Redes Industriais e Sistemas Supervisórios

Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação

INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

MODBUS

Conexão, Codificação e Funções

INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

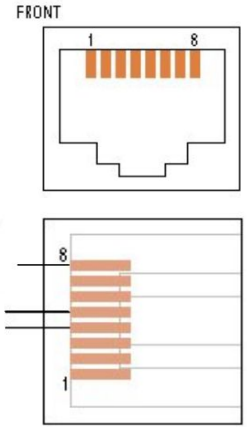
MODBUS

- O MODBUS é um **protocolo para barramentos de campo** criado pela **Modicon**, empresa fabricante de produtos para automação, visando inicialmente uso em seus próprios produtos.
- Porém, com o tempo, o MODBUS foi sendo adotado por um grande número de fabricantes, passando de um protocolo proprietário para um**protocolo aberto**.
- Atualmente é utilizado por milhares de fabricantes, sendo**o mais popular** entre os protocolos de barramento de campo utilizados atualmente.

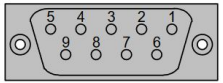
MODBUS: Conexão recomendada

Pin on RJ45	Pin on D9-shell	Level of requirement	IDv Circuit	ITr Circuit	EIA/TIA-485 name	Description for IDv
3	3	optional	PMC	--	--	Port Mode Control
4	5	**required**	D1	D1	B/B'	**Transceiver terminal 1, V1 Voltage** (V1 > V0 for binary 1 [OFF] state)
5	9	**required**	D0	D0	A/A'	**Transceiver terminal 0, V0 Voltage** (V0 > V1 for binary 0 [ON] state)
7	2	recommended	VP	--	--	Positive 5...24 V D.C. Power Supply
8	1	**required**	Common	Common	C/C'	**Signal and Power Supply Common**

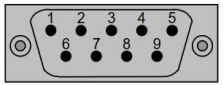
Device side - female



Female (Front view)



Male (Front view)

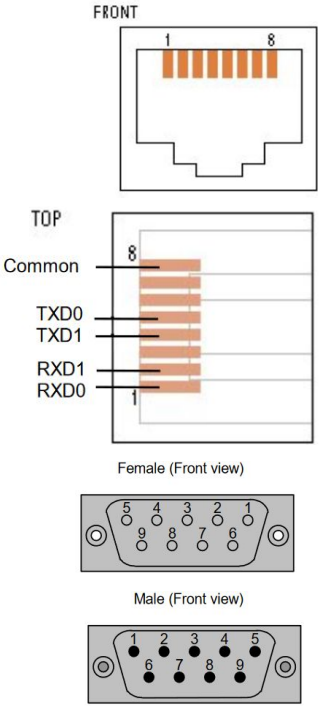


INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

MODBUS: Conexão recomendada

Pin on RJ45	Pin on D9-shell	Level of requirement	IDv Signal	ITr Signal	EIA/TIA-485 name	Description for IDv
1	8	**required**	RXD0	RXD0	A'	**Receiver terminal 0, Va' Voltage** (Va' > Vb' for binary 0 [ON] state)
2	4	**required**	RXD1	RXD1	B'	**Receiver terminal 1, Vb' Voltage** (Vb' > Va' for binary 1 [OFF] state)
3	3	optional	PMC	--	--	Port Mode Control
4	5	**required**	TXD1	TXD1	B	**Generator terminal 1, Vb Voltage** (Vb > Va for binary 1 [OFF] state)
5	9	**required**	TXD0	TXD0	A	**Generator terminal 0, Va Voltage** (Va > Vb for binary 0 [ON] state)
7	2	recommended	VP	--	--	Positive 5...24 V DC Power Supply
8	1	**required**	Common	Common	C/C'	**Signal and Power Supply Common**

