

MICROCONTROLADOR – TM4C123G LAUNCHPAD (CORTEX-M4)

Visualizado **4990** vezes.



Neste artigo falarei sobre a placa (que particularmente gosto bastante) **Tiva C Series LaunchPad** que inclui o microcontrolador **TM4C123GH6PM** e um **ICDI (In-Circuit Debug Interface)** integrado, bem como um conjunto de recursos periféricos muito úteis para o desenvolvimento de sistemas embarcados (embedded systems). Neste artigo descreverei como estes periféricos operam e fazem interface com o microcontrolador.

Antes porém, talvez seja importante antes de falar sobre a placa em si, seja apresentar onde ela pode ser utilizada. Um sistema integrado combina componentes mecânicos, elétricos e químicos, juntamente com um computador oculto no seu interior, para que seja possível

realizar um propósito único dedicado. Há mais computadores no planeta do que há pessoas, e a maioria destes computadores são microcontroladores de chip único que são os cérebros da maioria dos sistemas embarcados.

Sistemas embarcados são um componente onipresente da nossa vida cotidiana. Nós interagimos com centenas de minúsculos computadores todos os dias que estão embutidos em nossas casas, nossos carros, nossos eletrodomésticos, os nossos brinquedos, e nosso trabalho. Como o nosso mundo tem se tornado mais complexo, a cada dia “vemos” mais controladores embutidos em nossos dispositivos com capacidade cada vez maior de processamento. Portanto, o mundo precisa de uma força de trabalho treinada para desenvolver e gerenciar produtos baseados em microcontroladores embarcados.

Para iniciar, falarei sobre o microcontrolador **TM4C123GH6PM**, pois sem ele não seria possível efetuar a execução das instruções de máquina. Basicamente, o **TM4C123GH6PM** é um microcontrolador baseado em ARM Cortex-M4 32-bit com memória de 256 KB Flash, 32KB SRAM, e operação de 80 MHz (clock de 80 MHz).

O processador ARM Cortex-M fornece a base para um alto desempenho, é uma plataforma de baixo custo que atende às necessidades de implementação mínima de memória, diminuição do número de pinos e baixo consumo de energia e ao mesmo tempo oferecendo um ótimo desempenho computacional e tempo de resposta do sistema para as interrupções do hardware. Realmente gosto muito desta placa, existem outras tão boas quanto, mas essa em termos de simplicidade realmente é muito boa.

Um multiplexador interno permite que diferentes funções periféricas possam ser atribuída a cada um desses slots GPIO. O microcontrolador TM4C123GH6PM vem com um programa de demonstração “quickstart” pré-programado de fábrica. O programa “quickstart” reside no chip de memória Flash e roda cada vez que a energia é aplicada na placa, a não ser que a aplicação “quickstart” tenha sido substituída por um programa desenvolvido pelo usuário (no próximo artigo falarei sobre o desenvolvimento para essa placa).

Veja Também: [Método de Monte Carlo](#)

Como eu disse acima, o processador Cortex-M4 é construído sobre um núcleo de processamento de alto desempenho, utiliza uma arquitetura **Harvard** com 3 estágios de pipeline, tornando-o ideal para aplicações embarcadas. O processador oferece uma ótima eficiência de energia através de um conjunto de instruções eficiente e design otimizado, assim proporcionando hardware de processamento high-end, ainda contando com o “IEEE754-compliant” computação de precisão simples de ponto flutuante, uma variedade de ciclo único e multiplicação SIMD e ainda capacidades do tipo “*multiply-with-accumulate*”, saturação aritmética e divisão de hardware dedicado.

Outro fato importante do Cortex-M4 é facilitar a concepção de dispositivos sensíveis ao custo. O processador Cortex-M4 implementa componentes fortemente acoplados, que reduzem a área do processador enquanto melhora significativamente a capacidade de tratamento de interrupção e de depuração do sistema.

