

# SAYICI DEVRELERİ (COUNTER CIRCUITS)

Giriş darbelerine bağlı olarak belirli bir durum dizisini tekrarlayan devrelere sayıcı (counters) adı verilir. Geniş bir uygulama alanı bulan sayıcı devreleri zamanlama (frekans bölme vb.) ve kontrol (kodlama, bilgi depolama vb.) devrelerinde kullanılmaktadır. Genel olarak sayıcı devrelerini aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz.

- a- Tetikleme sinyalinin uygulanmasına göre
  - I. Asenkron Sayıcılar
  - II. Senkron Sayıcılar
- b- Sayma yönüne göre
  - I. Yukarı – İleri Sayıcılar (Up Counters)
  - II. Aşağı – Geri Sayıcılar (Down Counters)
  - III. Yukarı / Aşağı Sayıcılar (Up / Down Counters )
- c- Elde edilen sayının kodlanmasına göre
  - I. İkilik Sayıcı (Binary Counter)
  - II. BCD Sayıcı (BCD Counter)
  - III. Onluk Sayıcı (Decimal Counter)

# ASENKRON SAYICILAR (ASYNCHROUNUS COUNTERS)

Asenkron sayıcılar dalgacık sayıcılar veya seri sayıcılar olarak adlandırılmaktadır. Bu tip sayıcılarda flip-flop'ların tetikleme sinyali bir önceki flip-flop çıkışlarından alınır. Bütün flip-flop'ların CP girişleri (en düşük değerlikli bite ait flip-flop hariç) gelen harici tetikleme sinyali ile değil önceki flip-flop çıkış değişimleri ile tetiklenir. Bu çalışma özelliklerinden dolayı Asenkron sayıcıların tasarımında kullanılan Flip-Flop tetikleme sinyalinin türü (Yükselen kenar veya Düşen kenar tetiklemeli) sayıcının çalışmasında belirleyicidir. Asenkron sayıcılarda kullanılan flip-flop'ların gelen her darbe ile konum değiştirmesi (toggle-tümleyen çalışma) istendiğinden J-K veya T flip-flop kullanılır. Bu tip sayıcı devrelerinde tetikleme bir önceki flip-flop çıkışından alınacağından devreye her bir flip-flop'un yayılım gecikmesi (propagasyon delay) flip-flop adedi ile çarpılması sonucu elde edilen süre sonrasında en sondaki flip-flop konum değiştirecektir.

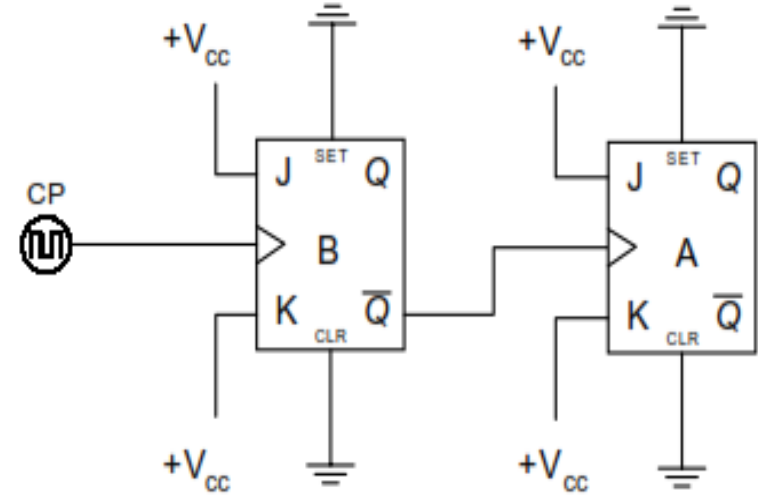
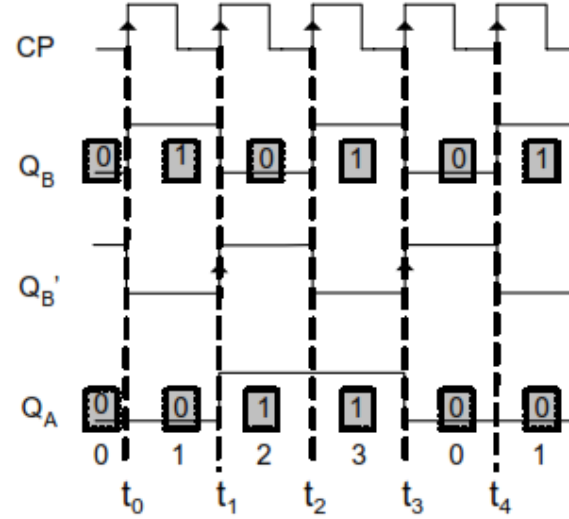
Asenkron sayıcıları;

- a- Yukarı Sayıcılar (Up Counters)
- b- Aşağı Sayıcılar (Down Counters)

