



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO
COORDENADORIA DE TELEMÁTICA DO CAMPUS MARACANAÚ
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

MAYANNA RODRIGUES FERREIRA

**CONSTRUINDO UM PERFIL DO CONSUMO ENERGÉTICO DE
ALGORITMOS EM UMA PLATAFORMA EMBARCADA**

**MARACANAÚ
2020**

MAYANNA RODRIGUES FERREIRA

CONSTRUINDO UM PERFIL DO CONSUMO ENERGÉTICO DE ALGORITMOS EM UMA PLATAFORMA EMBARCADA

Monografia submetida à Coordenadoria de Telemática e à Coordenadoria do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal do Ceará - Campus Maracanaú, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Área de pesquisa: Aprendizagem de Máquina

Orientador: D.^r AMAURI HOLANDA
SOUZA JUNIOR

Maracanaú
2020



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
TELECOMUNICAÇÕES

MAYANNA RODRIGUES FERREIRA

Esta Monografia foi julgada adequada para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da Computação, sendo aprovada pela Coordenadoria de Telemática e pela Coordenadoria do curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Campus Maracanaú do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará e pela banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Otavio
Instituto Federal do Ceará - IFCE

Fortaleza, 10 de Abril de 2020

Para meus pais

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos a todo que me ajudaram a estar aqui hoje.

“O maior inimigo do conhecimento não é a ignorância,
é a ilusão do conhecimento.”

Stephen Hawking

Resumo

A tecnologia está onipresente atualmente, isso se deve em muito por causa da internet das coisas, já que com ela possibilitou a automatização de diversos equipamentos. Muitos desses sistemas de automação de como plataforma central um sistema embarcado. O presente trabalho propõe explorar uma plataforma chamada Repito para que assim possa traçar o perfil do consumo de energia de alguns algoritmos implementados em sistemas embarcados.

Palavras-chaves: Sistemas embarcados, perfil energético, internet das coisas.

Abstract

The technology is ubiquitous today, this is due in large part because of the internet of things, since it enabled the automation of various equipment. many of those automation systems as a central platform for an embedded system. This work proposes to explore a platform called Repito so that it can outline the energy consumption profile of some algorithms implemented in embedded systems.

Keyword: Embedded systems, energy profile, internet of things.

Sumário

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Lista de Abreviaco es

1	Introdução	12
1.1	Motivação	12
1.2	Objetivo Geral	13
1.2.1	Objetivos Especificos	13
1.3	Organizacao da tese	13
2	Fundamentação teórica	14
2.1	Sistemas embarcados	14
2.1.1	Modelos Matematicos	15
2.1.2	Simuladores	15
2.1.3	Osciloscopio	15
2.1.4	Ripeto	16
3	Método Proposto	17
4	Cronograma	18
5	Referências	19

Lista de Figuras

1	Figura 1 - The IoT market will be massive. Fonte IHS (2016)	14
2	Figura 2 - Esquema utilizado para as medições com o Osciloscópio. Retirado de (Neto; Moreno; Matos, 2011).	16
3	Figura 3 - Arquitetura da Plataforma. Retirado de (ALCANTARA; DE LIMA; FURTADO, 2019)	16

Lista de Tabelas

1	Cronograma de pesquisa	18
---	----------------------------------	----

Lista de Abreviaco​es

FPGA	Field-programmable gate array
IoT	Internet of Things
DSP	Digital Signal Processor
VLSI	Very Large Scale Integration
CPU	Central Processing Unit
EHES	Energy harvesting embedded systems
DRAM	Dynamic Random Access Memory

INTRODUÇÃO

A tecnologia está cada vez mais presente na vida da sociedade atual. As evoluções dessas tecnologias nas últimas décadas foram enormes. Hoje, elas estão presentes em diversos âmbitos da sociedade, como na agricultura, no comércio, nos equipamentos médicos, no monitoramento de rodovias, nas casas e até no corpo humano. Nesse cenário, os sistemas embarcados tornam-se cada vez mais presentes no cotidiano.

Os sistemas embarcados têm muitas características que os beneficiam, tais quais: o preço acessível, a portabilidade e a capacidade de processamento, que só vem aumentando com o passar dos anos, além do baixo consumo de energia.

Muitos desses equipamentos irão passar longos períodos sem nem uma intervenção humana. Sendo assim, apesar de seu pequeno consumo de energia, é muito importante ter uma noção exata de quanto ele será, para que, dessa forma, seja possível aumentar a autonomia do sistema e, conseqüentemente, sua vida útil. O consumo de energia desses dispositivos pode variar muito em função das operações atreladas a aplicação, dos modos de operação e dos periféricos utilizados. O que também pode contribuir para o gasto energético são os softwares utilizados no sistema.

1.1 Motivação

Diante da proeminente proliferação dos sistemas embarcados na sociedade e de todos os desafios existentes para torná-los mais eficientes quanto ao consumo energético, torna-se necessário ter conhecimento do perfil energético de determinados algoritmos que nos dispositivos serão utilizados. Com a construção dos perfis energéticos, seria mais fácil comparar e decidir qual algoritmo utilizar em determinados dispositivos e situações e, por consequência, o sistema desenvolvido

seria mais eficiente.

