

Aula 12

- Registradores de Deslocamento
 - Conversor Série-Paralelo
 - Conversor Paralelo-Série
 - Registrador de Entrada Série e Saída Série
 - Registrador de Entrada Paralela e Saída Paralela
 - Registrados de Deslocamento Utilizado como Multiplicador ou Divisor por 2

- Contadores
 - Contadores Assíncronos
 - Contador de Pulsos
 - Contador de Décadas
 - Contador sequencial de 0 a n
 - Contadores Assíncronos Decrescentes
 - Contador Assíncrono Crescente/Decrescente

Contadores

São circuitos digitais que variam os seus estados, sob o comando de um clock, de acordo com uma sequência predeterminada. São portanto, circuitos digitais que variam seus estados, sob o comando de um clock de acordo com uma sequência predeterminada.

São utilizados principalmente para contagens diversas, divisão de frequência, medição de frequência e tempo, geração de formas de onda e conversão de analógico para digital.

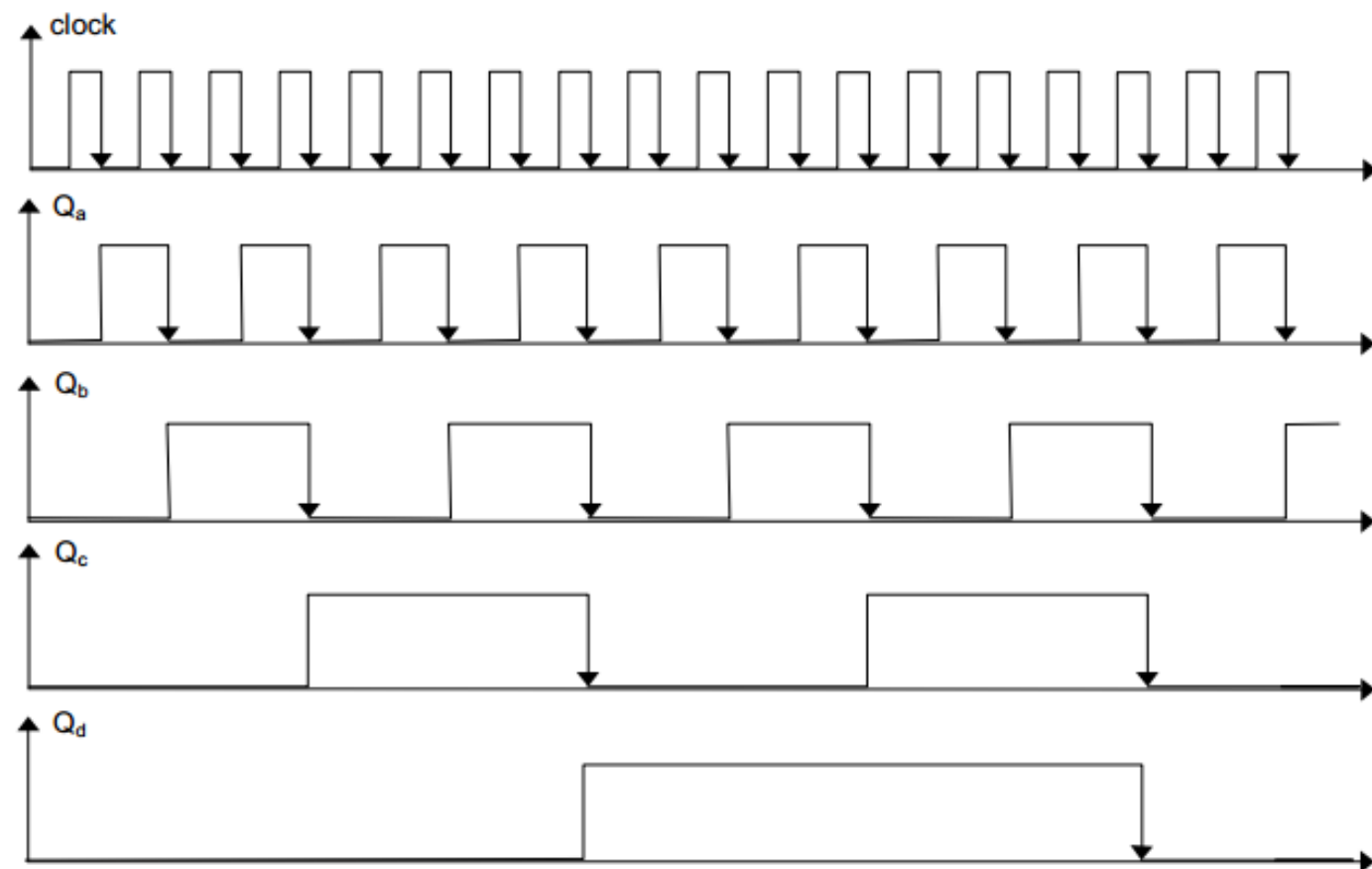
Divididos em 2 categorias: **Assíncronos** e **Síncronos**

