

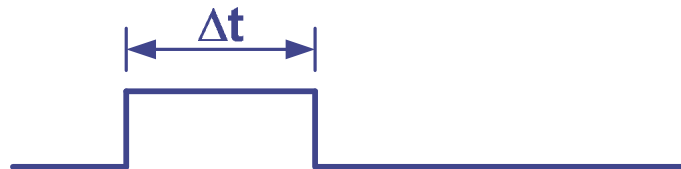
Aula 10

- *Timers*
 - Aplicações
 - Princípio de funcionamento
 - Divisão de frequência e controlo do *duty-cycle*
- *Watchdog timer*

José Luís Azevedo, Bernardo Cunha, Tomás Oliveira e Silva

Introdução

- Um *timer* é um dispositivo periférico de suporte que permite, no essencial, a medição de tempo, partindo de uma referência temporal conhecida
- Alguns exemplos de aplicações típicas de *timers*:
 - geração de um evento com uma duração controlada;
exemplo: geração de um impulso com uma duração definida, Δt

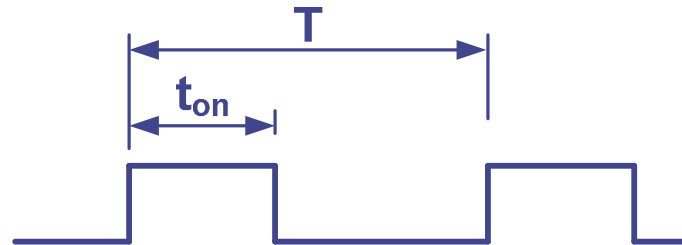


- geração de um evento periódico com período controlado;
exemplo: geração de um impulso com um período definido, T



Introdução

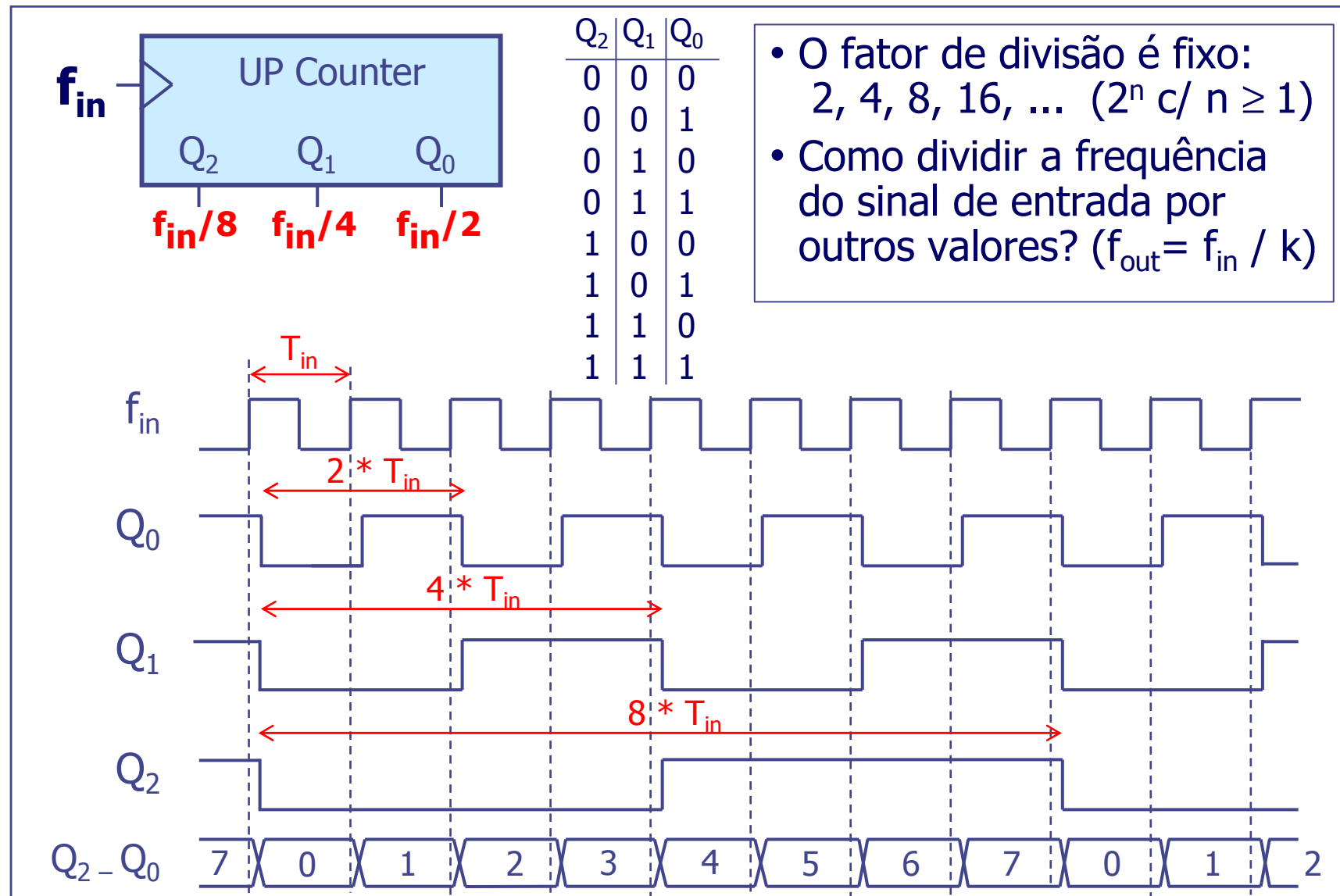
- Geração de um evento periódico com período e duração controlados. Exemplo: geração de um sinal periódico com um período de 10 ms e um "duty-cycle" de 40%:



$$\text{Duty-cycle} = (t_{\text{on}} / T) * 100 \text{ [\%]}$$

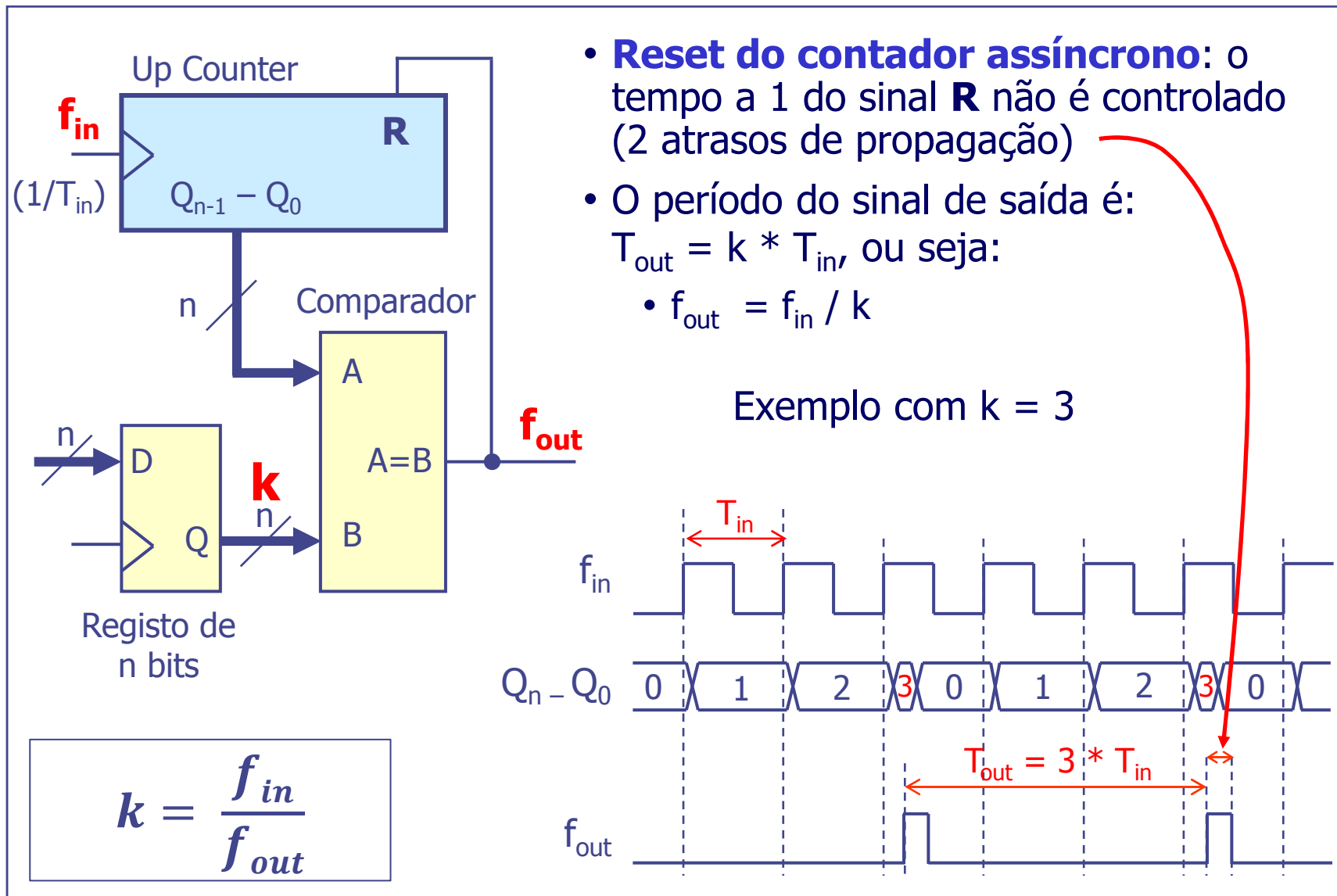
- "ton" é o tempo durante o qual o sinal está no nível lógico 1, num período
- a possibilidade de alterar o valor de "ton" sem alterar o valor de T é útil em muitas situações e designa-se por **PWM** (**Pulse Width Modulation** – modulação por largura de pulso)
- O funcionamento dos *timers* baseia-se sempre na contagem de ciclos de um sinal de relógio com frequência conhecida

