

CASE DE REDE INDUSTRIAL: APLICANDO O PROTOCOLO MODBUS RTU NA CAPTURA DE INFORMAÇÕES INDUSTRIAIS VIA PADRÃO RS-485

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4392

ALVARO VICTOR DE OLIVEIRA AGUIAR - alvarovctoliveira@gmail.com
INSTITUTO FEDERAL DE RONDONIA

Artur Vitório Andrade Santos - artur.santos@ifro.edu.br
Instituto Federal de Rondônia

José Diogo Forte de Oliveira Luna - jose.luna@ifro.edu.br
Instituto Federal de Rondonia

Kariston Dias Alves - kariston.alves@ifro.edu.br
Instituto Federal de Rondônia IFRO

Rafael Pissinati de Souza - rafael.pissinati@ifro.edu.br
IFRO

Resumo: *O Modbus é um dos protocolos de redes industriais mais difundidos na indústria, sua facilidade de implementação no chão de fábrica, robustez na transferência de informações, e diversos padrões de meio físico fazem desse protocolo um instrumento de conectividade em ambientes fabris. O sucesso do protocolo Modbus dar-se muito pela sua estrutura de mensagem aberta, que desde seu desenvolvimento na década de 70 pela Modicon já apresentava esse característica incomum para a época. Um aspecto de protocolos de rede é seu entendimento a partir de fundamentos teóricos de tecnologia da informação, adicionado as práticas em campo de implementação dos protocolos, porém, muito da estrutura de transferência não é visível ao operador comum. Nesse viés, o artigo apresentado explana como funciona a captura de informações dentro de uns dos protocolos de redes mais utilizados na indústria, o protocolo Modbus modo RTU via padrão RS-485, aplicando-o em um case industrial desenvolvido em um ambiente de testes para averiguar a forma transferência de informações dentro desse protocolo.*

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

Palavras-chave: Protocolo Industrial; Remote Terminal Unit - RTU; Modbus Serial.

Realização:



Organização:



CASE DE REDE INDUSTRIAL: APLICANDO O PROTOCOLO MODBUS RTU NA CAPTURA DE INFORMAÇÕES INDUSTRIAIS VIA PADRÃO RS- 485

1 INTRODUÇÃO

O Modbus é um dos protocolos de redes industriais mais difundidos na indústria, sua facilidade de implementação no chão de fábrica, robustez na transferência de informações, e diversos padrões de meio físico fazem deste protocolo um instrumento de conectividade em ambientes fabris. O sucesso do protocolo Modbus deu-se muito pela sua estrutura de mensagem aberta, que desde seu desenvolvimento na década de 70 pela Modicon já apresentava essa característica incomum para a época.

As redes industriais são parte essencial das plantas industriais, sendo que possuem como característica principal a garantia na interligação de todos os sistemas produtivos das fábricas, possibilitando maior disposição de informações ao elemento supervisor (BAYER, 2011). Um protocolo de rede industrial é consolidado dentro da indústria quando a harmonia entre suas camadas de implementação a disponibilidade da informação em qualquer chão de fábrica.

O protocolo Modbus é um protocolo que foi originalmente criado com a comunicação serial assíncrona, ou seja, a transferência de informações é realizada enviando e recebendo os dados "bit a bit" recebendo os dados em um barramento e enviando em outro. Atualmente, o protocolo tem uma versão baseada no protocolo TCP/IP, implementado em outras aplicações (MODBUS, 2006).

O protocolo é serial e trabalha na camada de aplicação do modelo OSI, sendo assim, necessita de um protocolo na camada física para poder trafegar, isso fica na responsabilidade dos protocolos RS485 ou 232 no barramento. A forma de transmissão dos dados era feita por requisição de um instrumento mestre para outros que estavam ligados ao mesmo barramento, isso dava-se a nomenclatura de Mestre, o dispositivo requisitante, e escravo, o dispositivo disponibilizado da informação pedida. Na versão mais antiga que foi atualizada em 2021 pela organização Modbus, a forma de solicitação era Mestre/Escravo, todavia, para fins de facilitação de estudos literários, a nomenclatura foi modificada para cliente/servidor Modbus (2020), a mesma usada para designação de dispositivos em uma rede Modbus baseada no protocolo TCP/IP.

