

Casa Autônoma com FPGA

Hércules Ismael de Abreu Santos

Faculdade do Gama

Universidade de Brasília

Gama-DF, Brasil

ismael-456@hotmail.com

Github: https://github.com/ismaelg456g/Projeto_de_Circuitos_Reconfiguraveis_Hercules

Matheus Moreira da Silva Vieira

Faculdade do Gama

Universidade de Brasília

Gama-DF, Brasil

matheus.silvadf@gmail.com

Github: /matheusmsvieira

Resumo - Este projeto visa simular uma automação residencial com luzes externas e internas proporcionando praticidade e economia de energia.

Palavras-chave - Automação; VHDL; FPGA;

I. JUSTIFICATIVA

Considerando os crescentes avanços na automação residencial, cada vez mais quer-se obter mais facilidades para as tarefas do dia-a-dia. Desde tarefas como lavar roupas, lavar louças, ou mesmo fazer café, o que se vê é um avanço na maneira de se fazer estas tarefas, tornando-as cada vez mais fáceis. Com a automação de processos do cotidiano cada vez mais presentes, surge o termo “Casa Inteligente”, para descrever a ideia de uma casa cada vez mais autônoma, gerando conforto, praticidade e segurança para o cotidiano.

Com isso em mente, deseja-se aplicar um sistema para controlar as luzes de uma casa com mais eficiência, de modo a gerar economia. A ideia consiste em controlar as luzes através de uma FPGA, e a partir de botões temporizar o acionamento das luzes de uma casa. O controle será feito de forma que se o usuário eventualmente esquecer de desligar as lâmpadas, como lâmpadas da área de serviço, ou jardim, que são facilmente esquecidas, o sistema então a partir de um limiar de tempo já pré-estabelecido irá desligar estas luzes, gerando economia desta forma. Além disso, o projeto contará com um sensor de gás para que reconheça a presença de gases nocivos como GLP (gás de cozinha) e monóxido de carbono, visto que muitos acidentes acontecem por pessoas esquecerem alguma boca do fogão aberta, mangueiras furadas ou, em estabelecimentos, câmaras de gás subterrâneas

II. OBJETIVOS

Este projeto tem como objetivo a produção de um sistema de controle de luzes domésticas a partir de um sensor de presença e um temporizador e um detector de gases inflamáveis e/ou tóxicos.

III. METODOLOGIA

Para executar isto, foi necessário a especificação dos blocos lógicos necessários a essa aplicação. Foi necessário reconhecer o sensor como entrada além de uma chave simbolizando o interruptor, bloco divisor de clock e enviar um sinal para acender e apagar uma lâmpada. Depois foi feita a descrição do hardware em cada módulo, em VHDL. Foram testados os módulos, para então uni-los, agregando ao protótipo, testá-lo, e adquirir como fim o protótipo final.

O funcionamento foi da seguinte forma: Após o acionamento do interruptor um contador de 10 minutos irá iniciar a contagem. Após os 10 minutos o próprio contador vai acionar o sensor de presença que irá apagar a lâmpada se ele perceber uma inatividade de movimento por 5 minutos ininterruptos. Se o sensor reconhecer algum movimento dentro desses 5 minutos o contador irá zerar. Se o interruptor for acionado novamente a luz será apagada. O funcionamento do sensor de gás será da seguinte forma: se o sensor detectar a presença dos gases de cozinha ou monóxido de carbono o circuito fará com que as luzes pisquem de forma .Os testes serão feitos com tempos menores para facilitar a apresentação do projeto.

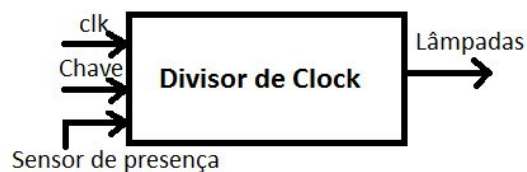


Fig. 1 - Diagrama de blocos da primeira parte do projeto

IV. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Muitos projetos e pesquisas são feitas nesta área, do qual podemos citar algumas aqui.