Divisão de frequência

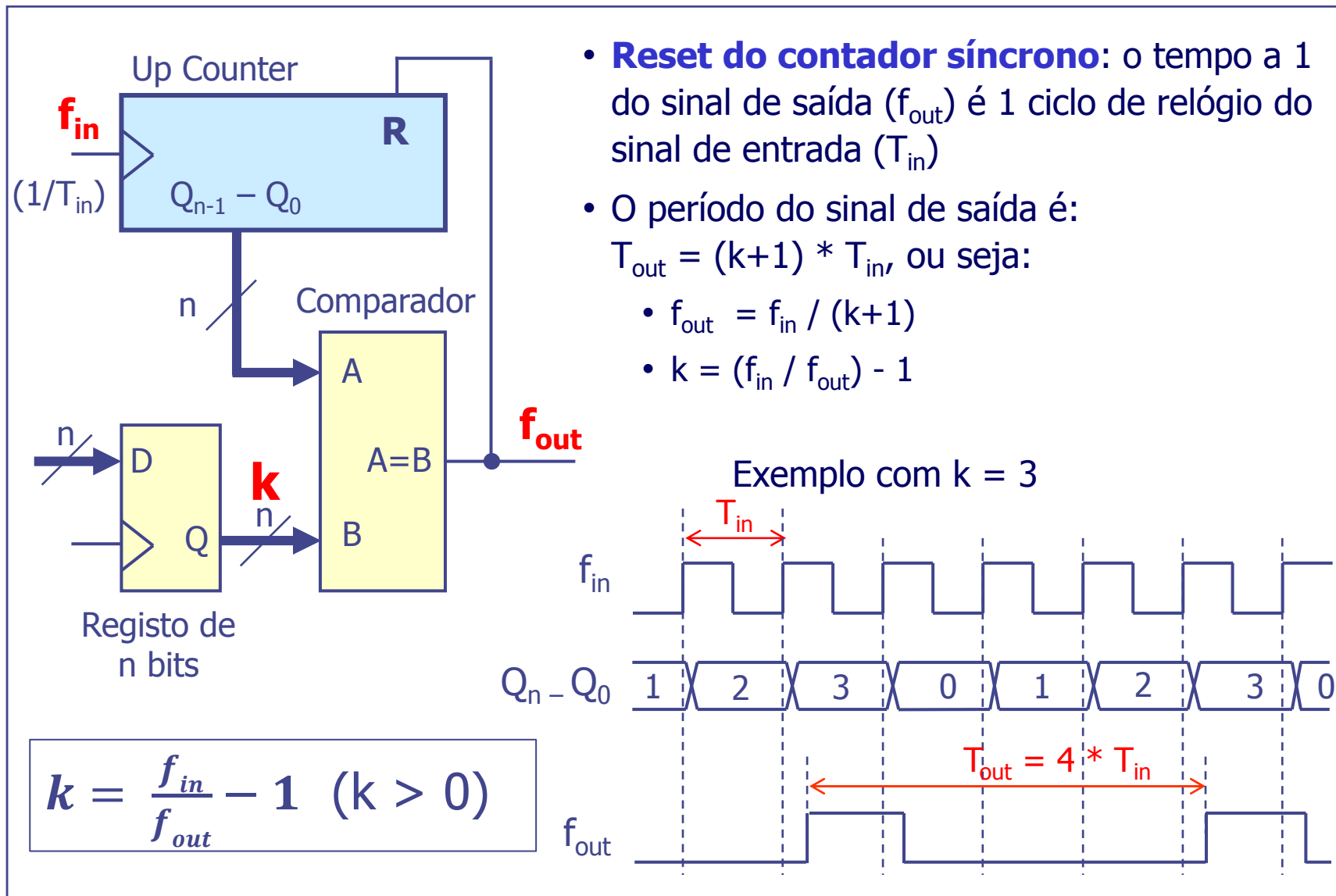


- O fator de divisão é fixo:
2, 4, 8, 16, ... (2^n c/ $n \geq 1$)
- Como dividir a frequência do sinal