

# EPRM - EEPROM

## Dispositivos Lógicos Programáveis

Matuzalém Muller dos Santos      Mathias Silva da Rosa

20 de fevereiro de 2015

### Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar uma breve descrição sobre o desenvolvimento dos dispositivos lógicos programáveis (PLD's) baseando-se na utilização de memórias não voláteis para armazenamento das conexões, focando na tecnologia EPROM e EEPROM de armazenamento. As memórias são dispositivos eletrônicos que são capazes de armazenar informação na forma de bits, sendo posteriormente utilizados por um PLD, por exemplo.

**Palavras-chaves:** PLD, memória, programação, EPROM, EEPROM

## 1 Introdução

Os PLD's (*Programmable Logic Devices*) são dispositivos programáveis em nível de hardware. No interior de seu hardware há conexões programáveis que podem ser configuradas de maneira a atender especificações particulares.

O GAL (*Generic Array Logic*) é um tipo de PLD em que sua programação é feita através de memórias não voláteis, no caso, são usadas as memórias EPROM/EEPROM que serão o foco de estudo deste trabalho. Estes dispositivos estão intrínsecos a outros dispositivos de maior complexidade como os CPLD's (*Complex PLD's*) e FPGA's (*Field Programmable Gate Arrays*), utilizados em larga escala na indústria de desenvolvimento de hardware.

Neste trabalho apresentaremos um breve resumo sobre o funcionamento desses recursos e como eles são aplicados em dispositivos lógicos programáveis.

## 2 Memória

As memórias são dispositivos eletrônicos que possuem o objetivo de armazenar informações na forma de bits. As informações são selecionadas através de uma barra de endereços (*address bus*) e acessadas através de uma barra de dados (*data bus*) bidirecional, onde são "lidos" e "escritos" os bits. As memórias ainda possuem um barramento de controle que seleciona a operação de escrita/leitura da memória.

A estrutura da memória é formada por uma pilha de registradores, onde cada registrador armazena uma quantidade de bits correspondente a quantidade de entradas no barramento de endereços, sendo denominada a quantidade de bits como uma **palavra**. A quantidade de registradores ou palavras que uma memória possui define o seu tamanho. Cada registrador recebe um número que especifica, de forma única, a localização da palavra dentro da memória e é chamado de **endereço**.

Um conceito importante relacionado as memórias é a sua volatilidade. As memórias **voláteis** são aqueles que perdem sua informação armazenada em ausência de energia. Já as memórias **não voláteis** são aquelas onde a informação armazenada permanece a mesma na ausência de energia.

## 3 EPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory*)

As memórias EPROM são memórias reprogramáveis e não voláteis, as quais possuem sua funcionalidade de escrita efetuada por um equipamento denominado Programador, que define o valor de cada bit em cada posição de memória com pulsos elétricos, podendo ser apagada com a irradiação de luz ultravioleta (UV). Por este motivo grande parte das memórias EPROM possuem sua estrutura revestida por cerâmica, para evitar usuais perdas de dados causadas por uma acidental irradiação UV. Possuem também uma janela transparente (geralmente de cristal) que permite a incidência da luz para apagamento, geralmente ocultada por uma capa protetora (um adesivo, por exemplo).

Considerando a matriz de memória, cada célula da intersecção é composta por dois transistores, que são separados por uma fina camada de óxido. O apagamento da memória é completo, ou seja, não é possível apaga-la por setores.

A tecnologia do processo EPROM usa um tipo especial de transistor MOS, conhecido como transistor de porta flutuante, como conexão programável. O dispositivo de porta flutuante utiliza um processo denominado tunelamento Fowler-Nordheim para colocar elétrons na estrutura de porta flutuante. A figura 1 representa um transistor desse tipo.

Em um baixo nível de programação, a EPROM deve ser, primeiramente, totalmente apagada. Em seguida, aplica-se um nível de tensão na linhas "WLs" para selecionar a palavra a ser escrita e aplica-se as informações dos bits nas colunas "BLs"

Em PLD's foram utilizadas essencialmente em GAL's, mapeando as ligações programadas do circuitos e armazenando-as.

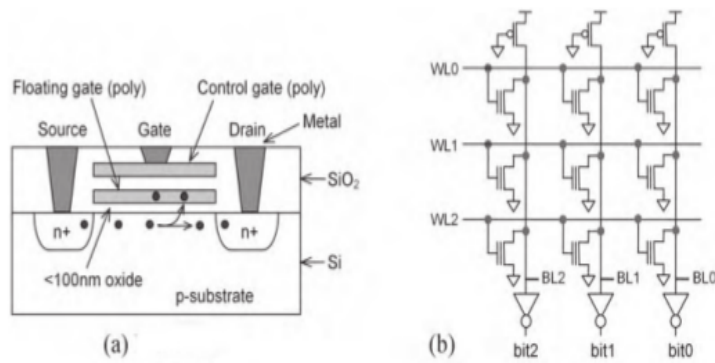


Figura 1 – (a) Estrutura Interna e (b) Arranjos de Transistores MOS de Ponto Flutuante.

