

Elementos Básicos em Sistemas de Automação

Conceito de Redes de Campo

Histórico de Redes de Campo e seus Requisitos

2

- Mais de 30 anos de desenvolvimento;
- Muitas normas e padrões: distintas necessidades trazidas por inúmeros tipos de indústrias que utilizam redes;
- Variedade de equipamentos que podem ser integrados à rede (sensores, controladores, atuadores, *drivers*, IHMs).

Histórico de Redes de Campo e seus Requisitos

3

- A comunicação entre sensores, atuadores e controladores no nível mais baixo da comunicação era essencialmente via canais ponto a ponto (4-20mA, 0-24Vdc);
- Desde 1971 se buscava uma solução para tal problema que utilizasse redes de comunicação;
- Em 1973 inicia-se o desenvolvimento da *Ethernet* (1973-1976);
- Em 1978 a ISO apresenta o modelo de arquitetura de referência para a interconexão aberta de sistemas (OSI), concebido para redes de computadores.

Histórico de Redes de Campo e seus Requisitos

4

Primeiras iniciativas em automação:

- Modbus (Modicon) em 1979;
- *Westinghouse Distributed Processing Family* em 1982;
- HART em 1986;

Primeiras iniciativas para integração escritório – fábrica:

- *Technical and Office Protocol* (Boeing) em 1986;
- *Manufacturing Automation Protocol* (General Motors) em 1984;

Conceito CIM (*Computer Integrated Manufacturing*):

- Manufatura e transporte de peças e materiais de forma automática com o auxílio de computadores: 1987.

Década de 1980...

5

- Nesta década, o mundo industrial toma contato com os primeiros sistemas de automação com inteligência distribuída, impulsionado também pelo avanço da microeletrônica que permitiu o encapsulamento de funções de comunicação;
- A esta fase se atribui o surgimento dos protocolos de chão de fábrica, ou protocolos de campo, ou *fieldbuses*;
- O termo *fieldbus* foi utilizado pela primeira vez em 1985.

... Década de 1980

6

- Surgimento de diversos tipos e protocolos de rede, tanto determinísticos (com garantias de temporização das mensagens) quanto não-determinísticos (sem garantia de temporização das mensagens);
- Tal garantia é fornecida ou não pela forma de acesso ao meio físico (MAC). O projeto MAP baseou-se em um mecanismo de MAC do tipo determinístico (*token*), já o projeto TOP baseou-se em um MAC não-determinístico (*Ethernet*).

... Década de 1980

7

- De 1980 a 1995 se observa o surgimento de muitos fieldbuses.
- O desenvolvimento de sistemas de comunicação para automação industrial caracterizou-se como uma corrida tecnológica entre grandes companhias e institutos e associações nacionais:

- Siemens
- Foxboro
- IEC
- ISA
- NEMA
- Rosemount
- IEEE
- FIPClub
- ABB
- Bosch



Os primeiros requisitos de *fieldbuses*

8

Visão dos usuários em 1987 dos benefícios que a rede de automação deve trazer (em ordem de importância):

- 1 – Redução dos custos de Instalação
- 2 – Facilidade para adicionar novos dispositivos
- 3 – Comunicação bidirecional com os dispositivos
- 4 – Melhorar a acurácia da informação transmitida para a sala de controle
- 5 – Melhorar o processo de manutenção dos dispositivos
- 6 – Possibilitar o acesso às medições por meio de dispositivos portáteis
- 7 – Possibilitar o uso de estratégias de controle mais complexas

Os primeiros requisitos de *fieldbuses*

9

Uma pesquisa nesta época identificou os requisitos que as futuras rede deveriam atender:

- Medidas, alarmes, *status*, *tags*, informações do fabricante e de manutenção,
- Coerência temporal,
- Isolação galvânica (500V),
- Alimentação pelo barramento de comunicação,
- Intrinsecamente segura (IS),
- Par trançado,
- Topologia flexível,
- Troca de instrumentos a quente,
- Redundância,
- Número de estações (~30),
- Alcance (centenas de metros),
- Troca de mensagens (entre 100 e 1000 por segundo),
- Tempo de resposta (alguns ms),
- Um erro de transmissão a cada 20 anos,
- Comunicação com comandos de *Read*, *Write*, *Broadcast*, *Multicast*,
- Tráfego periódico e aperiódico.

