

EOB127-Sayısal Elektronik

3.Hafta – Boole Cebri

Öğr. Gör. Gökhan Manav

Bu Hafta Anlatılacak Konu Başlıkları

- Temel Tanımlar
- Boolean Cebirinin Temel Teoremleri ve Özellikleri
 - Eşdeğerlik
 - Değişme
 - Birleşme
 - Dağılma
 - De Morgan
 - Yutma

Boole Matematiđi

Sayısal elektroniğin temeli hipoteze dayanmaktadır. 'Dođru' veya 'Yanlış' olduğu konusunda karar verilebilen fikirler '**hipotez**' olarak tanımlanır. Hipotez aynı anda hem doğru, hem yanlış olamaz, yalnızca 'doğru' veya yalnızca 'yanlış' olarak değerlendirilebilirler.

Örneđin;

- 'Su 0 C'nin altında donar' → Dođru
- 'Güneř dünya etrafında döner' → Yanlış
- Basit veya karmařık hipotezlerin matematiksel ifadeler şeklinde ifade edilmesi ile 'Boole Matematiđinin' temeli oluřur.

Temel Tanımlar

- 1. Kapalılık Özelliği: '*' işlemi için
 $x * y = z$ her x, y, z elemanı E uzayı için tanımlı
- 2. Birleşme Özelliği: '*' işlemi için
 $(x * y) * z = x * (y * z)$ her x, y, z elemanı E uzayı için tanımlı
- 3. Değişme Özelliği: '*' işlemi için
 $y * x = x * y$ her x, y elemanı E uzayı için tanımlı
- 4. Birim eleman: '*' işlemi için
 $e * x = x * e = x$ her e, x elemanı E uzayı için tanımlı
- 5. İşlemin Tersisi: '*' işlemi için
 $y * x = e$ her e, y, x elemanı E uzayı için tanımlı
- 6. Dağılma Özelliği: '*' işlemi için
 $x * (y . z) = (x * y) . (x * z)$ her x, y, z elemanı E uzayı için tanımlı

Boole Cebri

VE İşlemi		
x	y	$x \cdot y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

VEYA İşlemi		
x	y	$x + y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

DEĞİL İşlemi	
x	x'
0	1
1	0

İki Değerli Boole Cebri tanım kümesi $\{0,1\}$ 'dir.

Temel Özellikler – Etkisiz Eleman

- Veya işlemi etkisiz eleman (0)

$$A + 0 = A$$

- Ve işlemi etkisiz eleman (1)

$$A \cdot 1 = A$$

Temel Özellikler – Yutan Eleman

- Veya işlemi yutan eleman:

$$A + 1 = 1$$

- Ve işlemi yutan eleman:

$$A \cdot 0 = 0$$

Temel Özellikler – Ters Eleman

- Ters eleman:

$$A = 0 \Rightarrow A' = 1,$$

$$A = 1 \Rightarrow A' = 0$$

- Bir değişkenin değilinin değil (tersinin tersi) kendisine eşittir:

$$(A'' = A)$$

- $A + A' = 1$

- $A \cdot A' = 0$

Sabit kuvvetlilik

- Boolean matematiğinde normal aritmetik işlemlerdeki toplama ve çarpma işlemlerinden farklı olarak kullanılan kurallardan birisi; sabit kuvvetliliktir.

- $A + A = A$ $(A + A + A + \dots + A = A)$

- $A \cdot A = A$ $(A \cdot A \cdot A \cdot \dots \cdot A = A)$

Değişim Kanunu

- Toplama ve Çarpma işlemlerinde geçerli olan değişim kanunu aynı şekli ile Boolean matematiğinde de geçerlidir.

- $A + B = B + A$

- $A \cdot B = B \cdot A$

Birleşme Kanunu

- Toplama ve Çarpma işlemlerinde geçerli olan değişim kanunu aynı şekli ile Boolean matematiğinde de geçerlidir.
- $(A + B) + C = A + (B + C) = A + B + C$
- $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C) = A \cdot B \cdot C$

Dağılma Kanunu

- Gerek 'toplamanın çarpma' üzerindeki gereksede 'çarpmanın toplama' üzerindeki dağılma özellikleri olarak tanımlanan kanunlar, aynı şekli ile boolean matematiğinde kullanılmaktadır.