# ASENKRON YUKARI SAYICILAR (ASYNCHROUNOUS UP COUNTERS)

İki bitlik (Mod-4) Asenkron yukarı sayıcı

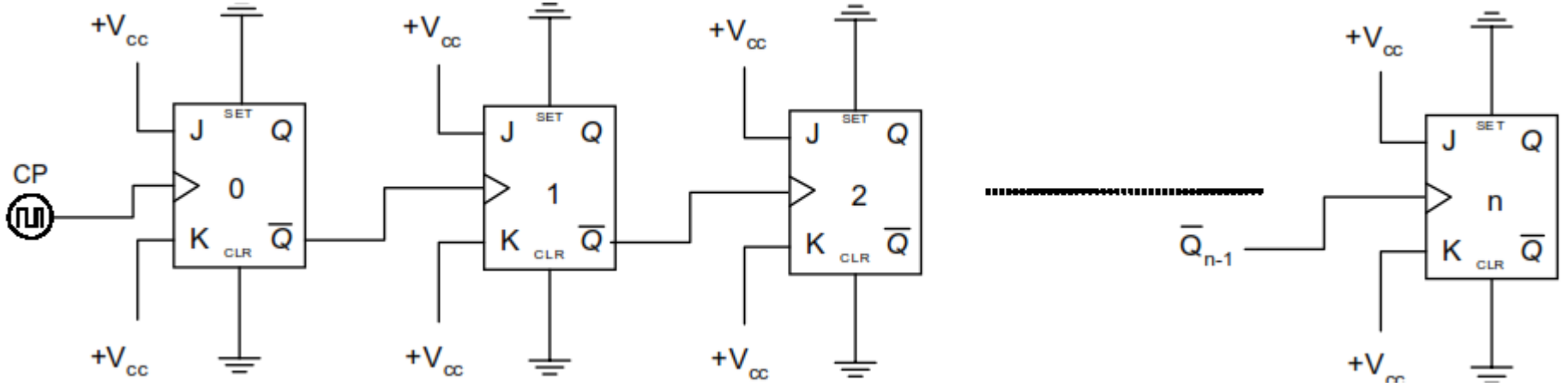
CP	Q <sub>A</sub>	Q <sub>B</sub>
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1
4	0	0



Sayıcı devresi için yükselen kenar tetiklemeli J-K Flip-Flop kullanılmış olup bütün Flip-Flop'lar tümleyen (toggle) olarak çalıştırılmıştır. Tetikleme sinyalinin yükselen kenarında ilgili Flip-Flop konum değiştirecektir. En düşük değerlikli biti taşıyan B Flip-Flop'unun Q' çıkışı yüksek değerlikli biti taşıyan A Flip-Flop'una uygulanacak olan tetikleme sinyali görevini görmektedir. En düşük değerlikli biti taşıyan B Flip-Flop' u gelen tetikleme sinyalinin ilk yükselen kenarında ( $t_0$  zamanı) konum değiştirecek ve  $Q_B$  çıkışı '1' olacaktır. B Flip-Flop' un  $Q_B'$  çıkışı '0' olduğundan A Flip-Flop' u konum değiştirmeyecektir. Tetikleme sinyalinin ikinci yükselen kenarında ( $t_1$  zamanı) Flip-Flop'lar tümleyen (toggle) olarak çalıştığından B Flip-Flop' u konum değiştirecek ve  $Q_B$  çıkışı 0 ve  $Q_B'$  çıkışı 1 olacaktır. Bu durumda A Flip-Flop' unun tetikleme girişine bir yükselen kenar uygulandığından  $Q_A$  çıkışı 1 olacaktır.

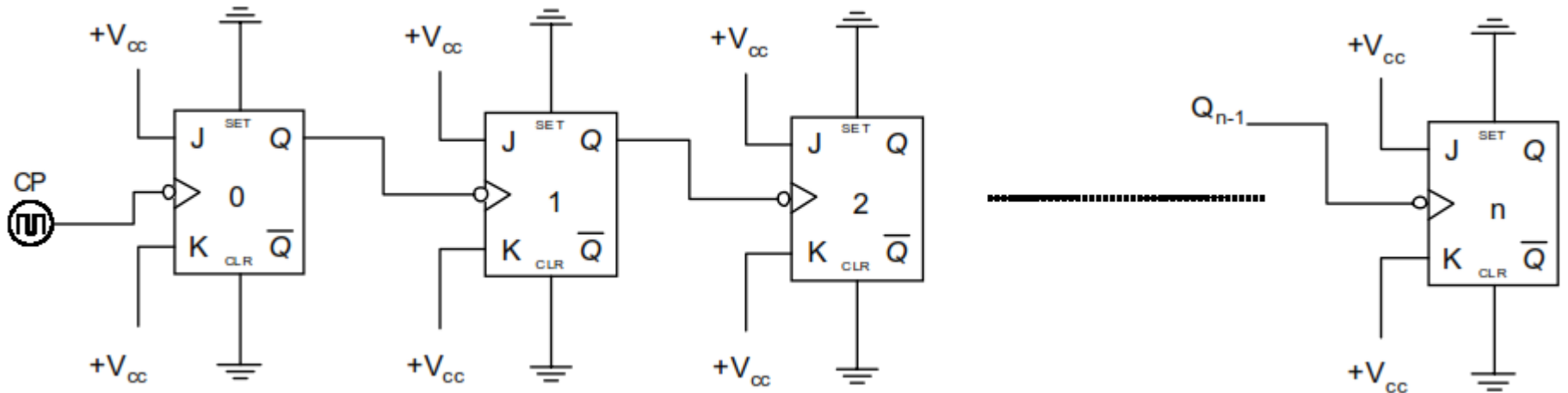
# ASENKRON YUKARI SAYICILAR (ASYNCHROUNOUS UP COUNTERS)