Device side - female



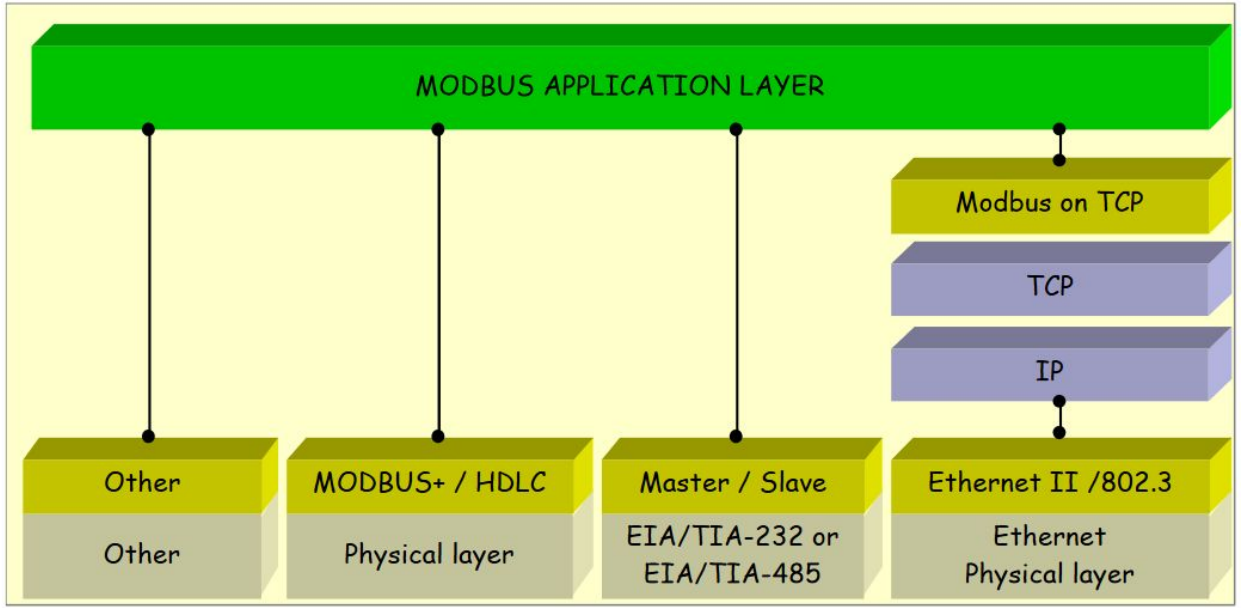
INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

MODBUS: recomendação de cores para fios

	Signal Names	Recommended Color
	D1-*TXD1*	**yellow**
	D0-*TXD0*	**brown**
	Common	**grey**
4W (Optional)	*RXD0*	*white*
4W (Optional)	*RXD1*	*blue*

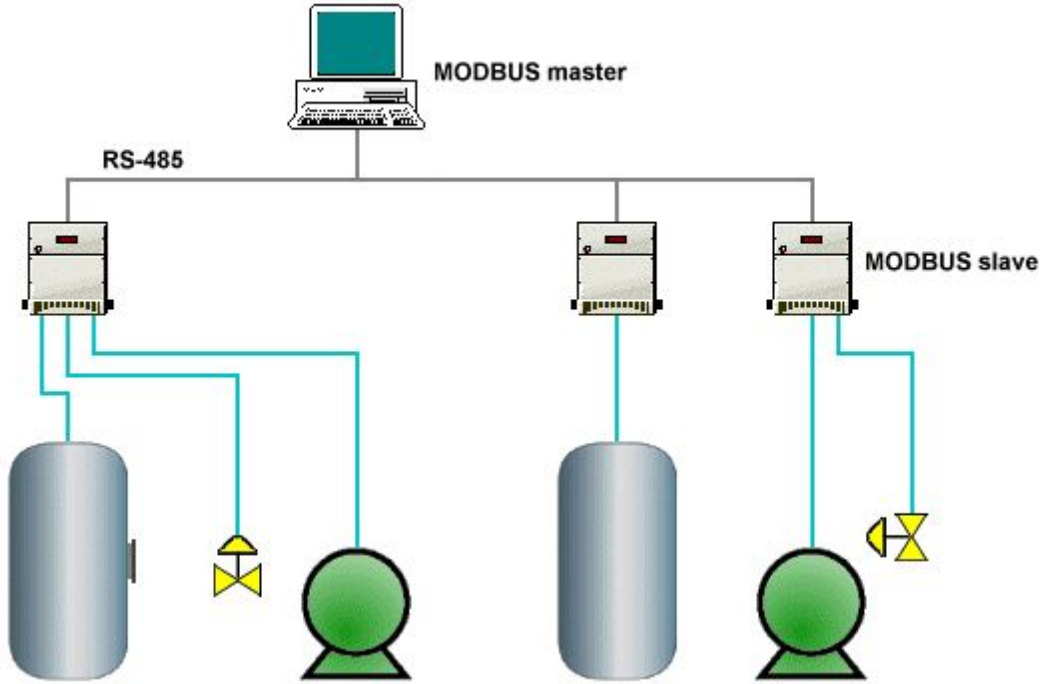
MODBUS e o modelo ISO/OSI

Layer	ISO/OSI Model
7	Application
6	Presentation
5	Session
4	Transport
3	Network
2	Data Link
1	Physical



MODBUS em modo Mestre-Escravo

- O MODBUS é baseado no modelo mestre-escravo ou **cliente-servidor;**
- **Toda comunicação** deve **passar** necessariamente por um dispositivo **mestre.**
- Cada rede MODBUS pode possuir um mestre e até 247 escravos.

