

# 13 - LCD TFT

Rafael Corsi Ferrão  
corsiferrao@gmail.com

16 de maio de 2016



*Entregar na próxima aula em formato PDF via github.*

## 1 Visão Geral

Existem no mercado diversos tipos de display diferentes e que podem ser utilizados em projetos e eletrônica embarcada, a sua escolha depende de alguns fatores tais como complexidade, preço e densidade de informações a serem exibidas.

A seguir os principais tipos de display utilizado no mercado :

### 1.1 LCD 7 segmentos

Displays de 7 segmentos são amplamente utilizados na industria para indicar números e algumas letras, tais como, indicação de temperatura, andar de elevador, ....

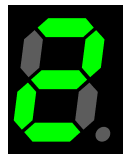


Figura 1: Display de 7 segmentos

#### Questão. 1.1: 7s - Estudo

Realize um estudo sobre os displays de 7 segmentos, descrevendo sua funcionalidade.

### Questão. 1.2: 7s - Uso

Suponha que gostaríamos de utilizar 4 displays de 7 segmentos em um projeto e estamos utilizando para prototipagem a placa de desenvolvimento usada no curso (SAM4S-EK2), descreva com detalhes qual seria a forma correta de conectar esses displays no microcontrolador.

- Liste quantos pinos seriam utilizados
- Quais periféricos seriam utilizados

Utilize diagrama de blocos/esquemático para descrever a utilização.



Dica de leitura : [http://www.embarcados.com.br/displays\\_led\\_7\\_segmentos/](http://www.embarcados.com.br/displays_led_7_segmentos/)

## 1.2 Display LCD (liquid crystal display)

Displays de LCD são dispositivos eletrônicos luminosos capazes de exibirem informações complexas e densas, no LCD trabalhamos individualmente com pixels, ou seja, podemos desenhar na tela não só letras e números mais também imagens e símbolos.



Dica de leitura : <https://www.adafruit.com/product/335>

### 1.2.1 TFT

Uma matriz de thin-filme transistor (TFT) é aplicada sobre o display de LCD (formando a variante LCD-TFT) permitindo uma melhor resolução do display. Essa técnica é utilizada em televisores, monitores de computador, celulares, ....

Nessa técnica cada pixel pode ser endereço individualmente pela sua localização em linha e coluna, diminuindo assim o tamanho da palavra de endereçamento (no caso de cada pixel tiver um endereço único).

## 1.3 Controlador

Consideramos o LCD um conjunto formado pelo display e por um controlador. O controlador é responsável por todo o controle e acionamento do LCD. A interface do microcontrolador ao LCD se dá pela comunicação com o controlador.

Existem três grandes motivos para o uso do controlador :

### 1.3.1 Padronização da interface com o LCD

Um modelo de controlador pode controlar diferentes displays, o que permite ao engenheiro maior flexibilidade na escolha dos fornecedores e de adequação do projeto.

### 1.3.2 Diminuição no uso de pinos

Para acionarmos um LCD de por exemplo 240x320 pontos coloridos, necessitamos de no mínimo 1040 pinos de interface com o LCD (720 para o source, 320 para o gate) além dos pinos de controle.

No caso do uso do controlador, o mesmo fica responsável por esse controle do LCD e precisamos apenas de 8/16 vias para a troca de informações com o controlador.

#### Questão. 1.3: Pinos/Controlador

- Quantos pinos são utilizados no kit SAM4S-EK2 para interface entre o microcontrolador e LCD
- Liste os pinos e descreva suas funções

### 1.3.3 "Terceirização"

Com o uso de um controlador externo tarefas que deveriam ser executadas pelo microcontrolador passam a ser responsabilidade do chip externo (como se fosse um periférico), possibilitando uma maior performance ao hardware.

## 1.4 Controlador ILI9325

O kit de desenvolvimento SAM4S-EK2 possui internamente o controlador de LCD da ILITEK ILI9325.

Esse controlador possui internamente uma memória RAM de 172.800 bytes, onde a imagem atualmente sendo exibida no LCD está armazenada.