1.2 Objetivo Geral

Traçar, de forma consistente, um perfil de consumo de energia de alguns algoritmos em um sistema embarcado em diferentes situações, permitindo, assim, uma avaliação apurada para uso em plataformas de simulação.

1.2.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são os seguintes:

- Utilizar a plataforma apresentada no artigo *An FPGA-based evaluation platform for energy harvesting embedded systems* (ALCÂNTARA; DE LIMA; FURTADO, 2019) para fazer os experimentos;
- Empregar os perfis de consumo de energia gerados em diferentes condições, para uso como fonte de dados para simulações;
- Comparar os perfis de consumo de um mesmo algoritmo em diferentes condições.

1.3 Organizacao da tese

Esta dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma: este primeiro capítulo trata da contextualização do tema, aponta o objetivo geral e os específicos do trabalho; no segundo capítulo, será apresentada a fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento do projeto, sendo descritos os conceitos relacionados a consumo energetico; a descrição da solução proposta será detalhada no terceiro capítulo;

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentadas algumas formas de construir um perfil de consumo energético de algoritmos implementados em sistemas embarcados com exemplos de casos de usos e algumas técnicas de calcular o consumo de energia de algoritmos. Por fim, é apresentada uma técnica de emulação de captura de energia detalhando suas especificidades.

2.1 Sistemas embarcados

A enorme evolução dos sistemas embarcados fez com que a sociedade se tornar, de certa forma, dependente deles, já que eles são essenciais para diversos setores, desde o automotivo até a medicina chegando até mesmo no vestuário. Esse progresso se deve também ao crescimento da Internet das Coisas (IoT) que ainda deve crescer muito nos próximos anos como mostra graficamente a Figura 1 da IHS (2016).

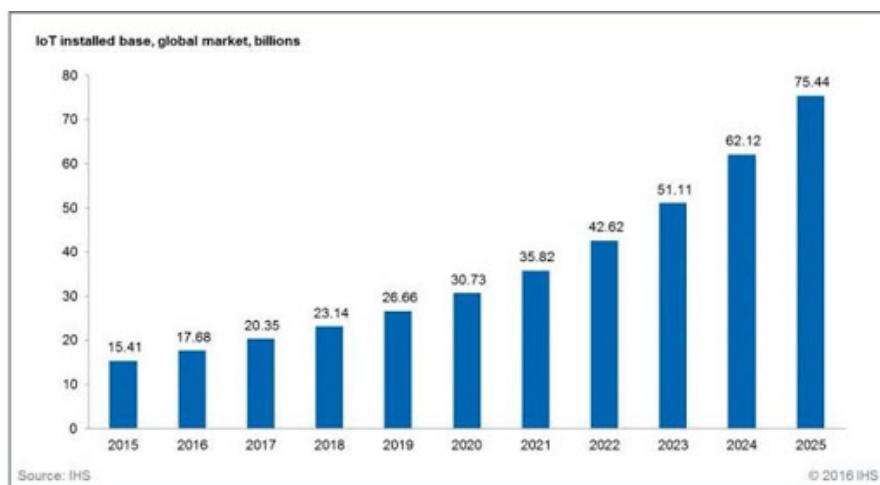


Figura 1: Figura 1 - The IoT market will be massive. Fonte IHS (2016)

Os avanços da microeletrônica proporcionaram o surgimento de diversos

microprocessadores, microcontroladores, processador de sinais digitais (DSP) e FPGA baseado em VLSI. Essas plataformas tem um papel primordial para o IoT, já que é com elas que acontece a automação de diversos sistemas. Cada um desses microeletrônicos tem suas peculiaridades porém todos eles têm algo, muito nítido, em comum eles dependem de energia para seu funcionamento. Saber quanto é seu consumo energético se torna importante para seu total aproveitamento, uma parte desse consumo vem do algoritmo que está implementado no sistema. Para saber o consumo energético de determinados algoritmos existem alguns métodos que serão abordados a seguir.

2.1.1 Modelos Matematicos

Construir um modelo matemático que possa determinar o desempenho energético um sistema sem que ele esteja montado fisicamente seria muito interessante, já que assim simplificaria e muito o processo de produção. Um modelo com essas características já foi construído para redes de sensores sem fio. O modelo proposto aborda uma parte importante do processo operacional das redes de sensores visuais sem fio, que é o processamento interno nos nós sensores (CERQUEIRA; COSTA, 2019).

2.1.2 Simuladores

Existem alguns simuladores de consumo energético um desses é o Sim-Panalyzer. O SimpleScalar é um simulador de arquitetura computacional que modela um computador virtual com CPU, cache e hierarquia de memória e com base nesse modelo consegue simular programas reais executando sobre a plataforma especificada (LIMA; et al., 2012).