Contadores

Contadores Assíncronos

São caracterizados por seus flip-flops funcionarem de maneira assíncrona (sem sincronismo), não tendo entradas clock em comum.

Neste tipo de circuito a **entrada clock se faz apenas no primeiro flip-flop**, sendo as outras derivadas das saídas dos blocos anteriores.



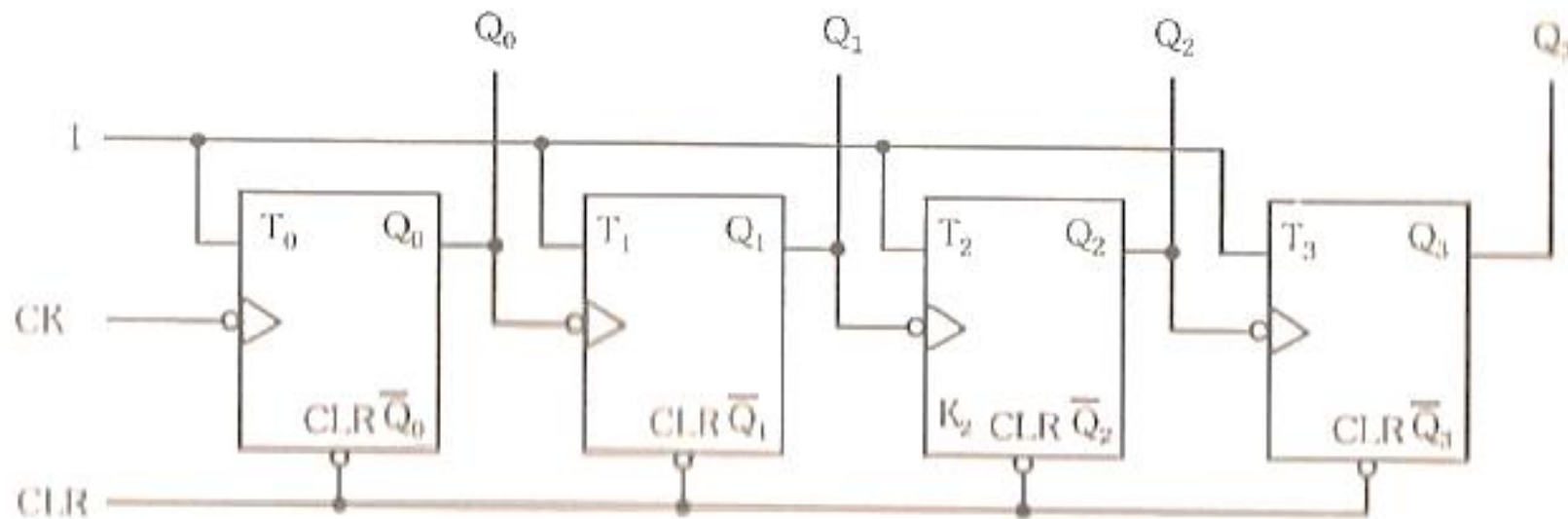
Contador de Pulso

Apresenta nas saídas, o sistema binário em sequencia.

Seu circuito básico apresenta um grupo de 4 flip-flops do tipo T ou JK Mestre-Escravo, os quais possuem a entrada T ou, no caso, J e K iguais a 1, originando na saída $Q_f = \bar{Q}_a$, a cada descida do clock.