Em uma rede Modbus RTU há um suporte para dispositivos escravos endereçados na faixa de 1 a 247. Os endereços de 248 a 255 são reservados. O Valor 0 é reservado para mensagens de broadcast (sem resposta). A robustez do protocolo é formada por procedimento de verificação de falhas, que dentro do modo RTU é determinada pelo dispositivo CRC-16 bits, a fim de contornar qualquer dado que venha a não chegar ao solicitante/solicitado. A funcionalidade do protocolo é disponível nas chamadas leituras e escritas de informações nos denominados registradores.

Um aspecto de protocolos de rede é seu entendimento a partir de fundamentos teóricos de tecnologia da informação, adicionado as práticas em campo de implementação dos protocolos, porém, muito da estrutura de transferência não é visível ao operador comum.

No tocante ao projeto, o anseio em investigar a fundo a área de redes industriais, especificamente o protocolo de comunicação Modbus RTU, principalmente, a forma de comunicação fez surgir a necessidade de implementá-lo em um protótipo prático. O protótipo está relacionado ao núcleo de desenvolvimento da empresa Protec Automação

Industrial. A supervisão do instrumento de medição de grandezas elétricas, como, potência, corrente, tensão entre outros, é parte de uma solução genérica realizada dentro do laboratório da empresa. A integração entre supervisor e o denominado multimetror é realizada pelo protocolo Modbus RTU, e culminou na praticidade de submetê-lo em testes de comunicação.

A escolha do protocolo Modbus como objeto de investigação parte do fator de eficiência de um sistema de comunicação, o qual é definido como eficiente por três características principais: A entrega: garantia que a informação será entregue somente ao destino correto; A confiabilidade: o sistema precisa garantir que os dados serão entregues íntegros, e o tempo de atraso: os dados precisam ser entregues em um prazo pré-determinado, pois dados em atraso são pouco úteis para aplicações (BARCELOS, 2019). Essas três características são parte de princípios teóricos, evidenciados a partir do conteúdo de comunicação de dados.

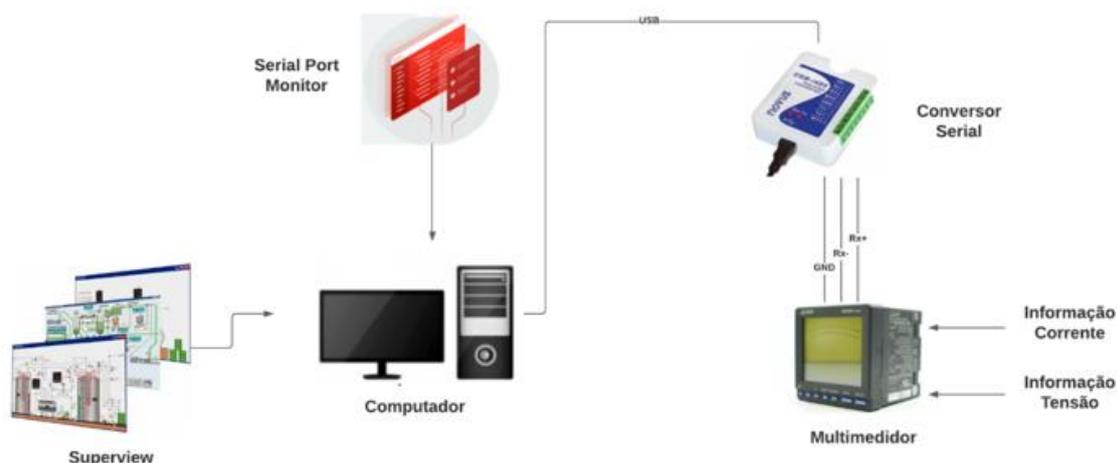
Nesse viés, o artigo apresentado explana como funciona a captura de informações dentro de uns dos protocolos de redes mais utilizados na indústria, o protocolo Modbus modo RTU via padrão RS-485, aplicando-o em um case industrial desenvolvido em um ambiente de testes para averiguar a forma transferência de informações dentro desse protocolo.

