Aplicativo Progressive Web App para Interação, Gerenciamento e Monitoramento com o Laboratório Remoto de FPGAs (eLab FPGA)

RESUMO ESTENDIDO - Disciplina de TCC029009

Matheus Medeiros

Estudante do Curso de Engenharia de Telecomunicações

Marcos Moecke

Professor orientador

Semestre 2023.2

Resumo- *Laboratórios remotos têm se tornado uma prática cada vez mais comum e importante nas universidades nos últimos anos, sobretudo na educação em áreas científicas e engenharias, beneficiando alunos, professores e instituições de ensino. Um laboratório remoto oferece aos alunos a oportunidade de controlar a distância equipamentos físicos e ferramentas de softwares, com experiência de aprendizagem semelhante a um laboratório real. Isso traz vantagens não apenas aos alunos que podem aprender de forma mais autônoma, mas também para os professores que podem orientar os alunos independente da presença física no laboratório. Já as universidades obtêm benefícios em relação à gestão mais eficiente de seus recursos, ao custo de aquisição de novos equipamentos e softwares, além de disponibilizar a qualquer hora seus equipamentos para ensino e pesquisa. Neste sentido e com o propósito de facilitar o acesso a recursos de diferentes plataformas de Field Programmable Gate Array (FPGA) em um ambiente virtual, o projeto de laboratório eLab é desenvolvido para oferecer acesso a kits de desenvolvimento FPGA remotamente e com monitoramento através de vídeo. Este trabalho tem o objetivo de implementar uma plataforma de interação, video monitoramento e gerenciamento de acesso aos kits de FPGA. Para atingir esse objetivo, será desenvolvida uma aplicação Progressive Web App (PWA) que permitirá a interação com os componentes, chaves e botões nos kits de FPGA do eLab. Além disso, será possível acompanhar os resultados por meio de monitoramento em vídeo em tempo real e agendar horários para acessar um dos kits.*

Palavras-chave: Laboratório Remoto. FPGA. *Progressive Web App*.

1 Introdução

Field Programmable Gate Array (FPGA) é um circuito integrado composto por uma matriz bidimensional de células logicas interligadas por *switches* programáveis que podem ser configuradas independente, conforme a necessidade de processamento (CHU, 2008). Segundo Mayoz et al. (2020) a arquitetura paralela, baixo consumo de energia e adaptação a algoritmos personalizados faz com que está tecnologia desempenha um papel significativo na indústria. A programação de um FPGA é conduzida por meio de linguagens de programação de descrição de *hardware* como *VHSIC Hardware Description Language* (VHDL) e Verilog, utilizando ferramentas de programação de *software* específicas para cada plataforma de *hardware* de diversos fabricantes, tais como Quartus Prime da Intel, Vivado da AMD, além de outras opções disponíveis gratuitamente.

Deste modo, a instalação destas plataformas e ferramentas pode ser complexa e demorada para iniciantes em programação de *hardware*, com problemas de compatibilidade de *hardware* e *software*. Dado a demanda do mercado por profissionais na área de Dispositivo Lógico Programável (DLP) e a dificuldade de treinamento devido aos diferentes modelos de FPGAs e programação de *hardwares* que são projetadas e mapeadas especificamente para os dispositivos FPGA de cada fabricante. Uma alternativa viável é utilizar plataformas de programação em nuvem com diferentes FPGAs acessíveis de qualquer dispositivo com acesso à internet.

As aulas práticas de laboratório desempenham um papel importante na formação de diversas disciplinas das engenharias, incluindo aquelas relacionadas à eletrônica digital, que representam uma das áreas de aplicação prática das FPGAs, desta forma os professores possibilitam que os alunos testem seu conhecimento na prática por meio de experimentos realizados em ambiente de laboratório (BASCIL; YAZICI; TEMURTAS, 2012).

Plataformas de ensino online que oferecem acesso remoto a *kits* de desenvolvimento em FPGA e experimentos de variadas áreas da engenharia já estão disponíveis em laboratórios como o LabsLand-FPGA Laboratory (INTEL, 2023), RELLE (CATARINA, 2023) e VISIR (GARCIA-LORO et al., 2019). Laboratórios remotos têm o potencial de proporcionar às instituições acadêmicas a capacidade de oferecer um ambiente acadêmico a estudantes de acordo com suas necessidades, e docentes fazer avaliação de seus alunos por meio de monitoramento de video (PRETZ, 2020), como consequência elimina a necessidade de acesso físico a *kits* de FPGA e permite a repetição de cenários de experimentos. Conforme Post et al. (2019), um dos benefícios que os laboratórios remotos oferecem aos alunos em processo de aprendizagem é a capacidade de organizar suas tarefas de acordo com suas necessidades individuais. Isso

significa que os alunos podem realizar suas atividades em qualquer lugar e a qualquer momento, o que promove um sentimento maior de autonomia e motivação.

