

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ ALANI

SAYICILAR

Ankara, 2014

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. FLİP-FLOP SAYICILAR	3
1.1. Sayıcılar	3
1.1.1. Sayıcıların Sınıflandırılması	3
1.2. Asenkron Sayıcılar	4
1.2.1. Asenkron İleri Sayıcı	5
1.2.1. Asenkron Geri Sayıcı	8
1.2.3. Asenkron İleri/Geri Sayıcı	10
1.3. Senkron Sayıcılar	12
1.3.1. Senkron İleri Sayıcılar	12
1.3.2. Senkron Geri Sayıcı	16
1.3.3. Senkron İleri/Geri Sayıcı	16
UYGULAMA FAALİYETİ	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	19
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	20
2. SAYICI KODLAMA	20
2.1. İkili Sayıcılar	20
2.2. BCD Sayıcılar	21
2.3. Mod Sayıcılar	22
2.4. Diğer Sayıcı Uygulamaları	23
2.4.1. KaskatBCD Sayıcılar	23
2.4.2. Halka Sayıcılar	24
2.4.3. Johnson Sayıcılar	25
UYGULAMA FAALİYETİ	27
ÖLÇME DEĞERLENDİRME	30
MODÜL DEĞERLENDİRME	31
CEVAP ANAHTARLARI	33
KAYNAKÇA	34

AÇIKLAMALAR

ALAN	Bilişim Teknolojileri
DAL/MESLEK	Bilgisayar Teknik Servis
MODÜLÜN ADI	Sayıcılar
MODÜLÜN TANIMI	Flip-flop sayıcılar ve sayıcı kodlamaları hakkında bilgi veren aynı zamanda sayıcı uygulama devreleri içeren bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	“Flip – Flop” modülünü tamamlamış olmak
YETERLİK	Sayıcı devreleri tasarlayıp kurmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında; devre çizim standartları ve doğru akım bağlama standartlarına uygun olarak sayıcılar ile çalışma yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Tetikleme işaretinin verilmesine göre sayıcı uygulamaları yapabileceksiniz.2. Sayının kodlanmasına göre sayıcı uygulamaları yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye ve laboratuvar Donanım: Doğru akım güç kaynağı, breadboard, kablo, el takımları, ttl veya cmos asenkron sayıcı entegre, led
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Teknolojinin hızla geliştiği günümüzde bilgiyi ezberleyen değil, bilgiye ulaşabilen, bilgiyi kullanabilen, değişime ve gelişime açık bireylere ihtiyaç vardır. Bilgisini gelişmelere paralel olarak yenileyen ve sürekli bilgi düzeyini artıran bireyler her zaman bir adım önde olacaktır.

Sizlerin de bilişim teknolojileri alanında çalışacak birer teknik eleman olarak bilgisayar donanımları ve bunların işleyişleriyle ilgili bilgi ve becerilerinizi geliştirmeniz kaçınılmazdır. Yazılımların kontrol ettiği donanım birimlerinin çalışması konusunda temel bilgi sahibi olmak yapılacak işlemleri daha verimli kılacaktır.

Bu modülde sayıcılar ile ilgili çalışmalar yaparak uygulama devreleri yapacaksınız. Bu uygulamalarda zaman zaman kendi tasarımlarınızı da gerçekleştirebileceksiniz. Bu uygulamaları yapabilmeniz için konuları sabırla ve özveriyle takip etmeniz gerekmektedir. Bu modülü oluşturan sayıcıları ve uygulamalarını kavrayabilmek için gerekli dikkati ve özveriyi göstereceğinize inanıyoruz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Sayıcılar hakkında genel bilgiye sahip olacaksınız. Senkron ve asenkron sayıcı uygulamaları tasarlayıp sayıcı devreleri tasarımı yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Asenkron sayıcı devrelerini araştırınız.
- Senkron sayıcı devrelerini araştırınız.

1. FLİP-FLOP SAYICILAR

1.1. Sayıcılar

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

Kullanım alanları çok geniş olan sayıcı devreleri dijital ölçü devreleri, kumanda devreleri, kontrol devreleri ve zamanlama devreleri gibi devrelerde kullanılırlar. Sayıcıları değişik referanslara göre sınıflandırmak mümkündür.

1.1.1. Sayıcıların Sınıflandırılması

Sayıcılar 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.

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.

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 olarak gösterecek olursak aşağıdaki şekil elde edilmiş olur.



Şekil 1.1: Sayıcıların sınıflandırılması

1.2. 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 olmayışıdır. 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 nsn (nano saniye) olduğunu kabul edersek, son flip-flop'un tetiklenip veriyi işlemesi için geçen toplam süre $4 \times 10 = 40$ nsn olacaktır.

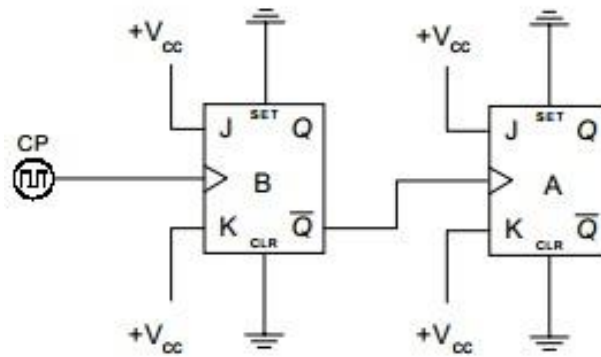
Asenkron sayıcılarda flip-flop'ların saat girişleri (en düşük değerlikli bite ait flip-flop hariç) gelen harici tetikleme sinyali değil de bir önceki flip-flop'un çıkışı ile tetiklenmesinden dolayı, asenkron sayıcıların tasarımında kullanılan flip-flop tetikleme sinyalinin türü ('yükselen kenar tetiklemeli'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

Asenkron sayıcıları, asenkron ileri sayıcı, asenkron geri sayıcı ve asenkronileri/geri sayıcılar olarak sınıflandırabiliriz.

1.2.1. Asenkron İleri Sayıcı

Asenkron ileri sayıcı, devredeki ilk flip-flop'tan başlayarak, flip-flop'un çıkışının bir sonraki flip-flop'un saat sinyali girişine seri olarak (peş peşe –sıra ile) bağlanmasıyla elde edilir. Devredeki flip-flop'ların durum tetikleme sinyalinin yükselen kenarına ('1' den '0' a veya '0' dan '1' e)bağlı olarak değişir.

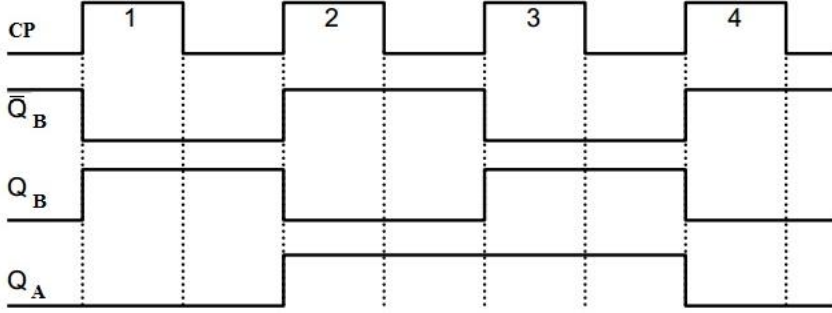
Aşağıdaki şekilde (Şekil 1.2) yükselen kenar tetiklemeli J-K flip-flop'lardan oluşmuş iki bitlik asenkron ileri sayıcı devresi görülmektedir. Yükselen kenar tetiklemeli flip-flop'ların tümü 'toggle' olarak çalıştırılmıştır.



Şekil 1.2: İki bitlik asenkron ileri sayıcı (yükselen kenar tetiklemeli)

Tetikleme sinyalinin yükselen kenarında, devrede en düşük değerlikli biti taşıyan B flip-flop'unun \bar{Q} çıkışı, yüksek değerlikli biti taşıyan A flip-flop'una uygulanacak olan tetikleme sinyali görevini yapar.

En düşük değerkli biti taşıyan B flip-flop'ugelen tetikleme sinyalinin ilk yükselen kenarında (t_0 zamanı) konum değıştirmek ve Q_B çıkışı '1' olacaktır. B flip-flop'unun \bar{Q}_B çıkışı '0' olduğundan A flip-flop'u konum değıştirmeyecektir. Tetikleme sinyalinin ikinci yükselen kenarında (t_1 zamanı) flip-flop'lar toggle olarak çalıştığından B flip-flop'u konum değıştirmek ve Q_B çıkışı '0' ve \bar{Q}_B çıkışı '1' olacaktır. Bu durumda A flip-flop'unun tetikleme girişine bir yükselen kenar uygulandığından Q_A çıkışı '1' olacaktır. Gelen tetikleme darbelerine bağılı olarak çıkışdalga şekilleri çizilirse aşğıdaki (Şekil 1.3) çıkışdalga şekilleri oluşacaktır.



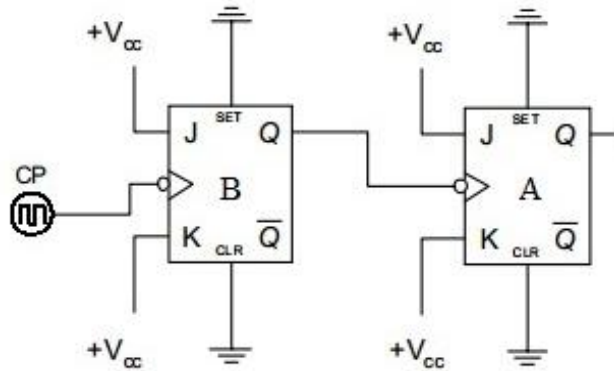
Şekil 1.3: İki bitlik asenkron ileri sayıcı çıkış dalga şekilleri

Bu çalışmaya ait iki bitlik sayıcı çıkış değeri tablosu oluşturulursa Tablo 1.1'deki gibi bir tablo elde ederiz. Tabloya dikkatli bakıldığında iki bitlik sayma işleminin yapıldığı görülecektir.

