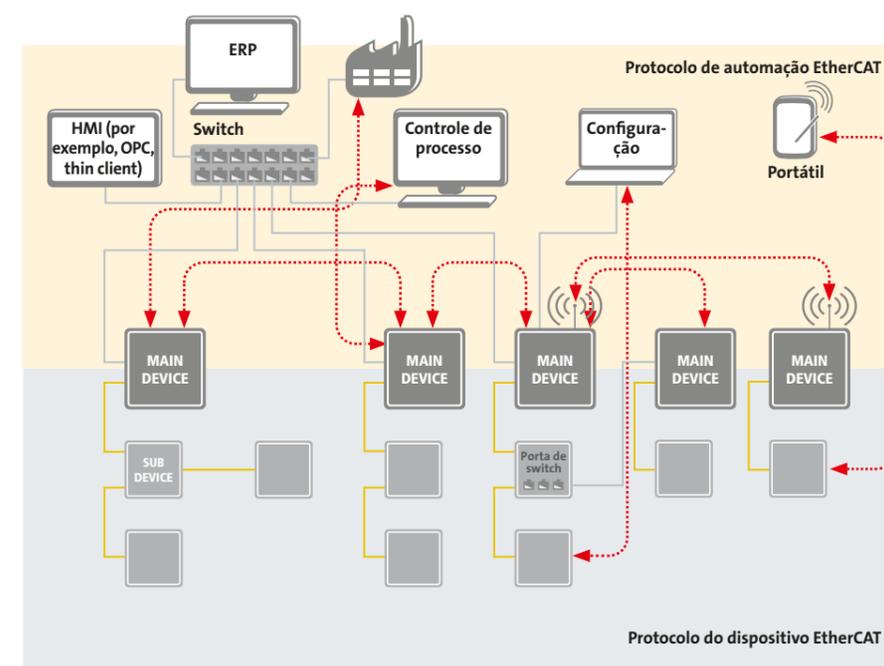
ADS over EtherCAT (AoE)

Como um protocolo cliente-servidor baseado em mailbox, o ADS over EtherCAT (AoE) é definido pela especificação do EtherCAT. Enquanto protocolos como o protocolo de aplicação CAN over EtherCAT (CAN application protocol over EtherCAT (CoE)) fornecem um conceito semântico detalhado, o AoE complementa perfeitamente esses protocolos por meio de serviços roteáveis e paralelos, sempre que os casos de uso exigirem tais funcionalidades. Por exemplo, isso pode incluir o acesso a sub-redes por meio do EtherCAT usando dispositivos de gateway de um programa CLP, como CANopen®, IO-Link™ e outros.

O AoE tem muito menos sobrecarga em comparação com serviços semelhantes fornecidos pelo protocolo de internet (IP). Tanto os parâmetros de endereçamento do remetente quanto os do receptor estão sempre contidos no datagrama AoE. Como resultado, a implementação em ambas as extremidades (cliente e servidor) pode ser muito simples. O AoE também é o protocolo preferido para comunicação acíclica por meio do protocolo de automação EtherCAT (EAP) e, portanto, fornece comunicação contínua entre um sistema MES, o MainDevice do EtherCAT e dispositivos de fieldbus subordinados conectados por gateways. O AoE serve como o meio padrão para obter informações de diagnóstico da rede do EtherCAT a partir de uma ferramenta de diagnóstico remota.

Comunicação em toda a planta com o protocolo de automação EtherCAT (EAP)

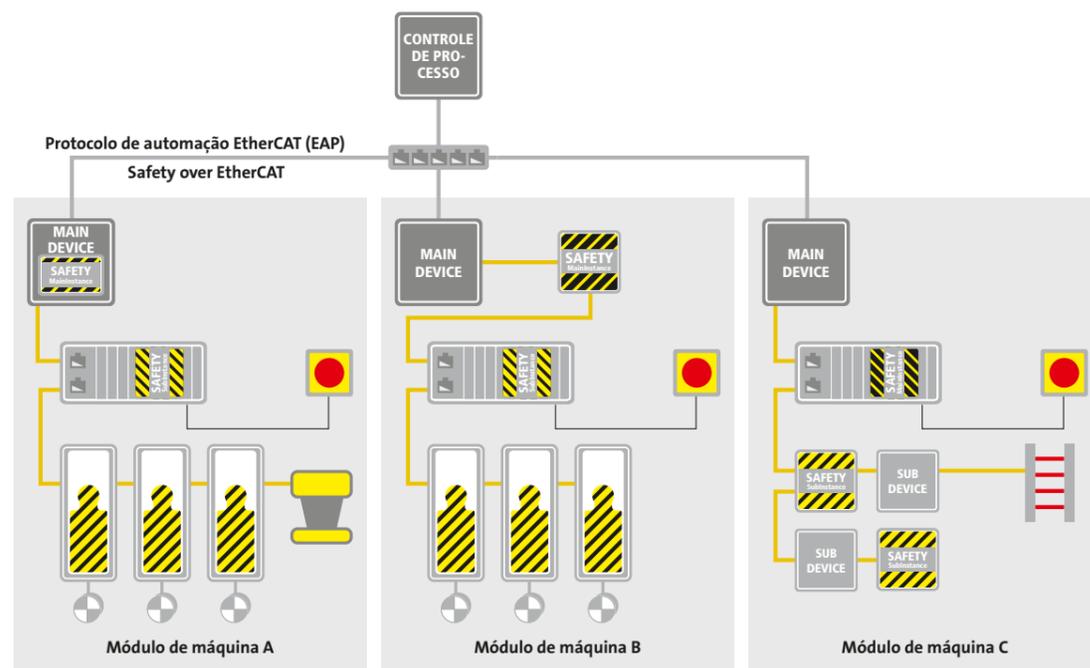
O nível de controle de processo tem requisitos especiais de comunicação que diferem ligeiramente dos requisitos abordados pelo protocolo de dispositivo EtherCAT, descritos nas seções anteriores. As máquinas ou seções de uma máquina geralmente precisam trocar informações de status e informações sobre as etapas de fabricação seguintes entre si. Normalmente, há também um controlador central que monitora todo o processo de fabricação, fornecendo ao usuário informações sobre o status da produtividade e atribuindo ordens às diversas estações da máquina.