Contador de Pulso

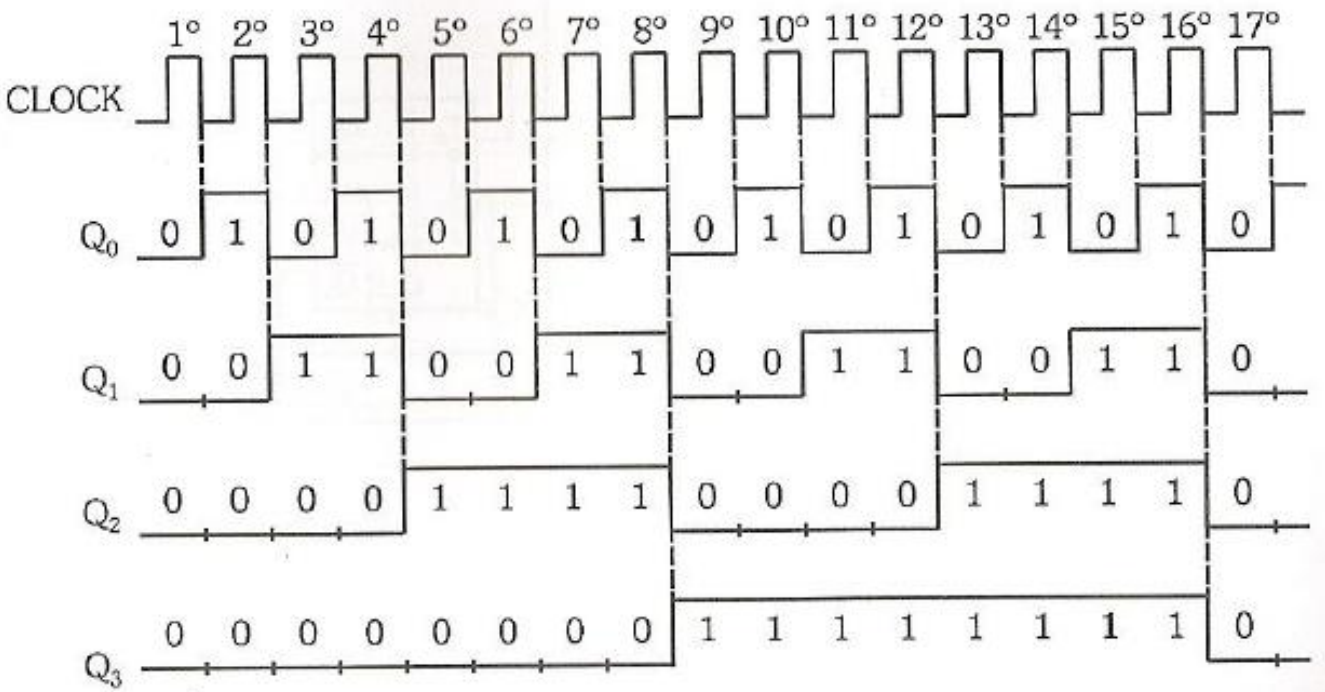
A entrada dos pulsos se faz através da entrada do clock do 1º flip-flop, sendo as entradas clock dos flip-flops seguintes, conectadas às saídas Q dos respectivos antecessores conforme circuito:



Contadores – Assíncronos

Contador de Pulso

Descidas de clock	Saídas				
	Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃	
1a	0	0	0	0	(Estado inicial, imposto por CLR = 0)
2a	1	0	0	0	(Após a 1ª descida de clock: Q ₀ =1)
3a	0	1	0	0	(Após a 2ª descida: Q ₀ =0 e Q ₁ =1, obtido pela descida de Q ₀)
4a	1	1	0	0	(Q ₀ =1 e Q ₁ permanece igual a 1)
5a	0	0	1	0	(Q ₀ =0 ⇒ Q ₁ =0 ⇒ Q ₂ =1)
6a	1	0	1	0	(Q ₀ =1, Q ₁ e Q ₂ permanecem)
7a	0	1	1	0	(Q ₀ =0 ⇒ Q ₁ =1)
8a	1	1	1	0	(Q ₀ =1)
9a	0	0	0	1	(Q ₀ =0 ⇒ Q ₁ =0 ⇒ Q ₂ =0 ⇒ Q ₃ =1)
10a	1	0	0	1	(Q ₀ =1)
11a	0	1	0	1	(Q ₀ =0 ⇒ Q ₁ =1)
12a	1	1	0	1	(Q ₀ =1)
13a	0	0	1	1	(Q ₀ =0 ⇒ Q ₁ =0 ⇒ Q ₂ =1)
14a	1	0	1	1	(Q ₀ =1)
15a	0	1	1	1	(Q ₀ =0 ⇒ Q ₁ =1)
16a	1	1	1	1	(Q ₀ =1)
17a	0	0	0	0	(Q ₀ =0 ⇒ Q ₁ =0 ⇒ Q ₂ =0 ⇒ Q ₃ =0)



Contador de Pulso

Considerando Q_0 como bit menos significativo (LSB) e Q_3 como o mais significativo (MSB), temos nas saídas o sistema binário em sequência (0000 a 1111).

