

EA076 – LABORATÓRIO DE SISTEMAS EMBARCADOS

EXPERIMENTO 4 – Memória E2PROM

Profs. Antonio Quevedo, Wu Shin-Ting e Clésio Tozzi

INTRODUÇÃO

Neste experimento realizaremos o co-projeto da integração de uma memória E2PROM ao Projeto Dirigido [1]. Diferentemente das tradicionais memórias com entrada paralela de 8 *bits*, a memória que utilizaremos neste experimento, AT24C16B [2], tem uma interface serial (de 2 linhas) compatível com o barramento I2C (*Inter-Integrated Circuit*), que é suportado pelo Kinetis KL25Z (Capítulo 38 em [3]). Portanto, embora as conexões físicas sejam simples, é necessário entender o protocolo de comunicação I2C para implementar corretamente a escrita e a leitura de dados na memória.

EXPERIMENTO

1) Consulte a pinagem da memória AT24C16B na seção de *Pin Description* em [2] e as funções dos pinos do Kinetis KL25Z para certificar se o par de pinos PTC10 e PTC11 pode ser alocado para transferência de dados entre elas (Seção 10.3.1 em [3]). Onde você ligaria os pinos de alimentação e os pinos A0, A1 e A2 do *chip* de memória? A partir das dimensões especificadas na folha técnica de AT24C16B (encapsulamento PDIP), desenhe o *chip* de memória e o esquemático das conexões no *Eagle*. Monte o circuito.

2) Leia atentamente a folha técnica da memória [2] e o protocolo de comunicação I2C suportado pelo Kinetis KL25Z [3]. Sintetize a sequência de sinais de controle e de dados necessária no barramento I2C para as operações de escrita e de leitura de uma palavra de 8 *bits*. Qual é o *device ID* do componente? Qual é o tamanho máximo de um bloco (ou uma página) de memória para operações de acesso?

3) Para assegurar o funcionamento correto da memória é imprescindível assegurar a compatibilidade temporal dos sinais. Veja na Tabela 5 em [2] as restrições temporais dos sinais da memória, mais especificamente f_{SCL} , *SDA (Data) hold time*, *SCL start hold time* e *SCL stop hold time*. Consulte a Seção 38.3.2 e a Tabela 38-41 em [3] as possíveis configurações suportadas pelo módulo I2Cx da nossa MCU. Determine os valores que podem ser setados nos campos MUL e ICR do registrador I2Cx_F para que a temporização dos sinais da MCU sejam condizentes com a da memória.

3) Dispõe-se em [4] um conjunto de componentes extras do *Processor Expert* que podem ser importados na nossa plataforma de desenvolvimento *CodeWarrior* [5]. O conjunto inclui um *driver* para memórias seriais com a interface serial I2C (24AA_EEPROM). Consulte [6] e descreva sucintamente os métodos disponíveis nesta interface. É importante observar que embora não haja a opção de *device* 16 (k) no componente, pode-se selecionar o de 8, pois o funcionamento de ambos é similar. Além disso, a configuração do protocolo de comunicação deve ser feita no componente I2Cx dentro da pasta *Referenced_Components*. Escreva com uso destes métodos o algoritmo de escrita e de leitura em bytes e em blocos da memória EEPROM.

6) Com o auxílio do *Processor Expert*, implemente o seu algoritmo de escrita e de leitura da memória E2PROM e teste a sua memória escrevendo e acessando diferentes padrões em todas as posições da memória. Utilize os padrões recomendados na Tabela 1 em [7]. Caso passe o teste, faça a escrita numa posição aleatória da memória uma sequência de caracteres e, em seguida, faça a leitura desta sequência de caracteres.

7) Uma vez estabelecida a comunicação entre o Kinetis KL25Z e a memória, elabore um algoritmo que amostra os dados obtidos pelo sensor de temperatura LM-61 [1] numa periodicidade de 10s e armazenem os na memória, e que exiba a média, o valor máximo e o valor mínimo das amostras armazenadas no LCD quando são pressionadas as teclas 3, 4 e 5 do *keypad*, respectivamente. O algoritmo também deve usar as teclas 6 e 7 para, respectivamente, iniciar a gravação das amostras

(sobrescrevendo dados anteriores) e parar a gravação. Implemente-o com uso do *Processor Expert*. Vale lembrar que o tamanho das amostras pode ser de 8- ou 16-*bits* (Seção 28.3.4 em [3]).

REFERÊNCIAS

Todas as referências podem ser encontradas nos *links* abaixo ou ainda na página do curso.

[1] Projeto Dirigido.

http://www.dca.fee.unicamp.br/courses/EA076/1s2015/roteiros/projeto_dirigido.pdf

[2] ATMEL Two-wire Serial EEPROM

<ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea076/datasheet/AT24C164.pdf>

[3] KL25 Sub-Family Reference Manual – Freescale Semiconductors (doc. Number KL25P80M48SF0RM), Setembro 2012.

<ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea871/ARM/KL25P80M48SF0RM.pdf>

[4] McuOnEclipse Release on SourceForge

<http://sourceforge.net/projects/mcuoneclipse/files/PEx%20Components/>

[5] Export and Import Processor Expert Component Settings

<http://mcuoneclipse.com/2014/10/26/export-and-import-processor-expert-component-settings/>

[6] Driver for Microchip 24xx Serial EEPROM

<http://mcuoneclipse.com/2013/08/18/driver-for-microchip-24xx-serial-eeprom/>

[7] Software Based Memory Testing

<http://www.esacademy.com/en/library/technical-articles-and-documents/miscellaneous/software-based-memory-testing.html>