

## **SISTEMAS EMBARCADOS PARA AUTOMAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO DE LABORATÓRIO**

**Aluno: Téo Ferraz Benjamin**  
**Orientador: Prof. Dr. Raul Almeida Nunes**  
**Co-Orientador: Dado Sutter**

### **Introdução**

Nosso grupo de eletrônica e software embarcado, visa atender a demanda de automação de instrumentos do LabMAR e de outros laboratórios da PUC-Rio, desenvolvendo instrumentos para aquisição de dados, controle e interfaceamento com outros experimentos.

Os sistemas desenvolvidos são baseados em microcontroladores dedicados, com software (firmware) e hardware desenvolvidos pelo grupo, resultando em sistemas conhecidos como "Embedded Systems" ou "Sistemas Embarcados".

Nos últimos projetos e instrumentos desenvolvidos, foi dada ênfase aos aspectos de "Interface com o Usuário" e de "Técnicas de Programação para Baixo Consumo". Novas técnicas de interação com o usuário, baseadas em Rotary Encoders Óticos com botão e displays de LCD variados, foram desenvolvidas, testadas e refinadas. Os resultados foram bibliotecas desenvolvidas e portáteis para diversas arquiteturas de microcontroladores que foram utilizadas em produtos que serão mostrados neste trabalho.

Sempre focados em produtos com alto grau de inteligência embarcada e performance para processamento numérico, utilizamos Microcontroladores de 16 e 32 bits, principalmente da família MSP430 [1] mas também ARM's (Advanced RISC Machines) [2], para aquisição e processamento dos dados dos instrumentos.

Para o desenvolvimento de hardware, utilizamos a plataforma Microlab X1, protoboards e simuladores de circuitos. Recentemente iniciamos também o desenvolvimento de PCBs (Printed Circuit Boards) próprias totalmente projetadas e produzidas no laboratório.

Para o desenvolvimento de software, utilizamos atualmente as linguagens C, Assembly (MSP430 e ARM7 da ST) e Lua.

### **Objetivos**

Dominar técnicas de programação de firmware para sistemas embarcados baseados em microcontroladores; técnicas aquisição rápida de dados baseadas em interrupções; técnicas de interfaceamento com dispositivos de comunicação com e sem fio e técnicas de interface com o usuário em dispositivos com poucos recursos.

Utilizar linguagem C e ambientes de desenvolvimento para aplicações embedded, noções de Assembly de MSP430 e de ARM, noções de Lua e criação de bibliotecas para a reusabilidade do código produzido e explorar técnicas de programação em modos de baixo consumo nas diversas arquiteturas utilizadas.

### **Metodologia**

Depois da concepção do produto, partimos para a fase de prototipação, utilizando diversas técnicas de depuração de software e hardware para identificar e solucionar falhas e bugs do sistema.

O uso da plataforma MicroLabX1 se mostrou extremamente produtivo, por apresentar uma arquitetura multi-MCU. Além disso, ela contém barramentos extras que ajudam no uso de Displays LCD, módulos de controle de Ponte-H, displays gráficos e outros dispositivos.

Para um equipamento funcionar de forma automatizada é necessário também um circuito de alimentação elétrica e vários tipos de componentes eletrônicos. Para isso, precisamos fazer um projeto completo que possa transformar a idéia e o protótipo em um produto. Utilizando nossas PCBs podemos ligar componentes como por exemplo conectores, reguladores de tensão, transistores e FETs e conectá-los também às portas corretas do microcontrolador. Com isso podemos fazer o controle de toda a placa utilizando o software já desenvolvido e testado, economizando espaço e criando um produto seguro e confiável.

## **Conclusões**

Os trabalhos neste período permitiram finalizar alguns produtos, enquanto outros continuam em desenvolvimento. Entre os principais concluídos, podemos citar as bibliotecas para o uso de Displays LCD e Rotary Optical Encoders, o Misturador de Longa Duração para o DCMM, e o interfaceamento da MicrolabX1 com um servidor web embarcado. Entre os que continuam em desenvolvimento, podemos citar o equilíbrio do Anubisway e protótipos de interfaceamento com redes de telefonia IP da Cisco Systems.

O Anubisway é um projeto que foi iniciado em parceria com a equipe de robótica da PUC-Rio, a RioBotz. Um dos robôs da equipe (chamado Anubis), que consiste em uma área plana com em um único eixo e duas rodas, foi adaptado para se tornar uma plataforma auto-equilibrada e pilotável apenas pelo deslocamento do centro de equilíbrio do corpo do piloto utilizando um acelerômetro de três eixos e um giroscópio. O objetivo é modelar e implementar o controle, de forma a se obter um meio de locomoção como o Segway.

O Misturador de Longa Duração foi um projeto realizado para uma pesquisa do DCMM. Utilizando um Misturador em V desenvolvido pelo LabMAR, o objetivo era fazer girar um motor por períodos longos e controlados, com velocidade variável para realizar misturas de materiais que serão posteriormente analisados. Os desafios foram (1) implementar uma boa e intuitiva interface com o usuário baseada apenas em um único botão giratório e um display LCD simples, de 2 linhas e 16 colunas; (2) manter o controle preciso de velocidade e tempo de rotação e (3) realizar o tratamento de eventuais quedas de energia, de forma que o experimento não seja totalmente prejudicado em decorrência disto.

Utilizando um chip da família MSP430, foi implementado uma interface a partir de um Display LCD e um Rotary Encoder utilizando nossas bibliotecas previamente desenvolvidas, para fazer a seleção do tempo de mistura e da velocidade. Foi utilizado um módulo de controle PWM em Ponte-H para um Motor DC, que fazia o Misturador girar. Uma PCB foi desenvolvida para o projeto, que foi instalado em uma caixa de alumínio.

Ainda neste tempo, foram exploradas tecnologias de comunicação sem fio, como links de RF em 900MHz e 2.4MHz. Planejamos no futuro migrar para a promissora e desafiadora arquitetura ZigBee, de forma a expandir as capacidades de comunicação sem fio dos projetos.

Todo este trabalho, que envolveu o uso de instrumentos e técnicas de bancada e análise de sinais, contribuiu para solidificar a formação sobre o assunto. Há hoje uma grande demanda por instrumentação e controle de dispositivos embarcados e queremos entrar neste ramo da engenharia com o melhor preparo possível.

## **Referências**

- 1 - PEREIRA, Fabio **Microcontroladores MSP430 - Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Érica, 2006. 416p.
- 2 - PEREIRA, Fabio **Tecnologia ARM: Microcontroladores de 32 bits**. São Paulo: Editora Érica, 2007.