

DENEY 10: ASENKRON SAYICILAR

10.1. Deneyin Amacı

Sayıcılar hakkında genel bilgi sahibi olunması, asenkron sayıcıların kurulması ve incelenmesi

10.2. Kullanılan Elemanlar

- 2 x 74HC73 (JK flip-flop)
- 4 x 330 ohm
- 4 x Led

10.3. Teorik Bilgiler

Sayıcılar

Saat darbelerine (clock) bağlı olarak belirli bir durum dizisine göre ileri veya geri sayma işlemi yapan, flip-flop'lardan oluşan lojik devrelere 'sayıcılar' denir. Kullanılan flip-flop sayısı sayıcının sayma aralığını belirler. Örneğin 4 flip-flop kullanılarak yapılan bir sayıcı devresinde sayılacak durum sayısı maksimum 2^4 'tür ve sayma aralığı $(0000)_2$ - $(1111)_2$ olarak belirlenmiş olur.

Sayıcıların Sınıflandırılması

Sayıcıları sınıflandırmak istediğimizde üç gruba ayırabiliriz:

Tetikleme sinyallerinin uygulama zamanına göre sınıflandırılması, sayma yönüne göre sınıflandırılması, sayma kodlamasına göre sınıflandırılması.

- **Tetikleme sinyallerinin uygulama zamanına göre sınıflandırılması:**

Tetikleme sinyallerinin flip-flop'lara uygulanış zamanına göre sayıcıları 'asenكرون (farklı zamanlı) sayıcılar' ve 'senكرون (eş zamanlı) sayıcılar' olmak üzere iki gruba ayırabiliriz.

Asenkron sayıcılarda sayma işlemi için kullanılan tetikleme sinyali ilk flip-flop'a uygulanır. İlk flip-flop'un çıkışlarından alınan sinyaller ile bir sonraki flip-flop tetiklenir.

Senكرون sayıcılarda ise tetikleme sinyali tüm flip-flop'lara tek bir hattan aynı anda uygulanır. Böylece devredeki tüm flip-flop'lar birlikte tetiklenmiş olur.

- **Sayma yönüne göre sınıflandırılması:**

Sayma yönüne göre sınıflandırıldığında sayıcıları 'yukarı (ileri) sayıcılar', 'aşağı (geri) sayıcılar', 'yukarı/aşağı (ileri/geri) sayıcılar' olmak üzere üç gruba ayırabiliriz.

İleri sayıcılar, sıfırdan başlayıp ileri yönde sayma işlemi yapar.

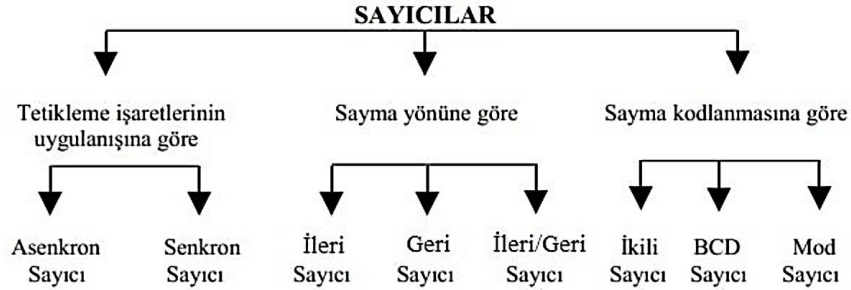
Geri sayıcılar, belirlenen bir sayıdan başlayarak sıfıra kadar geri sayma işlemi yapar.

İleri/geri sayıcılar, kullanıcının tercihine göre her iki yönde de sayma işlemi yapar.

- **Sayma kodlamasına göre sınıflandırılması:**

Sayıcılar sayılan dizinin kodlamasına göre 'ikili sayıcı', 'BCD sayıcı' ve 'modlara göre sayıcı' olmak üzere üç gruba ayrılırlar.

Sayıcılarının sınıflandırılmasını Şekil-1'de gösterilmiştir.



