

A ODISSEIA DAS REDES DE TRANSISTORES: EXPLORANDO CAMINHOS LÓGICOS

KATHE BESERRA; HENRIQUE KESSLER; LEOMAR SOARES DA ROSA JR.

Universidade Federal de Pelotas – kathe.isabelle@inf.ufpel.edu.br

Universidade Federal de Pelotas – hckessler@inf.ufpel.edu.br

Universidade Federal de Pelotas – leomarjr@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Circuitos Digitais (CD) é um tema importante devido a abrangência de aplicação direta ou auxiliar em diferentes áreas de conhecimento, a larga utilização de CD se dá devido ao avanço das tecnologias de concepção de circuitos integrado dentro da área de microeletrônica. Porém a disciplina de Circuitos Digitais, ofertada em diversas universidades para cursos de Ciência e de Engenharia de Computação, frequentemente é recebida com desinteresse ou grande dificuldade (Carvalho e Nakamura 2013); tal dificuldade pode ser causada pela necessidade de conhecimentos específicos que não são abordados em disciplinas anteriores.

O uso de tecnologias para auxiliar tarefas didáticas tem sido um grande aliado no ensino (Hecktheuer, 2013). É vantajoso utilizar esses recursos como meio de cativar e facilitar o aprendizado. Fazendo uso da interação, é possível motivar o aluno na atividade de forma lúdica, assim como apresentado por (Silva e Kodama, 2004), e iniciar o processo onde transforma-se dificuldade em busca pelo conhecimento.

Os jogos podem ser uma ferramenta tecnológica envolvente no suporte ao ensino, por isso utilizando o motor de jogos Unity associado a ideias que pudesse ser cativante, desenvolveu-se um jogo eletrônico que apresenta e explora conceitos fundamentais da área de Técnicas e Circuitos Digitais com foco em rede de transistores. De maneira que o jogo possa auxiliar na fortificação dos conhecimentos básicos e avançados que envolvem o tema.

O jogo desenvolvido é *2D*, com perspectiva de câmera *top-down* e do gênero de *puzzles* (quebra-cabeça), onde as fases exploram conceitos de CD e em cada nível dessas fases apresenta-se um desafio, onde o jogador deve explorar a propagação do sinal através da rede de transistores.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma exploração aprofundada dos princípios teóricos de Sistemas Digitais (SD) para a criação do jogo proposto. A fundamentação se dá partindo de funções lógicas, as quais são funções matemáticas compostas por entradas e saídas em valores binários ('0' - falso, '1' - verdadeiro). Estas funções podem conter "*n*" variáveis de entrada que relacionam a saída a uma série de "*n*" bits com uma combinação desses valores binários. De acordo com Klock (Klock et al., 2010) a saída de uma função lógica é sempre '0' ou '1', enquanto a entrada pode ser de um ou mais bits. As variáveis Booleanas podem assumir valores de '0' ou '1', e operadores lógicos (E (*), OU

(+) e Negação (!)) podem ser aplicados a essas variáveis para alterar o valor de saída. Para representar uma função Booleana, as equações Booleanas são utilizadas, as quais são expressões matemáticas que combinam variáveis Booleanas e operadores lógicos. A Equação (1) apresenta um exemplo de uma equação Booleana.

$$F = !((A + B) * (C + D)) \quad (1)$$

Este trabalho dá ênfase na construção e funcionamento de redes de transistores. Estas redes são construídas com base em funções Booleanas, onde o componente principal é a chave. As chaves podem agir como chaves primárias quando conduzem corrente elétrica com um sinal verdadeiro no terminal de controle ou como chaves complementares quando conduzem com um valor falso. Ao combinar estes tipos de chaves em arranjos, é possível criar redes que interconectam terminais de acordo com as funções lógicas que implementam. Uma chave digital é um dispositivo de três terminais, um terminal de controle que abre ou fecha o contato entre os outros dois terminais, as chaves são uma abstração para o comportamento dos transistores: o terminal de controle é o *gate* (porta) do transistor.

A tecnologia *CMOS* utiliza transistores *NMOS* (chaves diretas) e *PMOS* (chaves complementares) para implementar essas chaves. Neste trabalho é explorada a configuração série-paralelo dessas chaves para criar uma estrutura de grafo dual que permite derivar uma rede logicamente complementar.