Comunicação em toda a fábrica com EtherCAT

O protocolo de automação EtherCAT (EAP) atende a todos os requisitos acima mencionados. O protocolo define interfaces e serviços para:

- troca de dados entre MainDevices do EtherCAT (comunicação entre MainDevices)
- comunicação com interfaces homem-máquina (HMI)
- um controlador de supervisão para acessar dispositivos pertencentes a segmentos subjacentes do EtherCAT (roteamento),
- integração de ferramentas para configuração de máquinas ou plantas, e para configuração de dispositivos.



Arquitetura de comunicação em toda a fábrica com o protocolo de automação EtherCAT e Safety over EtherCAT

Os protocolos de comunicação usados no EAP fazem parte do padrão internacional IEC 61158. O EAP pode ser transmitido por meio de qualquer conexão Ethernet, incluindo um link sem fio, possibilitando a inclusão de veículos guiados automaticamente (AGV), por exemplo, que são comuns nos setores de semicondutores e automotivo.

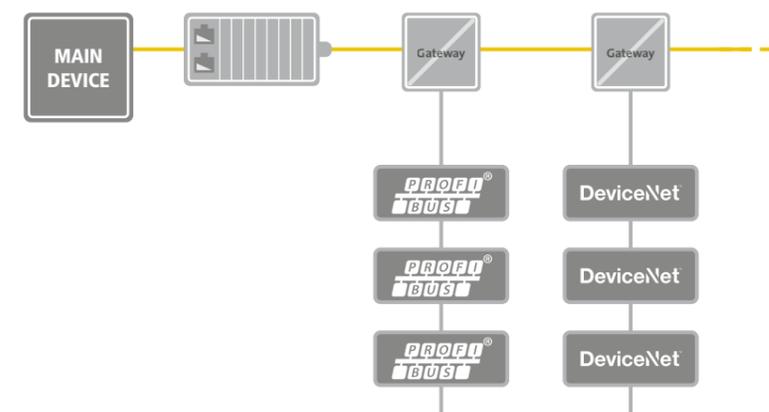
A troca de dados de processo cíclico com o EAP segue o princípio push ou poll. No modo push, cada nó envia seus dados com seu próprio tempo de ciclo ou em um múltiplo de seu próprio tempo de ciclo. Cada receptor pode ser configurado para receber dados de remetentes específicos. A configuração dos dados do remetente e do receptor é feita através do familiar dicionário de objetos. No modo poll, um nó (geralmente o controlador central) envia um frame para os outros nós, e cada nó responde com seu próprio frame. A comunicação EAP cíclica pode ser incorporada diretamente no frame Ethernet sem transporte adicional ou um protocolo de roteamento. Novamente, o EtherType 0x88A4 identifica o uso específico do

EtherCAT para o frame. Isso possibilita a troca de dados de alto desempenho com o EAP em um ciclo de milissegundos. Se o roteamento de dados entre máquinas distribuídas for necessário, os dados do processo também poderão ser transmitidos via UDP/IP ou TCP/IP.

Além disso, com a ajuda do protocolo Safety over EtherCAT, os dados críticos de segurança também podem ser transmitidos via EAP. Isso é comum nos casos em que partes de uma máquina grande precisam trocar dados críticos de segurança para executar uma função de parada de emergência global ou para informar as máquinas vizinhas sobre uma parada de emergência.

Integração de outros sistemas de rede

A ampla largura de banda do EtherCAT permite que as redes de fieldbus convencionais sejam incorporadas como sistemas subjacentes por meio de um gateway EtherCAT, o que é particularmente útil ao migrar de um fieldbus convencional para o EtherCAT. A mudança para o EtherCAT é gradual, o que possibilita continuar usando componentes de automação que ainda não suportam uma interface EtherCAT.



