

Contadores



Introdução

Os **contadores** são uma classe particular de circuitos sequenciais que possuem as seguintes características:

- Os mais simples não têm entradas externas (para além da entrada de relógio);
- Seguem uma sequência fixa de estados;
- Nos circuitos mais complexos podem existir entradas externas para determinar o sentido da contagem, parar a contagem, inicializar a contagem com um dado valor, etc.



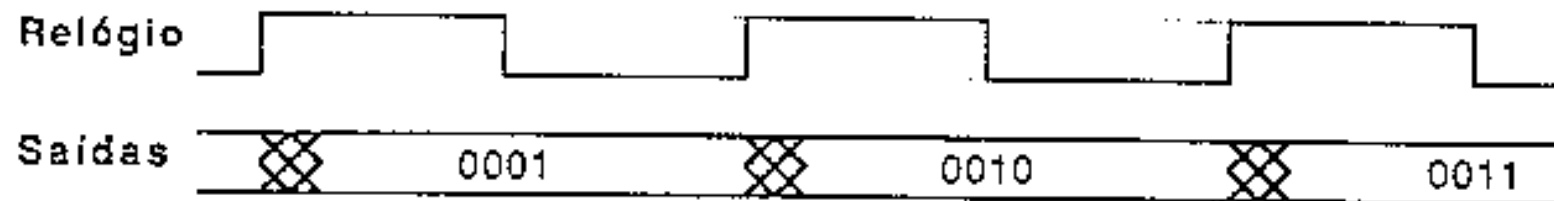
Utilizações mais frequentes dos contadores

Os **contadores** podem ser utilizados com as seguintes finalidades:

Contagem de impulsos

Nesta situação, as saídas do contador percorrem os estados sucessivos de uma sequência de contagem pré-determinada.

Exemplo de um contador binário de 4 *bits*:

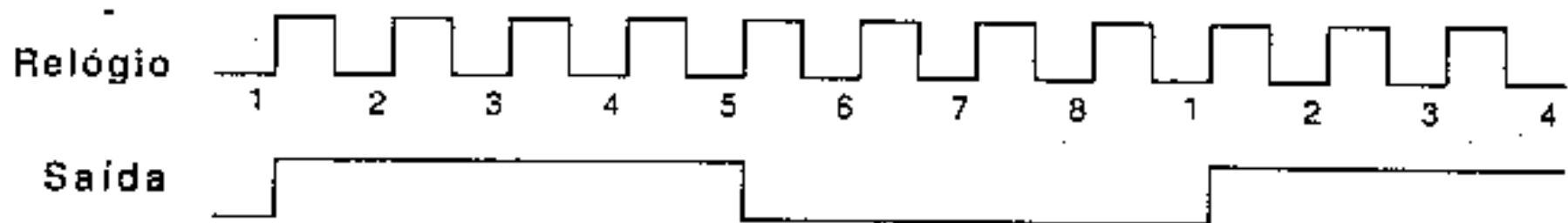




Divisão de frequência

Neste caso, é produzida uma saída cuja frequência é um submúltiplo da frequência do relógio.

Exemplo de um circuito **divisor por 8** (1 período da saída = 8 períodos do relógio):

