

DENEY 3: ASENKRON SAYICILAR

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

Kullanılan Elemanlar

LM555, 10 kOhm direnç, 100 kOhm direnç, 10 μ F elektrolitik kondansatör, 100 nF kondansatör, 2 x 74HC73 (JK flip-flop), 4 x 330 ohm, 4 x Led

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 'asekron (farklı zamanlı) sayıcılar' ve 'senkron (eş zamanlı) sayıcılar' olmak üzere iki gruba ayırabiliriz.

Asekron 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.

Senkron 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.

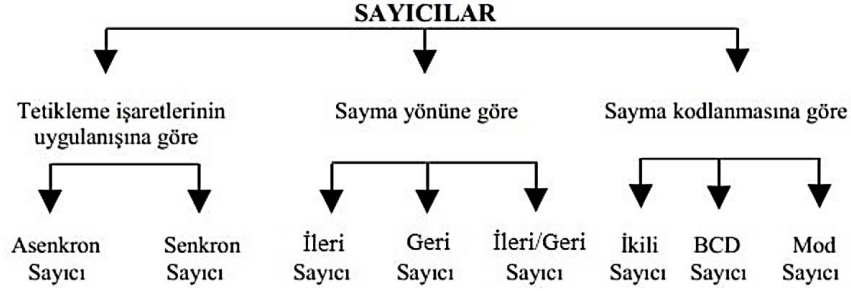
Geri sayıcılar, belirlenen bir sayıdan başlayarak sıfıra kadar geri sayma işlemi yapar.

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

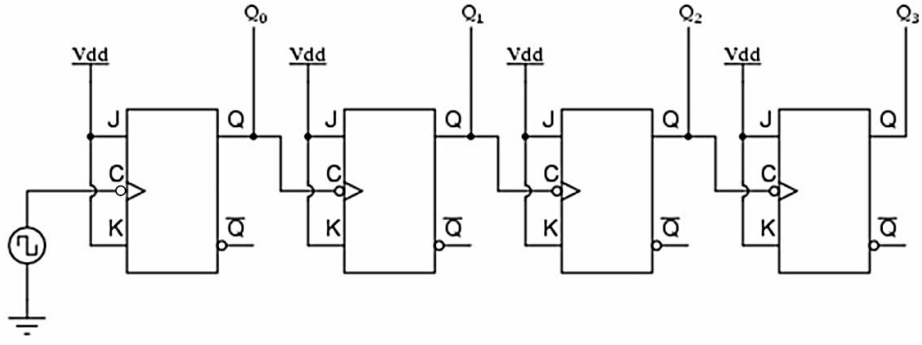
Asenkron kelime anlamı 'eş olmayan' demektir. Sayıcılara bu ismin verilme sebebi ise sayıcıyı oluşturan flip-flop'ların durum değiştirme anlarının birbirleri ile aynı olmayışındır. Asenkron sayıcılar aynı zamanda 'dalgalı sayıcı' veya 'seri sayıcı' olarak da adlandırılırlar. Bu sayıcılarda flip-flop'lar '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.

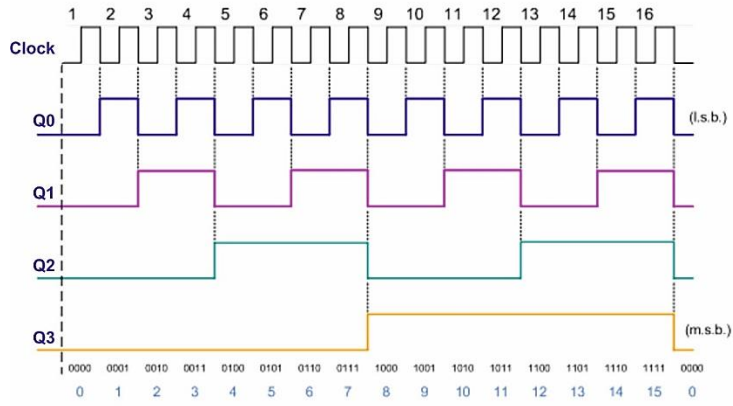
Asenkron sayıcılarda flip-flop'ların saat girişleri (en düşük değerlikli bite ait flip-flop hariç) gelen harici tetikleme sinyali değil de bir önceki flip-flop'un çıkışı ile tetiklenmesinden dolayı, asenkron sayıcıların tasarımında kullanılan flip-flop tetikleme sinyalinin türü ('yükselen kenar tetiklemeli' 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