de entrada por outros valores? ($f_{out} = f_{in} / k$)

Divisão de frequência (versão 1)

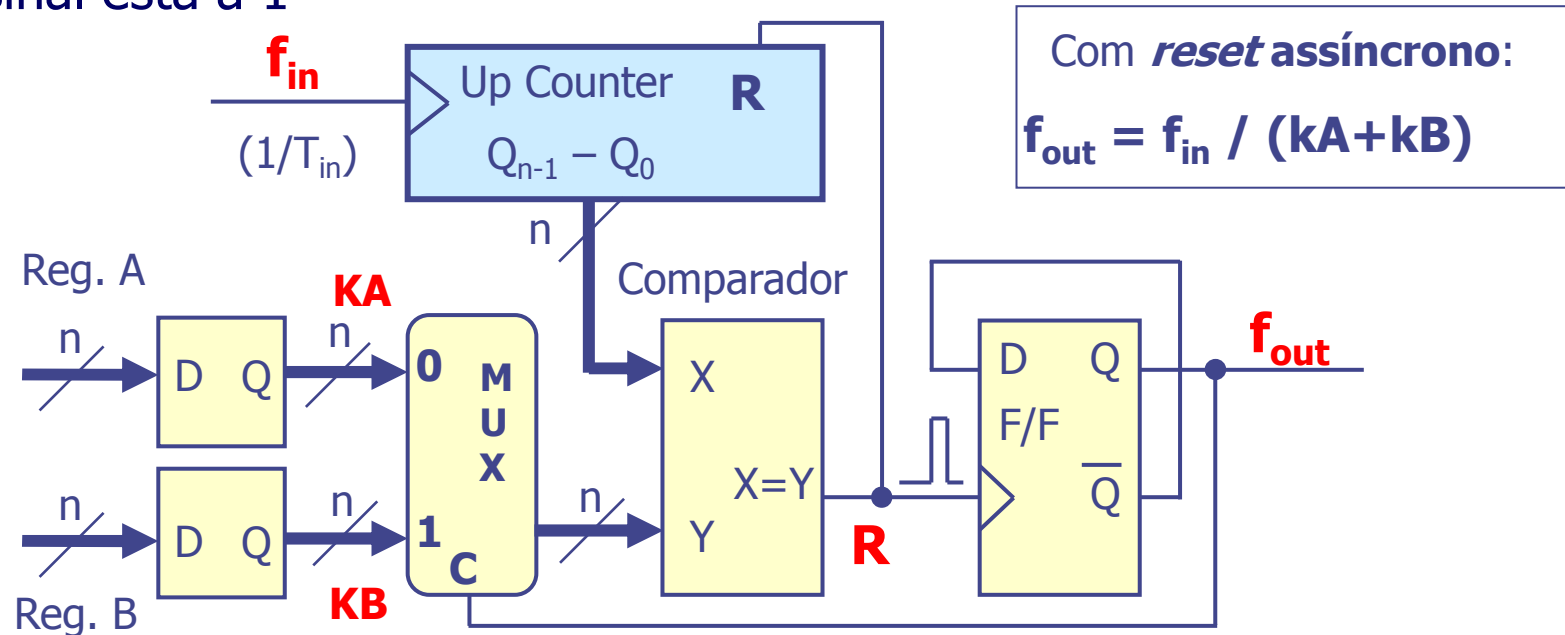


Divisão de frequência (versão 2)



