

## الفصل

# 8

## تصميم دوائر المفاتيح الكهربائية

### Switching Networks Design

#### ١ - دوائر المفاتيح الكهربائية Switching Networks

من التطبيقات الخاصة للمنطق الرياضى استخدامه فى تصميم شبكات المفاتيح الكهربائية وهى عبارة عن دوائر كهربية مثل الموجودة فى مفاتيح الإضاءة الكهربائية ، وهذه الدوائر الكهربائية عبارة عن ترتيب من الأسلاك والمفاتيح الكهربائية ، وكما نعلم فإن المفاتيح الكهربائى يستعمل فى توصيل أو فصل الكهرباء عن الدائرة ويكون فى أحد وضعين :

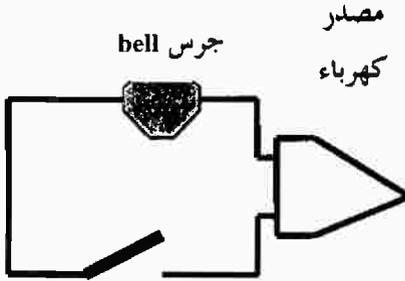
الوضع الأول : المفاتيح الكهربائى فى حالة تشغيل " ON " أى يمر التيار الكهربائى بالدائرة.  
الوضع الثانى : المفاتيح الكهربائى فى حالة عدم تشغيل " OFF " أى لا يمر التيار الكهربائى بالدائرة.



حالة عدم تشغيل " OFF "



حالة تشغيل " ON "



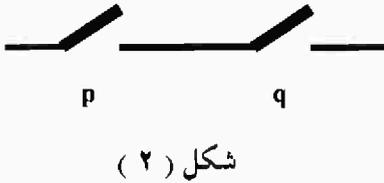
شكل ( ١ )

ومن أمثلة هذه الدوائر الكهربائية دائرة الجرس الكهربائى الموضحة بشكل (١)، فعند الضغط على مفتاح الجرس فسإن المفاتيح يصبح فى حالة تشغيل ON أى يمر التيار الكهربائى بالدائرة وفى هذه

الحالة يدق الجرس بينما في الوضع العادى فإن مفتاح الجرس لا يكون مضغوط وبالتالي يكون المفتاح الكهربائى في حالة عدم تشغيل OFF أى لا يمر التيار الكهربائى بالدائرة وفى هذه الحالة لا يدق الجرس.

وبعض الدوائر الكهربائية تحتوى على اكثر من مفتاح كهربائى ، وبفرض أن دائرة تحتوى على مفتاحين نرمز لهما  $p$  ,  $q$  فإنه يوجد طريقتان لتوصيل المفتاحين بالدائرة :

### الطريقة الأولى : التوصيل على التوالي



شكل ( ٢ ) يوضح توصيل المفتاحين  $p$  ,  $q$  على التوالي وفى هذه الحالة فإن التيار الكهربى يمر بالدائرة عندما يكون كل من المفتاحين  $p$  ,  $q$  فى حالة تشغيل ON أما إذا كان أحد المفتاحين أو كليهما فى حالة عدم تشغيل OFF فإن التيار الكهربى لن يمر بالدائرة.

والسؤال الآن

"هل عمل المفتاحين فى حالة توصيلهما على التوالي يذكرك بأى شىء فيما درسته بالمنطق؟"

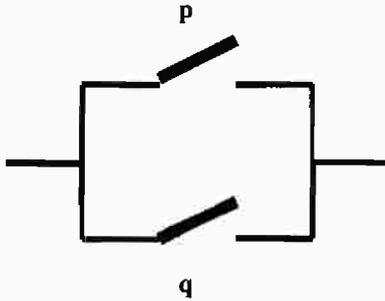
نلاحظ أن توصيل المفتاحين  $p$  ,  $q$  على التوالي يشبه الوصلة  $p \wedge q$  وكما نعلم فإن الوصلة  $p \wedge q$  تكون صواب فقط عندما يكون كل من  $p$  ,  $q$  صواب وخلاف ذلك يكون خطأ وبالمثل عند توصيل المفتاحين  $p$  ,  $q$  على التوالي فإن التيار الكهربى يمر بالدائرة فقط إذا كان كل من المفتاحين  $p$  ,  $q$  فى حالة تشغيل ON وخلاف ذلك لا يمر التيار الكهربى بالدائرة، ويمكن تلخيص سلوك الدائرة الكهربائية فى هذه الحالة بالجدول الأتى:

p	q	سلوك الدائرة
T	T	T
T	F	F
F	T	F
F	F	F

حيث

T تعنى أن المفتاح الكهربائى فى حالة تشغيل ON أى أن التيار الكهربى يمر بالدائرة  
 F تعنى أن المفتاح الكهربائى فى حالة عدم تشغيل OFF أى أن التيار الكهربى لا يمر بالدائرة.  
 ونلاحظ من الجدول أن سلوك الدائرة الكهربائىة فى حالة توصيل المفتاحين p , q على التوالى  
 ينطبق تماما مع جدول الحقيقة للتقرير  $p \wedge q$  .

### الطريقة الثانية : التوصيل على التوازي



شكل ( ٣ )

شكل (٣) يوضح توصيل المفتاحين p , q على التوازي وفى هذه الحالة فإن التيار الكهربى يمر بالدائرة عندما يكون أحد المفتاحين p , q أو كليهما فى حالة تشغيل ON والحالة الوحيدة التى لا يمر فيها التيار الكهربى بالدائرة هى عندما يكون كل من المفتاحين p , q فى حالة عدم تشغيل OFF .

والآن نكرر السؤال

"هل عمل المفتاحين فى حالة توصيلهما على التوازي يذكرك بأى شىء فيما درسته بالمنطق؟"

نلاحظ أن توصيل المفتاحين  $p$  ,  $q$  على التوازي يشبه الفاصلة  $p \vee q$  وكما نعلم فإن الفاصلة  $p \vee q$  تكون صواب عندما يكون أحد التقرييران  $p$  ,  $q$  أو كليهما صواب والحالة الوحيدة التي يكون فيها الفاصلة  $p \vee q$  خطأ هي عندما يكون كل من التقرييران  $p$  ,  $q$  خطأ وبالمثل عند توصيل المفتاحين  $p$  ,  $q$  على التوازي فإن التيار الكهربى يمر بالدائرة عندما يكون أحد المفتاحين  $p$  ,  $q$  أو كليهما فى حالة تشغيل ON والحالة الوحيدة التي لا يمر فيها التيار الكهربى بالدائرة هي عندما يكون كل من المفتاحين  $p$  ,  $q$  فى حالة عدم تشغيل OFF، ويمكن تلخيص سلوك الدائرة الكهربائية فى هذه الحالة بالجدول الآتى:

p	q	سلوك الدائرة
T	T	T
T	F	T
F	T	T
F	F	F

ونلاحظ من الجدول أن سلوك الدائرة الكهربائية فى حالة توصيل المفتاحين  $p$  ,  $q$  على التوازي ينطبق تماما مع جدول الحقيقة للتقرير  $p \vee q$  . وبعض الدوائر الكهربائية تحتوى على مفاتيح يتحدد وضعها (وضع تشغيل ON أو وضع عدم تشغيل OFF) عن طريق مفتاح آخر، بمعنى أن الدائرة قد تحتوى على مفتاحين بحيث إذا كان أحدهما فى وضع التشغيل ON فإن المفتاح الآخر يكون فى الوضع المضاد أى فى وضع عدم التشغيل OFF والعكس صحيح.

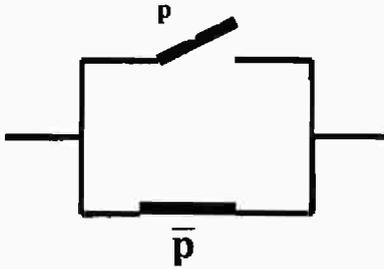
تعريف ١ : المفاتيح المتتامه Complementary Switches

المفتاحان اللذان لهما دائما أوضاع متضادة يسميان مفتاحان متتامان.

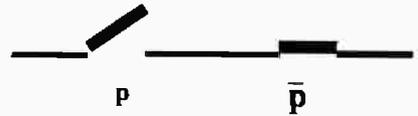
وإذا كان لدينا مفتاحان متتامان ورمزنا للمفتاح الأول بالرمز  $p$  فسوف نرمز للمفتاح المتمم له بالرمز  $\bar{p}$  وهذا يعنى انه

إذا كان المفتاح  $p$  فى وضع التشغيل فإن المفتاح المتمم  $\bar{p}$  يكون فى وضع عدم التشغيل وإذا كان المفتاح  $p$  فى وضع عدم التشغيل فإن المفتاح المتمم  $\bar{p}$  يكون فى وضع التشغيل

أى إن أحد المفتاحان المتتامان دائما فى وضع عدم التشغيل OFF .



شكل ( ٥ )



شكل ( ٤ )

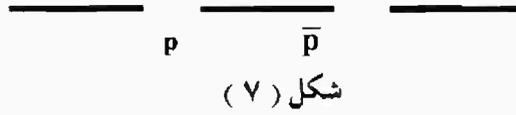
وفى شكل ( ٤ ) يوجد مفتاحان متتامان  $p$  ,  $\bar{p}$  موصلان على التوالى حيث نلاحظ أن التيار الكهربائى لن يمر مطلقا فى هذه الدائرة لان أحد المفتاحان الموصلان على التوالى دائما فى وضع عدم التشغيل OFF بينما فى شكل ( ٥ ) يوجد مفتاحان متتامان  $p$  ,  $\bar{p}$  موصلان على التوازى حيث نلاحظ أن التيار الكهربائى سوف يمر دائما فى هذه الدائرة لان أحد المفتاحان الموصلان على التوازى دائما فى وضع التشغيل ON .

ومرة أخرى نلاحظ التشابه القوى بين المفاتيح المتامة وبين التقرير ونفيه فى المنطق ، وكما نعلم فإن التقرير ونفيه دائما لهما قيم حقيقة متضادة وهذا ما يتحقق أيضا على المفاتيح المتامة، أى أن  $\bar{p}$  فى لغة المنطق يمثل  $p$  . . وفى تعاملنا مع رسم المفاتيح بالدوائر الكهربائىة سوف نستخدم النموذج الموضح بالشكل ( ٦ ) ليمثل مفتاح كهربائى  $p$  غير معلوم ما إذا كان فى وضع التشغيل ON أو وضع عدم التشغيل OFF .



شكل ( ٦ )

وشكل ( ٧ ) يوضح مفتاحان متتامان  $p$  ,  $\bar{p}$  موصلان على التوازي



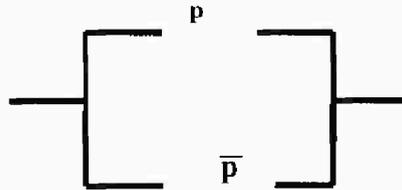
شكل ( ٧ )

والتيار الكهربائي لن يمر خلال هذه الدائرة والسبب هو انه "إذا كان المفتاح  $p$  في وضع التشغيل فإن المفتاح المتمم  $\bar{p}$  يكون في وضع عدم التشغيل وإذا كان المفتاح المتمم  $\bar{p}$  في وضع التشغيل فإن المفتاح  $p$  يكون في وضع عدم التشغيل."

$p$	$\bar{p}$	$p \wedge \bar{p}$
T	F	F
F	T	F

والجدول الآتي يوضح سلوك هذه الدائرة والذي يتفق مع الوصلة  $p \wedge \bar{p}$  ونلاحظ من الجدول أن التقرير  $p \wedge \bar{p}$  يكون خاطئ منطقياً، أى إن الدائرة لن يمر بها تيار كهربائي على الإطلاق.

وشكل ( ٨ ) يوضح مفتاحان متتامان  $p$  ,  $\bar{p}$  موصلان على التوازي



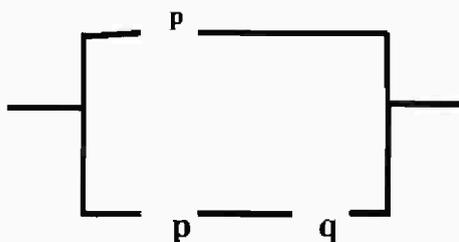
شكل ( ٨ )

والتيار الكهربائي سوف يمر دائما خلال هذه الدائرة والسبب هو انه "إذا كان المفتاح  $p$  في وضع عدم تشغيل فإن المفتاح المتمم  $\bar{p}$  يكون في وضع التشغيل وإذا كان المفتاح المتمم  $\bar{p}$  في وضع عدم تشغيل فإن المفتاح  $p$  يكون في وضع التشغيل."

p	$\bar{p}$	$p \vee \bar{p}$
T	F	T
F	T	T

والجدول الآتى يوضح سلوك هذه الدائرة والذى يتفق مع الفاصلة  $p \vee \bar{p}$  ونلاحظ من الجدول أن التقرير  $p \vee \bar{p}$  يكون صائب منطقياً أى إن الدائرة يمر بها تيار كهربائى دائماً.

وبعض الدوائر الكهربائية تكون أكثر تعقيداً حيث تحتوى على مفاتيح يتم توصيلها لتعمل معاً فى نفس الوضع (وضع تشغيل ON أو وضع عدم تشغيل OFF) بمعنى أن الدائرة قد تحتوى على مفتاحين بحيث إذا كان أحدهما فى وضع التشغيل ON فإن المفتاح الآخر يكون فى نفس وضع التشغيل ON وإذا كان أحدهما فى وضع عدم التشغيل OFF فإن المفتاح الآخر يكون فى نفس وضع عدم التشغيل OFF وسوف نستخدم نفس الرمز لتمثيل مثل هذه المفاتيح التى تعمل معاً فى نفس الوضع. وشكل (٩) يوضح دائرة كهربائية تحتوى على مفتاحين من هذا النوع حيث رمزنا لكل منهم بالرمز p.



شكل (٩)

وفى بداية دراستنا للمنطق تعرفنا على التقارير البسيطة واستخدمنا أدوات الربط فى تكوين تقارير مركبة من التقارير البسيطة وتعرفنا على جداول الحقيقة لهذه التقارير المركبة، والآن نحن بصدد تطبيق مفاهيم المنطق على الدوائر الكهربائية، فالمفاتيح الكهربائية تعادل التقارير البسيطة ودوائر المفاتيح الكهربائية تعادل التقارير المركبة، والشكل (٩) يوضح دائرة توصيل على التوازي تتكون من:

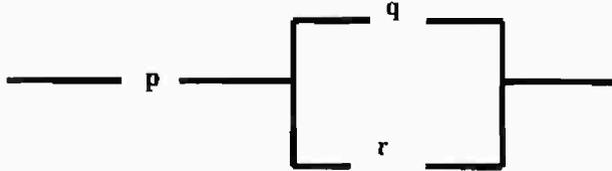
- ١ - السلك العلوى يحتوى على المفتاح  $p$  .  
 ٢ - السلك السفلى يحتوى على مفتاحان  $p, q$  موصلان على التوالى وبلغة المنطق  
 يمكن التعبير عنهم بالصورة  $p \wedge q$  .

أذن بلغة المنطق يمكن تمثيل هذه الدائرة بالصورة

$$p \vee (p \wedge q)$$

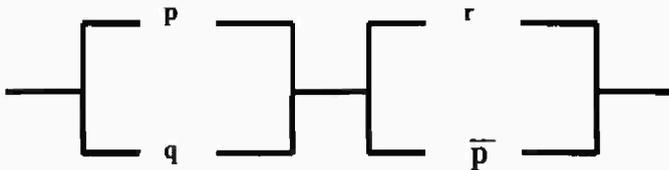
وفى الأمثلة القادمة نقوم بترجمة بعض دوائر المفاتيح الكهربائية إلى لغة المنطق .

مثال ١ : اكتب بلغة المنطق ما تعنيه الدائرة الآتية:



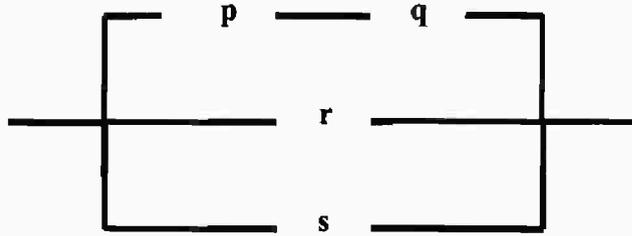
الحل : المفاتيح  $q, r$  موصلان على التوازي وبلغة المنطق يمكن تمثيلهم بالصورة  
 $q \vee r$  والمفتاح  $p$  موصل على التوالى مع باقى الدائرة ، أذن بلغة المنطق فإن  
 الدائرة المعطاة يمكن تمثيلها بالصورة  $p \wedge (q \vee r)$  .

مثال ٢ : اكتب بلغة المنطق ما تعنيه الدائرة الآتية:



الحل : الدائرة تحتوى على مجموعتين متصلتين على التوالى وكل مجموعة تحتوى على مفتاحين  
 متصلين على التوازي، أذن بلغة المنطق فإن الدائرة المعطاة يمكن تمثيلها بالصورة  
 $(p \vee q) \wedge (r \vee \sim p)$  حيث  $\sim p$  تعنى المفتاح التمام  $\bar{p}$  .

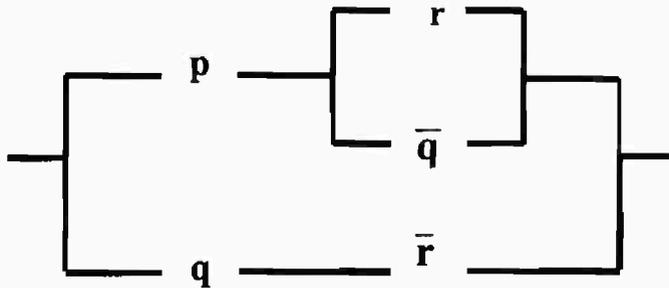
مثال ٣ : اكتب بلغة المنطق ما تعنيه الدائرة الآتية :



الحل : الدائرة تحتوي على ثلاث مجموعات متصلة على التوازي

$$(p \wedge q) \vee r \vee s$$

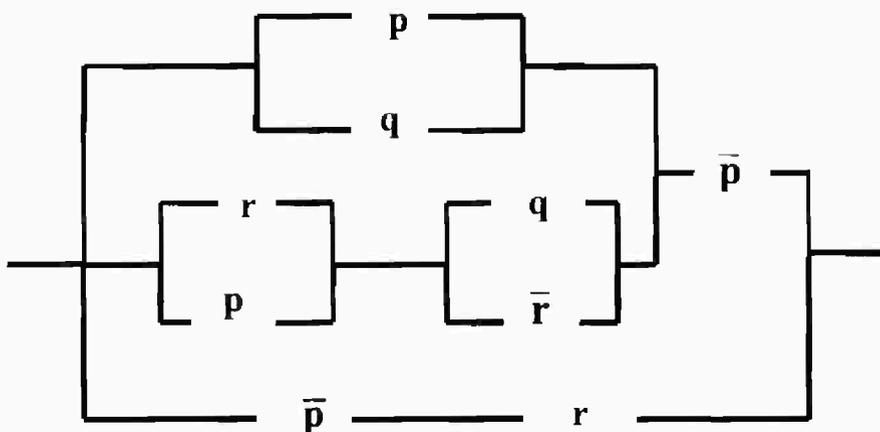
مثال ٤ : اكتب بلغة المنطق ما تعنيه الدائرة الآتية :



الحل : الدائرة بلغة المنطق

$$(p \wedge (r \vee \sim q)) \vee (q \wedge \sim r)$$

مثال ٥ : اكتب بلغة المنطق ما تعنيه الدائرة الآتية :



الحل : الدائرة بلغة المنطق

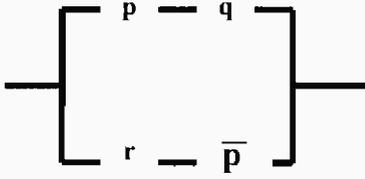
$$(((p \vee q) \vee ((r \vee p) \wedge (q \vee \sim r))) \wedge \sim p) \vee (\sim p \wedge r)$$

في الأمثلة السابقة تعاملنا مع دوائر من المفاتيح الكهربائية وتم التعبير عن كل منها بلغة المنطق، وفي الأمثلة القادمة سوف نقوم بالعملية العكسية وهي رسم دوائر المفاتيح المناظرة لتقارير مكتوبة بلغة المنطق حيث الوصلة  $\wedge$  تعنى توصيل على التوالى والفاصلة  $\vee$  تعنى توصيل على التوازي والتقرير المنفى  $\sim p$  يعنى أن الدائرة الكهربائية تحتوى على مفتاح متمم للمفتاح  $p$  ويرمز له  $\bar{p}$ .

مثال ٦ : ارسم دائرة مفاتيح كهربائية لتمثيل التقرير

$$(p \wedge q) \vee (r \wedge \sim p)$$

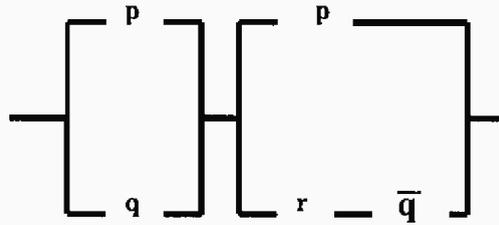
الحل :



التقرير المعطى من نوع الفاصلة. أذن رسم الدائرة المطلوبة يكون على التوازي وكل سلك يحتوى على مفتاحين موصلين على التوالى .

مثال ٧ : ارسم دائرة مفاتيح كهربائية لتمثيل التقرير

$$(p \vee q) \wedge (p \vee (r \wedge \sim q))$$



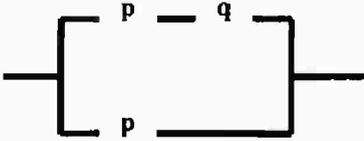
الحل :

الأقواس بالتقرير المعطى توضح أن التقرير من نوع الوصلة أى توصيل على التوالى لمجموعتين. المجموعة الأولى  $p \vee q$  وهى توصيل على التوازي والمجموعة الثانية  $p \vee (r \wedge \sim q)$  وهى توصيل على التوازي بداخله توصيل على التوالى  $r \wedge \sim q$  .

يمكن استخدام قوانين المنطق فى تبسيط دوائر المفاتيح الكهربائية وهذا يمثل فائدة كبيرة ، فإنقاص عدد المفاتيح داخل الدائرة الكهربائية يعنى من الناحية العملية توفير الوقت والجهد والأموال ، ويتم تبسيط الدوائر عن طريق مفهوم الدوائر المتكافئة والذي يشابه تماما مفهوم التقارير المتكافئة .

تعريف ٢ : يقال عن دوائر مفاتيح كهربائية أنها دوائر متكافئة إذا كانت تؤدي نفس العمل.

وبفرض أن لدينا دائرتان متكافئتان فهذا يعنى انه إذا مر التيار الكهربائى خلال الدائرة الأولى فإنه يمر خلال الدائرة الثانية وإذا لم يمر التيار الكهربائى خلال الدائرة الأولى فإنه لن يمر خلال الدائرة الثانية .



مثال ٨ : نفرض الدائرة الموضحة بالشكل

وبلغة المنطق يمكن تمثيل هذه الدائرة على صورة التقرير  $(p \wedge q) \vee p$  ، وتكوين جدول الحقيقة

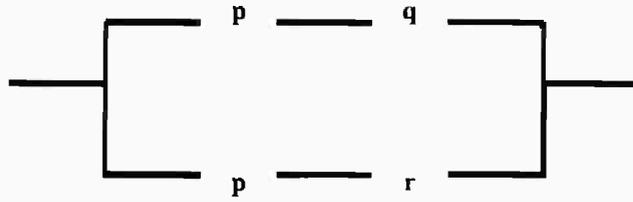
p	q	$p \wedge q$	$(p \wedge q) \vee p$
T	T	T	T
T	F	F	T
F	T	F	F
F	F	F	F

نلاحظ من الجدول أن التقرير  $(p \wedge q) \vee p$  يكافئ التقرير p ، ومن الصف الأول والثاني بالجدول نلاحظ أن التيار يمر بالدائرة إذا كان المفتاح p في وضع التشغيل ON ومن الصف الثالث والرابع نلاحظ أن التيار لا يمر بالدائرة إذا كان المفتاح p في وضع عدم التشغيل OFF. إذن الدائرة المعطاة تكافئ الدائرة المبسطة الآتية :

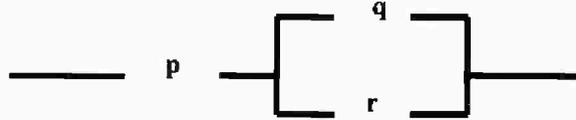


أى أننا استطعنا باستخدام مفهوم التكافؤ المنطقى أن نبسط الدائرة المعطاة من دائرة تحتوى على ثلاثة مفاتيح إلى دائرة تحتوى على مفتاح واحد فقط وبالطبع هذا يؤدي إلى خفض التكلفة عند تصميم الدائرة .

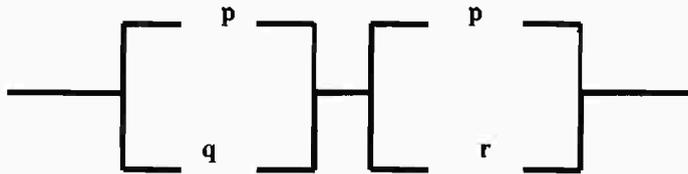
مثال ٩ : أوجد وارسم دائرة مبسطة تكافئ الدائرة الآتية :



الحل : الدائرة المعطاة يمكن التعبير عنها بلغة المنطق في الصورة  $(p \wedge q) \vee (p \wedge r)$  وباستخدام قوانين المنطق نعلم من قانون التوزيع أن  $(p \wedge q) \vee (p \wedge r) \equiv p \wedge (q \vee r)$  إذن الدائرة المعطاة تكافئ الدائرة الآتية



مثال ١٠ : أعطيت دائرة المفاتيح الكهربائية الآتية

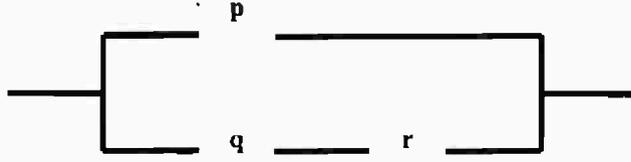


باستخدام قوانين المنطق أوجد وارسم دائرة مبسطة تكافئ الدائرة المعطاة .

الحل :

الدائرة المعطاة يمكن التعبير عنها بلغة المنطق في الصورة  $(p \vee q) \wedge (p \vee r)$  وباستخدام قوانين المنطق نعلم من قانون التوزيع أن  $(p \vee q) \wedge (p \vee r) \equiv p \vee (q \wedge r)$

أذن الدائرة المعطاة تكافئ الدائرة الآتية



٢ - مشكلة ضوء القاعة Hall Light Problem

سوف نناقش الآن أحد المشاكل التقليدية في شبكات المفاتيح الكهربائية وتسمى مشكلة ضوء القاعة وتمثل في كيفية التحكم في ضوء القاعة عن طريق مفتاحين، أحدهم في بداية القاعة والثاني في نهايتها. أى أننا نريد أن نتحكم بتشغيل أو عدم تشغيل مصباح القاعة من أيًا من المفتاحين، وبمعنى آخر أننا نريد تغيير وضع الدائرة الكهربائية سواء من وضع التشغيل ON إلى وضع عدم تشغيل OFF أو من وضع عدم تشغيل OFF إلى وضع تشغيل ON بمجرد الضغط على أيًا من المفتاحين، وبفرض أن المفتاحين هما  $p$ ,  $q$  فإن الاحتمالات الممكنة للمفتاحين تكون

الاحتمالات الممكنة	$p$	$q$
الاحتمال الأول	T	T
الاحتمال الثاني	T	F
الاحتمال الثالث	F	T
الاحتمال الرابع	F	F

في الاحتمال الأول كل من المفتاحين  $p$ ,  $q$  يكون في وضع التشغيل ON ولكن عند تغيير وضع المفتاح  $q$  أو المفتاح  $p$  فإننا نحصل على الاحتمال الثاني أو الاحتمال الثالث على الترتيب وفي الاحتمال الرابع المفتاحين  $p$ ,  $q$  يكونا في وضع عدم تشغيل OFF.

وفي الحقيقة لدينا الآن مجموعتين من التركيبات:

### المجموعة الأولى

تتضمن على الاحتمال الأول والاحتمال الرابع وفيها يكون المفتاحين  $p$  ,  $q$  في نفس الوضع سواء وضع تشغيل كما في الاحتمال الأول أو وضع عدم تشغيل كما في الاحتمال الرابع.

### المجموعة الثانية

تتضمن على الاحتمال الثاني والاحتمال الثالث وفيها يكون المفتاحين في وضعين مختلفين أي أنه إذا كان المفتاح  $p$  في وضع التشغيل فإن المفتاح  $q$  يكون في وضع عدم التشغيل وإذا كان المفتاح  $p$  في وضع عدم تشغيل فإن المفتاح  $q$  يكون في وضع تشغيل.

ويمكن بطريقتين مختلفتين تصميم دائرة مفاتيح للتحكم في تشغيل أو عدم تشغيل مصباح القاعة من أي من المفتاحين.

### الطريقة الأولى

تعتمد على تصميم الدائرة بحيث تحقق :

١ - يمر التيار في الدائرة إذا كان المفتاحين  $p$  ,  $q$  في نفس الوضع سواء وضع تشغيل كما في الاحتمال الأول أو وضع عدم تشغيل كما في الاحتمال الرابع.

٢ - لا يمر التيار في الدائرة إذا كان المفتاحين  $p$  ,  $q$  في وضعين مختلفين كما في الاحتمال الثاني والثالث.

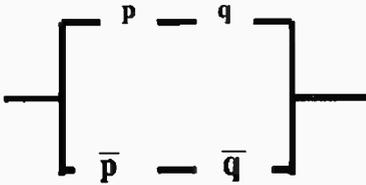
وحيث أنه عندما يكون كل مسن المفتاحين  $p$  ,  $q$  في وضع التشغيل ON فإن التقرير  $p \wedge q$  يكون صواب وعندما يكون كل من المفتاحين  $p$  ,  $q$  في وضع عدم التشغيل OFF فإن التقرير  $\sim p \wedge \sim q$  يكون صواب، وكذلك عندما يكون المفتاحين  $p$  ,  $q$  في وضعين مختلفين فإن التقرير  $p \wedge q$  يكون خطأ وكذلك

التقرير  $\sim p \wedge \sim q$  يكون خطأ أيضا. أذن بلغة المنطق فإن التقرير الذى يصف دائرة ضوء القاعة فى هذه الحالة يكون من نوع الفاصلة وى الصورة

$$(p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)$$

p	q	$\sim p$	$\sim q$	$p \wedge q$	$\sim p \wedge \sim q$	$(p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)$
T	T	F	F	T	F	T
T	F	F	T	F	F	F
F	T	T	F	F	F	F
F	F	T	T	F	T	T

ونلاحظ من جدول الحقيقة أن التقرير  $(p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)$  يكون صواب فى حالة  $p, q$  صواب معا أو خطأ معا، أى عندما يكون  $p, q$  من نفس النوع، كما نلاحظ أن التقرير يكون خطأ فى حالة  $p, q$  مختلفين.



وبالتالى فإن دائرة المفاتيح الكهربائية التى تسمى بالمللوب فى مشكلة ضوء القاعة نحصل عليها برسم الدائرة التى تمثل التقرير  $(p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)$ .

ونلاحظ من الدائرة أنها موصلة على التوازى

- السلك العلوى يحتوى على المفتاحين  $p, q$  وموصلين على التوالى.

- السلك السفلى يحتوى على المفتاحين التتمين  $\bar{p}, \bar{q}$  وموصلين على التوالى.

وعندما يكون المفتاحين  $p, q$  فى وضع التشغيل ON فإن التيار الكهربائى يمر بالدائرة عن طريق السلك العلوى وكذلك عندما يكون المفتاحين  $p, q$  فى وضع عدم التشغيل OFF فإن المفتاحين التتمين  $\bar{p}, \bar{q}$  يكونا فى وضع التشغيل ON وبالتالى يمر التيار الكهربائى بالدائرة عن طريق السلك السفلى، ولكن بمجرد الضغط على أحد المفتاحين ليصبح المفتاحين

$p$  ,  $q$  فى وضعين مختلفين فإن التيار الكهربائى لن يمر سواء بالسلك العلوى أو بالسلك السفلى وبالتالي التيار الكهربائى لن يمر بالدائرة .

### الطريقة الثانية

تعتمد على تصميم الدائرة بحيث تحقق :

١ - يمر التيار فى الدائرة إذا كان المفتاحين  $p$  ,  $q$  فى وضعين مختلفين كما فى الاحتمال الثانى والاحتمال الثالث .

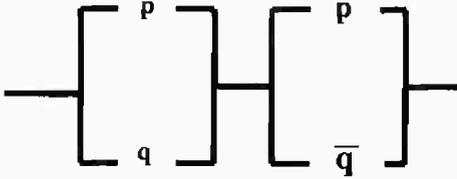
٢ - لا يمر التيار فى الدائرة إذا كان المفتاحين  $p$  ,  $q$  فى نفس الوضع سواء وضع تشغيل كما فى الاحتمال الأول أو وضع عدم تشغيل كما فى الاحتمال الرابع .

وحيث انه عندما يكون كل من المفتاحين  $p$  ,  $q$  فى وضعين مختلفين فإن التقرير  $p \vee q$  يكون صواب وبالتالي التقرير  $\sim p \vee \sim q$  يكون صواب أيضاً، وكذلك عندما يكون المفتاحين  $p$  ,  $q$  فى نفس الوضع فإن التقريران  $\sim p \vee \sim q$  ,  $p \vee q$  يكون أحدهم صواب والآخر خطأ. إذن بلغة المنطق فإن التقرير الذى يصف دائرة ضوء القاعة فى هذه الحالة يكون من نوع الوصلة وفى الصورة

$$(p \vee q) \wedge (\sim p \vee \sim q)$$

p	q	$\sim p$	$\sim q$	$p \vee q$	$\sim p \vee \sim q$	$(p \vee q) \wedge (\sim p \vee \sim q)$
T	T	F	F	T	F	F
T	F	F	T	T	T	T
F	T	T	F	T	T	T
F	F	T	T	F	T	F

ونلاحظ من جدول الحقيقة أن التقرير  $(p \vee q) \wedge (\sim p \vee \sim q)$  يكون صواب فى حالة  $p$  ,  $q$  مختلفين فى النوع، كما نلاحظ أن التقرير يكون خطأ فى حالة  $p$  ,  $q$  صواب معاً أو خطأ معاً، أى عندما يكون  $p$  ,  $q$  من نفس النوع



وبالتالى فإن دائرة المفاتيح الكهربائية التى تفى بالملوب فى مشكلة ضوء القاعة نحصل عليها برسم الدائرة التى تمثل التقرير

$$(p \vee q) \wedge (\sim p \vee \sim q)$$

ونلاحظ من الدائرة أنها موصلة على

التوالى من فرعين

- الفرع الأول يحتوى على المفتاحين  $p, q$  موصلين على التوازى.

- الفرع الثانى يحتوى على المفتاحين المتممين  $\bar{p}, \bar{q}$  موصلين على التوازى.

وعندما يكون المفتاحين  $p, q$  فى وضع التشغيل ON فإن المفتاحين المتممين  $\bar{p}, \bar{q}$  يكونون فى وضع عدم التشغيل OFF ونتيجة لذلك فإن التيار الكهربائى يمر بالفرع الأول ولكنه لن يمر بالفرع الثانى وبالتالي التيار الكهربائى لن يمر بالدائرة، ولكن بمجرد الضغط على أحد المفتاحين ليصبح المفتاحين  $p, q$  فى وضعين مختلفين فإن المفتاحين المتممين  $\bar{p}, \bar{q}$  يكونا فى وضعين مختلفين أيضا ونتيجة لذلك فإن التيار الكهربائى سوف يمر بالفرع الأول وكذلك يمر بالفرع الثانى وبالتالي التيار الكهربائى يمر بالدائرة. وباستخدام تكافؤ التقارير نلاحظ أن:

$$(p \vee q) \wedge (\sim p \vee \sim q)$$

$$\equiv ((p \vee q) \wedge \sim p) \vee ((p \vee q) \wedge \sim q)$$

$$\equiv (\sim p \wedge (p \vee q)) \vee (\sim q \wedge (p \vee q))$$

$$\equiv ((\sim p \wedge p) \vee (\sim p \wedge q)) \vee ((\sim q \wedge p) \vee (\sim q \wedge q))$$

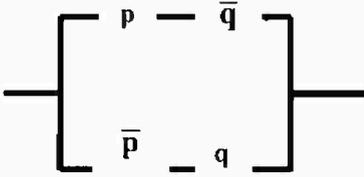
$$\equiv (\sim p \wedge q) \vee (\sim q \wedge p)$$

$$\equiv (p \wedge \sim q) \vee (\sim p \wedge q)$$

أذن التقرير الذى يصف دائرة ضوء القاعة فى هذه الحالة يكون من نوع الفاصلة وفى الصورة

$$(p \wedge \sim q) \vee (\sim p \wedge q)$$

p	q	$\sim p$	$\sim q$	$p \wedge \sim q$	$\sim p \wedge q$	$(p \wedge \sim q) \vee (\sim p \wedge q)$
T	T	F	F	F	F	F
T	F	F	T	T	F	T
F	T	T	F	F	T	T
F	F	T	T	F	F	F



وبالتالى فإن دائرة المفاتيح الكهربائية التى تسمى  
بالمطلوب فى مشكلة ضوء القاعة نحصل عليها  
برسم الدائرة التى تمثل التقرير

$$(p \wedge \sim q) \vee (\sim p \wedge q)$$

ونلاحظ من الدائرة أنها موصلة على التوازي

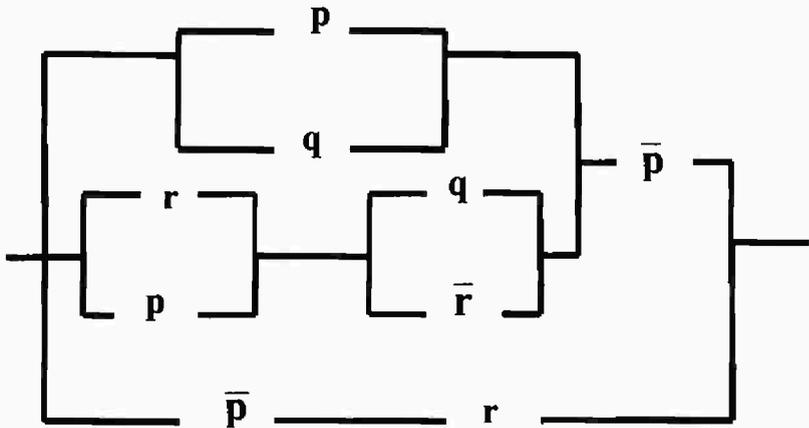
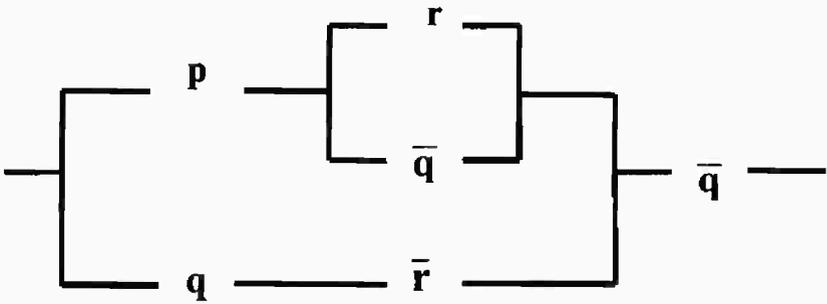
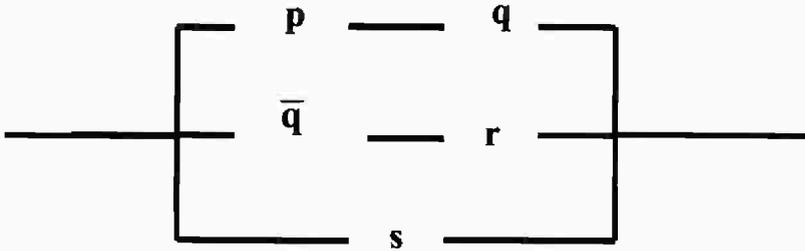
- السلك العلوى يحتوى على المفاتيح  $p$  ,  $\bar{q}$  موصلين على التوالى .
- السلك السفلى يحتوى على المفاتيح  $\bar{p}$  ,  $q$  موصلين على التوالى .

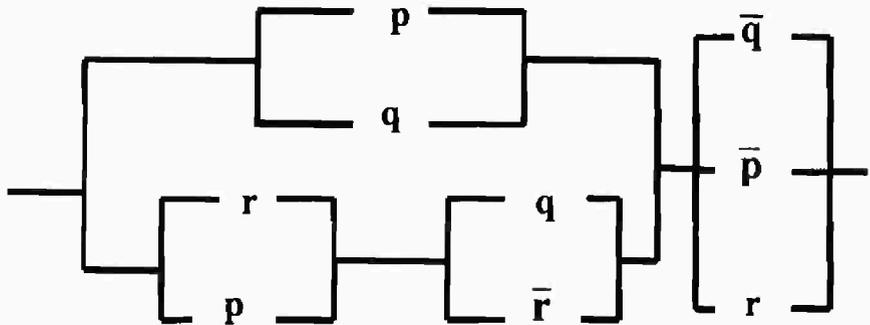
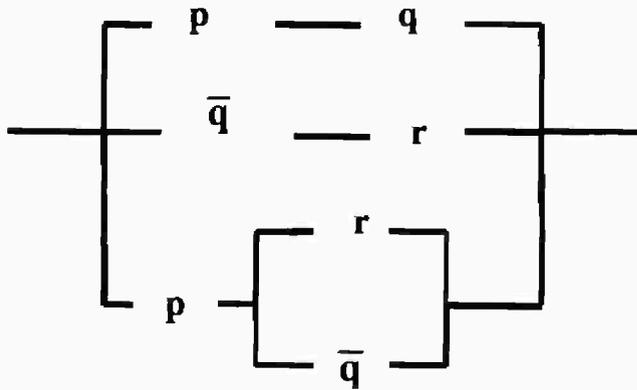
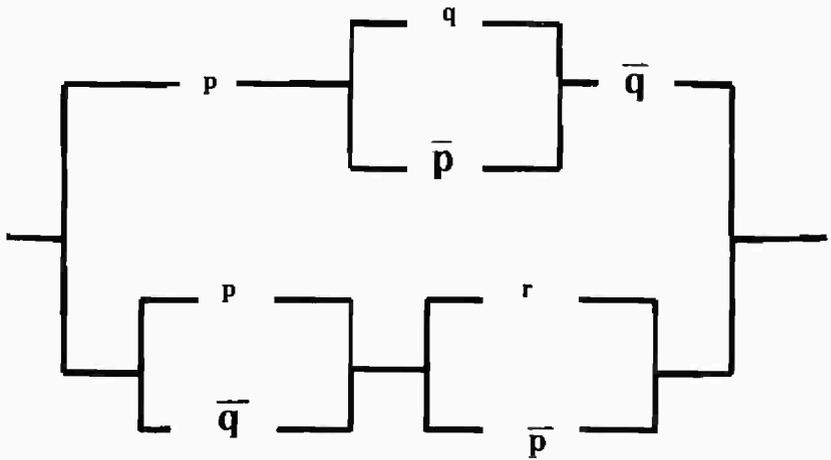
وعندما يكون المفاتيح  $p, q$  فى وضع التشغيل ON فإن المفاتيح المتممين  $\bar{p}$  ,  $\bar{q}$  يكونا  
فى وضع عدم التشغيل OFF ونتيجة لذلك فإن التيار الكهربائى لن يمر بالسلك العلوى  
وكذلك لن يمر بالسلك السفلى، وبالتالى التيار الكهربائى لن يمر بالدائرة، ولكن بمجرد الضغط  
على أحد المفاتيح ليصبح المفاتيح  $p, q$  فى وضعين مختلفين فإن المفاتيح المتممين  $\bar{p}$  ,  $\bar{q}$   
يكونا فى وضعين مختلفين أيضا وبالتالى التيار الكهربائى يمر بالدائرة بسبب

- إذا كان المفتاح  $p$  فى وضع تشغيل بينما المفتاح  $q$  فى وضع عدم تشغيل فإن التيار  
الكهربائى سوف يمر بالسلك العلوى.
- إذا كان المفتاح  $p$  فى وضع عدم تشغيل بينما المفتاح  $q$  فى وضع تشغيل فإن  
التيار الكهربائى سوف يمر بالسلك السفلى.

## تمارين الفصل الثامن

١ - اكتب بلغة المنطق ما تعنيه كل من الدوائر الآتية :

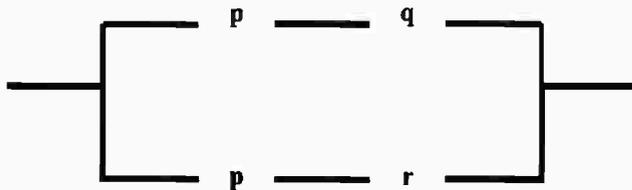
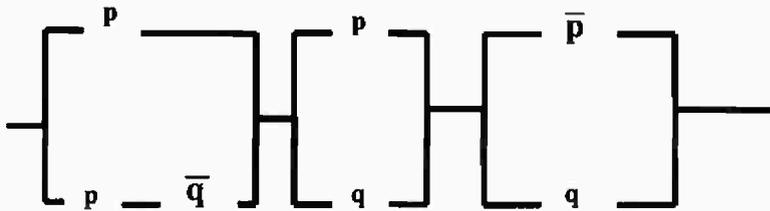
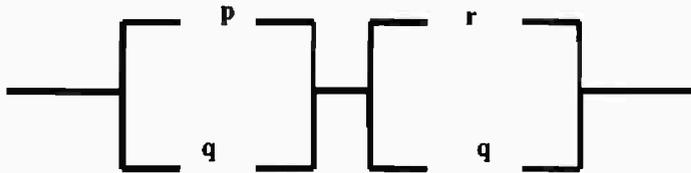
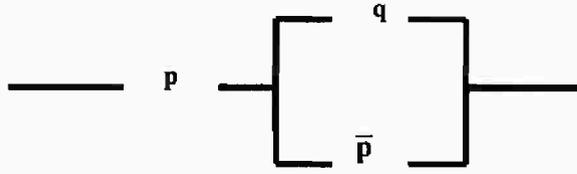


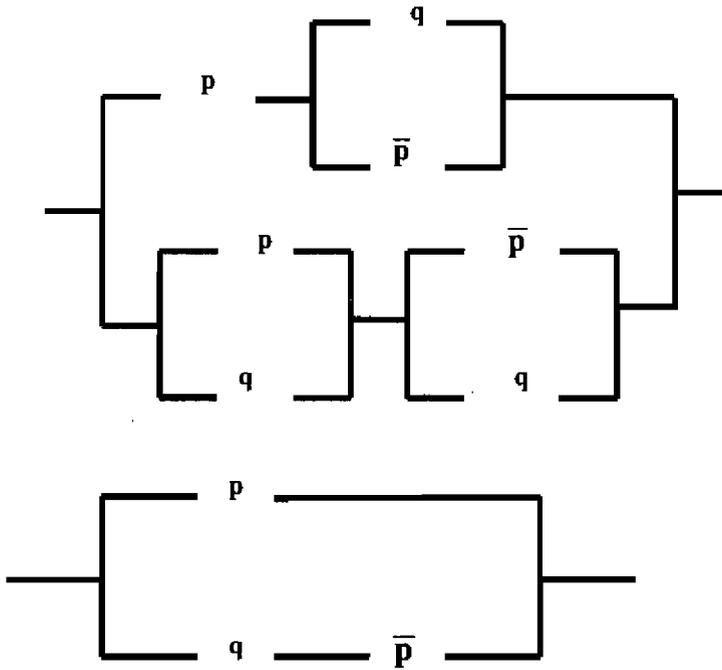


٢ - ارسم دائرة مفاتيح كهربائية لتمثيل كل من التقارير الآتية :

- 1 -  $p \wedge (\sim p \vee q)$
- 2 -  $(p \vee \sim q) \wedge \sim p$
- 3 -  $p \rightarrow q$
- 4 -  $p \leftrightarrow q$
- 5 -  $p \wedge q \rightarrow q \wedge p$
- 6 -  $(\sim p \vee q) \wedge (p \wedge (r \vee \sim q))$
- 7 -  $((r \vee p) \wedge (q \vee \sim r)) \vee \sim p$
- 8 -  $((p \vee q) \wedge \sim p) \vee (\sim p \wedge r)$
- 9 -  $r \rightarrow (p \wedge q)$
- 10 -  $(p \wedge (p \vee \sim q)) \wedge (q \vee \sim r)$
- 11 -  $(p \vee (r \vee q)) \wedge (\sim q \vee \sim r)$
- 12 -  $(p \wedge q) \vee (r \wedge \sim p)$
- 13 -  $\sim (p \wedge q) \wedge (p \vee \sim q)$
- 14 -  $(p \vee \sim q) \wedge (p \vee r)$
- 15 -  $((p \rightarrow q) \wedge \sim q) \rightarrow \sim p$
- 16 -  $((p \wedge q) \vee (p \wedge \sim q)) \vee (\sim p \vee \sim q)$
- 17 -  $(\sim p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)$
- 18 -  $((p \wedge r) \vee (p \wedge \sim q)) \vee q$
- 19 -  $(p \wedge (\sim q \vee r)) \vee q$
- 20 -  $(p \wedge q) \vee ((p \wedge r) \wedge (\sim q \wedge p))$

٣ - أوجد وارسم دائرة مبسطة تكافئ الدائرة المعطاة فى كل مما يأتى :





٤ - ارسم دائرة مفاتيح كهربائية لتمثيل كل من التقارير الآتية في أبسط صورة :

- (1)  $p \rightarrow (\sim q \wedge r)$
- (2)  $\sim q \rightarrow \sim p$
- (3)  $(p \rightarrow q) \rightarrow q$
- (4)  $\sim (\sim p \wedge \sim q)$
- (5)  $(p \wedge q) \vee (p \wedge r)$
- (6)  $(p \vee q) \wedge (p \vee r)$
- (7)  $(p \rightarrow r) \vee (q \rightarrow r)$
- (8)  $\sim (p \wedge q) \wedge (p \vee \sim q)$
- (9)  $p \wedge q \rightarrow q \wedge p$
- (10)  $(p \vee \sim q) \wedge \sim p$

$$(11) \quad (p \wedge (\sim q \vee r)) \vee q$$

$$(12) \quad (p \wedge q) \vee ((p \wedge r) \vee (\sim q \wedge p))$$

$$(13) \quad ((p \wedge q) \vee (p \wedge \sim q)) \vee (\sim p \wedge \sim q)$$

$$(14) \quad (\sim p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)$$

$$(15) \quad ((p \wedge r) \vee (p \wedge \sim q)) \vee q$$

٥ - فى اجتماع بين ثلاثة مديرين باحد الشركات (رافت - محمد - سمير) يراد التصويت على قرار بالموافقة أو عدم الموافقة وفقا لقاعدة الأغلبية، بمعنى انه يتم الموافقة على اتخاذ القرار إذا وافق اثنين على الأقل ويتم عدم الموافقة على اتخاذ القرار إذا لم يوافق اثنين على الأقل، علما بأن الثلاثة سوف يشتركون بصورة فعلية فى التصويت (لا يوجد امتناع عن التصويت). المطلوب رسم دائرة فى اسط صورة توضح عملية اتخاذ القرار.