

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

DEE – Departamento de Engenharia Elétrica

DCO – Departamento de Comunicações

MSP430

Programação em C

Aula 4 – Módulo Contador - Timer A



Ministrantes: Danilo de Santana Pena;

José Lenival Gomes de França;

Leonardo Duarte de Albuquerque.

Conteúdo da Apresentação

- ✓ Características;
- ✓ O Contador de 16 bits;
- ✓ Modos de Contagem;
- ✓ Diagrama dos Modos;
- ✓ Vamos Praticar?



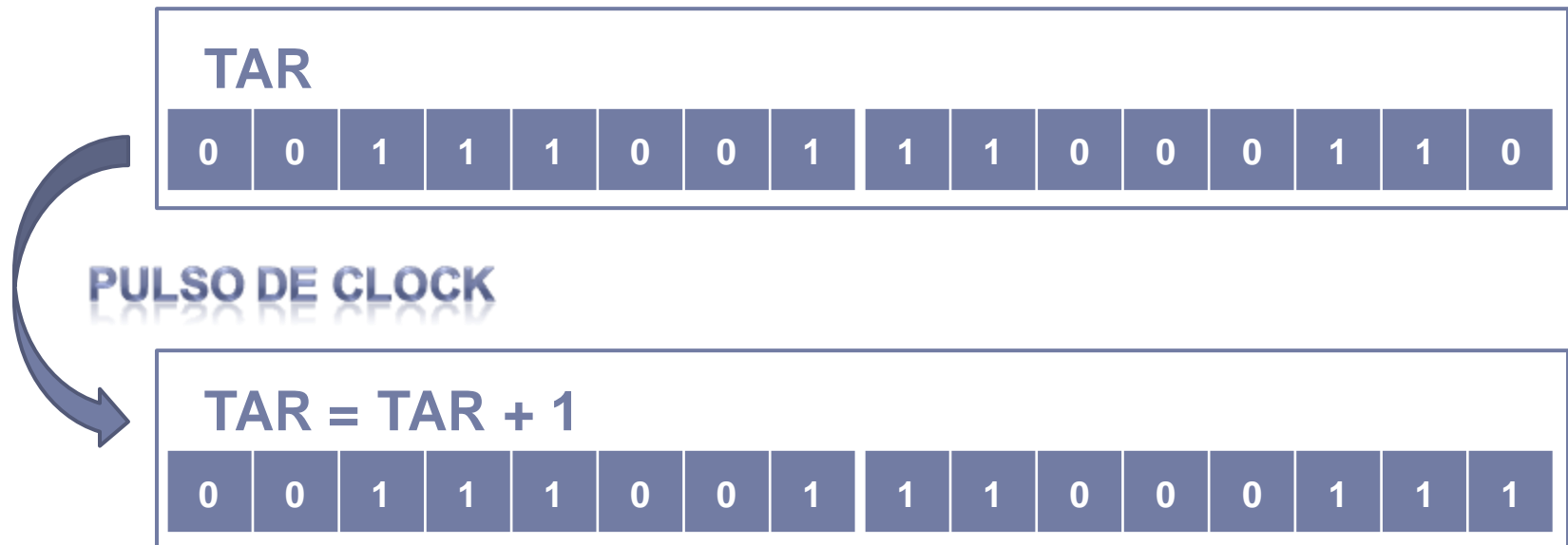
Características

- ▶ O Timer A é um contador de 16 bits com múltiplos registradores para capture/compare;
 - ▶ Quatro modos de operação;
 - ▶ Fonte de clock selecionável e configurável;
 - ▶ 2 ou 3 circuitos para capture/compare;
 - ▶ Saídas PWM;
 - ▶ Entradas e saídas assíncronas;
 - ▶ Interrupções podem ser geradas por overflow ou por comparação com os registradores de capture/compare.