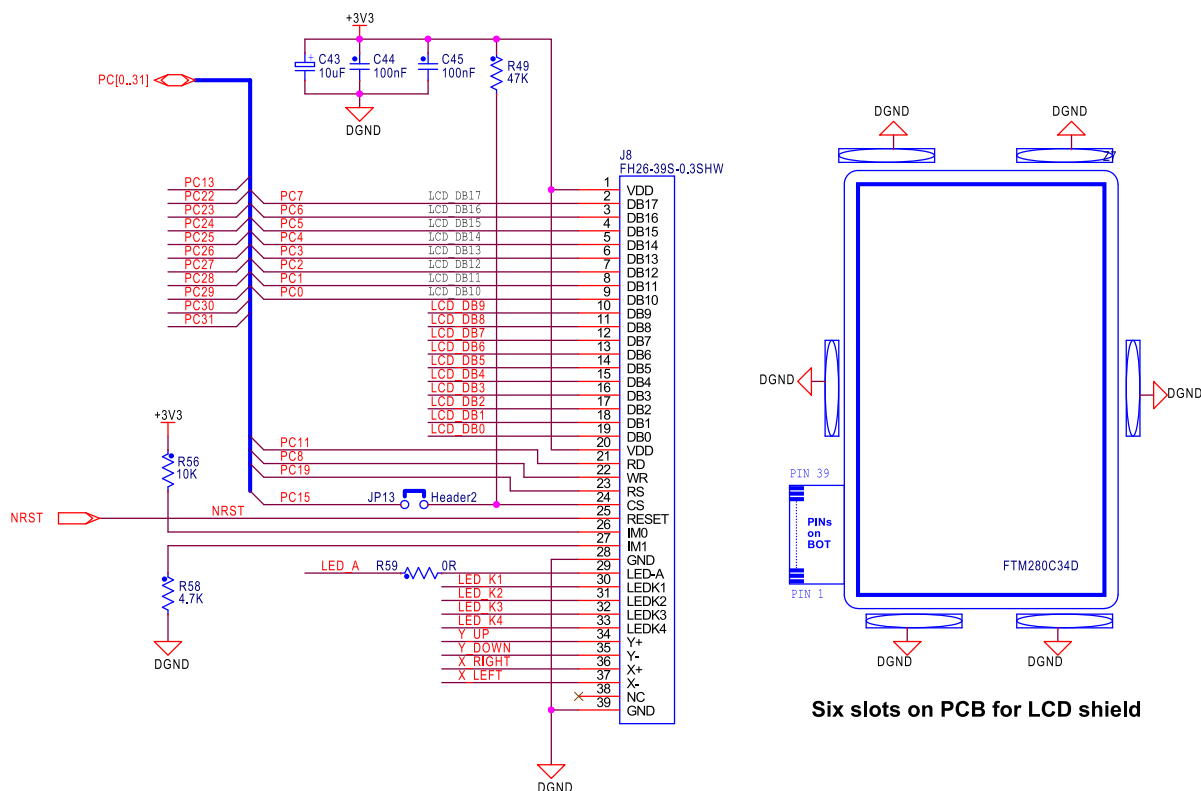
Existem diversas configurações possíveis, tais como operar com imagem em movimento, diferentes níveis de cor (256k, 128k, ...), sleep mode , ....

## 1.5 Funcionamento - SAM4S-EK2

O microcontrolador SAM4S está conectado ao ILI9325 via o periférico *Static Memory Controller* (PMC), esse periférico permite a transferência de dados entre o microcontrolador e um dispositivo externo.

Esses dispositivos podem ser desde memórias até controlador de LCD, alguns exemplos são : SRAM, PSRAM, PROM, EPROM, EEPROM, LCD Module, NOR Flash and NAND Flash.

O periférico permite configurarmos seu modo de operação para ser compatível com o dispositivo conectado a ele. O esquemático a seguir foi extraído do manual do usuário SAM4S-EK2 e mostra a conexão entre o microcontrolador e o LCD.



#### Questão. 1.4: SMC

Descreva as funcionalidades desse periférico.

## 2 Programação

Utilizar o exemplo de configuração do display gráfico colorido para isso vamos usar o exemplo fornecido pela ATMEL, no atmel studio :

*File -> New -> Example Project*

Aplique no filtro a palavra chave : **sam4s-ek2**

Busque pelo projeto : ***ILI83xx Display Controller Example - SAM4S-EK2***

Esse projeto inicializa o LCD e coloca na tela um texto e algumas formas geométricas. O objetivo da aula de hoje é modificar esse código para que fique parecido com a figura a seguir :

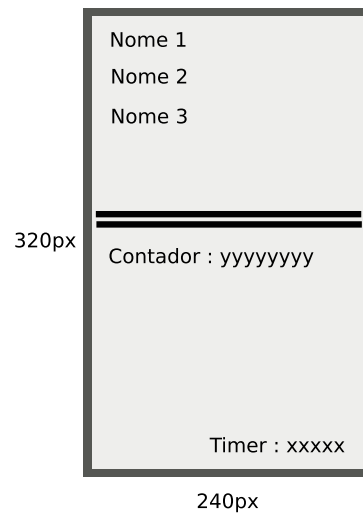


Figura 3: Interface proposta

No caso, o contador YYYYYY deve ser atualizado pelos botões, sendo que o primeiro deve decrementar esse valor e o segundo botão incrementar o valor.

O contador Timer deve indicar o tempo total que a aplicação está rodando em segundos, para isso utilize um TC para gerar o tempo correto.