Após a 16ª descida do clock, o contador irá reiniciar a contagem. Um contador digital de 4 bits, que conta de 0000 a 1111 pode ser chamado de **contador módulo 16** (ou 16 estados).

O módulo (“mod”) de um contador corresponde ao número de contagens que ele completa. Cada um dos passos da contagem é chamado de estado, ex: 0000, 0001, 0010...

Contadores – Assíncronos

Contador de Pulso

O período de Q_0 é o dobro do período do clock, logo a frequência de Q_0 será a metade da frequência do clock, pois $f=1/T$.

Na saída Q_1 , vemos que seu período é o dobro de Q_0 e o quádruplo do pulso do clock. Isso se sucederá sucessivamente aos demais flip-flops.

Assim sendo, podemos notar que uma das aplicações dos contadores será a de dividir a frequência de sinais (onda quadrada) aplicados à entrada clock.

No caso deste contador, a divisão será por um número múltiplo de 2^N , onde **N** é o número de flip-flop utilizados.

Contador de Década

É o circuito que efetua a contagem em números binários de 0 a 9_{10} (10 algarismos). Isso significa acompanhar a sequência do código BCD 8421 de 0000 até 1001.

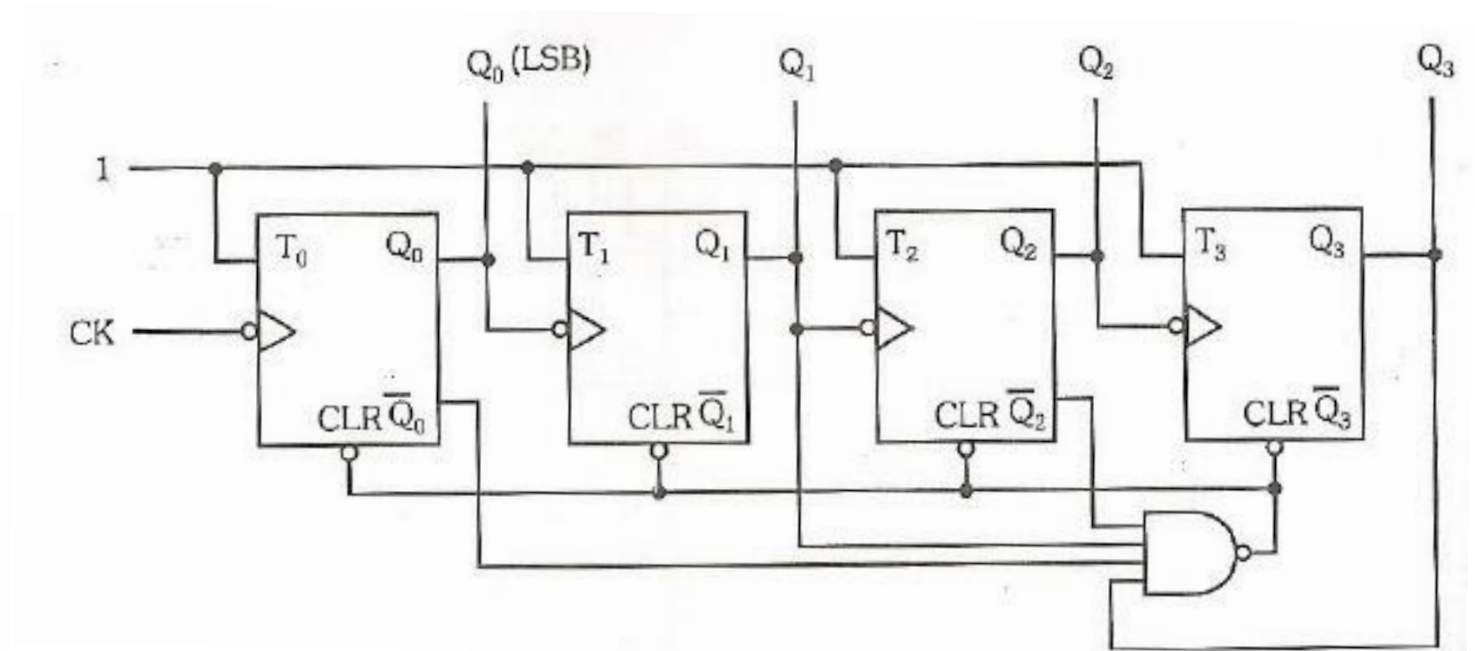
Para construir este circuito, utilizamos o contador de pulsos, interligando as entradas clear dos flip-flops.