Status Atual de Padronização

10

**“IEC 61158 - Digital Data Communication for Measurement and Control -
Fieldbus for use in Industrial Control Systems.” (1999 - 2002)**

Volume	Título	Conteúdo
IEC 61158-1	Introdução	Relatórios técnicos
IEC 61158-2	PhL: Camada Física	Oito tipos
IEC 61158-3	DLL: Serviços da Camada de Enlace	Oito tipos
IEC 61158-4	DLL: Protocolos da Camada de Enlace	Oito tipos
IEC 61158-5	AL: Serviços da Camada de Aplicação	Dez tipos
IEC 61158-6	AL: Protocolos da Camada de Aplicação	Dez tipos
IEC 61158-7	Gerência de Rede	Necessita revisão
IEC 61158-8	Teste de Conformidade	Trabalho cancelado

SEL5759 – Redes de Comunicação Industrial

Status Atual de Padronização

11

“IEC 61784 - Digital data communications for measurement and control - Part 1: Profile sets for continuous and discrete manufacturing relative to fieldbus use in industrial control systems.” (2003)

Profile IEC 61784	Protocolo da IEC 61158			Nome Usual
	Phy	DLL	AL	
CPF-1/1	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 9	Foundation Fieldbus (H1)
CPF-1/2	Ethernet	TCP/UDP/IP	Tipo 5	Foundation Fieldbus (HSE)
CPF-1/3	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 9	Foundation Fieldbus (H2)
CPF-2/1	Tipo 2	Tipo 2	Tipo 2	ControlNet
CPF-2/2	Ethernet	TCP/UDP/IP	Tipo 2	Ethernet/IP
CPF-3/1	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 3	PROFIBUS-DP
CPF-3/2	Tipo 1	Tipo 3	Tipo 3	PROFIBUS-PA
CPF-3/3	Ethernet	TCP/UDP/IP	Tipo 10	PROFINet
CPF-4/1	Tipo 4	Tipo 4	Tipo 4	P-Net RS-485
CPF-4/2	Tipo 4	Tipo 4	Tipo 4	P-Net RS-232
CPF-5/1	Tipo 1	Tipo 7	Tipo 7	WorldFIP (MPS,MCS)
CPF-5/2	Tipo 1	Tipo 7	Tipo 7	WorldFIP (MPS,MCS,SubMMS)
CPF-5/3	Tipo 1	Tipo 7	Tipo7	WorldFIP (MPS)
CPF-6/1	Tipo 8	Tipo 8	Tipo 8	INTERBUS
CPF-6/2	Tipo 8	Tipo 8	Tipo 8	INTERBUS TCP/IP
CPF-6/3	Tipo 8	Tipo 8	Tipo 8	INTERBUS Subset
CPF-7/1	Tipo 6	Tipo 6	-	Swiftnet transport
CPF-7/2	Tipo 6	Tipo 6	Tipo 6	Swiftnet full stack