O EtherCAT permite a integração de interfaces de fieldbus descentralizadas

A capacidade de integrar gateways descentralizados também reduz o tamanho físico do PC industrial, às vezes até mesmo para um PC industrial incorporado, já que os slots de extensão não são mais necessários. No passado, os slots de extensão também eram necessários para conectar dispositivos complexos, como gateways de MainDevice e SubDevice do fieldbus, interfaces de série rápidas e outros subsistemas de comunicação. No EtherCAT, é necessária apenas uma única porta Ethernet para conectar esses dispositivos. Os dados do processo do subsistema subjacente são disponibilizados diretamente na imagem do processo do sistema EtherCAT.

Potencializando a transformação digital com EtherCAT, Indústria 4.0 e IoT

EtherCAT

Otimizações de processos, manutenção preditiva, fabricação como serviço, sistemas adaptativos, economia de recursos, fábricas inteligentes, reduções de custos: há inúmeros bons motivos para utilizar os dados da rede de controle em sistemas de nível superior.

Internet das Coisas (IoT), Indústria 4.0, Made in China 2025, Iniciativa da Cadeia de Valor Industrial - há uma demanda comum em todos os setores por uma comunicação contínua e padronizada em todos os níveis. Os dados dos sensores são enviados para a nuvem juntamente com receitas e parâmetros baixados dos sistemas ERP para dispositivos distribuídos; considere, por exemplo, um sistema de alimentação compartilhado por duas máquinas: há requisitos sobre o fluxo de dados tanto na horizontal quanto na vertical.

O EtherCAT é inerentemente equipado para lidar com a transformação digital por meio de seu alto desempenho, flexibilidade e interfaces abertas:

- O desempenho superior do sistema é um pré-requisito para adicionar recursos de big data às redes de controle.
- O EtherCAT fornece a flexibilidade de adicionar conectividade em nuvem aos sistemas existentes, mesmo sem tocar no controlador ou atualizar os dispositivos de campo: o edge gateway pode acessar qualquer dado em qualquer dispositivo de campo EtherCAT por meio do recurso de gateway de mailbox do MainDevice do EtherCAT. O edge gateway pode ser um dispositivo remoto e conversar com o MainDevice via TCP ou UDP/IP, ou uma entidade de software localizada diretamente no mesmo hardware que o próprio MainDevice do EtherCAT.
- Além disso, as interfaces abertas significam que qualquer protocolo baseado em TI pode ser integrado - incluindo OPC UA, MQTT, AMQP ou qualquer outro - seja dentro do MainDevice ou diretamente nos dispositivos conectados, proporcionando assim um link direto para a IoT sem descontinuidades de protocolo do sensor para a nuvem.

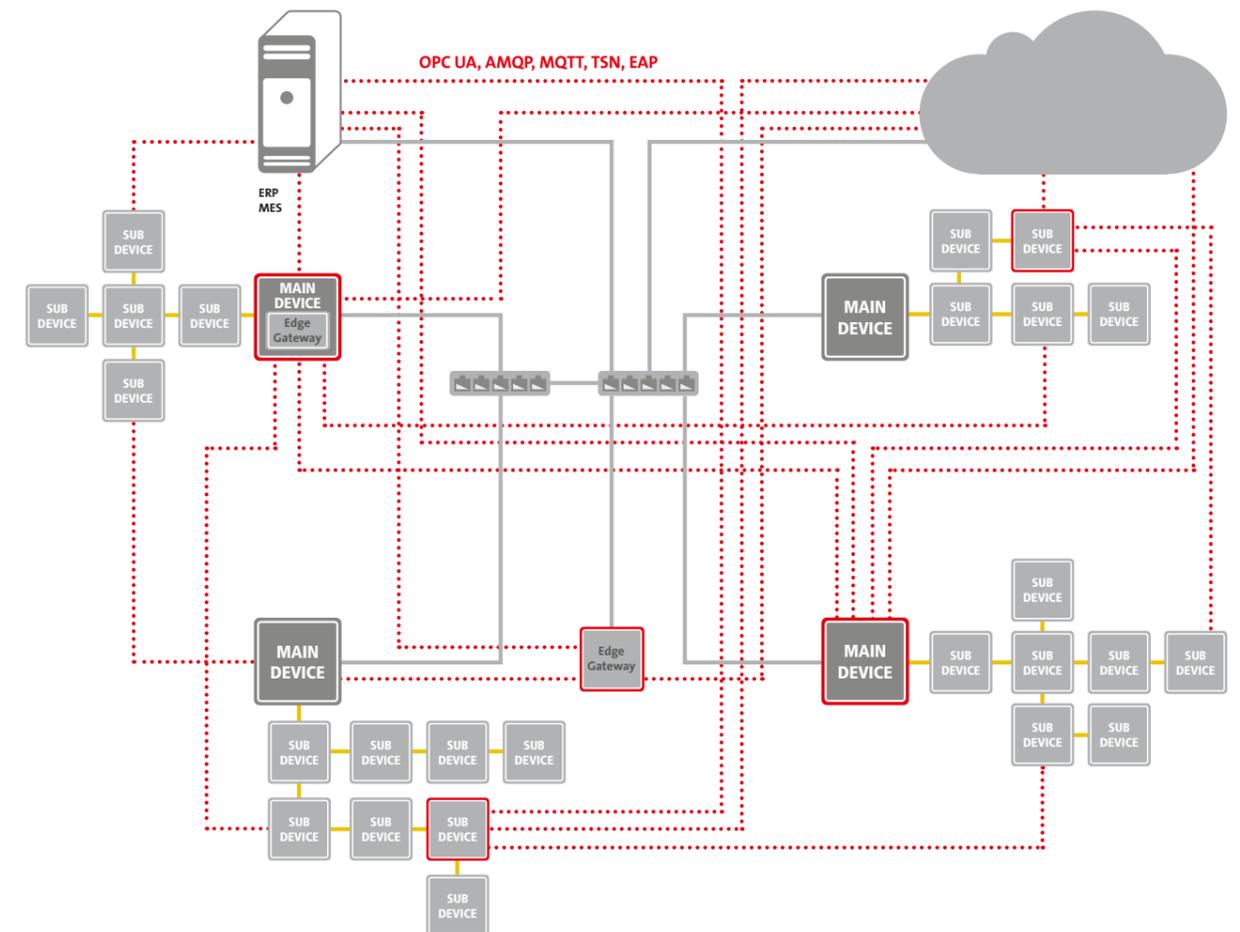
Todos esses recursos sempre fizeram parte do protocolo EtherCAT, o que demonstra como a arquitetura é inovadora. No entanto, mais recursos de rede são adicionados à medida que evoluem e se tornam relevantes. Obviamente, também é importante considerar o passado ao olhar para o futuro: a introdução de novos recursos valiosos é gerenciada com total continuidade da rede. O protocolo EtherCAT tem se mantido estável na "Versão 1" desde que foi lançado em 2003.

