Redes de instrumentação

- Objectivo da redes de instrumentação.
- Vários exemplos de redes de instrumentação.

Redes de instrumentação (fielbus)

- Utilizam-se no nível mais baixo da hierarquia da automação.
- Fazem a interligação entre dispositivos inteligentes e os sensores e actuadores.

  Dado que estes instrumentos estão físicamente localizados "no terreno", designam-se na literatura inglesa por "fieldbus".
- Na sua ausência, os dispositivos estão directamente ligados ao dispositivo inteligente.

  Multiplicidade de cablagem; maior custo.

Tipos de instrumentos

- Indicadores de estado (ex: contactos).
- Interruptores.
- Sensores (temperatura, fluxo, pressão, níveis, etc).
- Contadores.
- Dispositivos inteligentes (controladores de motores, etc).

Caracteristicas do tráfego

Tipo	Bits	Latência
Analógicos rápidos	12	1ms
Analógicos lentos	12	1s
Eventos	1	1ms
Interruptores	1	20ms -1s
Contadores	16	1ms

Caracteristicas do tráfego

- Mensagens bastante curtas.

  Entre 1 e 16 bits.
- Tráfego periódico.

  Leitura periódica dos sensores.
- Tempos de resposta curtos.

  Necessário transferir informação com rapidez.
- Boa fiabilidade.
- Baixo custo.

Vantagem das redes

- Uma aquitectura em rede é preferivel a um conjunto de ligações ponto-a-ponto:

  Menor custo.

  Maior facilidade de instalação e manutenção.

  Mais fácil detecção de erros.

  Mais modular.

Requisitos para as redes de instrumentação

- Baixa sobrecarga: *pequenos cabeçalhos (por vezes, só se quer transmitir um único dígito).*
- Capacidade de incorporar tráfego periódico.
- Tempos de resposta bem limitados.
- Sem pontos únicos de falha *(nem todas exibem esta propriedade).*
- Controlo de erros.
- Pequena cobertura geográfica.
- Baixo custo.
- Baixo débito.

Relação com o OSI

- Físico: *imprescindível.*
- Comunicação de dados: *imprescindível.*
- Rede: *não é necessário.*
- Transporte: *também não.*
- Sessão: *pode ser executada directamente pela aplicação, dada a sua simplicidade.*
- Apresentação: *não justifica.*
- Aplicação: *não está bem definida, mas poderá evoluir para normas.*

FIP: Factory Instrumentation Protocol

- Nível físico.

  Barramento (embora possa ser transformado num aárvore através do uso de repetidores). Codificação tipo manchester diferencial. 1Mbit/s até 2000m.

- Controlo de acesso ao meio.

  Através de um nó árbitro.

Arbitragem no FIP

- O árbitro executa ciclos de três fases. *Fase de "polling", tráfego acíclico para variáveis, tráfego acíclico para mensagens.*

- Fase de "polling". *O árbitro dissemina o nome da variável e o nó detentor da variável dissemina o valor que pode ser lido pelos outros nós.*

  Na resposta, uma estação pode "pedir" tráfego acíclico.

- Fase tráfego acíclico para variáveis. *O árbitro inquere variáveis a pedido.*

- Fase de tráfego acíclico para mensagens. *O árbitro transmite um direito de emissão a outra estação.*

FIP: vantagens e desvantagens

- Vantagens:

  Garantias de leitura atempada de cada variável.

  Fácil desenvolver aplicações baseadas na leitura de estado.

- Desvantagem:

  Troca assíncrona de mensagens ineficiente.

CAN: Controller Area Network

- Desenvolvido pela Bosh, Intel e Philips para a industria automóvel.

  Mercedes foi a primeira marca a usar redes CAN num automóvel (classe S).

  Hoje disponível a partir de muitos fabricantes.

- Nível físico.

  Par entrançado. 1 Mbit/s até 40m ou 64 kb/s até 1000m.

- Controlo de acesso.

  Arbitragem competitiva baseada em identificadores de mensagem.