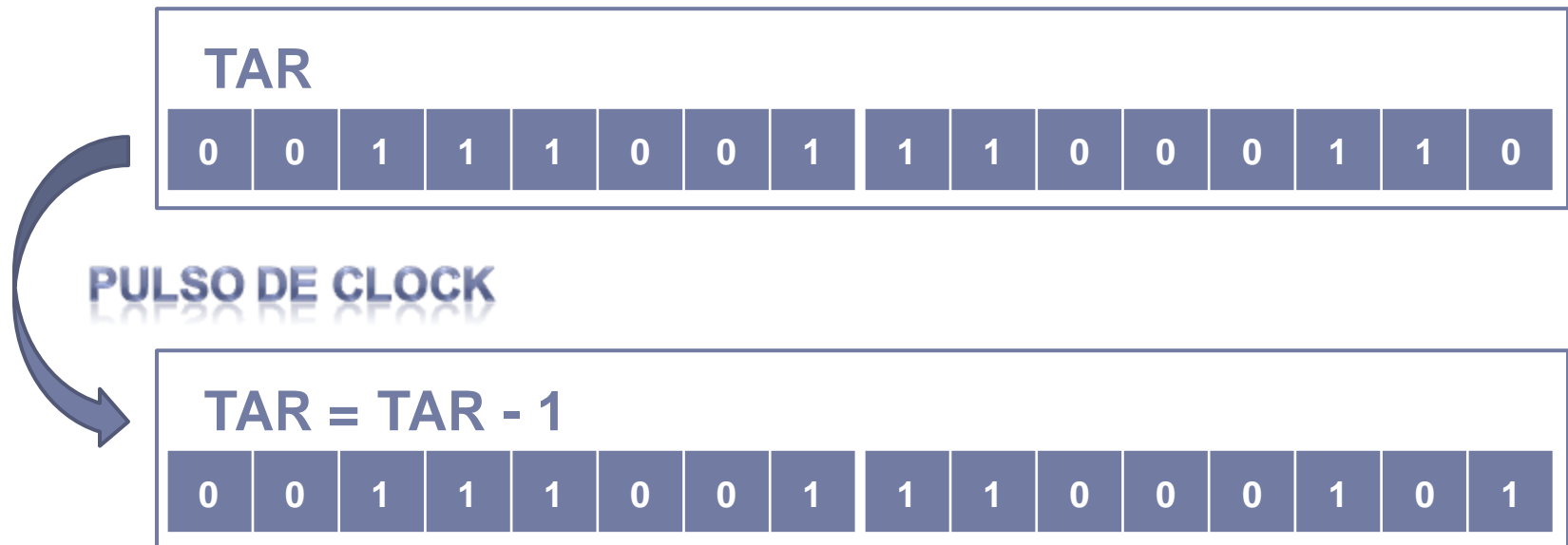
O contador de 16 bits

- ▶ O contador de 16 bits(TAR) incrementa ou decrementa de acordo com a fonte de clock e modo de operação:
 - ▶ Incremento:



O contador de 16 bits

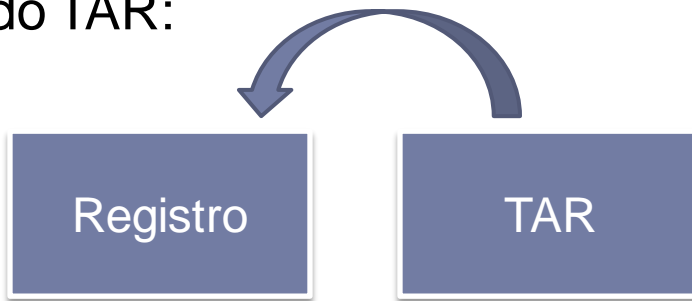