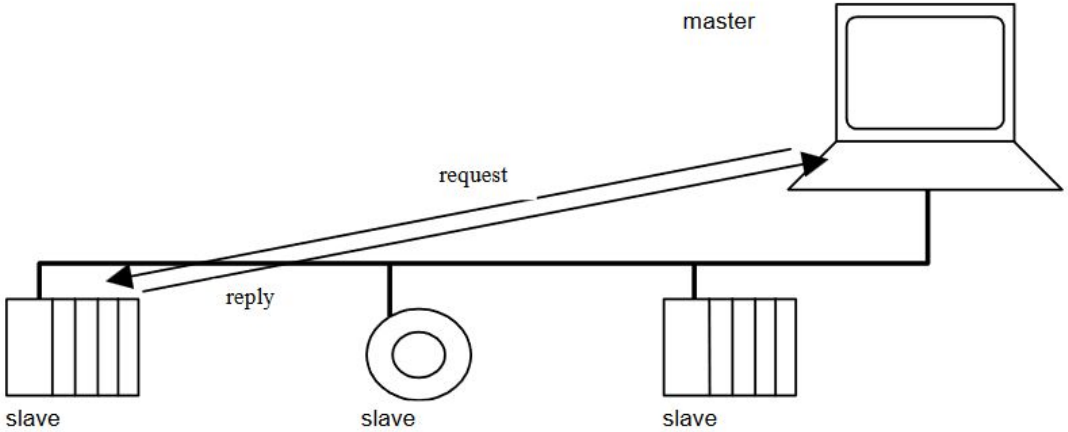


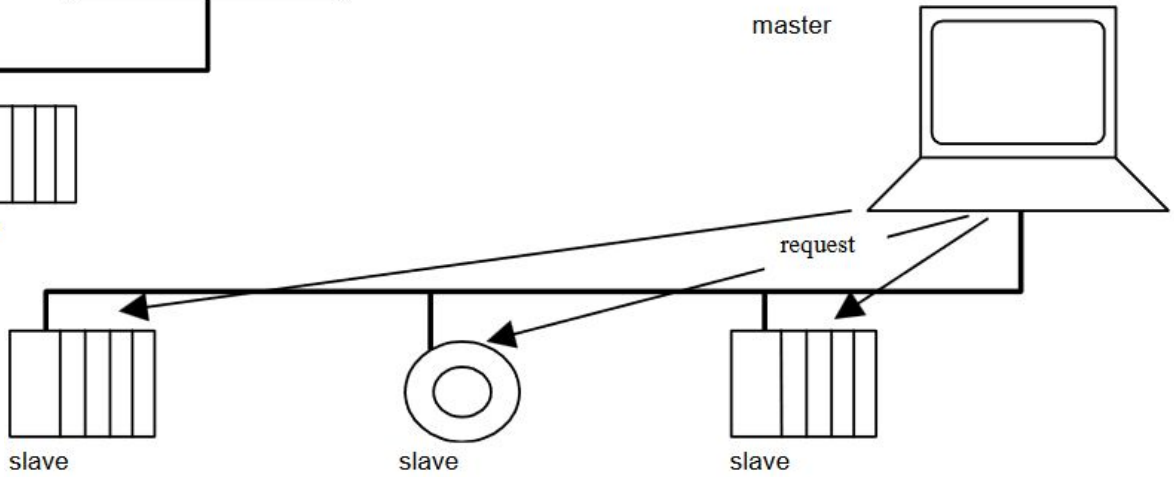
INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

Codificação de Mensagem em MODBUS

- Uma mensagem em MODBUS pode ser uma sequência que varia desde alguns poucos bytes (menos de 10) até algumas centenas (máximo de 256 bytes).
- Cada um dos serviços possui um formato de mensagem:
  - requisição;
  - resposta.