Recursos da Placa

Alguns Recursos da Placa:

Tiva C Series LaunchPad inclui os seguintes recursos:

Tiva TM4C123GH6PMI microcontroller

Motion control PWM

USB micro-A and micro-B connector for USB device, host, and on-the-go (OTG) connectivity

RGB user LED

Two user switches (application/wake)

Available I/O brought out to headers on a 0.1-in (2.54-mm) grid

On-board ICDI

Switch-selectable power sources:

– ICDI

– USB device

Reset switch

Preloaded RGB quickstart application

Esta placa vem com uma série dos chamados “BoosterPacks”. Estes “BoosterPacks” expandem os periféricos disponíveis para potenciais aplicações da Tiva C Series LaunchPad. BoosterPacks pode ser usado com a Tiva C Series LaunchPad ou você pode simplesmente usar o microcontrolador TM4C123GH6PM com o próprio processador dela em uma placa desenhada e projetada por você mesmo.

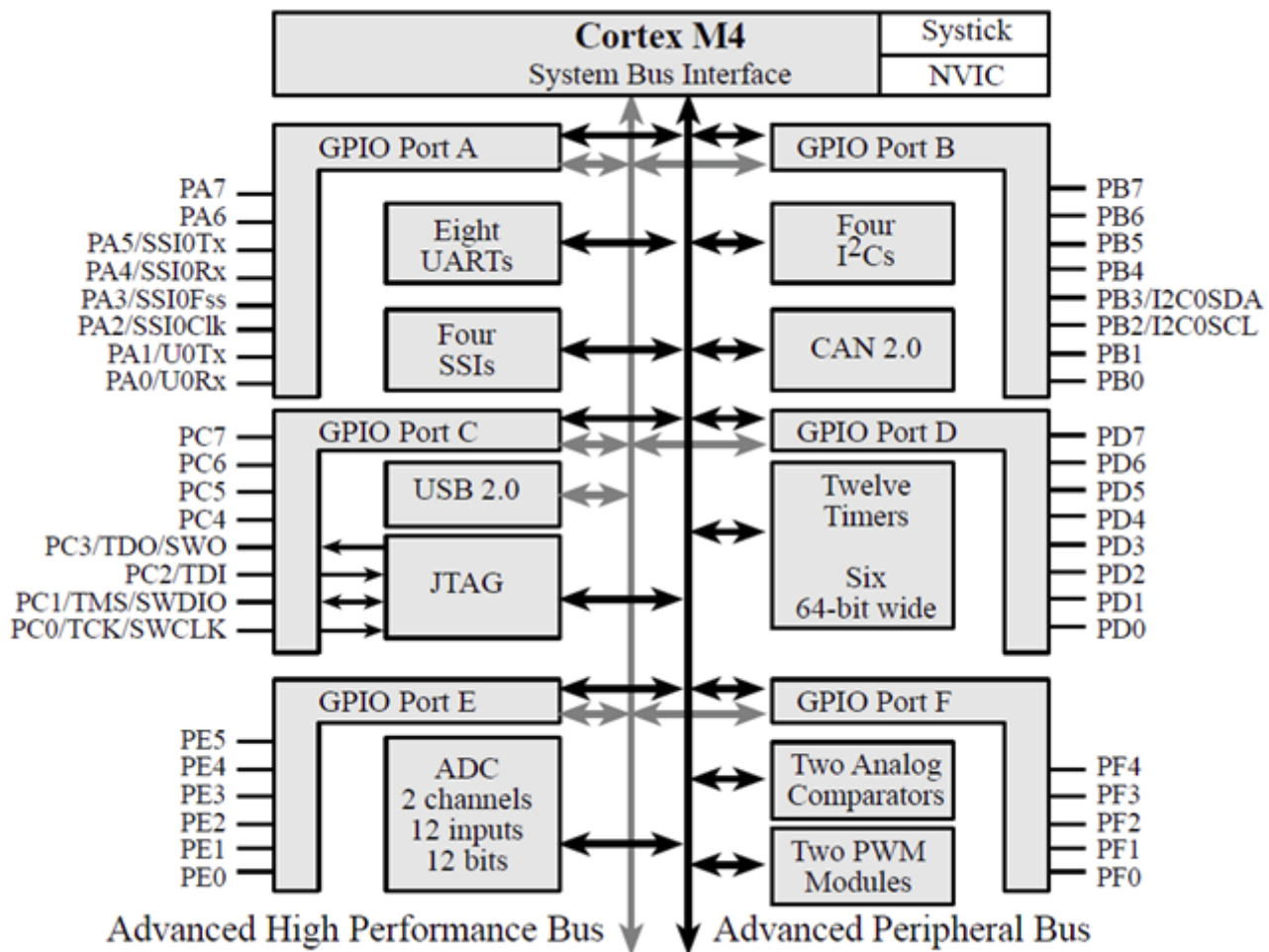
Especificações

A tabela abaixo sumariza as especificações para a Tiva C Series LaunchPad.

Parâmetro	Valor
Board supply voltage	4.75 VDC to 5.25 VDC from one of the following sources: <ul style="list-style-type: none">• Debugger (ICDI) USB Micro-B cable (connected to a PC)• USB Device Micro-B cable (connected to a PC)
Dimensions	2.0 in x 2.25 in x 0.425 in (5.0 cm x 5.715 cm x 10.795 mm) (L x W x H)
Break-out power output	<ul style="list-style-type: none">• 3.3 VDC (300 mA max)• 5.0 VDC (depends on 3.3 VDC usage, 23 mA to 323 mA)
RoHS status	Compliant

Especificações - EK-TM4C123GXL

A imagem abaixo apresenta o “port pins” para os microcontrolador TM4C123GH6PM.



É através desta configuração que as portas são acessadas gerando sinais digitais e analógicos de entrada e saída.

O Microcontrolador

Como já dito, o TM4C123GH6PM é um microcontrolador baseado em ARM Cortex-M4 de 32 bits com 256 KB de memória Flash, 32 KB SRAM, e operação de 80 MHz (clock da placa); host USB, dispositivos e conectividade OTG; um módulo de hibernação e PWM, e uma ampla gama de outros periféricos. Caso tenha interesse acesse o data sheet do microcontrolador [aqui](#).