- ▶ O contador de 16 bits(TAR) incrementa ou decrementa de acordo com a fonte de clock e modo de operação:
 - ▶ Decremento:



O contador de 16 bits

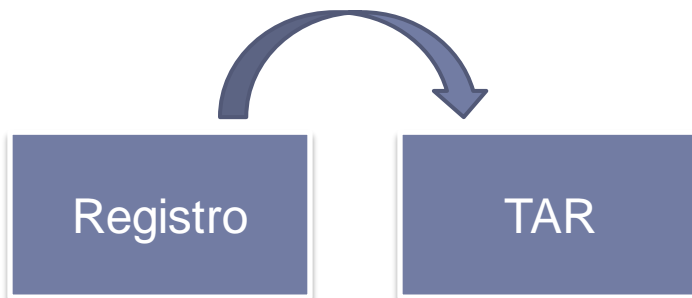
- ▶ TAR pode ser lido ou escrito por software:

- ▶ Lendo TAR:



REGISTRO = TAR;

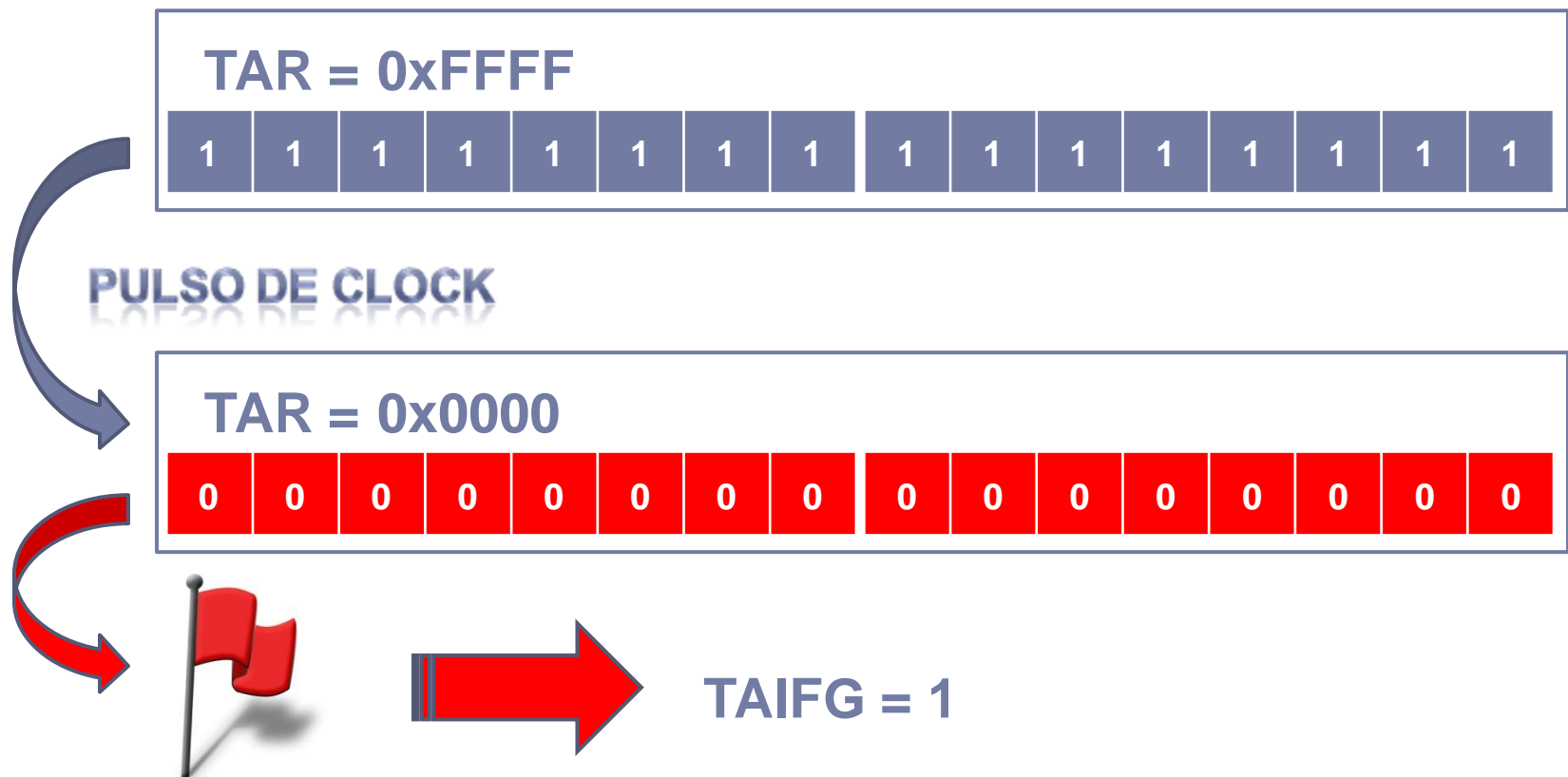
- ▶ Escrevendo em TAR:



TAR = REGISTRO;

O contador de 16 bits

- ▶ O overflow do TAR pode gerar uma interrupção
 - ▶ Exemplo de Overflow:

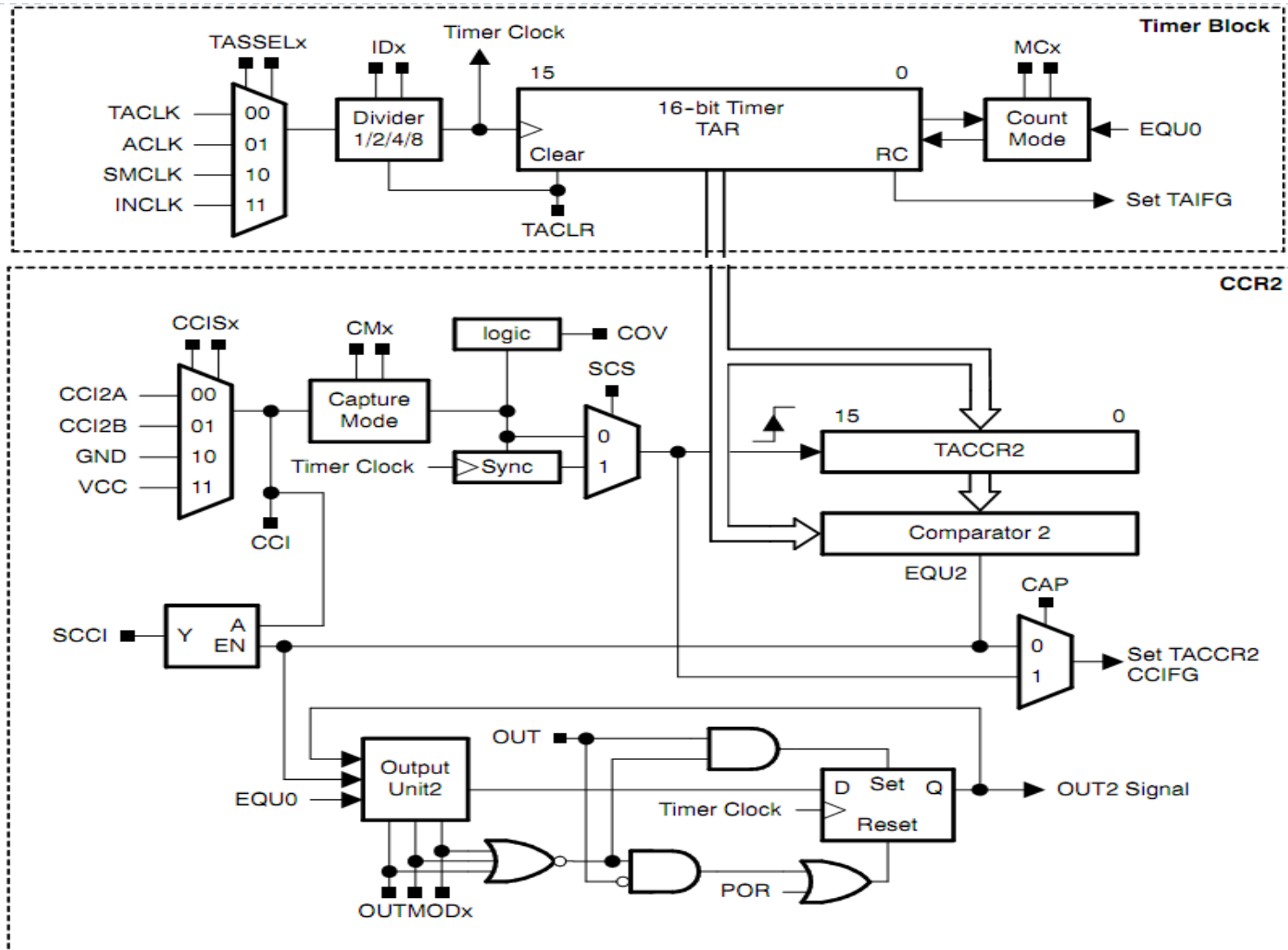


O contador de 16 bits



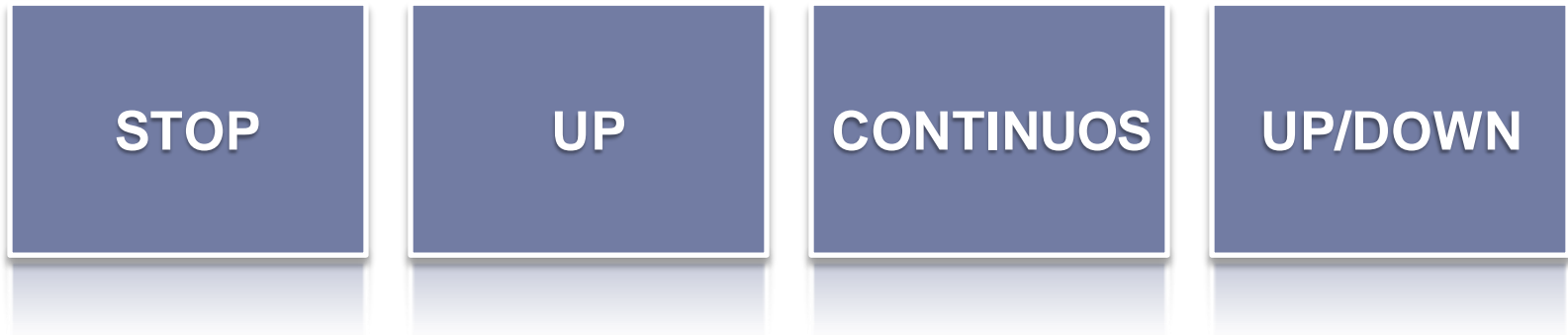
- Obs.: **TAR** pode ser zerado **setando** uma flag chamada **TACLR**, porém isto limpa o divisor de clock (das configurações do timer) e muda o tipo de contagem para Upmode (modo visto adiante).

Diagrama em Blocos



Modos de Contagem

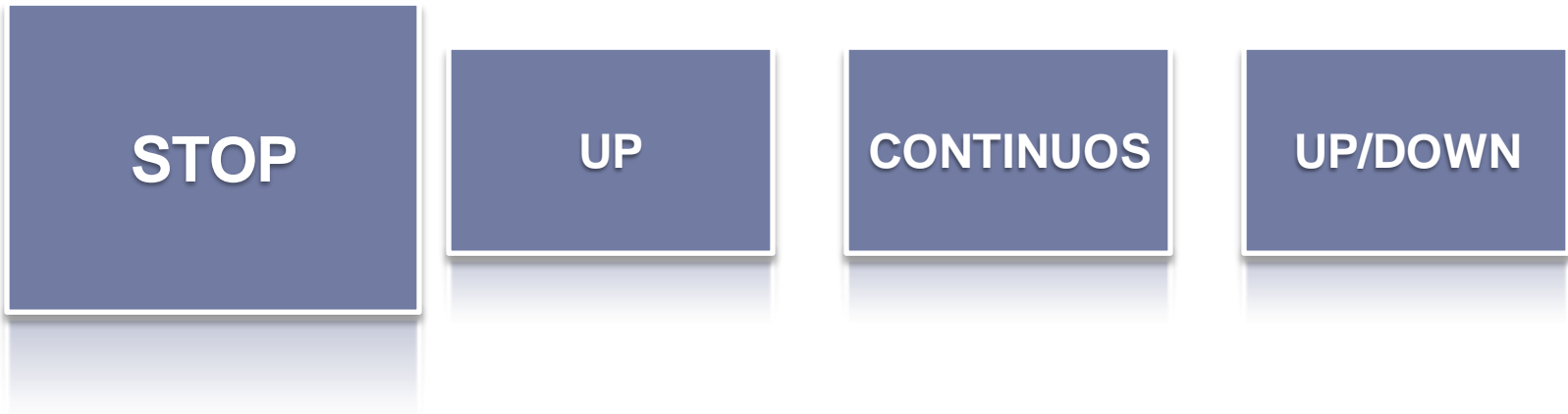
- ▶ Existem 4 modos de contagem, são eles:



- ▶ Para escolha do modo, configuramos o registro MCx, conforme abaixo:
 - ▶ 00 – STOP;
 - ▶ 01 – UP;
 - ▶ 10 – CONTINUOS;
 - ▶ 11 – UP/DOWN.