Usando FPGA, há um projeto da Sandip Foundation (SITRC), de Nashik na Índia [1], que utiliza FPGA como uma forma de automatizar casas. Seu sistema utiliza a FPGA como um controlador para automatizar vários aspectos de uma casa. Este projeto automatiza um ventilador, a partir de uma leitura de temperatura, as luzes da casa, a partir de um sensor de luminosidade, o LDR, implementa um sistema de alarme para vazamentos de gás, e controla a porta, trancando quando necessário. Todo este sistema se comunica por Wi-Fi com o celular do usuário, comunicando todas as ações executadas pelo sistema, e permitindo ao usuário ter controle do sistema.

Há também um projeto com controle de luzes de uma residência implementado em FPGA [2], na placa Basys 3, que aciona as luzes e temporiza seu desligamento, semelhante ao projeto que se quer implementar este.

Também pode se citar o uso de FPGA em automatização de sistemas de medição de umidade e temperatura controlados remotamente [3], em que são utilizados FPGA para automação.

V. RESULTADOS

Para a primeira fase de testes do projeto, procurou-se obter a lógica em hardware, no VHDL, para controlar as luzes de uma residência como proposto no projeto.

Nesta fase porém, não se testará a lógica diretamente com o sensor a ser utilizado, e as lâmpadas. Para efeito de teste da lógica, utilizar-se-á os interruptores e leds disponíveis na própria placa em que se deseja desenvolver o projeto.

Assim, foram produzidos os blocos lógicos para a divisão do clock da placa, e o bloco que faz a contagem do tempo para desligar as luzes quando há inatividade prolongada na casa.

Neste teste, utilizamos uma divisão do clock para 1 Hz, de forma a obter uma contagem em segundos, assim ao se contar 10 segundos de inatividade, as luzes são desligadas automaticamente.

Também foi produzido um testbench, para se observar o comportamento da lógica na ferramenta do Vivado, de modo a obter uma visualização mais clara da lógica. Para o testbench reduziu-se a divisão do clock para um fator de 2, de modo que a frequência utilizada na simulação foi de 50 MHz, esta alteração deve ser feita para se conseguir simular na ferramenta, pois simular muitos segundos de comportamento é computacionalmente dispendioso para a ferramenta.

O próximo passo seria a conexão do sensor de movimento e das lâmpadas, através de um optoacoplador, que servirá para isolar a alta tensão das lâmpadas da baixa tensão da FPGA. Porém conseguiu-se um kit com relé e optoacoplador integrados o que facilitou a implementação.

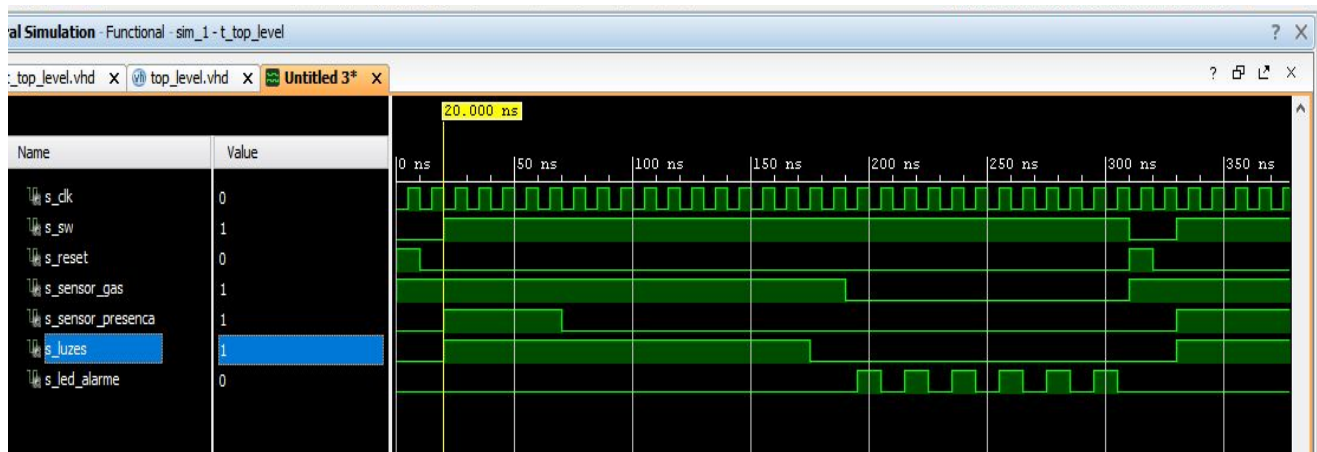
Assim, partindo para o próximo passo, foi feito um algoritmo em VHDL para fazer a interface do entre a FPGA e os sensores e a lâmpada a ser acionada. Foi adicionado a esse código a interface entre um sensor de gás, para detectar possíveis vazamentos de gases inflamáveis, acionando assim um led de alarme para avisar do perigo iminente de tal vazamento.

