



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina

Relatório 1

Protocolo de comunicação

**Maria Fernanda Silva Tutui
Paulo Fylippe Sell**

Maio de 2019

Sumário

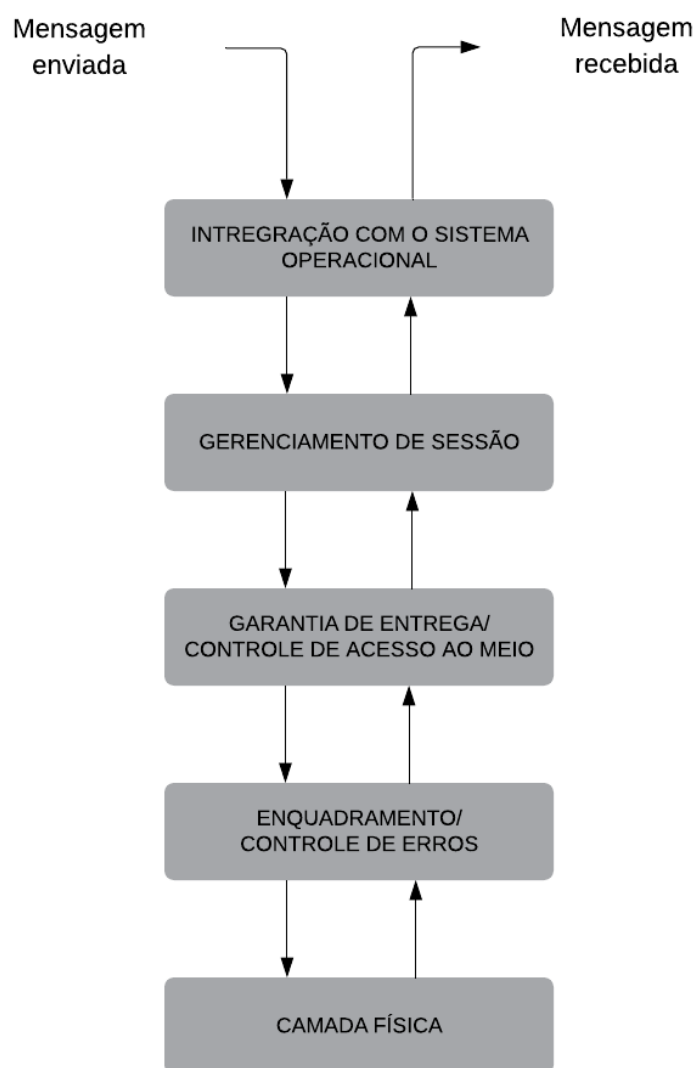
1	Introdução	3
1.1	Escopo do projeto	4
2	Implementação	5
2.1	Gerenciamento de sessão	6
2.2	Garantia de entrega e controle de acesso ao meio	7
2.3	Enquadramento e controle de erros	8
3	Conclusão	10

1 Introdução

Um protocolo provê a troca de informações entre dispositivos através de um meio de comunicação. Esse protocolo pode ser caracterizado mediante a uma sintaxe, comportamento, temporização, semântica, etc.

Este relatório tem como objetivo expor as partes que compõem o protocolo de comunicação desenvolvido durante a disciplina de Projeto de Protocolos, ministrada pelo professor Marcelo Sobral durante o primeiro semestre de 2019. O desenvolvimento foi realizado a partir da linguagem de programação *Python 3*. Utilizou-se um *transceiver* RF, de forma a oferecer uma comunicação com baixa taxa de transmissão, mensagens curtas e envio de dados de forma confiável. A organização do relatório baseia-se em camadas e pode ser observada na figura 1.

Figura 1: Estrutura do projeto em camadas.



1.1 Escopo do projeto

Um protocolo de comunicação está relacionado aos mecanismos necessários para a entrega de mensagens entre duas aplicações quaisquer. Considerando uma arquitetura de redes em camadas como TCP/IP, protocolos de comunicação correspondem às camadas de enlace até transporte. Questões como garantia de entrega, controle de sequência, tratamento de erros, sincronização, estabelecimento e término de sessão, multiplexação e delimitação de mensagens, entre possivelmente outras, fazem parte do projeto de tais protocolos.

O serviço do protocolo implementado é prover um enlace ponto-a-ponto para a camada física tipo UART, através de uma conexão confiável entre duas estações de transmissão, a fim de prover uma troca de dados com quadros de até 1024 bytes, com uma codificação binária.