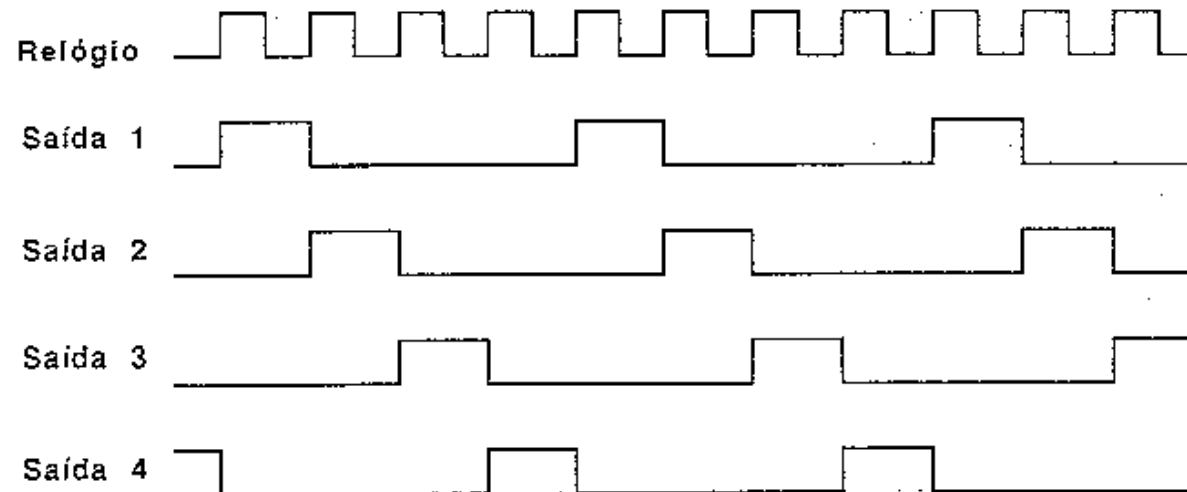




Geração de formas de onda faseadas

Neste caso, são produzidos vários sinais de relógio desfasados entre si, mas contidos dentro de um “período global”. Este tipo de sinais desfasados são normalmente usados em circuitos síncronos constituídos por diversos dispositivos e em que se pretende que cada um deles seja accionado por um relógio diferente.

Exemplo de ondas geradas neste tipo de aplicação:





Tipos de contadores

Podem classificar-se os contadores como sendo **uni-modo** ou **multi-modo**:

- Os contadores **uni-modo** não têm entradas externas, para além da entrada de relógio, limitando-se a percorrer a sua sequência de contagem;
- Os contadores **multi-modo** têm entradas externas, de controlo, que permitem seleccionar a sequência de contagem (ex: *up/down*), parar a contagem, inicializar o contador com um valor fornecido externamente (*load*), ou anular o estado do contador (*clear*).

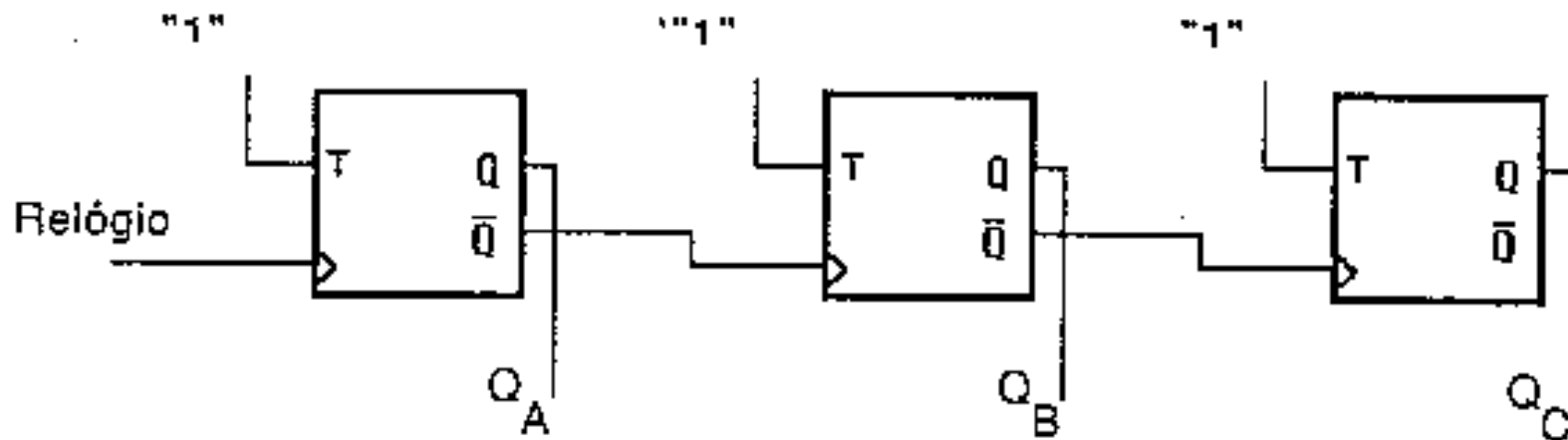
Podem ainda classificar-se como **assíncronos** ou **síncronos**:

- Os contadores **assíncronos** são constituídos por vários *Flip-Flops* interligados, em que apenas o primeiro destes tem a sua entrada de relógio ligada ao relógio externo.



É uma das saídas deste *Flip-Flop* que vai servir de entrada de relógio ao *Flip-Flop* seguinte, a saída deste último será, por sua vez, a entrada de relógio do seguinte, e por aí fora, até ao último *Flip-Flop* do contador. Estes contadores também se designam por contadores ***Ripple*** ou **Ondulantes**.