$$a) A \cdot (B+C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$$

$$b) A + (B \cdot C) = (A+B) \cdot (A+C)$$

Dağılma Özelliğinin Tablo Kullanılarak İspatı

X	Y	Z	Y+Z	X.(Y+Z)	X.Y	X.Z	(X.Y)+(X.Z)
0	0	0					
0	0	1					
0	1	0					
0	1	1					
1	0	0					
1	0	1					
1	1	0					
1	1	1					

X	Y	Z	Y.Z	X+(Y.Z)	X+Y	X+Z	(X+Y).(X+Z)
0	0	0					
0	0	1					
0	1	0					
0	1	1					
1	0	0					
1	0	1					
1	1	0					
1	1	1					

Dağılıma Özelliğinin Tablo Kullanılarak İspatı

X	Y	Z	Y+Z	X.(Y+Z)	X.Y	X.Z	(X.Y)+(X.Z)
0	0	0	0				
0	0	1	1				
0	1	0	1				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	1	1				
1	1	0	1				
1	1	1	1				

X	Y	Z	Y.Z	X+(Y.Z)	X+Y	X+Z	(X+Y).(X+Z)
0	0	0	0				
0	0	1	0				
0	1	0	0				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	1	0				
1	1	0	0				
1	1	1	1				

Dağılıma Özelliğinin Tablo Kullanılarak İspatı

X	Y	Z	Y+Z	X.(Y+Z)	X.Y	X.Z	(X.Y)+(X.Z)
0	0	0	0	0			
0	0	1	1	0			
0	1	0	1	0			
0	1	1	1	0			
1	0	0	0	0			
1	0	1	1	1			
1	1	0	1	1			
1	1	1	1	1			

X	Y	Z	Y.Z	X+(Y.Z)	X+Y	X+Z	(X+Y).(X+Z)
0	0	0	0	0			
0	0	1	0	0			
0	1	0	0	0			
0	1	1	1	1			
1	0	0	0	1			
1	0	1	0	1			
1	1	0	0	1			
1	1	1	1	1			

Dağılıma Özelliğinin Tablo Kullanılarak İspatı

X	Y	Z	Y+Z	X.(Y+Z)	X.Y	X.Z	(X.Y)+(X.Z)
0	0	0	0	0	0		
0	0	1	1	0	0		
0	1	0	1	0	0		
0	1	1	1	0	0		
1	0	0	0	0	0		
1	0	1	1	1	0		
1	1	0	1	1	1		
1	1	1	1	1	1		

X	Y	Z	Y.Z	X+(Y.Z)	X+Y	X+Z	(X+Y).(X+Z)
0	0	0	0	0	0		
0	0	1	0	0	0		
0	1	0	0	0	1		
0	1	1	1	1	1		
1	0	0	0	1	1		
1	0	1	0	1	1		
1	1	0	0	1	1		
1	1	1	1	1	1		

Dağılıma Özelliğinin Tablo Kullanılarak İspatı

X	Y	Z	Y+Z	X.(Y+Z)	X.Y	X.Z	(X.Y)+(X.Z)
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	1	1	0	0	0	
0	1	0	1	0	0	0	
0	1	1	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	
1	0	1	1	1	0	1	
1	1	0	1	1	1	0	
1	1	1	1	1	1	1	

X	Y	Z	Y.Z	X+(Y.Z)	X+Y	X+Z	(X+Y).(X+Z)
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	1	0	0	0	1	
0	1	0	0	0	1	0	
0	1	1	1	1	1	1	
1	0	0	0	1	1	1	
1	0	1	0	1	1	1	
1	1	0	0	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	

Dağılıma Özelliğinin Tablo Kullanılarak İspatı

X	Y	Z	Y+Z	X.(Y+Z)	X.Y	X.Z	(X.Y)+(X.Z)
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1

X	Y	Z	Y.Z	X+(Y.Z)	X+Y	X+Z	(X+Y).(X+Z)
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

Dağılma Özelliğinin Tablo Kullanılarak İspatı

X	Y	Z	Y+Z	X.(Y+Z)	X.Y	X.Z	(X.Y)+(X.Z)
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1

X	Y	Z	Y.Z	X+(Y.Z)	X+Y	X+Z	(X+Y).(X+Z)
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

Yutma Kanunu

- Yalnızca Boolean cebirinde geçerli olan kurallardan bir diğeri; yutma kanunudur.