1.1 CASE DE AUTOMAÇÃO

O case de automação industrial é parte do estudo do protocolo Modbus, pois esse implementa a integralidade de funcionamento do protocolo. A aplicação física/lógica é alusiva ao chão de fábrica, onde instrumentos são instalados e o protocolo de processo é importante para monitoramento/acionamento online das máquinas.

O instrumento escolhido para compor o sistema é um Instrumento Eletrônico De Multi-Medição - ME96SS (2020), sua função dentro do sistema é medição de variáveis primárias, como as tensões em cada fase e correntes elétricas. A medição de variáveis secundárias, como as potências ativas, reativas e aparentes, além de sendo nativa a tabela Modbus serial de monitoramento para esse dispositivo. Esses bornes de comunicação permitem a instalação do padrão serial RS-482 ou RS-232.

Figura 1 – Esquema lógico do case de automação desenvolvido para análise da captura de dados via protocolo Modbus RTU



Fonte: Autor

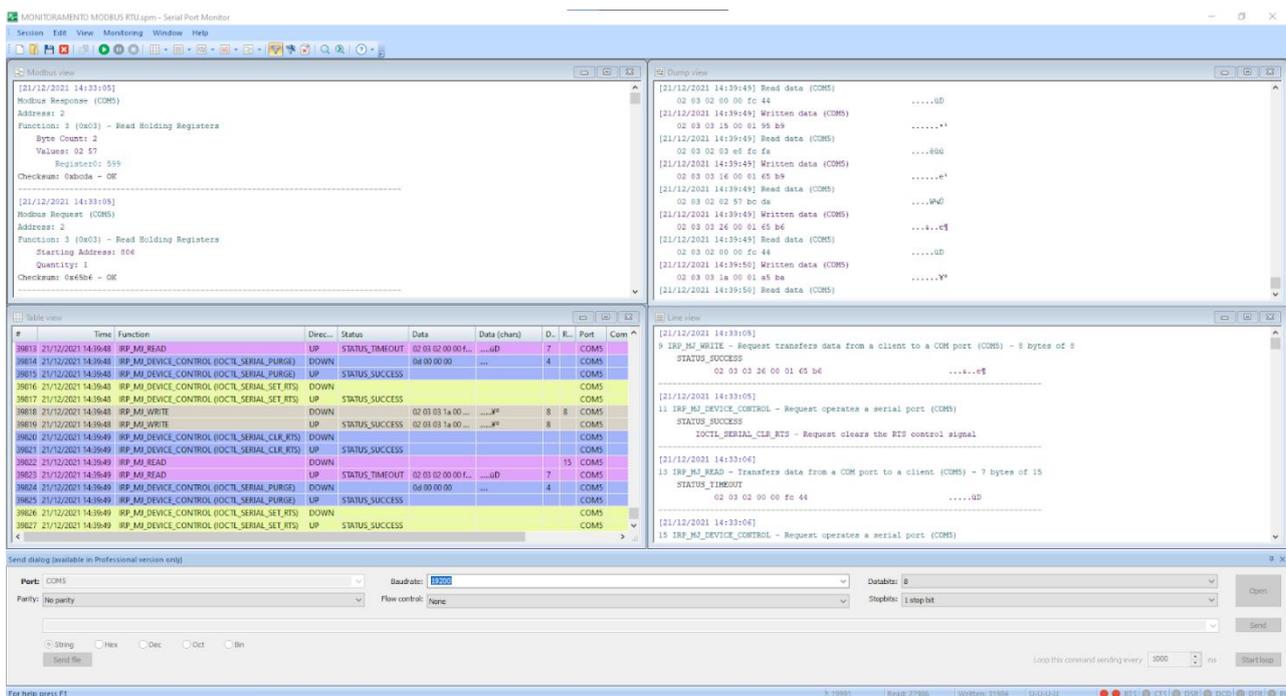
Outra parte importante para a estrutura do case é o conversor serial Novus I482, o dispositivo tem a função de ser um gateway de transferência dos dados para um computador, ao receber as informações através dos bornes e encaminha para o computador via padrão UBS.

A última parte do case é o sistema SCADA implantado no computador que recebe as informações de monitoramento do dispositivo multimedidor e exibe para o operador de forma mais fluída.

