

# CONTROLE DE UMA CÉLULA DE SOLDAGEM ATRAVÉS DE UM PDA

**Thiago Almeida Siqueira**

thigoalmeidasiqueira@gmail.com

**Sadek C. Absi Alfaro**

Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Mecânica

70.910-900 – Brasília – DF

sadek@unb.br

**Resumo.** *Este trabalho teve como objetivo desenvolver um software, PalmWeld, capaz de controlar os parâmetros de soldagem TIG, remotamente, utilizando um computador de mão, PDA. Os softwares Matlab e Docklight (Software de Monitoramento de Porta Serial) foram utilizados no desenvolvimento do PalmWeld. Inicialmente foi mapeado o protocolo de comunicação da uma máquina de soldagem inversora e, em seguida, foi desenvolvido um meio de interfaceamento entre o computador de mão e a máquina de soldagem. Finalmente, o tutorial para o funcionamento da interface visual do software é apresentado. Durante as simulações e testes realizados utilizando o método de controle através do computador de mão não foi observada qualquer interferência do arco de solda na comunicação sem-fio. Este projeto mostrou que é viável desenvolver o controle sem-fio de uma célula de soldagem completa, incluindo robôs, sensores e demais equipamentos e periféricos que possam ser controlados eletronicamente.*

**Palavras-chave:** PDA, soldagem, TIG, Teleoperação, Rede Sem Fio

## 1. INTRODUÇÃO

Fabricação por soldagem tem sido usada largamente no espaço, em estruturas subaquáticas, e manutenção de componentes nucleares. A hostilidade do ambiente destas aplicações torna necessário empregar robôs para efetuar a soldagem. Entretanto, o estado-da-arte na robótica, inteligência artificial, e a tecnologia de sensoriamento ainda não permitem total operação com soldagem autônoma, e a supervisão humana ainda é requerida. Como resultado, o conceito de sistema de fabricação de soldagem remota (*Remote Welding Fabricating System - RWFS*) tem sido formado, onde um operador humano em uma estação remota pode efetuar uma fabricação por soldagem através do monitoramento e controle da tocha no corpo a ser soldado [1].

Os primeiros RWFS eram usados na maioria das vezes no reparo de componentes de reatores nucleares, consistindo em uma tocha especial posicionada em um manipulador acima da junta a ser soldada. O processo de soldagem era monitorado e controlado remotamente pelo operador, porém o cordão de solda era limitado por um tamanho e forma pré-definido. O desenvolvimento de RWFS mais versáteis ocorreu devido à necessidade das suas aplicações em montagem no espaço e construção no oceano, onde flexibilidade e melhor controle são necessários.

Teleoperação significa literalmente “operação a distância” 2. Os sistemas teleoperadores em geral consistem em duas partes fisicamente separadas chamadas de mestre e escravo. Um operador humano controla o dispositivo mestre e o escravo age de acordo com os comandos do operador. O operador é fisicamente separado do local onde o trabalho deve ser realizado. Graças a isso os teleoperadores são usados em ambientes hostis e inacessíveis. Por exemplo, sistemas de teleoperação são amplamente utilizados em laboratórios químicos, usinas nucleares e exploração do fundo do mar 2,3.

Um dos problemas mais difíceis na construção de um dispositivo apropriado para ser manipulado por um operador humano está no lado mestre. No geral, dispositivos mestre para operações remotas são muito complexos, caros e difíceis de operar. Frequentemente estes dispositivos exigem treinamentos específicos. Há na literatura trabalhos de pesquisa dedicados a criar uma maneira mais fácil e intuitiva de operar a parte mestre 3.

Recentemente, com o avanço das redes de comunicações e tecnologias embarcadas, os PDA (assistentes pessoais digitais) expandiram muito rapidamente e um amplo mercado se formou 4.

Os PDAs são relativamente baratos, oferecem uma grande gama de aplicações, com a vantagem de serem pequenos, portáteis, e de fácil operação. Portanto, os PDAs representam uma boa plataforma para interagir com robôs. O pequeno tamanho, capacidade de processamento e portabilidade fazem deles um atrativo para dispositivos de interação entre robôs e humanos.

Muitas interfaces padrões de PDAs têm sido desenvolvidas para uma grande faixa de aplicações tais como processamento de texto, gerenciamento de calendário, calculadoras, e alguns sistemas mais especializados tem sido desenvolvidos. Por exemplo, reconhecimento de caracteres 5, ferramentas educacionais 6 e reconhecimento de face.

O presente projeto visa implementar o controle de uma máquina de solda, remotamente, isto é, executar um processo de soldagem utilizando como dispositivo mestre o PDA.