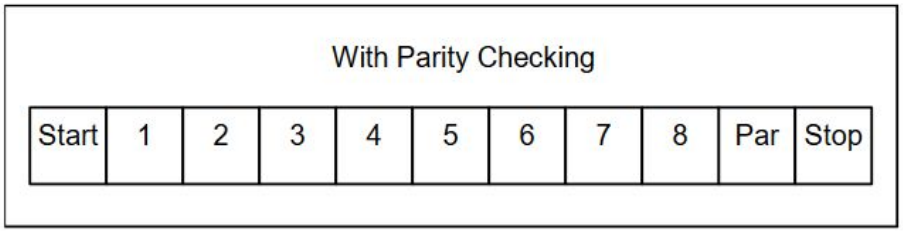
Unicast x Broadcast

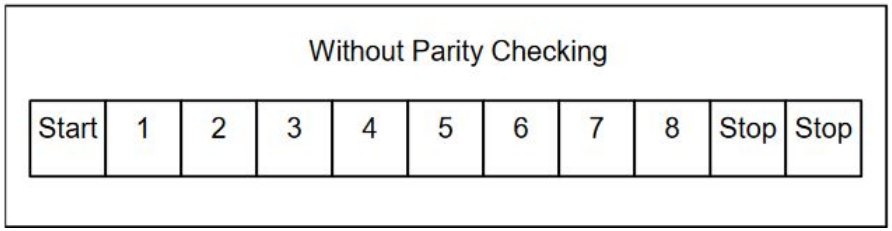




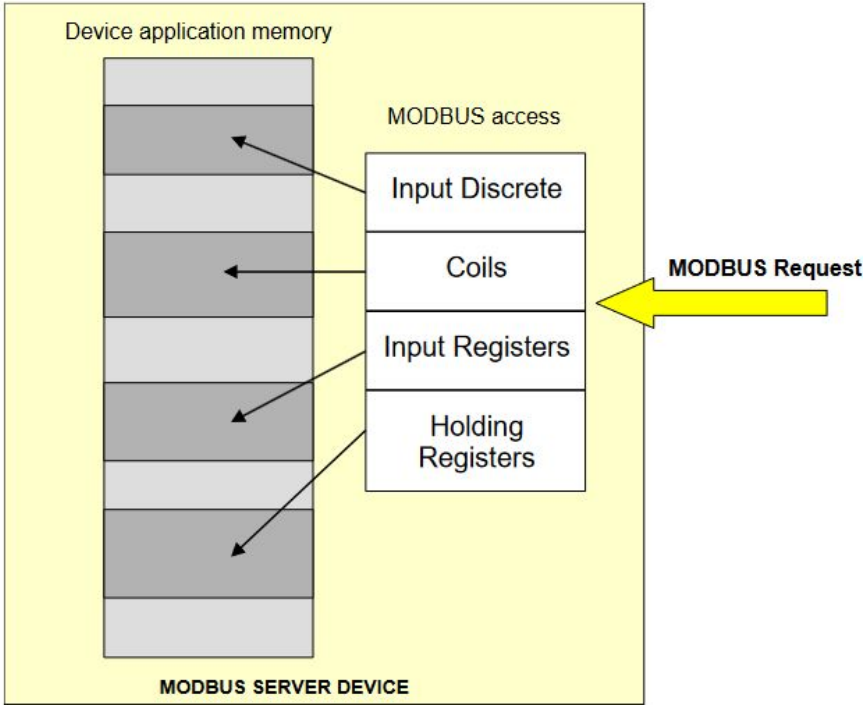
Codificação de Mensagem em MODBUS

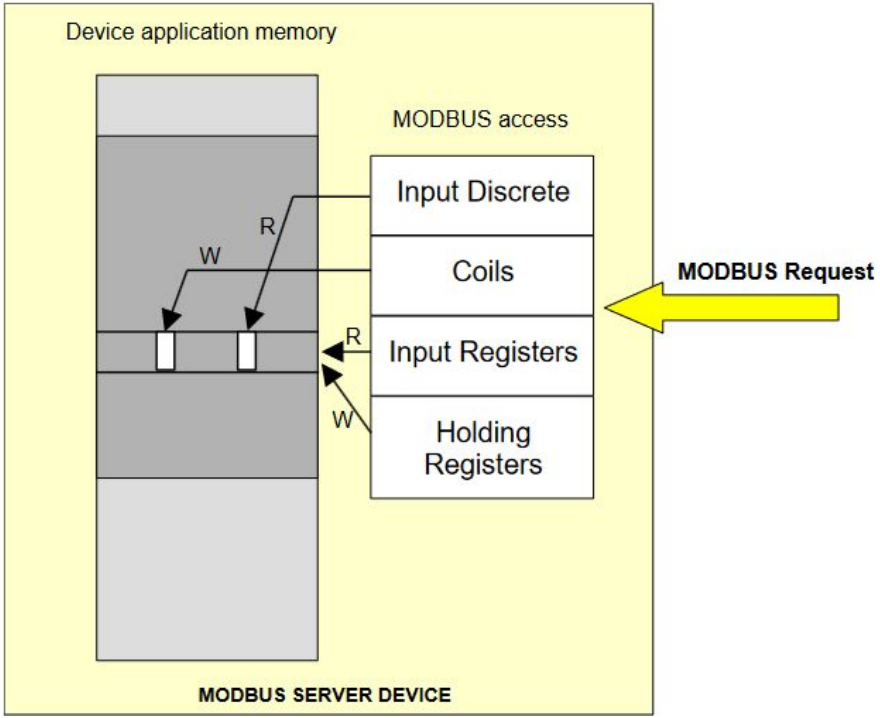
- As trocas de informações entre dispositivos, utiliza um conjunto de caracteres hexadecimais ou ASCII.
  - **MODBUS ASCII**: transmite dados de sete bits.
    - Gera mensagens legíveis, mas consome mais recursos da rede.
  - **MODBUS RTU** (*remote terminal unit*): Binário de oito bits



