

# Proposta de Dispositivo Embarcado Didático para Escuta de Barramentos Profibus DP

Jefferson Cândido

Univ. Fed. de Uberlândia

FEELT

jefferson.ufu@gmail.com

Marcelo Barros de Almeida

Univ. Fed. de Uberlândia

FEELT

marcelo.barros@ufu.br

Márcio Jose da Cunha

Univ. Fed. de Uberlândia

FEELT

mjcunha@ufu.br

**Resumo** - O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um equipamento didático embarcado para análise de redes Profibus DP através da escuta do barramento. Este equipamento irá utilizar os quadros de comunicação obtidos da rede, fazendo uma decodificação da informação e inferindo os dispositivos participantes, tempos de resposta, falhas de comunicação, possíveis problemas de configuração, entre outros. O fato de se usar um dispositivo embarcado torna possível a monitorização contínua, sem a necessidade de um computador para que a análise seja feita. Equipamentos com objetivos similares existem, em geral todos importados e de custo elevado. Espera-se, com este trabalho, que um aparelho mais acessível e com recursos adicionais seja criado, podendo ser usado como ferramenta de ensino em cursos de Engenharia de Controle e Automação e também por empresas, disseminando a prática do diagnóstico de rede.

**Palavras Chaves** - Analisador de Rede, Controle e Automação, Redes Industriais, Profibus DP.

## PROPOSAL FOR DIDACTIC EMBEDDED DEVICE FOR SNIFFING PROFIBUS DP BUSES

**Abstract** - The objective of this work is the development of a embedded didactic equipment for Profibus DP network analysis using a bus sniffing strategy. This equipment will use communication frames obtained from the network, decoding the information for later inferring of participating devices, response times, communication failures, possible configuration problems, among others. Equipment with similar goals are generally imported and expensive. Based on this work it is expected to create a more affordable device with additional resources, with application as a teaching tool in Control Engineering and Automation courses and also by companies, spreading

the practice of network diagnostics.

**Keywords** - Control and Automation, Industrial Networks, Network Sniffer, Profibus DP.

## I. INTRODUÇÃO

Enquanto muito se pesquisa em métodos de controle diversos, com as mais variadas lógicas de atuação, ainda existe uma distância entre esse conhecimento e um produto com aplicação imediata na melhoria dos processos e no aumento do conhecimento do aluno.

O presente trabalho pretende melhorar este cenário, visando pesquisas que tenham como fruto inovações reais e aplicáveis, tentando diminuir a distância entre a academia e a indústria, um dos papéis da universidade brasileira.

Com o desenvolvimento do equipamento proposto será possível realizar a monitorização de redes Profibus DP [1] através da coleta de dados do barramento. Este dados serão analisados, em tempo real, na busca de possíveis problemas e também com a finalidade de oferecer uma visão geral do funcionamento da rede. Na prática, isto significa menos tempo de parada de plantas, com mais ações preditivas, gerando um custo operacional menor para a empresa. Ao agregar estratégias inteligentes de detecção de falhas, poder-se-ia reduzir a necessidade de avaliação da rede por especialistas, permitindo uma operação da planta mesmo por técnicos pouco especialistas. Aparelhos como este, quando conectados à Internet, podem trazer benefícios importantes de manutenção atualmente descritos como *e-maintenance* [2], [3], gerando uma visão conjunta de várias plantas e ações integradas.

Este cenário pode ainda agregar técnicas recentes como *big data*, ainda em fase inicial quando se fala em controle de processos [4].



XIV CEEL - ISSN 2178-8308  
03 a 07 de Outubro de 2016  
Universidade Federal de Uberlândia - UFU  
Uberlândia - Minas Gerais - Brasil

Este trabalho irá permitir que uma série de novos projetos possam ser desenvolvidos, tais como controladores e dispositivos Profibus DP com o emprego de ASICs (*Application Specific Integrated Circuits*) [5], [6], desenvolvimento de estratégias inteligentes de detecção de problemas em redes Profibus [7] e também a criação de mestres tipo dois [1], inicialmente com foco manutenção preditiva. Também acredita-se que é um passo adicional, complementado estratégias de simulação [8].

