

Circuito Oscilador

Ao longo de todo o curso tivemos sempre que nos preocupar em definir o famoso `_XTAL_FREQ` em nossos códigos para dizer ao compilador a base de tempo que estamos trabalhando. Esta base de tempo é definida pelo cristal oscilador. Vimos que esta base de tempo é muito importante para tarefas do microcontrolador, como:

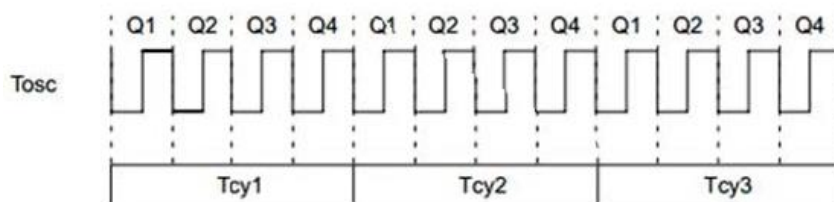
- Tempos de delay
- Timers
- Capture, Compare e PWM
- Velocidade dos protocolos de comunicação

Entre outros. Ou seja, é impossível trabalhar com um microcontrolador sem entender sua velocidade de clock.

A principal função do clock é gerar o **ciclo de máquina**, também comentado várias vezes no curso. O ciclo de máquina é tempo de execução de cada instrução em assembly. Se você está criando uma aplicação onde o tempo de leitura ou acionamento é crítico (uma leitura ou escrita deve acontecer muito rapidamente), é importante saber a velocidade que seu código executa.

Uma informação crítica, e que você já conhece, é que o ciclo de máquina **não** trabalha exatamente na mesma frequência que o clock. Isso varia de MCU (microcontrolador) para MCU, mas na maioria dos microcontroladores da família PIC18 e PIC16 o ciclo de máquina é 1/4 da frequência de clock. Exemplo, se seu sistema tem uma fonte de clock que trabalha a 8MHz, o ciclo de máquina estará trabalhando na frequência de 2MHz.

O ciclo de máquina (T_{cy}) é representado no gráfico abaixo. Veja que são necessários 4 pulsos de clock (Q) para gerar 1 ciclo de máquina:

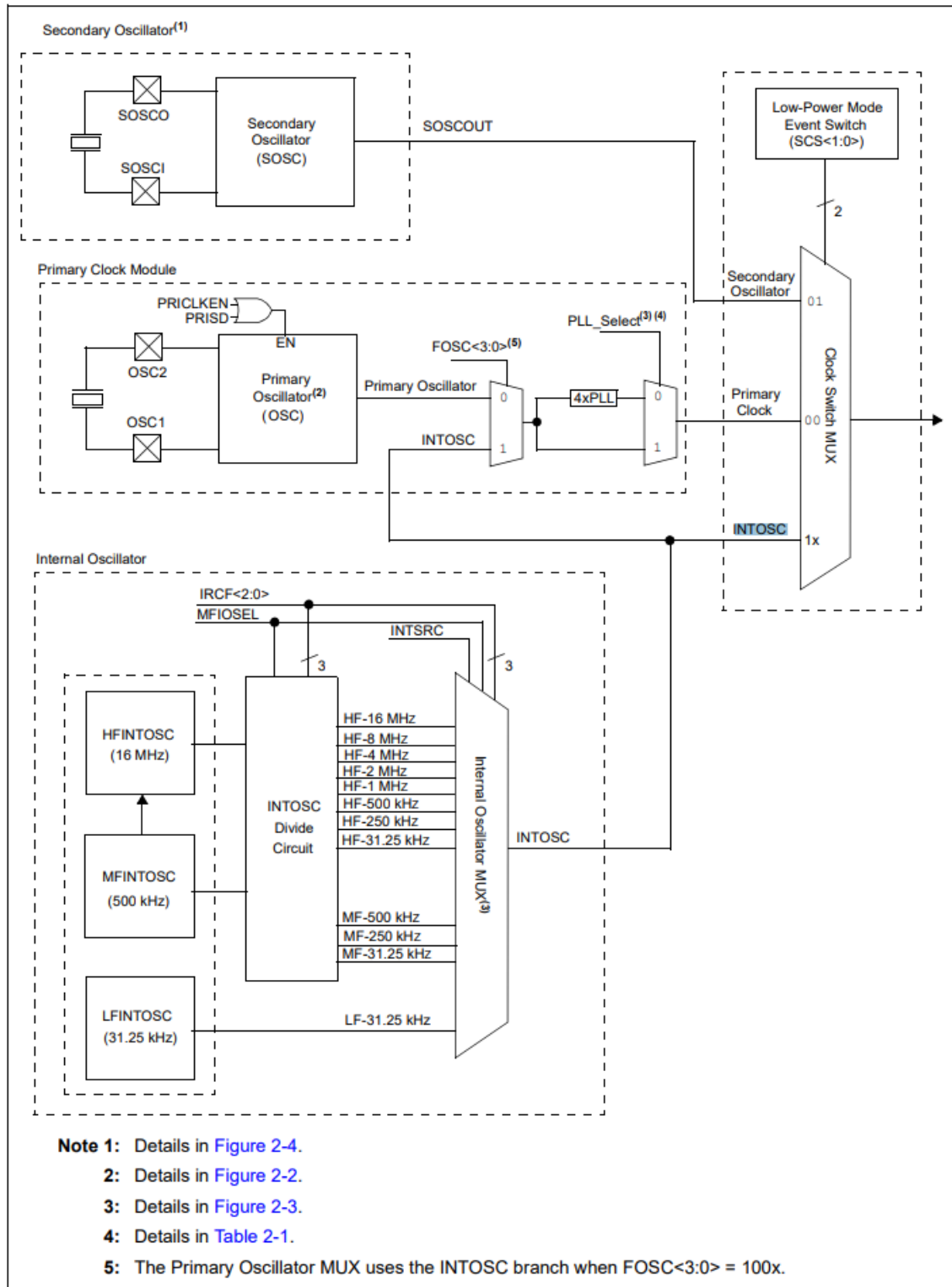


Mas isso não vale para todos os microcontroladores. Alguns necessitam de mais pulsos de clock para gerar um ciclo de máquina e outros necessitam de menos. A família PIC24F trabalha com $F_{osc}/2$, ou seja, dois pulsos de clock para cada ciclo de máquina.

Quando mais rápido for a frequência de clock de seu microcontrolador, mais rápido ele executa o programa gravado nele, mas isso também aumentará seu consumo. Portanto, se sua aplicação não necessitar de uma alta velocidade de execução, é sempre recomendável trabalhar com a menor velocidade de clock possível. Em circuitos alimentados por pilhas ou baterias, também é importante manter um consumo baixo. É baseado em todas esses detalhes que o projetista irá decidir a frequência mais adequada para seu microcontrolador.

Fontes de Clock

O PIC18F45k22 possui três fontes de clock possíveis, sendo a Primária, Secundária e interna. A primária consiste na entrada padrão para osciladores, que é multiplexada aos pinos RA6 e RA7, e passa diretamente pelo PLL que pode ser habilitado pelos bits de configurações. A fonte secundária é preparada para osciladores de no máximo 32,768 KHz. A interna consiste em um oscilador interno que dispensa o uso de um oscilador externo em diversos casos. Veja abaixo o esquemático das possíveis fontes de clock:



Estas fontes de clock variam de acordo com sua frequência e com seu tipo, podendo ser cristais osciladores de quartzo, cristais osciladores de cerâmica, resistor capacitor e o próprio oscilador interno.

- **Primário** (principal da aplicação):
 - LP, XT, HS, RC, RC, Oscilador Interno RC
- **Secundário** (roda em paralelo com baixa freq)
 - Geralmente atrelado ao oscilador do Timer1 - Frequência fixa (32KHz)
 - Usado em temporização com base em 1Hz
- **Oscilador Interno RC**
 - RC - resistor capacitor, gera uma forma de onda de dente de cerra
 - INTOSC (8MHz)
 - 4, 2, 1 MHz, 500, 250, 125 and 31 kHz
 - INTRC (31 kHz)

O quadro abaixo mostra uma lista de opções de oscilador, listadas pela sua sigla e a faixa de frequência de operação.