Şekil-1. Sayıcılarının sınıflandırılması

Asenkron Sayıcılar

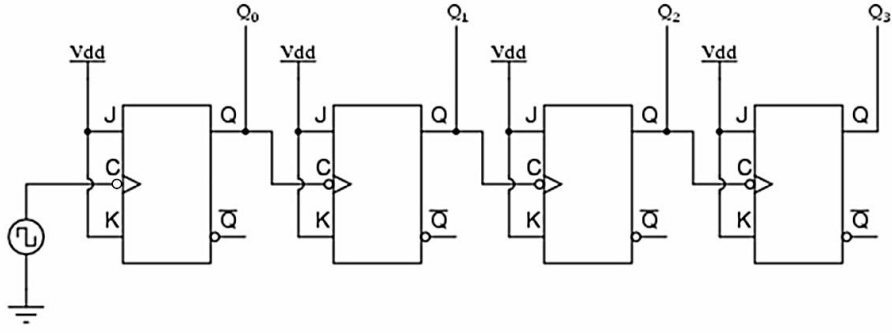
Asenkron kelime anlamı 'eş olmayan' demektir. Sayıcılara bu ismin verilme sebebi ise sayıcıyı oluşturan flip-flop'ların durum değiştirme anlarının birbirleri ile aynı olmayışdır. Asenkron sayıcılar aynı zamanda 'dalgalı sayıcı' veya 'seri sayıcı' olarak da adlandırılırlar. Bu sayıcılarda flip-flop'lar 'toggle' modunda yani uygulanan her tetikleme sinyali ile durum değiştirme mantığı ile çalışır.

Bu sayıcılarda flip-flop'ların saat girişleri aynı anda tetiklenmezler. İlk flip-flop saat sinyali ile tetiklendikten sonra diğer flip-flop'ların tetiklenmesi bir önceki flip-flop'ların çıkışlarından alınarak yapılır. Aslında bu durum asenkron sayıcıların bir dezavantajı olarak algılanır. Çünkü devrede kullanılan flip-flop'ların tetiklenmesinin (ilk flip-flop hariç) bir önceki flip-flop'a bağlı olması sayıcının çalışma hızını etkiler. Örneğin asenkron sayıcı devresinde dört adet flip-flop kullanılmış olsun; her bir flip-flop'un tetiklenip veriyi işleme süresi 10 ns (nano saniye) olduğunu kabul edersek, son flip-flop'un tetiklenip veriyi işlemesi için geçen toplam süre $4 \times 10 = 40$ ns olacaktır.

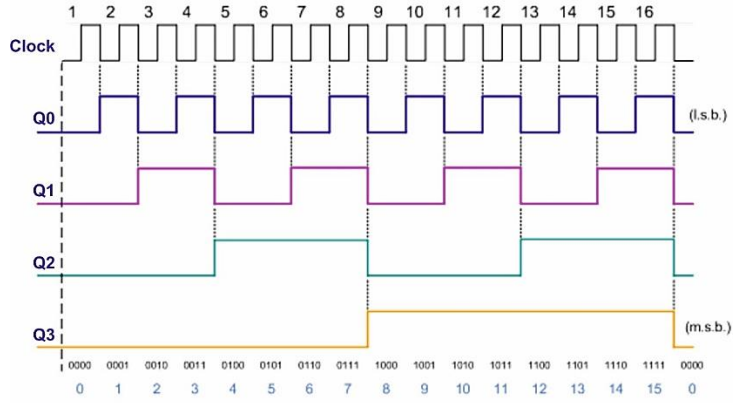
Asenkron sayıcılarda flip-flop'ların saat girişleri (en düşük değerlikli bite ait flip-flop hariç) gelen harici tetikleme sinyali değil de bir önceki flip-flop'un çıkışı ile tetiklenmesinden dolayı, asenkron sayıcıların tasarımında kullanılan flip-flop tetikleme sinyalinin türü ('yükselen kenar tetiklemeli' veya 'düşen kenar tetiklemeli') sayıcının çalışmasında belirleyicidir. Asenkron sayıcıları, asenkron ileri sayıcı, asenkron geri sayıcı ve asenkron ileri/geri sayıcılar olarak sınıflandırabiliriz.