$$a) A + A \cdot B = A$$

$$b) A \cdot (A + B) = A$$

Basitleştirme Kanunu

- Toplama ve Çarpma işlemlerinde boolean matematiğinde geçerli olan bir diğer kural; basitleştirme ve sadeleştirme kuralıdır.

$$a) A + A' \cdot B = A + B$$

$$b) A \cdot (A' + B) = A \cdot B$$

De Morgan Kanunları

- 'VEYADEĞİL' ve 'VEDEĞİL' işlemlerinden faydalanarak uygulanan ve lojik işlemlerde kolaylıklar sağlayan kurallar, '**De Morgan Kanunları / Kuralları**' olarak isimlendirilir.

$$a) (A.B)' = A'+B'$$

$$b) (A+B)' = A'.B'$$

15 Dakika Ara



Bileşik Mantık Devreleri

- Devrenin çıkışı, girişlerin o anki durumu ile doğrudan ilgili olan lojik devrelerdir.
- Temel lojik kapılarla yapılan tasarımlar ve toplayıcı/çıkarıcı devreler bileşik devrelere örnektirler.
- Bileşik Mantık Devrelerinin gösteriminde miniterim ve maksiterim yaklaşımları kullanılır.

Miniterim ve Maksiterim

			Miniterimler		Maksiterimler	
x	y	z	Terim	Sembol	Terim	Sembol
0	0	0	$x' \cdot y' \cdot z'$	m0	$x + y + z$	M0
0	0	1	$x' \cdot y' \cdot Z$	m1	$x + y + z'$	M1
0	1	0	$x' \cdot y \cdot z'$	m2	$x + y' + z$	M2
0	1	1	$x' \cdot y \cdot Z$	m3	$x + y' + z'$	M3
1	0	0	$x \cdot y' \cdot z'$	m4	$x' + y + z$	M4
1	0	1	$x \cdot y' \cdot Z$	m5	$x' + y + z'$	M5
1	1	0	$x \cdot y \cdot z'$	m6	$x' + y' + z$	M6
1	1	1	$x \cdot y \cdot z$	m7	$x' + y' + z'$	M7

ÖNEMLİ

Miniterimler, sayısal fonksiyonların dijital bir olduğu durumları oluşturur, toplamlar çarpımı şeklinde yazılır.

$$F(X_i) = \sum X_i$$

Maksiterimler, sayısal fonksiyonların dijital sıfır olduğu durumları oluşturur, çarpımlar toplamı şeklinde yazılır.

$$F(X_i) = \prod X_i$$

Miniterim ve Maksiterim Örnek Soru

$F1(x,y,z)=\sum(2,3,7)$, $F2(x,y,z)=\prod(1,2,5,7)$ verilen bileşik mantık fonksiyonlarının doğruluk tablosunu çizip, mantıksal ifadelerini yazınız.

10 Tabanı	x	y	z	F1	F2
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		
7	1	1	1		

Miniterim ve Maksiterim Örnek Soru

$F1(x,y,z)=\sum(2,3,7)$, $F2(x,y,z)=\prod(1,2,5,7)$ verilen bileşik mantık fonksiyonlarının doğruluk tablosunu çizip, mantıksal ifadelerini yazınız.

10 Tabanı	x	y	z	F1	F2
0	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	
2	0	1	0	1	
3	0	1	1	1	
4	1	0	0	0	
5	1	0	1	0	
6	1	1	0	0	
7	1	1	1	1	

Miniterim ve Maksiterim Örnek Soru

$F1(x,y,z)=\sum(2,3,7)$, $F2(x,y,z)=\prod(1,2,5,7)$ verilen bileşik mantık fonksiyonlarının doğruluk tablosunu çizip, mantıksal ifadelerini yazınız.

10 Tabanı	x	y	z	F1	F2
0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0
2	0	1	0	1	0
3	0	1	1	1	1
4	1	0	0	0	1
5	1	0	1	0	0
6	1	1	0	0	1
7	1	1	1	1	0

$$\begin{aligned} F1(x,y,z) &= \sum(2,3,7) = m_2 + m_3 + m_7 \\ &= (x'.y.z') + (x'.y.z) + (x.y.z) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F2(x,y,z) &= \prod(1,2,5,7) = M_1 . M_2 . M_5 . M_7 \\ &= (x+y+z') . (x+y'+z) . (x'+y+z') . (x'+y'+z') \end{aligned}$$