1.2 SOFTWARE DE MONITORAMENTO DE PROTOCOLO SERIAL

O software farejador e analisador de dados seriais nas portas COM do computador, Serial Port Monitor, é a principal ferramenta que permitiu o estudo do protocolo Modbus RTU. A sua utilização dentro do projeto foi de identificação da forma de transmissão, incluindo, funções que o sistema utiliza para ler e escrever um registro modbus, codificações em sistemas de numerações, como, hexadecimal e ASCII, mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Tela de monitoramento do software Serial Port Monitor.



Fonte: Autor

Para visualização do tráfego na rede Modbus, pode-se utilizar várias funções que o software oferece. A primeira forma de visualizar os dados é pela vista de tabela, usada mais por desenvolvedores, ao exibir a solicitação enviada aos drivers da rede por pacotes de entrada e saída (I/O), denominadas I/O request packets (IRPs).

A segunda forma de visualizar os dados é utilizando o Line view, nessa opção o usuário consegue verificar a transmissão dos dados hexadecimais ou em ASCII, além dos status de IRPs. Uma terceira forma é o visualizador de desejo, que exibe dados enviados (escrito) e recebidos (lidos) em formatos hexadecimais e strings como um despejo de dados. Ele também registrou o tempo de entrada armazenado e representará claramente quando a porta for aberta e fechada.

O último visualizador foi o mais utilizado no projeto, ao registrar a data e hora de movimentação no barramento serial com informações acerca de qual porta está sendo utilizada, endereço Modbus, tipo da função trafegada, incluindo registradores de erro, e checagem de recebimento de solicitação.

2 ETAPA DE IMPLEMENTAÇÃO DO CASE

A fim de assegurar a funcionalidade do sistema proposto, foi necessário elaborar uma estratégia para dividir o projeto em tarefas menores. Parte-se da instalação do multimetro de energia, disponibilizado pela empresa parceira, Protec Automação Industrial, dentro do Laboratório de testes da empresa. O trabalho foi arquitetado com base na instalação dos equipamentos necessários para o teste de comunicação serial Modbus RTU, sendo o multimetro e conversor utilizado apresentado na Figura 3.



Figura 3 – Multimetro ME96SS instalado no painel juntamente com o conversor I485

A escolha de uma interface de rede serial é um ponto fundamental para o tipo de trabalho que será desenvolvido. No case industrial, por ser uma das mais recentes atualizações do protocolo Modbus, a interface RS-485 foi escolhida para compor. Os benefícios da rede RS-485 é capacidade de atenuação dos ruídos eletromagnéticos, graças ao modelo diferencial de transmissão de dados, está também, consegue conectar vários equipamentos em um único barramento possibilitando a centralização dos dados (NOVUS, 2019). Na Tabela 1 é observado as diferenças entre os padrões de redes seriais.

Tabela 1 - Diferenças entre os padrões recomendados para redes seriais: RS232, RS422 e RS485

Interface Serial	RS232	RS422	RS485
Configuração de linha	Single ended	Diferencial	Diferencial
Número máximo de drivers	1	1	32
Número máximo de receptores	Half	Half	Half
Topologia de rede	Ponto a ponto	Multidrop	Multiponto
Distância Máxima	15m	1200m	1200m
Taxa de transmissão em 12m	20 kbps	100kbps	35Mbps

Fonte: Novus (2019)

Inicialmente, foi realizada a instalação do módulo medidor de energia existente para verificar o funcionamento do equipamento. Em seguida, foi realizada uma análise das grandezas medidas, a fim de averiguar a fidelidade da informação. A análise passou pela inspeção da utilização de outro instrumento de medição, um alicate amperímetro, a fim de reafirmar os valores que o multimetido apresentará. A interligação elétrica do multimetido ME96 pode ser conferida no manual gratuito da internet.