CP	Q_A	Q_B
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1
4	0	0

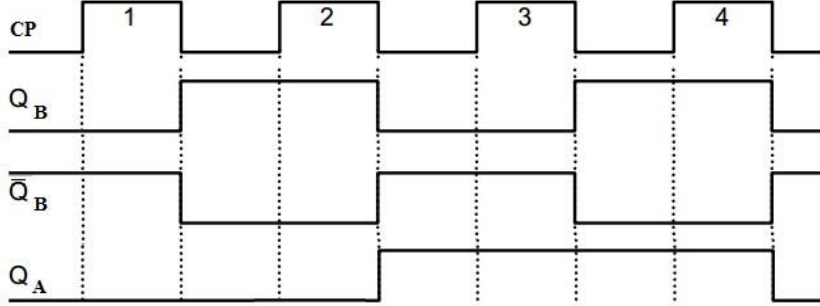
Tablo 1.1: İki bitlik sayıcı çıkış değeri tablosu

Düşen kenar tetiklemeli J-K flip-flop'lardan oluşan iki bitlik asenkron ileri sayıcı devresi tasarlamak içinde aşğıdaki gibi bir bağlantı yapmamız gerekecektir.



Şekil 1.4: İki bitlik asenkron ileri sayıcı (düşen kenar tetiklemeli)

Düşen kenar tetiklemeli J-K flip-flop'lardan oluşan iki bitlik asenkron ileri sayıcı devresinin dalga şekilleride aşağıdaki gibidir.



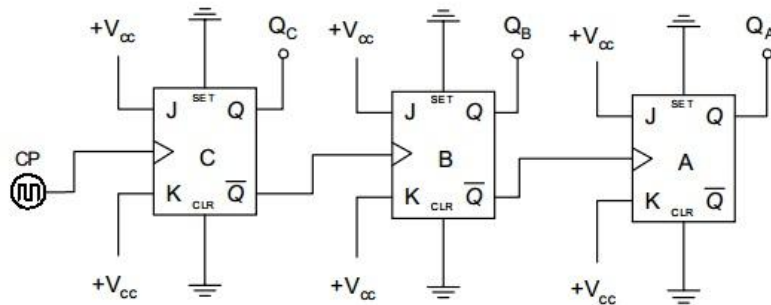
Şekil 1.5: İki bitlik asenkron ileri sayıcı çıkış dalga şekilleri

Asenkron ileri sayıcı devresi tasarlariken;

- Flip-flop yükselen kenar tetiklemeli ise en düşük değerlikli biti taşıyan flip-flop hariç diğer bütün flip-flop'ların tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un \bar{Q} çıkışından alınır.
- Flip-flop düşen kenar tetiklemeli ise en düşük değerlikli biti taşıyan flip-flop hariç diğer bütün flip-flop'ların tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un Q çıkışından alınır.

Soru: '0-7' arasında ileri sayma işlemi yapan asenkron yükselen kenar tetiklemeli sayıcı devresini J-K flip-flop'lar ile tasarlayınız.

Cevap : Sayıcı devresinde sayma işlemi 0'dan başlayarak 7'e kadar gideceği için, sayma işlemi sekiz (8) durumdan oluşmaktadır. $2^n \geq 8$ ise $2^n \geq 2^3$ ve $n=3$ olarak bulunur. Bulduğumuz bu değer devrede kullanacağımız flip-flop adetidir. Biz biliyoruz ki, "flip-flop yükselen kenar tetiklemeli ise en düşük değerlikli biti taşıyan flip-flop hariç diğer bütün flip-flop'ların tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un \bar{Q} çıkışından alınır". Buna göre devre tasarımı aşağıdaki gibi olacaktır.

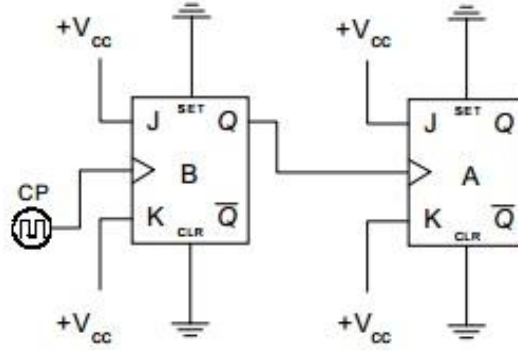


Şekil 1.6: Üç bitlik asenkron ileri sayıcı (yükselen kenar tetiklemeli)

1.2.1. Asenkron Geri Sayıcı

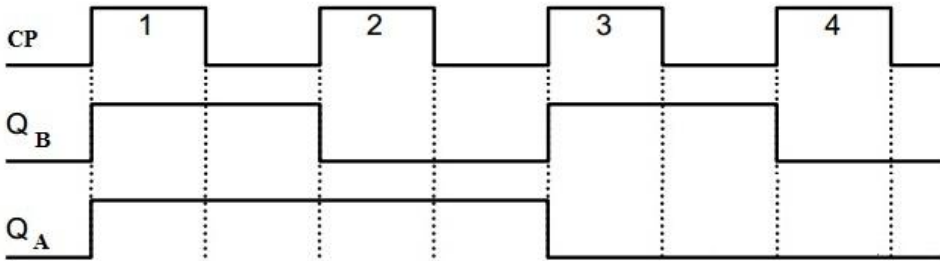
Belirli bir değerden başlayıp 0'a kadar geri sayma işlemi yapan ve bir flip-flop'un çıkışının bir sonraki flip-flop'un tetikleme sinyali girişı olarak kullanıldığı devrelere 'asekron geri sayıcı' denir. Aseknron geri sayıcı devrelerinin çalışma mantığı aseknron ileri sayıcılarla aynıdır.

Aşağıdaki şekilde (Şekil 1.7) iki bitlik aseknron geri sayıcı devresi yükselen kenar tetiklelemeli J-K flip-flop kullanılarak elde edilmiştir.



Şekil 1.7: İki bitlik aseknron geri sayıcı (yükselen kenar tetiklelemeli)

Sayıcı devresinde yükselen kenar tetiklelemeli J-K flip-flop kullanılmıştır. Bütün flip-flop'lar toggle olarak çalışmaktadır. 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 yapmaktadır. En düşük değerlikli biti taşıyan B flip-flop'u gelen tetikleme sinyalinin ilk yükselen kenarında (t_0 zamanı) konum değiştirecek ve ' $Q_B=1$ ' olacaktır. Q_B çıkışı '1' olduğundan A flip-flop'u konum değiştirecek ve ' $Q_A=1$ ' değerine yüklenecektir. Tetikleme sinyalinin ikinci yükselen kenarında (t_1 zamanı) flip-flop'lartoggle olarak çalıştığından B flip-flop'u konum değiştirecek ve Q_B çıkışı '0' değerini alacaktır. Bu durumda A flip-flop'unun tetikleme sinyali girişine bir düşen kenar uygulandığı için Q_A çıkışının değeri değişmeyecektir. Gelen tetikleme sinyallerine göre dalga şekilleri çizilirse aşağıdaki gibi bir şekil elde edilir.



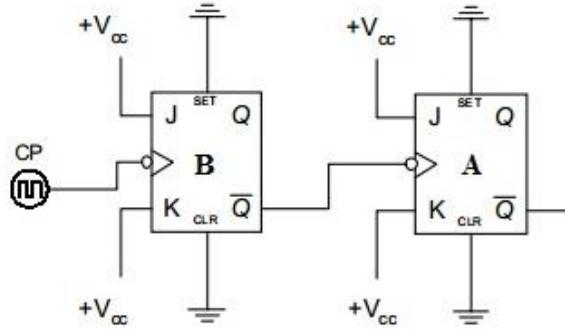
Şekil 1.8: İki bitlik aseknron geri sayıcı çıkış dalga şekilleri

Bu çalışmaya ait iki bitlik asenkron geri sayıcı çıkış değerleri tablosu oluşturulursa Tablo 1.2'deki gibi bir tablo elde ederiz. Tabloya bakıldığında iki bitlik geri sayma işlemi görülecektir.

CP	Q _A	Q _B
0	0	0
1	1	1
2	1	0
3	0	1
4	0	0

Tablo 1.2: İki bitlik asenkron geri sayıcı çıkış değerleri tablosu

Düşen kenar tetiklemeli flip-flop kullanılarak asenkron geri sayıcı devresi tasarlamak için, en düşük değerlikli biti taşıyan flip-flop hariç tüm flip-flop'ların tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un \bar{Q} çıkışlarından alınmalıdır. Aşağıdaki şekilde (Şekil 1.9) iki bitlik düşen kenar tetiklemeli J-K flip-flop'tan oluşmuş asenkron geri sayıcı tasarımı görülmektedir.