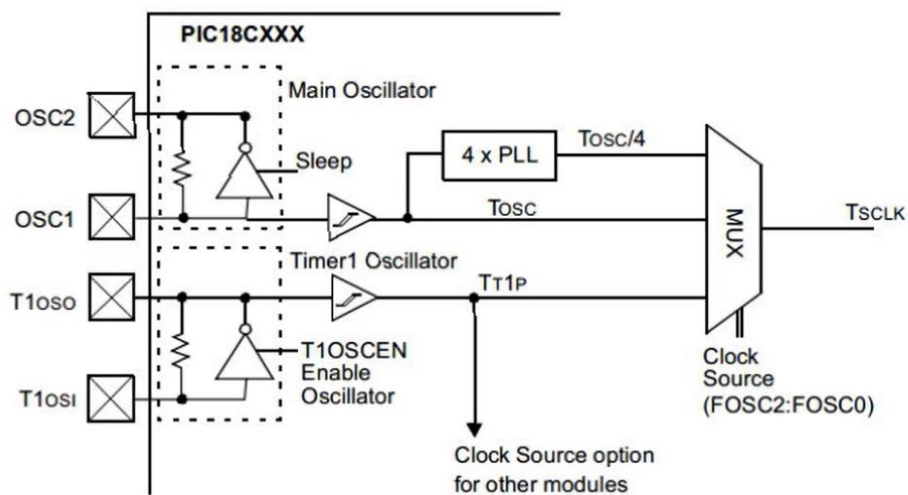
XT	Standard frequency crystal oscillator	100kHz - 4MHz
HS	High frequency crystal oscillator	4MHz - 40MHz
HS + PLL	High frequency crystal oscillator	4MHz - 10MHz
LP	Low frequency crystal oscillator	5kHz - 200kHz
RC	External RC oscillator	DC - 4MHz
RCIO	External RC oscillator, OSC2=RA6	DC - 4MHz
INTRC	Internal RC oscillator	Vários
EC	External Clock, OSC2=fosc/4	DC - 40MHz
RCIO	External Clock, OSC2=RA6	DC - 40MHz

Opções de clock configurável:

- LP Oscillator: Permite menor consumo de corrente
- RC ou INTRC: Soluções de baixo custo
- XT: Otimizado para as mais comuns frequências de osciladores
- HS: Otimizado para os osciladores de altas frequências

Não é muito comum a utilização de cristais de clock muito alto (como os de 40MHz). Ao invés disso, utiliza-se cristais comuns e habilita-se o PLL. O PLL é um multiplicador de clock interno do chip.

Entrada no circuito oscilador



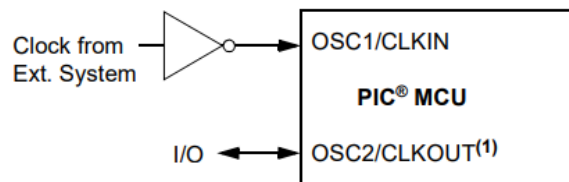
- OSC1 e OSC2: Oscilador primário. Entrada do oscilador externo
- T1oso e T1osi: Entrada de oscilador de baixa frequência (32.768KHz). Permite que algumas atividades (como timer) funcionem mesmo que o microcontrolador esteja em modo sleep. O modo sleep é uma chave onde você desabilita o oscilador primário.

Modos de operação do circuito oscilador

Este microcontrolador suporta vários tipos de fontes de clock, os modos são:

Modos EC e ECIO – External Clock

O clock pode ser provido por uma fonte externa, como outro microcontrolador.

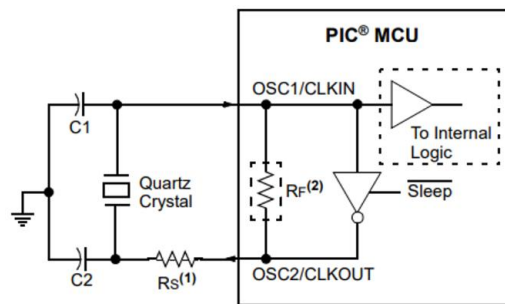


- O formato da onda deve ser quadrado.
- Somente um pino (OSC1) é o utilizado. O pino OSC2 pode ser uma saída deste clock ou um GPIO.

Modos LP, XP e HS – Cristais de clock externos

Este modo é otimizado para 3 faixas de frequência:

- Modo LP: 32kHz, 200 kHz
- Modo XT: 200kHz, 1MHz, 4MHz
- Modo HS: 4MHz, 8MHz, 20MHz, 25 MHz



Note 1: A series resistor (R_s) may be required for quartz crystals with low drive level.

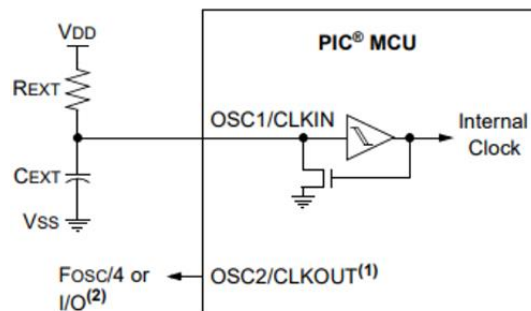
2: The value of R_f varies with the Oscillator mode selected (typically between $2\text{ M}\Omega$ to $10\text{ M}\Omega$).

Os valores de capacitores recomendados são:

Modo	Freq	C1	C2
LP	32 kHz	30 pF	30 pF
XT	1 MHz	15 pF	15 pF
XT	4 MHz	15 pF	15 pF
HS	> 8 MHz	15 pF	15 pF

Modo RC e RCIO – Resistor Capacitor

Produz uma forma de onda no formato dente de serra. Modo mais simples e baixo custo. Pode sofrer alterações devido ao aumento da temperatura. Precisa apenas um pino de entrada OSC1. O OSC2 se torna um pino de saída sincronizado com o ciclo de máquina, que você pode utilizar em outros circuitos de sua placa.



Recommended values: $10\text{ k}\Omega \leq R_{EXT} \leq 100\text{ k}\Omega$
 $C_{EXT} > 20\text{ pF}$

Note 1: Alternate pin functions are listed in [Section 1.0 "Device Overview"](#).

2: Output depends upon RC or RCIO clock mode.

Modo INTIO – Oscilador Interno

Hoje em dia, a microchip tem capacidade de produzir um oscilador interno bem preciso. Geralmente, a frequência de operação varia de 31KHz a 16Mhz. Porém, ela pode variar facilmente com o aumento da temperatura do microcontrolador.

Lista com todos os modos de operação de oscilador definidos para o PIC18F45K22

- RC: Oscilador RC externo, pino RA6 como ClockOut Fosc/4
- RCIO6: Oscilador RC externo, pino RA6 como I/O
- ECLPI06: Oscilador EC externo abaixo de 500kHz, pino RA6 como I/O
- ECLP: Oscilador EC externo abaixo de 500kHz, pino RA6 sendo ClockOut Fosc/4
- ECMP106: Oscilador EC 500kHz - 16MHz, pino RA6 como I/O
- ECMP: Oscilador EC 500kHz - 16MHz, pino RA6 como ClockOut Fosc/4
- ECHP: Oscilador EC acima de 16MHz, RA6 como ClockOut
- ECHPI06: EC acima de 16MHz, RA6 como I/O
- INTIO7: Oscilador Interno, pino RA6 como ClockOut Fosc/4
- INTIO67: Oscilador Interno, pino RA6 como I/O
- HSMP: Oscilador HS 4MHz - 16MHz, RA6 como I/O
- HSHP: Oscilador HS acima de 16MHz, RA6 como I/O
- XT: Oscilador XT, RA6 como I/O
- LP: Oscilador LP, RA6 como I/O