Dando continuidade às tarefas do projeto, o desenvolvimento de um supervisor que pudesse levar a informação do multimetido ao usuário operador foi primordial para o sucesso da averiguação de tráfego das informações via protocolo dentro do escopo do projeto. A tela do sistema supervisor utilizando o software SuperView da Novus é apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Tela de monitoramento do case de automação



Fonte: Autor

Um instrumento que trabalha na camada física e de enlace do protocolo modbus RTU é o conversor de i485 que atua como interface entre o computador e barramentos de comunicação industrial RS485 ou RS422. No projeto, o conversor transmitiu os dados para duas finalidades, a manutenção das informações do sistema Scada e a análise em tempo real do tráfego das informações via protocolo.

2.1 Especificações Modbus do Multimetido

O multimetido utilizado para o case industrial, ME96 da Mitsubishi Electric, é um aparelho preparado para dois tipos de protocolos industriais, o Modbus Serial, no modelo Remoto Terminal Unit, ou Modbus TCP. O trabalho exigiu uma ligação com o processo nos terminais seriais do dispositivo, utilizando o modo RTU.

No geral, um protocolo Modbus, infere a utilização da camada de transporte para conclusão da comunicação. A organização Modbus, traz em sua referencial a utilização dos quadros de transmissão. Esses quadros, são subdivididos em uma estrutura basilar para

transmissão, o protocolo simples de dados (PDU) e, a unidade de dados do aplicativo (ADU).

A estrutura de formação de uma comunicação Modbus pode ser implementada e incrementada por diversas formas, todavia, a um quadro de transmissão em RTU acaba sendo o mais simples, ao fazer do referencial um modelo imediato de transmissão.

O modo RTU divide-se em uma transmissão de identificação de endereço, função monitorada, os dados próprios da transmissão e, por fim, a verificação de recebimento da transmissão pelo parâmetro Cyclical Redundancy Check (CRC).

A utilização do meio físico RS485 possibilita que em uma rede Modbus RTU sejam endereçados 32 dispositivos, sendo que a configuração utilizada no equipamento multimedidor de uma rede com 02 dispositivos, sendo o primeiro (01) o sistema Scada utilizado, e o segundo (02) o multimedidor, além de parametrizar outras configurações físicas/transporte do sistema.

O protocolo Modbus, por tratar-se de uma conexão assíncrona, deduz um padrão na transmissão de informações, e para a rede construída utilizou-se a transmissão de 19.200 bps em um quadro de múltiplos de 8 bits sem nenhuma detecção de erros por parte do método de paridade e com a adição de um bit para o receptor saber que a mensagem acabou.

No protocolo Modbus RTU há em sua troca de mensagens entre as estações de trabalho pelo mecanismo Pergunta/Resposta ou Cliente/Servidor, e se diferencia em alguns dos serviços/funções, ao ser definido dentro de cada mensagem, um parâmetro denominado "Function Code". Na Tabela 2 é possível verificar as informações das principais funções.

Tabela 2 - Funções principais do protocolo Modbus.

Tipo de objeto	Acesso	Tamanho
Bobina	Ler-escrever	1 bit (single bit)
Entrada discreta	Somente leitura	1 bit (single bit)
Registro de entrada	Somente leitura	16 bits (word)
Segurando registro	Ler-escrever	16 bits (word)

Fonte: Modbus (2006)