Aşağıda n tane yükselen kenar tetiklemeli J-K Flip-Flop 'tan oluşmuş Mod-2<sup>n</sup> asenkron yukarı sayıcıya ait prensip şeması verilmiştir.



Düşen kenar tetiklemeli Flip-Flop kullanarak asenkron yukarı sayıcı tasarımında en düşük değerlili biti taşıyan Flip-flop hariç tüm Flip-Flop'ların tetikleme sinyali bir önceki Flip-Flop'un Q çıkışlarından alınmalıdır.

Düşen kenar tetiklemeli J-K Flip-Flop ile asenkron yukarı sayıcı devresi



# ASENKRON YUKARI SAYICILAR (ASYNCHROUNOUS UP COUNTERS)

Örnek:

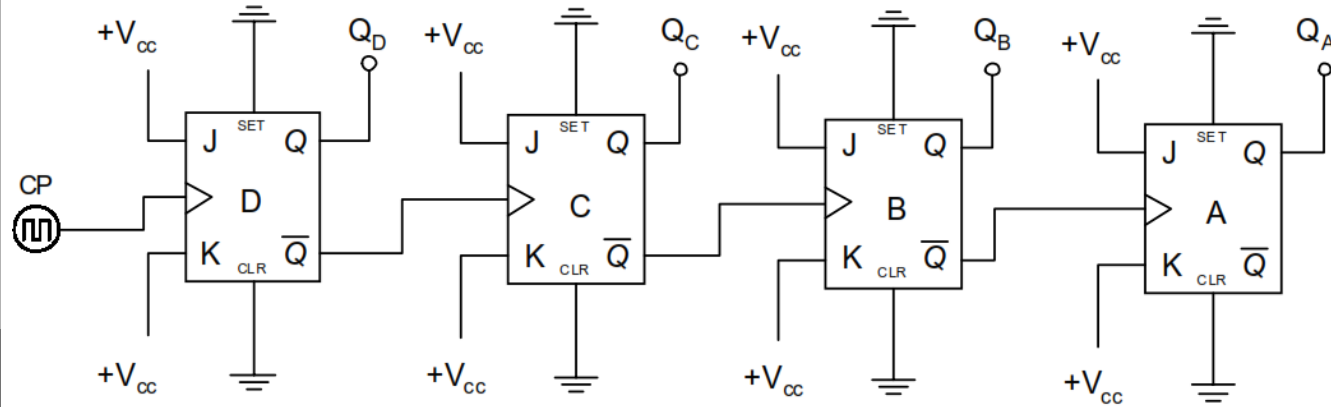
Mod-16 asenkron yukarı sayıcıyı (up counter) yükselen kenar tetiklemeli J-K Flip-Flop kullanarak tasarlayınız.



# ASENKRON YUKARI SAYICILAR (ASYNCHROUNOUS UP COUNTERS)

Mod-16 asenkron yukarı sayıcı 0-15 arasındaki sayıları sayacak ve tekrar 0 sayısına dönecektir. Sayma işlemi 16 durum( $2^n=16$ ) içerdiğinden sayıcıda kullanacağımız Flip-Flop adedi  $n=4$  olacaktır. Sayma işlemine ait durum tablosu aşağıdaki gibi olacaktır.

