

# **Interfaces Eletrônicas Para o Controle de um Sistema Robótico**

**André Luís R. Rosa, Gabriel Tadeo, Sebastião C. P. Gomes, Vitor I. Gervini,  
Vagner S. da Rosa**

## **1. Introdução**

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar os resultados do controle [1] aplicado a um sistema robótico presente no LabOceano da COPPE-UFRJ [4]. Este sistema possui 5 graus de liberdade, sendo composto por seis atuadores acoplados a uma plataforma que percorre um tanque d'água. Ele possibilita a realização de ensaios hidrodinâmicos em miniaturas de embarcações acopladas à plataforma.

Como integrante principal para a efetuação do controle foi utilizado um sistema de tempo real baseado em FPGA (*Field Programmable Gate Array*). Em função de tal dispositivo não possuir potência suficiente para ativar diretamente os atuadores do sistema, houve a necessidade da criação de interfaces eletrônicas [2]. Algumas dessas interfaces elevam e outras reduzem os níveis de tensão e corrente dos dispositivos de forma a adequá-los aos níveis aceitos pelo FPGA.

## **2. Metodologia**

As interfaces eletrônicas [3] desenvolvidas (ver a Figura 1) para adequar os níveis de tensão e corrente que entram e saem do FPGA foram divididas em três módulos:

### **2.1 Módulo de Saídas**

Este módulo é composto por quatorze saídas digitais e sete analógicas divididas em grupos de sete bornes. Em cada borne existem duas saídas digitais e uma analógica. As saídas digitais são responsáveis por controlar o sentido de rotação dos atuadores e as analógicas sua velocidade. Tais saídas elevam a tensão proveniente do sistema de tempo real para ativar as entradas dos inversores de frequência, que, por sua vez, acionam os atuadores conectados em seus bornes.

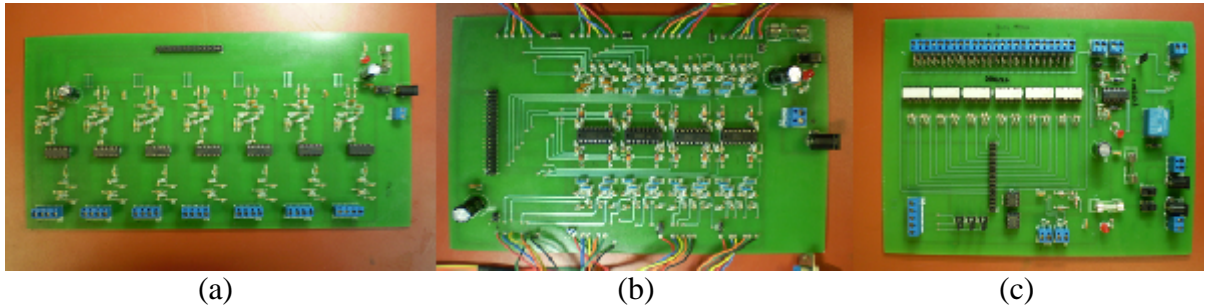
### **2.2 Módulo dos Encoders Incrementais**

Este módulo é o responsável por reduzir os níveis de tensão provenientes dos sensores de posição angular (encoders incrementais) em níveis de tensão aceitáveis pelo FPGA. Tais níveis de tensão são ondas quadradas que informam ao sistema de tempo real a referência em posição, o sentido de rotação e a velocidade do eixo do atuador. No módulo desenvolvido, existem oito entradas disponíveis, sendo somente seis utilizadas (uma para cada atuador do sistema).

### **2.3 Módulo de Entradas digitais, Comunicação RS-485 e Sistema de Segurança**

O módulo de entradas digitais possui vinte e quatro entradas isoladas por optoacopladores. Tal isolamento elétrico é essencial para preservar a integridade do FPGA. Tal módulo tem por função sensoriar sinais de natureza digital. O módulo de comunicação RS-485 foi desenvolvido para compatibilizar os sinais de comunicação entre encoders absolutos e o sistema de tempo real. Tais sensores têm por função indicar