n tane flip-flop kullanan bir sayıcıda sayma 2^n tane değer alır ve son göstereceği sayının onluk değeri ise $2^n - 1$ dir. Şekil 2'deki asenkron sayıcı devresinde, clock girişine dışarıdan clock sinyal kaynağı bağlanmış, 4 bitlik çıkış ise flip-flop'ların çıkışlarından alınmıştır.

A four-bit "up" counter



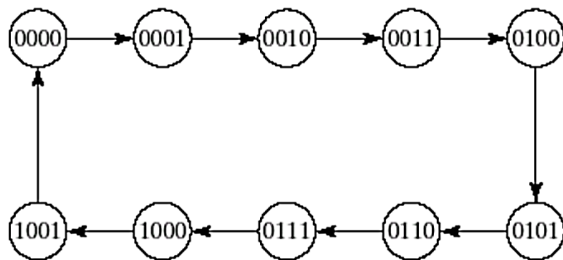
Şekil-2. 4-bit asenkron ileri sayıcı devresi



Şekil-3. 4-bit asenkron ileri sayıcı devresinin çıkış sinyalleri

Asenkron Sayıcılarda Mod

Bir sayıcıda **mod**, sayıcının alabileceği maksimum durum sayısıdır. Sadece n adet flip-flop kullanarak tasarlanan bir sayıcıda maksimum durum sayısı 2^n 'dir. Sayıcılar, maksimum durum sayısından daha az durum sayısına sahip olacak şekilde tasarlanabilir. Örneğin, 4 FF'den oluşan bir yukarı sayıcı, 0000 değerinden başlar 1111 değerine kadar on altı farklı sayı çıkışı üretip yeniden 0000 değerine döner. Bu tip bir devreye MOD -16 sayıcı adı verilir. 4 FF'li yukarı sayıcı devresinin 1001 değerinden sonra 0000 değerine geçmesini sağladığımızda MOD-10 sayıcı elde etmiş oluruz. MOD-10 sayıcı devresinin durum diyagramı Şekil-4'te verilmiştir.

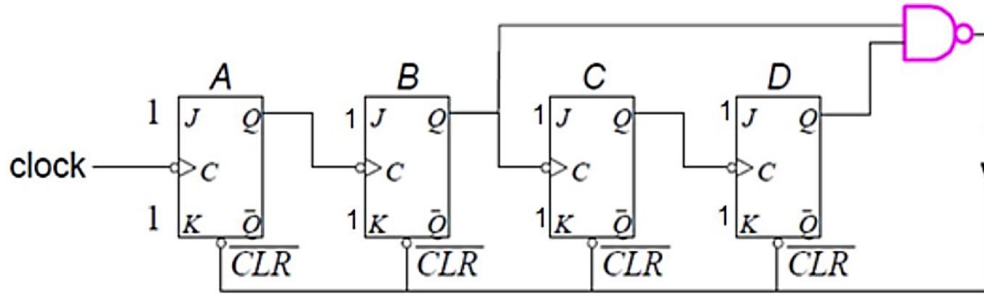


Şekil-4. MOD -10 sayıcı durum diyagramı

Bu sayıcılarda, sayma işlemini herhangi bir değerden döndürmenin en pratik yolu flip-flop'ların CLEAR girişlerini kullanmaktır. Flip-floplarda Clear ucuna uygulanan sinyalin Q çıkışını 0 yapmaktadır.