Şekil 1.9: İki bitlik asenkron geri sayıcı (düşen kenar tetiklemeli)

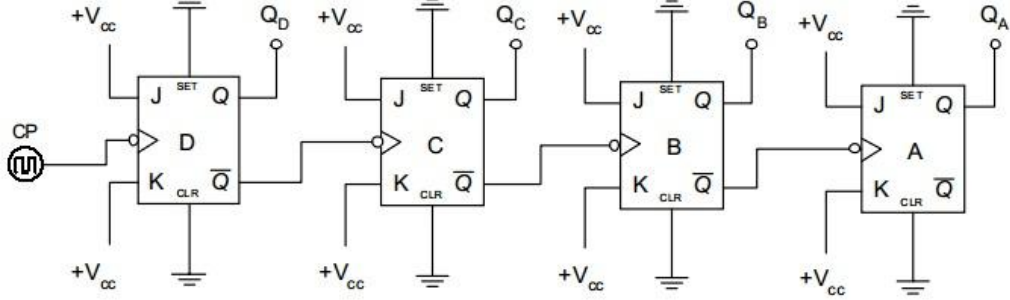
Asenkron geri sayıcı devresi tasarlarken;

- Flip-flop yükselen kenar tetiklemeli ise en düşük değerlikli biti taşıyan flip-flop hariç diğer bütün flip-flop'ların tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un Q çıkışından alınır.
- Flip-flop düşen kenar tetiklemeli ise ne düşük değerlikli biti taşıyan flip-flop hariç diğer bütün flip-flop'ların tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un \bar{Q} çıkışından alınır.

Soru: '15-0' arasında geri sayma işlemi yapan asenkron düşen kenar tetiklemeli sayıcı devresini J-K flip-flop'lar ile tasarlayınız.

Cevap: Sayıcı devresinde sayma işlemi '15'den başlayıp '0'a kadar geleceği için sayma işlemi '16' durumdan oluşur. ' $2^n \geq 16$ ' ise ' $2^n = 2^4$ ' ve ' $n=4$ ' olarak bulunur. Bulduğumuz bu değer devrede kullanacağımız flip-flop adetidir. Biz biliyoruz ki "flip-flop düşen kenar tetiklemeli ise en düşük değerlikli biti taşıyan flip-flop hariç diğer bütün flip-

flop'ların tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un \bar{Q} çıkışından alınır". Buna göre devre tasarımı aşağıdaki gibi olacaktır (Şekil 1.10).

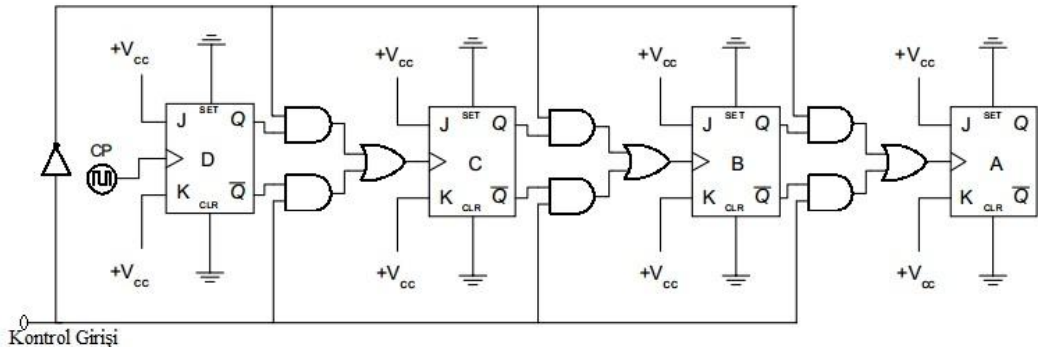


Şekil 1.10: Dört bitlik asenkron geri sayıcı (düşen kenar tetikleme)

1.2.3. Asenkron İleri/Geri Sayıcı

İleri sayıcı ve geri sayıcı olarak tasarlanabilen asenkron sayıcılar küçük bir değişiklik ile hem ileri hem de geri sayıcı olarak tasarlanabilirler. İleri/geri sayıcılarda her flip-flop çıkışına konan kontrol devresi vardır. Kontrol devresi ile bir sonraki flip-flop'un darbe girişine bir önceki flip-flop'un Q veya \bar{Q} çıkışının bağlanması sağlanır. İleri/geri sayıcıların yapısı bu kısma kadar anlatılan sayıcıların temel yapısından farklı değildir.

Aşağıdaki şekilde ileri/geri asenkron sayıcı devresi görülmektedir (Şekil 1.11). Kontrol girişi '1' yapılırsa flip-flop'lara etkileyen tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un \bar{Q} çıkışı olacağından devre ileri sayıcı olarak çalışacaktır. Kontrol girişi '0' olursa tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un Q çıkışından alınacağı için devre geri sayıcı olarak çalışacaktır.



Şekil 1.11: Asenkron ileri/geri sayıcı devresi

Yukarıdaki ileri/geri sayıcı devresi dört adet flip-flop ile tasarlandığı için, $2^n \geq 2^4$ ve $2^4 \geq 16$ olduğundan, bu devre '16' durum sayacaktır. Sayma işleminin sıfırdan başladığı veya sıfıra kadar geldiği düşünülürse, kontrol girişinin konumuna göre devremiz '0-15' arası ileri sayma veya '15-0' arası geri sayma işlemi yapacaktır.

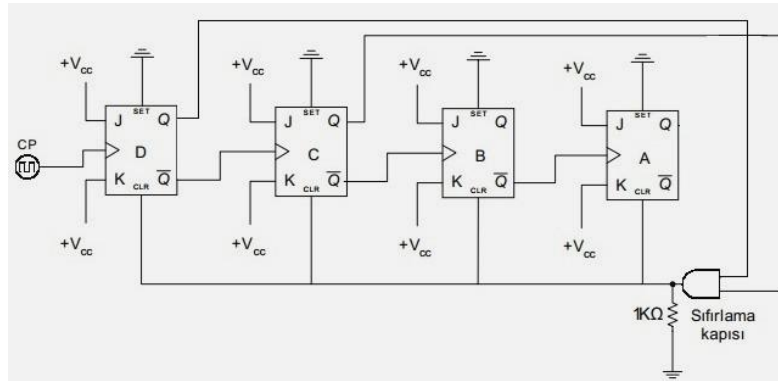
Sayma işlemi her zaman flip-flop'ların izin verdiği maksimum aralıkta olmayabilir. Mesela yukarıdaki devre için (Şekil 1.11) ileri sayma yaptırmak istesek 0-15 arası sayma

işlemi yapacağını söyledik. Sayma işleminin 0-15 değil de 0-11 arasında yapmasını istemiş olsa idik burada belli bir değerden sonra flip-flop'ların sıfırlanması gerekecektir. 0-11 arası sayma işleminde 12 durum var. $2^n \geq 10$ ise burada $n=4$ olmalıdır. Dört sayısı bize kullanılacak flip-flop adedini veriyor. Biz burada $n=3$ olarak almak isteseydik $2^3=8$ olacaktı ve 8 durum için sayma işlemi yapılabilecekti. 8 sayısının 12 sayısından küçük olmasından dolayı sayma işlemi maksimum 0-7 arasında olacaktı. Bunun için $n=4$ olarak alalım ki 16 durum için gerekli olan flip-flop devresinde bazı değişiklikler ile 12 duruma göre ayarlayabilelim. Şimdi 0-11 sayma (sayma işleminde 12 durum var) işlemi için durum tablosunu çıkaralım (Tablo 1.3).

Sayı	D	C	B	A
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

Tablo 1.3:0-11 Arası sayma işlemi için durum tablosu

Tasarımı istenen ileri sayma devresinde, 0-11 arasında sayma işlemi yapması ve 12 sayısına geçmeden flip-flop'ların sıfırlanması isteniyor. 12 sayısına bakıldığında D ve C flip-flop'larının ilk kez aynı anda '1' değeri aldıkları görülmektedir. Bu durumu kullanarak buradan elde edeceğimiz değeri flip-flop'ların CLR (sıfırlama-resetleme) ucuna vererek sayma işlemi 0-11 arasında olacaktır. Buna göre devre tasarımı da aşağıdaki gibi olur.



Şekil 1.12: 0-11 arası asenkron ileri sayıcı devresi

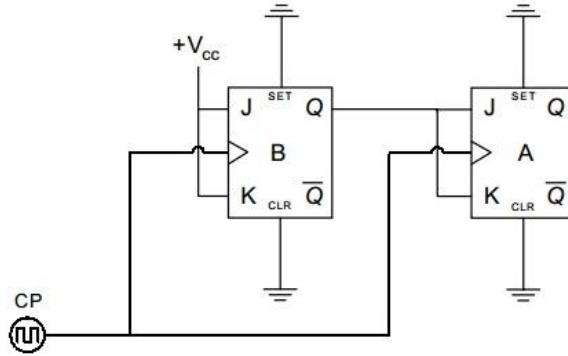
1.3. Senkron Sayıcılar

Senkron'un kelime anlamı aynı anda gerçekleşen veya eş zamanlı demektir. Senkron sayıcılar denmesinin nedeni ise devrede bulunan flip-flop'ların aynı anda tetiklenmesi ve çıkış durumlarının aynı anda değişmesinden dolayıdır. Senkron sayıcılar 'eş zamanlı sayıcılar' veya 'paralel sayıcılar' diye de adlandırılırlar.

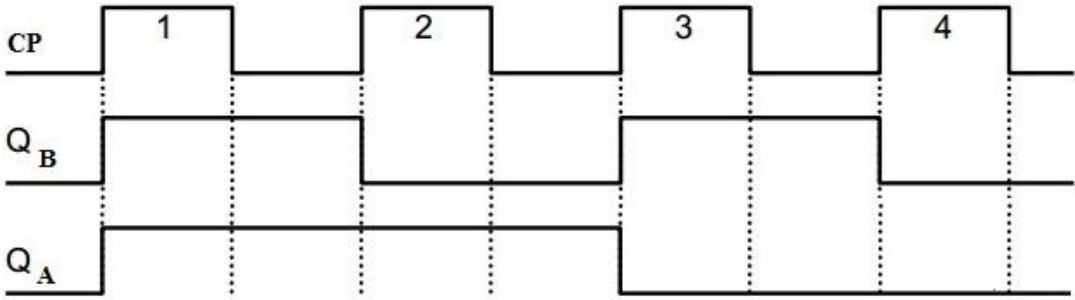
Senkron sayıcılar çalışma hızı açısından asenkron sayıcılara göre daha hızlıdır. Her bir durum için kullanılan devre elemanının yayılım gecikme süresi kadar gecikmesi vardır. Ancak tasarımda kullanılan devre elemanları asenkron sayıcılara göre daha çoktur.