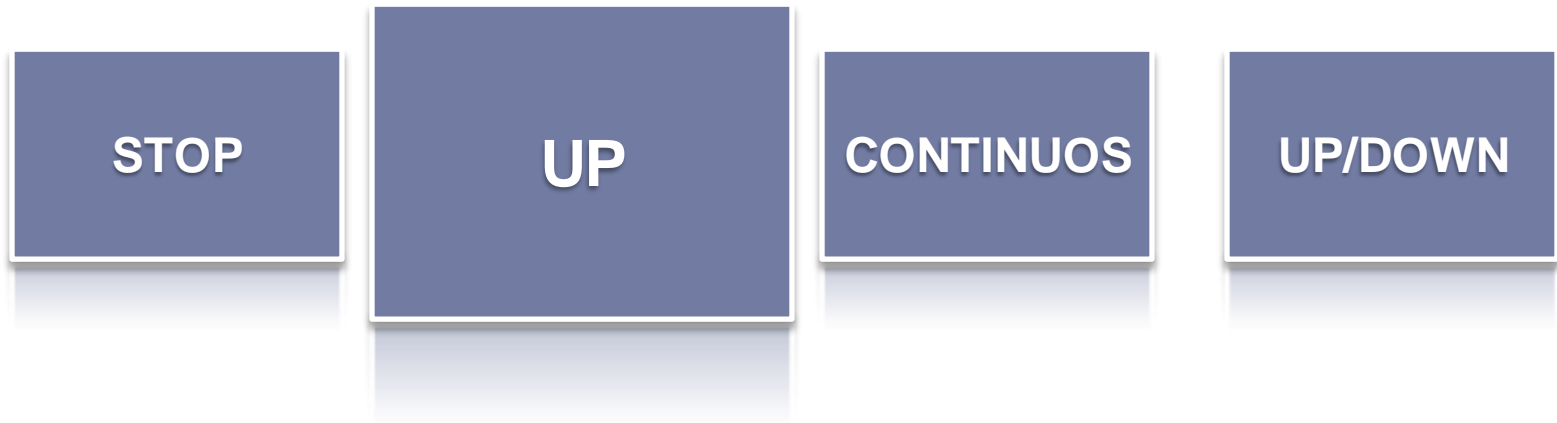


Modos de Contagem



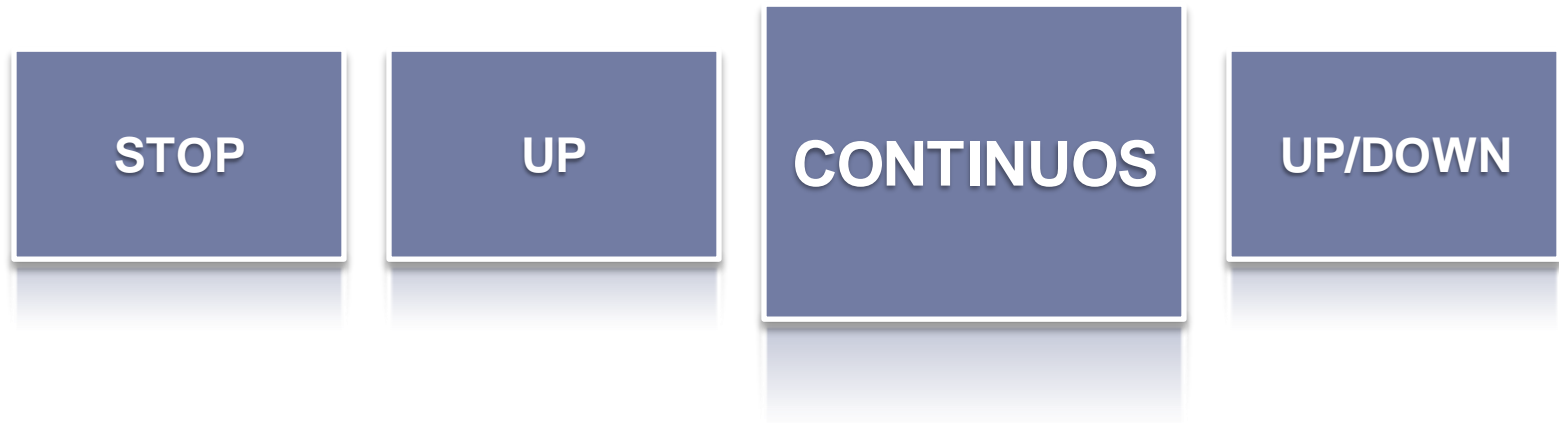
- ▶ Modo STOP:
 - ▶ Parado sem consumir corrente.

Modos de Contagem



- ▶ **Modo UP:**
 - ▶ Conta de 0 a CCR0 (total de $CCR0 + 1$);
 - ▶ Flag CCIFG setada quando TAR vai para TACCR0;
 - ▶ Flag TAIFG setada quando TAR vai de TACCR0 para 0.

Modos de Contagem



- ▶ **Modo CONTINUOS:**
 - ▶ Conta até 0xFFFF e recomeça do 0;
 - ▶ TACCR0 funciona do mesmo jeito que em outros módulos;
 - ▶ Flag TAIFG setada quando TAR vai de TACCR0 para 0.

Modos de Contagem



▶ Modo UP/DOWN:

- ▶ Incrementa TAR até TACCR0 e, em seguida, decrementa até 0 (desde que o valor de TACCR0 seja diferente de 0xFFFF);
- ▶ A direção de contagem é alterada durante a contagem. Isto permite a parada do timer e retoma daquele ponto. (Caso isto não seja desejado, setamos a flag TACLR*.
- ▶ TACCR0 CCIFG é setada quando TAR atinge TACCR0;
- ▶ Flag TAIFG setada quando TAR vai de 1 para 0.