Exemplo

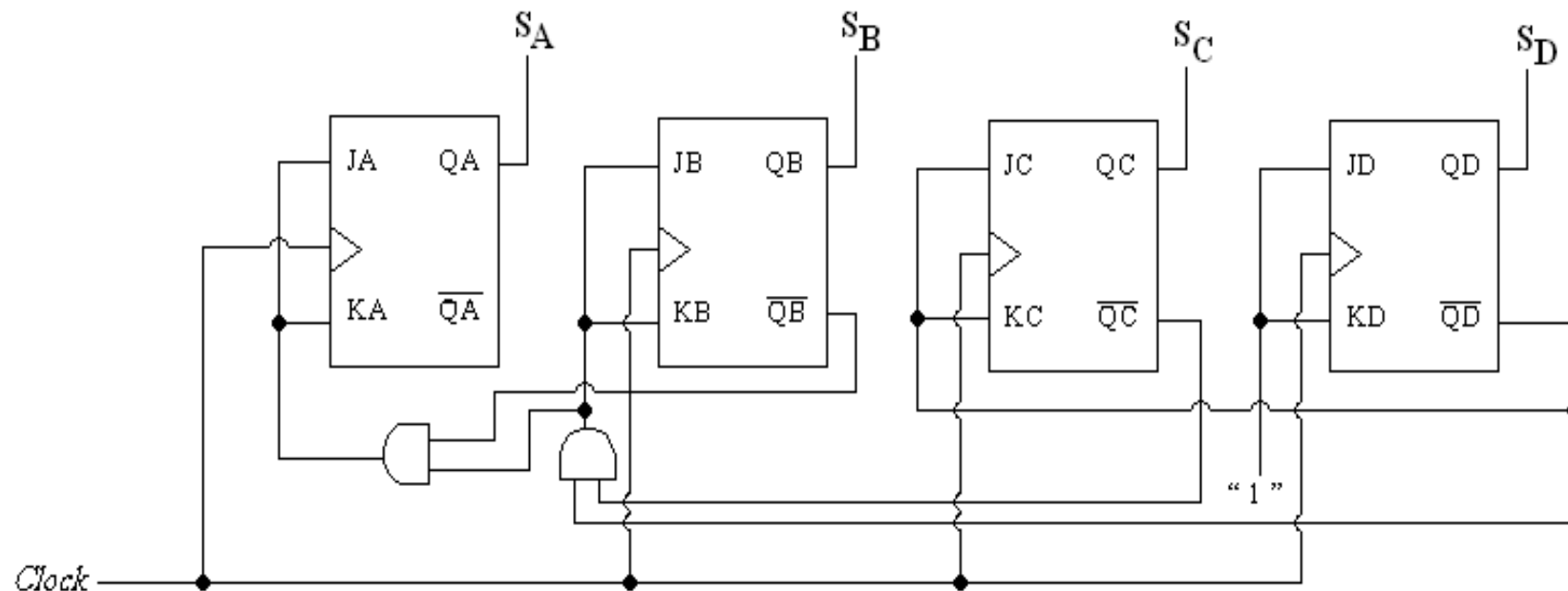


Contador ascendente de 3 bits



- Os contadores **síncronos**, são aqueles em que os vários *Flip-Flops* são controlados, em simultâneo, pelo mesmo sinal de relógio.

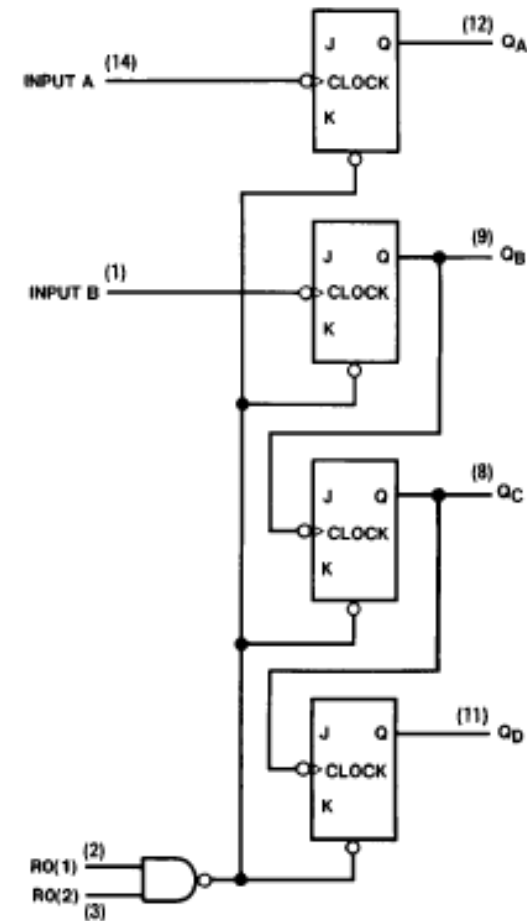
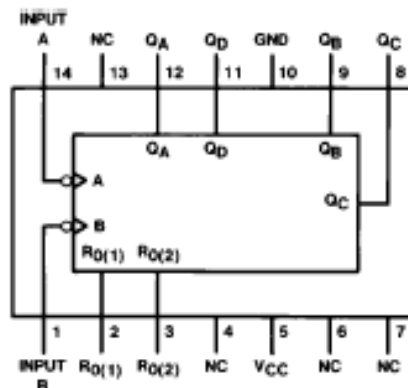
Exemplo