## **2. METODOLOGIA**

Com o início dos estudos percebeu-se que o projeto em si se tratava de três projetos menores que apresentam as seguintes questões:

- Mapear o protocolo de comunicação da máquina de soldagem;
- Montar os dispositivos que possibilitassem a comunicação física do PDA com a máquina de soldagem;
- Criar o software que possibilitasse a comunicação do PDA com a máquina de soldagem utilizando o protocolo de comunicação mapeado e a interface física montada.

### **2.1. Mapear o protocolo de comunicação da máquina de soldagem**

Nesta etapa, que se preocupou apenas com a comunicação serial da fonte de soldagem, utilizaram-se dois computadores e a máquina de soldagem.

O primeiro computador utilizado foi chamado de Mestre, visto que este continha o Software Proprietário da MIGATRONIC, INFOWELD, que por sua vez controlada a máquina de soldagem.

O segundo computador foi chamado de Espião porque este tinha a função de espionar a comunicação da máquina de soldagem com o computador Mestre. Neste computador, primeiramente, foi utilizado um software de monitoramento de porta serial, Docklight, para descobrir parâmetros básicos da comunicação serial, tais como: Baud Rate, paridade, Data Bit, etc.

Devido a grande quantidade de dados enviados na comunicação espionada, nem sempre os bytes eram capturados pelo software de monitoramento. E mesmo quando eram capturados, o software não apresentava a ordem enviado/recebido; mas, sim, pacotes de bytes enviados e pacotes de bytes recebidos, tornando complicado fazer a associação entre o byte enviado e o seu respectivo byte recebido.

Para resolver esse problema, foi criado um script no Matlab que intermediasse a comunicação de forma que todo byte transmitido fosse armazenado de forma cronológica. Após a obtenção dos bytes, foi utilizado o editor de planilhas para melhor visualização e manipulação destes.

Na obtenção dos parâmetros de soldagem com o arco de soldagem aberto, foi necessário à utilização de uma chapa com resfriamento (Figura 1) de forma que a tocha de soldagem pudesse ficar parada sem que o metal de base fundisse.

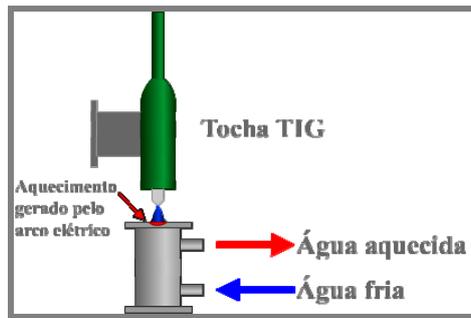


Figura 1. Esquema de resfriamento da poça de soldagem.

## 2.2. Montar os dispositivos que possibilitem a comunicação física

A montagem dos dispositivos foi idealizada de forma que não houvesse a necessidade de se utilizar um PC. Desta forma, a implementação seria mais simples e robusta. Para isso, seria necessário além do PDA e da máquina de soldagem, um conversor Wi-Fi / Serial.

Enquanto o conversor não fosse adquirido, uma segunda solução foi criada. O PC, usado na etapa anterior do projeto como Espião, somado ao Roteador Wi-Fi tomou o lugar do conversor Wi-Fi / Serial. Esse PC utilizava um programa TCP-Com que funcionava como um servidor de porta serial. (Figura 2)

Após a chegada do conversor foi efetuada a montagem do sistema. Então o computador mais o software TCP-Com foram substituídos pelo servidor de porta serial. (Figura 3)



Figura 2. Esquema da comunicação utilizando o Roteador e o PC

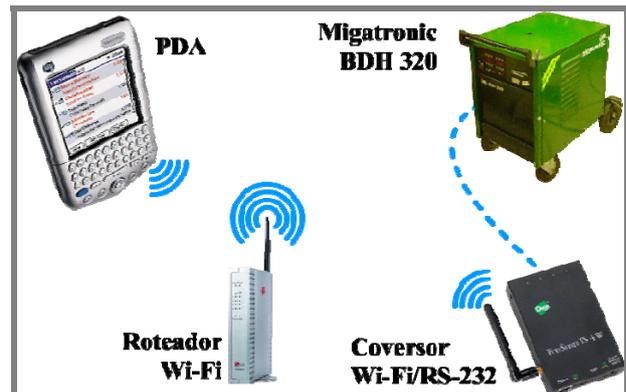


Figura 3. Esquema da comunicação utilizando o Conversor WiFi/Serial

## 2.3. Criar o software que possibilitasse a comunicação

Após a revisão bibliográfica sobre as formas de programação para Palm-OS, verificou-se que o Compilador CodeWarrior for Palm OS 9.0 apresentava a forma mais completa e direta de se criar programas para Palm OS, sem a necessidade de programas adicionais ou máquinas virtuais Java. A programação foi realizada neste compilador utilizando-se a Linguagem C.