Outros novos avanços nos recursos de Rede Sensível ao Tempo (TSN) aprimoram ainda mais as capacidades em tempo real da comunicação entre controladores. Habilitados pelo TSN, os sistemas de controle também podem acessar uma rede de dispositivos EtherCAT nas redes da fábrica. Como o EtherCAT normalmente só precisa de um frame para uma rede inteira, o acesso é muito mais simples e, portanto, mais rápido do que qualquer outra tecnologia de fieldbus ou Ethernet industrial. De fato, os especialistas do EtherCAT Technology Group contribuíram para o grupo de trabalho TSN do IEEE 802.1 desde o primeiro dia, quando o TSN ainda era conhecido como AVB (conexão de áudio e vídeo).

Mais informações sobre EtherCAT e TSN podem ser encontradas aqui:
www.ethercat.org/tsn

O EtherCAT Technology Group (ETG) também foi uma das primeiras organizações de fieldbus a fechar parceria com a OPC Foundation. O protocolo OPC UA complementa o portfólio EtherCAT porque é uma tecnologia de comunicação cliente/servidor escalonável baseada em TCP/IP com segurança integrada, permitindo a transferência de dados criptografados em sistemas MES/ERP.

Com o OPC UA Pub/Sub, a usabilidade do OPC UA foi aprimorada em aplicações de máquina para máquina (M2M) e para comunicação vertical com serviços baseados em nuvem. O ETG está contribuindo ativamente para todos esses desenvolvimentos para assegurar que eles sejam perfeitamente adequados ao ambiente EtherCAT. O EtherCAT não está apenas pronto para a IoT, o EtherCAT é a IoT!