Estes conceitos são fundamentais e necessários nas disciplinas ligadas a SD, porém é recorrente que os discentes tenham dificuldades na compreensão do conteúdo (Carvalho e Nakamura, 2013). Sendo assim, pensou-se na criação de um jogo que explorasse conceitos ligados a rede de transistores capaz de despertar o interesse dos estudantes. Uma rede de transistores simples como por exemplo um inversor, possui uma única variável Booleana a qual é implementada nos diferentes planos, essa variável pode assumir o valor verdadeiro ou falso, e dependendo deste valor permite um determinado caminho elétrico, sendo este pela rede de *pull-up* ou de *pull-down*. Em uma rede mais complexa, com um número maior de variáveis Booleanas, o crescimento de caminhos possíveis é exponencial, dificultando a compreensão.

Para explorar esses conceitos dentro do jogo, as alavancas são o elemento principal. Criando um sistema de *puzzle*, cada alavanca é atribuída a uma variável da função booleana que pode assumir valor de '0' ou '1'. O jogador poderá ver a rede por completo e deve associar que o valor colocado na alavanca irá ativar um caminho dentro da rede de transistores. Este por sua vez, após determinar valores em cada alavanca, deverá percorrer a rede pelo caminho permitido pelos valores selecionados. O jogo propõe que o jogador apresente domínio das relações entre as variáveis e os planos distintos da porta lógica. Caso o jogador não compreenda e percorra um caminho incorreto, ele será penalizado com a morte do personagem e irá reiniciar a fase na sala de comando com as alavancas. Caso ele realize o caminho correto, este deve coletar todos itens que

estão presentes no meio da rede de transistores e levá-los até a saída da fase, assim o jogador vence e passa para o próximo nível.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fase inicial do jogo foi desenvolvida utilizando o motor de jogos da *Unity* e a linguagem de programação *C#*. A escolha da *Unity* como plataforma permite a criação da interface visual da fase e a implementação de funcionalidades por meio de scripts em *C#*. Além disso, foram utilizados recursos de jogos, conhecidos como *assets*, em conjunto com o pacote *2D* da *Unity*. Essa combinação de modelos *2D*, texturas e animações foi responsável por criar todos os elementos visuais da fase. O uso do *Sprite Renderer* possibilitou a renderização e exibição de imagens *2D* na cena, enquanto os *Tilemaps* simplificam a construção do cenário de forma eficiente. As câmeras *2D* permitiram o controle da perspectiva da cena e acompanharam o movimento do personagem, oferecendo também a opção de zoom no avatar.

No contexto do jogo, a representação da rede de transistores faz referência à equação Booleana apresentada na Equação (1). A Figura 1 (a) apresenta o esquema da rede de transistores, e a Figura 1 (b) o resultado da fase dentro do *Unity*.