A maioria dos sinais de microcontroladores são direcionados para os conectores de 0,1-in (2,54 mm). Um multiplexador interno permite que diferentes funções periféricas sejam atribuídas a cada um desses slots GPIO. Um ponto importante a observar é que ao adicionar um circuito externo, deve-se considerar uma carga adicional sobre a alimentação da placa. Veja ainda que o microcontrolador TM4C123GH6PM já vem com um programa de demonstração denominado “quickstart”. Como eu disse anteriormente, o programa “quickstart” reside dentro do chip de memória Flash e roda cada vez que a energia é aplicada, este programa é substituído sempre que o usuário programador da placa escrever um novo programa e fizer o download para a placa (“burn” do programa em memória flash).

Veja Também: [Introdução aos Algoritmos Genéticos](#)

Conectividade USB

O EK-TM4C123GXL foi concebido e funciona como um dispositivo USB sem modificação de hardware. Os sinais de dispositivos USB são dedicados a funcionalidade USB e não são compartilhados com os cabeçalhos BOOSTERPACK. Os sinais do dispositivo USB estão listados na Tabela abaixo.

GPIO Pin	Pin Function	USB Device
PD4	USB0DM	D-
PD5	USB0DP	D+

O dispositivo de destino TM4C123GH6PM também é capaz de ser host USB embutido e com funções (OTG) “on-the-go”. A funcionalidade de OTG pode ser ativado carregando R25 e R29 com resistências de 0-Ω. Estes resistores conectam o ID USB e sinais V_{BUS} USB para PB0 e PB1. Quando estes resistores são carregados, PB0 e PB1 devem permanecer nas respectivas configurações do modo PIN USB para evitar danos ao dispositivo. PB0 e PB1 também estão presentes no cabeçalho J1 BoosterPack. Portanto, se R25 ou R29 são carregados, deve-se tomar cuidado para que estes sinais não entrem em conflito com os sinais do BOOSTERPACK.

A operação do USB embutido pode ser ativada da mesma forma para dispositivos USB que são auto-alimentados. Fornecer energia ao atuar como um host USB requer um BoosterPack com comutação de energia e conectores apropriados. Todos os sinais de host USB estão disponíveis na interface BoosterPack exceto D+ e D-, que só estão disponíveis no conector USB micro-A/-B e nos dois pontos de teste adjacentes.