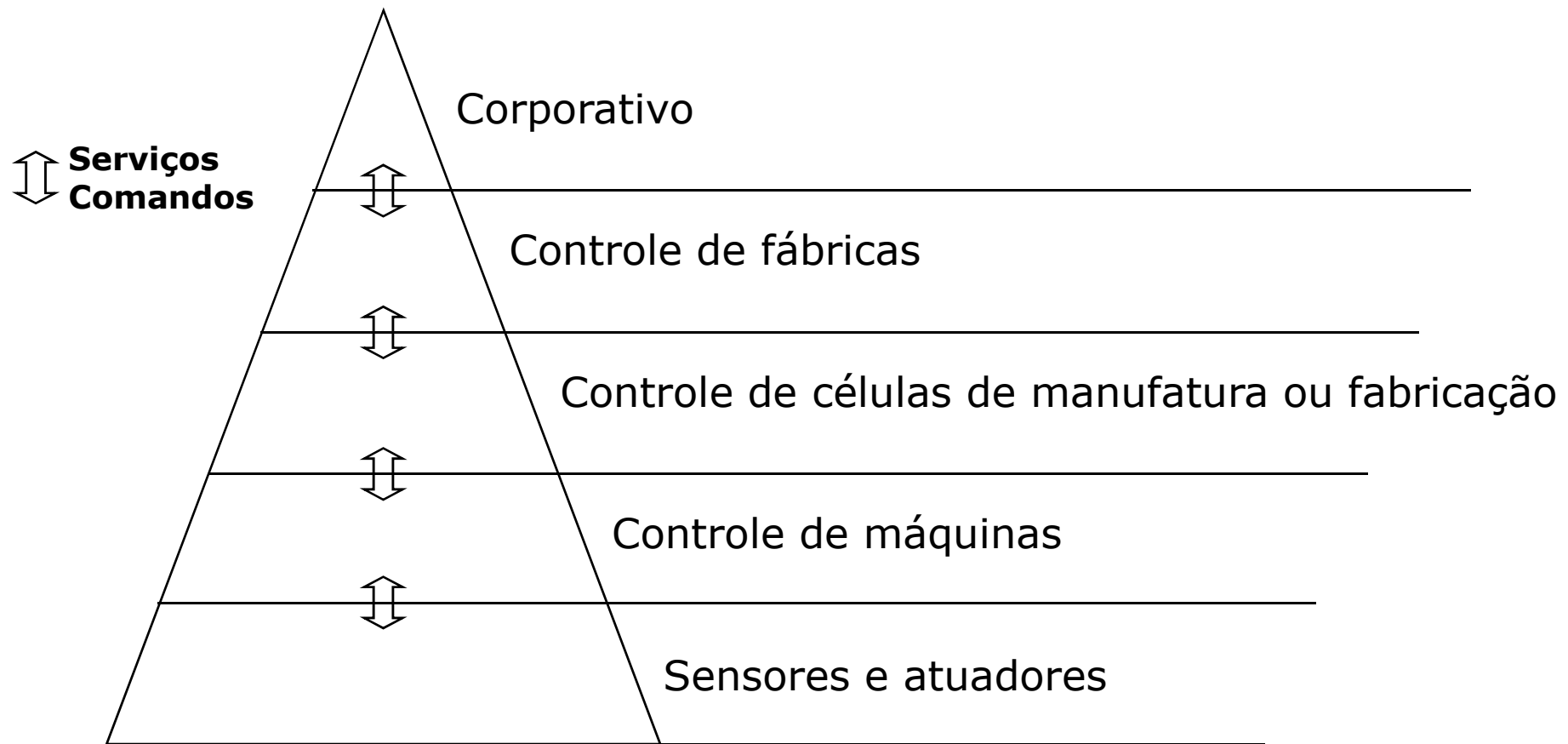
Conceito (IEC)

This standard is one of a series produced to facilitate the **interconnection of automation system components**. It is related to other standards in the set as defined by the **Fieldbus Reference Model**, which is based in part on the **Reference Model for Open Systems Interconnection**. Both Reference Models subdivide the area of standardization for interconnection into a **series of layers of specification**, each of manageable size.

(sobre a camada de enlace de dados...)

This part of IEC 61158 is an International Standard that provides basic **time-critical messaging communications** between devices in an automation environment. The term **“time-critical”** is used to represent **the presence of a time-window, within which one or more specified actions are required to be completed** with some defined level of certainty. Failure to complete specified actions within the time window risks failure of the applications requesting the actions, with attendant **risk to equipment, plant and possibly human life**.