2.1.3 Osciloscópio

Dentre de todos os métodos relatados acima o osciloscópio é o mais tradicional quando se trata de medição de consumo de energia. Para a medição do consumo de energia foi usado o osciloscópio para medir a corrente consumida pelo processador ao executar o algoritmo desejado. Para medir a corrente, foi inserido um resistor de 0.333 Ohm conectado em série com o cabo de alimentação ATX12V da placa mãe

e medida a diferença de voltagem da entrada e saída do resistor de shunt que foi inserido em série no circuito da placa principal, conforme se observa na Figura 2 (NETO; MORENO; MATOS, 2011) .

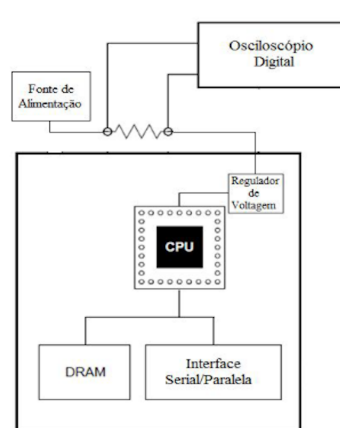


Figura 2: Figura 2 - Esquema utilizado para as medições com o Osciloscópio. Retirado de (Neto; Moreno; Matos, 2011).

2.1.4 Ripeto

Apresentamos Ripeto, uma plataforma de avaliação para EHES que pode imitar o comportamento do transdutor de captação de energia e registrar em rastreamentos de energia de memória e dados do analisador lógico para assegurar adequadamente o desempenho de um EHES (ALCANTARA; DE LIMA; FURTADO, 2019). O Ripeto é baseado em um FPGA Spartan6, da Xilinx, com 32 Mb de memória de DRAM acoplada.

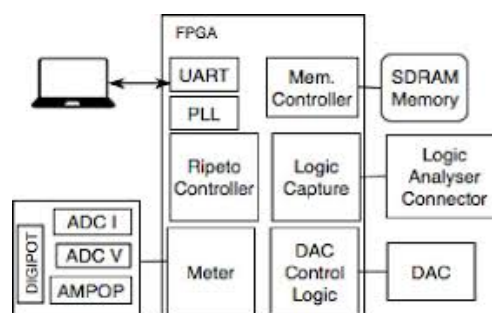


Figura 3: Figura 3 - Arquitetura da Plataforma. Retirado de (ALCANTARA; DE LIMA; FURTADO, 2019)

O elemento central, o FPGA é onde os componentes lógicos são implementados. A intenção com essa plataforma é capturar os perfis de fornecimento de energia de fontes renováveis e reproduzi los de forma consistente.

MÉTODO PROPOSTO

Neste capítulo, são detalhados como os conceitos teóricos da seção anterior são colocados em prática na elaboração do que proposto. O estudo baseia-se fundamentalmente nos manuais dos fabricantes dos modelos dos microcontroladores escolhidos e no artigo *An FPGA-based evaluation platform for energy harvesting embedded systems* (ALC NTARA; DE LIMA; FURTADO, 2019) para fazer os experimentos.

Para os experimentos, deverão ser realizada uma primeira etapa, onde ocorre uma revisão aprofundada o artigo anteriormente citado. Uma segunda, onde os algoritmos serão implementados e testados. Na terceira etapa, o Repito será utilizado, assim como o osciloscópio para se obter resultados quanto ao consumo energético. Por fim, na quarta etapa, com os resultados em mãos os perfis porão ser traçados com uma alta precisão.

CAPÍTULO 4

CRONOGRAMA

Neste capítulo será apresentado o cronograma para realização o que foi proposto no capítulo anterior. A pesquisa deverá acontecer em um período de seis meses.

Tabela 1: Cronograma de pesquisa

Mês	O que será feito
1	Levantamento bibliográfico e elaboração do projeto
2	Implementação de algoritmo
3	Realização de experimentos
4	Realização de experimentos
5	Coleta de dados e elaboração dos perfis de consumo
6	Redação do trabalho, revisão e entrega da monografia

REFERÊNCIAS

CERQUEIRA, Marcos Vinícius Bião; COSTA, Daniel Gouveia. Um Modelo Matemático para Estimativas do Consumo de Energia em Redes de Sensores Visuais sem Fio. TEMA (São Carlos), v. 20, n. 2, p. 257-276, 2019.

DOS ANJOS LIMA, Felipe et al. Estudo do Consumo de Energia do Algoritmo Criptográfico AES no simulador da arquitetura ARM Sim-Panalyzer.

SANTOS NETO, Lealdo; MORENO, Edward David; BC DE MATOS, Leila. TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM PLATAFORMAS COMPUTACIONAIS. Revista de Sistemas e Computação-RSC, v. 1, n. 2, 2012.

ALCANTARA, Roberto Paulo Dias; DE LIMA, Otavio Alcantara; FURTADO, Corneli Gomes. An FPGA-based evaluation platform for energy harvesting embedded systems. In: 2019 32nd Symposium on Integrated Circuits and Systems Design (SBCCI). IEEE, 2019. p. 1-6.