Para que o contador conte somente de 0 a 9, deve-se jogar um nível 0 na entrada clear assim que surgir o caso 10 (1010), ou seja, no 10º pulso.

Contadores – Assíncronos

Contador de Década

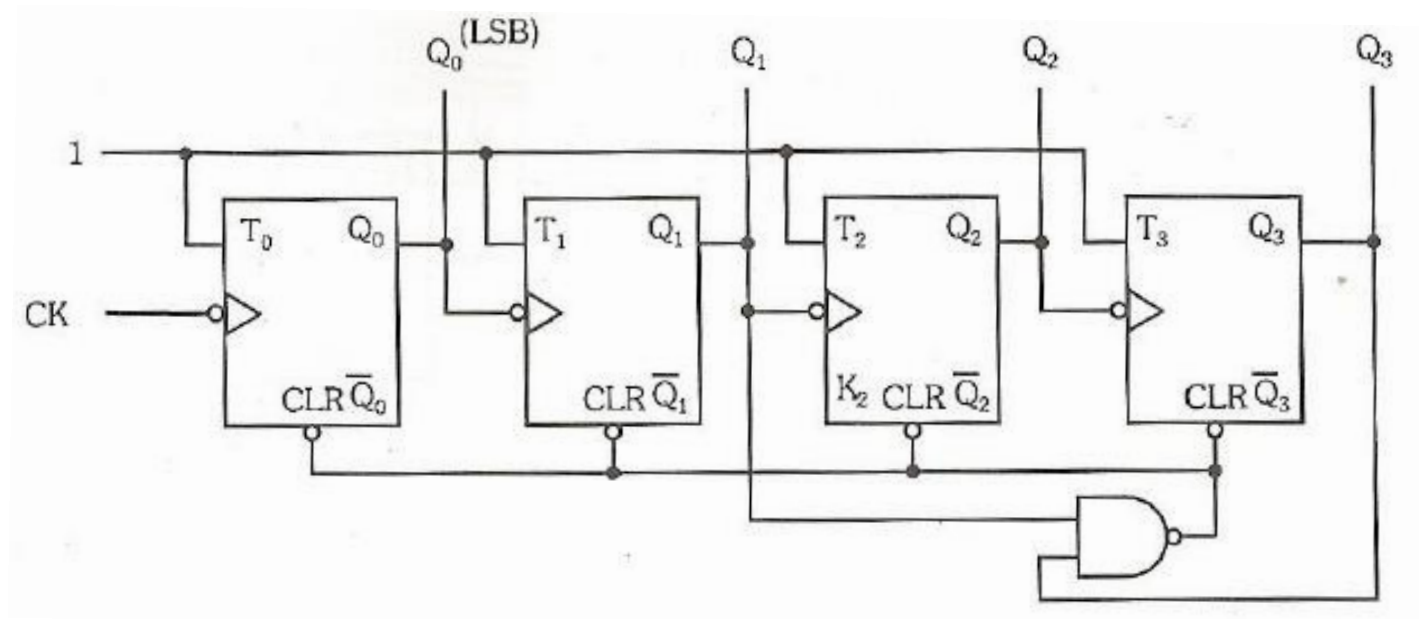
Descidas de clock	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	CLR
1ª	0	0	0	0	1
2ª	0	0	0	1	1
3ª	0	0	1	0	1
4ª	0	0	1	1	1
5ª	0	1	0	0	1
6ª	0	1	0	1	1
7ª	0	1	1	0	1
8ª	0	1	1	1	1
9ª	1	0	0	0	1
10ª	1	0	0	1	1
	1	0	1	0	0



Contadores – Assíncronos

Contador de Década

Uma outra forma de obter o mesmo clear ou reset no caso 1010, utilizando uma porta NE com menos entradas, consiste em ligarmos apenas Q_3 utilizando e Q_1 nesta, pois só serão iguais a 1 simultaneamente neste caso, zerando as saídas do mesmo jeito:



Este contador poderá ser utilizado como divisor de frequência pode 10 para uma onda quadrada aplicada à entrada clock, pois possui 10 estados de saída.