Estruturação das aplicações em níveis abstratos (CIM, MAP)



Conclusão

14

- São necessários atualmente de dois tipos de rede: uma para aplicações em controle de processos com baixa velocidade (utilizando o mesmo cabeamento disponível da comunicação ponto a ponto), com segurança intrínseca, alimentada pelo barramento, e outra para aplicações de alta velocidade (manufatura).
- Acima da rede fieldbus, é necessário também a utilização de um protocolo baseado em *Ethernet* (tendência) com serviços voltados para a comunicação crítica.
- As principais dificuldade de definição estão no tipo de mecanismos de sincronização entre os dispositivos, nos limites de tempo de resposta e no MAC, ou seja, na questão de os *fieldbuses* serem ou não redes de tempo real.

Domínios de Aplicação

15

Existem formas de se classificar domínios de aplicação mais criteriosamente do que simplesmente em apenas “processo” e “manufatura”. Seguem aqui os critérios:

- Tipos de tráfego e QoS (Qualidade de Serviço):
 - orientação a evento ou a tempo;
 - taxa de atualização de variáveis;
 - garantia de atualização de variáveis;
 - garantia de sincronismo entre os elementos da rede;
 - garantia de notificação de eventos.

Domínios de Aplicação

16

Existem formas de se classificar domínios de aplicação mais criteriosamente do que simplesmente em apenas “processo” e “manufatura”. Seguem aqui os critérios:

- Características ambientais (EMC, alimentação, IS, IP):
 - Compatibilidade à emissões eletromagnéticas (EMC);
 - Limitação quanto à alimentação;
 - Requisitos de segurança intrínseca;
 - Grau de proteção IP contra particulado e umidade.

Domínios de Aplicação

17

Existem formas de se classificar domínios de aplicação mais criteriosamente do que simplesmente em apenas “processo” e “manufatura”. Seguem aqui os critérios:

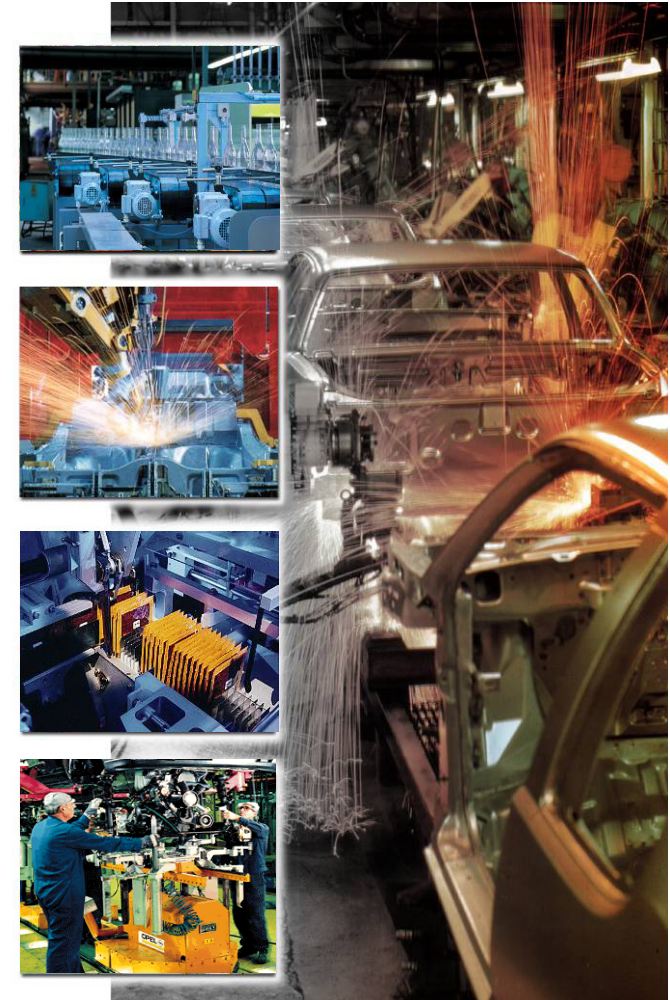
- Confiabilidade (segurança, disponibilidade):
 - aplicação em controle regulatório;
 - aplicação em supervisão;
 - aplicação em medição fiscal;
 - aplicação em sistemas instrumentados de segurança (sistemas de parada de emergência, fogo e gás, etc.)

