

1 Controle de erro

O controle de erro ocorre na camada de enlace de dados. Transmissor e receptor trocam mensagens (quadros) considerando um protocolo pré-estabelecido. O controle de erro pode ser do tipo ARQ ou do tipo FEC:

- No tipo ARQ (*Automatic repeat request*) – solicitação de repetição automática – utiliza-se códigos detectores de erro. O receptor descarta o quadro recebido e solicita retransmissão.
- No FEC (*Forward error correction*) – correção de erro em avanço – o receptor detecta a presença de erros, localiza e corrige esses erros (caso de enlace de comunicação via satélite).

2 ARQ empregando Stop & Wait

1. Situação sem erros ilustrada na Figura 1:

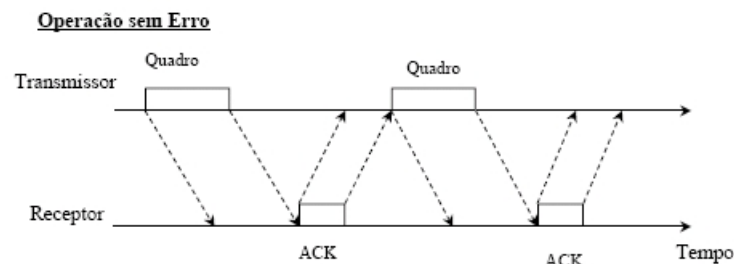


Figura 1: Transmissão sem erros.

2. Operação com erro – quadro perdido: Nesse caso o quadro é retransmitido pela fonte após terminar o tempo de espera (time out) pela chegada do quadro de ACK, Figura 2.

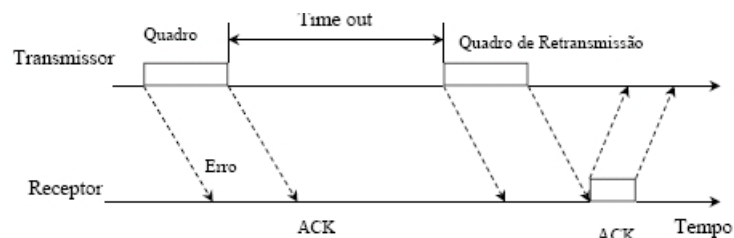


Figura 2: Quadro não chega ao receptor.

3. Operação com erro na confirmação: nesse caso o ACK não chega na fonte, conforme ilustra Figura 3. A fonte retransmite o quadro após ocorrer o *timeout*, havendo no receptor duplicação de quadros.

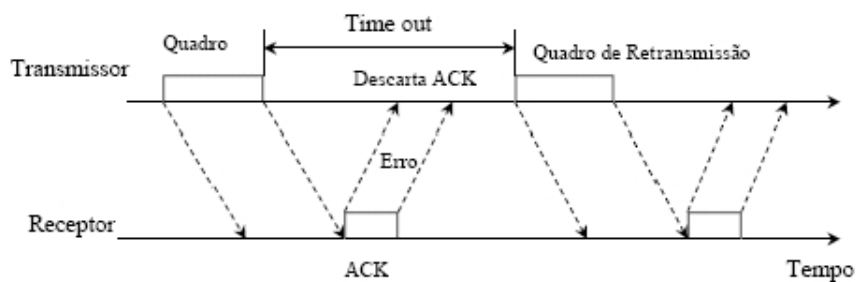


Figura 3: Quadro de ACK não chega ao transmissor.

Solução para o erro na confirmação é realizar a numeração dos quadros, conforme é apresentado na Figura 4, pois nesse caso o quadro repetido é identificado e descartado. É

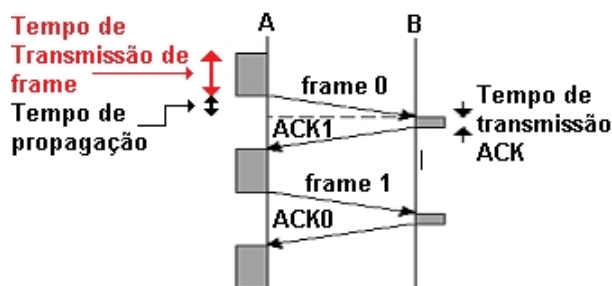


Figura 4: Quadros numerados.

empregado um bit para realizar a numeração do quadro, isto é, quando o quadro de ACK é numerado com 1, significa que se está confirmando o quadro “0” e esperando o quadro “1”.