O protocolo desenvolvido implementa os mecanismos de enquadramento, controle de erros, sequenciamento, garantia de entrega, controle de acesso ao meio e gerenciamento de sessão. A implementação também se comunica com o sistema operacional, através de uma interface de rede virtual.

2 Implementação

Os mecanismos do protocolo foram implementados através de três classes principais, seguindo o modelo de camadas da figura 1.

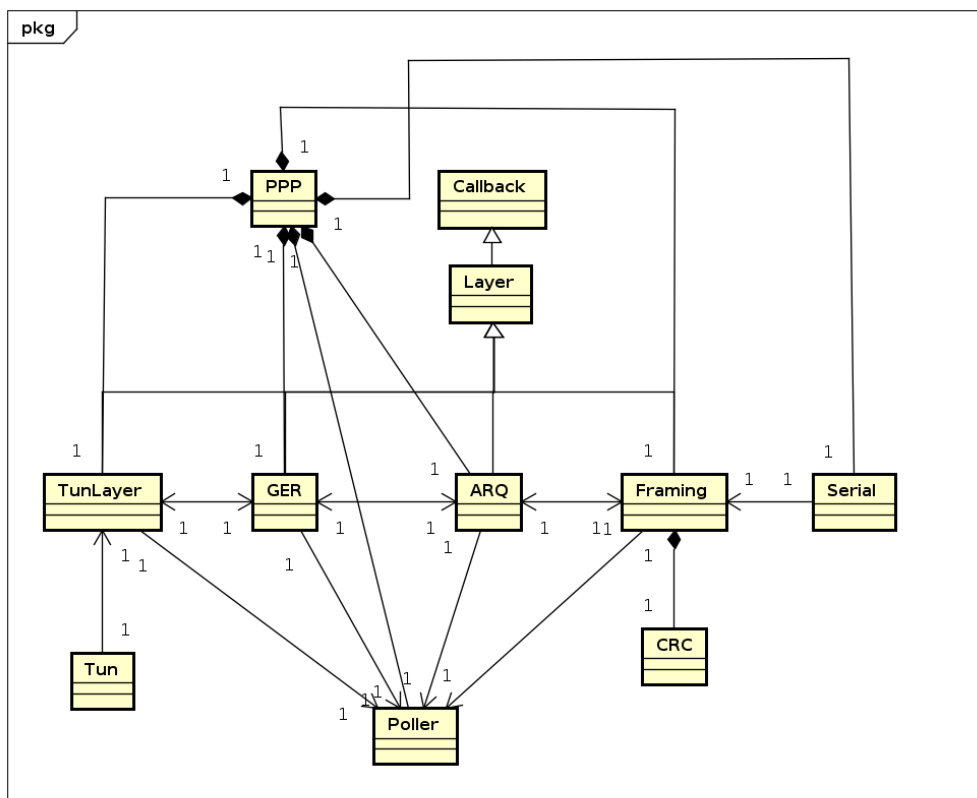
Um quadro do protocolo transmitido deve possuir a seguinte característica:

Tabela 1: Formato de quadro do protocolo.

7E	CONTROLE	ID SESSÃO	ID PAYLOAD	PAYLOAD	CRC	7E
1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	até 1024 bytes	2 bytes	1 byte

Um diagrama de classes simplificado pode ser conferido na figura abaixo. Nela, além das três classes implementadas para o protocolo, estão também as classes disponibilizadas pelo professor para a execução do projeto, além de classes auxiliares para realização de testes.

Figura 2: Diagrama de classes da implementação simplificado.