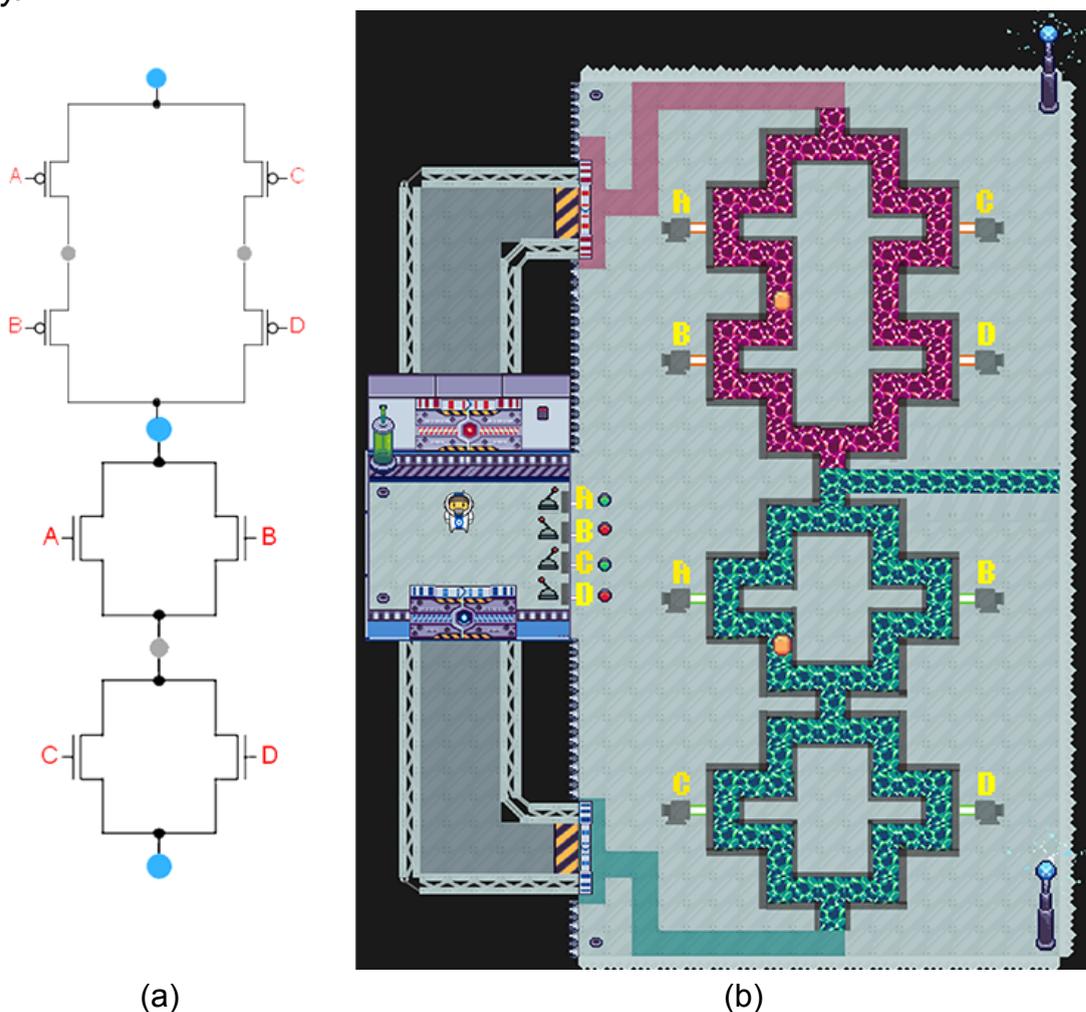


Figura 1: (a) Diagrama da rede de transistores, (b) fase implementada no Unity

Os principais elementos de interação da fase são: os terminais de controle dos transistores, identificados com letras que fazem referências às variáveis Booleanas e as alavancas que são controladoras dos valores verdadeiro ou falso que podem ser assumidos por cada variável ou terminal de controle. Os caminhos com cores distintas apresentam ao jogador a rede *pull-up* em vermelho na parte superior e a rede *pull-down* em verde na parte inferior e o caminho entre eles representa a saída. O jogador deve levar o item coletado, representado como moedas até a saída, respeitando o caminho que a corrente iria percorrer após selecionar os valores atribuídos às variáveis por meio das alavancas.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho aborda um tema relevante no contexto de SD, que são as redes de transistores apresentadas através de uma gamificação, um jogo construído com o objetivo de ensinar conceitos relacionados a redes de transistores. E busca auxiliar no desafio enfrentado pelos estudantes nas disciplinas relacionadas a SD, onde muitas vezes os discentes encontram dificuldades na compreensão do conteúdo. Neste contexto, o jogo inclui *puzzles* que permitem aos jogadores explorar e experimentar os conceitos de redes de transistores de uma maneira interativa e envolvente. E ainda, tem como objetivo se manter fiel aos princípios teóricos e busca fortalecer as relações fundamentais que compõem o tema.

Como trabalhos futuros, será feito um aumento na quantidade de elementos interativos. Estes acréscimos interativos têm como objetivo aprofundar a imersão do jogador e explorar conhecimentos mais aprofundados através de redes mais complexas. Dentre estes elementos, é visado incluir desafios na forma de potenciais antagonistas os quais o jogador deverá combater para atingir o objetivo de coletar itens necessários para vencer as fases. Além disso, serão implementados recursos como a progressão de personagem, a introdução de cenários variados, opções de personalização e a possibilidade de colecionar itens adicionais, todos com a finalidade de criar um ambiente de jogo cativante para os jogadores oferecendo uma jornada de aprendizado prazerosa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE CARVALHO, L. S. G.; NAKAMURA, F. G. Práticas de Ensino na Disciplina de Circuitos Lógicos. **International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)**, v. 2, n. 1, p. 09-12, 2013.

HECKTHEUER, B. B. **Desenvolvimento e Aplicação de Novas Tecnologias no Ensino de Matemática**. 2013. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pelotas.

KLOCK, C. E.; RIBAS, R. P.; REIS, A. I. Karma: um ambiente para o aprendizado de síntese de funções Booleanas. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 18, n. 2, p. 33-42, 2010.

SILVA, A. F.; KODAMA, H. M. Y. Jogos no Ensino da Matemática. In: **II BIENAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMÁTICA**, Salvador, 2004.