A monitorização contínua de redes significa menos tempo de parada de plantas, com mais ações preditivas, gerando um custo operacional menor. Com o foco de gerar auto-suficiência na criação de dispositivos Profibus DP e proporcionar uma experiência didática mais ampla através do estudo do protocolo Profibus DP nos seus detalhes, o analisador é o primeiro passo, essencial para qualquer atividade na área e sendo a base para a prototipação de outros equipamentos.

Vale lembrar também que praticamente não existe tecnologia nacional na área de diagnóstico de Profibus, com vários equipamentos importados e de alto custo. Pretende-se, com este produto, iniciar um processo de desenvolvimento nacional, com foco em um analisador mais simples, com taxa máxima de 3 Mbps. Depois, pretende-se evoluir o projeto para suportar até 12 Mbps e também amostragem da onda do Profibus de forma analógica. O Profibus DP foi escolhido devido a sua grande base instalada [9], características de controle em tempo real [10], [11], [12] e facilidade de desenvolvimento.

Cursos de Engenharia de Controle e Automação são diretamente impactados pelo resultado desse trabalho, permitindo um maior número de atividades voltadas para redes digitais de controle e automação, com laboratórios mais estruturados, capacitando nossos alunos e professores para o uso e entendimento desses protocolos. Espera-se também estreitar o relacionamento da universidade com empresas da região que necessitem de proficiência em Profibus.

## II. VISÃO ARQUITETURAL DO ANALISADOR

O hardware proposto, apesar de inicialmente focado na captura e análise de quadros de rede Profibus DP, também foi idealizado para ser usado em outros cenários de educação e desenvolvimento de

produto relacionados a Profibus DP. Estes cenários podem ser observados através da Figura 1, separado em três grupos: (a), (b) e (c). Estes grupos estão detalhados a seguir.

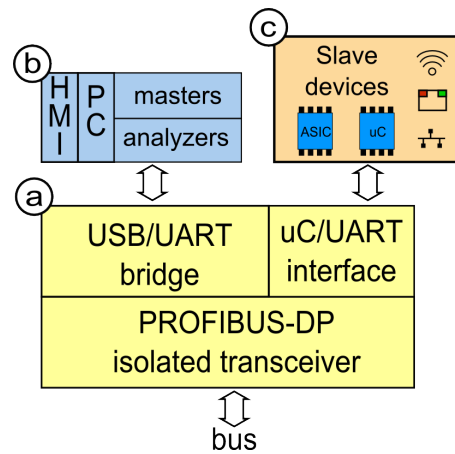


Fig. 1: Arquitetura Completa do Analisador de Redes

- (a) Este é o elemento proposto inicialmente neste projeto, capaz de operar com redes Profibus até um limite de 3 Mbps e provendo USB (*Universal Serial BUS*) e uma interface direta para microcontroladores como formas de acesso ao barramento. Inicialmente, a análise será feita em um computador mas o objetivo final é tornar este analisador um equipamento embarcado portátil, portando a aplicação desenvolvida para uma plataforma baseada em microcontroladores.
- (b) Com a disponibilização de acesso ao barramento através da interface USB, vários subprodutos e trabalhos são esperados. Com este analisador seria possível, por exemplo, criar dispositivos Profibus DP emulados em PC, sem que fosse necessário o desenvolvimento de uma placa embarcada. Isto facilitaria a geração de redes Profibus DP, simulação de tráfego e problemas, desenvolvimento de estratégias de diagnóstico, criação de mestres Profibus, entre vários outros produtos decorrentes da existência de uma forma padronizada de acesso ao meio físico do Profibus DP. Também seria possível gerar Interfaces Homem/Máquina, voltadas especificamente para Profibus.
- (c) Este elemento está relacionado direta-

mente à criação de novos escravos Profibus e possíveis gateways Profibus. Os escravos podem ser criados através do uso de ASICs específicos [5] encontrados no mercado onde o trabalho de decodificação do protocolo é minimizado. No entanto, também é previsto que escravos que atuem diretamente no barramento possam ser desenvolvidos, abrindo espaço para a implementação de um stack de comunicação Profibus. No papel de gateway, torna-se possível a troca de informação entre redes Profibus e outros protocolos de controle digital, desde que o meio físico seja adequadamente provido, seja ele com ou sem fio.