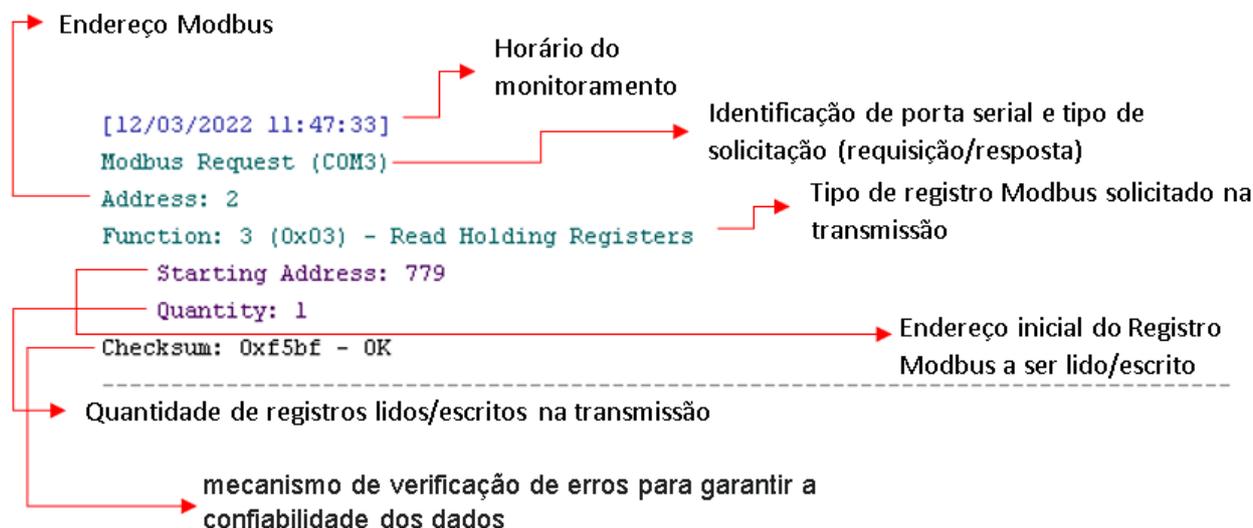
O parâmetro de função de código rege o tipo de objeto que estará sendo manipulado dentro da transmissão. Em suma, para cada tipo de transmissão há um modelo de quadros permitidos dentro da rede Modbus, esse modelo é definido por cada fabricante que se atenta aos tipos de objetos permitidos na comunicação Modbus, conforme Organização Modbus, e implementa o protocolo como padrão em seu dispositivo. Através do manual com a lista dos endereços modbus do multimedidor ME96, foi possível verificar os endereços referente aos registradores de tensão, corrente, fator de potência, entre outros.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protocolo Modbus RTU pode ser analisado de maneiras distintas, a utilização do software Serial Port Monitor Analyzer (2017) possibilitou a averiguação do tráfego na rede Modbus. Uma ferramenta frequentemente utilizada dentro do software é o denominado "Visualizador Modbus", sua estrutura de visualização permite compreender que tipo de solicitação está sendo transmitida, requisição, quando o dispositivo servidor abre a comunicação, ou resposta, quando um dispositivo cliente responde à requisição do mestre. Outro ponto da estrutura visualizada é o endereço Modbus do dispositivo solicitante, bem como, o registro Modbus que existe dentro da transmissão e o mecanismo de verificação

de erro do protocolo. Na Figura 5, temos um exemplo de visualização das informações no software Monitor Serial Analyzer.

Figura 5 – Esquema de explicação da visualização Modbus RTU no software sniffer Monitor Serial Analyzer \cite{MonitorSerialAnalyzer}



Fonte: Autor

No software de acompanhamento de transmissão, o principal teste, que teve duração de aproximadamente 2 minutos, o principal registrador transmitido foi Function: 3 (0x03) - Read Holding Registers, um dos principais registradores de leitura de variáveis físicas em equipamentos Modbus.

A garantia de um teste de monitoramento, onde se encontra a maioria dos registros de leitura, pode ser inferida pela referência bibliográfica dada pela fabricante do equipamento multimedidor. O manual Eletronic Multi-measuring Instrument – Modbus Interface specifications demonstra que, em sua maioria, os registros de leitura são muito maiores que os de escrita. Em suma, a avaliação de transmissão na rede dar-se pela averiguação da lista modbus do instrumento conectado e inferência da quantidade de registradores requeridos dentro da transmissão.

Uma comunicação serial modbus é bem sucedida quando um quadro de transmissão é requerido pelo servidor da rede e respondido por seu respectivo escravo. A imagem abaixo é a tela de visualização modbus do software utilizado e elucida a informação de requisição do servidor para endereço do escravo na rede, solicitando no tipo de registrador de leitura o endereço decimal 779, sendo o registro da informação de tensão entre as fases 2 e 3 do multimedidor. Na figura 6 é apresentado o detalhamento da visualização de um registrador.