O acionamento da lâmpada foi feito através de uma porta GPIO (Porta digital de uso geral) da placa, que se liga à lâmpada por meio de um optoacoplador, ligado à um relé, que aciona a lâmpada, isso porque a FPGA não opera em corrente alternada, como uma lâmpada comum de uso doméstico, por isso é necessário isolar o circuito de controle, que inclui a FPGA, do circuito de força, que é o circuito para se acionar a lâmpada.

Os sensores também foram interfaceados com a basys 3, através de portas GPIO.

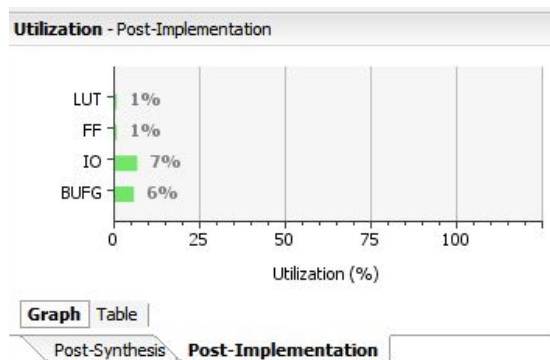
Por fim testou-se o projeto a partir da arquitetura desenvolvida até aqui, e obteve-se sucesso na implementação do controle da lâmpada através dos sensores.

Foi produzido um testbench para teste do projeto resultou nas seguintes formas de onda:



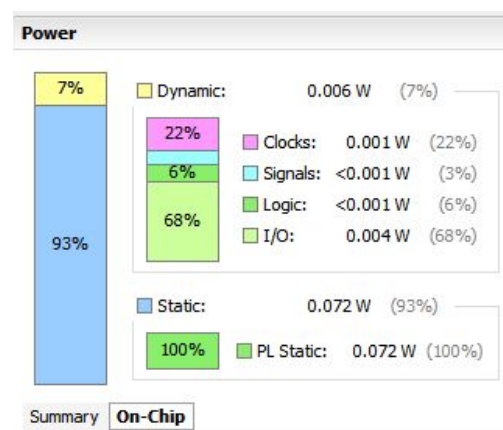
A partir deste testbench podemos analisar o funcionamento do projeto. Primeiro temos o acionamento do reset para resetar o sistema, depois é acionado o interruptor (s_{sw}), que logo aciona a lâmpada (s_{luzes}), e após isso o sensor de presença passa vários ciclos de clock em nível lógico baixo, e após 10 ciclos, a lâmpada é desligada, como definido no código, e então, em sequência o sensor de gás é acionado, em nível lógico baixo, o que resulta no acionamento do led de alarme, que fica piscando enquanto o sensor de gás está detectando gases inflamáveis.