1.3.1. Senkron İleri Sayıcılar

Aşağıdaki şekilde iki bitlik senkron sayıcı devresi (Şekil 1.13) ve çıkış dalga şekilleri (Şekil 1.14) görülmektedir.



Şekil 1.13: İki bitlik senkron ileri sayıcı devresi



Şekil 1.14: İki bitlik senkron ileri sayıcı devresi dalga şekilleri

Sayıcı devresinde başlangıç anında her iki çıkışı da '0' olduğunu düşünürsek gelen ilk tetikleme sinyali ile toggle çalışan B flip-flop'u tetiklenir ve Q_B çıkışı '1' değerini alır. A flip-flop'una da aynı tetikleme sinyali uygulanacağından ve J-K girişlerine '0' uygulandığından Q_A çıkışı '0' olur. Bu tetikleme anında sayıcı çıkışları $Q_A=0$ ve $Q_B=1$ değerlerine yüklenirler.

İkinci tetikleme sinyali ile J-K girişlerinde '1' olan B flip-flop'u tetiklenir ve QB çıkışı '0' olur. A flip-flop'unun girişlerinde '1' değeri olduğundan A flip-flop'u konum değiştirir ve QA çıkışı '1' değerini alır. Bu tetikleme anında sayıcı çıkışları QA=1 ve QB=0 değerlerine yüklenir.

Üçüncü tetikleme sinyali ile B flip-flop'u konum değiştirir ve QB=1 değerini alır. A flip-flop'u girişlerinde '0' değeri olduğundan konum değiştirmez ve QA=1 olarak kalır. Bu tetikleme anında sayıcı çıkışları QA=1 ve QB=1 değerlerinde olacaktır.

Dördüncü tetikleme sinyalinde her iki flip-flop girişlerinde '1' değeri olduğu için her iki flip-flop'ta konum değiştirecek ve başlangıç değerleri olan QA=0 ve QB=0 olacaktır.

İki bitlik asenkron ileri sayıcı devresinin durum tablosu da aşağıdaki gibidir.

Tetikleme Sinyali	Q _A	Q _B
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1
4	0	0

Tablo 1.4: İki bitlik senkron ileri sayıcı durum tablosu

Yukarıdaki iki bitlik senkron ileri sayıcı devresinde maksimum dört durum var ve hepside kullanılmıştır. Yani devre 0-3 arası ileri sayma işlemi yapmaktadır. Şimdide 0-6 arası ileri sayma işlemi yapan senkron sayıcı devresini J-K flip-flop'lar ile tasarlayalım.

Öncelikle çalışma programı verilen senkron sayıcı devresinin tasarımında bize yardımcı olacak işlem basamaklarını yazalım:

- Tasarımda kullanılacak flip-flop türü ve adedi belirlenir.
- Sayma işlemine ilişkin çalışma (durum) tablosu oluşturulur.
- Flip-flop geçiş (uyarma) tabloları kullanılarak her bir flip-flop için geçişlere ait gerekli giriş değerleri bulunur.
- Her bir flip-flop için bulunan giriş değerleri karnough haritalama yöntemi ile sadeleştirilir.
- Sadeleştirilmiş eşitliklerden senkron sayıcı devresi çizilir.

Bu işlem basamaklarına göre 0-6 arası ileri sayma işlemi yapan senkron devre tasarımı J-K flip-flop'lar ile şöyledir:

- **Tasarımda kullanılacak flip-flop türü ve adedi belirlenir.**

Sayma işlemi 0-6 arasında gerçekleşecektir ve en büyük değer 6 olduğuna göre, $2^n \geq 6$ olmalıdır ve $2^3 \geq 6$ olur. Buradan da $n=3$ değeri bulunur. Bu değer kullanılacak flip-flop adedini verir. Türü de J-K olması isteniyor.

- Sayma işlemine ilişkin çalışma (durum) tablosu oluşturulur.

Tetikleme Sinyali	A	B	C
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0

Tablo 1.5: Üçbitlik senkron ileri sayıcı çalışma tablosu

- Flip-flop geçiş (uyarma) tabloları kullanılarak her bir flip-flop için geçişlere ait gerekli giriş değerleri bulunur.

Tetikleme Sinyali	Mevcut Durum			Sonraki Durum			Flip-Flop Değerleri					
	A	B	C	A	B	C	J_A	K_A	J_B	K_B	J_C	K_C
0	0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	1	X
1	0	0	1	0	1	0	0	X	1	X	X	1
2	0	1	0	0	1	1	0	X	X	0	1	X
3	0	1	1	1	0	0	1	X	X	1	X	1
4	1	0	0	1	0	1	X	0	0	X	1	X
5	1	0	1	1	1	0	X	0	1	X	X	1
6	1	1	0	0	0	0	X	1	X	1	0	X

Tablo 1.6: Üçbitlik senkron ileri sayıcı flip-flop değerleri

- Her bir flip-flop için bulunan giriş değerleri Karnough haritalama yöntemi ile sadeleştirilir.

	B.C			
A \	00	01	11	10
0	1	x	x	1
1	1	x	x	

$$J_C = \bar{A} + \bar{B}$$

	B.C			
A \	00	01	11	10
0	x	1	1	x
1	x	1	x	x

$$K_C = +V_{CC}$$

	B.C			
A \	00	01	11	10
0		1	x	x
1		1	x	x

$$J_B = C$$

	B.C			
A \	00	01	11	10
0	x	x	1	
1	x	x	x	1

$$K_B = A + C$$

	B.C			
A \	00	01	11	10
0			1	
1	x	x	x	x

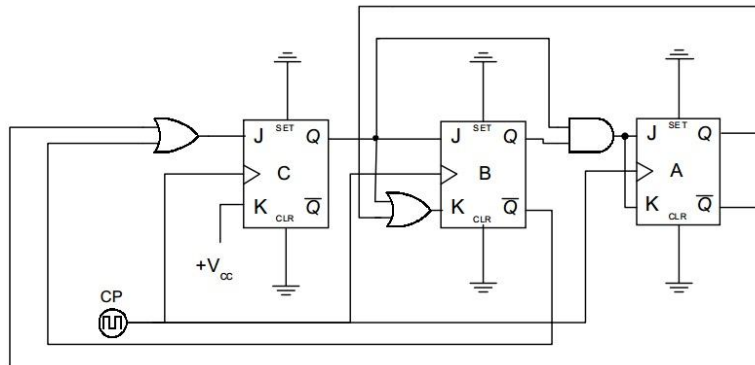
$$J_A = B.C$$

	B.C			
A \	00	01	11	10
0	x	x	x	x
1			x	1

$$K_A = B.C$$

Şekil 1.15: Üçbitlik senkron ileri sayıcıda Karnough haritalama yöntemi ile sadeleştirme işlemi

- Sadeleştirilmiş eşitliklerden senkron sayıcı devresi çizilir.

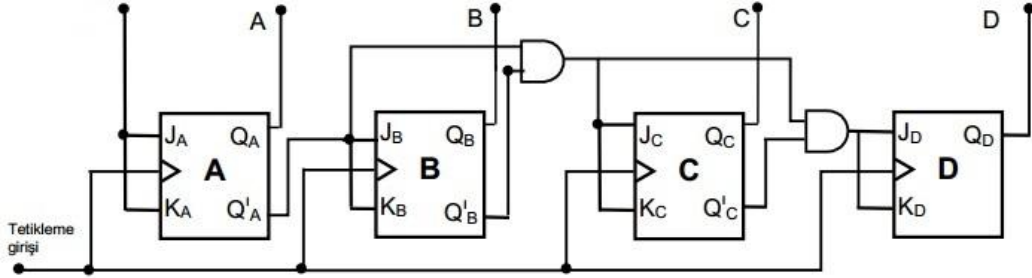


Şekil 1.16: Üçbitlik senkron ileri sayıcı devresi

Not: Senkron sayıcıların tasarımında kullanılan flip-flop'ların tetikleme türü tasarım için belirleyici bir özellik değildir.

