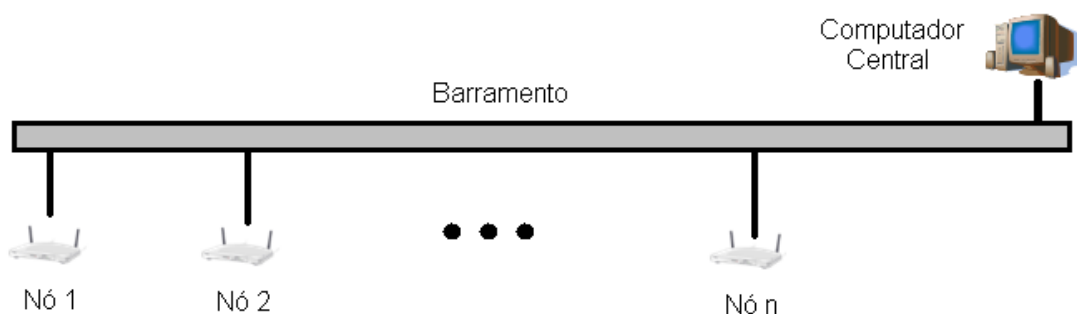


Tecnologias de Comunicação entre nós/pilares

Para escolher a melhor rede de comunicação para interligação entre nós, que representam a informação adquirida no conjunto dos sensores dos pilares, é necessário fazer um levantamento dos requisitos para essa comunicação.

O primeiro aspecto a considerar é a topologia da rede a utilizar. Esta será em barramento (*bus*). Este barramento pode ser visto como um cabo com duas extremidades onde ligarão vários nós e, para este caso, numa das extremidades estará o computador central que recebe toda a informação. Todos os nós e o computador central são conectados à rede por *transceivers*. Esta topologia está representada na seguinte ilustração.



Um dos requisitos principais de uma rede para aplicações deste tipo é a distância entre os nós, uma ponte como a do Carregado sobre o rio Tejo, tem alguns pilares distanciados entre si a volta de 900 metros. Então deve considerar-se um cenário desta comunicação ser feita entre nós distanciados de 1km. Este requisito limita bastante a escolha da rede, porque se utilizarmos cabos que liguem directamente os nós sem qualquer ponte intermédia, esse cabo deve ser muito robusto a atenuações desse sinal.

O seguinte requisito diz respeito à largura de banda da rede, ou seja, à quantidade de bits por segundo que a rede consegue transmitir, para este requisito é necessário calcular a quantidade de informação produzida para cada sensor, bem como o período/frequência de amostragem.

Considerando que aproximadamente cada sensor produz 4 *bytes* de informação, assumindo que a ponte terá 10 pilares e que cada pilar contém 100 sensores, no pior dos casos será necessário transmitir para enviar para o processador central 4kbytes de dados num ciclo de amostragem. A frequência de amostragem para esta aplicação não tem necessariamente que ser uma frequência muito elevada, deve ser de cerca de 1Hz. Então no pior cenário será necessário transmitir 4kbytes em cada 1s, ou seja, $4000 \times 8 \text{ bits} = 32000 \text{ bits}$, consideremos de grosso modo 40000bits (40kb) por cada 1s, portanto a banda larga da nossa rede deve ser igual ou superior a 40kbps.

A latência desde a amostragem dos dados até ao centro de processamento é outro aspecto a considerar. Este aspecto está directamente relacionado com a largura de banda da

rede, não é de todo numa aplicação deste tipo um aspecto muito crítico, portanto com uma rede de 8Mbps, em princípio, este requisito estará resolvido.

O protocolo de comunicação utilizado na transmissão é outro aspecto importante, que pode estar directamente ligado às restrições temporais do sistema. Por exemplo a utilização de um protocolo como TCP/IP implica retransmissão automática pelo que não deve ser utilizado se não tivermos uma folga de pelo menos 70% em largura de banda na nossa rede, porque pode levar a uma sobrecarga de informação na rede e a perda de pacotes por esgotamento das filas de espera. Se utilizarmos mais que 30% da banda larga da rede poderemos utilizar protocolos mais simples como UDP na camada de ligação de dados, sem retransmissão.