Protocolos de IoT:
OPC UA, AMQP, MQTT

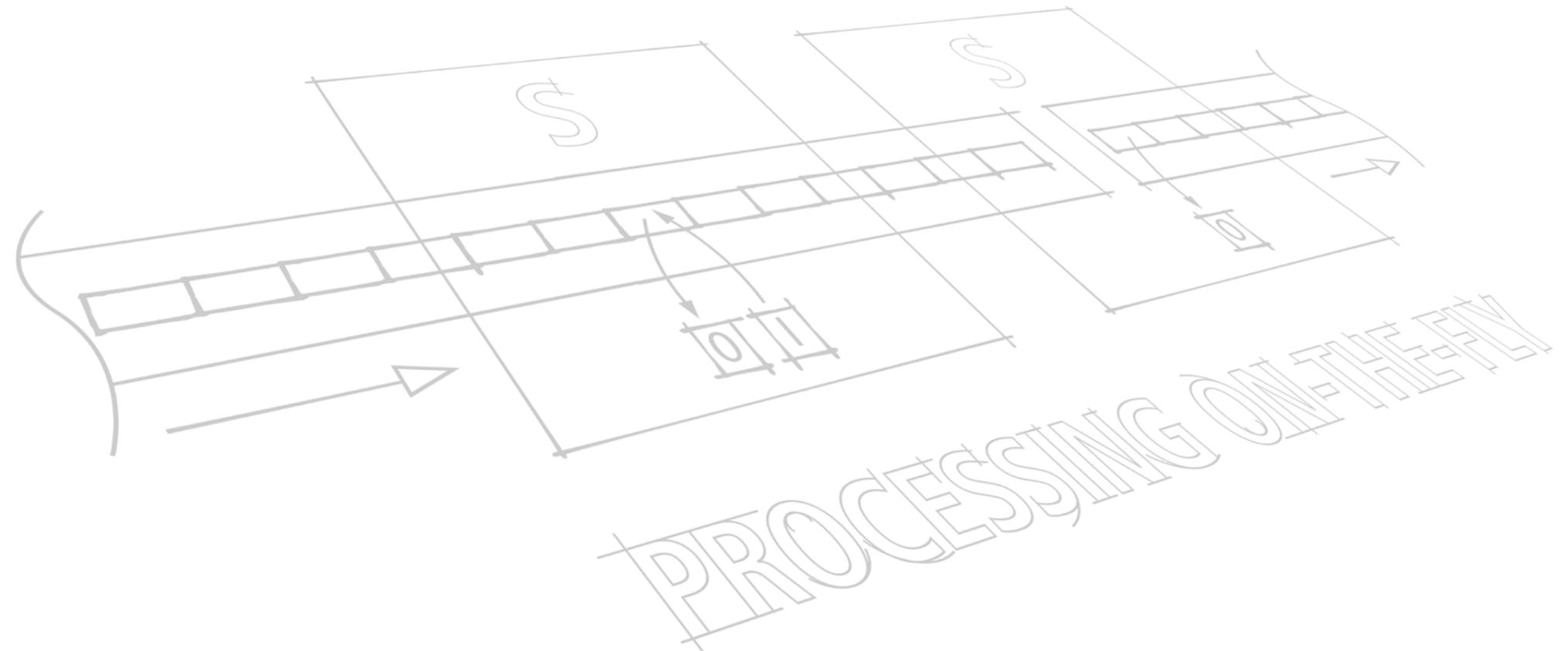


Implementação de interfaces EtherCAT

A tecnologia EtherCAT foi especialmente otimizada para possibilitar um design de baixo custo, assim, incluir uma interface EtherCAT em um sensor, dispositivo de E/S ou controlador integrado não deve elevar muito o custo do dispositivo. Além disso, a interface EtherCAT não exige uma CPU mais potente; os requisitos da CPU se baseiam apenas nas necessidades da aplicação em questão.

Além dos requisitos de hardware e de software, o suporte ao desenvolvimento e a disponibilidade das pilhas de comunicação são fatores importantes no desenvolvimento de uma interface. O EtherCAT Technology Group oferece suporte mundial ao desenvolvedor, respondendo a perguntas e solucionando problemas técnicos rapidamente. Por fim, os kits de avaliação disponíveis por meio de vários fabricantes, workshops para desenvolvedores e código de exemplo gratuitos facilitam um pouco o início das atividades.

Para o usuário final, o fator mais importante é a interoperabilidade dos dispositivos EtherCAT de vários fabricantes. Para garantir a interoperabilidade, os fabricantes de dispositivos são obrigados a realizar um teste de conformidade antes de colocar seu dispositivo no mercado. O teste verifica se a implementação segue a especificação EtherCAT e pode ser realizado com a ferramenta de teste de conformidade EtherCAT. O teste também pode ser usado durante o desenvolvimento do dispositivo para descobrir e corrigir problemas de implementação logo no início.