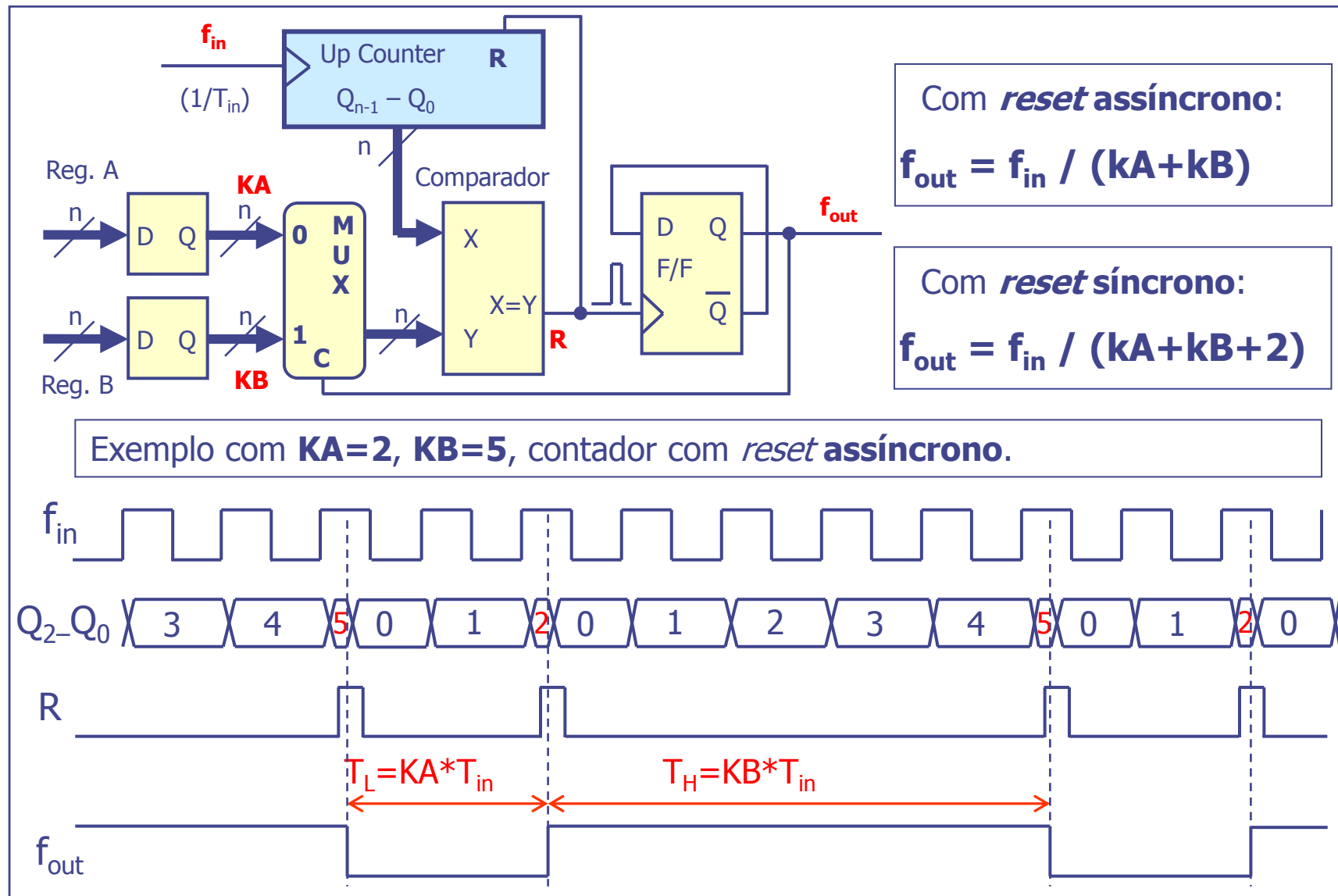
Controlo de frequência e *duty-cycle*

- Para este tipo de aplicação, o timer tem que permitir o controlo do período do sinal de saída, bem como do tempo durante o qual esse sinal está a 1