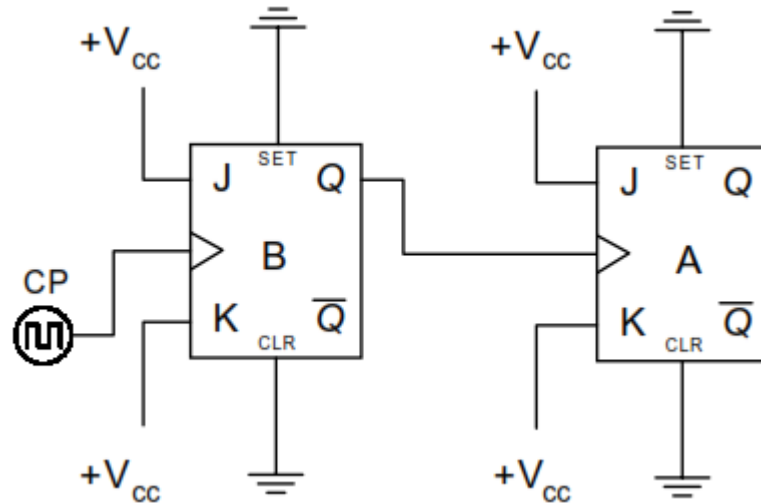
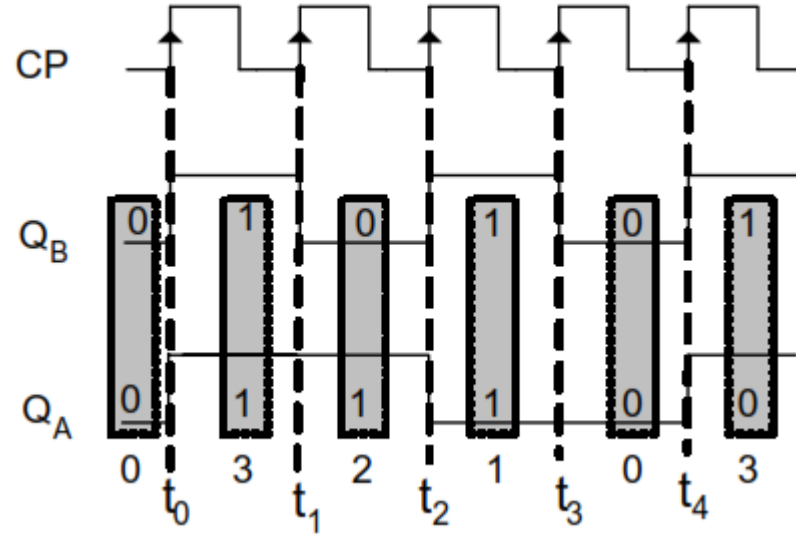
Dec	A	B	C	D
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1



# ASENKRON AŞAĞI SAYICILAR (ASYNCHROUNOS DOWN COUNTERS)

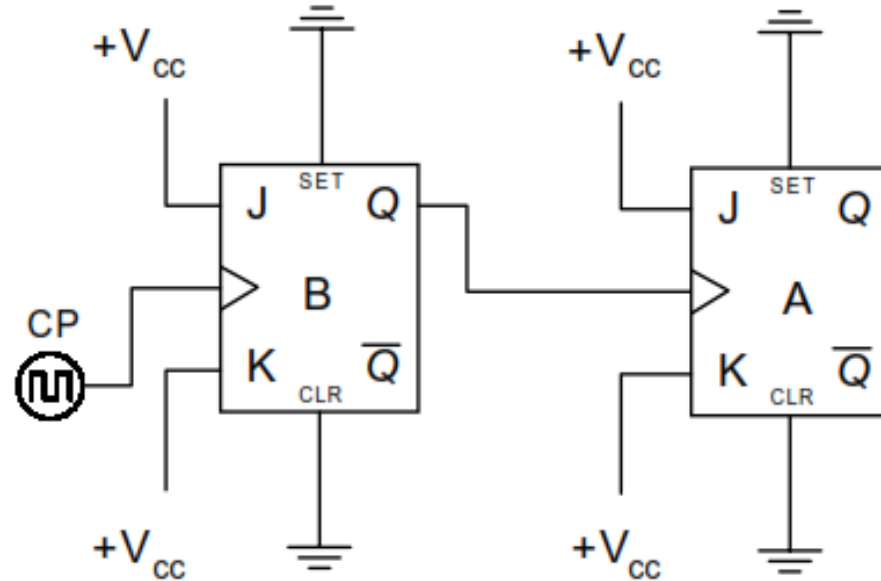
Aşağıda Şekil de yükselen kenar tetiklemeli J-K Flip-Flop kullanılarak elde edilmiş iki bitlik (Mod-4) asenkron aşağı sayıcı devresini göstermektedir. Bu devre iki bitlik asenkron aşağı sayıcı (down counters) olarak' da adlandırılabilir.