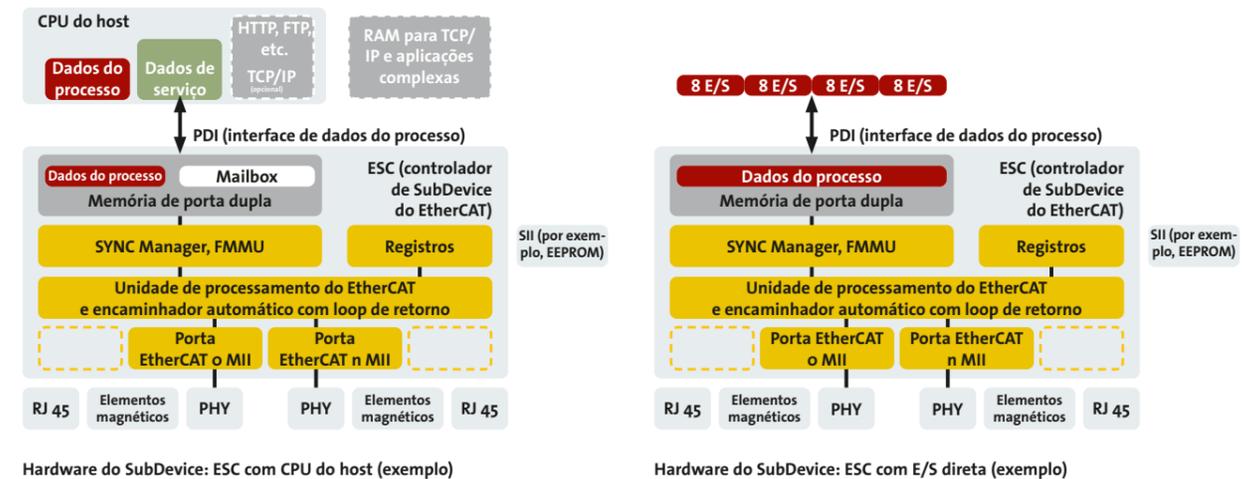
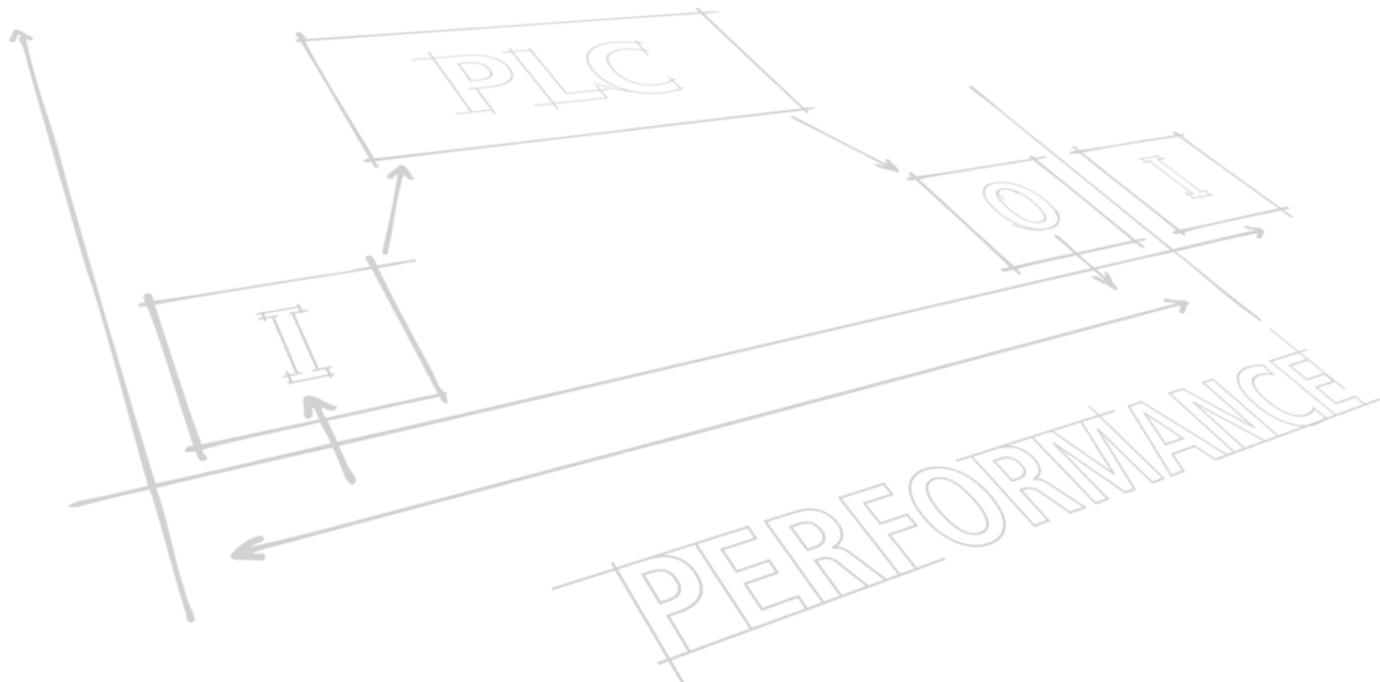


Implementação de um SubDevice

Os dispositivos de campo EtherCAT usam controladores de SubDevice do EtherCAT (ESC) de baixo custo no formato de um ASIC, FPGA ou integrados em um microcontrolador padrão. Os dispositivos de campo simples não precisam nem mesmo de um microcontrolador adicional, pois as entradas e saídas podem ser conectadas diretamente ao ESC. Para dispositivos mais complexos, o desempenho da comunicação depende apenas minimamente do desempenho do microcontrolador e, na maioria dos casos, um microcontrolador de 8 bits é suficiente.

Os controladores de SubDevice do EtherCAT estão disponíveis em vários fabricantes, com o tamanho da DPRAM interna e o número de unidades de gerenciamento da memória de fieldbus (FMMUs) variando conforme o tipo. Diferentes interfaces de dados de processo (PDI) estão disponíveis para que o controlador da aplicação possa obter acesso externo à memória da aplicação.

- A interface de E/S paralela de 32 bits é adequada para conectar até 32 entradas e saídas digitais, mas também para sensores ou atuadores simples para os quais 32 bits de dados são suficientes e nenhum controlador de aplicação é necessário.
- A Interface Periférica Serial (SPI) é destinada a aplicações com pequenos volumes de dados de processo, como dispositivos de E/S analógicos, codificadores ou acionamentos simples.
- A interface paralela do microcontrolador de 8/16 bits corresponde às interfaces comuns dos controladores de fieldbus com DPRAM integrada. Ela é particularmente adequada para nós complexos com grandes volumes de dados.
- Redes síncronas adequadas para vários microcontroladores são fornecidas para implementações de FPGA e chip integrado (SoC).