Quando conectado como um dispositivo USB, a placa Tiva C Series LaunchPad pode ser alimentada a partir de qualquer ICDI ou os conectores do dispositivo USB. O usuário pode selecionar a fonte de energia, movendo o interruptor POWER SELECT (SW3) para a posição de dispositivos.

Motion Control

O EK-TM4C123GXL inclui a tecnologia PWM Tiva C-Series Motion Control, com dois módulos PWM capazes de gerar 16 saídas PWM. Cada módulo PWM proporciona grande flexibilidade e pode gerar sinais PWM simples. Exemplo: para aqueles exigidos por uma bomba de carga simples, bem como sinais PWM emparelhados e com atrasos de banda, tais como os exigidos por um half-H bridge driver. Três blocos geradores também podem gerar o total de seis canais de controles exigidos por uma ponte inversora de 3 fases. Duas interfaces de quadratura do codificador (QEI) também estão disponíveis para fornecer feedback de controle de movimento.

Veja Também: [Atualizando Flex Framework para 4.1](#)

User Switches and RGB User LED

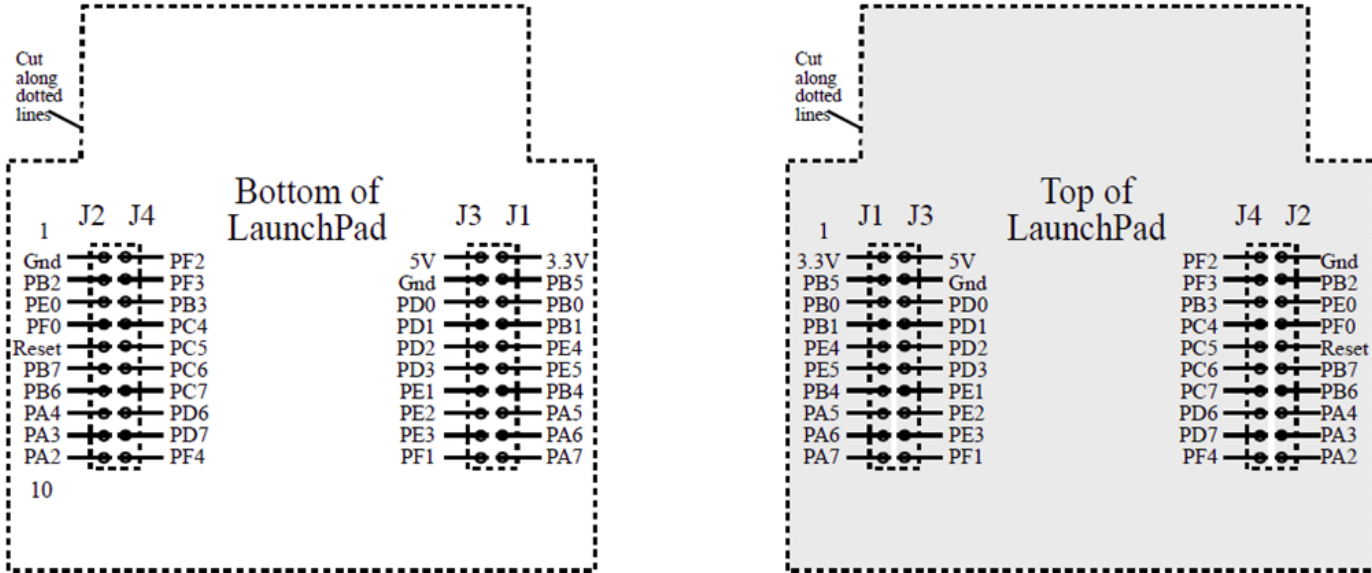
A placa Tiva Série C LaunchPad vem com um LED RGB. Este LED é usado na carga do programa “Quickstart” e pode ser configurado para ser utilizado em aplicações personalizadas. Dois botões para utilização estão incluídos na placa. Os botões são ambos usados na aplicação “Quickstart” para ajustar o espectro de luz do LED RGB, bem como entrar e sair do modo de hibernação. Os botões podem ser utilizados para outros fins na sua aplicação.