A seção a seguir irá descrever o processo de desenvolvimento do item (a), foco do presente trabalho.

### III. DESENVOLVIMENTO DO ANALISADOR DE REDES

O analisador de redes consiste basicamente em um dispositivo de captura de quadros serial provenientes de um *transceiver* conectado em uma rede Profibus DP (Figura 2). O projeto prevê duas formas de acesso ao transceiver. Uma delas é através de uma interface com o PC (bridge) e a outra é um acesso direto, disponível para microcontroladores (uC).

Durante a discussão e desenvolvimento do projeto, foi definido que a interface com o computador seria feita através de uma conexão USB. Interfaces mais lentas, como UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*), não são adequadas pois raramente superam 115,2 kbps em PCs (*Personal Computers*). Redes Profibus, por sua vez, alcançam até 12 Mbps, apesar de que muitas aplicações operam abaixo de 3 Mbps. Outra possibilidade avaliada e descartada foi relacionado a barramentos internos de placas mãe, tais como PCI-Express, devido a impossibilidade de uso em notebooks e da maior complexidade de criação do dispositivo. Finalmente, uma saída viável seria através de uma interface Ethernet, com desempenho satisfatório e também presente em diversos dispositivos e PCs. O problema com esta abordagem é a necessidade de se ter um microcontrolador na placa de análise e de toda a periferia adicional para Ethernet, tornando o projeto mais caro e complexo. Com o uso de

apenas um circuito integrado, no caso, uma bridge Serial/USB, seria possível levar a comunicação presente no barramento Profibus para um computador qualquer.

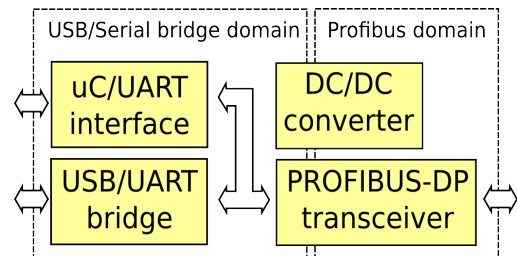


Fig. 2: Visão arquitetural do analisador de redes

Um cuidado necessário está relacionado à existência de uma isolamento galvânica entre dois circuitos: a alimentação da bridge USB/Serial e a alimentação do *transceiver*. No fundo, este primeiro circuito também pode ser responsável por alimentar o segundo, caso não exista uma fonte do lado do barramento Profibus. Para esta ação é necessário usar um conversor DC/DC. Esse conversor, empregando um chaveamento da tensão contínua disponível, permite que a energia seja transferida para o outro lado através de um transformador com relação 1:1 e posterior retificação da tensão.

Algumas bridges foram avaliadas para este propósito com relação aos requisitos encapsulamento, custo (em dólares), velocidade máxima na serial e periferia requerida. O encapsulamento tem uma relação direta com facilidade de manuseio, permitindo que seja facilmente montado manualmente, sem a necessidade de máquinas.

Diversos produtos foram descartados por possuírem encapsulamento BGA (ver [13][14] para uma discussão sobre os vários tipos de encapsulamento). Em fase de produção esses CIs serão levados novamente em consideração já que se espera uma montagem automatizada. Preço acima de 8 dólares também foi considerado proibitivo, assim como uma grande quantidade de pinos ou taxas de comunicação na serial inferiores a 1Mbps. O resumo dos principais produtos pode ser visto na Tabela I, com preços em dólares cotados online através do site <http://www.mouser.com>.