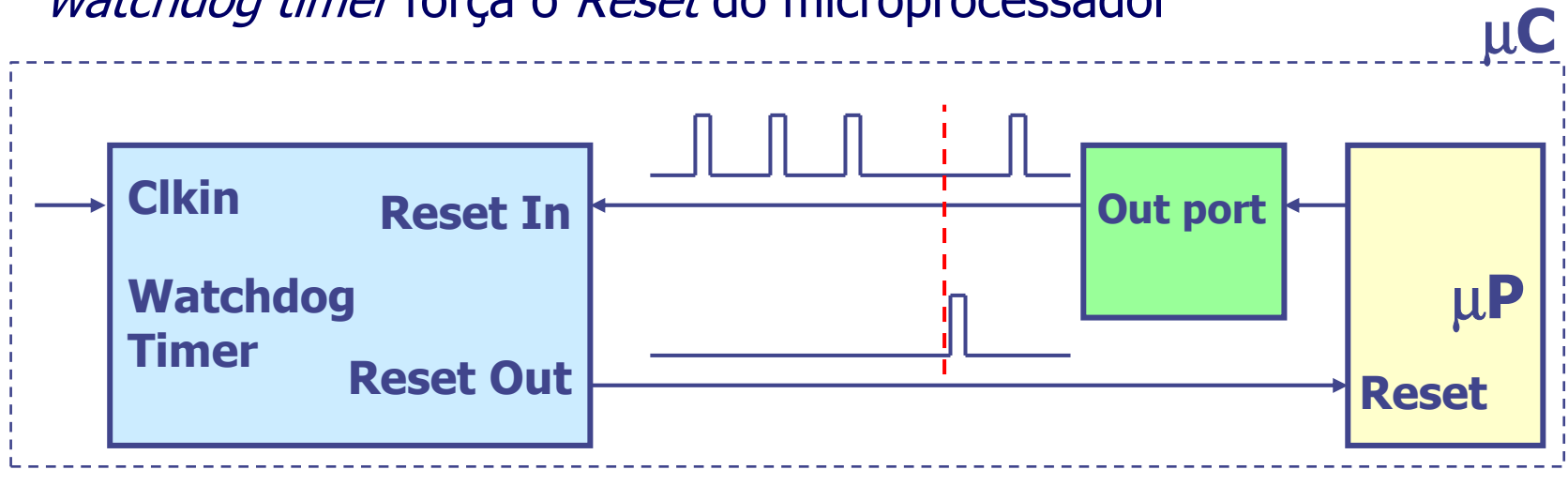
- Quando a saída Q do flip-flop está a 1, a entrada Y do comparador toma o valor de KB; caso contrário, toma o valor de KA. Logo, o tempo durante o qual o sinal de saída está a 1 depende de KB, e durante o qual está a 0 depende de KA