Figura 6 – Detalhamento de inserção e visualização de registradores Modbus

[12/03/2022 11:48:22]
Modbus Request (COM3)
Address: 2
Function: 3 (0x03) - Read Holding Registers
Starting Address: 779
Quantity: 1
Checksum: 0xf5bf - OK

NO	UBUNTU	Z	R	Voltage V12	0 to 16383
779	030Bh	2	R	Voltage V23	0 to 16383
780	030Ch	2	R	Voltage V31	0 to 16383

Tag | Alarme | Referências

Tipo: Tag Custom | Origem: Local

Nome: TENSÃO 2 3 | Descrição: TENSÃO 2 3

Equipamento: MULTIMEDIDOR | Endereço inicial: 779 | N° registradores: 1

Comando leitura: 03 - Read Holding Registers | Comando escrita: 06 - Write Single Register

Número de casas decimais: | Valor de erro: Sem Sinal:

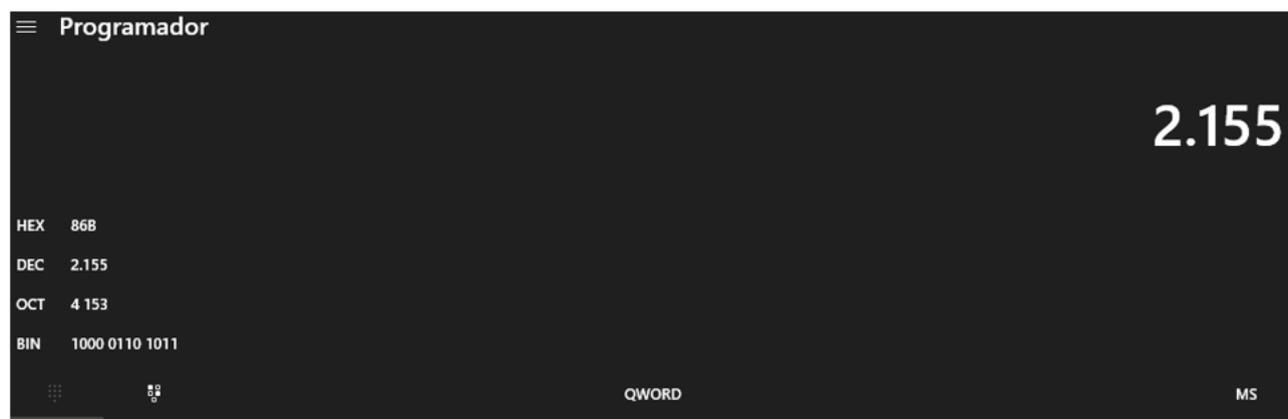
Fonte: Autor

A requisição é uma parte da comunicação Modbus, sendo que a resposta é um desfecho. O visualizador Modbus traz no escopo da resposta, um caractere transmitido em sua forma decimal, transmitido a partir de um número de bytes que também é informado. O número de bytes transmitidos dentro do quadro Modbus é uma característica bibliográfica informada em manuais de aparelhos que trazem esse tipo de comunicação.

No teste feito temos a resposta de uma requisição bem sucedida feita servidor, verificado com a quantidade de 2 bytes para transmissão de tensão entre fases visualizadas no supervisão no sistema decimal, "215,5 V". Usando uma calculadora pode-se testar as conversões ocorridas para a transmissão na rede.

A camada mais baixa de uma comunicação telecom é a física, modulada pelo sistema numérico binário. Na análise de encapsulamento dos quadros de informação Modbus, o campo de dados pode ser visto com os dados em binário. O número "2155" em decimal é o mesmo da sequência binária "0000 1000 0110 1011", sendo que a organização da sequência em byte é o resultado da junção de 8 dígitos binários, conservando o referencial bibliográfico de quantidade de bytes para transmissão de um registro Modbus. Na Figura 7 é possível observar a compração entre sistemas numéricos dos resultados obtidos com os registros Modbus.

Figura 7 – Comparação entre sistemas numéricos dos resultados obtidos com os registros Modbus



```
[12/03/2022 11:47:34]
Modbus Response (COM3)
Address: 2
Function: 3 (0x03) - Read Holding Registers
  Byte Count: 2
  Values: 08 6b
Register0: 2155
Checksum: 0xba6b - OK
```

Fonte: Autor

A última parte da transmissão é a verificação de erros realizada pelo código verificador de erros, o CRC - Cyclic redundancy check, ou verificação de redundância cíclica, cuja função é calcular um checksum – sequência de verificação de quadros para conferir a integridade da mensagem transmitida. O CRC implementado no protocolo Modbus RTU é conjunto de caracteres de 16 bits, CRC-16. No visualizador Modbus é informado a integridade da informação com um resultado no sistema hexadecimal de 0xba6b.