A placa também tem um LED verde. A tabela abaixo mostra como estas características são ligadas aos pinos do microcontrolador.

GPIO Pin	Pin Function	USB Device
PF4	GPIO	SW1
PF0	GPIO	SW2
PF1	GPIO	RGB LED (Red)
PF2	GPIO	RGB LED (Blue)
PF3	GPIO	RGD LED (Green)

Headers and BoosterPacks

As duas filas de cabeçalhos (slots) empilháveis são mapeadas para a maioria dos pinos GPIO do microcontrolador TM4C123GH6PM. Estas linhas são rotuladas como conectores J1, J2, J3, J4. Vide imagem abaixo para maior entendimento dos cabeçalhos da placa.



Os conectores J3 e J4 estão localizados em 0.1 in (2,54 mm) no interior dos conectores J1 e J2. Todos os 40 pinos de conectores do J1, J2, J3, J4 compõem a Tiva Série C TM4C123G LaunchPad BoosterPack XL Interface. Para configurar os dispositivos periféricos de forma fácil e intuitiva através de uma interface gráfica do usuário (GUI), consulte a Tiva Série C Pinmux Utility encontrada em www.ti.com/tool/lm4f_pinmux. Esta interface “Easy-To-Use” torna a configuração de funções alternativas para GPIOs simples e livre de erros.

Abaixo apresento a configuração de cada conector, seus GPIOs e funções alternativas.

J1 Connector

J1 Pin	GPIO	Analog Function	On-board Function	Tiva C Series MCU Pin	GPIOCTL Register Setting										
		GPIO AMSEL			1	2	3	4	5	6	7	8	9	14	15
1.01	3.3 V														
1.02	PB5	AIN11	–	57	–	SSI2Fss	–	M0PWM3	–	–	T1CCP1	CAN0Tx	–	–	–
1.03	PB0	USB0ID	–	45	U1Rx	–	–	–	–	–	T2CCP0	–	–	–	–
1.04	PB1	USB0VBUS	–	46	U1Tx	–	–	–	–	–	T2CCP1	–	–	–	–
1.05	PE4	AIN9	–	59	U5Rx	–	I2C2SCL	M0PWM4	M1PWM2	–	–	CAN0Rx	–	–	–
1.06	PE5	AIN8	–	60	U5Tx	–	I2C2SDA	M0PWM5	M1PWM3	–	–	CAN0Tx	–	–	–
1.07	PB4	AIN10	–	58	–	SSI2Cik	–	M0PWM2	–	–	T1CCP0	CAN0Rx	–	–	–
1.08	PA5	–	–	22	–	SSI0Tx	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.09	PA6	–	–	23	–	–	I2C1SCL	–	M1PWM2	–	–	–	–	–	–
1.10	PA7	–	–	24	–	–	I2C1SDA	–	M1PWM3	–	–	–	–	–	–

J2 Connector

J2 Pin	GPIO	Analog Function	On-board Function	Tiva C Series MCU Pin	GPIOCTL Register Setting										
		GPIO AMSEL			1	2	3	4	5	6	7	8	9	14	15
2.01					GND										
2.02	PB2	–	–	47	–	–	I2C0SCL	–	–	–	T3CCP0	–	–	–	–
2.03	PE0	AIN3	–	9	U7Rx	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.04	PF0	–	USR_SW2/ WAKE (R1)	28	U1RTS	SSI1Rx	CAN0Rx	–	M1PWM4	PhA0	T0CCP0	NMI	C0o	–	–
2.05					RESET										
2.06	PB7	–	–	4	–	SSI2Tx	–	M0PWM1	–	–	T0CCP1	–	–	–	–
	PD1	AIN6	Connected for MSP430 Compatibility (R10)	62	SSI3Fss	SSI1Fss	I2C3SDA	M0PWM7	M1PWM1	–	WT2CCP1	–	–	–	–
2.07	PB6	–	–	1	–	SSI2Rx	–	M0PWM0	–	–	T0CCP0	–	–	–	–
	PD0	AIN7	Connected for MSP430 Compatibility (R9)	61	SSI3Clk	SSI1Clk	I2C3SCL	M0PWM6	M1PWM0	–	WT2CCP0	–	–	–	–
2.08	PA4	–	–	21	–	SSI0Rx	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.09	PA3	–	–	20	–	SSI0Fss	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.10	PA2	–	–	19	–	SSI0Clk	–	–	–	–	–	–	–	–	–

