

Mantık Devreleri
7. Bölüm

Ardışık Devrelerin Analiz ve Tasarımı

Feza Kerestecioğlu



Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

1

Analiz Araçları

Analiz araçları:

- Devre şeması
- Durum (geçiş) tablosu
- Durum diyagramı
- Durum (ve çıktı) denklemleri
- (Flipflop) girdi ve (devre) çıktı denklemleri



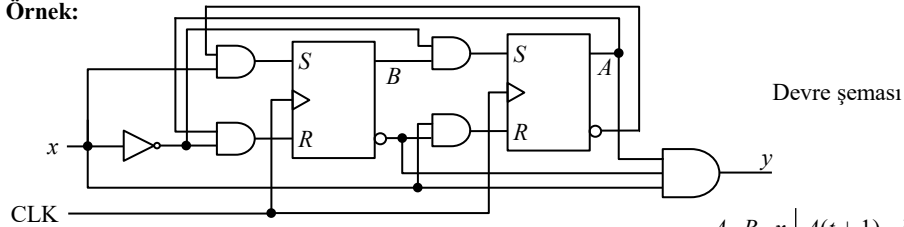
Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

2

Analiz Araçları

Örnek:



Mevcut Durum AB	Sonraki Durum		Çıktı	
	$x = 0$	$x = 1$	$x = 0$	$x = 1$
AB	AB	AB	y	y
00	00	01	0	0
01	11	01	0	0
10	10	00	0	1
11	10	11	0	0

Durum tablosu

A	B	x	$A(t+1)$	$B(t+1)$	y
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0



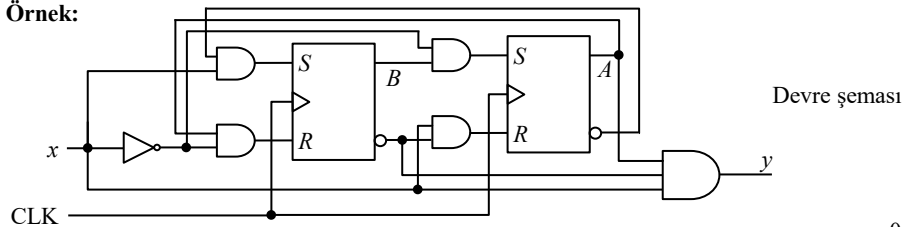
Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

3

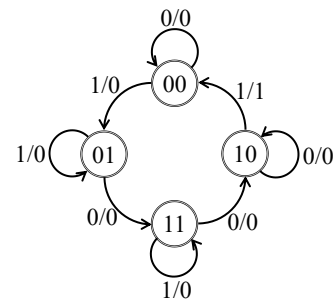
Analiz Araçları

Örnek:



Mevcut Durum AB	Sonraki Durum		Çıktı	
	$x = 0$	$x = 1$	$x = 0$	$x = 1$
AB	AB	AB	y	y
00	00	01	0	0
01	11	01	0	0
10	10	00	0	1
11	10	11	0	0

Durum tablosu



Durum diyagramı



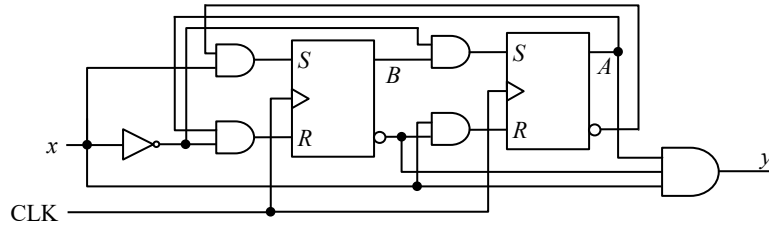
Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

4

Analiz Araçları

Örnek:



Flipflop Girdi Denklemleri

$$\begin{aligned} S_A &= Bx' & S_B &= A'x \\ R_A &= B'x & R_B &= Ax' \end{aligned}$$

Devre Çıktı Denklemleri

$$y = AB'x$$



Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

7

Tasarım Araçları

- Durum İndirgeme

Amaç: Flipflopların sayısını azaltmak

- Durumların sayısının azalması her zaman daha az flipflop anlamına gelmez.
- Flipflopların sayısının azalması her zaman devrenin sadeleştiği anlamına gelmez.

- Durum Atama

Tasarım sürecini sadeleştirmek için durumların ikili değerleri ne olmalı?

- Uyarı Tablosu

Mevcut durumdan sonraki duruma geçiş için flipflopların girdileri ne olmalı?