Miniterim ve Maksiterim Fonksiyonlarının Dönüşümleri

- Oluşturulan bir mantık devresinde devrenin çıkış ya dijital 1 olacaktır ya da dijital 0 olacaktır. Bu durumda, sayısal bir bileşik mantık devresinin çözümünde miniterim ya da maksiterim yaklaşımını kullanmak sorun çözümünü değiştirmez. Miniterim gösterim kümesinin dışında kalan elemanlar maksiterim kümesine aitken, benzer şekilde maksiterim kümesinin dışında kalan elemanlar miniterim kümesine aittir. Sonuç olarak sayısal mantık devresinin tüm çözümü bu iki kümenin birleşiminden oluşacaktır.

Örnek Soru

- $F(A,B,C,D)=\sum(1,4,5,6,10,12,13)$ miniterim yaklaşımı ile verilen mantık fonksiyonunun maksiterim yaklaşımını yazınız.

Çözüm:

$$F(A,B,C,D)=\prod(0,2,3,7,8,9,11,14,15)$$

Örnek Soru:

- $F(A,B,C) = A + B.C'$ mantık fonksiyonunu miniterim şekilde yazınız.

Çözüm:

$$\begin{aligned} F(A,B,C) &= A + B.C' \\ &= A.B.C + A.B.C' + A.B'.C + A.B'.C' + \cancel{A.B.C'} + A'.B.C' \\ &= A'.B.C' + A.B'.C' + A.B'.C + A.B.C' + A.B.C \\ &= m_2 + m_4 + m_5 + m_6 + m_7 \\ &= \sum(2,4,5,6,7) \end{aligned}$$

Örnek Soru:

- $F(A,B,C) = A + B.C'$ mantık fonksiyonunu maksiterim şekilde yazınız.

Çözüm:

$$\begin{aligned} F(A,B,C) &= A + (B.C') \\ &= (A+B).(A+C') \\ &= (A+B+C).(A+B+C').(\cancel{A+B+C}).(A+B'+C') \\ &= (A+B+C).(A+B+C').(A+B'+C') \\ &= M_0.M_1.M_3 \\ &= \prod(0,1,3) \end{aligned}$$