Controlo de frequência e *duty-cycle*

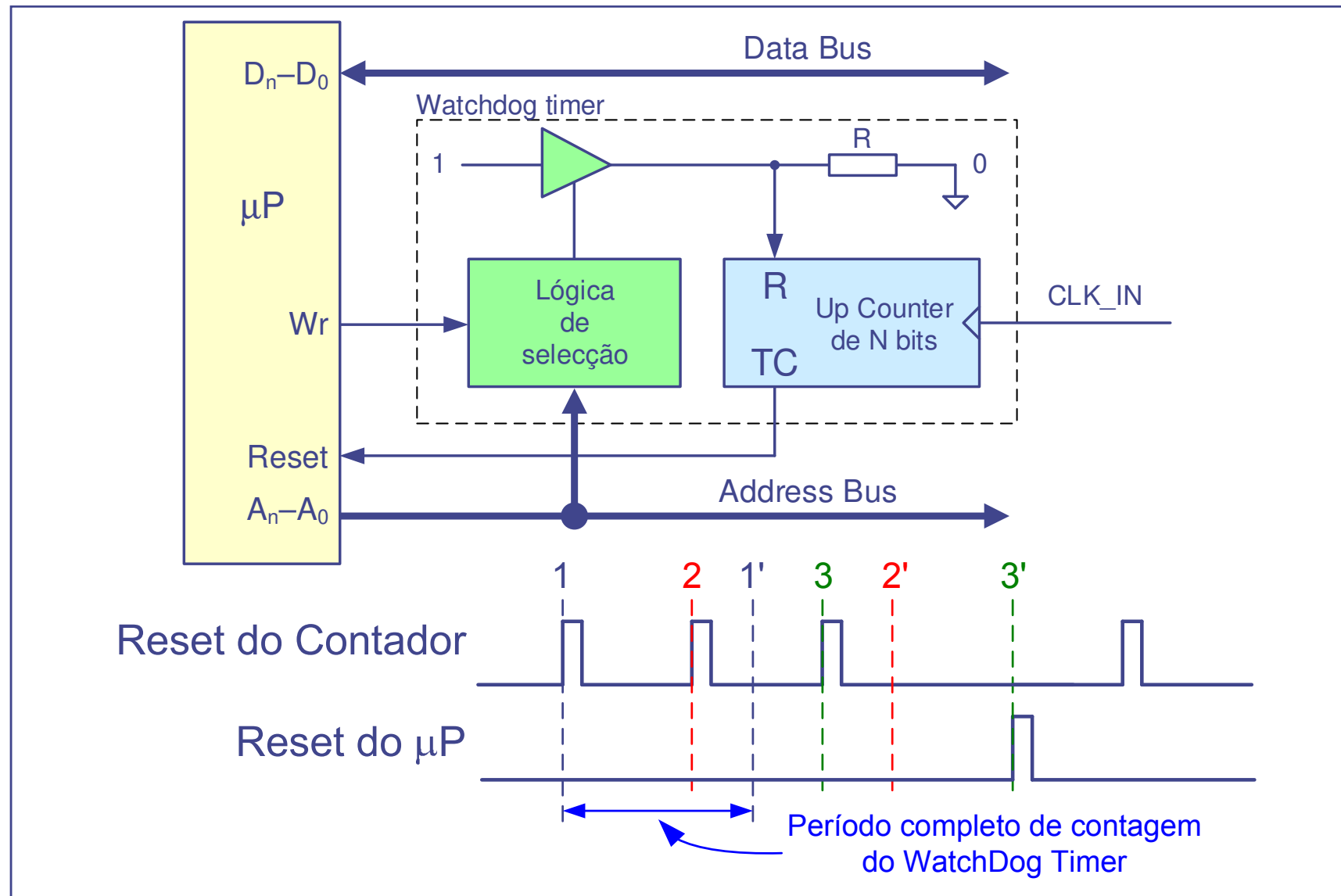


Watchdog Timer (temporizador "cão de guarda")

- Sistemas baseados em microcontrolador podem assegurar funções de controlo críticas que não podem falhar
- Como garantir que um crash do microprocessador não compromete o funcionamento global do sistema?
- Um *watchdog timer* tem como função monitorizar a operação do microprocessador e, em caso de falha, forçar o seu reinício
- Situação mais comum: se o microprocessador não atuou a entrada de *Reset* do *watchdog timer* ao fim de um tempo pré-determinado o *watchdog timer* força o *Reset* do microprocessador



Watchdog Timer – exemplo de implementação



Watchdog Timer – exemplo de utilização

- A aplicação no microcontrolador executa em ciclo infinito
- O *watchdog timer* é ativado quando o programa inicia. O *reset* da sua contagem é feito regularmente no corpo do ciclo (no exemplo, `clearWatchdogTimer()`)

```
void main(void)
{
    enableWatchdogTimer();
    (...)
    while(1)
    {
        (...)
        clearWatchdogTimer();
    }
}
```

- Caso haja uma falha no microprocessador que implique a quebra de execução do ciclo, a função "`clearWatchdogTimer()`" deixa de ser chamada e o *watchdog timer* deixa de ser reiniciado:
 - Quando o contador do *watchdog timer* atinge o valor máximo da contagem força um *reset* ao microprocessador