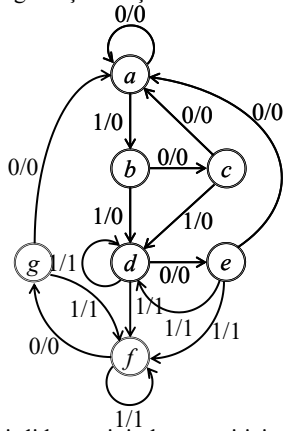
Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

8

Durum İndirgeme

Örnek: Aynı girdi-çıkı ilişkisini veren daha basit bir durum diyagramı bulalım.



Girdi	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	...
Durum	a	a	b	c	d	e	f	f	g	f	...
Çıktı	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	...

Mevcut durum	Sonraki durum		Çıktı	
	x = 0	x = 1	x = 0	x = 1
a	a	b	0	0
b	c	d	0	0
c	a	d	0	0
d	e	f	0	1
e	a	f	0	1
f	g	f	0	1
g	a	f	0	1

İki durum, girdi kümesinin her üyesi için aynı çıktıyı üretiyorlarsa ve sistemi aynı duruma veya eşdeğer bir duruma gönderiyorsa, eşdeğer olarak adlandırılırlar.

Bir durum bir başka duruma eşdeğerse, doğruluk tablosunun bu durumu mevcut durum olarak içeren satırı silinebilir ve tüm tabloda bu durum yerine eşdeğer durum kullanılabilir.



Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

9

Durum Atama

Örnek:

5 durum $\implies$ 3 flipflop (veya daha fazla) $\implies 2^3 \times (2^3 - 1) \times \dots \times (2^3 - 4) = 6720$ olası atama

Durum	İkili	Gray	Tekil	Mevcut durum	Sonraki durum		Çıktı	
					x = 0	x = 1	x = 0	x = 1
a	000	000	00001	000	000	001	0	0
b	001	001	00010	001	010	011	0	0
c	010	011	00100	010	000	011	0	0
d	011	010	01000	011	100	011	0	1
e	100	110	10000	100	000	011	0	1

İkili kod atanan indirgenmiş durum tablosu



Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

10

Flipflop Uyarı Tabloları

Karakteristik tablo: Verilen girdilerle flipflobun sonraki durumu ne olur?

Uyarı tablosu: Verilen bir sonraki duruma mevcut durumdan ulaşmak için girdiler ne olmalıdır?

	Karakteristik Tablo		Uyarı Tablosu			
	S	R	$Q(t+1)$	$Q(t)$	$Q(t+1)$	S R
SR flipflobu	0	0	$Q(t)$	0	0	0 X
	0	1	0	0	1	1 0
	1	0	1	1	0	0 1
	1	1	?	1	1	X 0
	J	K	$Q(t+1)$	$Q(t)$	$Q(t+1)$	J K
	0	0	$Q(t)$	0	0	0 X
	0	1	0	0	1	1 X
	1	0	1	1	0	X 1
	1	1	$Q'(t)$	1	1	X 0



Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

11

Flipflop Uyarı Tabloları

Karakteristik tablo: Verilen girdilerle flipflobun sonraki durumu ne olur?

Uyarı tablosu: Verilen bir sonraki duruma mevcut durumdan ulaşmak için girdiler ne olmalıdır?

	Karakteristik Tablo		Uyarı Tablosu		
	D	$Q(t+1)$	$Q(t)$	$Q(t+1)$	D
D flipflobu	0	0	0	0	0
	1	1	0	1	1
			1	0	0
			1	1	1
	T	$Q(t+1)$	$Q(t)$	$Q(t+1)$	T
	0	$Q(t)$	0	0	0
	1	$Q'(t)$	0	1	1
			1	0	1
			1	1	0

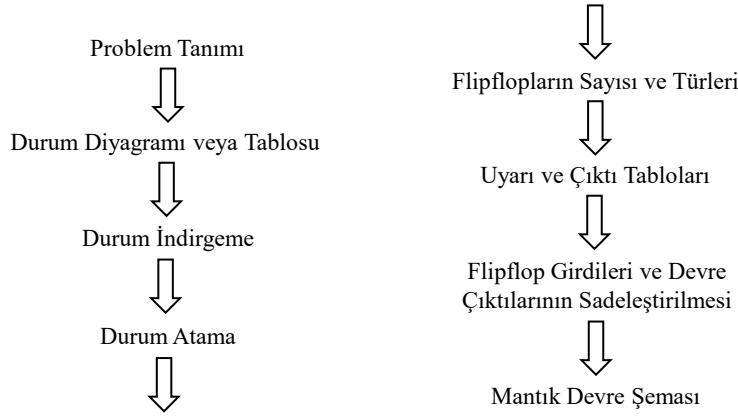


Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

12

Ardışık Devrelerin Tasarımı



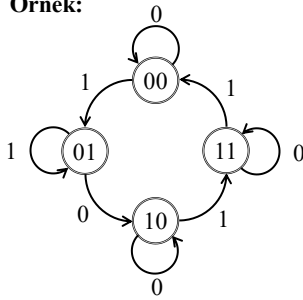
Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