1.3.2. Senkron Geri Sayıcı

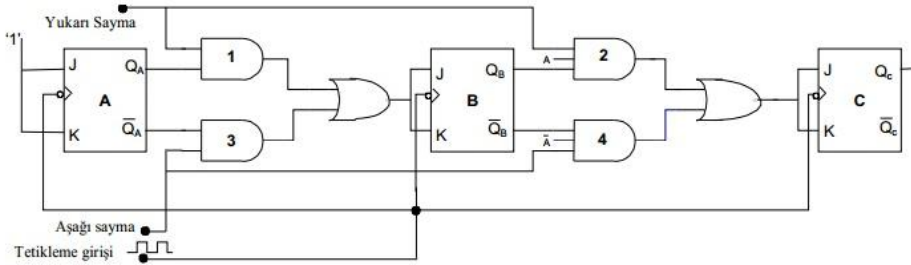
Senkron geri sayıcı devresi yapmak için flip-flop'lar arası bağlantılarda, (ilk flip-flop hariç) bir önceki flip-flop'un \bar{Q} çıkışının bir sonraki flip-flop'un J girişine bağlanması gerekir (Şekil 1.17). Senkron geri sayıcıda her gelen tetikleme sinyali ile en düşük sıralı konumdaki flip-flop konum değiştirir. Çıkışı düşük basamak değerine sahip flip-flop'ların konumunun '0' olması halinde çıkışı '1' olan ilk flip-flop durum değiştirir. Örneğin çıkışları DCBA=1100 olan bir senkron geri sayıcı gelen ilk tetikleme sinyali ile çıkış değeri DCBA=1011 olacaktır. Burada A flip-flop'u konum değiştirir, bunun nedeni A flip-flop'unun mevcut durumunun '0' ($\bar{A}=1$) olmasıdır. C flip-flop'u konum değiştirir, çünkü BA=00'dır. D flip-flop'u konum değiştirmez. Çünkü alt sıralı flip-flop'larında değeri '100'dür. Bu değerlerin uygulandığı 'VE kapısı' çıkışı '0' olacağından D flip-flop'u tetikleme sinyalinden etkilenmez.



Şekil 1.17: Dört bit senkron geri sayıcı devresi

1.3.3. Senkron İleri/Geri Sayıcı

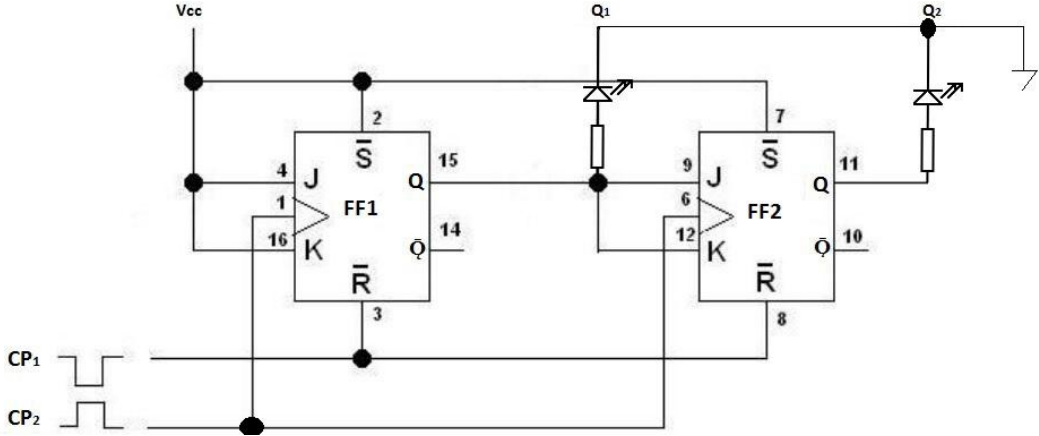
İleri ve geri sayma işlemi yapabilen senkron sayıcılarda sayma yönü, kontrol girişleri flip-flop'ların çıkışının Q veya \bar{Q} çıkışından alınacağına karar verilerek belirlenir. Aşağıdaki şekilde verilen üç bitlik senkron sayıcı devresinde 'yukarı sayma girişi' değeri '1' olduğu zaman binary 000'dan başlayarak binary 111'e kadar ileri sayar. Ama 'aşağı sayma girişi' değeri '1' olursa bu seferde 111'den başlayarak binary 000'a kadar geri sayar.



Şekil 1.18: Üç bit senkron ileri/geri sayıcı devresi

UYGULAMA FAALİYETİ-1

Şekilde lojik devre şeması verilen J-K türü flip-flop'lar ile sayıcı devresini 7476 entegresi kullanarak breadboard üzerine kurunuz.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Şeması verilen devre için bir adet 7476 entegresi, bir adet breadboard, iki adet led diyot ve 2 adet 330 Ω direnç temin ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 7476 entegresine ait bilgileri (datasheet) elde ediniz. ➤ Devreyi 7476 entegresinin datasheet görüntüsüne bakarak breadboard üzerine kurunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devreye enerji uygulayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Güç kaynağınızın sabit 5V uçlarını kullanınız. ➤ Gerilimin tam 5V olmasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çıkışların tümünü sıfırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çıkışların tümünü sıfırlamak için CP₁ girişine sinyal uygulayınız. ➤ Bu durumda hiçbir ledin yanmadığını gözlemleyiniz. (Bunun anlamı çıkışların '0' olduğudur.)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız. (1. tetikleme sinyali) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tetikleme sinyali için CP₂ girişine sinyal uygulayınız. ➤ Bu durumda Q₂ çıkışında bulunan ledin yandığını gözlemleyiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız (2. tetikleme sinyali). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tetikleme sinyali için CP₂ girişine sinyal uygulayınız. ➤ Bu durumda Q₂ çıkışında bulunan ledin söndüğünü ve Q₁ çıkışındaki ledin yandığını gözlemleyiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız. (3. tetikleme sinyali) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tetikleme sinyali için CP₂ girişine sinyal uygulayınız.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bu durumda Q_1 ve Q_2 çıkışlarında bulunan ledlerin yandığını gözlemleyiniz. 																		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız (4. tetikleme sinyali). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tetikleme sinyali için CP_2 girişine sinyal uygulayınız. ➤ Bu durumda Q_1 ve Q_2 çıkışlarında bulunan ledlerin söndüğünü gözlemleyiniz. 																		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çıkışlarda oluşan durumları durum tablosu ile kıyaslayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çıkışlarda bulunan ledlerin tetikleme sinyallerine göre oluşan durumların durum tablosu ile örtüştüğünü görünüz. ➤ Durum tablosu aşağıdaki gibidir. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>CP_2</th> <th>Q_1</th> <th>Q_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	CP_2	Q_1	Q_2	0	0	0	1	0	1	2	1	0	3	1	1	4	0	0
CP_2	Q_1	Q_2																	
0	0	0																	
1	0	1																	
2	1	0																	
3	1	1																	
4	0	0																	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Tetikleme sinyalinin devrede bulunan tüm flip-flop'lara aynı anda uygulandığı sayıcı devrelerine asenkron sayıcı devresi denir.
2. () Asenkron sayıcı devrelerinde flip-flop'lartogglemodunda çalışır.
3. () Üç bitlik asenkron ileri sayıcı devresi 0-8 arasında sayma işlemi yapar.
4. () '10' adet durum sayan asenkron sayıcı devresi yapmak için üç adet flip-flop kullanmak yeterlidir.
5. () Senkron sayıcıların çalışma hızı asenkron sayıcılara göre daha fazladır.
6. () Senkron sayıcıların tasarımında kullanılan flip-flop'ların tetikleme türü tasarım için belirleyici bir özellik değildir.
7. () Dört bit senkron geri sayıcı devresinin maksimum sayma aralığı '16-0'dır.
8. () 0-8 aralığında sayan bir senkron ileri sayıcı devresinde devrenin sıfırlanması için ilk baştaki ve sondaki flip-fop'ların çıkışları 'VE DEĞİL' kapısı ile birleştirilerek flip-flop'larınreset uçlarına verilir.
9. () Asenkron geri sayıcı devresi tasarlarken, flip-flop yükselen kenar tetiklemeli ise en düşük değerlikli biti taşıyan flip-flop hariç diğer bütün flip-flop'ların tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un Q çıkışından alınır.
10. () Bir asenkron sayıcı devresinde beş adet flip-flop kullanılmaktadır. Her bir flip-flop'un tetiklenip veriyi işleme süresi 10 nsn (nano saniye) olduğunu kabul edilirse, son flip-flop'un tetiklenip veriyi işlemesi için geçen toplam süre $(5 \times 10) / 2 = 25 \text{nsn}$ olacaktır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında sayının kodlanmasına göre sayıcı uygulamaları yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- İkili sayıcılar, BCD sayıcılar ve Mod sayıcıları araştırınız.
- Sayıcı uygulamaları hakkında araştırma yapınız. Yaptığınız araştırmanızı rapor haline getirerek seçeceğiniz bir sayıcı devre uygulamasını sınıfta öğretmeninize ve arkadaşlarınıza sununuz.

2. SAYICI KODLAMA

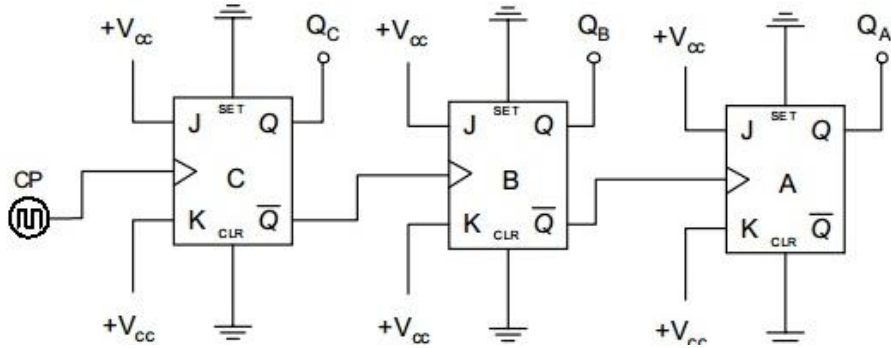
2.1. İkili Sayıcılar

İkili sayıcılar, sayı değerlerinin '0' veya '1' olarak tanımlandığı sayıcılardır. Bu sayıcılara aynı zamanda 'binary sayıcılar' da denir. İkili sayıcılarda sayı elemanları flip-flop çıkışlarından alınan '0' veya '1' değerleri ile gözlenir. Üç bit asenkron ikili sayıcı devresi için durum tablosu (Tablo 2.1) ve devre şeması (Şekil 2.1) aşağıdaki gibidir.