As funcionalidades básicas do software foram testadas no simulador de Palm Tungsten-C que é fornecido junto com o compilador CodeWarrior. Já a parte de comunicação foi testada utilizando-se conjuntamente os softwares TCP-Com e DockLight. Com o software TCP-Com criou-se uma porta serial virtual e o Docklight conectou-se a ela, recebendo e enviando bytes como se fosse um dispositivo externo ao PC. (Figura 4)

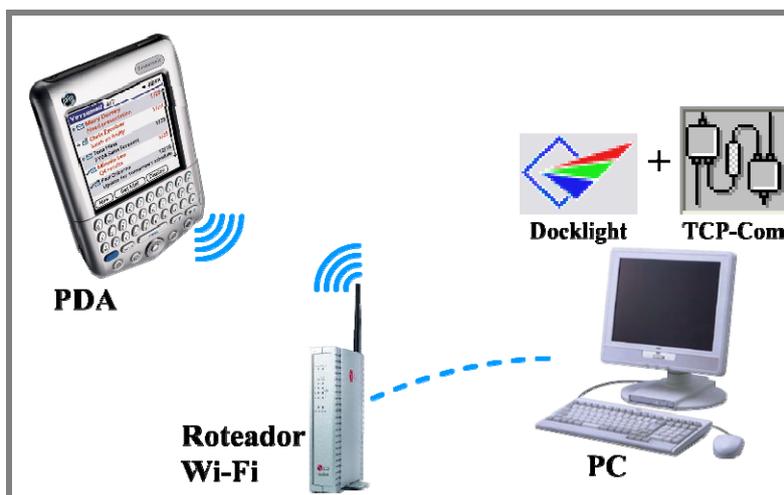


Figura 4. Representação da comunicação entre o PDA e a máquina de solda, através do Roteador e do PC.

### 3. RESULTADOS

Após a conclusão das três etapas anteriores, foi possível realizar testes de desempenho deste sistema de controle. O teste foi realizado no software foi feito com o “salvar no cartão” ativado, ou seja, o software estava habilitado para salvar o processo de soldagem no cartão de memória. Após o término do processo, os dados salvos no cartão podem ser vistos (Tabela 1).

Tabela 1. Dados gerados pelo PalmWeld (trecho)

Tempo,Corrente,Tensão,Velocidade
28,0,1,10
35,65,249,10
46,73,207,10
63,118,172,10
79,118,168,10
95,118,165,10
152,118,156,10
169,118,153,10
173,118,153,10
177,118,152,10
185,118,152,10
...

A partir dos dados foi possível calcular o desempenho do controle pelo PDA. Analisando a diferença de tempo entre as linhas do arquivo gerado pode perceber que a mesma não é constante. Isto acontece porque o PDA em questão não consegue controlar a interface visual e a comunicação sem-fio simultaneamente. Então a questão importante passou a ser qual a influencia do usuário (interface visual) no desempenho da comunicação.

Como pode ser vista na Figura 5 o período em que o usuário não modificou a interface visual do PalmWeld corresponde as linhas retas de corrente, ou seja, a corrente varia de acordo com a vontade do usuário.

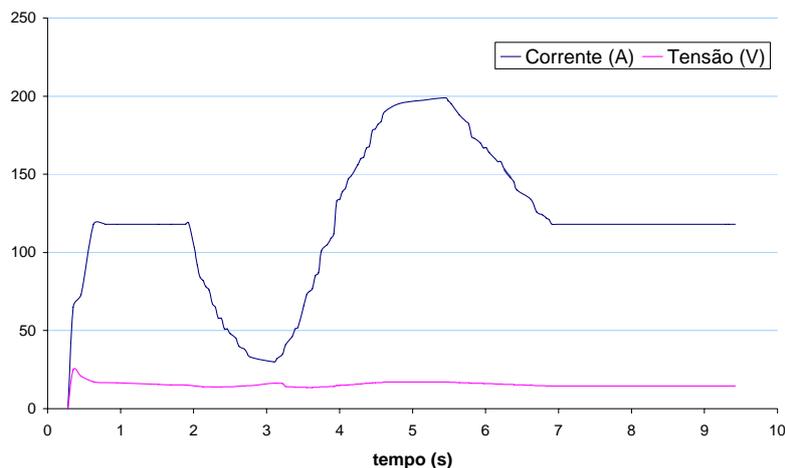


Figura 5. Tensão e corrente durante o teste realizado

A análise foi então feita diferenciando as duas situações. O desempenho do PDA sem a intervenção do usuário foi praticamente duas vezes superior ao desempenho com a intervenção. Isso evidencia o fato de que o PDA para a transmissão dos dados para tratar os eventos da interface visual.