13

Ardışık Devrelerin Tasarımı

Örnek:



A	B	x	A(t+1)	B(t+1)	J _A	K _A	J _B	K _B
0	0	0	0	0	0	X	0	X
0	0	1	0	1	0	X	1	X
0	1	0	1	0	1	X	X	1
0	1	1	0	1	0	X	X	0
1	0	0	1	0	X	0	0	X
1	0	1	1	1	X	0	1	X
1	1	0	1	1	X	0	X	0
1	1	1	0	0	X	1	X	1

Mevcut Durum	Sonraki Durum	
	x = 0	x = 1
AB	AB	AB
00	00	01
01	10	01
10	10	11
11	11	00

AB	00	01	11	10
x	0	0	1	X
0	0	1	X	X
1	0	0	X	X

$$J_A = Bx'$$

AB	00	01	11	10
x	0	X	X	0
0	X	X	0	0
1	X	X	1	0

$$K_A = Bx$$

AB	00	01	11	10
x	0	0	X	X
0	0	X	X	0
1	1	X	X	1

$$J_B = x$$

AB	00	01	11	10
x	0	X	1	0
0	X	1	0	X
1	X	0	1	X

$$K_B = A'x' + Ax = A \odot x$$

Q(t)	Q(t+1)	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0



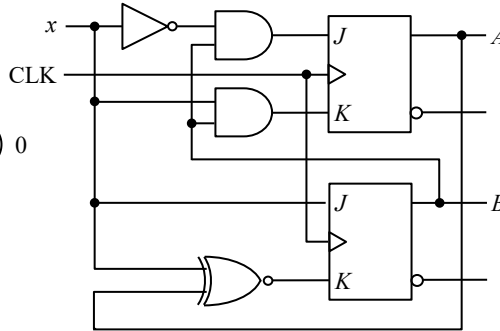
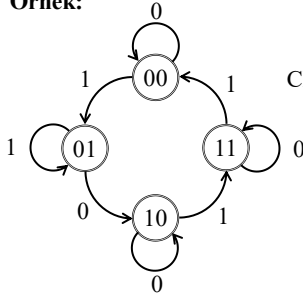
Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

14

Ardışık Devrelerin Tasarımı

Örnek:



- Devreye güç verildiğinde belirli bir başlangıç durumundan başlanması için ek devre elemanları gerekebilir.
- Kullanılmayan durumlar, tasarımda önemsiz durumlar olarak kabul edilebilir.
- Kullanılmayan (geçersiz) durumların kilitlenmeye yol açmadığını göstermek için devrenin daha detaylı analizi gerekebilir.

$x \backslash AB$	00	01	11	10
0	0	1	X	X
1	0	0	X	X

$J_A = Bx'$

$x \backslash AB$	00	01	11	10
0	X	X	0	0
1	X	X	1	0

$K_A = Bx$

$x \backslash AB$	00	01	11	10
0	0	X	X	0
1	1	X	X	1

$J_B = x$

$x \backslash AB$	00	01	11	10
0	X	1	0	X
1	X	0	1	X

$K_B = A'x' + Ax = A \odot x$



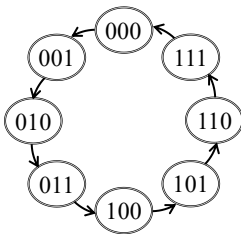
Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

15

Ardışık Devrelerin Tasarımı

Örnek: 3 bitlik sayaç



Sayma Dizisi			Flipflop Girdileri		
A_2	A_1	A_0	T_2	T_1	T_0
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1

$Q(t)$	$Q(t+1)$	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$A_2 \backslash A_1 A_0$	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	0	1	0

$T_2 = A_1 A_0$

$A_2 \backslash A_1 A_0$	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	1	1	0

$T_1 = A_0$

$$T_0 = 1$$



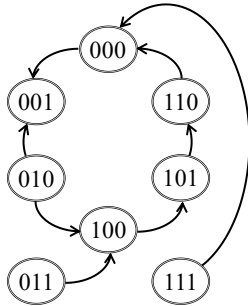
Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

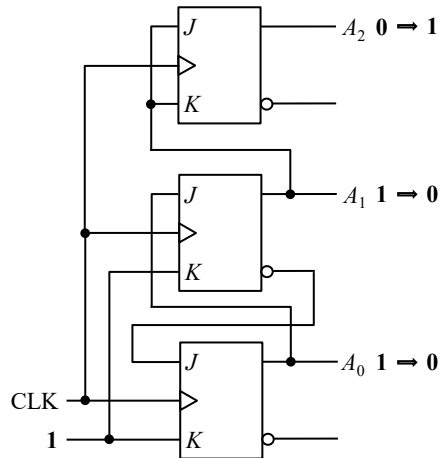
16

Ardışık Devrelerin Tasarımı

Örnek:



İlk durum 011 veya 111 ise ne olur?



