

5. ARDIŞIL LOJİK DEVRELER

5.1. Ardışıl Lojik Devre Temelleri

Ardışıl Makinelerin Modellendirilmesi
Ardışıl Makinelerin Sınıflandırılması
Bellek Elemanları
Bellek Elemanlarının Tetiklenmesi
Flip-Flop Tümeleşik Devreleri

5.2. Ardışıl Devrelerin Analizi

Saatli Ardışıl Devrelerin Analizi
Örnek Bir Moore Makinesi Analizi
Durum Tablosu ve Analiz
Durum Diyagramı ve Analiz
Zamanlama Diyagramı
Örnek Bir Mealy Makinesi Analizi

5.3. Ardışıl Devrelerin Tasarımı

5.3.1. Sentez Yönteminin Genel Adımları

5.3.2. Modulo 8 İleri Sayıcı

5.3.3. Özel Bir Sayıcı Devresi

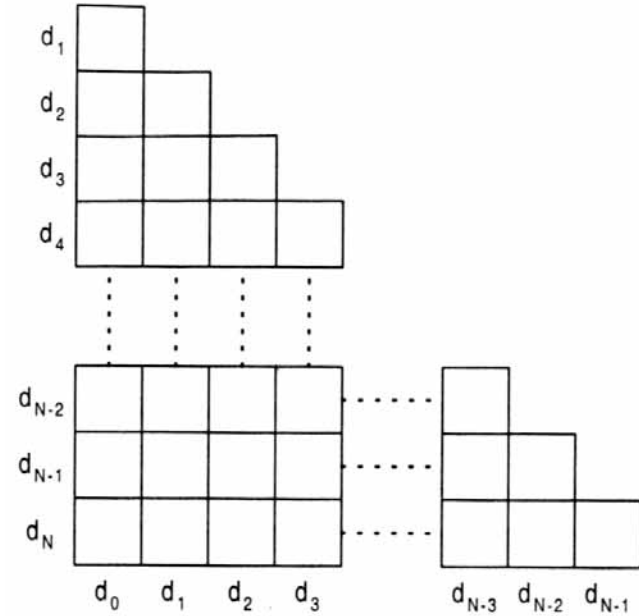
5.3.4. Dizi Detektörü

5.3.5. Ardışıl Devrelerde Durum İndirgenmesi ve Durum Kodlaması

Ardışıl lojik devrelerin tasarımı sırasında oluşturulan bazı durum tabloları veya durum diyagramları incelendiğinde görüğe dayalı olarak bazı girişlerin aynı giriş değerleri için aynı çıkış değerlerini verdiği ve sonraki durumlarda da aynı olduğu görülebilir. Bu durum tablosunda aynı durumlar için farklı kodlar verilmiş demektir. Bunun sonucunda aynı olan durumlara aynı kod verilerek durum tablosu indirgenebilir. Böylece bazı durumlarda daha az sayıda FF ile gerçekleştirme yapılabilir.

5.3.5.1. Eşleştirme Tablosu İle Durum İndirgenmesi Yöntemi

Durum indirgenmesi, durum tablosuna bakılarak görüğe dayalı olarak yapılabilir. Fakat karmaşık devrelerde durum indirgenmesinin görüğe dayalı yapılmasının zor olması nedeniyle "Eşdeğerlik tablosu" yöntemi kullanılır.



N durumlu bir ardışıl devrenin eşdeğerlik tablosu

- İlk olarak tamamen farklı olan durumlardan başlanarak bunların kesiştiği yerler olarak işaretlenir.
- Tablonun satır ve sütunlarının kesiştiği kutuya, durumlar farklıysa aynıysa işareti konur.
- Sonra d_0 durumuyla en üstteki d_1 durumundan başlanarak farklı olan durumlar kutuya koşul olarak yazılarak aşağıya doğru devam edilir. d_N durumu değerlendirildikten sonra bir sonraki d_1 sütununa geçilerek bütün sütunlar bitene kadar işleme devam edilir.
- Koşul yazılan kutular sorgulanarak eşdeğer olan ve olmayan durumlar belirlenir.

- Son olarak, durum tablosunda eşdeğer olan durumlara aynı durum kodu verilerek indirgeme yapılır.

Örnek Pr: Aşağıda verilen durum tablosunu eşdeğerlik tablosu yöntemiyle indirgeyiniz.