A escolha ficou com o CI (Circuito Integrado) da empresa FTDI, com taxa de até 3 Mbps, preço atrativo e atendendo o requisito de montagem

Tabela I. Opções para bridges serial/USB

Bridge	Periferia	Encaps.	Veloc.	Custo
MCP2200 Microchip	Baixa	SSOP 20 pinos	1 Mbps	2,2
CP2102 Silabs	Baixa	QFN 28 pinos	2 Mbps	2,75
FT230XS FTDI	Baixa	SSOP 16 pinos	3 Mbps	2,02
TUSB3410 Texa	Média	LQFP 32 pinos	0,92 Mbps	6,43

facilitada. O diagrama parcial da bridge pode ser visto na Figura 3.

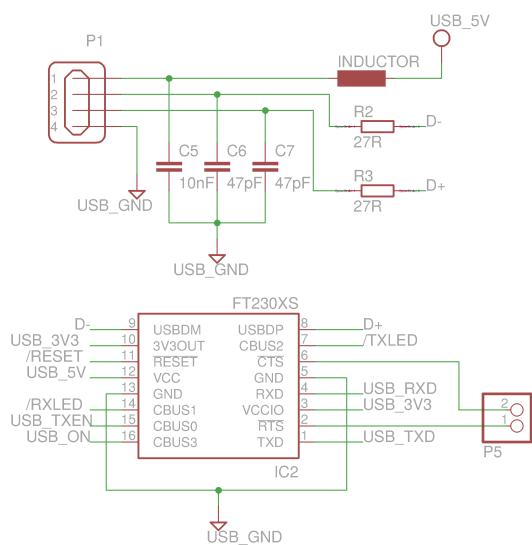


Fig. 3: Bridge USB/Seria

O segundo componente crítico no projeto está relacionado ao *transceiver* Profibus DP. Novamente, foram avaliadas algumas opções de mercado, levando em conta custo, encapsulamento, preço e periferia. Um requisito adicional era o de ser um *transceiver* com isolamento galvânica ou óptica, necessário para aplicações profissionais em redes Profibus DP. A Tabela II resume as principais opções disponíveis no mercado, com preços cotados online através do site <http://www.mouser.com>. O CI LTM2881 seria a escolha para este projeto por não necessitar de um transformador externo para isolamento, operando totalmente sem componentes externos. Infelizmente, este CI não está disponível em encapsulamentos mais tradicionais e a escolha acabou sendo feita pelo ISO1176T.

Na Figura 4 é possível visualizar o circuito do *transceiver*. A saída para o barramento foi reali-

Tabela II. Opções para *transceiver* Profibus DP

Transceiver	Periferia	Encaps.	Veloc.	Custo
LTM2881 Linear	Baixa	BGA/LGA 32 pinos	20 Mbps	10,26
MAX14943 Maxim	Média	SOIC 16 pinos	20 Mbps	7,16
ISO1176T Texa	Média	SOIC 16 pinos	40 Mbps	7,07

zada de tal forma a suportar os protocolos Profibus DP como também um meio físico RS-485 através de *jumpers* para seleção das impedâncias a serem usadas. É possível escolher se a comunicação com o *transceiver* será feita diretamente pela bridge USB ou desviada para um acesso via microcontrolador (conector SV1).