CP	Q <sub>A</sub>	Q <sub>B</sub>
0	0	0
1	1	1
2	1	0
3	0	1
4	0	0



# ASENKRON AŞAĞI SAYICILAR (ASYNCHROUNOUS DOWN COUNTERS)

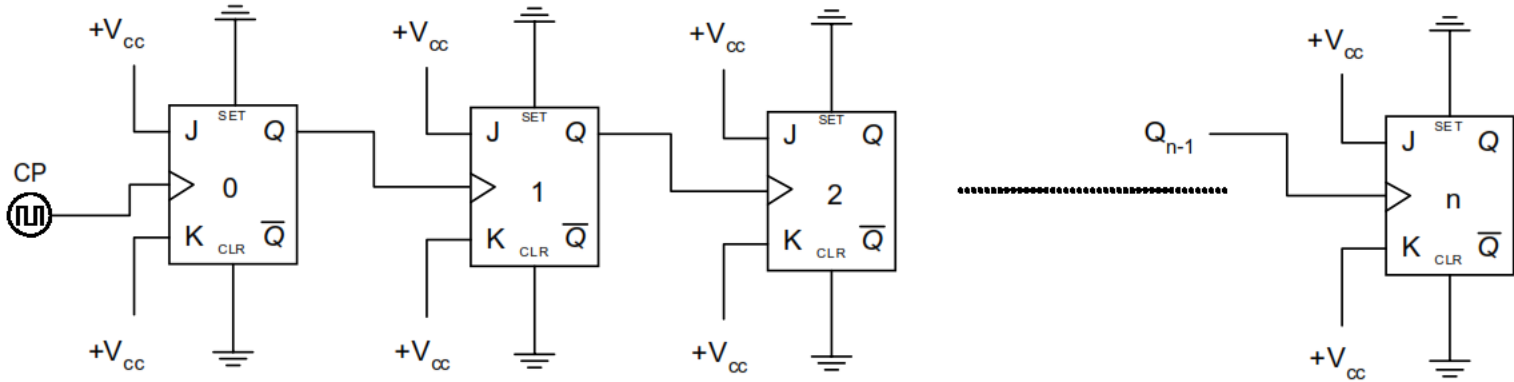
Sayıcı devresi için yükselen kenar tetiklemeli J-K Flip-Flop kullanılmıştır . Bütün Flip-Flop'lar tümleyen (toggle) olarak çalıştırılmıştır. Tetikleme sinyalinin yükselen kenarında ilgili Flip-Flop konum değiştirecektir. En düşük değerlikli biti taşıyan B Flip-Flop'unun Q' çıkışı yüksek değerlikli biti taşıyan A Flip-Flop' unun tetikleme sinyali görevini görmektedir. En düşük değerlikli biti taşıyan B Flip-Flop' u gelen tetikleme sinyalinin ilk yükselen kenarında ( $t_0$  zamanı) konum değiştirecek ve  $Q_B$  çıkışı '1' olacaktır.  $Q_B$  çıkışı '1' olduğundan A Flip-Flop' u konum değiştirecek ve  $Q_A$  çıkış '1' olacaktır. Tetikleme sinyalinin ikinci yükselen kenarında ( $t_1$  zamanı) Flip-Flop'lar tümleyen (toggle) olarak çalıştığından B Flip-Flop' u konum değiştirecek ve  $Q_B$  çıkışı "0" olacaktır. Bu durumda A Flip-Flop' unun tetikleme girişine bir düşen kenar uygulandığından  $Q_A$  çıkışı konum değiştirmeyecektir.



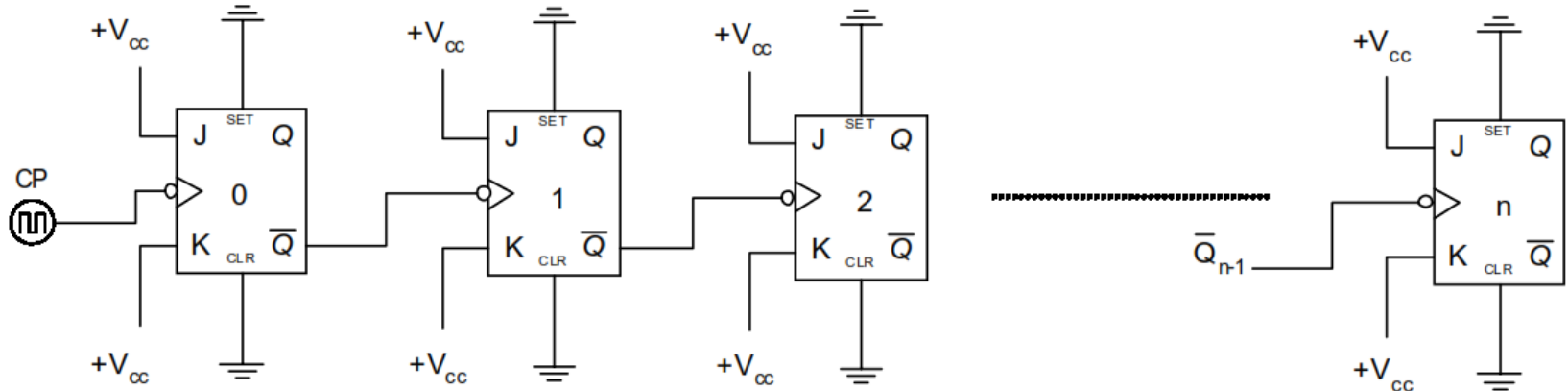


# ASENKRON AŞAĞI SAYICILAR (ASYNCHROUNOS DOWN COUNTERS)

Aşağıda n tane yükselen kenar tetiklemeli J-K Flip-Flop 'tan oluşmuş Mod-n Asenkron aşağı sayıcıya ait prensip şeması verilmiştir.



Düşen kenar tetiklemeli Flip-Flop kullanarak asenkron aşağı sayıcı tasarımında en düşük değerlili biti taşıyan Flip-flop hariç tüm Flip-Flop'ların tetikleme sinyali bir önceki Flip-Flop'un  $\bar{Q}$  çıkışlarından alınmalıdır. Şekil de n tane düşen kenar tetiklemeli J-K Flip-Flop'tan oluşmuş Mod-2<sup>n</sup> asenkron aşağı sayıcıyı (down counter) göstermektedir.