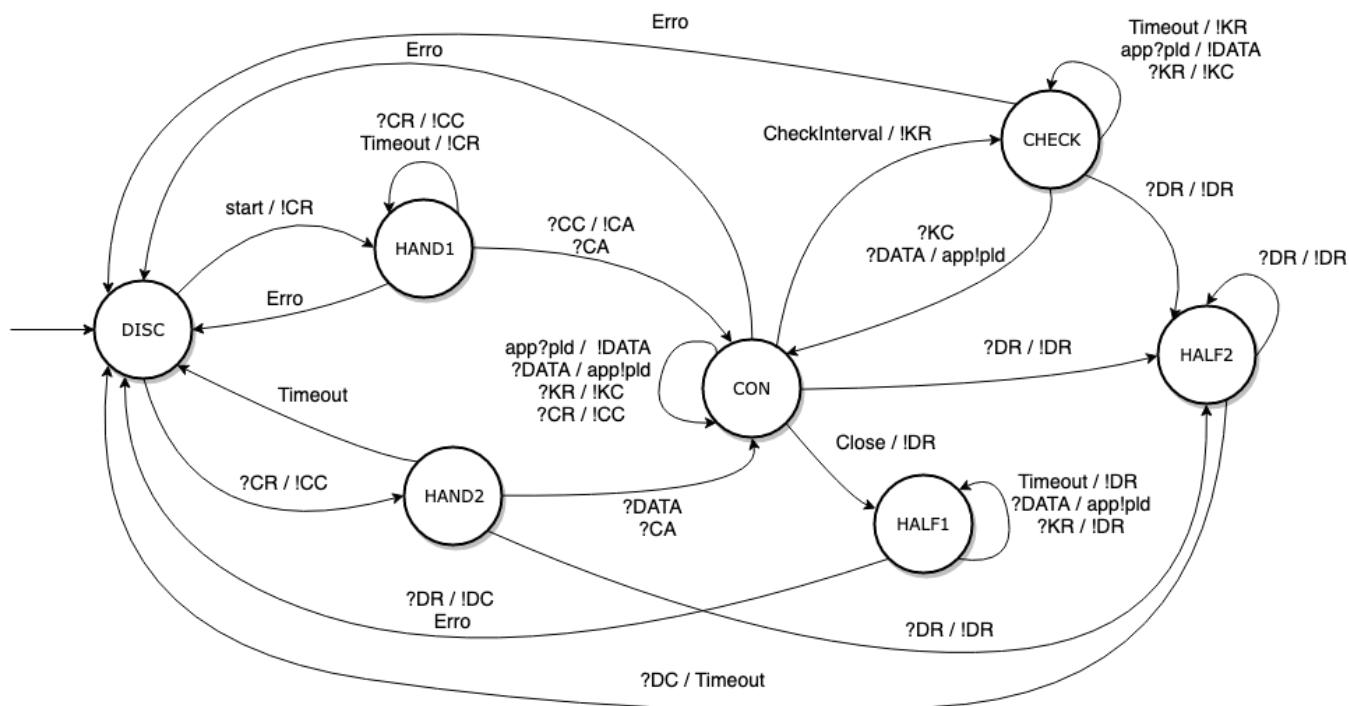


powered by Astah

2.1 Gerenciamento de sessão

A função deste mecanismo é iniciar uma conexão entre dois pares comunicantes, estabelecer esta conexão e encerrá-la de forma ordenada. Sua implementação foi feita a partir da máquina de estados apresentada na figura 3.

Figura 3: Máquina de estados - Gerenciamento de sessão.



Esta camada é responsável por fazer o tratamento da parte central do quadro do protocolo, indicando a identificação da sessão, o tipo de dados do *payload* e o *payload* em si. Sendo assim, o quadro preenchido fica da seguinte forma:

Tabela 2: Quadro da camada de gerenciamento de sessão.

ID SESSÃO	ID <i>PAYLOAD</i>	<i>PAYLOAD</i>
-----------	-------------------	----------------

O mecanismo de gerenciamento de sessão é possui sete diferentes mensagens de controle, que permitem a iniciação, manutenção e encerramento da conexão. São elas:

Tabela 3: Mensagem da camada de sessão.

PAYLOAD	Descrição	Valor (hexadecimal)
CR (<i>Connection Request</i>)	Mensagem de solicitação de conexão	0x00
CC (<i>Connection Confirm</i>)	Mensagem de confirmação de solicitação de conexão	0x01
KR (<i>Keep-Alive Request</i>)	Mensagem de manutenção de conexão	0x02
KC (<i>Keep-Alive Confirm</i>)	Mensagem de confirmação de manutenção de conexão	0x03
DR (<i>Disconnection Request</i>)	Mensagem de solicitação de desconexão	0x04
DC (<i>Disconnection Confirm</i>)	Mensagem de confirmação de solicitação de desconexão	0x05
CA (<i>Connection Acknowledged</i>)	Mensagem de reconhecimento de conexão	0x07

Definiu-se que o *byte* de identificação de mensagens da camada de gerenciamento de sessão (ID *PAYLOAD*) é definido pelo valor 255 (ou em binário 11111111) e mensagens que não se destinam a esta camada devem ter a identificação 0 (ou em binário 00000000). Desta forma, um possível quadro da camada de gerenciamento de sessão é:

Tabela 4: Quadro da camada de sessão enviando uma mensagem de confirmação de conexão.