J3 Connector

J3 Pin	GPIO	Analog Function	On-board Function	Tiva C Series MCU Pin	GPIOCTL Register Setting										
		GPIO AMSEL			1	2	3	4	5	6	7	8	9	14	15
3.01					5.0 V										
3.02					GND										
3.03	PD0	AIN7	–	61	SSI3Clk	SSI1Clk	I2C3SCL	M0PWM6	M1PWM0	–	WT2CCP0	–	–	–	–
	PB6	–	Connected for MSP430 Compatibility (R9)	1	–	SSI2Rx	–	M0PWM0	–	–	T0CCP0	–	–	–	–
3.04	PD1	AIN6	–	62	SSI3Fss	SSI1Fss	I2C3SDA	M0PWM7	M1PWM1	–	WT2CCP1	–	–	–	–
	PB7	–	Connected for MSP430 Compatibility (R10)	4	–	SSI2Tx	–	M0PWM1	–	–	T0CCP1	–	–	–	–
3.05	PD2	AIN5	–	63	SSI3Rx	SSI1Rx	–	M0FAULT0	–	–	WT3CCP0	USB0EPE N	–	–	–
3.06	PD3	AIN4	–	64	SSI3Tx	SSI1Tx	–	–	–	–	WT3CCP1	USB0PFLT	–	–	–
3.07	PE1	AIN2	–	8	U7Tx	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.08	PE2	AIN1	–	7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.09	PE3	AIN0	–	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.10	PF1	–	–	29	U1CTS	SSI1Tx	–	–	M1PWM5	–	T0CCP1	–	C1o	TRD1	–

J4 Connector

J4 Pin	GPIO	Analog Function	On-board Function	Tiva C Series MCU Pin	GPIOCTL Register Setting										
		GPIO AMSEL			1	2	3	4	5	6	7	8	9	14	15
4.01	PF2	–	Blue LED (R11)	30	–	SSI1Clk	–	M0FAULT0	M1PWM6	–	T1CCP0	–	–	–	TRD0
4.02	PF3	–	Green LED (R12)	31	–	SSI1Fss	CAN0Tx	–	M1PWM7	–	T1CCP1	–	–	–	TRCLK
4.03	PB3	–	–	48	–	–	I2C0SDA	–	–	–	T3CCP1	–	–	–	–
4.04	PC4	C1–	–	16	U4Rx	U1Rx	–	M0PWM6	–	IDX1	WT0CCP0	U1RTS	–	–	–
4.05	PC5	C1+	–	15	U4Tx	U1Tx	–	M0PWM7	–	PhA1	WT0CCP1	U1CTS	–	–	–
4.06	PC6	C0+	–	14	U3Rx	–	–	–	–	PhB1	WT1CCP0	USB0EPE N	–	–	–
4.07	PC7	C0–	–	13	U3Tx	–	–	–	–	–	WT1CCP1	USB0PFLT	–	–	–
4.08	PD6	–	–	53	U2Rx	–	–	–	–	PhA0	WT5CCP0	–	–	–	–
4.09	PD7	–	–	10	U2Tx	–	–	–	–	PhB0	WT5CCP1	NMI	–	–	–
4.10	PF4	–	USR_SW 1 (R13)	5	–	–	–	–	M1FAULT0	IDX0	T2CCP0	USB0EPE N	–	–	–

No próximo artigo falarei sobre como implementar um software simples usando o “**Code Composer Studio**”, que é uma das IDEs recomendadas para o desenvolvimento de software para essa e muitas outras placas.

Espero que tenha gostado do artigo. Qualquer dúvida entre em contato.