Em média os dados foram recebidos a cada 85 ms, isso representa uma frequência amostral de 11,8 Hz aproximadamente. Esse valor variou muito durante o processo, com pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2. Desempenho do software PalmWeld no teste realizado

<b>Tempo aquisição</b>	<b>Segundos</b>	<b>Frequência (Hz)</b>
mínimo	0,040	25,0
máximo	0,570	1,8
médio	0,085	11,8
- Sem atuação	0,067	14,9
- Com atuação	0,136	7,4

A partir destes dados é possível confirmar que a intervenção do usuário, durante o processo de soldagem, reduz significativamente o desempenho da comunicação.

#### 4. CONCLUSÕES

Com o melhoramento das tecnologias “sem fio” e a crescente busca por sistemas de controles mais flexíveis, baratos e seguros, juntamente com o aumento da capacidade computacional dos PDAs, torna-se mais viável a implementação de células de controle deste tipo.

O grande acréscimo fornecido por este projeto foi provar a viabilidade de se implementar o controle de uma máquina de soldagem “antiga”, sem o protocolo de comunicação da mesma e, ainda assim, fazê-la interfacear com dispositivos de comunicação diferentes. O que caracteriza a concretização do objetivo geral deste projeto. Consequentemente os objetivos específicos também foram atingidos.

Durante todos os testes realizados em laboratório, com o controle da máquina de soldagem através do PDA, não foi observada interferência do arco de solda (principalmente na abertura deste) na comunicação Wi-Fi. A comunicação se manteve constante durante todo o processo nos testes realizados.

Este projeto mostrou que é viável desenvolver o controle “sem-fio” de uma célula de soldagem completa, incluindo manipuladores, sensores e os demais equipamentos que possam ser controlados eletronicamente. Este trabalho foi bem sucedido, pois conseguiu atingir os objetivos específico e geral.

## 5. REFERÊNCIAS

1. AGAPAKIS, J.E. Fundamental and Advances in the Development of Remote Welding Fabrication System. **Welding Journal**, p. 21-34, set. 1986.
2. GEETER, J. de; DECRETON, M.; COLON, E. The challenges of telerobotics in a nuclear environment. **Robotics and Autonomous Systems**, v. 28, p. 5-17, 1999.
3. KOIVO, A. J. Fundamentals for control of robotics manipulators. **John Wiley & Sons**, New York, 1989.
4. SILVERMAN, Lee; BEBOUT, Rick. **Introduction to Personal Digital Assistants**. Office of Information Technology, West Virginia University. Disponível em: <[http://oit.wvu.edu/support/training/classmat/pda/intro\\_pda.pdf](http://oit.wvu.edu/support/training/classmat/pda/intro_pda.pdf)>. Acesso em: 28 fev 2006.
5. ZHANG, X.; CHEN, J.; YANG e WAIBEL, A. A PDA-based Sign Translator, **Proceedings of IEEE International Conference on Multimodal Interfaces**. p. 217-222, out. 2002.
6. BREITBART, J.; BALAKRISHNAN, D. e GANZ, A. Pocket-IMPACT Software for Delivering Online Courseware on a PDA: Challenges, Design Guidelines and Implementation, **Proceedings of IEEE Frontiers in Education Conference**. v. 1, p. 3-5, nov. 2002.
7. PARMAR, R. S. **Welding Processes and Technology**. 2. ed. Delhi: Khanna Publishers, 1997.
8. BEZERRA, E. A. **Acessando Dispositivos Externos com Computadores Pessoais**. Faculdade de Informática Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Disponível em: <[http://toledo.inf.pucrs.br/~eduardob/disciplinas/ProgPerif/Texto\\_Interface\\_SW\\_HW/serial.htm](http://toledo.inf.pucrs.br/~eduardob/disciplinas/ProgPerif/Texto_Interface_SW_HW/serial.htm)>. Acesso em: 28 Fev 2006.
9. GAST, Matthew. **802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide**. 2. ed. O'Reilly, p.20, 2005.

## Welding Cell Control throughout a PDA

**Thiago Almeida Siqueira**

thigoalmeidasiqueira@gmail.com

**Sadek C. Absi Alfaro**

University of Brasília – Mechanical Engineering Department

70.910-900 – Brasília – DF

sadek@unb.br

**Abstract.** *This work has the purpose to develop a software, PalmWeld, capable to control the welding machine parameters, remotely, through a hand-held, PDA. The softwares Matlab and Docklight (Serial port monitoring software) were used in the PakmWeld development. Firstly, it is showed how the inverse welding machine communication protocol was mapped. On sequence, it was described how both, the communication between the welding machine and the PDA hand-held and, the visual interface of the software work. During the simulations and tests carried out with the PalmWeld no interference by the welding arc, on the wireless network, was observed. This project point out that a wireless control of a welding Cell is possible, including robots, sensors and the others equipments and peripherals that could be electronically controlled.*

**Keywords.** *PDA, welding, TIG, Teleoperation, Wireless*