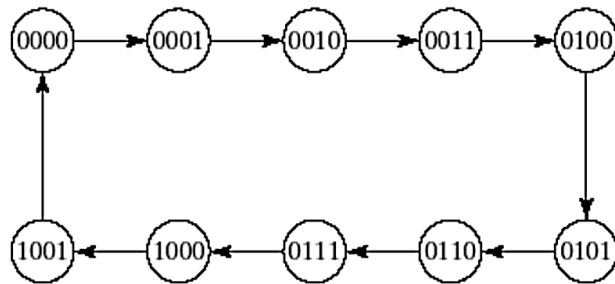
Şekil-2. 4-bit asenkron ileri sayıcı devresi



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.

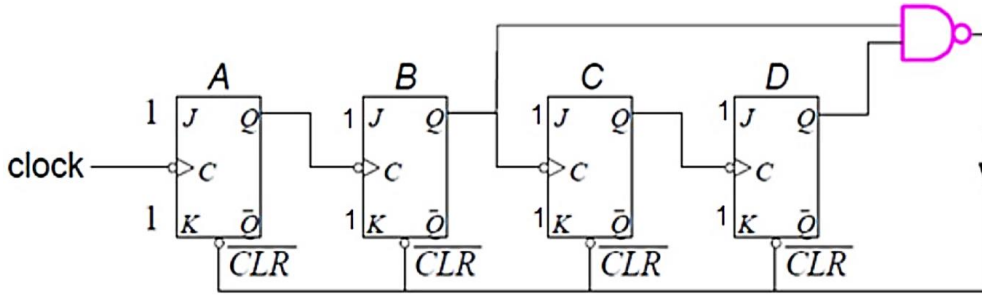


Şekil-4. MOD -10 sayıcı durum diyagramı

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.

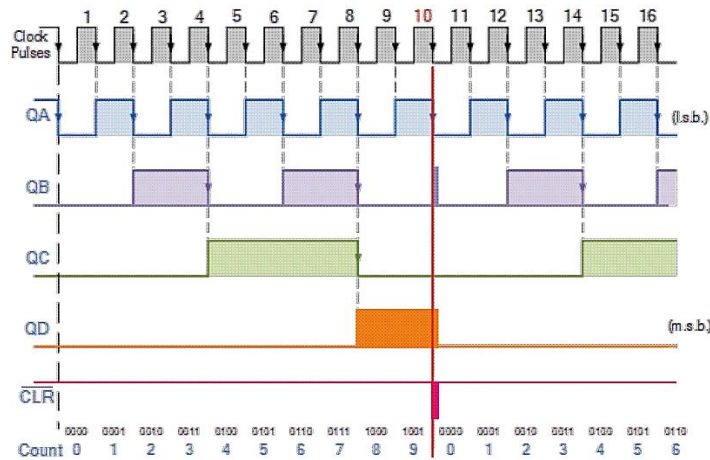
MOD -10 sayıcı için:

- 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

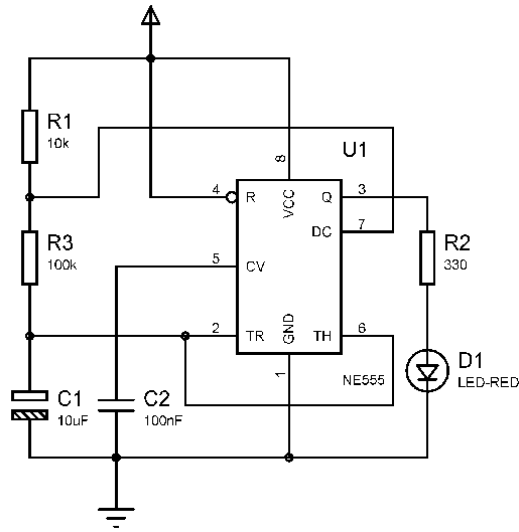
Şekil 5'te görüldüğü gibi sayıcıyı oluşturan flip-flop'ların Clear (CLR) girişleri birleştirilmiş ve bu noktaya B ve D flip-flop'larının çıkışları bir NAND (VEDEĞİL) kapısından geçirilerek bağlanmıştır. Devre normal saymasını sürdürürken B ve D flip-floplarının her ikisinin çıkışı birden lojik 1 olduğu 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 olduğu anda tekrar 0000'a döner. Bu şekilde sayıcı 000'dan 1001'e kadar saymış olur.