Contador Sequencial de 0 a n

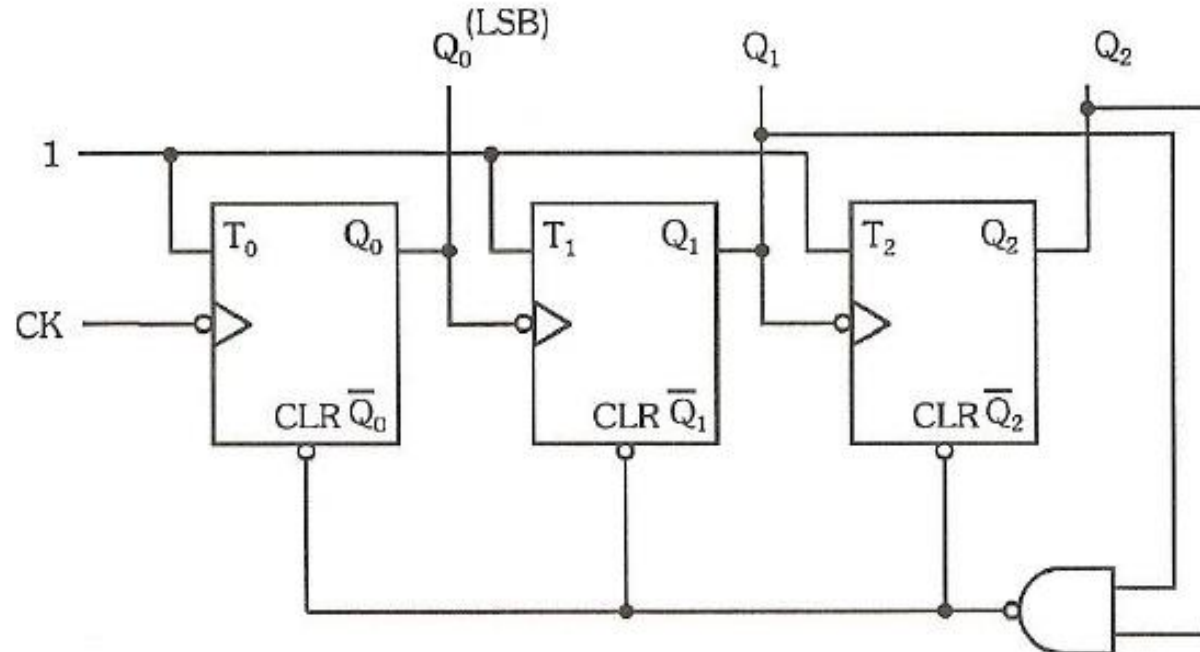
Utilizando o mesmo processo anterior, podemos fazer um contador contar de 0 até um número qualquer. Para isso, basta apenas verificarmos quais as saídas do contador para o caso seguinte a n , colocarmos estas saídas numa porta NE e à saída desta ligarmos as entradas clear dos flip-flop.

Para exemplificar, vamos elaborar o circuito de um contador de 0 a 5_{10} . Nesse caso, desejamos que o contador recomece a contagem após o estado 5, ou seja, passe para 0 todos os flip-flops.

Contadores – Assíncronos

Contador Sequencial de 0 a n

Neste caso, o estado seguinte a n será o 6, ocasionando nas saídas: $Q_2=1$, $Q_1=1$ e $Q_0=0$ (110). Quando ocorrer então, deverá haver um 0 nas entradas clear interligadas, levando o contador a 0. Devemos, para tanto, ter na entrada da porta NE, a ligação de Q_2 e Q_1 , pois na sequencia da contagem, estas irão assumir níveis 1 simultaneamente apenas no caso 110:



Contadores Assíncronos Decrescentes

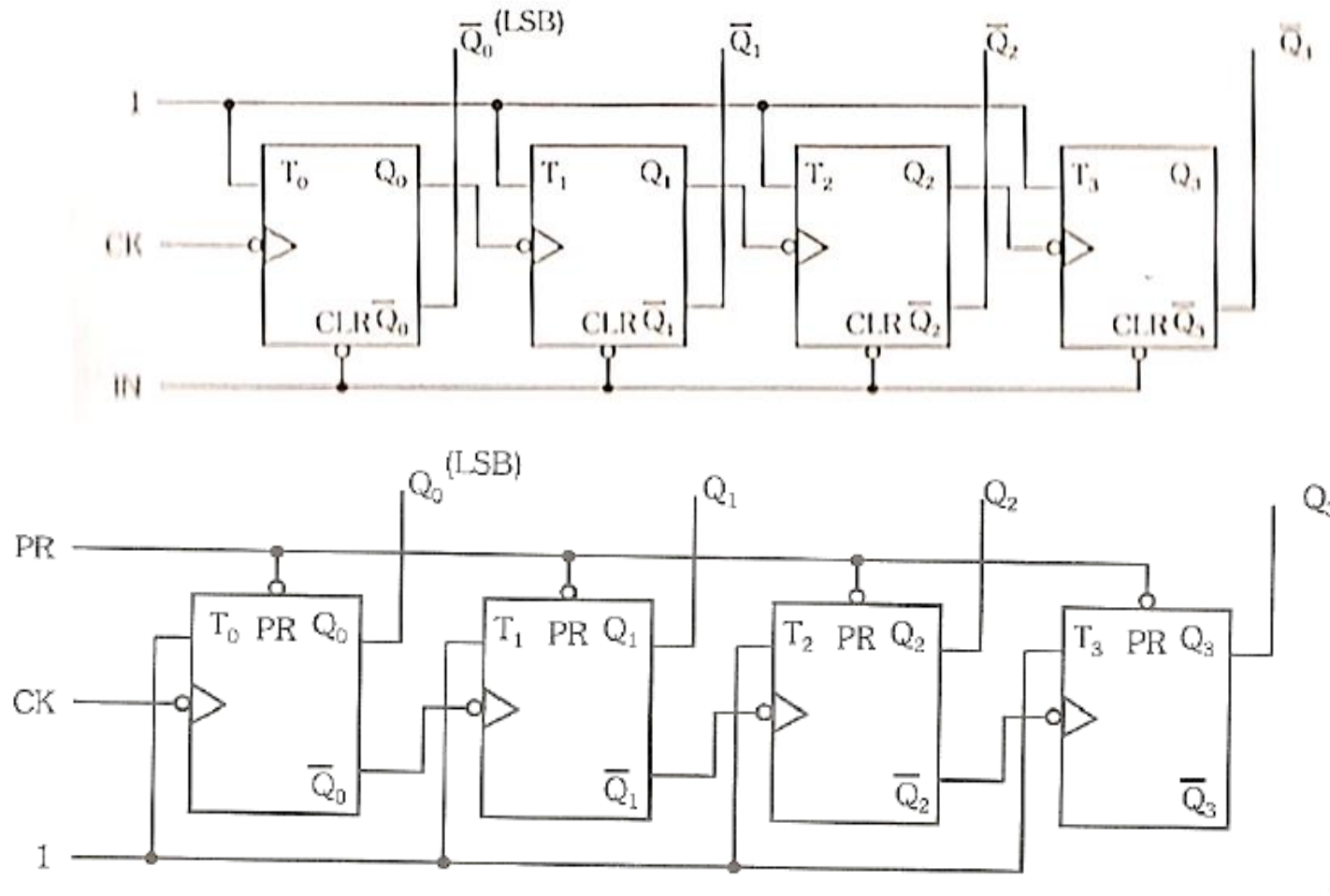
Contadores que efetuam contagem decrescente.

O circuito que efetua a contagem decrescente é o mesmo circuito que efetua a contagem crescente, com a única diferença de extrairmos as saídas dos terminais \overline{Q}_0 , \overline{Q}_1 , \overline{Q}_2 e \overline{Q}_3 , sendo o terminal \overline{Q}_0 o bit menos significativo.