Sayının Onluk Değeri	Sayının Binary Değeri	C	B	A
0	000	0	0	0
1	001	0	0	1
2	010	0	1	0
3	011	0	1	1
4	100	1	0	0
5	101	1	0	1
6	110	1	1	0
7	111	1	1	1

Tablo 2.1: Üç bit asenkron ikili sayıcı devresi durum tablosu

Sayma işleminde sayı elemanlarının karşılığı olan binary değerleri flip-flop çıkışlarından alınır. Örneğin sayı elemanlarından üç değerini biz C flip-flop çıkışında '0', B flip-flop çıkışında '1', A flip-flop çıkışında '1' olarak görürüz. Bu değerleri yan yana getirdiğimizde '011' binary değeri elde edilir. '011' binary değerinin onluk sistemde karşılığı da üç değerini verir.



Şekil 2.1: Üç bit asenkron ikili sayıcı devresi

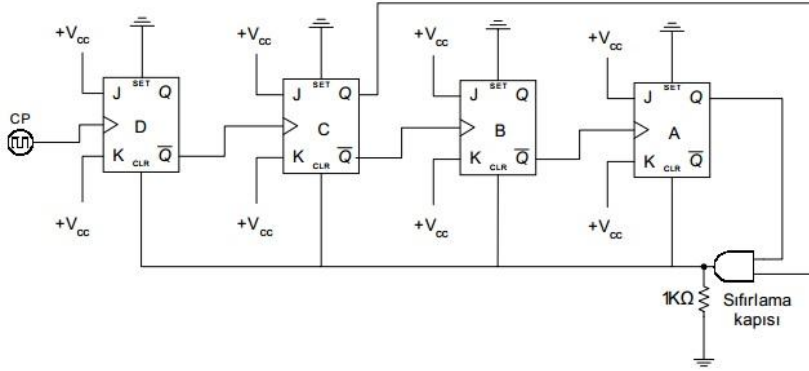
2.2. BCD Sayıcılar

0-9 arasındaki sayıları sayarak tekrar başa dönen sayıcılara BCD sayıcılar veya onluk sayıcılar denir. Bu sayıcılar sayma sayıları olan 0-9 arasındaki sayıları sayar ve sayma işlemi esnasında BCD kodlu ikili sayıları kullanmaktadır. BCD kodlu 0000-1001 arasındaki 10 farklı konuma sahip sayıları saymak için kullanılacak sayıcı devresinde dört adet flip-flop kullanılacaktır. Çünkü $2n \geq 10$ olmalı ise $n=4$ olsun ki 10 durumu sağlayabilecek flip-flop sayısı elde edilebilsin. $24 \geq 10$ ise $16 \geq 10$ elde edilir böylece dört adet flip-flop'un bize yeteceği görülmektedir. Biz dört adet flip-flop kullanırsak ve devreye müdahale etmez isek $24=16$ durum için sayma işlemi yapar. Ama biz burada 10 durum için (0-9) sayma işlemi yapısını istiyoruz. Öyleyse devrenin belli bir değerde sıfırlanması gerekir. Sayma işleminin bitirilip başlangıca döneceği değer (10)10 yani (1010)2 bilgisidir. Bu bilginin anlamı devrede kullanılacak flip-flop'ların $D=1$, $C=0$, $B=1$, $A=0$ şeklinde değer aldığı anda sıfırlanması gerektiğidir.

BCD kodunun ifade edildiği yani sayma işleminde flip-flop'ların çıkışlarının belirtildiği durum tablosu incelenirse B ve D flip-flop çıkışlarının ilk kez 1010 bilgisi geldiğinde aynı anda '1' olduğu görülür (Tablo 2.2). Bu durumda iken B ve D flip-flop'larının çıkışlarını kullanan 'VE' kapısı ile sıfırlama işlemi gerçekleştirilebilir (Şekil 2.2).

Sayı	D	C	B	A
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

Tablo 2.2:BCD sayıcı durum tablosu



Şekil 2.2: BCD sayıcı devresi

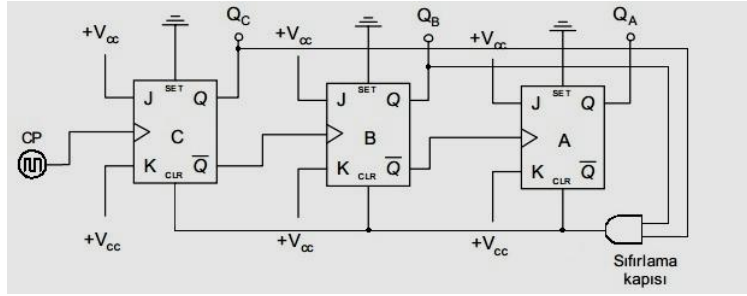
2.3. Mod Sayıcılar

Mod kavramı sayıcılarda sayma işlemi esnasında sayıcı devresinin alacağı durum sayısını belirtir. Örneğin 'Mod 4' sayıcı denildiğinde sayma işlemi dört durumdan oluşacak anlamındadır ve içerdiği rakamlarda 0, 1, 2, 3'tür. Dikkat edilirse Mod 4 sayıcıda dört (4) sayısı sayma elemanı değildir. Mod 4 sayıcı devresinde en büyük değer üç (3)'tür. Mod sayıcılarda en büyük değer her zaman belirtilen mod değerinin bir eksigidir. Bunun nedeni de sayma işleminin sıfırdan başlamasıdır.

Örneğin Mod 6 sayıcının elemanları 0, 1, 2, 3, 4, 5 olacaktır. Sayıcı devresi tasarlariken kullanılacak flip-flop sayısı da mod değerine göre belirlenmektedir. Tasarımda kullanılacak flip-flop sayısını belirlerken 2^n ifadesinin değerinin mod sayısından büyük veya bu sayıya eşit olmasına dikkat etmeliyiz. Büyük ve eşit şartı sağlandığında 'n' ifadesinin aldığı değer bizim kullanacağımız flip-flop sayısıdır. Mod 6 sayıcı için kullanılacak flip-flop adedini bulmak istediğimizde, $2^n \geq 6$ ise $2^3 \geq 6$ n=3 olarak bulunur. Buradaki üç sayısı kullanılacak flip-flop adedidir. Biz Mod 6 asenkron ileri sayıcı devresi tasarlamak isteseydik durum tablosu (Tablo 2.3) ve devre şekli (Şekil 2.3) aşağıdaki gibi olacaktı. Durum tablosunda gri olarak görülen altı değerinde sayıcı devresinin sıfırlanması gerekmektedir. Aksi takdirde sayma işlemi 0-7 arasında olacaktır. Devrenin altı sayısında sıfırlanması için aynı anda ilk kez '1' değeri alan B ve C flip-flop'larının çıkışları 'AND kapısı' ile flip-flop'ların CLR uçlarına verilir.

Sayı	C	B	A
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0

Tablo 2.3: Mod 6 asenkron ileri sayıcı durum tablosu

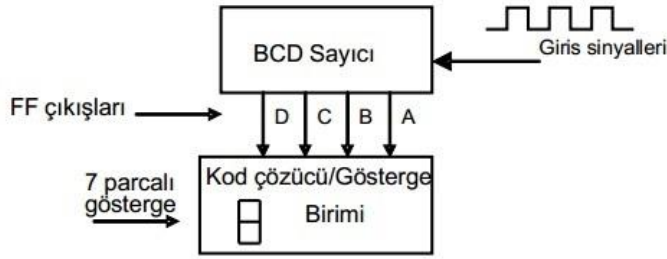


Şekil 2.3: Mod 6 asenkron ileri sayıcı

2.4. Diğer Sayıcı Uygulamaları

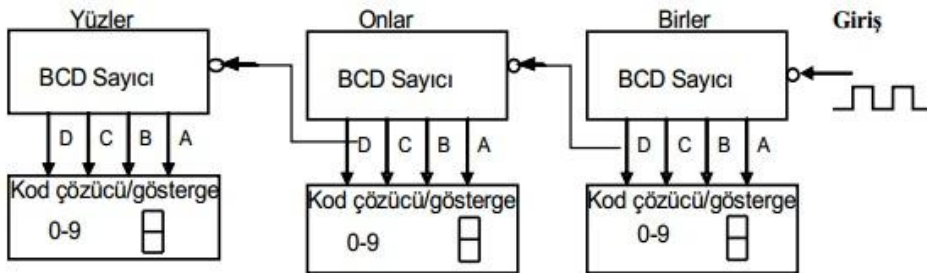
2.4.1. KaskatBCD Sayıcılar

BCD sayıcı on farklı duruma sahiptir ve sayı elemanları da 0-9 arasındaki sayılardır. On farklı çıkışı görüntülemek için yedi parçalı eleman olan display veya her bir çıkışa bağlanan ledler kullanılabilir. Sayıcı çıkışındaki bilginin göstergede izlenebilmesi için kod çözücü devreler kullanılır. Bu durumda sayıcı işleminin oluşturulması ve göstergede görüntülenmesi için aşağıdaki devrenin oluşturulması gerekir. Bu devrede BCD sayıcıda gerçekleştirilen sayma işlemi kod çözücü devre yardımıyla uygun forma dönüştürülür ve görüntülenir.



Şekil 2.4: BCD sayıcı blok şeması

Yukarıdaki devrede sayma işlemi 0'dan 9'a kadar olur ve 9'dan sonra tekrar 0'a döner. Desimal sayılardan daha büyük sayıları saymak ve görüntülemek için BCD sayıcılar aşağıdaki gibi kaskat olarak bağlanır (Şekil 2.5).