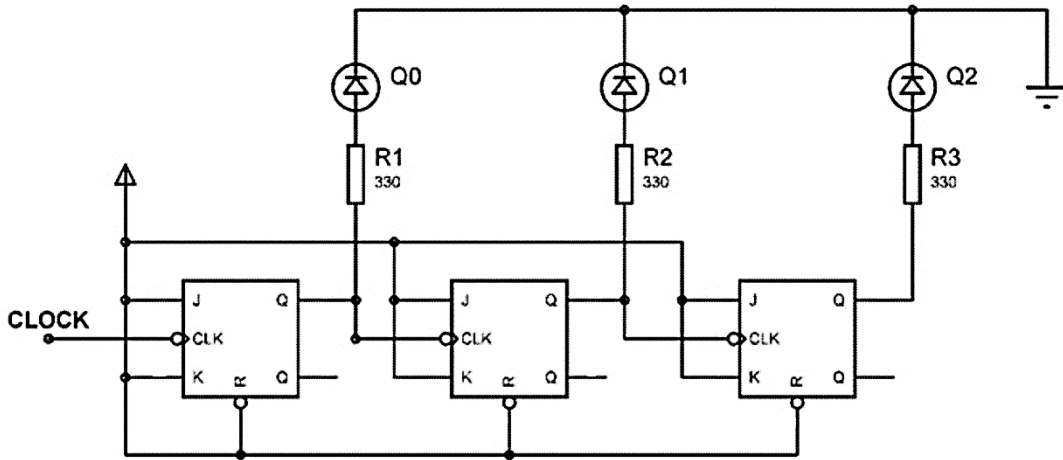
Şekil 6. MOD –10 asenkron sayıcı devresi

Deneyin Yapılışı

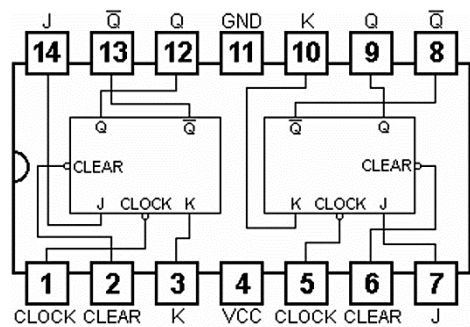
1. Şematiği verilen saat darbesi üretici devreyi kurun. Çalışmasını kontrol edin.



2. 74HC73 entegrelerini kullanarak, aşağıda verilen asenkron sayıcı devresini kurun.
3. Saat darbesi üretici devresi çıkışını clock sinyali olarak ilk FF clock girişine bağlayın.
4. Her bir clock darbesiyle çıkışların değişimini gözlemleyip tabloya kaydedin.



Clock	Q_2	Q_1	Q_0
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			



Deney Sonuç Soruları

1. Laboratuvar uygulamasını Proteus programında tekrarlayıp raporlayınız. Clock ve çıkış sinyallerinin osiloskoptaki görüntüsünü rapora ekleyiniz. (Clock frekansı arttırılabilir)
2. 4 bitlik yukarı sayan asenkron devreyi yükselen kenar tetiklemeli flip-floplarla tasarlayınız.
3. MOD–9 asenkron sayıcı devresinin tasarımını yapınız.
4. Düşen kenarlı JK flip-flop'larını kullanarak 15'den 0'a sayan (geri sayan) bir asenkron devrenin tasarımını yapınız.
5. Düşen kenarlı JK flip-flop'larını kullanarak 15,14,13,...,3 şeklinde geri sayan bir asenkron devrenin tasarımını yapınız.

Kaynakça

- Sayıcılar, Bilişim Teknolojileri Alanı, Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2014
- Elektrik-Elektronik Teknolojisi, Sayıcı Ve Kaydedici Devreleri, Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2012