

**Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação**  
**EA079 - Laboratório de Mini- e Microcomputadores**  
**1º. Semestre de 2012 - Profa. Ting**  
**Roteiro 7 - Teclado**

### 1. Objetivos

1. Revisão de processamento de interrupções por requisição externa.
2. Familiarização com circuito de um teclado.
3. Uma solução para o problema de *bouncing*.

### 2. Preparo (para o início da aula 07/05, 1 a 7, e para o início da aula 14/05, 8 a 11)

1. O que você entende por uma interrupção não mascarável (ver [1])? O sinal IRQ (*interrupt request*) do micro-controlador MCF51CN128 gera interrupções não mascaráveis. De acordo com a seção 2.4.4 de [2] quais pinos podem ser programados para tratar esta classe de sinais?
2. De acordo com a seção 5.4.2 quais são as opções de configuração de um pino IRQ? Conferem com as opções disponíveis no *Processor Expert*? Veja na seção 5.7.1 o *bit* de controle de cada opção no registrador IRQSC.
3. Leia a seção 8.1.1 e sintetize os 4 principais passos de um processamento de exceções.
4. Além do IRQ, o micro-controlador MCF51CN128 permite ainda configurar duas portas, KB1/PTG e KB2/PTE, para requisições externas de interrupção por teclado. De acordo com a seção 9.5 como é a lógica de geração de uma interrupção externa KBIX? E, pensando no funcionamento de um teclado como um periférico intrinsecamente de entrada, você acha que é útil dispor um mecanismo de interrupção para ele?
5. Consulte a seção 9.5.2 e descreva os registradores de controle, de estado e de configuração associados às interrupções KBIX. Em particular, como se configura a porta para que ela seja sensível às bordas de subida? E às bordas de descida?
6. Um teclado 4x3 é de fato um arranjo de 4x3 chaves. Cada chave (i,j), quando fechada, fecha a conexão da linha i com a coluna j. Com base em [3], sintetize um procedimento que detecte a chave fechada, se ligarmos as 3 colunas nos pinos (de entrada) PTF4, PTF5 e PTF6 da porta F, e as linhas nos pinos (de saída) PTF0, PTF1, PTF2 e PTF3 da porta F. Calcule o valor dos resistores limitadores de corrente nas colunas.
7. Elabore uma lógica em que a varredura das chaves só seja feita quando uma chave for fechada. Tal evento gerará interrupção externa a ser captada pelo pino 1 da porta G.
8. Para identificar a tecla acionada, precisa-se varrer todas as linhas e colunas. Para podermos identificar a chave pressionada, quais valores devem ser colocados nos pinos PTF0, PTF1, PTF2 e PTF3? E quais valores espera-se ler nos pinos PTF4, PTF5 e PTF6?
9. *Processor Expert* gera funções SetVal() e ClrVal() que, respectivamente, seta e limpa o sinal em cada pino da porta F. No entanto, é mais eficiente manipular os quatro bits do registrador PTFD simultaneamente. Qual operador lógico em C que nos permite setar e zerar simultaneamente alguns *bits* de um registrador?
10. O que você entende por *bouncing* de uma chave de contato? De acordo com [4], quais são as técnicas de *debouncing*?
11. Neste experimento utilizaremos o mecanismo de interrupção para contornar *bouncing*. Esboce um diagrama de fluxo de controle envolvendo a interrupção externa e uma interrupção interna para "mascarar" transientes das chaves tanto na borda de subida quanto na borda de descida. Veja em [3] uma análise do tempo de transientes das chaves.
12. Componentes para experimento: 4 resistores de 10k, 1 CI7427 e 1 LCD + teclado

### 3. Experimento

1. Faça um esquemático de ligação dos pinos da porta F e do pino 1 da porta G (interrupção externa) com o teclado. Monte o circuito. Escreva um programa que capte o evento gerado pela chave quando é acionada e identifique a chave acionada. Edite o circuito na EAGLE.
2. Escreva um programa que ecoe no LCD, em modo *entrie shift on*, os caracteres digitados.
3. Implemente um sistema que permite um operador fazer consulta do valor do sensor de temperatura mediante a entrada de uma senha pré-definida. Para cada caracter digitado, é ecoado no LCD o caracter "\*" para indicar o reconhecimento do evento. Fica a critério de cada grupo as mensagens e o tratamento de erros.

### 4. Relatório

Descrição dos projetos de *hardware* e de *software* e os testes realizados. A do projeto de *hardware* deve incluir justificativas das escolhas dos componentes e esquemático editado pela EAGLE, e a do projeto de *software* deve conter a listagem dos programas, inclusive as funções pertinentes geradas pelo *Processor Expert*. Alternativa à listagem dos códigos gerados pelo *Processor Expert*: descrever como foram configurados os componentes com uso de *Component Inspector*.

### 4. Referências Bibliográficas

- [1] Frank Vahid e Tony Givargis. Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction, ISBN: 0471386782  
<http://esd.cs.ucr.edu/>
- [2] MCF51CN128 ColdFire® Integrated Microcontroller Reference Manual  
[http://www.freescale.com/files/32bit/doc/ref\\_manual/MCF51CN128RM.pdf](http://www.freescale.com/files/32bit/doc/ref_manual/MCF51CN128RM.pdf)
- [3] Keypad Scan  
[http://esd.cs.ucr.edu/labs/decode\\_key/decode\\_key.html](http://esd.cs.ucr.edu/labs/decode_key/decode_key.html)
- [4] The Ganssle Group, A Guide to Debouncing  
<http://www.ganssle.com/debouncing.htm>