A configuração do hardware é armazenada em uma memória não volátil (por exemplo, uma EEPROM). Além disso, essa interface de informações do SubDevice (SII) contém informações sobre os principais recursos do dispositivo para que o MainDevice possa ler essas informações na inicialização e operar o dispositivo mesmo que o arquivo de descrição do dispositivo não esteja disponível. O arquivo de informações do SubDevice do EtherCAT (ESI) fornecido com o dispositivo é baseado em XML e contém a descrição completa de suas propriedades acessíveis à rede, tais como dados de processo e opções de mapeamento para ele, os protocolos de mailbox compatíveis, incluindo recursos opcionais, bem como os modos de sincronização compatíveis. Uma ferramenta de configuração de rede do EtherCAT usa essas informações para a configuração online e offline da rede.

Vários fabricantes oferecem kits de avaliação para a implementação de SubDevices. Esses kits incluem o software da aplicação do SubDevice no código-fonte e, às vezes, também incluem um MainDevice de teste. Com um kit de avaliação, uma rede EtherCAT totalmente funcional entre MainDevice e SubDevice pode ser comissionada em apenas algumas etapas.

O site do ETG contém o guia de implementação do SubDevice ETG.2200 com dicas e recomendações úteis para documentação adicional para a implementação de dispositivos de campo: www.ethercat.org/etg2200



Dois dos fatores mais importantes para a criação de um padrão de comunicação bem-sucedido são a conformidade e a interoperabilidade, e o EtherCAT Technology Group leva esses dois fatores muito a sério. Além de exigir um teste de conformidade para cada instância da implementação do dispositivo (auxiliado pela ferramenta de teste de conformidade do EtherCAT automatizada), o ETG realiza uma ampla variedade de atividades para assegurar a interoperabilidade entre os MainDevices do EtherCAT, os dispositivos de campo e as ferramentas de configuração do EtherCAT.

EtherCAT Plug Fest

Quando testamos se múltiplos dispositivos são interoperáveis, uma das formas mais pragmáticas é tentar conectar os dispositivos entre si. Com essa abordagem em mente, o ETG realiza vários EtherCAT Plug Fests todos os anos, cada um deles geralmente com dois dias de duração. Durante esses eventos, os fabricantes de MainDevice e dispositivos de campo se reúnem para testar como seus dispositivos interagem, o que melhora a usabilidade dos dispositivos em campo. Os membros podem compartilhar dicas e truques sobre o EtherCAT e esclarecer suas dúvidas com especialistas em EtherCAT. O ETG realiza EtherCAT Plug Fests na Europa, América do Norte e Ásia.

Ferramenta de teste de conformidade EtherCAT

A ferramenta de teste de conformidade do EtherCAT (Conformance Test Tool - CTT) possibilita que o comportamento de um dispositivo de campo EtherCAT seja testado automaticamente.

Trata-se de um programa do Windows que requer apenas uma porta Ethernet padrão. A ferramenta envia frames EtherCAT para o dispositivo sendo testado (DuT) e recebe respostas dele. Um caso de teste é marcado como aprovado se a resposta do DuT corresponder à resposta definida. Os casos de teste são definidos como arquivos XML. Isso significa que os casos de teste podem ser modificados ou expandidos sem a necessidade de modificar a ferramenta de teste real. O grupo de trabalho técnico de conformidade é responsável por especificar e liberar os casos de teste válidos mais recentes.

Além dos testes de protocolo, o CTT também examina se os valores no arquivo de informações do SubDevice do EtherCAT (ESI) são válidos. Por fim, o CTT realiza testes de protocolo específicos do dispositivo, como para o perfil de drive CiA 402.

Todas as etapas e resultados dos testes são salvos em um registrador de teste e podem ser analisados ou salvos como uma verificação documentada para a liberação do dispositivo.

O ETG mantém e adiciona consistentemente novos casos de teste ao CTT. É importante que o fabricante do dispositivo sempre tenha a versão mais recente da ferramenta para testar os produtos antes da liberação. Para facilitar isso, o CTT é oferecido na modalidade de assinatura. O CTT também é útil para descobrir erros iniciais na implementação da interface durante a fase de projeto.

Grupo de trabalho técnico de conformidade

A política de teste de conformidade do EtherCAT exige que os fabricantes de dispositivos testem cada dispositivo com uma versão válida da ferramenta de teste de conformidade do EtherCAT antes que o dispositivo seja colocado no mercado. O fabricante pode realizar esse teste internamente.

O comitê técnico (TC) do ETG estabeleceu um grupo de trabalho técnico (TWG) para conformidade, que determina os procedimentos de teste, o conteúdo do teste e a implementação da ferramenta de teste de conformidade. O TWG de conformidade está sempre ampliando os testes e aprofundando sua abrangência.

O TWG de conformidade também estabeleceu um processo de teste de interoperabilidade, que pode ser usado para testar dispositivos no contexto de uma rede inteira.

Centro de testes do EtherCAT

Os centros de teste oficiais do EtherCAT (ETC) na Europa, Ásia e América do Norte são credenciados pelo ETG e realizam o teste de conformidade oficial do EtherCAT. O teste de conformidade do EtherCAT inclui os testes automatizados executados com o CTT, testes de interoperabilidade em uma rede e um exame dos indicadores do dispositivo, marcações e testes das interfaces do EtherCAT.