Neste contexto, o eLab é um laboratório que visa oferecer uma plataforma remota com acesso a diferentes *kits* de FPGA com monitoramento através de video. A estrutura do laboratório é composto por laboratório remoto, servidor de aplicação e interface de usuário. O laboratório remoto contém *kits* de FPGA conectado através dos pinos *General Purpose Input Output* (GPIO) a placa de controle, para haver interação entre placa de controle e o servidor, é utilizado uma ESP 32 para tratar as mensagens vindas do servidor e acionamento dos GPIO. Já o servidor contém um sistema de gerência capaz de realizar o controle de autenticação do usuário, troca de dados com a placa de controle, gravação da placa FPGA e monitoramento de video atuando como um gateway de mídia.

1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma plataforma de laboratório remoto para desenvolvimento em FPGA que permita aos usuários acessar por meio de uma interface *WEB* e interagir com os *kits* de FPGAs . Adicionalmente, os usuários poderão avaliar o funcionamento do experimento realizado em tempo real por meio de monitoramento de vídeo.

1.1.1 Objetivos específicos

Foram definidos objetivos específicos a partir do objetivo geral:

1. Desenvolvimento de API REST, como interface para acesso aos recursos do banco de dados;
2. Implementação um sistema de monitoramento remoto por imagem de vídeo dos Kits FPGA;
3. Desenvolvimento de uma aplicação PWA, como forma de interface de acesso e controle ao laboratório remoto;
4. Modificações no software da placa de controle hardware, responsável pela comunicação entre aplicação e o sistema de controle de dados.

2 Metodologia

Este projeto foi dividido em 5 etapas, sendo o primeiro o levantamento do requisito funcionais do sistema e descrever o conjunto de interações entre a aplicação e servidor, isso deve gerar um diagrama de caso de uso conforme a padronização *Unified Modeling Language* (UML) e o desenvolvimento de uma API REST padronizada detalhando os processos para acessar os recursos do

banco de dados, desta forma havendo uma padronização para troca de informação entre que a aplicação PWA e banco de dados. Após será realizada a implementação do sistema de monitoramento remoto do laboratório utilizando *Web Real-Time Communications* (WebRTC), em seguida a modelagem da aplicação, implementação de um PWA com a biblioteca React para interface de acesso ao laboratório e agendamento dos horário.

Na quarta etapa a integração do monitoramento de video com a aplicação PWA, o que pode acarretar em realizar modificações no *software* da placa de controle. Por último, será realizado os teste de integração dos *Kits* de FPGA com a interface de acesso ao laboratório.

3 Resultados esperados

Ao final deste trabalho, espera-se que tenha uma aplicação PWA, com controle de acesso de usuários e seja possível integrar laboratórios remotos de diferentes universidades, além do eLab. Na plataforma o usuário deverá conseguir agendar um horário para acessar um dos *kits* de FPGA, controlar o acesso de outros usuários como espectador ao seu *kits*, escolher um tipo de kit FPGA disponível no eLab, interagir com as entradas digitais que substituem as chaves e botões físicos, sinalizando seu estado com LEDs, que foram geradas a partir da placa de controle conectada aos pinos GPIO do *kit* FPGA, além de visualizar o resultado obtido por meio de video monitoramento.

Referências

BASCIL, M. S.; YAZICI, I.; TEMURTAS, F. A fpga based remote accessible digital system laboratory prototype. *2012 International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education, ICEEE 2012*, p. 49–53, 2012.

CATARINA, U. F. de S. *RELLE - Ambiente de Aprendizagem com Experimentos Remotos*. 2023. Disponível em: <http://relle.ufsc.br/labs>.

CHU, P. P. *FPGA Prototyping by VHDL Examples*. [S.l.]: Wiley, 2008.

GARCIA-LORO, F. et al. Pilar: Sharing visir remote labs through a federation. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, IEEE Computer Society, April-2019, p. 102–106, 4 2019. ISSN 21659567.

INTEL. *Remote Access to FPGA Lab*. 2023. Disponível em: <https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/videos/remote-access-to-fpga-lab.html>.

MAYOZ, C. A. et al. Fpga remote laboratory: Experience of a shared laboratory between upna and unifesp. *Proceedings - 2020 14th Technologies Applied to Electronics Teaching Conference, TAEE 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 7 2020.

POST, L. S. et al. Effects of remote labs on cognitive, behavioral, and affective learning outcomes in higher education. *Computers & Education*, Pergamon, v. 140, p. 103596, 10 2019. ISSN 0360-1315.

PRETZ, K. *Remote Learning Made Easier With This Startup's Online Engineering Labs - IEEE Spectrum*. 2020. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/remote-learning-made-easier-with-this-startups-online-engineering-labs#toggle-gdpr>.