3 ARQ – Contínuo

1. Operação sem erro: quadros são enviados continuamente sem esperar confirmação, conforme ilustra Figura 5.

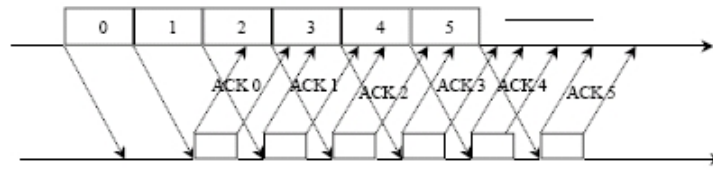


Figura 5: Operação sem erros.

2. Operação com erro – **Rejeição seletiva**: É re-enviado somente o quadro que sofreu inversões de bits, a Figura 6 representa essa situação.

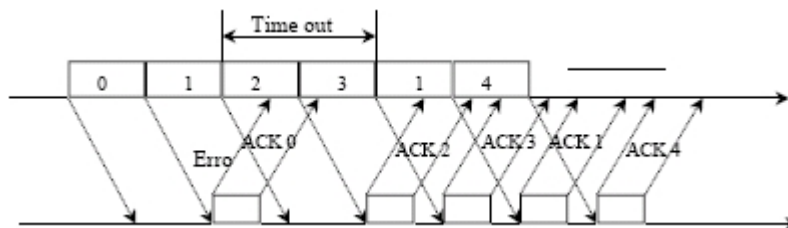


Figura 6: Operação com erros – Rejeição seletiva.

3. Operação com erro – **“Go Back N”**: Evita armazenamento de quadros pois no caso do método “rejeição seletiva” deve-se esperar o quadro que esta faltando para enviar a camada superior, portanto é necessário um gerenciamento de *buffer*. A Figura 7 ilustra o método “Go Back N”.

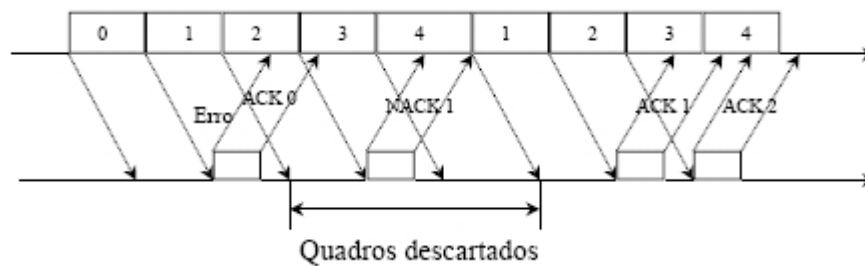


Figura 7: Operação com erros – “Go Back N”.

4 Exercícios

1. Na Figura a seguir 8, quadros são gerados no nó “A” e enviados ao nó “C” através do nó “B”. Determine a taxa de transmissão entre os nós “B” e “C” para que os *buffers* de “B” não excedam a sua capacidade de armazenamento (controle de fluxo). Baseie-se no seguinte:
 - (a) Taxa de dados entre “A” e “B” é de 250Kbps;
 - (b) O tempo de propagação é de 10 microsegundos por Km para ambos os enlaces;
 - (c) As linhas entre nós são *full duplex*;
 - (d) Todos os quadros têm comprimento de 2500 bits;
 - (e) Os ACK's são quadros separados de comprimento desprezível;
 - (f) O protocolo entre “A” e “B” é de janela deslizante com $W = 4$;
 - (g) Entre “B” e “C” o protocolo é o *Stop & Wait*.



Figura 8: Transmissão de quadros entre nós.