

Laboratório Remoto de Programação Básica de Sistemas Digitais

Shin-Ting Wu, Bruno Santos Battistella, João Paulo Gomes, Nelson Vitor Augusto

Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC)
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
Av. Albert Einstein 400 – 13083-852 – Campinas – SP – Brasil

ting@unicamp.br, brunofee@unicamp.br, jpfec@unicamp.br, nva@unicamp.br

Abstract. *To address the access restrictions and experimental constraints imposed by the COVID-19 pandemic in 2020 and 2021, we adapted the traditional in-person microcontroller programming laboratory to a remote version, primarily focusing on creating practical and tangible solutions. Our approach reflects the pedagogical principles of constructivist and constructionist. To facilitate hands-on interactions, even when physically separated from the development kit, we propose replacing input peripherals with microcontrollable circuits. It allows direct actions on real devices through interactions with graphic elements within a purpose-built interface. The proposal is easily replicable and can significantly contribute to the democratization of knowledge through the dissemination of advanced computational resources.*

Key-words: *Microcontroller programming; input and output peripherals; remote tangible interactions; remote laboratory.*

Resumo. *Com o intuito de contornar as restrições de acesso e as limitações experimentais impostas pela pandemia de COVID-19 em 2020 e 2021, promovemos uma adaptação do laboratório presencial de programação de microcontroladores para uma versão remota, priorizando a criação de soluções práticas e tangíveis. Nossa abordagem reflete os princípios pedagógicos construtivistas e construcionistas. Para viabilizar manipulações concretas, mesmo estando fisicamente separado do kit de desenvolvimento, propomos a substituição dos periféricos de entrada por circuitos microcontroláveis. Isso permite a realização de ações diretas em dispositivos reais por meio de interações com elementos gráficos de uma interface especialmente desenvolvida. A proposta é facilmente replicável e pode contribuir significativamente para a democratização do conhecimento, por meio da disseminação de recursos computacionais avançados.*

Palavras-chave: *Programação de microcontroladores; periféricos de entrada e saída; interações tangíveis remotas; laboratório remoto.*



LABORATÓRIO REMOTO DE PROGRAMAÇÃO BÁSICA DE SISTEMAS DIGITAIS



Shin-Ting Wu, Bruno Santos Battistella, João Paulo Gomes e Nelson Vitor Augusto

Contexto Educacional



Kit de desenvolvimento

O isolamento social da COVID-19 fechou escolas globalmente, impactando aulas práticas, incluindo na Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação (FEEC) da Unicamp. Entre as medidas emergenciais está a adaptação de disciplinas de laboratório, como o laboratório de programação de microcontroladores [1], para ensino não-presencial.

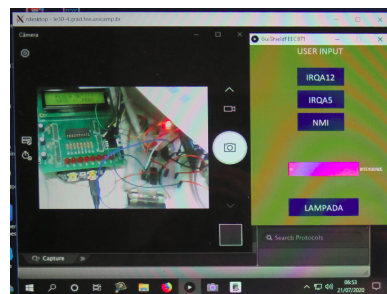
O laboratório priorizava a construção do conhecimento prático por meio de projetos construcionistas envolvendo vivências diretas com sinais físicos gerados pelos dispositivos tangíveis do mundo real. Os alunos desenvolviam projetos interativos usando o *shield* FEEC871 [2] conectado à placa FRDMKL25Z equipada com o microcontrolador Kinetis 25Z [3]. Além do LED RGB em FRDMKL25Z, o *shield* incluía 1 *display* LCD, 8 LEDs vermelhos e 3 botoeiras para desenvolvimento de projetos que propiciam a participação ativa dos usuários.

A programação e depuração são realizadas por meio do ambiente de desenvolvimento integrado CodeWarrior [4], com suporte adicional de quatro osciloscópios compartilhados para monitorar e analisar sinais programados.

Laboratório Remoto

Visualização dos estados dos **periféricos de saída** controlados pelo microcontrolador-alvo por meio de *webcam*.

Ações remotas dos usuários, via interface gráfica programada em Processing, convertidas em **sinais elétricos de entrada** pelo microcontrolador Arduino.



Desktop do aluno



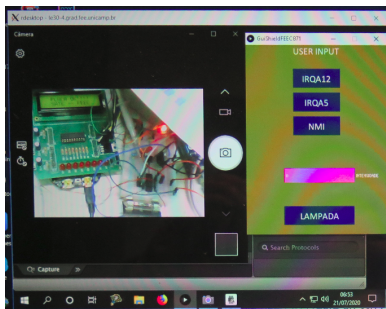
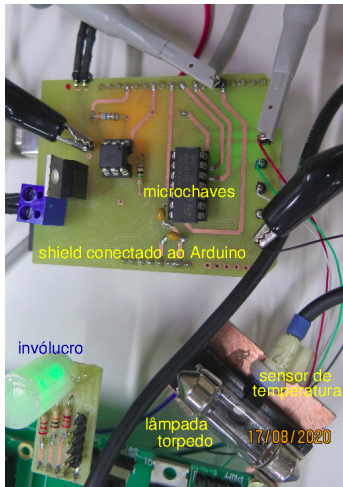
Bancada física

Interações Tangíveis

Detalhes Técnicos

A substituição do osciloscópio pelo analisador lógico USB Saleae de baixo custo, com uma interface gráfica de usuário [5], possibilita o seu acesso simultâneo ao ambiente CodeWarrior e às imagens de uma *webcam* via ManyCam [6] numa mesma tela do computador.

Desenvolvemos um sistema para controle remoto de botoeiras físicas, ajuste da intensidade de uma fonte de calor e visualização das cores de um LED RGB. Ele inclui substituição das botoeiras físicas por microchaves CD 4066 [7], construção de um invólucro para LED RGB para que as cores sejam distintas nas imagens, inclusão de uma lâmpada torpedo para emular fonte de calor e uso de um segundo microcontrolador Arduino UNO [8], cujos sinais de controle são gerados pela interface gráfica implementada com o Processing [9].



Integramos a interface gráfica de controle dos periféricos, permitindo a programação, o controle e monitoramento remotos dos projetos desenvolvidos. O acesso remoto dessa tela foi garantido pelo protocolo *Remote Desktop Protocol* (RDP) [10] para Windows e pelo servidor do protocolo *Secure Shell* (ssh) [11] para comunicações seguras entre computadores da FEEC e externos pela *internet*. Isso viabiliza uma conexão remota segura para transmitir e controlar dados das ferramentas em cada bancada e permite interações tangíveis à distância que se assemelham à presença física no local.

Segue-se o circuito de conversão dos eventos da interface gráfica para os sinais físicos de entrada do KL25Z usando o Arduino. O *script* do Arduino pode ser acessado em [12].