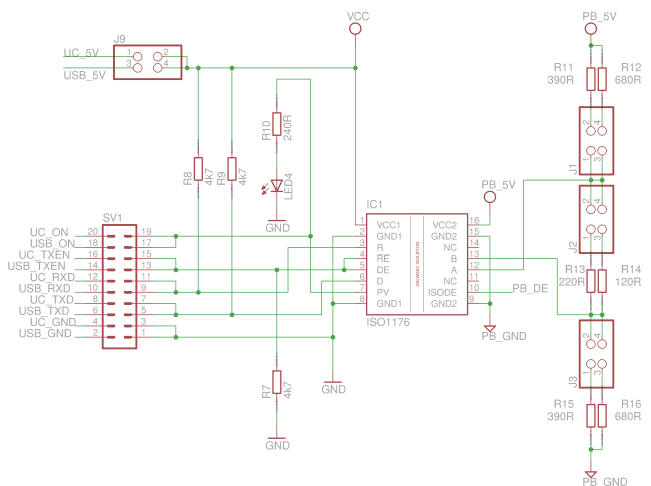


Fig. 4: Transceiver Profibus DP

Para a criação de uma fonte isolada do lado Profibus DP foi empregado um conversor DC/DC isolado MEJ2S0505SC, da Murata. Foi uma opção interessante devido ao seu alto nível de integração e encapsulamento. O circuito também permite que seja usada a alimentação disponível no barramento, caso exista. Novamente, a Linear apresentava uma opção muito pertinente através do CI LTM8047, com alta integração mas com a inconveniência de ser BGA.

O esquemático da placa foi então construído ao redor destes componentes, podendo uma cópia ser obtida através de consulta direta aos autores do artigo.

A placa de circuito impresso foi a próxima fase do projeto, sendo desenvolvida no software Eagle e com imagens representativas das duas camadas nas Figuras 6 e 7. Novamente, o projeto está disponível

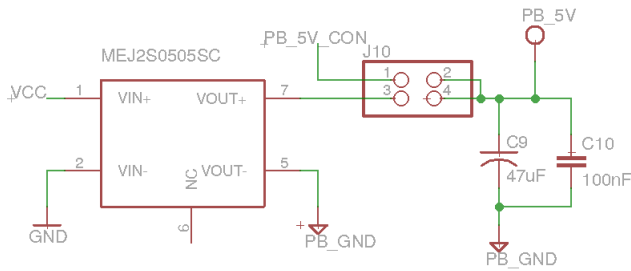


Fig. 5: Conversor DC/DC

através de consulta aos autores.

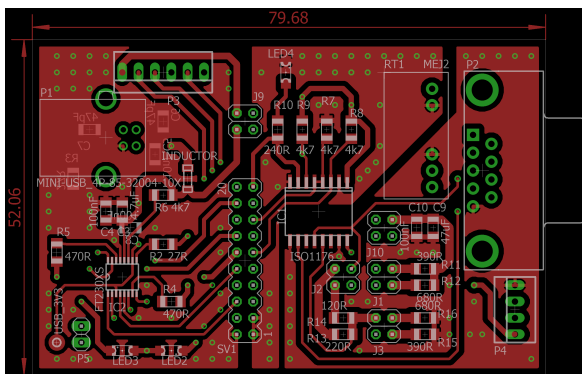


Fig. 6: PCB desenvolvido (Frente)

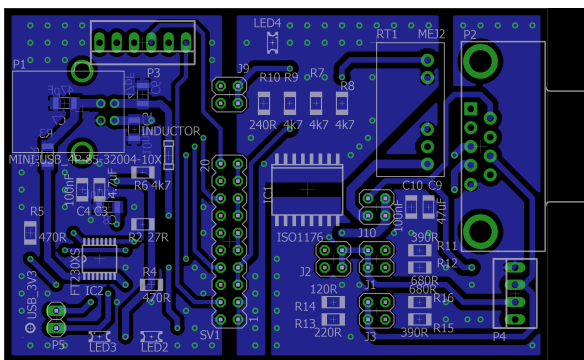


Fig. 7: PCB desenvolvido (Fundo)

A fase atual do projeto é de fabricação do PCB, ainda pendente devido a atrasos do fornecedor. Os componentes para montagem já foram adquiridos também,

#### IV. CONCLUSÃO

Este trabalho abordou a construção de um dispositivo embarcado didático para escuta de barramentos Profibus DP, apresentando o seu processo de definição e projeto. Espera-se, com isto, incentivar o uso de controle digital nas indústrias, capacitar

alunos e engenheiros em tecnologias digitais de controle e promover a criação de novos produtos.