Os fabricantes de dispositivos são incentivados, mas não obrigados, a testar seus dispositivos em um ETC. Após a aprovação no teste de conformidade, o fabricante recebe um certificado de dispositivo testado em conformidade EtherCAT. Esse certificado é emitido somente para dispositivos que passaram no teste de conformidade oficial em um ETC, e não para aqueles que foram testados internamente.

O teste adicional em um centro de testes EtherCAT credenciado aumenta ainda mais a compatibilidade e ajuda na operação e no diagnóstico uniformes das implementações do EtherCAT. Os usuários finais devem certificar-se de solicitar o certificado de dispositivo testado em conformidade EtherCAT ao escolher os dispositivos para sua aplicação.

Além do teste de conformidade do EtherCAT, há outro teste de conformidade que foi desenvolvido especialmente para dispositivos com uma interface de segurança e que é obrigatório para os fabricantes de dispositivos FSoE de acordo com a política FSoE. O teste é conduzido por um órgão notificado oficial e fornece uma confirmação sólida da implementação confiável e em conformidade com o padrão do protocolo Safety over EtherCAT.

Mais informações sobre conformidade e certificação estão disponíveis no site do ETG: www.ethercat.org/conformance

www.ethercat.org

O site do EtherCAT disponibiliza informações abrangentes sobre a tecnologia, bem como sobre os próximos eventos, os produtos EtherCAT mais recentes e o diretório de membros atualizado. Ele também aborda tópicos especiais, tais como segurança funcional e conformidade de dispositivos EtherCAT. Você pode saber mais sobre os benefícios da associação gratuita, fazer download de apresentações, artigos de imprensa e publicações em www.ethercat.org/downloads.

Guia de produtos EtherCAT

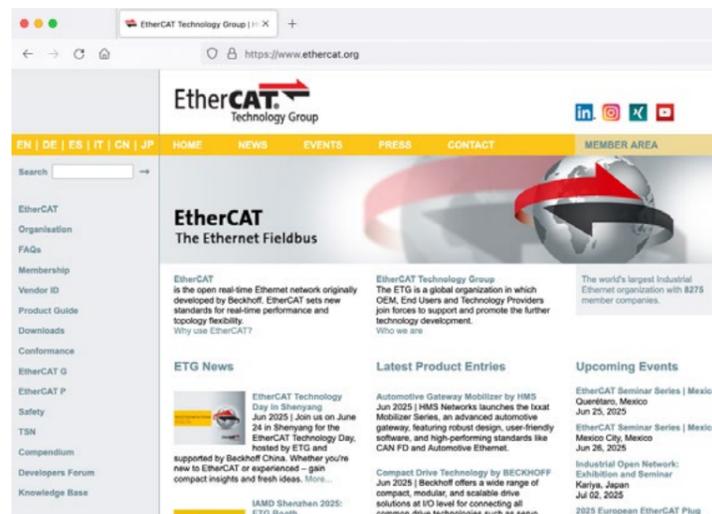
O guia de produtos EtherCAT é um diretório que lista uma seleção de produtos e serviços EtherCAT com base nas informações fornecidas pelos membros do ETG e está disponível online em www.ethercat.org/products. Em caso de dúvidas sobre os produtos, entre em contato diretamente com o fabricante, pois o próprio ETG não vende nenhum produto.

Eventos

A seção de eventos mostra os eventos organizados pelo ETG em todo o mundo e aqueles que são organizados em conjunto com a associação. www.ethercat.org/events é um calendário em que todas as datas importantes podem ser encontradas, incluindo as das reuniões do grupo de trabalho técnico, participações em exposições, workshops EtherCAT e seminários sobre Ethernet industrial.

Área de membros

Os membros têm acesso exclusivo à área restrita do site em www.ethercat.org/memberarea, que contém itens valiosos adicionais, como todas as especificações EtherCAT, o fórum online para desenvolvedores e uma base de conhecimento com todas as informações necessárias para implementação, configuração e diagnóstico de dispositivos e redes EtherCAT.



ETG em todo o mundo



Contato

Sede do ETG
Ostendstraße 196
90482 Nuremberg
Alemanha
+ 49 (911) 5 40 56 20
info@ethercat.org

Escritório do ETG na América do Norte
San Jose, CA, EUA
+1 (877) ETHERCAT
info.na@ethercat.org

Escritório do ETG na China
Pequim, China
+ 86 (10) 8220 0090
info@ethercat.org.cn

Escritório do ETG no Japão
Yokohama, Japão
+ 81 (45) 650 1610
info.jp@ethercat.org

Escritório do ETG na Coreia
Seul, Coreia
+82 (0)2 2107 3242
info.kr@ethercat.org

Suporte técnico

Sede do ETG
Ostendstraße 196
90482 Nuremberg
Alemanha
+ 49 (911) 5 40 56 222
techinfo@ethercat.org

EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT P® e Safety over EtherCAT® são marcas registradas e tecnologias patenteadas licenciadas pela Beckhoff Automation GmbH, Alemanha. Outras designações usadas nesta publicação podem ser marcas registradas que, quando usadas por terceiros para seus próprios fins, podem violar os direitos dos proprietários.