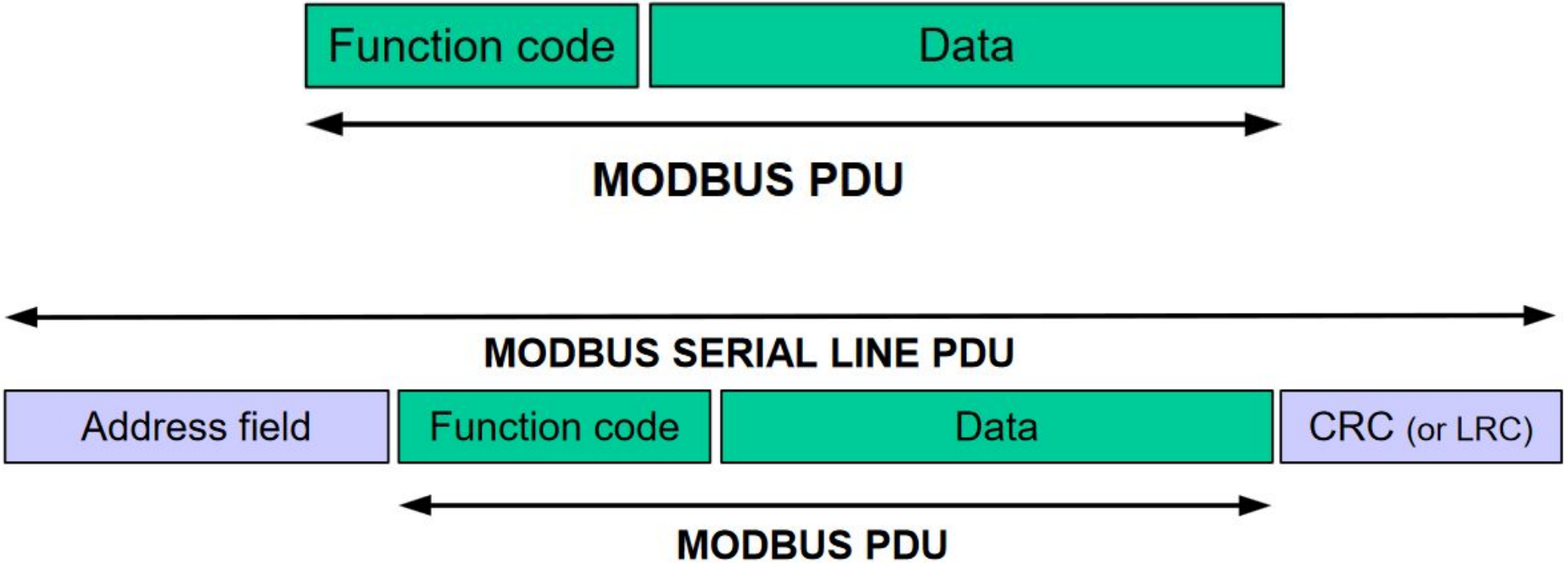


Modelos de organização de memória





Unidade de Dados de Protocolo
Protocol Data Unit (PDU)

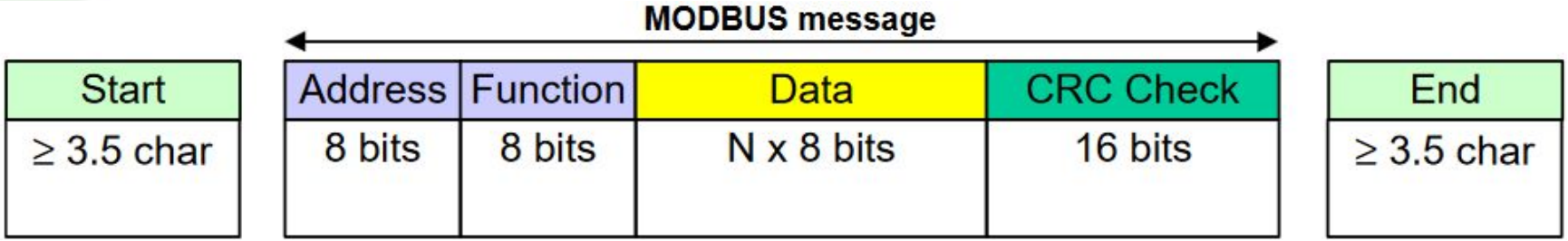


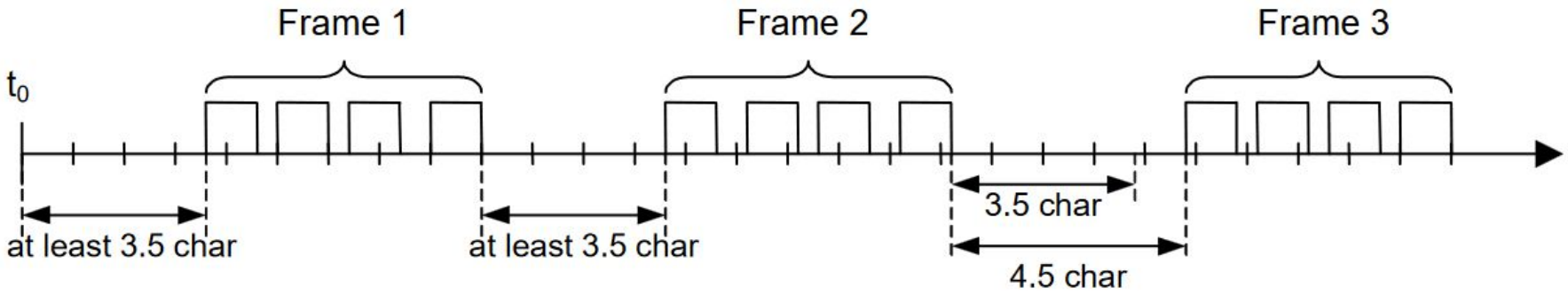
FRAME de mensagem em MODBUS RTU

Slave Address	Function Code	Data	CRC
1 byte	1 byte	0 up to 252 byte(s)	2 bytes CRC Low | CRC Hi