Sendo parte de um projeto maior, o dispositivo de escuta foi desenvolvido primeiro por ser a ponte para gerar auto-suficiência na criação de dispositivos Profibus DP e um maior entendimento do protocolo. Também é um equipamento base para a prototipação de outros equipamentos como mestres, escravos Profibus DP e equipamentos de diagnóstico.

De forma direta, este projeto impacta nos projetos de pesquisa dos professores do curso de Controle e Automação, permitindo um número maior de alunos com trabalhos relevantes nos diversos níveis (iniciação científica, mestrado e doutorado). Até mesmo outros cursos que desejem criar dispositivos Profibus, como o setor de energia, por exemplo, podem ser beneficiados uma vez que a infraestrutura básica do dispositivo passe a ser conhecida e com referências de implementação.

A fase atual do projeto é a montagem final do protótipo e sua validação, a ser realizada nas próximas semanas. O projeto está disponível para interessados através de consulta direta aos autores.

#### V. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam agradecer à UFU que, através do programa de bolsas de graduação (PBG), permitiu a realização desse trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- [1] G. I. of Normalization, *DIN 19 245 - Profibus standard Part 1 and 2*. Berlin: German Institute of Normalization, 1995.
- [2] R. Lazzarini, C. Stefanelli, and M. Tortonesi, "Large-scale e-maintenance: A new frontier for management?" in *Integrated Network Management (IM 2013), 2013 IFIP/IEEE International Symposium on*, May 2013, pp. 732–735.
- [3] S. Chowdhury and A. Akram, "E-maintenance : Opportunities and challenges," in *The 34th Information Systems Research Seminar in Scandinavia (IRIS)*, August 2011, pp. 68–81.
- [4] M. B. De Almeida, M. J. Cunha, and R. F. F. Junior, "Proposta de aplicação de big data na indústria sucroalcooleira," *Naval Research Logistics Quarterly*, vol. -, pp. -, 2014.
- [5] Z. Jue and Y. Shun, "Design of modbus-profibus fieldbus bridge based on the stm32 and vpc3 + c," in *2012 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering*, June 2012, pp. 411–414.
- [6] L. Cui, F. Yu, and W. Han, "On profibus-DP slave station controller based on nios ii," in *Computer Science and Service System (CSSS), 2011 International Conference on*, June 2011, pp. 535–538.
- [7] R. Souza, E. Mossin, and D. Brandao, "Physical diagnostic for profibus DP networks based on artificial neural network," in *Industrial Technology (ICIT), 2012 IEEE International Conference on*, March 2012, pp. 766–771.
- [8] R. V. Torres, "Simulador de redes profibus DP," Master's thesis, Universidade de São Paulo, 2013.

- [9] P. Yu, M. Wang, S. Zuo, X. Guo, and Y. Guo, "Design and implementation of profibus-DP intelligent slave station controller," in *Instrumentation, Measurement, Computer, Communication and Control (IMCCC), 2012 Second International Conference on*, Dec 2012, pp. 133–138.
- [10] W. Bao, H. Zhang, H. Li, W. Huang, and D. Peng, "Analysis and research on the real-time performance of profibus fieldbus," in *Software Engineering, 2009. WCSE '09. WRI World Congress on*, vol. 1, May 2009, pp. 136–140.
- [11] G. Cena, C. Demartini, and A. Valenzano, "On the performances of two popular fieldbuses," in *Factory Communication Systems, 1997. Proceedings. 1997 IEEE International Workshop on*, Oct 1997, pp. 177–186.
- [12] R. F. Fernandes, A. L. Dias, G. S. Sestito, E. Mossin, and B. D., "Análise comparativa de desempenho de redes profibus DP e profinet," in *20o Congresso Brasileiro de Automática*, 2014, Belo Horizonte.
- [13] W. Greig, *ntegrated Circuit Packaging, Assembly and Interconnections*. Springer Science & Business Media, 2007.
- [14] M. T. Inc., "Microchip packaging specification." [Online]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/PackagingSpec/00000049CE.pdf>