Decimal	Binário			
15	1	1	1	1
14	1	1	1	0
13	1	1	0	1
12	1	1	0	0
11	1	0	1	1
10	1	0	1	0
9	1	0	0	1
8	1	0	0	0
7	0	1	1	1
6	0	1	1	0
5	0	1	0	1
4	0	1	0	0
3	0	0	1	1
2	0	0	1	0
1	0	0	0	1
0	0	0	0	0

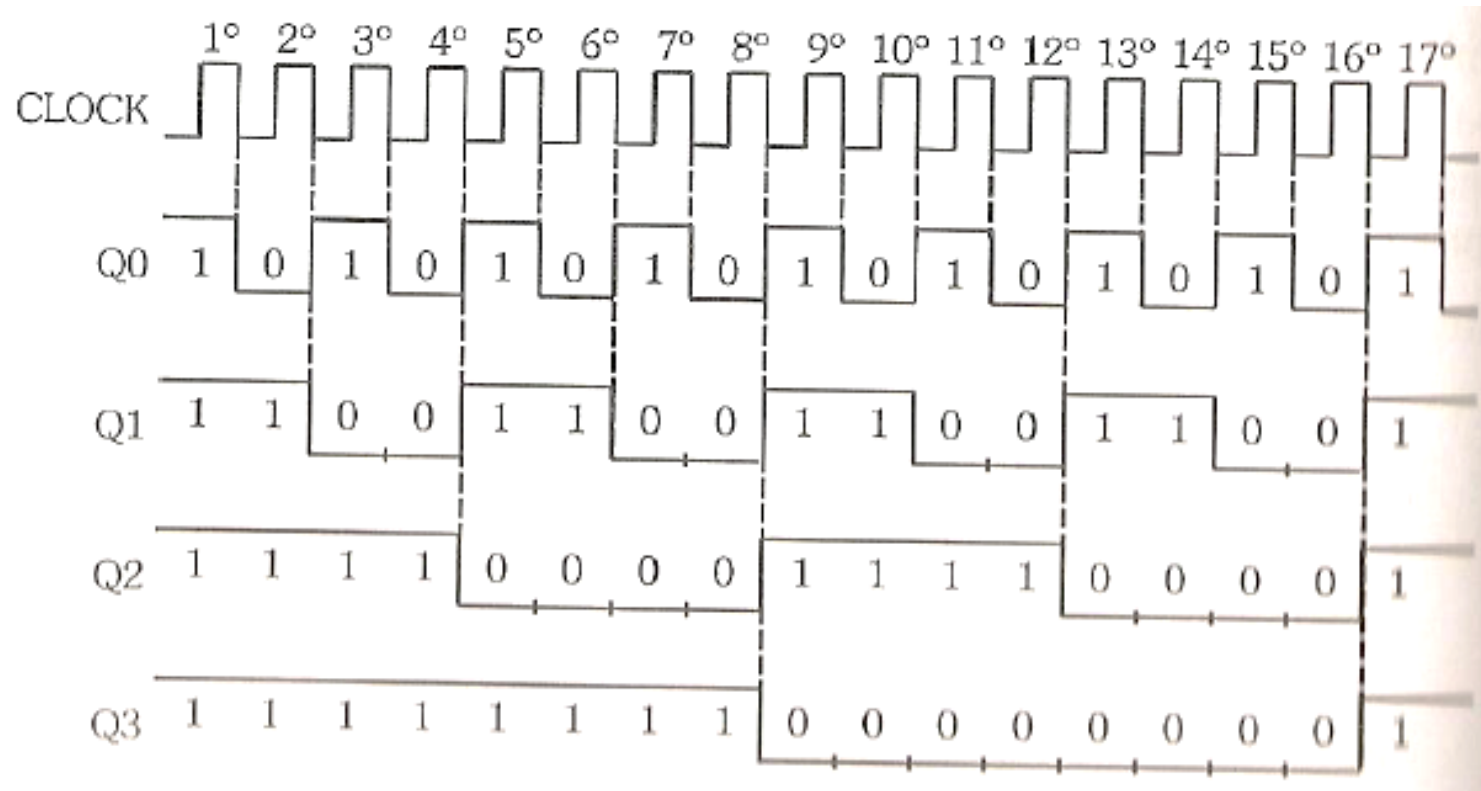
Contadores – Assíncronos

Contadores Assíncronos Decrescentes



Contadores – Assíncronos

Contadores Assíncronos Decrescentes



Contadores – Assíncronos

Contadores Assíncronos Crescente/Decrescentes

Podemos construir um contador que execute a contagem crescente ou decrescente. Para isso, utilizamos um variável de controle que quando assume 1, faz o circuito executar contagem crescente e quando assume 0 faz a contagem decrescente:

