



Problema 3 (Visto 3) – Conversor A/D e LCD

A solução deste problema é individual, de forma a que o aluno comprove seu domínio sobre o assunto. Após resolvê-lo, o aluno deve fazer um pequeno vídeo (**máximo de 2 minutos**) de forma a comprovar sua solução. É importante que este vídeo mostre as diversas respostas do programa. Cada aluno deverá enviar sua listagem e seu vídeo, ambos com o mesmo nome. Serão aceitos apenas dois arquivos por aluno. A listagem de sua solução deve ser autocontida, ou seja, ela simplesmente será copiada para o CCS para comprovar seu correto funcionamento. Será verificado o correto funcionamento de todo programa. **Caso o programa solução entregue não funcione, a nota será zerada.**

Importante: Para cada aluno, serão aceitos apenas um arquivo de código com todo o programa e um arquivo de vídeo.

**Regra para o nome dos arquivos:
Nomes errados serão penalizados em 25%.**

Siga o formato: **TPN-xxxxxxx.ext**

T = sua turma (A, B, C, ...)

PN = Número do problema (P1, P2, ...)

xxxxxx = seu número de matrícula, usando apenas números

ext = extensão que indica o tipo do arquivo (asm, c, avi, ...)

Na primeira linha de seu arquivo com o código devem estar sua matrícula e seu nome.

// xxxxxx – nome do aluno

ÉTICA E HONESTIDADE ESTUDANTIL:

Será verificada a similaridade entre os programas entregues e os demais programas, incluindo os dos semestres anteriores. Caso a similaridade entre dois programas seja grande o suficiente para caracterizar a “cola”, as equipes estão **automaticamente reprovadas**. Oportunamente serão especificadas as datas limite para o visto e para o upload da solução.

OBJETIVO:

Implementar um voltímetro com dois canais, mostrando o resultado no LCD.

DADOS:

O conversor ADC12 do MSP430 possui até 16 canais. Para este problema, vamos usar o LCD para mostrar no LCD os resultados das conversões dos canais A0 e A1. É sabido que uma única medida é muito vulnerável ao ruído, assim, vamos apresentar no LCD a média de 8 medidas consecutivas. A taxa de atualização do LCD é de 1 Hz, ou seja, a cada segundo apresentam-se as tensões correspondentes às médias (das 8 conversões) das entradas A0 e A1. A figura abaixo ilustra a ideia. Note que a cada segundo são 16 conversões, sendo 8 para o canal A0 e 8 para o canal A1. Elas devem ser alternadas. Sugestão: usar o modo Autoscan repetido e disparar as conversões usando um timer na taxa de 16 Hz.

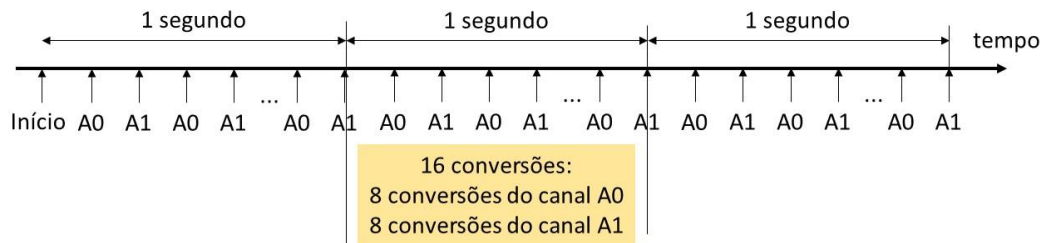
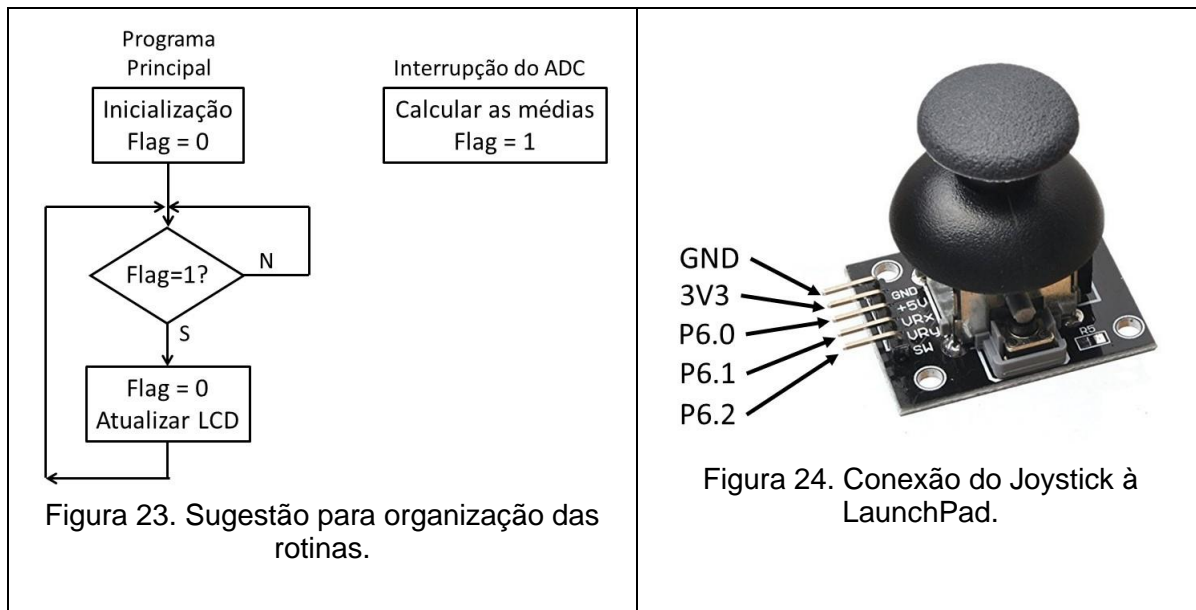