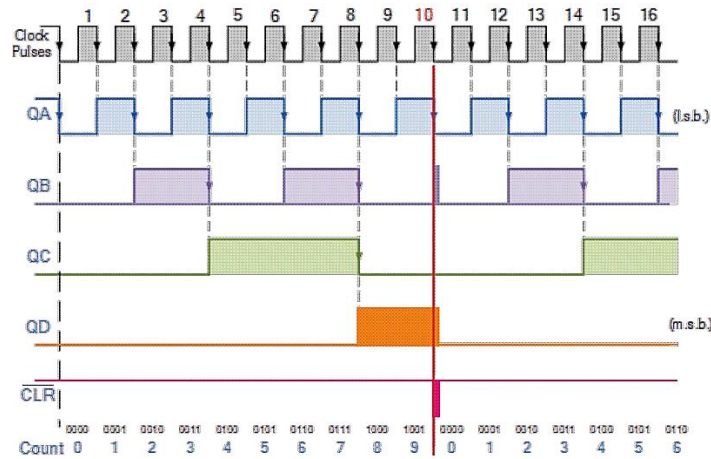
MOD -10 sayıcı için:

- Dört flip-flop gereklidir. JK flip-flop'da, J ve K girişleri lojik 1 olmalıdır.
- Sayma 0'dan 9'a kadardır. 10 olduğunda çıkış 0 olmalıdır.
- Onluk $10 = (1010)_2$, sıfırlama = $D C' B A'$
- Birler NAND'in girişleri yapılır ve NAND'in çıkışı CLR'a bağlanır.



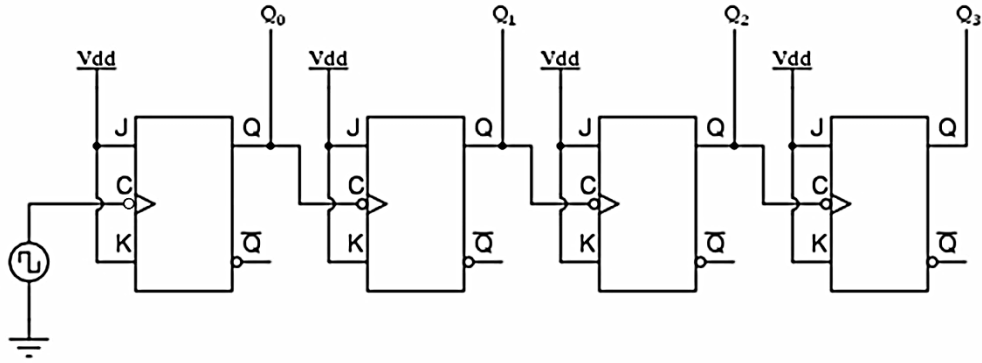
Şekil 5. MOD –10 asenkron sayıcı devresi

Şekil 5'te görüldüğü gibi sayıcıyı oluşturan flip-flop'ların Clear (CLR) girişleri birleştirilmiş ve bu noktaya B ve D flip-flop'larının çıkışları bir NAND (VEDEĞİL) kapısından geçirilerek bağlanmıştır. Devre normal saymasını sürdürürken B ve D flip-floplarının her ikisinin çıkışı birden lojik 1 olduğu anda (sayıcı çıkışı 1010 olduğunda) VEDEĞİL kapısı çıkışında lojik 0 seviyesi oluşur ve bu sinyal flip-flop'ların ortak Clear ucuna uygulanmış olacağı için bütün flip-flop'ların çıkışlarını 0 yapar. Böylece çıkış 1010 olmadan tekrar 0000'a döner. Bu şekilde sayıcı 000'dan 1001'e kadar saymış olur.