Efectua a contagem ... 8, 0, 15, 7, 11, 3, 13, 5, 9, 1, 14, 6, 10, 2, 12, 4, 8, 0, ...

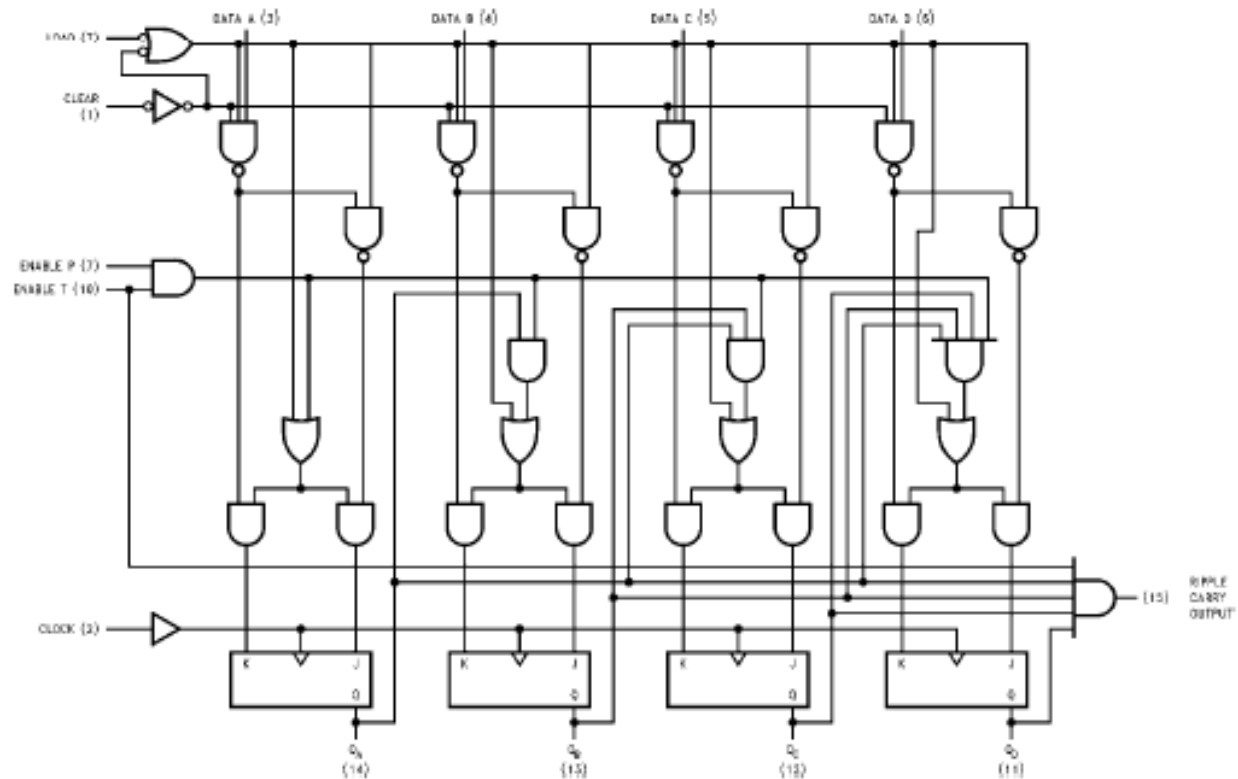
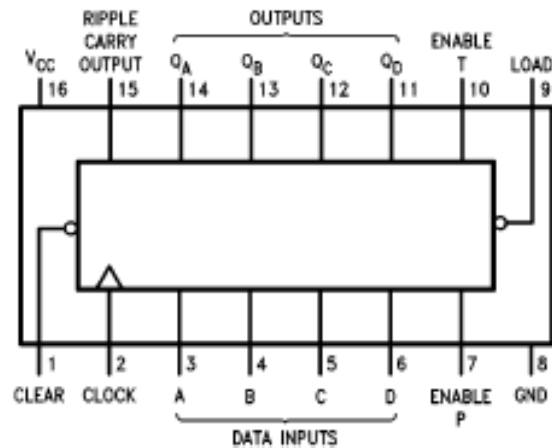
Circuito comercial 7493A, 74LS93 – *Ripple-clock binary counters*