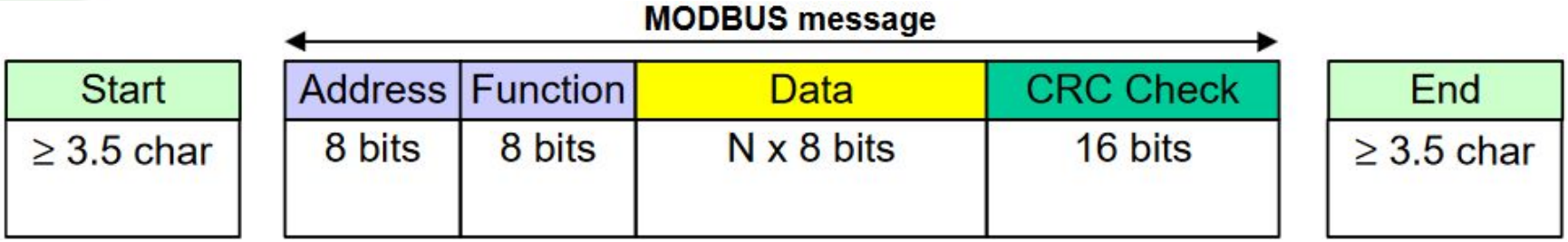
Tamanho máximo do frame: 256 bytes

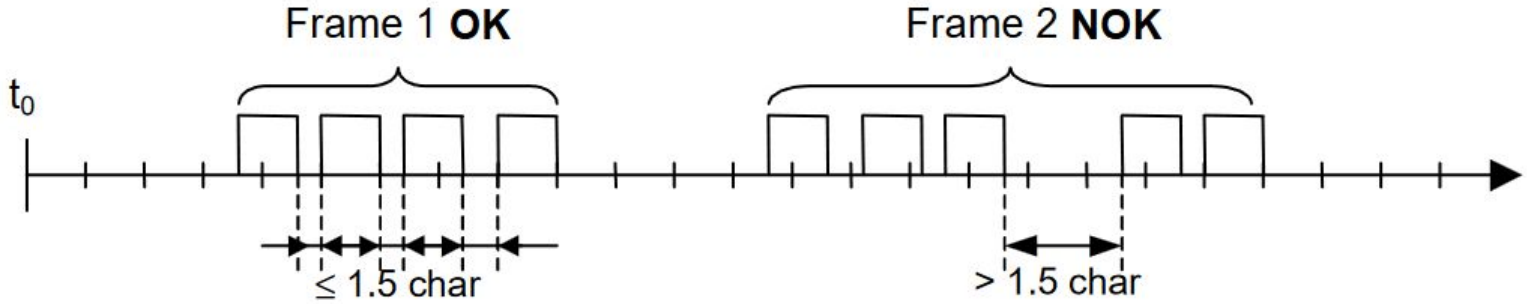
Temporização de Mensagem em MODBUS





Codificação de Mensagem em MODBUS





Baudrate > 19200 bps $t_{1.5}$ = 750µs

$t_{3.5}$ = 1750µs

INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

Codificação de Mensagem em MODBUS

End Disp	Com	Dados				CRC
02	03	00	00	00	0A	2 caracteres

Codificação de Mensagem em MODBUS

End Disp	Com	Dados				CRC
02	03	00	00	00	0A	2 caracteres

- Número de endereço do escravo (1 byte)
- Designa o **destinatário** da mensagem

0	**Broadcast address**
1 .. 247	**Slave individual addresses**
248 .. 255	**Reserve**