J	K	$Q(t+1)$
0	0	$Q(t)$
0	1	0
1	0	1
1	1	$Q'(t)$

$$J_2 = A_1$$

$$K_2 = A_1$$

$$J_1 = A_0 \quad K_1 = 1$$

$$J_0 = A_1' \quad K_0 = 1$$



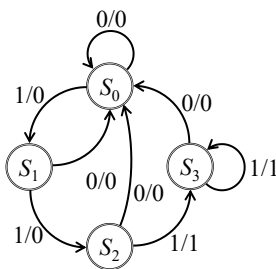
Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

19

D Flipflopı ile Tasarım

Örnek: Veri girdisine gelen arka arkaya üç tane 1'i sezen bir mantık devresi tasarlayalım.



S_0	00
S_1	01
S_2	10
S_3	11

A	B	x	$A(t+1)$	$B(t+1)$	y
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1

A	Bx	00	01	11	10
0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	0

$$A(t+1) = Ax + Bx$$

A	Bx	00	01	11	10
0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0

$$B(t+1) = Ax + B'x$$

A	Bx	00	01	11	10
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0

$$y = Ax$$

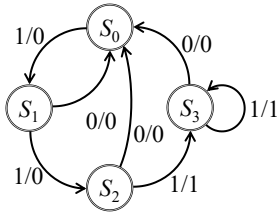

Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

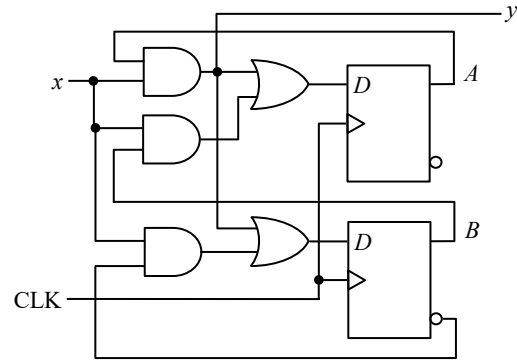
20

D Flipflop'ları ile Tasarım

Örnek: Veri girdisine gelen arka arkaya üç tane 1'i sezen bir mantık devresi tasarlayalım



S_0	00
S_1	01
S_2	10
S_3	11



	Bx	00	01	11	10
A					
0		0	0	1	0
1		0	1	1	0

$$A(t+1) = Ax + Bx$$

$$A(t+1) = Ax + Bx$$

Bx	00	01	11	10
A				
0	0	1	0	0
1	0	1	1	0

$$B(t+1) = Ax + B'x$$

	Bx	00	01	11	10
A	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	0

$y = Ax$

$$y = Ax$$



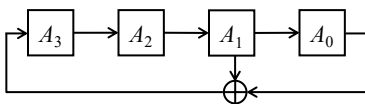
Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

21

D Flipflop'ları ile Tasarım

Örnek: Dört bitlik maksimum uzunluklu dizi üretici



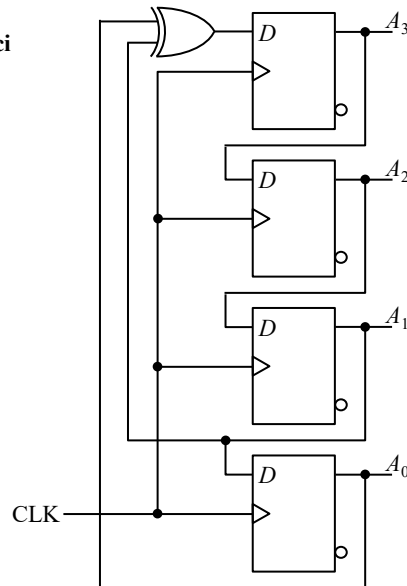
Durum Denklemleri:

$$A_0(t+1) = A_1$$

$$A_1(t+1) = A_2$$

$$A_2(t+1) = A_3$$

$$A_3(t+1) = A_0 \oplus A_1$$



Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

22

Öğrenme Çıktıları

Neler öğrendik:

- Bir ardışık mantık devresini betimleyen
 - devre şeması,
 - durum geçiş tablosu,
 - durum diyagramı,
 - durum ve çıktı denklemleri,
 - flipflop girdileri ve devre çıktıları
 gibi farklı analiz araçlarını birbirine dönüştürme
- Ardışık devrelerin tasarımında problem tanımından başlayarak devre şemasının elde edilmesine kadarki temel adımları uygulama



Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

23

Sorularınız için:

kerestec@khas.edu.tr



Nöroteknolojik Çözümler Platformu

Boğaziçi Üniversitesi Ar-Ge Okulu

24