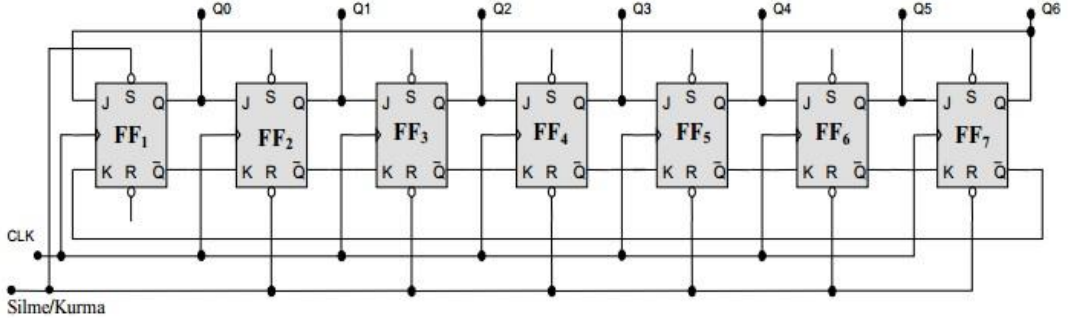


Şekil 2.5: BCD sayıcıların 000-999 arasındaki sayması için kaskat bağlantısı

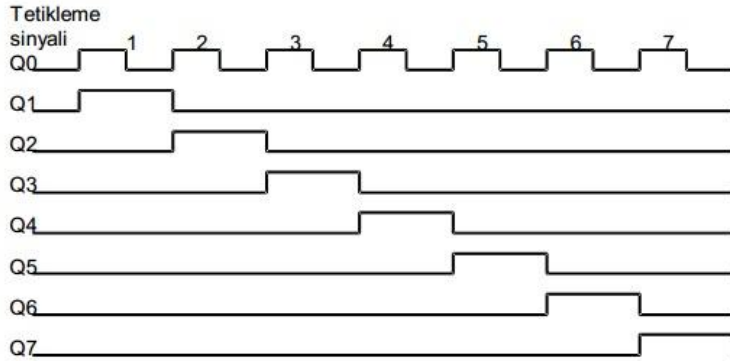
Kaskat bağlantılı BCD sayıcı devresinde başlangıçta '000' değerine sahip sayıcı devresi tetikleme sinyali ile saymaya başlar. Gelen her tetikleme sinyali ile sayma işlemi yapan sayıcı devresi $(1001)_2$ değerine kadar sayma işlemi yapar ve göstergede $(009)_{10}$ onluk sayı değeri okunur. Uygulanan tetikleme sinyali onuncu kez uygulandığında birler basamağındaki sayı çıkışı sıfıra döner ve birler basamağını temsil eden flip-flop onlar basamağındaki sayıcıya bir sinyal gönderir. Bu sinyal ile onlar basamağındaki sayıcıda bir artmaya neden olur ve göstergede $(010)_{10}$ değeri okunur. Birler basamağındaki her onuncu tetikleme sinyali sonunda gönderilen sinyallerin sayısı '10' değerine ulaşana kadar onlar basamağındaki sayma devam eder. Girişe uygulanan '99' tetikleme sinyali sonucunda göstergede gözüken değer $(099)_{10}$ olur. Takip eden tetikleme sinyali ile birler basamağındaki sayıcı onlar basamağındaki sayıcıya sinyal gönderir ve sıfıra döner. Sinyali alan onlar basamağındaki sayıcı 0'a dönerken aynı anda yüzler basamağındaki sayıcıya tetikleme sinyali gönderilir. Bu anda göstergede $(100)_{10}$ değeri okunur. Tüm bu işlemler 999. tetikleme sinyaline kadar devam eder ve 1000. (bininci) tetikleme sinyali ile tüm sayıcılar 0' değerine döner. Bu durumda göstergede $(000)_{10}$ değeri okunur.

2.4.2. Halka Sayıcılar

Sayıcı girişinde kod çözme işleminin olmasının istendiği devrelerde halka sayıcılar kullanılır. Halka sayıcı devrede her bir sayma için bir adet flip-flop kullanılır. Mesela on sayma işlemi için halka sayıcı devresinde on adet flip-flop kullanılır. Herhangi bir zaman diliminde devredeki flip-flop'lerden sadece bir tanesinin çıkışı 1'dir. Halka sayıcı devresi elde etmek için bir flip-flop'un Q ve \bar{Q} çıkışlarının bir sonraki flip-flop'un J ve K girişlerine bağlanması ile elde edilir. En sondaki flip-flop'un Q çıkışı ilk flip-flop'un girişine uygulanır.



Şekil 2.6:Halka sayıcı açık şeması

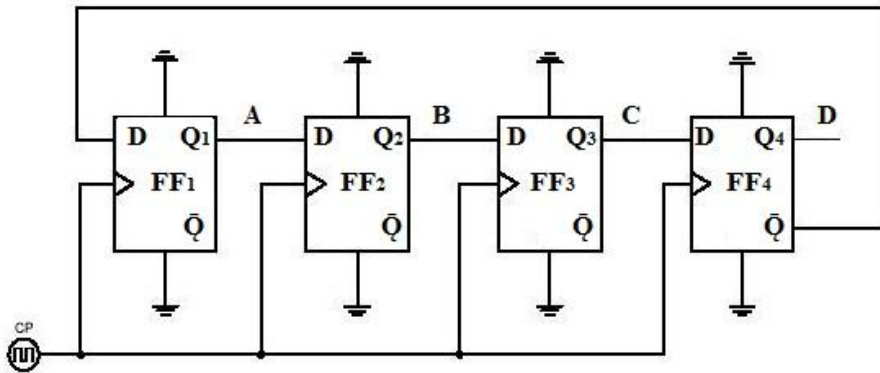


Şekil 2.7:Halka sayıcı dalga şekilleri

Yukarıda halka sayıcı açık şeması (Şekil 2.4) ve dalga şekilleri (Şekil 2.5) verilmiştir. Kurma / Silme girişi ile bir no.lu flip-flop '1' değerine kurulurken diğer flip-flop'lar sıfırlanır ve '0' değerine sahip olurlar. Tüm tetikleme sinyallerinin aynı kaynaktan elde edildiği devrede ilk tetikleme sinyali ile J girişinde '1' değeri bulunan iki no.lu flip-flop '1' değerine kurulur ve diğer flip-flop'ların çıkışları '0' değerini alır. Gelen tetikleme sinyali ile Q çıkışının '1' olma şartlarını sağlayan flip-flop'lar sırasıyla '1' değerini alır. Flip-flop'larda $Q=1$ olması için $J=1$ ve $K=0$ olma şartı sırasıyla sağlandığından çıkışlarda elde edilen bilgiler Şekil 2.4'teki gibi olur.

2.4.3. Johnson Sayıcılar

Johnson sayıcı yapısı halka sayıcı devresine benzer. Farkları son flip-flop'tan ilk flip-flop'a yapılan geri besleme Johnson sayıcı da \bar{Q} çıkışından alınır. Ayrıca halka sayıcıda tetiklenen ilk flip-flop ilk anda set ve diğer flip-flop'lar reset edilmişken Johnson sayıcıda ilk anda tüm flip-flop'lar resetlenir. Yani ilk anda tüm flip-flop çıkışları '0' değerindedirler. Saymanın tekrar başlaması için devrenin tekrar resetlenmesi gerekir. Johnson sayıcılarda sayılmasını istenen durumun yarısı kadar flip-flop kullanılır. Mesela sekiz durum sayıcı devresi için devrede dört adet flip-flop kullanılmalıdır. Johnson sayıcının diğer adı dalgalı halka sayıcıdır.



Şekil 2.8: 4 Bit Johnson sayıcı devresi

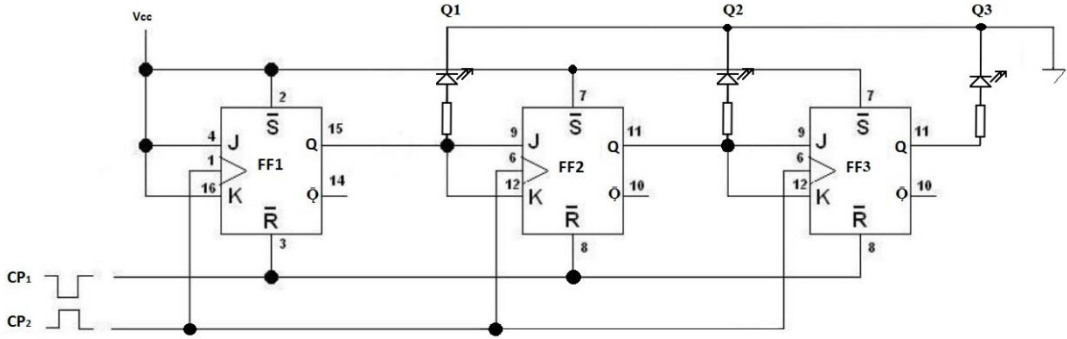
Tetikleme Sinyali	Q1	Q2	Q3	Q4	Gerekli 'VE' Kapısı
0	0	0	0	0	A'D'
1	1	0	0	0	AB'
2	1	1	0	0	BC'
3	1	1	1	0	CD'
4	1	1	1	1	AD
5	0	1	1	1	A'B
6	0	0	1	1	B'C
7	0	0	0	1	C'B

Tablo 2.4:4 Bit Johnson sayıcı durum tablosu

Yukarıdaki Mod 8 sayıcı devresi sekiz ayrı konumda çıkış verir ve tekrar başa döner. Devrede görüldüğü gibi Johnson sayıcı oluşturmak için gerekli flip-flop sayısı ring sayıcıların aksine sayılmak istenen değerin yarısı kadardır. Ayrıca Johnson sayıcı devresinde her bir sayma durumunu tespit edecek lojik kapılar olmalıdır. Kullanılan flip-flop sayısına bakılmaksızın iki girişli VE kapısının kullanımı bu devrede yeterlidir. Durum tablosunda girişleri açıklanan sekiz adet iki girişli VE kapısının devreye bağlanması ile her kapı belli bir durum anında aktif olur ve kapı çıkışları birbirini izleyen sekiz çıkış üretir. Kapıların bağlanacağı flip-flop'ların tespiti düzenli bir sıra takip eder. Tüm çıkışların '0' olduğu anda başta ve sonda bulunan flip-flop'ların çıkışlarının tümleyeni alınırken tüm çıkışların '1' olduğu anda başta ve sonda bulunan flip-flop'ların normal çıkışları alınır. Diğer bütün durumlar da bulunan '01' veya '10' değerlerine sahip flip-flop'ların çıkışlarının alınmasıyla çözümlenir.