Codificação de Mensagem em MODBUS

End Disp	Com	Dados				CRC
02	03	00	00	00	0A	2 caracteres

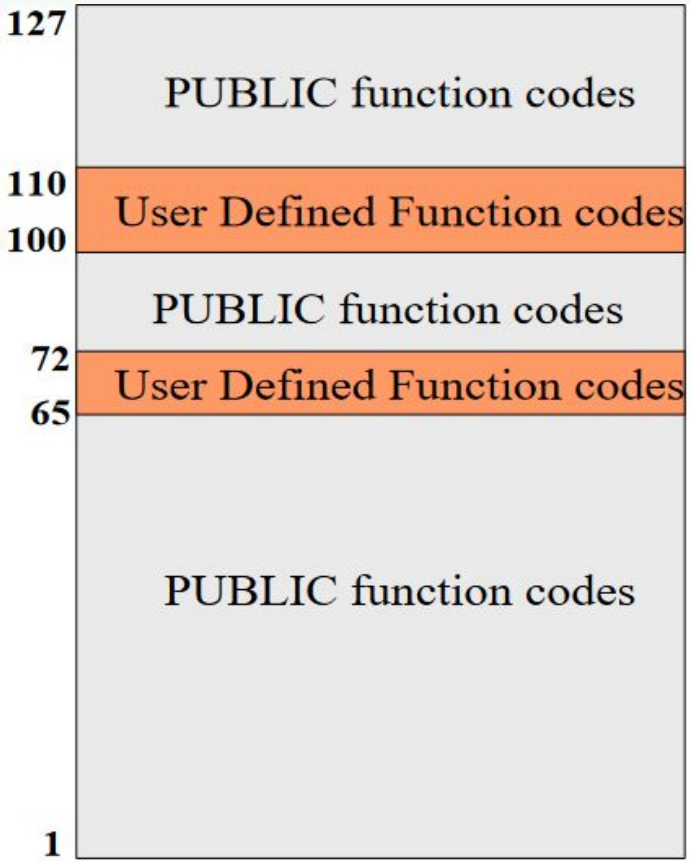
- Código da **função (ou comando)** a realizar (1 byte)
- Designa um comando de escrita ou leitura sobre os escravos
- Isso automaticamente informa o tipo de operando associado
  - Leitura de dados;
  - Escrita de dados;
  - Difusão de dados (Broadcast).

Código de Funções Públicas MODBUS

				Function Codes			
				code	Sub code	(hex)	Section
Data Access	Bit access	Physical Discrete Inputs	Read Discrete Inputs	02		02	6.2
		Internal Bits Or Physical coils	Read Coils	01		01	6.1
			Write Single Coil	05		05	6.5
			Write Multiple Coils	15		0F	6.11
	16 bits access	Physical Input Registers	Read Input Register	04		04	6.4
		Internal Registers Or Physical Output Registers	Read Holding Registers	03		03	6.3
			Write Single Register	06		06	6.6
			Write Multiple Registers	16		10	6.12
			Read/Write Multiple Registers	23		17	6.17
			Mask Write Register	22		16	6.16
			Read FIFO queue	24		18	6.18
	File record access		Read File record	20		14	6.14
			Write File record	21		15	6.15
Diagnostics			Read Exception status	07		07	6.7
			Diagnostic	08	00-18,20	08	6.8
			Get Com event counter	11		OB	6.9
			Get Com Event Log	12		0C	6.10
			Report Server ID	17		11	6.13
			Read device Identification	43	14	2B	6.21
Other			Encapsulated Interface Transport	43	13,14	2B	6.19
			CANopen General Reference	43	13	2B	6.20

INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

Intervalo de Funções Definidas pelo Usuário



Codificação de Mensagem em MODBUS

End Disp	Com	Dados				CRC
02	03	00	00	00	0A	2 caracteres

1 - 01h – Read coil status
2 - 02h – Read input status
3 - 03h – Read holding registers
4 - 04h – Read input registers
5 - 05h – Write single-coil status
6 - 06h – Write single register
15 - 0Fh - Write multiple-coil status
16 - 10h – Write multiple registers

INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

Coils

End Disp	Com	Dados				CRC
02	03	00	00	00	0A	2 caracteres

1 - 01h – Read coil status
2 - 02h – Read input status
3 - 03h – Read holding registers
4 - 04h – Read input registers
5 - 05h – Write single-coil status
6 - 06h – Write single register
15 - 0Fh - Write multiple-coil status
16 - 10h – Write multiple registers

Tamanho
1-bit

Endereçamento
00001 - 09999
0000h - 270Eh

Discrete Input

End Disp	Com	Dados				CRC
02	03	00	00	00	0A	2 caracteres

1 - 01h – Read coil status
2 - 02h – Read input status
3 - 03h – Read holding registers
4 - 04h – Read input registers
5 - 05h – Write single-coil status
6 - 06h – Write single register
15 - 0Fh – Write multiple-coil status
16 - 10h – Write multiple registers

Tamanho
1-bit

Endereçamento
10001 - 19999
0000h - 270Eh

INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

Input Register

End Disp	Com	Dados				CRC
02	03	00	00	00	0A	2 caracteres

1 - 01h – Read coil status
2 - 02h – Read input status
3 - 03h – Read holding registers
4 - 04h – Read input registers
5 - 05h – Write single-coil status
6 - 06h – Write single register
15 - 0Fh – Write multiple-coil status
16 - 10h – Write multiple registers