O requisito seguinte diz respeito às agressões electromagnéticas e condições ambientais do meio envolvente. Relativamente estas redes devem estar bem protegidas de qualquer agente atmosférico, como chuvas, ventos, neve, temperaturas baixas ou elevadas, etc. Pode ser necessária, dependendo da escolha da rede, uma protecção externa ao cabo. Relativamente a agressões electromagnéticas tem que considerar-se também o meio envolvente, por exemplo se a ponte se situar perto de um aeroporto (dos seus radares) ou de instalações fabris que incluam muita maquinaria eléctrica, estas agressões electromagnéticas elevadas.

Finalmente deve ser considerado o custo da rede. Redes de fibra óptica serão provavelmente a hipótese mais cara, seguida de redes *Ethernet* e as mais baratas serão CAN e RS485.

Serão seguidamente apresentadas as principais características das redes Ethernet, CAN, fibra óptica e RS-485.

Ethernet:

- Define a camada física e de ligação (MAC) do modelo OSI;
- 10baseT:
 - Largura de Banda - 10Mbps;
 - Comprimento máximo por segmento - 100m;
 - Meio físico – UTP: constituído por 4 pares de fios entrelaçados revestidos a PVC;
 - Conectores: RJ-45.
- Pela sua pouca blindagem não é aconselhável de se instalar em ambientes com agressões electromagnéticas elevadas nem em ambientes húmidos, para se utilizar em ambientes estes cabos devem ser instalados em zonas protegidas;
 - Existem também os cabos STP muito semelhantes a UTP, mas que possuem uma blindagem em malha metálica que pode ser utilizada em ambientes com elevada interferência electromagnética, mas são mais caros.

Para, utilizando redes Ethernet, fazer um barramento com mais de 100m será necessário utilizar switches que de 100 em 100 metros e de 1000 em 1000 metros (distância

entre pilares) serão conectados aos switches, no máximo a 100m, os processadores de cada pilar.

Numa ponte com 10 pilares separados a 1km seriam necessários pelo menos 100 switches para fazer o barramento, pelo que a rede Ethernet não é uma solução aconselhável.

CAN

- Define a camada física e de ligação (MAC e LLC) do modelo OSI;
- O seu comprimento máximo depende de forma indirectamente proporcional da sua largura de banda, exemplos:
 - Largura de banda de 1Mbps – comprimento máximo de 40m – cabo AWG22 ou AWG23;
 - Largura de banda de 500kbps – comprimento máximo de 100m – cabo AWG22 ou AWG20;
 - Largura de banda de 100kbps – comprimento máximo de 500m – cabo AWG20;
 - Largura de banda de 50kbps – comprimento máximo de 1km – cabo AWG18;
- O cabo do barramento CAN é um cabo de 4 fios não blindado, que pode transportar todo o tipo de sinais de alta frequência, fenómeno que pode ser evitado colocando nos seus terminais (junto aos seus conectores) ferrite beads.

Fibra óptica

- Define a camada física do modelo OSI;
- Suporta larguras de banda elevadíssimas (cerca de 40Gbps);
- Comprimentos máximos de centenas de quilómetros, porque os sinais transmitidos têm uma atenuação muito baixa;
- Tem elevada imunidade a interferências electromagnéticas, porque as suas transmissões são baseadas em reflexão de luz, em vez de pulsos eléctrico como ocorre nos fios eléctricos (p. e. cobre);
- Custo elevado.

RS-485

- Define a camada física do modelo OSI;
- A sua largura de banda diminui com o aumento da largura de banda:
 - Para distâncias até 12m a largura de banda pode ser de 10Mbps;
 - Para distâncias de 1200m a largura de banda apenas permite 100kbps;
- Permite elevada imunidade ao ruído, porque a transmissão de dados é feita de forma diferencial entre dois fios;
- A comunicação é half-duplex, ou seja a comunicação é bidireccional mas não simultânea para emissores e receptores;
- Necessita de um elevado controlo de transmissão.
- Muito barata.

Hipótesis

1. CAN – RS232 - <http://www.can232.com>
2. CAN – RS232 – fibra óptica
3. Fibra óptica (Router) – protocol Modbus, por exemplo.