Figura 22. Diagrama de tempo das conversões dos dois canais (A0 e A1).

Para facilitar a estruturação do programa, vamos distribuir as tarefas entre duas rotinas. O programa principal faz as inicializações e fica escrevendo no LCD e monitora a chave SW. A rotina que atende a interrupção do ADC apenas lê os resultados das conversões e calcula as médias. A sincronização entre as duas rotinas é conseguida com uma flag. A rotina de interrupção, cada vez que calcula uma nova média, faz flag = 1. A rotina principal percebe flag = 1, zera essa flag e atualiza o LCD com as novas medidas. Isto está mostrado no fluxograma da Figura 23. A Figura 24, por sua vez apresenta a conexão do Joystick.



Importante:

- O LCD deve ser conectado, obrigatoriamente, aos pinos P3.0 e P3.1.
- É proibido o uso de `__delay_cycles()` ou de atrasos por software. A única exceção é para eliminar os rebotes das chaves.
- Seu programa deve ser autocontido, ou seja, todo ele deve estar num único arquivo. Não use bibliotecas.



Pedido (programa para receber visto):

Escreva uma aplicação embarcada que transforme a LaunchPad num voltímetro de dois canais (A0 e A1) ou num display XY. Use como referência positiva o 3,3V e o terra como referência negativa. Para cada canal, o valor apresentado deve ser o resultado a média de 8 conversões realizadas durante o período de 1 segundo. Isto significa que a cada segundo o voltímetro atualiza os valores dos dois canais. Para facilitar a conferência da taxa de conversão, o estado do led vermelho (L1) deve ser invertido a cada atualização do LCD.

Sob o controle da chave SW do joystick, seu voltímetro vai apresentar os resultados em 3 diferentes modos, descritos logo a seguir. O programa inicia no modo 0. Cada acionamento de SW avança de forma circular pelos 3 modos. Por acionamento de SW, entende-se sua passagem do estado de aberta para fechada. Cuide para remover os rebotes.

(30%) Modo 0: Medidas do canal A0 apresentando tensão em Volts, código do ADC em decimal e indicação das tensões mínima e máxima das 10 últimas conversões.

Neste modo de apresentação, a primeira linha do LCD mostra em volts e em decimal o resultado da média das 8 medidas da entrada A0 (P6.0). A segunda linha apresenta as tensões mínima e máxima dos últimos 10 segundos, ou seja, das últimas 10 conversões.

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| A | 0 | = | d | , | d | D | d | V | | | | N | N | N | N |
| M | n | = | d | , | d | d | | | M | x | = | d | , | d | d |

d,dddV → tensão em volts correspondente à média (até milésimos) e

d,dd → tensão em volts correspondente à média (até centésimos) e

NNNN → valor decimal da média.

Figura 25. Formatação do LCD para o modo 0.

(30%) Modo 1: Medidas do canal A1 apresentando tensão em Volts, código do ADC em decimal e indicação das tensões mínima e máxima e das 10 últimas conversões.

Neste modo de apresentação, a primeira linha do LCD mostra em volts e em decimal o resultado da média das 8 medidas da entrada A1 (P6.1). A segunda linha apresenta as tensões mínima e máxima dos últimos 10 segundos, ou seja, das últimas 10 conversões.

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| A | 1 | = | d | , | d | d | d | V | | | | N | N | N | N |
| M | n | = | d | , | d | d | | | M | x | = | d | , | d | d |

d,dddV → tensão em volts correspondente à média (até milésimos) e

d,dd → tensão em volts correspondente à média (até centésimos) e

NNNN → valor decimal da média.

Figura 26. Formatação do LCD para o modo 1.

(40%) Modo 2: Plano cartesiano XY

Com o joystick e o LCD referenciados segundo a figura abaixo, vamos criar um plano cartesiano de 16x16 e deslocar uma pequena barra sobre este plano. Para esta questão, é importante a orientação do joystick e a posição dos eixos “x” e “y”. Veja que os pinos estão voltados para o lado esquerdo. Eixo x conectado ao A0 (P6.0) e eixo y conectado ao A1 (P6.1) e a tecla SW em P6.2.

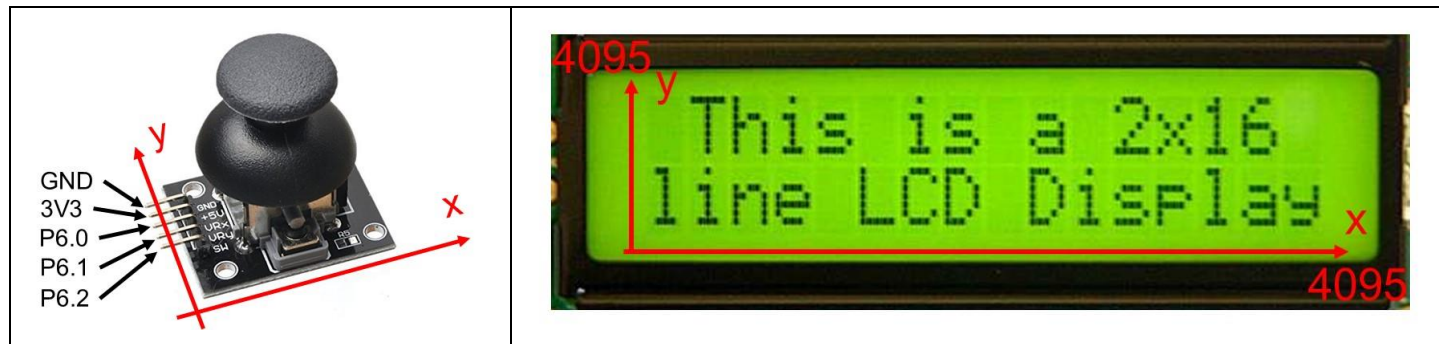


Figura 27. Definição da posição relativa entre o Joystick e o LCD.

O LCD que usamos tem 2 linhas e 16 colunas, como mostrado na figura acima. No eixo “X” temos 16 posições. Porém, no eixo “Y” só temos duas posições (linha 0 e linha 1). Entretanto, se criarmos os 8 caracteres especiais mostrados abaixo, poderemos considerar que temos 16 “posições” no eixo “Y”, sendo 8 em cada coluna. Assim, é possível encarar o LCD como um plano cartesiano de 16 x 16 e sobre ele deslocar uma pequena barra, em função da posição do eixo do joystick.

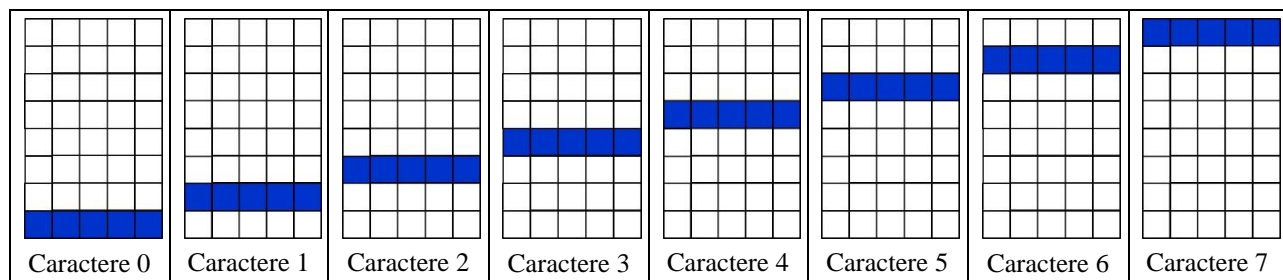


Figura 28. Definição de 8 caracteres especiais.

Dica muito importante: De nada adiante escrever todo o programa para depois ficar procurando pelos erros. O correto é começar pela etapa mais simples e ir pouco a pouco adicionando complexidade até chegar à versão final. Teste cada etapa! Portanto, antes de começar a gerar códigos, planeje as etapas que serão percorridas até chegar à versão final.