Düşen kenar tetiklemeli J-K Flip-Flop ile asenkron aşağı sayıcı devresi

# ASENKRON AŞAĞI SAYICILAR (ASYNCHROUNUS DOWN COUNTERS)

**Örnek:**

Mod-16 asenkron aşağı sayıcıyı(down counter) düşen kenar tetiklemeli T Flip-Flop kullanarak tasarlayınız.

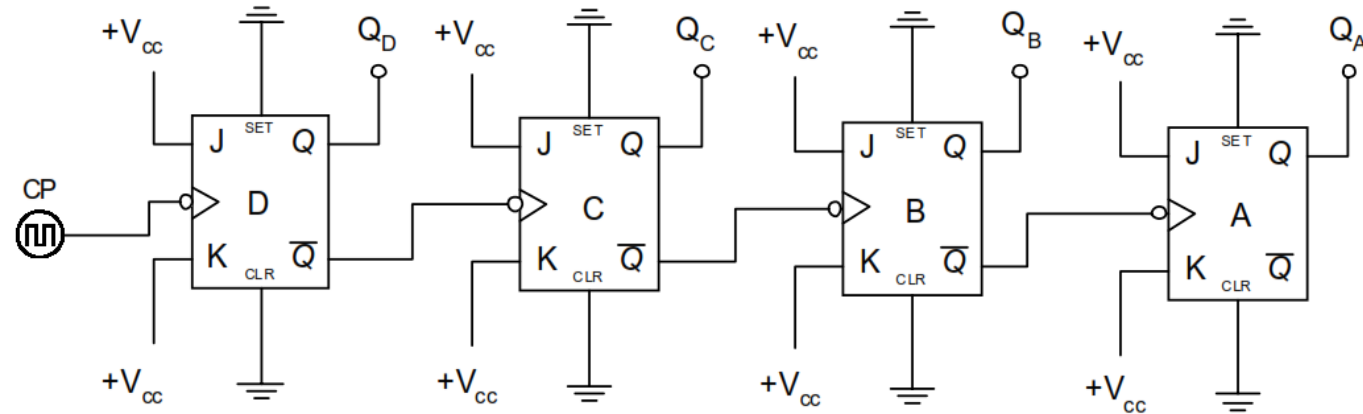
# ASENKRON AŞAĞI SAYICILAR (ASYNCHROUNOS DOWN COUNTERS)

**Örnek:**

Mod-16 asenkron aşağı sayıcıyı(down counter) düşen kenar tetiklemeli T Flip-Flop kullanarak tasarlayınız.

Mod-16 asenkron aşağı sayıcı 15-0 arasındaki sayıları sayacak ve tekrar 15 sayısına dönecektir. Sayma işlemi 16 durum( $2^n=16$ ) içerdiğinden sayıcıda kullanacağımız Flip-Flop adedi  $n=4$  olacaktır. Sayma işlemine ait durum tablosu aşağıdaki gibi olacaktır.

Dec	A	B	C	D
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



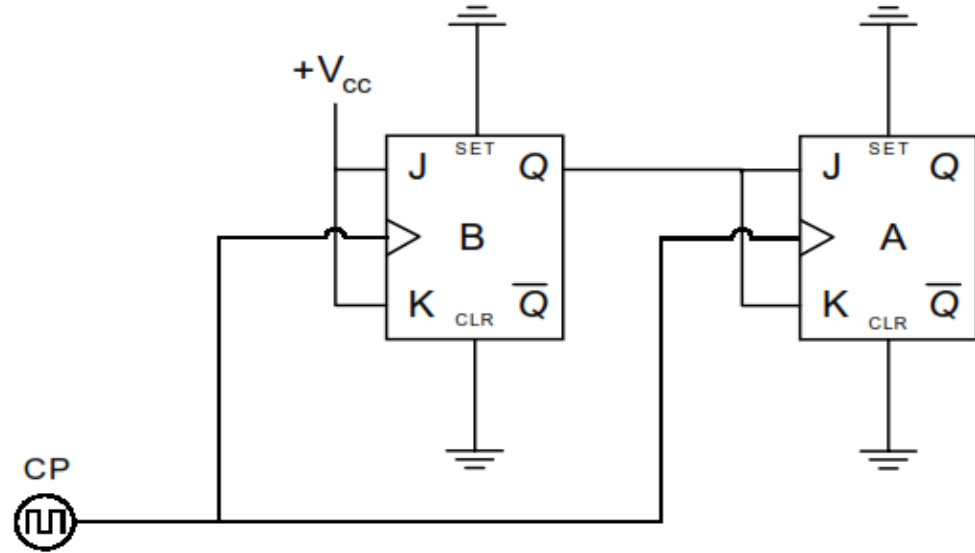
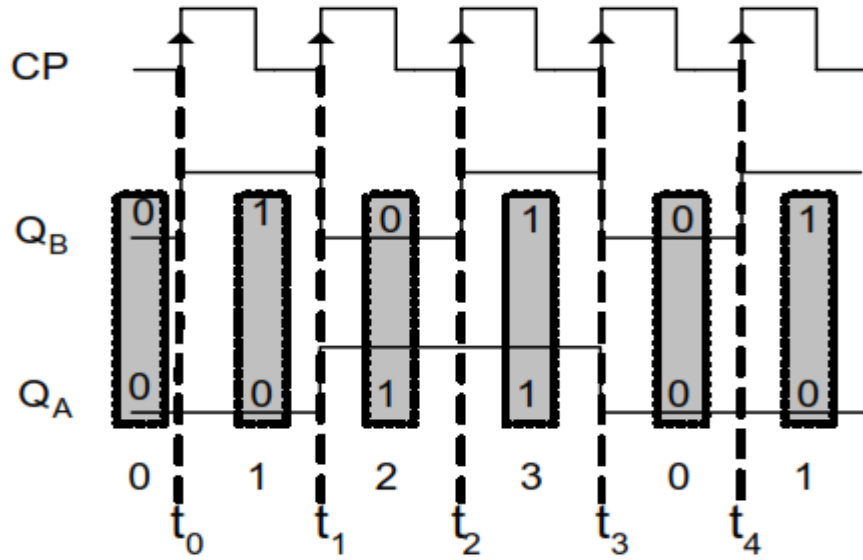
# SENKRON SAYICILAR (SYNCHROUNUS COUNTERS)