4 CONCLUSÃO

O planejamento de formas didáticas de apresentação dos protocolos de redes industriais é um desafio, visto que por ser uma temática abstrata tem-se que utilizar-se de ferramentas para que a aplicação de um protocolo de rede possa ser o mais palpável e entendível ao discente que está o estudando. Nesse viés, o trabalho apresentado teve como proposta estudar a forma de captura de dados pelo protocolo Modbus RTU trazendo o aspecto mais palpável desse protocolo em sua camada de aplicação, sendo que para atingir tal objetivo foi necessário a instalação de um software específico para monitoramento de tráfego de dados em um case de automação criado para esse fim. Os resultados elucidados foram tomados como positivos por pleitear a elucidação do tráfego de rede e extração dos dados necessários para uma melhor explanação do protocolo em sua parte bibliográfica. Entretanto, o estudo do protocolo Modbus RTU para formas didáticas de

apresentação poderá ser melhor aproveitado caso seja expandido para um contexto mais abrangente de estudo com um especialista de redes de informática para que se descubra novas formas de abordagem didática acerca do tema.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Rondônia e ao grupo de pesquisa MADE. Também deixamos nossos agradecimento a empresa Protec Automação, por estar realizando as atividades de pesquisa aplicada.

REFERÊNCIAS

BARCELOS, Igor Almeida; **Implementação de Protocolo de Comunicação Industrial em um Sistema Embarcado**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/25141?locale=pt_BR. Acessado em: 25 de novembro de 2022.

BAYER, Fernando Mariano; ECKHARDT, Moacir e MACHADO, Renato; **Automação de Sistemas**, 2011. Colégio Técnico Industrial de Santa Maria. Universidade Federal de Santa mari.

MODBUS, Organization; **Modbus over serial line specification and implementation guide V1.02**. 2006 Disponível em: https://modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf. Acessado em: 24 de novembro de 2022.

MODBUS, Organization; **Modbus Organization Replaces Master-Slave with Client-Server**. 2020 Disponível em: <https://www.modbus.org/docs/Client-ServerPR-07-2020-final.docx.pdf>. Acessado em: 24 de novembro de 2022.

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION, **Modbus Interface specifications: Eletronic Multi-Measuring Instrument – LSPM-0075H, 2020**. Manual de comunicação Modbus.

NOVUS, Produtos Eletrônicos LTDA, **Conceitos Básicos de RS485 e RS422**. 2019. Disponível em: https://www.novus.com.br/site/default.asp?Idioma=55&TroncoID=053663&SecaoID=0&SubsecaoID=0&Template=../artigosnoticias/user_exibir.asp&ID=618088. Acessado em: 23 de novembro de 2022.

ELECTRONIC TEAM, Inc. **Serial Port Monitor User Guide**. 2017. Disponível em: <https://help.electronic.us/support/solutions/folders/44001222448>. Acessado em: 22 de novembro de 2022.

DEVELOPMENT OF A LOW COST FOUR DEGREES OF FREEDOM SCARA ROBOTIC ARM WITH A FOCUS ON LEARNING

Abstract: *Modbus is one of the most widespread industrial network protocols in the industry, its ease of implementation on the factory floor, robustness in the transfer of information, and several physical media standards make this protocol a connectivity instrument in industrial environments. The success of the Modbus protocol is largely due to its open message structure, which, since its development in the 70s by Modicon, already had this unusual feature for the time. One aspect of network protocols is their understanding from theoretical foundations of information technology, added as practices in the protocol implementation field, however, much of the transfer structure is not visible to the common operator. In this bias, the presented article explains how the capture of information works within one of the most used network protocols in the industry, the Modbus protocol in RTU mode via RS-485 standard, applying it in an industrial case developed in a test environment for check the form of information transfer within that protocol.*

Keywords: *Industrial Protocol; Remote Terminal Unit - RTU; Modbus Serial.*