## 4 EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*)

A tecnologia EEPROM caracteriza-se como uma estrutura de armazenamento não volátil e reprogramável, tendo como diferença em relação as memórias EPROM seu método de apagamento, que ocorre eletricamente. Outra diferenciação em relação às memórias EPROM é que ela pode ser reprogramada parcialmente, não havendo necessidade de apagar totalmente a memória para reprogramá-la.

Em relação a sua estrutura, suas células de memória são compostas por transistores de porta flutuante (*Floating Gate*) e/ou por transistores CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*). Seu método de apagamento pode ser realizado por setores, diferenciando-se da tecnologia EPROM, aplicando um campo elétrico na célula alvo. Atualmente, muitas EEPROM's têm utilizado um novo dispositivo de ponto flutuante denominado trãnsistor FLOTOX (transistor-gate tunneling oxide). Esse dispositivo permite que ao se aplicar uma tensão invertida os elétrons retornem para o dreno, apagando o transistor. A figura 2 representa um transistor desse tipo. A programação em baixo nível é semelhante as memórias EPROM's.

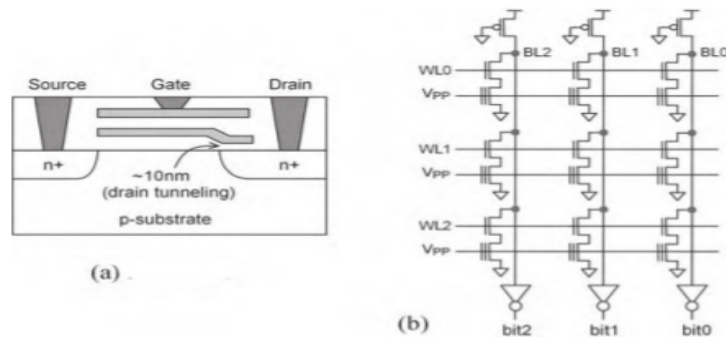


Figura 2 – (a) Estrutura Interna e (b) Arranjos de Transistores FLOTOX.

Utilizadas sobretudo em GAL's e em CPLD's (PLD's que possuem em sua

estrutura diversas GAL's).

## 5 PLD (*Programmable Logic Devices*)

Os PDLs são circuitos integrados que podem ser configurados a nível de hardware. Sua característica mais relevante é o fato que podem ser programados pelo usuário, eliminando a necessidade da fabricação de um circuito integrado específico para um determinado projeto. Essa característica facilita as prováveis mudanças que um projeto pode apresentar e com isso, tanto o ciclo de projeto como os custos, são reduzidos.

A programação de dispositivos PLD com memória EPROM ocorre usando uma ferramenta especial conhecida como programador de dispositivo. O dispositivo é inserido no programador, o qual é conectado a um computador que executa um software de programação (FLOYD, 2007).

A programação de PLDs com memória EEPROM ocorre de forma diferente, a memória é programada dentro do sistema (*ISP -in-system programming*). Dentre os recursos disponíveis em um dispositivo PLD encontram-se interfaces e circuitos que permitem sua conexão em um computador, permitindo a programação e descartando o programador citado na tecnologia anterior.

## 6 Conclusões

Os PLD's são dispositivos utilizados em larga escala na indústria de desenvolvimento de hardware para projetos específicos, e por isso, seu estudo é de grande importância para qualquer área relacionada a tecnologia. A tecnologia de PLD's foi um grande avanço para as indústrias de telecomunicações e de outras áreas tecnológicas.

Porém, para realizar um estudo completo sobre os PLD's é fundamental estudar seus métodos de armazenamento (memória), pois é um componente crucial para o funcionamento do componente lógico. As memórias EPROM e EEPROM, foco de estudo neste trabalho, foram um grande avanço na tecnologia dos PLD's, pois permitiram a reprogramação dos dispositivos, e ainda são utilizadas em componentes lógicos mais simples (as tecnologias SRAM e FLASH tornaram-se mais populares).

## 7 Referências

[1] PEDRONI, Volnei A. **Eletrônica digital moderna e VHDL**; 1ª ed. Rio de Janeiro:Elsevier, 2010. 619p.

[2] FLOYD, Tom. **Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações**; 9ª ed. Porto Alegre:Bookman, 2010, 888p.

[3] JUNIOR, Vidal P. S. **Aplicações Práticas do Microcontrolador 8051**; 12ª ed. São Paulo:Erica, 2003. 245p.

[4] MOECKE, Marcos. **Página da Disciplina de DLP**. Disponível em: <http://goo.gl/8qd4Dl>. Acesso em fevereiro de 2015.

[5] WERNER, T., SARAIVA, L. **Memórias**. Disponível em: <http://goo.gl/QqOyHj>. Acesso em fevereiro de 2015.