Count	Outputs			
	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H





Circuito comercial 74163, 74LS163, 74S163 – Synchronous 4-bit binary counter - ripple carry output





Características:

- É um contador binário síncrono, de 4 *bits*;
- Tem uma saída de ***ripple-carry***, que é colocada a 1 quando o contador passa pelo estado **1111**. Esta saída é que permite a ligação em cascata de vários contadores;
- Tem duas entradas **enable P** e **enable T** que precisam de estar activas (ao nível alto) para que se efectue a contagem. A segunda das entradas também tem que estar activa para permitir a saída de ***ripple-carry***;
- Pode ser carregado com um valor inicial através de 4 entradas de dados (**A**, **B**, **C** e **D**) e de uma entrada de controlo **LOAD** (activa ao nível baixo).



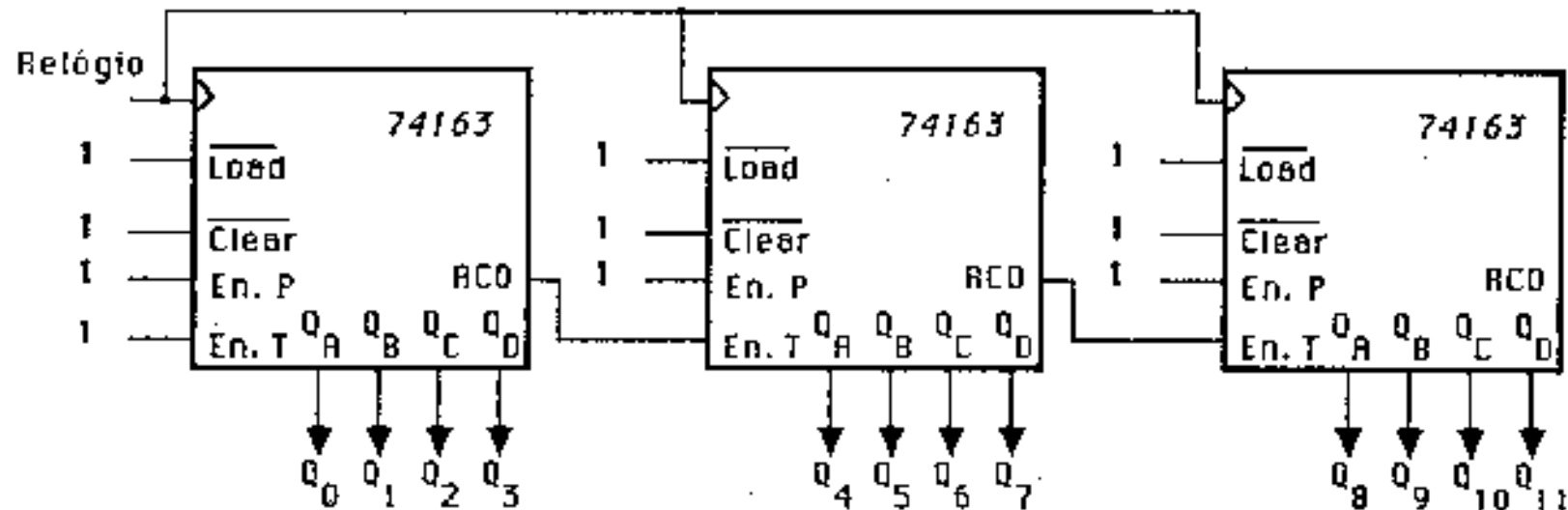
A activação do **LOAD** desactiva a contagem, mas como é uma entrada síncrona, os valores presentes em **A**, **B**, **C** e **D** só serão transferidos para as saídas **Q_A**, **Q_B**, **Q_C** e **Q_D**, quando ocorrer a próxima transição do relógio;

- Possui uma entrada síncrona de **CLEAR** (activa ao nível baixo) que permite colocar as saídas do contador a **0000**, quando ocorrer a próxima transição do relógio.



Expansão de contadores síncronos

Os contadores síncronos, como o 74163, já estão preparados para poderem ser associados (sem necessidade de lógica adicional externa).



Nota: A entrada **Enable T** tem que estar activa para se produzir o **Ripple Carry Output** (que por sua vez entra no **Enable T** do contador seguinte).