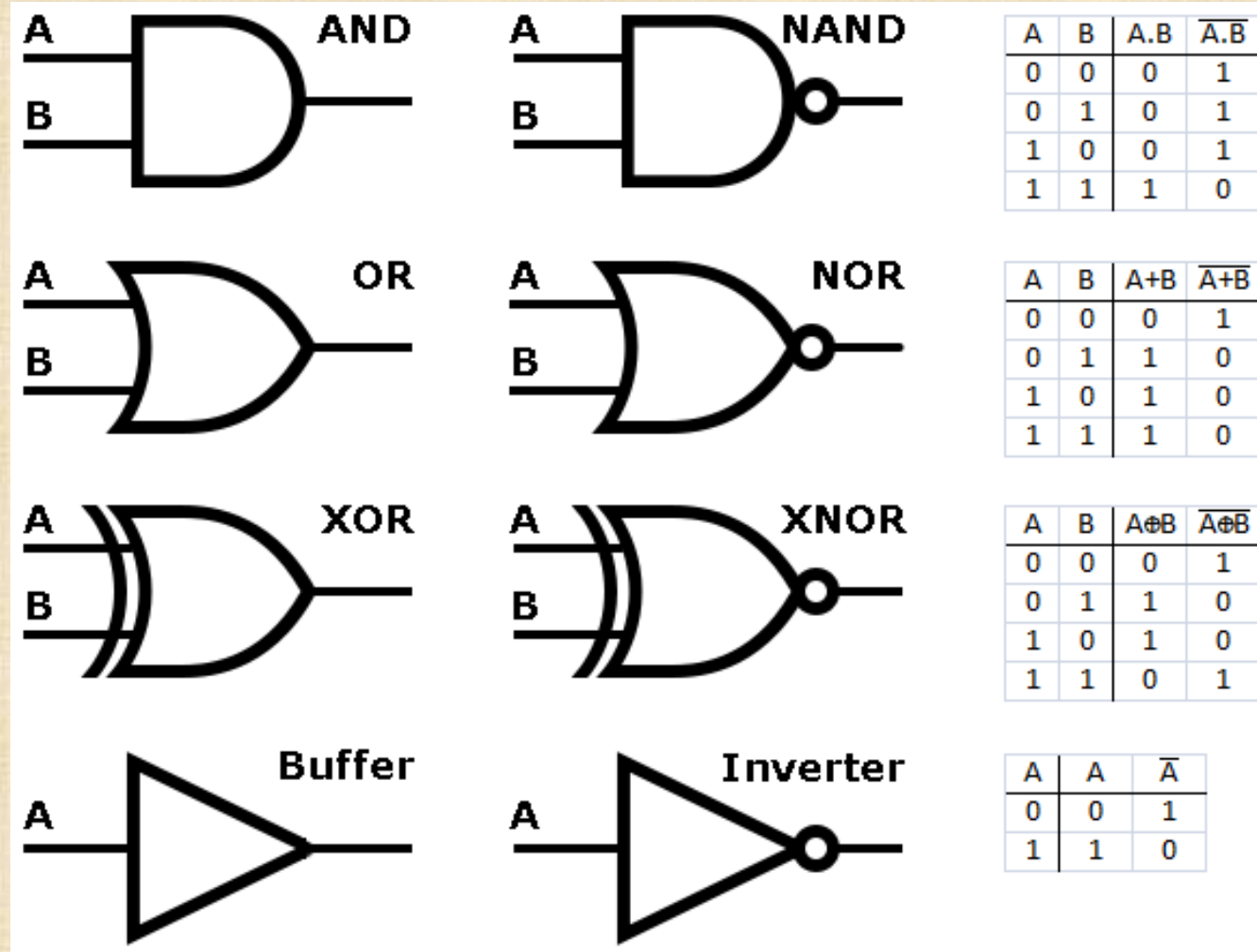
Diğer Mantık İşlemleri

- x,y gibi iki operant alan herhangi bir sayısal operatörün (VE, VEYA gibi) toplamda 4 farklı giriş değeri olabilir. Bu durumda oluşturulabilecek operatör sayısı ise $2^4 = 16$ 'dır.

x	y	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Sembol			.	/		/		\oplus	+	\downarrow	\odot	'	\subset	'	\supset	\uparrow	

Boole Fonksiyonu	İşlem Sembolü	Adı	Açıklama
$F_0 = 0$		Boş	Sabit 0
$F_1 = xy$	$x \cdot y$	Ve	x ve y
$F_2 = xy'$	x / y	Engelleme	x ama y değil
$F_3 = x$		Transfer	x
$F_4 = x'y$	y / x	Engelleme	y ama x değil
$F_5 = y$		Transfer	y
$F_6 = xy' + x'y$	$x \oplus y$	Özel Veya	x veya y ama ikisi birden değil
$F_7 = x + y$	$x + y$	Veya	x veya y
$F_8 = (x+y)'$	$x \downarrow y$	Veya Değil	veya değil
$F_9 = xy + x'y'$	$x \odot y$	Özel Veya Değil	x eşit y
$F_{10} = y'$	y'	Tümleyen	y değil
$F_{11} = x + y'$	$x \subset y$	İçerme	y ise x
$F_{12} = x'$	x'	Tümleyen	x değil
$F_{13} = x' + y$	$x \supset y$	İçerme	x ise y
$F_{14} = (xy)'$	$x \uparrow y$	Ve Değil	ve değil
$F_{15} = 1$		Birim Eleman	Sabit 1

Sayısal Mantık Kapıları



15 Dakika Ara



Örnek Uygulama Sorusu

- 3 bitlik Gray kodunu iki tabanına dönüştüren bileşik mantık devresini tasarlayınız.