ID SESSÃO	11111111	00000001
------------------	----------	----------

2.2 Garantia de entrega e controle de acesso ao meio

Seguindo pelas camadas do protocolo (figura 1), o mecanismo de garantia de entrega ARQ (*Automatic Repeat reQuest*) foi implementando segundo o modelo *Stop-and-Wait*. Esta camada é responsável por enviar um dado e esperar a chegada de uma confirmação de recebimento pelo outro par comunicante. Caso esta confirmação não chegue, o mecanismo é deve retransmitir o dado e novamente aguardar sua confirmação. A confirmação de mensagens também é de responsabilidade desta camada.

O primeiro *byte* do quadro do protocolo é de responsabilidade da camada de garantia de entrega. Seu *bit* mais significativo indica o que é este quadro do protocolo: um quadro que carrega dados ou apenas um quadro de confirmação de recebimento (ACK). Já seu quarto *bit* menos significativo indica o sequenciamento das mensagens, isto é, se o quadro carrega a mensagem de número 0 ou a mensagem de número 1. Esta informação é importante, uma vez que o modelo *Stop-and-Wait* precisa saber qual a sequência da mensagem está sendo enviada ou recebida. O quadro desta camada pode ser visto na tabela 5.

Tabela 5: Quadro da camada de garantia de entrega.

CONTROLE	ID SESSÃO	ID PAYLOAD	PAYLOAD
-----------------	------------------	-------------------	----------------

bit 7: 0 = Dado

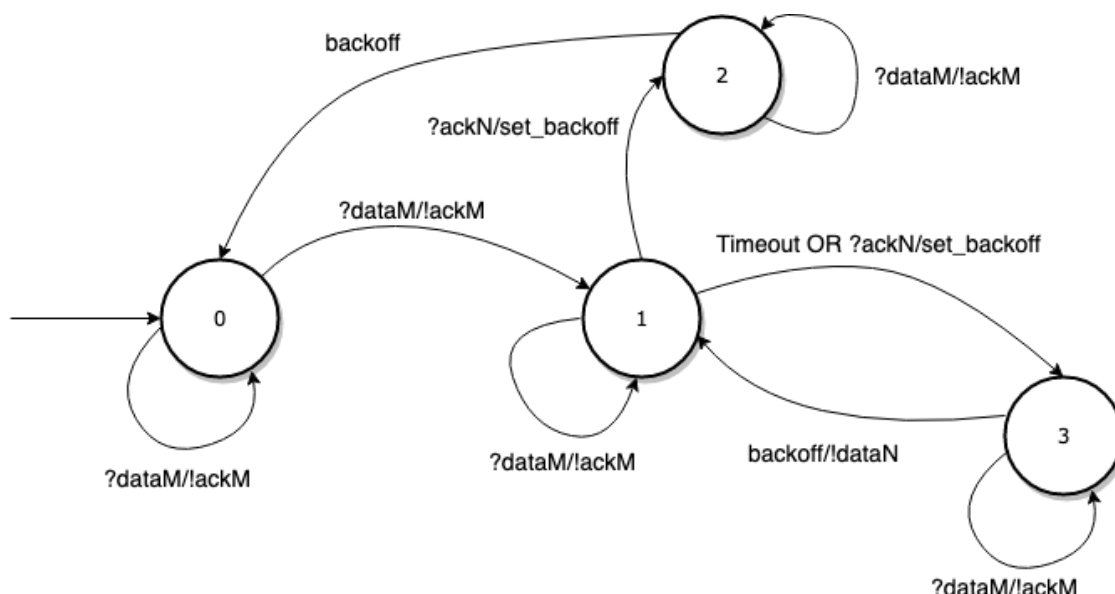
1 = ACK

bit 3: Sequência

A fim de evitar colisões entre os quadros enviados e recebidos durante a troca de dados, esta camada também implementa um controle de acesso ao meio baseado no protocolo *Aloha*. A cada momento em que um par comunicante não recebe uma confirmação de recebimento de um quadro enviado, antes de refazer a retransmissão do quadro, a estação irá aguardar um certo período de tempo aleatório, tentando evitar que ocorra outra colisão de quadro. Caso um par comunicante receba uma confirmação de recebimento de quadro, também ocorrerá uma espera aleatória antes que a estação esteja pronta para enviar o próximo quadro.

A máquina de estados completa desta camada, com garantia de entrega e controle de acesso ao meio, pode ser vista na figura 4.

Figura 4: Máquina de estados - Garantia de entrega e controle de acesso ao meio.