CAN: recessivos e dominantes

- A codificação no meio físico é feita de forma a que se dois dígitos forem emitidos simultaneamente e um deles for um '0', todas as estações ouvem '0'.

  '0' é designado dominante.

  '1' é designado recessivo.

- Propriedade usada na arbitragem e no controlo de erros.

CAN: identificadores

- Cada mensagem possui um identificador que deve ser único.
- O identificador é usado como medida da prioridade da trama.

  A arbitragem é feira com base no identificador.

- CAN1.0: 11 dígitos para identificação (2032 níveis de prioridade).
- CAN2.0: 29 dígitos (geralmente não necessário).

CAN: arbitragem

- Uma estação transmite quando o meio está livre.
- A estação escuta o meio para detectar colisões.

  Dada a baixa taxa de transmissão, a colisão é detectada (e resolvida) dígito a dígito.

- Uma estação que transmite um '0' continua, e a estação que transmite um '1' desiste e passa a modo recepção.

  A arbitragem não corrompe os dados, pelo que a trama mais prioritária é transmitida de imediato.

  A estação que perde a arbitragem volta a tentar de imediato após o fim da mensagem vencedora.

CAN: detecção de erros

- CRC em cada trama.
- Verificação do formato da trama.
- O emissor compara o dígito no cabo com o dígito transmitido.
- Um receptor que detecta um erro pode invalidar a trama, transmitindo uma sequência de '0's para a rede.

  Todos os recipientes percebem que houve um erro.

CAN: formato dos pacotes LLC

- Dígito de versão. *Para distinguir identificadores de 11 e 29 dígitos.*
- Identificador.
- Tamanho.
- Dados (máximo 8 octetos).

CAN: formato dos pacotes MAC

- Start of frame: *um único dígito dominante.*
- Identificador + dígito de tranmissão remota (para pedidos) + tipo de endereço. *No CAN2.0 existe um dígito recessivo entre os primeiros 11 bits e os restantes 18 para permitir a coexistencia dos dois protocolos.*
- Controlo: dígitos reservados mais comprimento dos dados.
- Dados (0 a 8 octetos).
- CRC (16 dígitos).
- Dígitos de confirmação (2 dígitos). *O receptor envia um dominante, garantindo que chegou a pelo menos um destinatário.*
- End of frame (7 dígitos).

CAN: aplicações

- Diversas aplicações estão a ser desenvolvidas.

  DeviceNet (Allen-Bradley).

  Smart Distributed Sensors (Honeywell).

  Can Aplication Layer (CiA).

- Componentes baratos:

  Controlador de can por menos de 5 USD.

  Vasta gama de dispositivos e interfaces.

Profibus

- Norma DIN suportada plea Siemens a Bosh.
- Nível físico.

  Par entrançado. 500 Kbit/s 200m.

- Acesso ao meio.

  Múltiplo mestre e múltiplo escravo.

Profibus: controlo de acesso

- Passagem de testemunho entre estações mestre.

  Durante a posse do testemunho a estação mestre pode comunicar com os restantes mestres ou com os escravos.

- Polling por parte dos mestres aos escravos.

  O nó com o testemunho começa por enviar o tráfego prioritário, depois realiza todas as leituras periódicas antes de (caso tenha tempo) enviar tráfego aperiódico de baixa prioridade.

- Passagem de testemunho diminui a rapidez dos ciclos de leitura.

Profibus-DP

- Nível físico.

  Par entrançado. 1.5 Mbits/s. 200m (1 km com repetidores).

- Protocolo de acesso.

  Único mestre. Único tipo de interacção (trama de dados com resposta).

Bitbus

- Rede de instrumentação da Intel.
- Arquitectura com três camadas:

  Nível físico.

  Nível comunicação de dados.

  Nível aplicação.

Bitbus: nível físico

- Meio de comunicação:

  Par entrançado (RS485).

  Banda base (um canal sem modulação).

- Dois modos de operação:

  Modo síncrono.

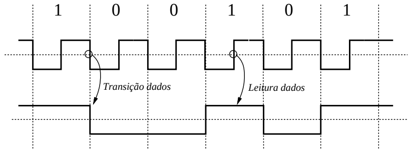
  Modo asíncrono.