Diagrama dos Modos

► Modo UP

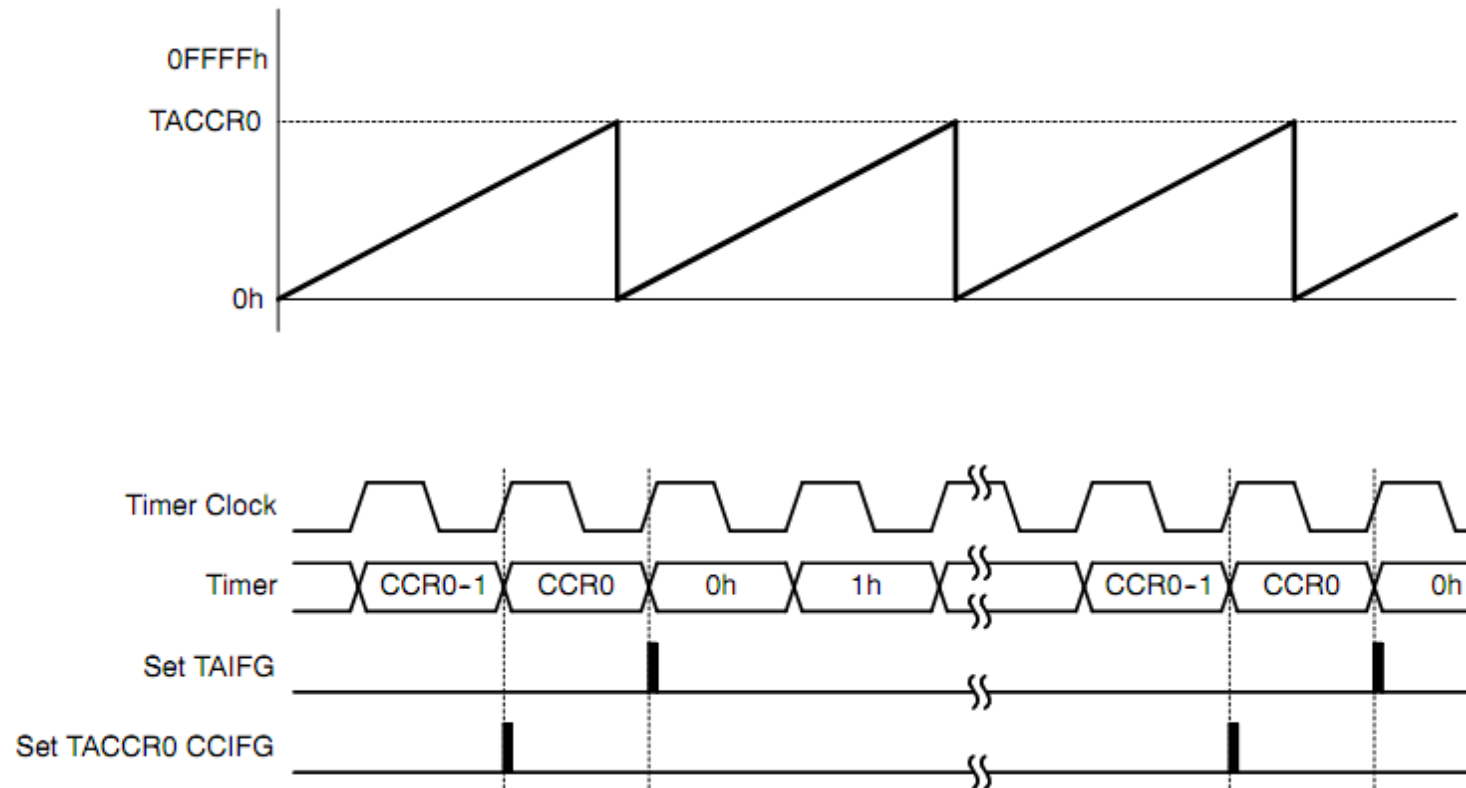


Diagrama dos Modos

► Modo Contínuos

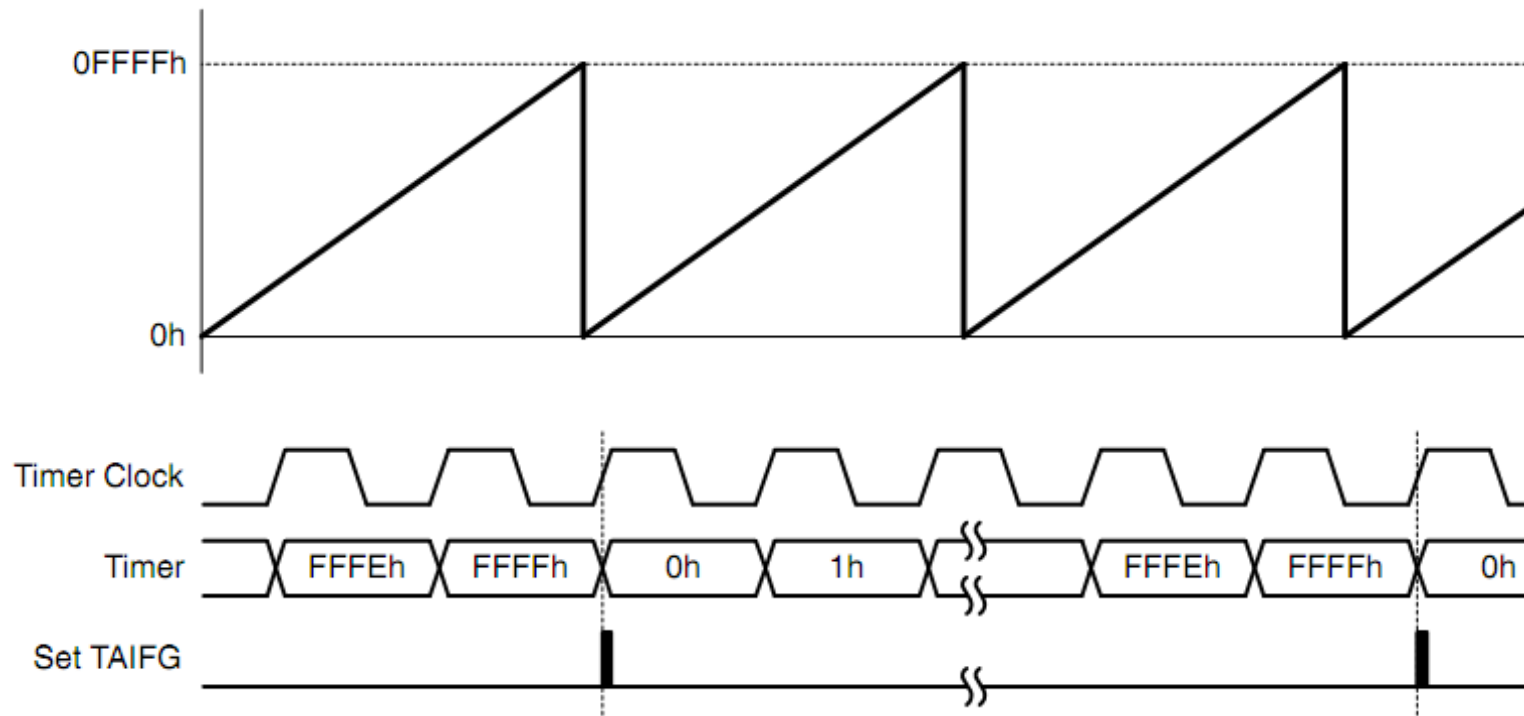


Diagrama dos Modos

► Modo Contínuos – Diagrama de Intervalos

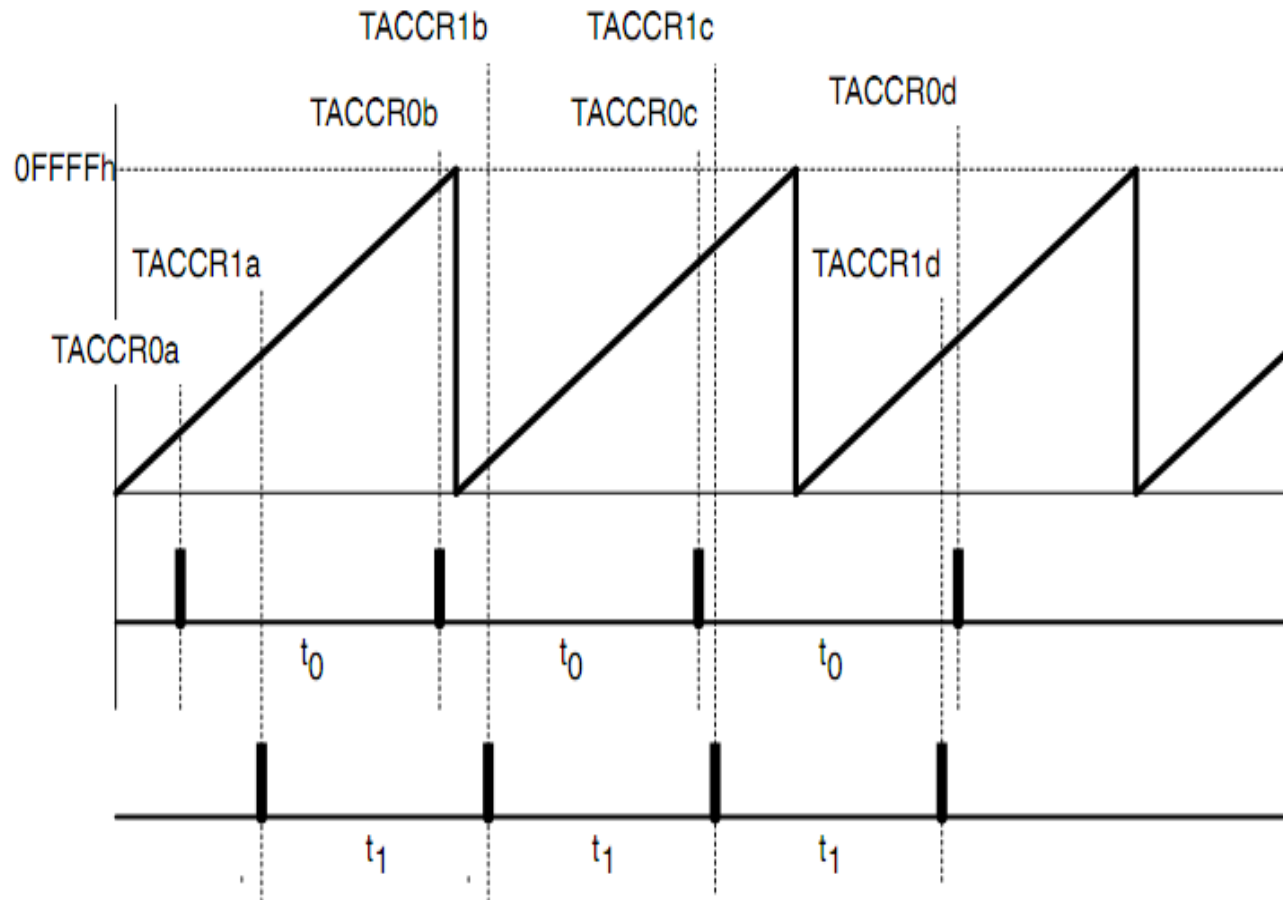