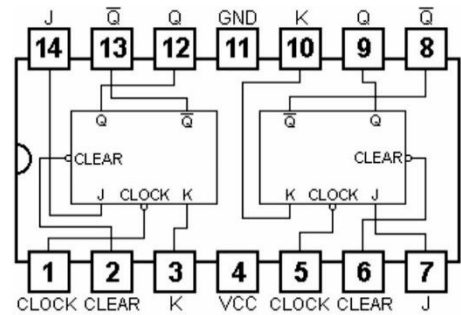


Şekil 6. MOD –10 asenkron sayıcı devresi

10.4. Deneyin Yapılışı



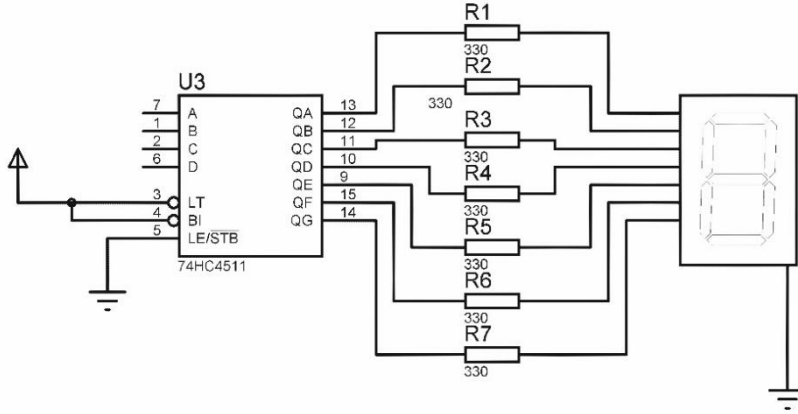
- İki adet 74HC73 entegresini breadboarda yerleştirip yukarıda verilen asenkron sayıcı devresini gerçekleştiriniz.
 - J ve K girişlerini 5V'a bağlayınız.
 - CLEAR girişlerini 5V'a bağlayınız.
 - VCC ve GND bağlantılarını yapınız.
 - Sinyal jeneratörü probunu "TTL/CMOS Output" soketine bağlayınız.
 - Clock sinyalini 1Hz civarında ayarlayıp ilk flip-flopun clock girişine bağlayınız.
 - Q_3 , Q_2 , Q_1 , Q_0 çıkışlarına **sırasıyla** led bağlantılarını yapınız.
- Çıkışları gözlemleyip tabloya kaydediniz.



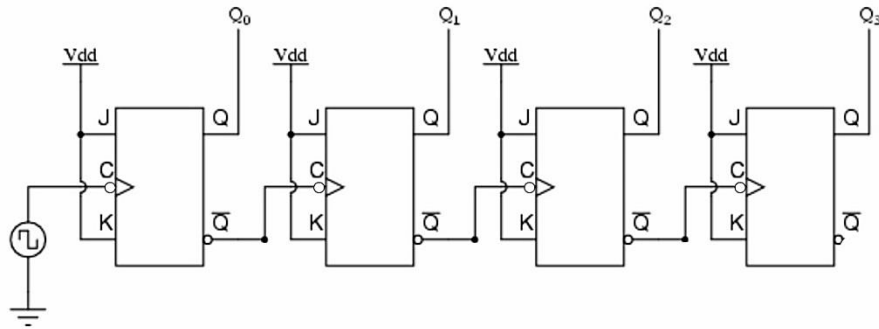
Clock	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

10.5. Deney Sonuç Soruları

1. Deneyde kurduğunuz devrenin Proteus çizimini yapınız.
2. Yaptığımız çizime aşağıdaki devreyi ekleyiniz. Q_3, Q_2, Q_1, Q_0 çıkışlarını sırasıyla aşağıdaki devredeki A, B, C, D girişlerine bağlayıp çalışmasını gözlemleyiniz.
(Kullanılan elemanlar: 74HC4511, 7x330 Ohm, 7-SEG-COM-CAT-BLUE)



3. MOD -6 asekron ileri sayıcının tasarımını ve Proteus çizimini yapınız.
4. Aşağıdaki devrede, ff'lerin clock girişleri bir önceki ff'in \bar{Q} çıkışlarından alınmıştır. Giriş clock sinyalini ve çıkış sinyallerini çiziniz. Sayıcı çıkışlarının aldığı değerleri desimal olarak sırasıyla yazınız.



Kaynakça

- Sayıcılar, Bilişim Teknolojileri Alanı, Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2014
<https://immibbilisim.com/moduller/7-%20Say%C4%B1c%C4%B1lar.pdf>