Bitbus: modo síncrono

- Usado para pequenas distâncias:

  Até 30 metros. Débito entre 500 kbits/s até 2.4 Mbits/s.

- Um par entrançado para os dados e outro par para transmitir o relógio.



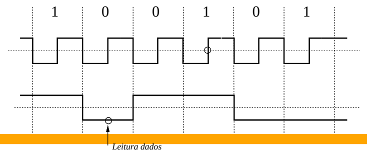
Bitbus: modo assíncrono

- Usado para maiores distâncias:

  Até 300 metros a 375 kbits/s ou 1200 metros a 62.5 kbits/s. Um único sinal transporta dados e informação de sincronização.

- Codificação Non-return-to-Zero Inverted (NRZI).

  Inversão de polaridade: '0'; não inversão: '1'. Preâmbulo de oito '0's (transições) para sincronizar o receptor.

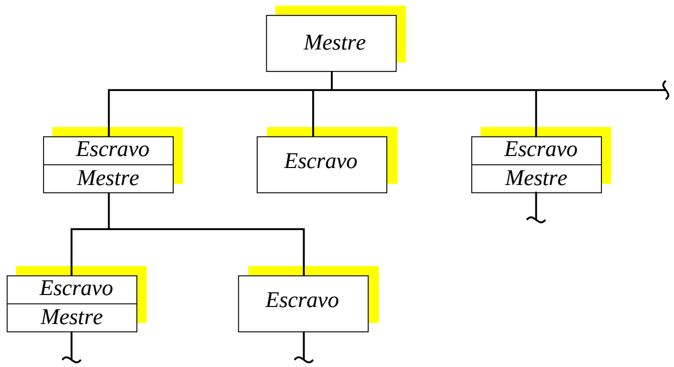


Bitbus: acesso ao meio

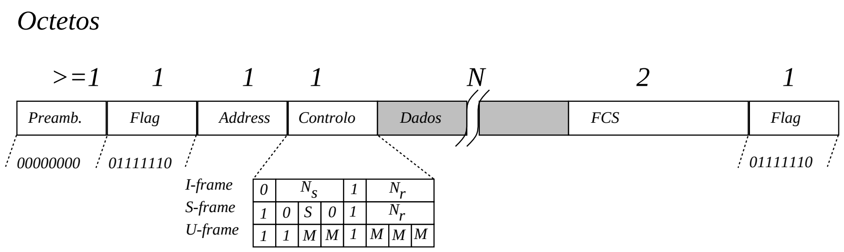
- Controlo centralizado:

  Um nó é designado mestre e os restantes escravos. O mestre dá, periodicamente, acesso ao meio aos nós escravos.

Bitbus: hieraquia mestre-escravo(s)



Bitbus: formato das tramas



Bitbus: tipos de tramas

- Tramas de informação (I-frames).
- Tramas de supervisão (S-frames).

  Duas previstas: "receiver ready" (RR) e "receiver not ready" (RNR).

- Tramas não numeradas (U-frames).

  32 tramas possíveis. Quantro reservadas: "set normal response mode" (SNRM), "disconnect" (DISC), "unumbered acknowledge" (UA), e "frame reject" (FRMR).

Bitbus: estados do escravo

- Uma estação escrava só pode estar em dois estados:

  NDM: "normal disconnect mode".

  NRM: "normal response mode".

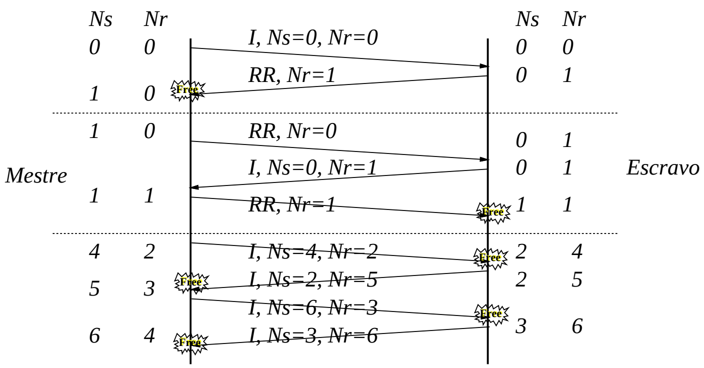
- Quando há um erro:

  O mestre envia DISC até ter a certeza que o receptor transitou para o estado NDM, e depois volta a colocá-lo em NRM através de uma trama SNRM.