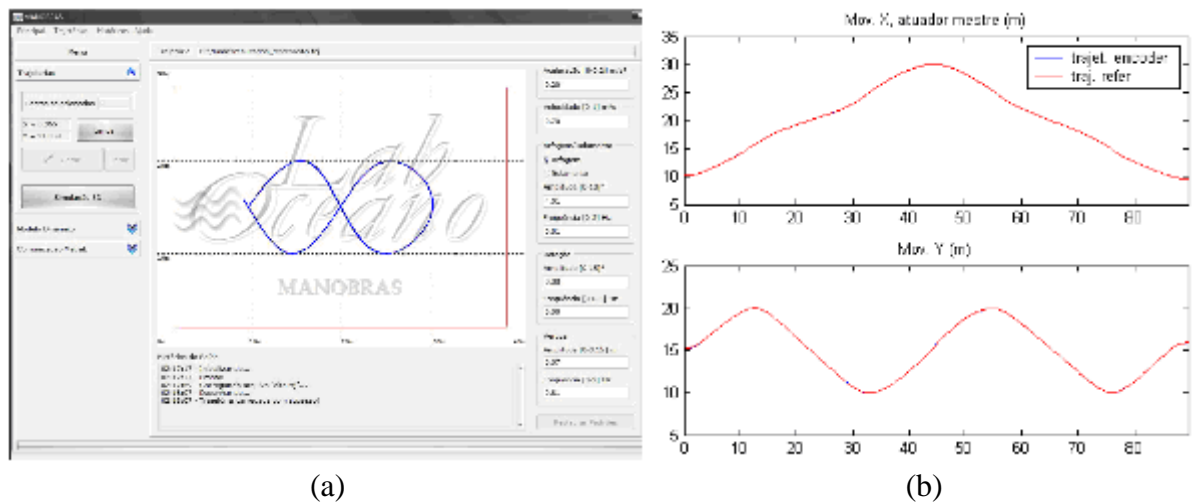
a posição absoluta dos atuadores no tanque experimental. O módulo do sistema de segurança tem por função monitorar o funcionamento do FPGA. Um trem de pulsos é enviado pelo FPGA a certa frequência para o sistema de segurança. Caso essa frequência seja comprometida, significa que o sistema de controle apresenta irregularidades, sendo, assim, desligado.



**Figura 1. Interfaces desenvolvidas: (a) Módulo de Saídas; (b) Módulo dos Encoders Incrementais; (c) Módulo de Entradas digitais, Comunicação RS-485 e Sistema de Segurança.**

### 3. Resultados e Discussão

No lado esquerdo da Figura 2 foi solicitado ao FPGA, mediante o software MANOBRAS (desenvolvido na FURG), que realizasse uma trajetória conhecida como “oito geométrico”. Cada quadrado na interface do usuário possui 10m de altura por 10 de largura. Como está evidenciado, a abscissa inicial do movimento é 10m e a intermediária (momento de maior abscissa) é 30m. A ordenada inicial é 15m e as intermediárias mantêm-se num envelope de 5m. No lado direito são mostrados os movimentos em (X) e (Y). As referências geradas pelo FPGA estão em vermelho, enquanto que as saídas (sinais dos encoders) estão em azul. Como os erros são realmente pequenos, não há como distinguir sinais de referência e dos encoders.



**Figura 2. (a) Interface do usuário; (b) resultados experimentais.**

#### **4. Conclusões**

A utilização das interfaces eletrônicas para compatibilizar os níveis de sinal entre os dispositivos externos e o sistema de tempo real foi realizada com sucesso. Os resultados experimentais demonstram que os circuitos que compõem as interfaces propiciam a execução precisa do controle pelo FPGA.

#### **5. Referências Bibliográficas**

[1] K. Ogata, “Engenharia de Controle Moderno”, 4th ed., São Paulo: Prentice-Hall, 2003, pp. 1-7.

[2] R. Boylestad, L. Nashelsky, “Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos”, 6th ed., Rio de Janeiro: LTC, 1999, pp 428-477.

[3] T. G. Moreira, “Desenvolvimento das Interfaces Eletrônicas Para Plataforma de Ensaio de Manobras de Embarcações”, trabalho de graduação, Engenharia de Computação, FURG, Rio Grande, 2007.

[4] Levi, C.A.; Pinto, W.T.; Gomes, S.C.P.; Sales Jr, J.S.; Costa, P.R.; Rosa, V.S.; and Gervini, V.I. A maneuvering test platform conceptual design. In: 26th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, 2007, San Diego, CA, OMAE 2007.