O consumo de recursos deste projeto na FPGA, foi estimado da seguinte forma:



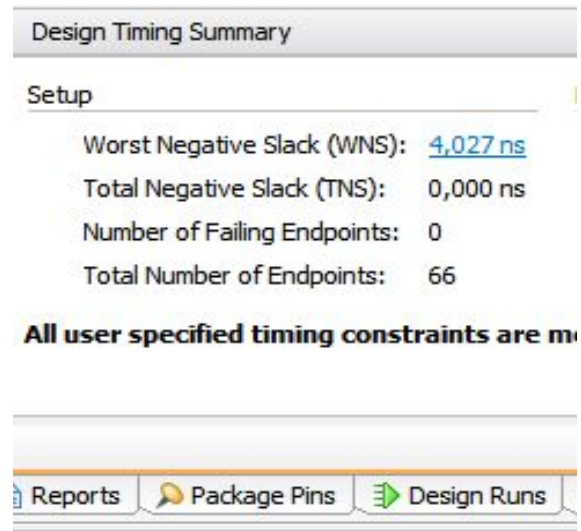
De modo que, por ser uma arquitetura simples, houve um consumo de recursos bem baixo, sendo os maiores índices de utilização da placa, as portas IO, e os buffers de clock BUFG.

O consumo de energia foi estimado como:



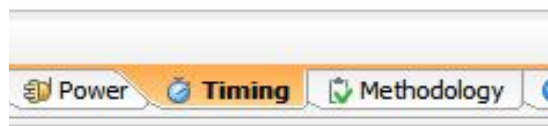
De forma que obtivemos um consumo baixo de energia, com um total de 72 mW de potência utilizada.

Para as especificações de timing obteve-se os resultados:

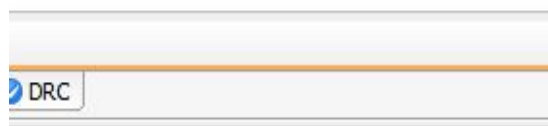


Hold	
Worst Hold Slack (WHS):	0,157 ns
Total Hold Slack (THS):	0,000 ns
Number of Failing Endpoints:	0
Total Number of Endpoints:	66

iet.



Pulse Width	
Worst Pulse Width Slack (WPWS):	4,500 ns
Total Pulse Width Negative Slack (TPWS):	0,000 ns
Number of Failing Endpoints:	0
Total Number of Endpoints:	67



De modo que a maior folga de setup do dispositivo é de 4.027 ns, e a maior folga de hold foi de 0.157 ns.

VI. CONCLUSÃO

Este trabalho teve por finalidade implementar um protótipo de sistema de automação residencial com dois módulos a partir dos conhecimentos adquiridos com a disciplina de Projetos de Circuitos Reconfiguráveis em VHDL utilizando o kit FPGA Basys 3. O projeto funcionou perfeitamente em relação ao esperado, inclusive sendo apresentado no dia anterior à data final estipulada pelo professor. Foi necessária apenas a utilização de um fonte de 5V pois o kit FPGA utilizado possui apenas saída de 3.3V e os sensores utilizados necessitavam de alimentação 5V. Já o módulo relé/acoplador conseguiu funcionar com o sinal de saída da Basys 3 de 3.3V. Portanto, é possível dizer que se obteve êxito no projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] SHARMA, Sanjeev; DEOKAR, Revati. FPGA Based Cost Effective Smart Home Systems. In: **2018 International Conference On Advances in Communication and Computing Technology (ICACCT)**. IEEE, 2018. p. 397-402.
- [2] ALEX, “FPGA Automated House Lights”, Disponível em: <https://www.instructables.com/id/FPGA-Automated-House-Lights/> Acesso em 10 abr. 2019
- [3] EL-MEDANY, Wael M. FPGA implementation for humidity and temperature remote sensing system. In: **2008 IEEE 14th International Mixed-Signals, Sensors, and Systems Test Workshop**. IEEE, 2008. p. 1-4.