Senkron sayıcılar eşzamanlı veya paralel sayıcılar olarak adlandırılırlar. Tetikleme sinyalinin bütün Flip-Flop'ların CP girişlerine uygulanması açısından Asenkron sayıcılardan farklılık gösterir. Ortak darbe dalgacık sayıcıda olduğu gibi sırasıyla Flip-Flop' ları sırasıyla tetiklemek yerine bütün Flip-Flop'ları aynı anda tetikler. Bir Flip-Flop'un konum değiştirmesi o sırada Flip-Flop girişlerinde belirlenir.

Senkron sayıcılar çalışma hızı açısından asenkron sayıcılara üstünlüğü vardır. Her bir durum için ulanılan sıralı devre elemanın yayılım gecikmesi (propagasyon delay) süresi kadar gecikmesi vardır. Ancak tasarımda kullanılan devre elemanları asenkron sayıcılara göre fazladır.

# SENKRON YUKARI SAYICILAR (SYNCHROUNOUS UP COUNTERS)

Aşağıda Şekil 7 de iki bitlik senkron sayıcıya ait Lojik şemayı ve çıkış dalga şekillerini göstermektedir. Sayıcı devresinin başlangıç anında her iki çıkışının '0' olduğu kabul edilerek devre çalışması açıklanmıştır.





# SENKRON YUKARI SAYICILAR (SYNCHROUNOUS UP COUNTERS)

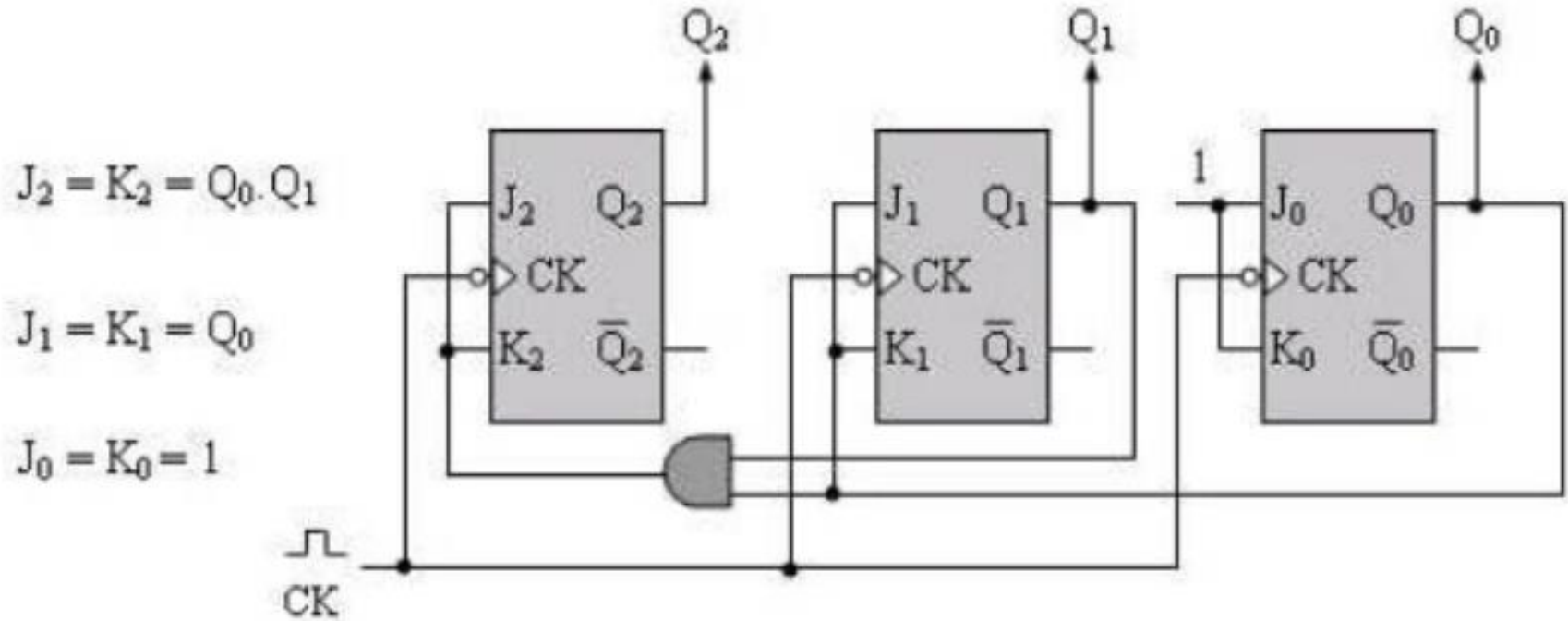
Gelen ilk tetikleme darbesi ile tümleyen (toggle) çalışan B Flip-Flop' u tetiklenir ve  $Q_B$  çıkışı '1' olur. A Flip-Flop'u aynı tetikleme sinyali uygulanacağından ve J-K girişlerine '0' uygulandığından  $Q_A$  çıkışı '0' olur. Bu tetikleme anında sayıcı çıkışları  $Q_A = 0$  ve  $Q_B = 1$  olur.