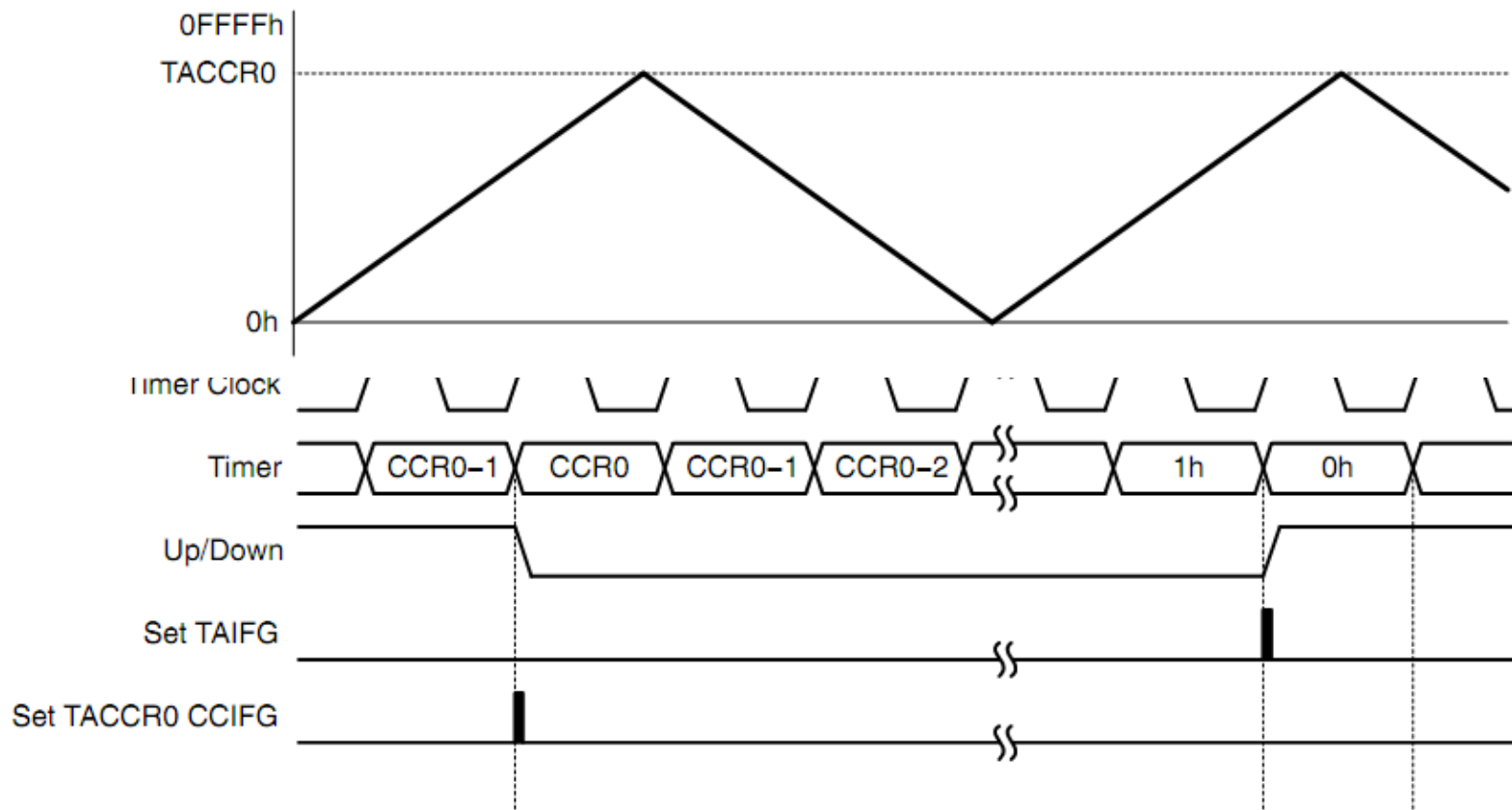


Diagrama dos Modos

► Modo UP/Down



Vamos Praticar?

- ▶ 1 – LED piscador com Interrupções de timer;
 - ▶ Boas práticas de programação em Microcontroladores.
- ▶ 2 – 2 LED's piscando em frequências diferentes;
 - ▶ Utilização de interrupção de TAR e CCR0.
- ▶ 3 – Três saídas distintas de frequência;
 - ▶ Utilização de interrupção de TAR e CCR0 e CCR1.
- ▶ 4 – Prática expositiva – Semáforo Utilizando Interrupção de timer no protoboard.
 - ▶ Um exemplo de projeto prático de uma máquina de estados em uma interrupção.