Domínios de Aplicação

18

1 – Aplicações em Manufatura Discreta

- Comunicação entre máquinas e dentro de uma máquina;
- necessidade de sincronismo e de tráfego periódico;
- necessidade de tráfego aperiódico (ex. *downloads*);
- Elementos: PLCs, drivers, controladores de eixos, sensores discretos, IHMs;
- Especialmente adaptado a EMC;
- Altos requisitos de confiabilidade para qualidade de produtos e para a segurança de operadores.



Domínios de Aplicação

19

2 – Industrias de Controle de Processos

- Necessidade de estampas de tempo em cada variável;
- Necessidade de garantia de transmissão de variáveis de processo (perigo de instabilidade);
- Alimentação de transmissores pelo barramento;
- Elementos: controladores de processo, PLCs, posicionadores de válvulas, transmissores de campo, drivers;
- Necessidade de compatibilidade eletromagnética;
- Redundância de instrumentos e de canais de comunicação.



Domínios de Aplicação

20

3 – Automação Predial

- Operações de aquisição de dados e monitoramento (não de controle);
- Sem necessidade de Real time;
- Caracterizam-se por muitos pontos de medição;
- O cabeamento nestes sistemas é parte significativa do custo;
- Necessidade de redes *wireless* e “*Power line communication*”;
- A confiabilidade só é necessária em:
 - elevadores;
 - circuitos de segurança;
 - aquecimento;
 - *home care*.



SEL5759 – Redes de Comunicação Industrial

Domínios de Aplicação

21

4 – Controle de serviços públicos

- Sistemas com ampla cobertura geográfica;
- Basicamente consiste de tráfego de status e eventos;
- A sincronização nestes sistemas é importante;
- Necessidade de meios físicos como: rádio, F.O., PLC ou *Internet*.

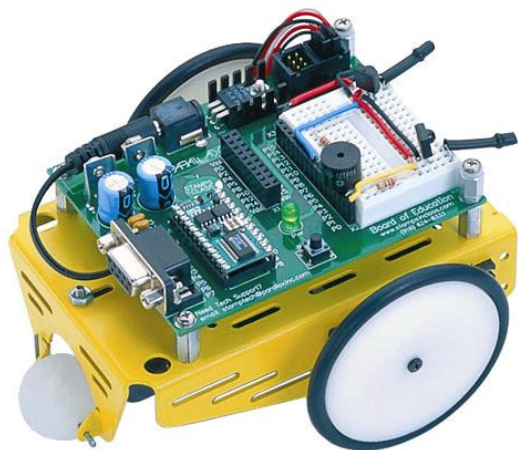


Domínios de Aplicação

22

5 – Sistemas Embarcados

- A segurança é o requisito mais importante;
- Sistemas de baixo custo;
- As distâncias entre equipamentos são muito pequenas;
- Em geral se agregam poucos dispositivos;
- Requisitos de temporização muito bem definidos;
- Pouca necessidade de flexibilidade.



Conclusão

23

- Apesar dos domínios de aplicação serem distintos, os requisitos de comunicação seguem padrões comuns;
- Justifica-se, portanto, a diversidade de redes de comunicação de campo existentes atualmente;
- Nos projetos atuais, é muito comum o uso de dois ou mais tipos de rede. Isto porque as aplicações nunca se classificam exclusivamente em um domínio de aplicação. Existe portanto a necessidade de “interconexão” entre redes e entre sistemas.