Bitbus: máquina de estados do escravo

Estado	Trama recebida	Tipo	Seguinte	Resposta
NDM	DISC	U	NDM	UA (ack)
NDM	SNMTR (set NRM)	U	NRM	UA (ack)
NDM	Outra	I,S, U	NDM	FRMR (reject)
NRM	Dados	I	NRM	RR, RNR, I
NRM	RR	S	NRM	RR, RNR, I
NRM	RNR	S	NRM	RR, RNR
NRM	com erro	I, S	NDM	FRMR (reject)
NRM	Outra	I, S, U	NDM	FRMR (reject)

Bitbus: operação da rede

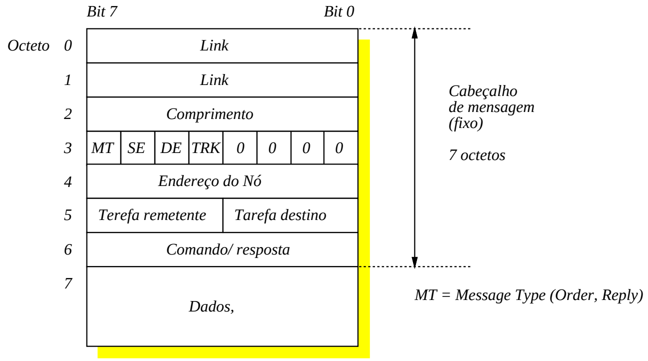


Nível aplicação

- Permite a troca de mensagens entre a estação mestre e as estações escravas.
- Formato das mensagens bem definido.

  Compatível com o usado no iDCX51.

Bitbus: estrutura das mensagens



Bitbus: códigos de erro pré-definidos

CONDIÇÃO	CÓDIGO
Tudo bem	00H
Definido pelo utilizador	01H-7FH
Tarefa destino inexistente	80H
Erro do protocolo	91H
Dispositivo de destino inexistente	93H
Reservados	81H-90H, 92H, 94H-0FFH

Bitbus: conjunto de comandos pré-definidos

- Serviço RAC (Remote Access & Control).
- Permite executar um conjunto de chamadas ao sistema remotamente.
- Diversas operações disponíveis:

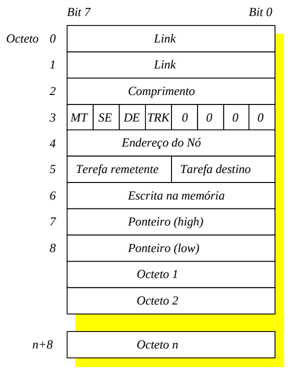
  Criar/apagar tarefas; aceder a portos de entrada/saída para leitura e escrita; carregar e ler valores da memória; fazer reset por sofware; etc.
- Diversas respostas também pré-definidas:

  Tarefa de destino inexistente; erro no protocolo; falta de memória; etc.

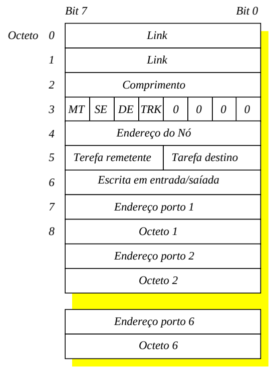
Bitbus: códigos de erro do RAC

Não existe tarefa	80H
Tarefa excedidas	81H
Registos excedidos	82H
Código duplicado	83H
Sem memória	84H
RAC protegido	95H
Comando desconhecido	96H

Bitbus: mensagem para escrita em memória



Bitbus: mensagem para escrita em entrada/saída



Resumo

- Redes de instrumentação:

  FIP.

  CAN.

  Profibus.

  Bitbus.