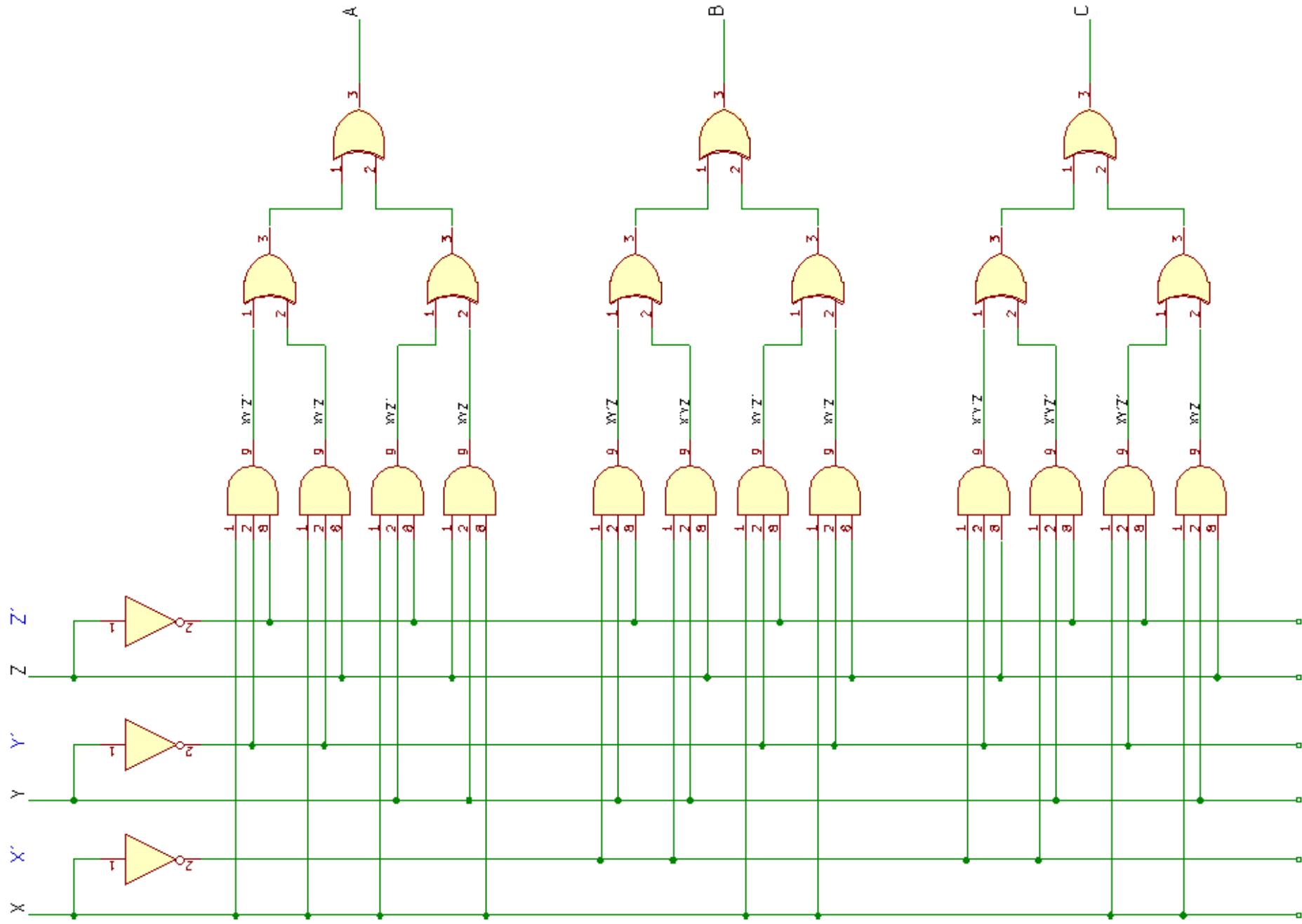
ÇÖZÜM:

Girişler			Çıkışlar		
X	Y	Z	A	B	C
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	0	0	1	1	1

$$\begin{aligned}A(X,Y,Z) &= \sum(4,5,6,7) \\ &= m_4 + m_5 + m_6 + m_7 \\ &= X.Y'.Z' + X.Y'.Z + X.Y.Z' + X.Y.Z\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B(X,Y,Z) &= \sum(2,3,4,5) \\ &= m_2 + m_3 + m_4 + m_5 \\ &= X'.Y.Z' + X'.Y.Z + X.Y'.Z' + X.Y'.Z\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C(X,Y,Z) &= \sum(1,2,4,7) \\ &= m_1 + m_2 + m_4 + m_7 \\ &= X'.Y'.Z + X'.Y.Z' + X.Y'.Z' + X.Y.Z\end{aligned}$$



ÇÖZÜM:

Girişler			Çıkışlar		
X	Y	Z	A	B	C
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	0	0	1	1	1

$$\begin{aligned}A(X,Y,Z) &= \sum(4,5,6,7) \\ &= m_4 + m_5 + m_6 + m_7 \\ &= X.Y'.Z' + X.Y'.Z + X.Y.Z' + X.Y.Z\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B(X,Y,Z) &= \sum(2,3,4,5) \\ &= m_2 + m_3 + m_4 + m_5 \\ &= X'.Y.Z' + X'.Y.Z + X.Y'.Z' + X.Y'.Z\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C(X,Y,Z) &= \sum(1,2,4,7) \\ &= m_1 + m_2 + m_4 + m_7 \\ &= X'.Y'.Z + X'.Y.Z' + X.Y'.Z' + X.Y.Z\end{aligned}$$

ÇÖZÜM:

Girişler			Çıkışlar		
X	Y	Z	A	B	C
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	0	0	1	1	1

$$\begin{aligned}A(X,Y,Z) &= \sum(4,5,6,7) \\ &= m_4 + m_5 + m_6 + m_7 \\ &= \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z'} + X \cdot Y' \cdot Z + X \cdot Y \cdot Z' + X \cdot Y \cdot Z\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B(X,Y,Z) &= \sum(2,3,4,5) \\ &= m_2 + m_3 + m_4 + m_5 \\ &= X' \cdot Y \cdot Z' + X' \cdot Y \cdot Z + \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z'} + X \cdot Y' \cdot Z\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C(X,Y,Z) &= \sum(1,2,4,7) \\ &= m_1 + m_2 + m_4 + m_7 \\ &= X' \cdot Y' \cdot Z + X' \cdot Y \cdot Z' + \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z'} + X \cdot Y \cdot Z\end{aligned}$$

ÇÖZÜM:

Girişler			Çıkışlar		
X	Y	Z	A	B	C
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	0	0	1	1	1

$$\begin{aligned}A(X,Y,Z) &= \sum(4,5,6,7) \\ &= m_4 + m_5 + m_6 + m_7 \\ &= \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z'} + \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z} + X \cdot Y \cdot Z' + X \cdot Y \cdot Z\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B(X,Y,Z) &= \sum(2,3,4,5) \\ &= m_2 + m_3 + m_4 + m_5 \\ &= X' \cdot Y \cdot Z' + X' \cdot Y \cdot Z + \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z'} + \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C(X,Y,Z) &= \sum(1,2,4,7) \\ &= m_1 + m_2 + m_4 + m_7 \\ &= X' \cdot Y' \cdot Z + X' \cdot Y \cdot Z' + \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z'} + X \cdot Y \cdot Z\end{aligned}$$

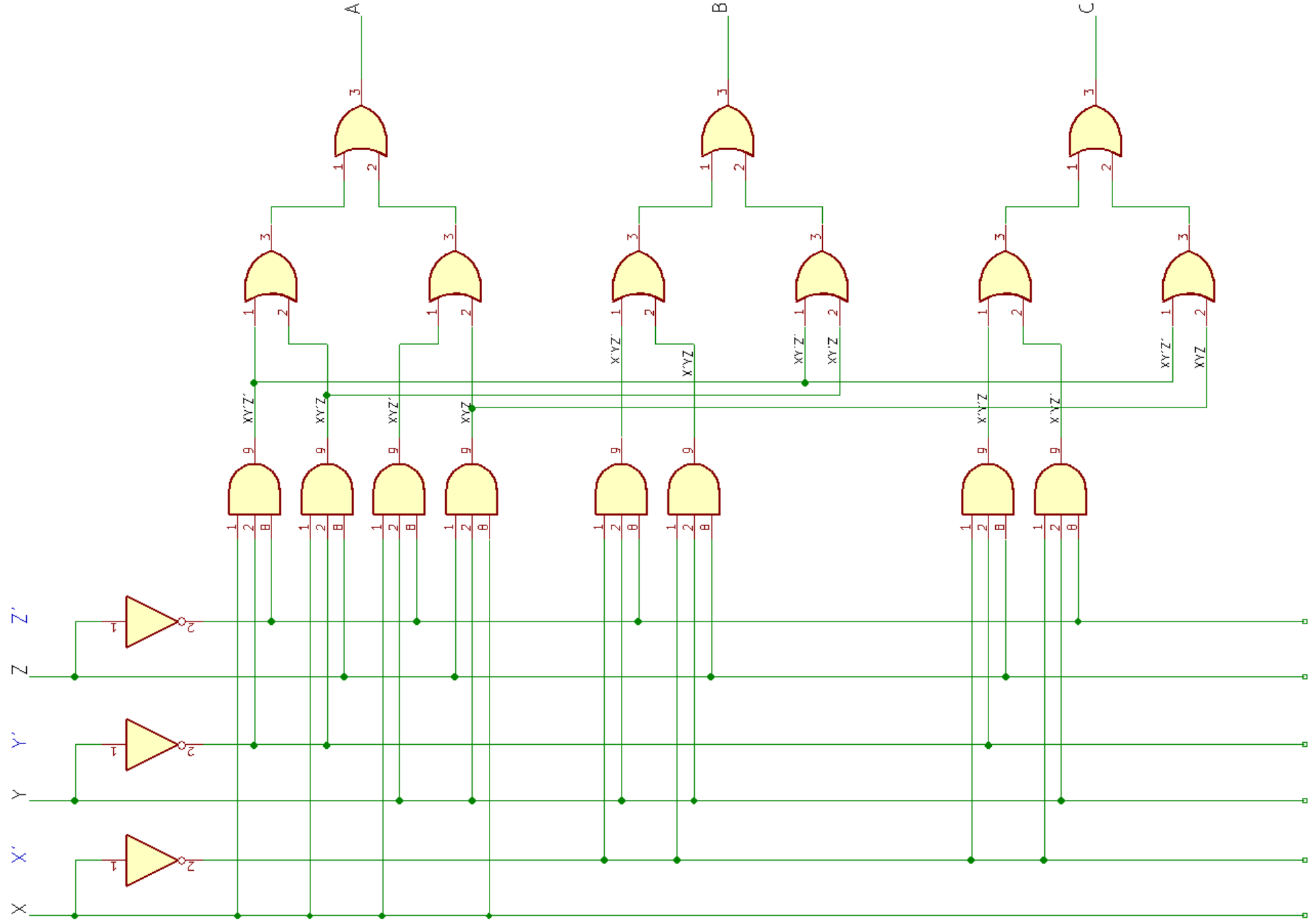
ÇÖZÜM:

Girişler			Çıkışlar		
X	Y	Z	A	B	C
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	0	0	1	1	1

$$\begin{aligned}A(X,Y,Z) &= \sum(4,5,6,7) \\ &= m_4 + m_5 + m_6 + m_7 \\ &= \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z'} + \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z} + X \cdot Y \cdot Z' + \mathbf{X \cdot Y \cdot Z}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B(X,Y,Z) &= \sum(2,3,4,5) \\ &= m_2 + m_3 + m_4 + m_5 \\ &= X' \cdot Y \cdot Z' + X' \cdot Y \cdot Z + \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z'} + \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C(X,Y,Z) &= \sum(1,2,4,7) \\ &= m_1 + m_2 + m_4 + m_7 \\ &= X' \cdot Y' \cdot Z + X' \cdot Y \cdot Z' + \mathbf{X \cdot Y' \cdot Z'} + \mathbf{X \cdot Y \cdot Z}\end{aligned}$$



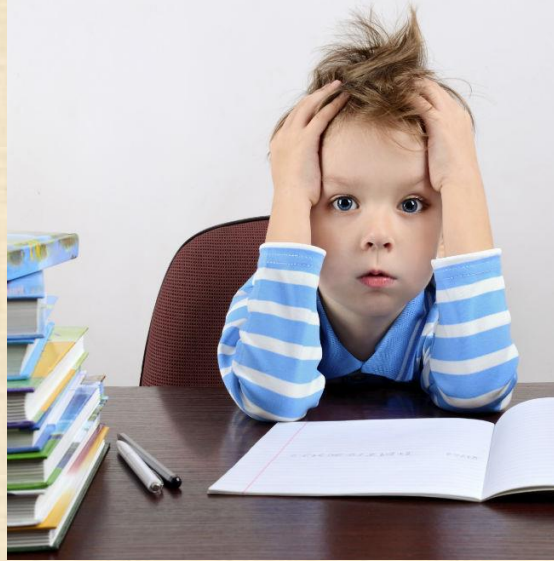
Ödev

- İki tabanındaki 3 bitlik bilgiyi Gray koduna dönüştüren bileşik mantık devresini tasarlayınız.



Dersimiz Burada Bitmiştir

Bu haftaya yönelik çalışma sorularını çözmeyi unutmayın.



[Bu Fotoğraf](#), Bilinmeyen Yazar, [CC BY](#) altında lisanslanmıştır

Referans Kitap: Sayısal Tasarım M.Morris Mano