Tamanho
16-bits

Endereçamento
30001 - 39999
0000h - 270Eh

INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

Holding Register

End Disp	Com	Dados				CRC
02	03	00	00	00	0A	2 caracteres

1 - 01h – Read coil status
2 - 02h – Read input status
3 - 03h – Read holding registers
4 - 04h – Read input registers
5 - 05h – Write single-coil status
6 - 06h – Write single register
15 - 0Fh – Write multiple-coil status
16 - 10h – Write multiple registers

Tamanho
16-bits

Endereçamento
40001 - 49999
0000h - 270Eh

INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

Codificação de Mensagem em MODBUS

End Disp	Com	Dados				CRC
02	03	00	00	00	0A	2 caracteres

- Dados da Requisição.
  - Pode conter o **endereço respectivo** (2 bytes)
  - designa a **posição de memória inicial** dos dados do escravo;
  - Pode conter ainda bytes que designam o **número de operandos,** dados a transmitir ou a serem lidos do escravo.

INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus Salto

Codificação de Mensagem em MODBUS

End Disp	Com	Dados				CRC
02	03	00	00	00	0A	2 caracteres

- CRC uma palavra de **controle** (2 bytes)
- Serve para detectar os erros de transmissão
- Tipo CRC-16.

01 (0x01) Read Coils

Request

Function code	1 Byte	**0x01**
Starting Address	2 Bytes	0x0000 to 0xFFFF
Quantity of coils	2 Bytes	1 to 2000 (0x7D0)

Response

Function code	1 Byte	**0x01**
Byte count	1 Byte	**N***
Coil Status	**n** Byte	n = N or N+1

Error

Function code	1 Byte	**Function code + 0x80**
Exception code	1 Byte	01 or 02 or 03 or 04

01 (0x01) Read Coils

Requisição de leitura das saídas discretas de 20 até 38:

Request		Response	
Field Name	*(Hex)*	*Field Name*	*(Hex)*
Function	**01**	Function	**01**
Starting Address Hi	**00**	Byte Count	**03**
Starting Address Lo	**13**	Outputs status 27-20	**CD**
Quantity of Outputs Hi	**00**	Outputs status 35-28	**6B**
Quantity of Outputs Lo	**13**	Outputs status 38-36	**05**

03 (0x03) Read Holding Registers

Request

Function code	1 Byte	**0x03**
Starting Address	2 Bytes	0x0000 to 0xFFFF
Quantity of Registers	2 Bytes	1 to 125 (0x7D)

Response

Function code	1 Byte	**0x03**
Byte count	1 Byte	2 x **N***
Register value	**N*** x 2 Bytes	

***N** = Quantity of Registers

Error

Error code	1 Byte	**0x83**
Exception code	1 Byte	01 or 02 or 03 or 04

03 (0x03) Read Holding Registers

Requisição de leitura dos registradores 108 até 110:

Request	
Field Name	*(Hex)*
Function	03
Starting Address Hi	00
Starting Address Lo	6B
No. of Registers Hi	00
No. of Registers Lo	03

Response	
Field Name	*(Hex)*
Function	03
Byte Count	06
Register value Hi (108)	02
Register value Lo (108)	2B
Register value Hi (109)	00
Register value Lo (109)	00
Register value Hi (110)	00
Register value Lo (110)	64

06 (0x06) Write Single Register

Request

Function code	1 Byte	**0x06**
Register Address	2 Bytes	0x0000 to 0xFFFF
Register Value	2 Bytes	0x0000 to 0xFFFF

Response

Function code	1 Byte	**0x06**
Register Address	2 Bytes	0x0000 to 0xFFFF
Register Value	2 Bytes	0x0000 to 0xFFFF

Error

Error code	1 Byte	**0x86**
Exception code	1 Byte	01 or 02 or 03 or 04

06 (0x06) Write Single Register

Requisição para escrever no registrador 2 o valor 0003h:

Request		**Response**	
Field Name	*(Hex)*	*Field Name*	*(Hex)*
Function	**06**	Function	**06**
Register Address Hi	**00**	Register Address Hi	**00**
Register Address Lo	**01**	Register Address Lo	**01**
Register Value Hi	**00**	Register Value Hi	**00**
Register Value Lo	**03**	Register Value Lo	**03**

App de teste de comunicação MODBUS

Referências

ANDRADE, F. **Tudo sobre o protocolo MODBUS**. [*S. l.: s. n.*], 2018. Disponível em: https://automacaoecartoons.com/2018/11/23/protocolo-modbus/. Acesso em: 9 out. 2024.

CONTROL SOLUTION MINNESOTA. **Modbus Tutorial from Control Solutions**. [*S. l.: s. n.*], 2020. Disponível em: https://www.csimn.com/CSI_pages/Modbus101.html.

MODBUS.ORG. **MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION V1.1b3**. [*S. l.: s. n.*], 2012. Disponível em: https://modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf. Acesso em: 9 out. 2024.

MODBUS.ORG. **MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02**. [*S. l.: s. n.*], 2006. Disponível em: https://www.modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf.