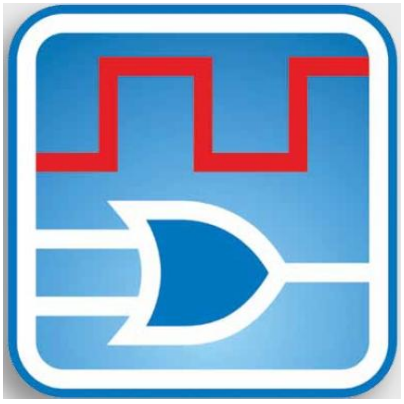
الوحدة الثالثة: الأساس المنطقي للحاسوب والبوابات المنطقية



التوزيع المتوقع لعلامات الوحدة الثالثة

المحتوى	العلامة المتوقعة
الوحدة الثالثة : الأساس المنطقي للحاسوب، والبوابات المنطقية	٣٠
الفصل الأول: البوابات المنطقية	١٦
الفصل الثاني: البوابات المنطقية المشتقة	٧
الفصل الثالث: الجبر المنطقي (البوولي)	٧

الفصل الأول: البوابات المنطقية

❖ المقدمة:

مما يتكون الحاسوب ؟

يتكون الحاسوب من الكثير من الدوائر المنطقية، المستخدمة في معالجة البيانات، والممثلة بالنظام الثنائي (0 ,1)، وهذه الدوائر تتألف من عدد من البوابات المنطقية، لهذا السبب يعتبر النظام الثنائي الأمثل استخداما في نظام الحاسوب.

مفاهيم مهمة:

١ – **التعبير العلائقي** (Relational Expression):

هو جملة خبرية يكون ناتجها إما صوابًا (1) وإما خطأ (0)، وتكتب هذه التعابير باستخدام عمليات المقارنة ($\neq$ ، $\leq$ ، $\geq$ ، $=$ ، $<$ ، $>$).

٢ – **المعامل المنطقي** (Logical Operator):

هو رابط يُستخدم للربط بين تعبيرين علائقيين أو أكثر؛ لتكوين عبارة منطقية مركّبة، ومن أهمها AND,OR، أو نفي تعبير منطقي باستخدام NOT.

٣ – **العبارة المنطقية المركّبة** (Logical Expression):

هي جملة خبرية تتكوّن من تعبيرين علائقيين أو أكثر، يربط بينها معاملات منطقية (And,Or) وتكون قيمتها إما صوابًا (1) وإما خطأ (0).

مثال على عبارة منطقية مركبة: A AND B OR C حيث A و B و C متغيرات منطقية تمثل نواتج التعابير العلائقية.

أولا: مفهوم البوابات المنطقية

س١: عرِّف البوابة المنطقية ؟

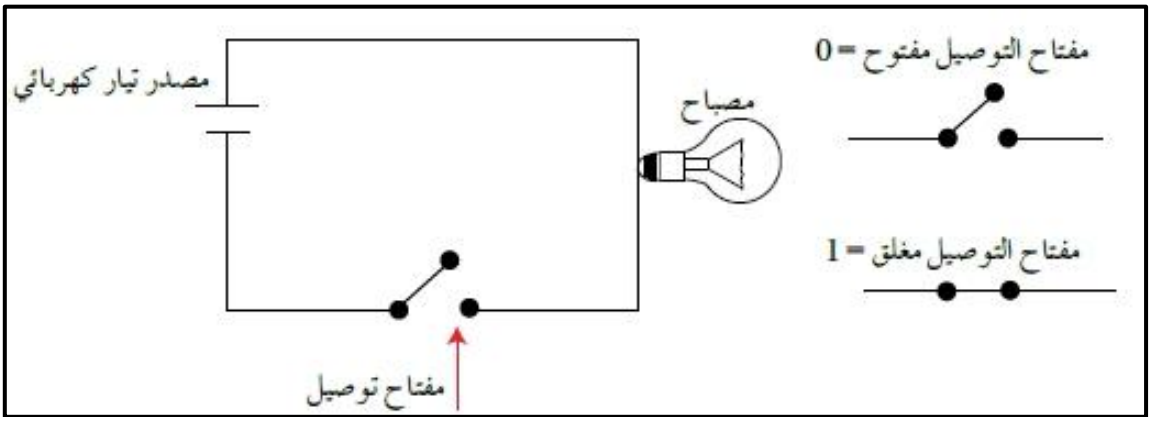
البوابة المنطقية دارة إلكترونية بسيطة، تقوم بعملية منطقية على مدخل واحد أو أكثر، وتنتج مخرجًا منطقيًّا واحدًا، وتُستخدم في بناء معالجات الأجهزة الإلكترونية والحواسيب

س٢: على ماذا تعتمد البوابة المنطقية في عملها ؟

تعتمد على مبدأ الصواب والخطأ، أو رقميا وفق رموز النظام الثنائي (1 أو 0)، حيث يتم التعبير من خلال هذه الرموز عن المدخلات والمخرجات.

س٣: أذكر مثالا يوضح مبدأ عمل البوابات المنطقية في الحاسوب ؟

مثل الدائرة الكهربائية البسيطة المحتوية على مصباح ومصدر تيار كهربائي ومفتاح للإغلاق والفتح، فعند غلق المفتاح ويعبر عن هذا المدخل بالرمز (1) عندها يضيئ المصباح ويعبر عن هذه النتيجة بالرمز (1)، وعند فتح المفتاح ويعبر عن هذا المدخل بالرمز (0) عندها يطفئ المصباح ويعبر عن هذه النتيجة بالرمز (0)، حيث نلاحظ أننا استخدمنا رموز النظام الثنائي (1,0) للتعبير عن المدخلات والمخرجات، والرسم التالي يوضح ذلك:



ثانيا: أنواع البوابات المنطقية

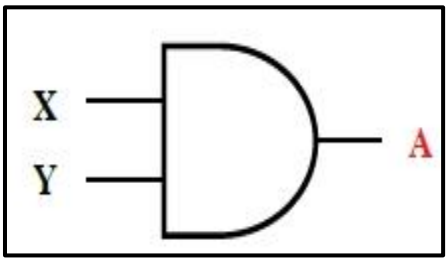
تقسم البوابات المنطقية لقسمين رئيسيين هما:

- **القسم الأول: البوابات المنطقية الأساسية وتضم البوابات (AND, OR, NOT).**
- **القسم الثاني: البوابات المنطقية المشتقة وتضم البوابات (NAND, NOR).**

وفيما يلي توضيح للبوابات المنطقية الأساسية:

❖ أولا: البوابة المنطقية AND:

- **تسميتها:** تسمى البوابة (و) المنطقية، ويرمز لها بالرمز AND في العبارة المنطقية.
- **شكلها ومكوناتها:**



حيث تتكون من مدخلين وناتج واحد كما يلي:

X, Y: هي مداخل البوابة، التي تعبر عن حالة المفاتيح في الدائرة الكهربائية (المتغيرات).

A: هي مخرج البوابة، وتمثل حالة المصباح في الدائرة الكهربائية.

- **كيفية التعبير عنها:** يعبر عنها بالعبارة المنطقية X AND Y = A

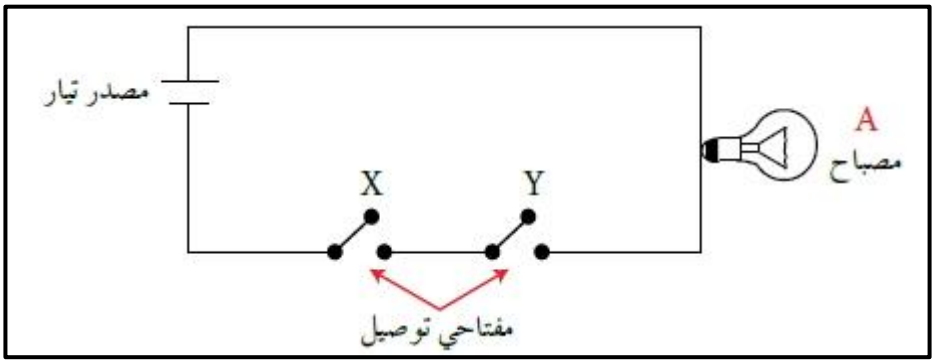
➢ **جدول الحقيقة لها:** وهو كما يلي:

X	Y	A = X AND Y
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

ناتج البوابة المنطقية AND في العبارة المنطقية دائما هو خطأ (0) ما عدا

1 AND 1 = 1

لأنها تعبر عن دائرة كهربائية مصممة على **التوالي** فلا يضيئ المصباح إلا إذا كان المفتاحين مغلقين



عرِّف جدول الحقيقة للعبارة المنطقية ؟

جدول الحقيقة هو تمثيل للعبارة المنطقية، يتم به تبيان احتمالات نتائجها، حسب قيم متغيراتها ونوع المعامل المنطقي الموجود فيها.

كيف يتم بناء جدول الحقيقة لأي عبارة منطقية مثل العبارة المنطقية X AND Y = A ؟

✓ أولا: نقوم بإجراء الحسابات التالية:

- عدد قيم كل متغير في العبارة المنطقية هو اثنان هما (إما 1 وإما 0).
- عدد المتغيرات في العبارة المنطقية هو اثنان هما (X و Y).
- عدد الاحتمالات الكلية لنتائج العبارة المنطقية هو ($2^{\text{عدد المتغيرات}}$ عدد قيم المتغير) أي (2^2) والناتج أربعة احتمالات.

✓ ثانيا: نرسم جدولا مكونا من ثلاثة أعمدة (عمودين للمتغيرات وعمود للنتيجة) وخمسة صفوف (صف للعناوين وأربعة صفوف لاحتمالات نتائج العبارة).

✓ ثالثا: في عمود X نقسم نتائج العبارة على اثنين فينتج 2 ، وبالتالي نضع 0 0 1 1 في الجدول.

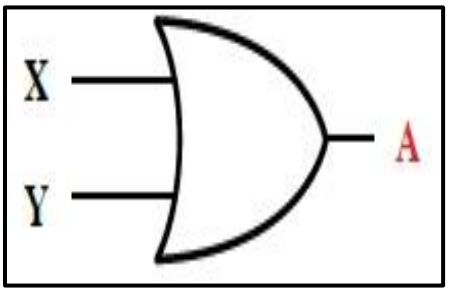
✓ رابعا: في عمود Y نقسم ناتج الخطوة السابقة على اثنين فينتج 1 ، وبالتالي نضع 0 1 0 1 في الجدول.

✓ خامسا: في عمود A نجد ناتج كل عبارة منطقية حسب قيمة X و Y والمعامل المنطقي (أو المعاملات) في العبارة.

سؤال للاستنتاج: كيف نبني جدول الحقيقة لعبارة منطقية تحتوي على ثلاثة متغيرات ؟

❖ ثانيا: البوابة المنطقية OR:

- **تسميتها:** تسمى البوابة (أو) المنطقية، ويرمز لها بالرمز OR في العبارة المنطقية.
- **شكلها ومكوناتها:**



حيث تتكون من مدخلين وناتج واحد كما يلي:

X, Y: هي مداخل البوابة، التي تعبر عن حالة المفاتيح في الدائرة الكهربائية (المتغيرات).

A: هي مخرج البوابة، وتمثل حالة المصباح في الدائرة الكهربائية.

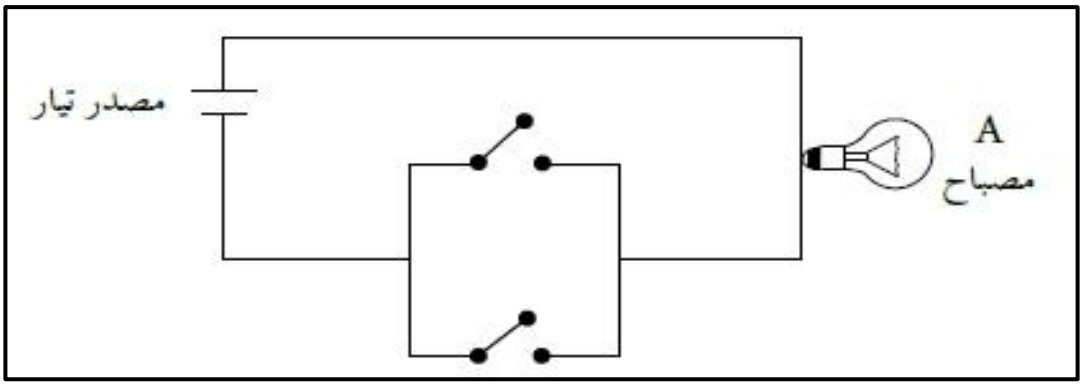
- **كيفية التعبير عنها:** يعبر عنها بالعبارة المنطقية ⟵ X OR Y = A
- **جدول الحقيقة لها:** وهو كما يلي:

X	Y	A = X OR Y
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

ناتج البوابة المنطقية OR في العبارة المنطقية دائما هو صواب (1) ما عدا

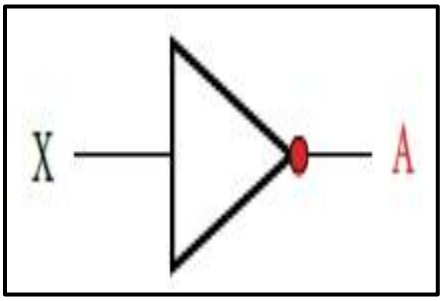
0 OR 0 = 0

لأنها تعبر عن دائرة كهربائية مصممة على **التوازي** فلا يضيئ المصباح إلا إذا كان أحد المفتاحين مغلقا أو كلاهما



❖ ثالثا: البوابة المنطقية NOT:

- **تسميتها:** تسمى البوابة العاكسة، ويرمز لها بالرمز NOT في العبارة المنطقية.
- **شكلها ومكوناتها:**



حيث تتكون من مدخل واحد وناتج واحد كما يلي:

X: هو مدخل البوابة، الذي يعبر عن حالة المفتاح في الدائرة الكهربائية (المتغير).

A: هي مخرج البوابة، وتمثل حالة المصباح في الدائرة الكهربائية.

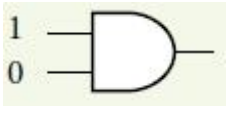
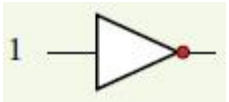
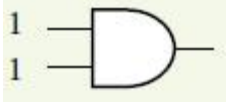
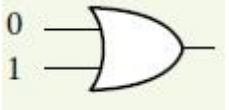
- **كيفية التعبير عنها:** يعبر عنها بالعبارة المنطقية NOT X = A
- **جدول الحقيقة لها:** وهو كما يلي:

X	A = NOT X
1	0
0	1

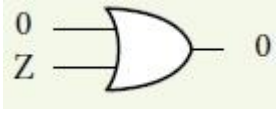
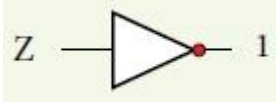
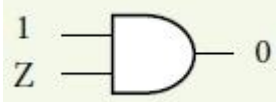
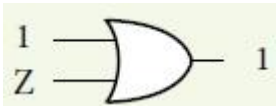
ناتج البوابة المنطقية NOT في العبارة المنطقية دائما معاكس لقيمة المتغير

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، نفّذ الآتي:

أ – جد ناتج كلٌّ من البوابات المنطقية الآتية:

الناتج	البوابة المنطقية
0	
0	
1	
1	

ب– حدّد قيمة (Z) في كلٌّ من البوابات الآتية:

قيمة Z	البوابة المنطقية
0	
0	
0	
0 , 1	

ثالثا: إيجاد ناتج العبارات المنطقية المركبة

العبارة المنطقية المركّبة (Logical Expression):

هي جملة خبرية تتكوّن من تعبيرين علائقيين أو أكثر، يربط بينها معاملات منطقية (And,Or) وتكون قيمتها إما صوابًا (1) وإما خطأ (0).

تُقرأ العبارة المنطقية المركبة من اليسار إلى اليمين، ويتم إيجاد حل لها من خلال تعويض قيم المتغيرات المنطقية ثم تتبع تسلسل الحل وفق قواعد الأولوية.

❖ **قواعد الأولية المستخدمة لحل التعابير المنطقية المركبة:**

١ – في حالة وجود الأقواس ( )، تنفّذ العمليات التي بداخلها أولًا.
٢ – البوابة المنطقية NOT.
٣ – البوابة المنطقية AND.
٤ – البوابة المنطقية OR.
٥ – في حالة التكافؤ في الأولوية، تنفّذ من اليسار إلى اليمين.

التعامل مع الأقواس: في حالة وجود أكثر من قوس خارجي فإننا نحل ما بداخل القوس جهة اليسار ثم ما بداخل القوس جهة اليمين، و في حالة وجود الأقواس المتداخلة فإننا نحل القوس الداخلي ثم الخارجي.

جد ناتج كلا من العبارات المنطقية الآتية:

العبارة المنطقية	خطوات الحل والناتج
1 OR 0 AND 1	1 OR <u>0 AND 1</u> <u>1 OR 0</u> 1
A AND NOT B OR C علمًا بأنّ: A = 1 ، B = 0 ، C = 0	1 AND <u>NOT 0</u> OR 0 <u>1 AND 1</u> OR 0 <u>1 OR 0</u> 1
NOT A AND (NOT B OR C) علمًا بأنّ: A = 0 ، B =1 ، C = 0	NOT 0 AND (<u>NOT 1</u> OR 0) NOT 0 AND <u>(0 OR 0)</u> <u>NOT 0</u> AND 0 <u>1 AND 0</u> 0

نلاحظ أن عدد خطوات الحل يساوي عدد البوابات المنطقية (المعاملات) الموجودة في العبارة المنطقية المركبة.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد ناتج العبارات المنطقية إذا كانت A = 0 ، B =1 ، C =1 ، D = 0.

- A AND B OR NOT C
- A OR B AND (C AND NOT D)
- (A OR NOT B) AND (NOT C AND D)
- NOT (NOT (A AND B) OR C AND D)

العبارة المنطقية	خطوات الحل والناتج
A AND B OR NOT C	0 AND 1 OR NOT 1 0 AND 1 OR 0 0 OR 0 0
A OR B AND (C AND NOT D)	0 OR 1 AND (1 AND NOT 0) 0 OR 1 AND (1 AND 1) 0 OR 1 AND 1 0 OR 1 1
(A OR NOT B) AND (NOT C AND D)	(0 OR NOT 1) AND (NOT 1 AND 0) (0 OR 0) AND (NOT 1 AND 0) 0 AND (NOT 1 AND 0) 0 AND (0 AND 0) 0 AND 0 0
NOT (NOT (A AND B) OR C AND D)	NOT (NOT (0 AND 1) OR 1 AND 0) NOT (NOT 0 OR 1 AND 0) NOT (1 OR 1 AND 0) NOT (1 OR 0) NOT 1 0

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اكتب جدول الحقيقة للعبارات المنطقية الآتية.

- A OR NOT B
- NOT (A AND NOT B)

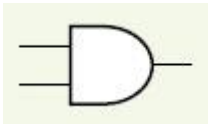
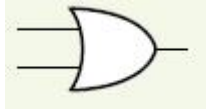
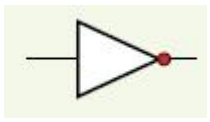
جدول الحقيقة للعبارة A OR NOT B		
A	**B**	**A OR NOT B**
1	1	1
1	0	1
0	1	0
0	0	1

جدول الحقيقة للعبارة NOT (A AND NOT B)		
A	**B**	**NOT (A AND NOT B)**
1	1	1
1	0	0
0	1	1
0	0	1

رابعا: تمثيل العبارات المنطقية المركبة باستخدام البوابات المنطقية

تمثيل العبارات المنطقية يتطلب:

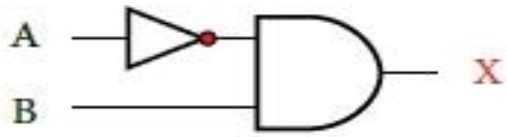
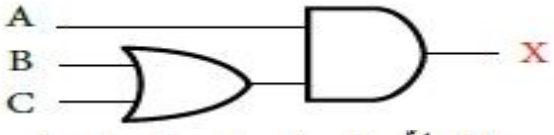
أولا: معرفة رموز البوابات المنطقية وأشكالها

شكل البوابة	رمز البوابة
	AND
	OR
	NOT

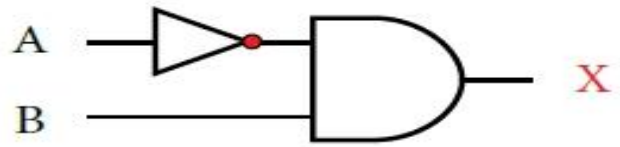
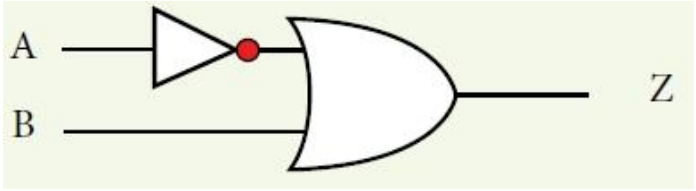
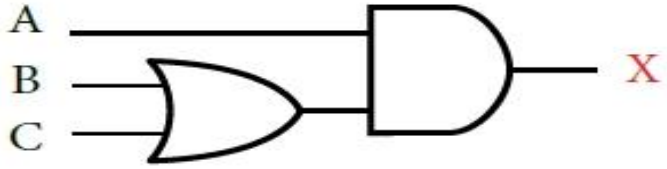
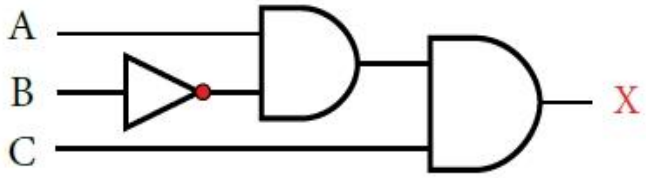
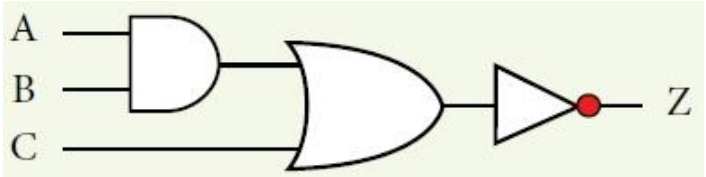
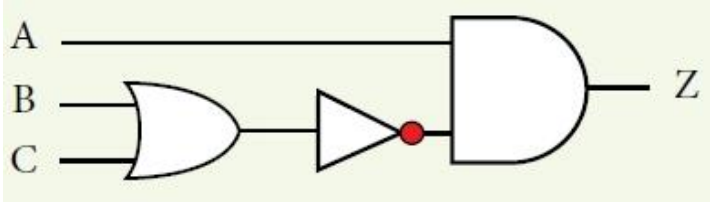
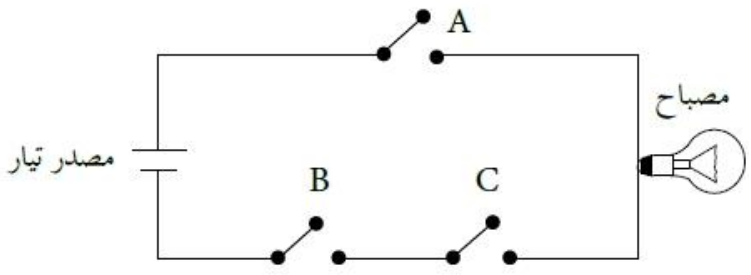
ثانيا: معرفة قواعد تسلسل الأولويات لحل العبارة المنطقية المركبة

١ – في حالة وجود الأقواس ( )، تنفّذ العمليات التي بداخلها أولًا.
٢ – البوابة المنطقية NOT.
٣ – البوابة المنطقية AND.
٤ – البوابة المنطقية OR.
٥ – في حالة التكافؤ في الأولوية، تنفّذ من اليسار إلى اليمين.

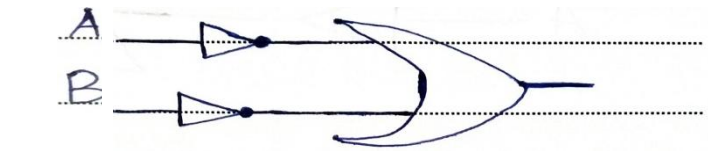
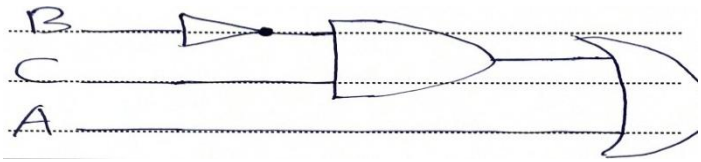
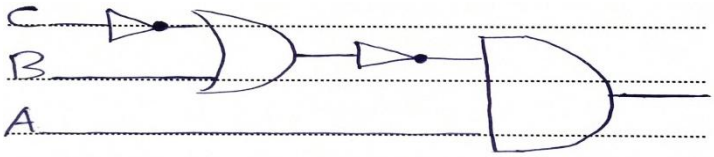
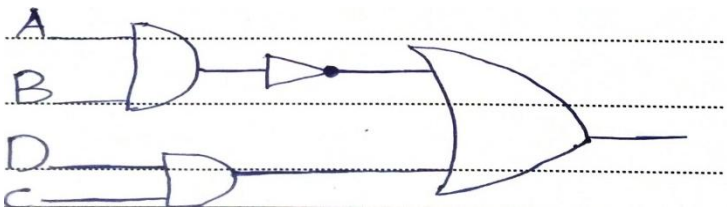
❖ **المستوى الأول: تتبع البوابات المنطقية وإيجاد ناتجها (أي إيجاد قيمة X):**

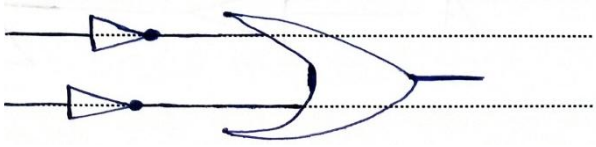
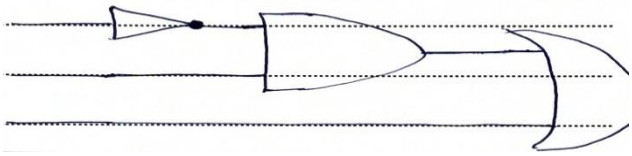
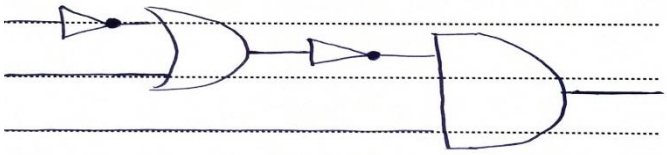
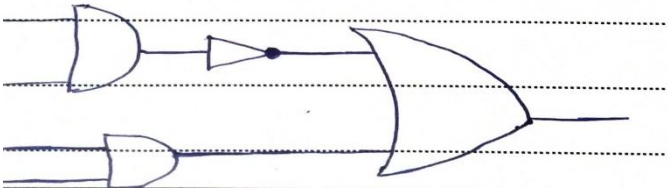
البوابات المنطقية	الناتج
 إذا كانت A = 0 , B = 0	0
 علمًا بأنّ: A = 1 ، B = 0 ، C = 0	0

❖ **المستوى الثاني: كتابة العبارة المنطقية التي تمثلها البوابات المنطقية (أي من الرسم للعبارة):**

رسمة البوابات المنطقية	كتابة العبارة المنطقية
	NOT A AND B
	NOT A OR B
	A AND (B OR C)
	(A AND NOT B) AND C
	NOT ((A AND B) OR C)
	A AND (NOT (B OR C))
	B AND C AND A

❖ **المستوى الثالث: تمثيل العبارات المنطقية باستخدام البوابات المنطقية (أي رسم العبارة المكتوبة):**

العبارة المنطقية المكتوبة	تمثيل العبارة المنطقية
NOT A OR NOT B	
A OR NOT B AND C	
A AND NOT (B OR NOT C)	
NOT (A AND B) OR C AND D	

العبارة المنطقية المركبة	تتبع العبارة المنطقية إذا كانت A = 1 B = 0 C = 1 D = 0
NOT A OR NOT B	
A OR NOT B AND C	
A AND NOT (B OR NOT C)	
NOT (A AND B) OR C AND D	

لا تبدأ بدراسة الفصل الثاني
قبل أن تجاوب على أسئلة الفصل الأول من الوحدة الثالثة
صفحة ١٠٨

إجابات أسئلة الفصل الأول

١ – ما المقصود بكلٍّ مما يأتي:

أ – المعامل المنطقي.

ب– العبارة المنطقية.

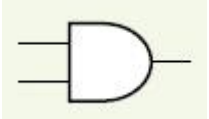
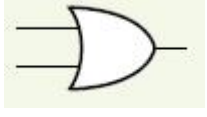
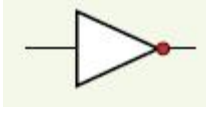
جـ– البوابة المنطقية.

د – جدول الحقيقة.

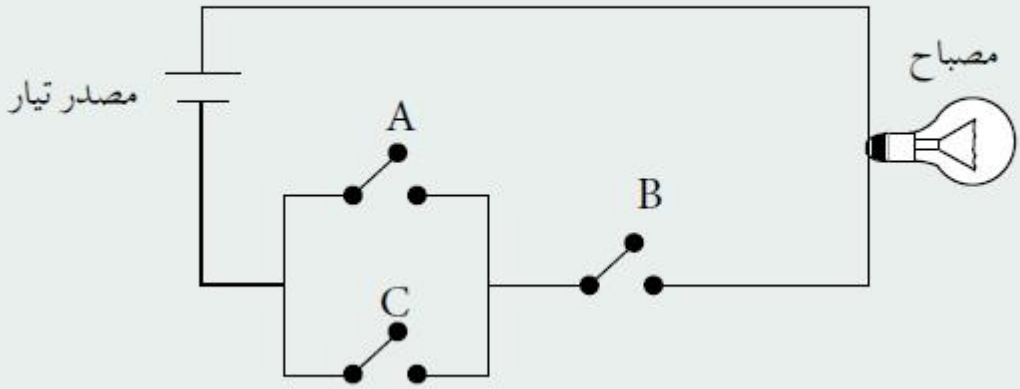
الفرع	المصطلح	التعريف
أ	المعامل المنطقي	هو رابط يُستخدم للربط بين تعبيرين علائقيين أو أكثر؛ لتكوين عبارة منطقية مركّبة، ومن أهمها AND,OR، أو نفي تعبير منطقي باستخدام NOT.
ب	العبارة المنطقية	هي جملة خبرية تتكوّن من تعبيرين علائقيين أو أكثر، يربط بينها معاملات منطقية (And,Or) وتكون قيمتها إما صوابًا (1) وإما خطأ (0).
ج	البوابة المنطقية	هي معامل منطقي معبر عنه بالرسم يحتوي على مدخل أو مدخلين ومخرج واحد.
د	جدول الحقيقة	هو تمثيل للعبارة المنطقية، يتم به تبيان احتمالات نتائجها، حسب قيم متغيراتها ونوع المعامل المنطقي الموجود فيها.

---

٢ – عدّد أنواع البوابات المنطقية الأساسية، وارسم رمز كلٍّ منها.

شكل رمز البوابة	نوع البوابة المنطقية الأساسية
	**AND**
	**OR**
	**NOT**

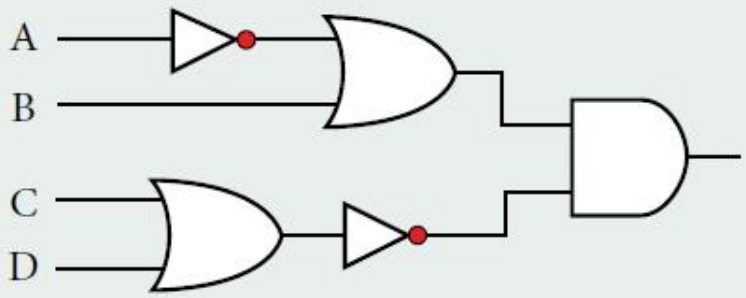
٣ – اكتب العبارة المنطقية التي تُمثّلها الدارة الكهربائية الآتية:



العبارة المنطقية هي: (A OR C) AND B

---

٤ – اكتب العبارة المنطقية التي تُمثّلها البوابات المنطقية الآتية، ثم جد الناتج النهائي؛ إذا كانت D = 1 ، C = 0 ، B = 1 ، A = 1.



العبارة المنطقية هي:

(NOT A OR B) AND NOT (C OR D)

٥– حدّد البوابة المنطقية التي تُحقّق الناتج في كلٍّ من الجمل الآتية:

أ – تعطي مخرجًا قيمته (1)، إذا كانت قيمة أي من المدخلين أو كلاهما (1). ( )

ب– تعطي مخرجًا قيمته (1)، إذا كانت قيمة المداخل جميعها (1) فقط. ( )

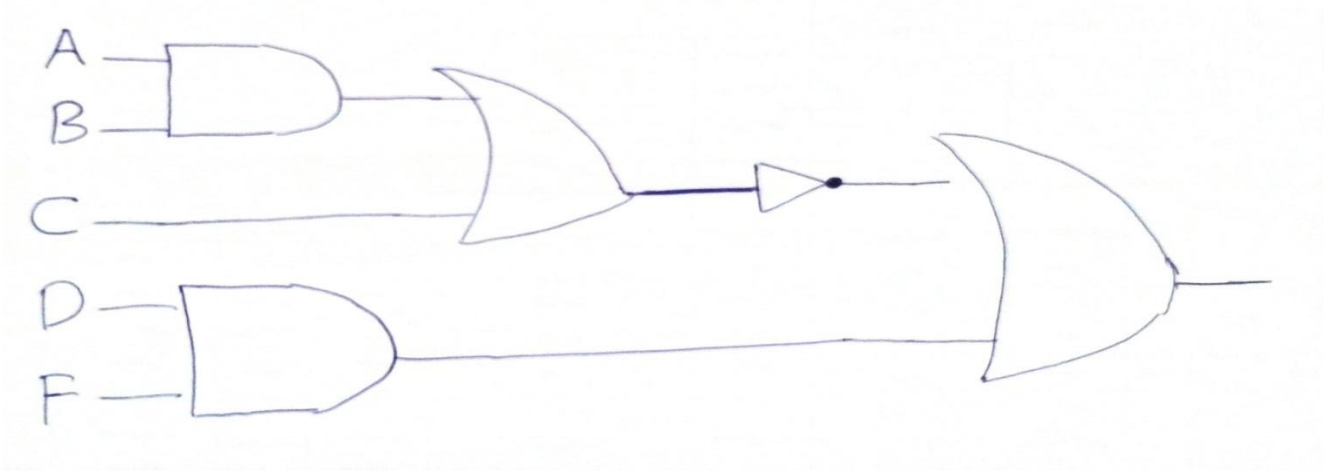
أ- البوابة المنطقية OR

ب- البوابة المنطقية AND

٦ – مثّل العبارة المنطقية الآتية؛ باستخدام البوابات المنطقية:

NOT(A AND B OR C) OR D AND F

ثم جد الناتج النهائي إذا كانت: $F = 0$ ، $C = 1$ ، $B = 0$ ، $A = 0$



٧ – اكتب جدول الحقيقة للعبارة المنطقية الآتية: (A OR NOT B)

جدول الحقيقة للعبارة (A OR NOT B)		
A	**B**	**(A OR NOT B)**
1	1	1
1	0	1
0	1	0
0	0	1