İkinci tetikleme sinyalinin ile J-K girişlerinde '1' olan B Flip-Flop'u tetiklenir  $Q_B$  çıkışı '0' olur. A Flip-Flop'unun girişlerinde '1' olduğundan A flip-Flop' u konum değiştirir ve  $Q_A$  çıkışı '1' olur. Bu tetikleme anında sayıcı çıkışları  $Q_A = 1$  ve  $Q_B = 0$  olur.

Üçüncü tetikleme sinyali ile B Flip-Flop'u konum değiştirir  $Q_B = 1$ , A Flip-Flop'u girişlerinde '0' olduğundan konum değiştirmez ve  $Q_A = 1$  olur. Bu tetikleme anında sayıcı çıkışları  $Q_A = 1$  ve  $Q_B = 1$  olur.

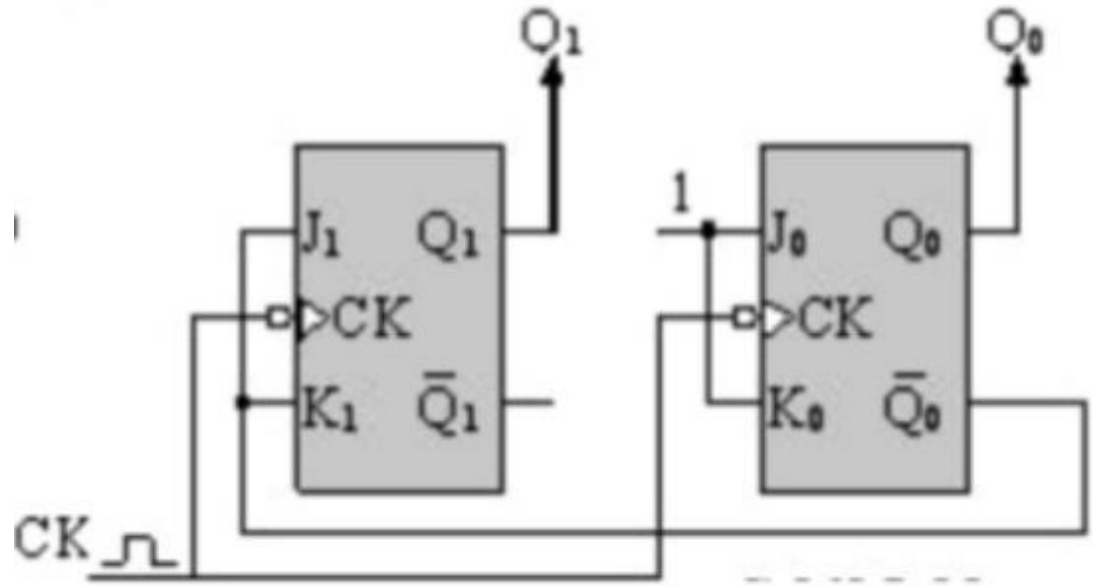
Dördüncü tetikleme sinyalinde her iki Flip-Flop girişlerinde '1' olduğundan her iki Flip-Flop konum değiştirerek başlangıç değerlerine  $Q_A = 0$  ve  $Q_B = 0$  döner.

# SENKRON YUKARI SAYICILAR (SYNCHROUNOUS UP COUNTERS)



# SENKRON AŞAĞI SAYICILAR (SYNCHROUNOUS DOWN COUNTERS)

Onlu (Decimal)	$Q_1$	$Q_0$
3	1	1
2	1	0
1	0	1
0	0	0



Dec.	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
7	1	1	1
6	1	1	0
5	1	0	1
4	1	0	0
3	0	1	1
2	0	1	0
1	0	0	1
0	0	0	0