UYGULAMA FAALİYETİ-2

Şekilde lojik devre şeması verilen J-K türü flip-flop'lar ile Mod6 sayıcı devresini 7476 entegresi kullanarak breadboard üzerine kurunuz.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Çıkışların tümünü sıfırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çıkışların tümünü sıfırlamak için CP1 girişine sinyal uygulayınız.➤ Bu durumda hiçbir ledin yanmadığını gözlemleyiniz (Bunun anlamı çıkışların '0' olduğudur.).
<ul style="list-style-type: none">➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız (1. tetikleme sinyali).	<ul style="list-style-type: none">➤ Tetikleme sinyali için CP2 girişine sinyal uygulayınız.➤ Bu durumda Q2 çıkışında bulunan ledin yandığını gözlemleyiniz
<ul style="list-style-type: none">➤ Şeması verilen devre için iki adet 7476 entegresi, bir adet breadboard, üç adet led diyot ve üç adet 330 Ω direnç temin ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ 7476 entegresine ait bilgileri (datasheet) elde ediniz.➤ Devreyi 7476 entegresinin datasheet görüntüsüne bakarak breadboard üzerine kurunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Devreye enerji uygulayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Güç kaynağınızın sabit 5V uçlarını kullanınız.➤ Gerilimin tam 5V olmasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Çıkışların tümünü sıfırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çıkışların tümünü sıfırlamak için CP1 girişine sinyal uygulayınız.➤ Bu durumda hiçbir ledin yanmadığını gözlemleyiniz (Bunun anlamı çıkışların '0' olduğudur.).
<ul style="list-style-type: none">➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız (1. tetikleme sinyali).	<ul style="list-style-type: none">➤ Tetikleme sinyali için CP2 girişine sinyal uygulayınız.➤ Bu durumda Q3 çıkışında bulunan ledin yandığını gözlemleyiniz.

<p>➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız (2. tetikleme sinyali).</p>	<p>➤ Tetikleme sinyali için CP₂ girişine sinyal uygulayınız. ➤ Bu durumda Q₂ çıkışında bulunan ledinyandığını ve diğerçıkışlardaki ledlerin yanmadığını gözlemleyiniz.</p>																																
<p>➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız (3. tetikleme sinyali).</p>	<p>➤ Tetikleme sinyali için CP₂ girişine sinyal uygulayınız. ➤ Bu durumda Q₃veQ₂ çıkışlarında bulunan ledlerin yandığını Q₁ çıkışındaki ledin yanmadığını gözlemleyiniz.</p>																																
<p>➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız (4. tetikleme sinyali).</p>	<p>➤ Tetikleme sinyali için CP₂ girişine sinyal uygulayınız. ➤ Bu durumda Q₃veQ₂ çıkışlarında bulunan ledlerinsöndüğünü Q₁ çıkışındaki ledinyandığını gözlemleyiniz.</p>																																
<p>➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız (5. tetikleme sinyali).</p>	<p>➤ Tetikleme sinyali için CP₂ girişine sinyal uygulayınız. ➤ Bu durumda Q₃veQ₁ çıkışlarında bulunan ledlerin yandığını Q₂ çıkışındaki ledin söndüğünü gözlemleyiniz.</p>																																
<p>➤ Devreye tetikleme sinyali uygulayınız (6. tetikleme sinyali).</p>	<p>➤ Tetikleme sinyali için CP₂ girişine sinyal uygulayınız. ➤ Bu durumda tüm ledlerin söndüğünü gözlemleyiniz.</p>																																
<p>➤ Çıkışlarda oluşan durumları durum tablosu ile kıyaslayınız.</p>	<p>➤ Çıkışlarda bulunan ledlerin tetikleme sinyallerine göre oluşan durumların durum tablosu ile örtüştüğünü görünüz. ➤ Durum tablosu aşağıdaki gibidir.</p> <table border="1" data-bbox="798 1286 1184 1601"> <thead> <tr> <th>Tetikleme Sinyali</th> <th>Q₁</th> <th>Q₂</th> <th>Q₃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Tetikleme Sinyali	Q ₁	Q ₂	Q ₃	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	1	0	3	0	1	1	4	1	0	0	5	1	0	1	6	1	1	0
Tetikleme Sinyali	Q ₁	Q ₂	Q ₃																														
0	0	0	0																														
1	0	0	1																														
2	0	1	0																														
3	0	1	1																														
4	1	0	0																														
5	1	0	1																														
6	1	1	0																														

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yukarıdaki devreyi doğru şekilde kurabildiniz mi?		
2. Çıkışların tümünü sıfırlayabildiniz mi?		
3. Tetikleme sinyalleri sonunda ledlerdeki değişimleri gözlemleyebildiniz mi?		
4. Durum tablosu ile ledlerin durumunu gözlemlediğinizde aynı sonuçları aldınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () İkili sayıcılarda sayma işleminde sayı elemanlarının karşılığı olan değerler binaryolarak flip-flop çıkışlarından alınır.
2. () İkili sayıcılarda çıkışlardan alınan $(1010)_2$ değerinin karşılığı onluk sistemde $(9)_{10}$ 'dur.
3. () 0-8 arasında sayma işlemi yapan sayıcı devresine Mod 8 sayıcı denir.
4. () Mod 6 sayıcı devresinde en büyük sayı elemanı 5'tir.
5. () Mod 9 sayıcı devresinde 3 adet flip-flop kullanılmalıdır.
6. () Desimal sayılardan daha büyük sayıları saymak ve görüntülemek için, BCD sayıcılar kaskat olarak bağlanır.
7. () 00-99 arasında sayma işlemi yapan bir BCD sayıcı devresini elde etmek için 4 adet kaskat bağlantı yapmak gerekir.
8. () Johnson sayıcı devrede her bir sayma için bir adet flip-flop kullanılır.
9. () Halka sayıcı devresinde 5 sayma durumu için 5 adet flip-flop kullanılır.
10. () Johnson sayıcı ile halka sayıcı devresinin birbirinden farkları son flip-flop'tan ilk flip-flop'a yapılan geri besleme Johnson sayıcıda \bar{Q} çıkışından alınır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Tetikleme sinyallerinin flip-flop'lara uygulanış zamanına göre sayıcıları 'asenكرون (farklı zamanlı) sayıcılar' ve 'senكرون (eş zamanlı) sayıcılar' olmak üzere iki gruba ayırabiliriz.
2. () Asenكرون 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.
3. () Asenكرون ileri sayıcı devresi tasarlarken kullanılan flip-flop düşen kenar tetiklemeli ise en düşük değerlikli biti taşıyan flip-flop hariç diğer bütün flip-flop'ların tetikleme sinyali bir önceki flip-flop'un \bar{Q} çıkışından alınır.
4. () 5 bitlik asenكرون ileri sayıcı devresinin sayma aralığı 0-15'tir.
5. () 0-20 arasında ileri sayma işlemi yapacak olan asenكرون sayıcı devresinde 5 adet flip-flop kullanılır.
6. () Asenكرون sayıcılarda kullanılan flip-flop'ların tümü aynı anda tetiklenir.
7. () İki bit senكرون ileri sayıcı devresinde üçüncü tetikleme sinyali sonunda tüm flip-flop çıkışları '1' olur.
8. () Senكرون geri sayıcı devresi yapmak için flip-flop'lar arası bağlantılarda, (ilk flip-flop hariç) bir önceki flip-flop'un \bar{Q} çıkışının bir sonraki flip-flop'un J girişine bağlanması gerekir.
9. () Mod 15 sayıcı devresinde en büyük sayı elemanı 15'tir.
10. () Mod 15 sayıcı devresinde 3 tane flip-flop kullanılır.
11. () Mod 15 ileri sayıcı devresinde kullanılan flip-flop'lardan alınan çıkışların '0101' olması sekizinci tetikleme sinyalinde gerçekleşir.
12. () Sayıcı girişinde kod çözme işleminin olmasının istendiği devrelerde halka sayıcılar kullanılır.

13. () Halka sayıcı devrede 8 sayma durumu için 8 adet flip-flop kullanılır.

14. () Johnson sayıcılarında flip-flop'lar ilk anda '1' değerindedir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru

MODÜL DEĞERLENDİRME'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru
9	Yanlış
10	Yanlış
11	Yanlış
12	Doğru
13	Doğru
14	Yanlış

KAYNAKÇA

- EKİZ Hüseyin, **Sayısal Elektronik Mantık Devreleri ve Uygulamaları**, Değişim Yayınları, Adapazarı, 2001.