2.3 Enquadramento e controle de erros

O enquadramento é o mecanismo do protocolo responsável por delimitar quadros na interface com a camada física. A técnica de enquadramento escolhida é a do tipo **sentinela**. Cada quadro transmitido tem como primeiro e último *byte* a *flag* 7E para fazer a delimitação dos quadros. Caso dentro do quadro ocorra a *flag* 7E, usa-se o *byte* de escape 7D para preenchimento do quadro e o *byte* seguinte é modificado através da operação lógica *XOR* com o valor 20. Ou seja, para transmitir o *byte* 7E no meio do quadro deve-se enviar a sequência 7D 5E. Ao receber o *byte* 7D, o par comunicante irá ter que traduzir o *byte* seguinte, novamente através da operação lógica *XOR*. A mesma lógica deve ser feita quando ocorra a necessidade de enviar o *byte* 7D dentro do quadro.

Durante uma transmissão, uma mensagem pode ser corrompida. Desta forma, esta camada realiza um cálculo para confirmar a integridade da informação e insere no final do quadro dois *bytes* com o resultado deste cálculo, para que possa ser feita a detecção de erros (antes da *flag* de delimitação 7E). Na recepção, o mesmo cálculo é realizado e, caso o resultado deste cálculo seja diferente dos valores que estão nos dois *bytes* de verificação de integridade, o quadro recebido é descartado completamente.

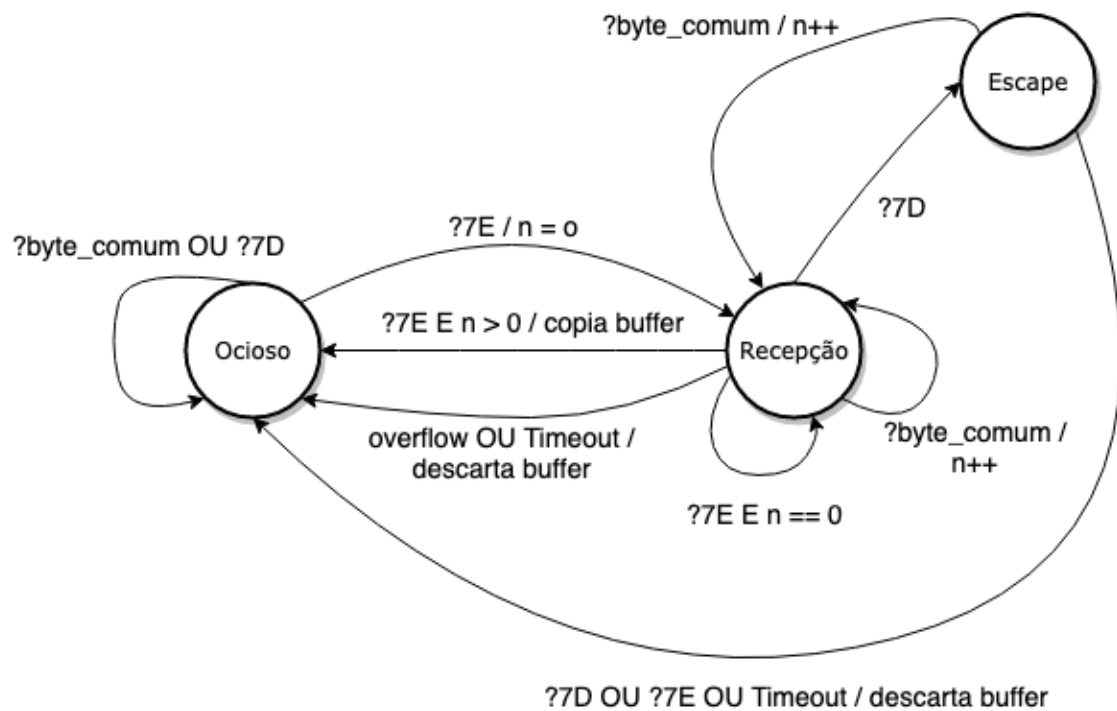
Desta forma, o quadro está completo e pronto para ser transmitido pela camada física.

Tabela 6: Formato de quadro do protocolo.

7E	CONTROLE	ID SESSÃO	ID PAYLOAD	PAYLOAD	CRC	7E
1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	até 1024 bytes	2 bytes	1 byte

A máquina de estados desta camada é representada pela figura abaixo.

Figura 5: Máquina de estados - Enquadramento.



3 Conclusão

O protocolo desenvolvido conseguiu prover a comunicação entre dois computadores distintos, através de suas interfaces seriais. A especificação concedida no início do projeto foi atendida. Sendo assim, o protocolo implementada os mecanismos de gerenciamento de sessão, garantia de entrega, controle de acesso ao meio, controle de erros e enquadramento. Vale ressaltar que esta implementação conseguiu também prover a comunicação entre outras implementações distintas, como a provida pelo professor da disciplina, evidenciando o funcionamento do protocolo.