Şimdiki durumlar	Gelecek durumlar		Çıktılar	
	x=0	x=1	x=0	x=1
d0	d1	d0	0	0
d1	d2	d4	1	0
d2	d5	d2	1	1
d3	d4	d0	0	0
d4	d2	d4	1	0
d5	d4	d3	0	0
d6	d4	d3	0	0

1.adım

- İlk olarak tamamen farklı olan durumlardan başlanarak bunların kesiştiği yerler olarak işaretlenir. Burada tamamen bağımsız olan durum d2 dir. Bu nedenle tabloda d2 olan satır ve sütun olarak işaretlenir.

d ₁						
d ₂						
d ₃						
d ₄						
d ₅						
d ₆						
	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅

d ₁						
d ₂	X	X				
d ₃			X			
d ₄			X			
d ₅			X			
d ₆			X			
	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅

2.adım

- Tablonun satır ve sütunlarının kesiştiği kutuya, durumlar farklıysa aynıysa işareti konur.
- d0 durumuyla en üstteki d1 durumundan başlanarak farklı olan durumlar kutuya koşul olarak yazılarak aşağıya doğru devam edilir. dN durumu değerlendirildikten sonra bir sonraki d1 sütununa geçilerek bütün sütunlar bitene kadar işleme devam edilir. Böylece soldaki tablo elde edilir.

Örneğin d0 ile d3 durumlarında x=0 girişi için d0, d1'e ve d3 ise d4'e gittiği için farklıdır ve kutuya koşul olarak yazılır. x=1 girişi için d0, d0'a ve d3 ise d0'e gittiği için aynıdır ve kutuya koşul olarak yazılmaz!

d ₁	X					
d ₂	X	X				
d ₃	d ₁ , d ₄	X	X			
d ₄	X	✓	X	X		
d ₅	d ₁ , d ₄ d ₀ , d ₃	X	X	d ₀ , d ₃	X	
d ₆	d ₁ , d ₄ d ₀ , d ₃	X	X	d ₀ , d ₃	X	✓
	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅

d ₁	X					
d ₂	X	X				
d ₃	✓	X	X			
d ₄	X	✓	X	X		
d ₅	✓	X	X	✓	X	
d ₆	✓	X	X	✓	X	✓
	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅

- Koşul yazılan kutular sorgulanarak eşdeğer olan ve olmayan durumlar belirlenir.

Örneğin d0-d3 deki "d1,d4" koşulu için durum tablosuna bakılır. Her ikisinin de aynı girişler için aynı "d2 d4" durumları ve aynı çıkışları olduğu görülür. d1 ve d4 durumları eşdeğerdir ve kesişim kutusuna yazılır. d0-d3 durumlarının eşdeğerliği d1-d4 durumlarının eşdeğerliğine koşullu olduğu için d3-d0 durumları da eşdeğerdir. Böylece bu durumların bulunduğu bütün kutular eşdeğer çıkar ve sağdaki eşdeğerlik tablosu elde edilir.

Sonuç olarak d6 d5'e, d5 d3'e, d3 d0'a eşdeğerdir ve d6, d5, d3 durumları yerine d0 durumu kullanılır. Ayrıca d4 d1'e eşdeğer olduğu için indirgenmiş durumlar d0, d1 ve d2 olur.

İndirgenmemiş durum tablosu: (3 FF gerektirir!)

Şimdiki durumlar	Gelecek durumlar		Çıkışlar	
	x=0	x=1	x=0	x=1
d0	d1	d0	0	0
d1	d2	d4	1	0
d2	d5	d2	1	1
d3	d4	d0	0	0
d4	d2	d4	1	0
d5	d4	d3	0	0
d6	d4	d3	0	0

Yukarıdaki tabloda d6=d0, d5=d0, d4=d1 ve d3=d0 alınır.

Şimdiki durumlar	Gelecek durumlar		Çıkışlar	
	x=0	x=1	x=0	x=1
d0	d1	d0	0	0
d1	d2	d1	1	0
d2	d0	d2	1	1
d0	d1	d0	0	0
d1	d2	d1	1	0
d0	d1	d0	0	0
d0	d1	d0	0	0

İndirgenmiş durum tablosu: (2 FF gerektirir!)

Şimdiki durumlar	Gelecek durumlar		Çıkışlar	
	x=0	x=1	x=0	x=1
d0	d1	d0	0	0
d1	d2	d1	1	0
d2	d0	d2	1	1