



جامعة حلب في المناطق المحررة  
كلية الهندسة المعلوماتية  
السنة الرابعة

مقرر عملي

# بنية وتنظيم الحواسيب 2

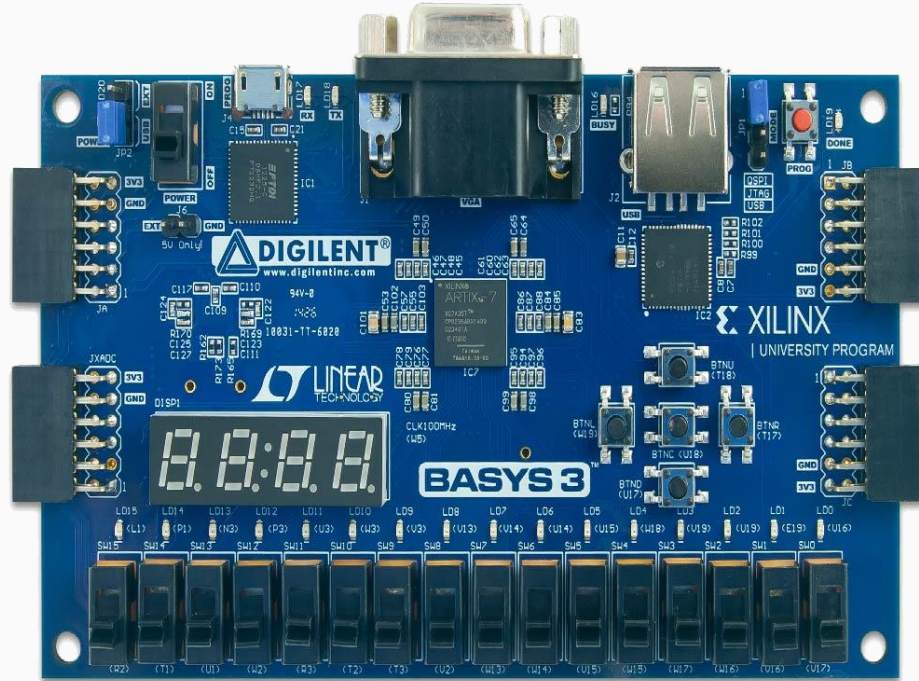
PLD (Programmable Logic Device)

د.م. عبد القادر غزال

م. محمد نور بدوي

المحاضرة العملية الثانية

العام الدراسي: 2023 - 2024





## مقدمة عن PLD (Programmable Logic Device)

- ليكن لدينا دائرة عملية ممثلة بالتابع المنطقي البسيط التالي والمطلوب تنفيذ هذه الدائرة

$$F = AC + A\bar{D} + AB$$

يتكون التابع كما هو واضح من البوابات المنطقية

3AND Gate (2Input) + OR Gate (3 Input) + Not Gate

أي أننا بحاجة للشرائح المنطقية التالية، بالإضافة الى عناصر متممة مثل الأسلاك ومصدر تغذية كهربائية

7408

7404

7432



## مقدمة عن PLD (Programmable Logic Device)

يجب وصل الشرائح مع بعضها البعض بحيث تحقق التابع المنطقي F كما هو موضح بالشكل التالي

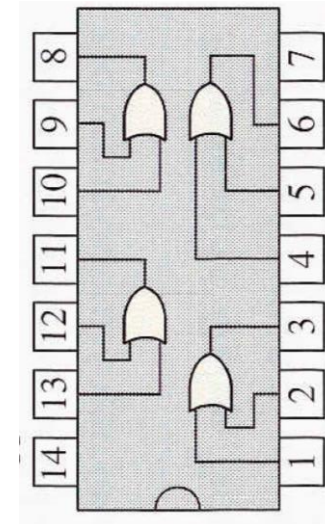
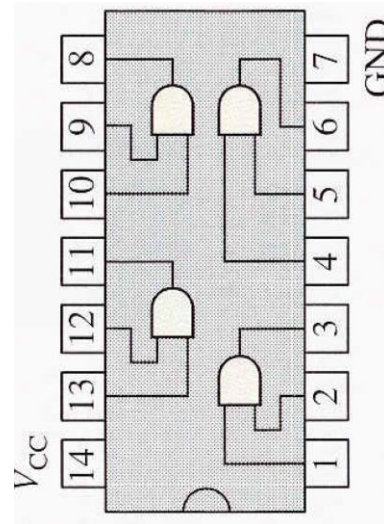
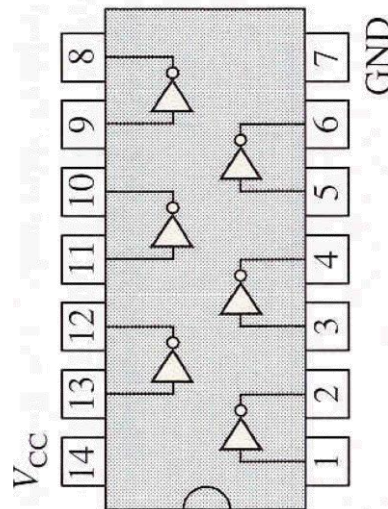
$$F = AC + A\bar{D} + AB$$

A

B

C

D

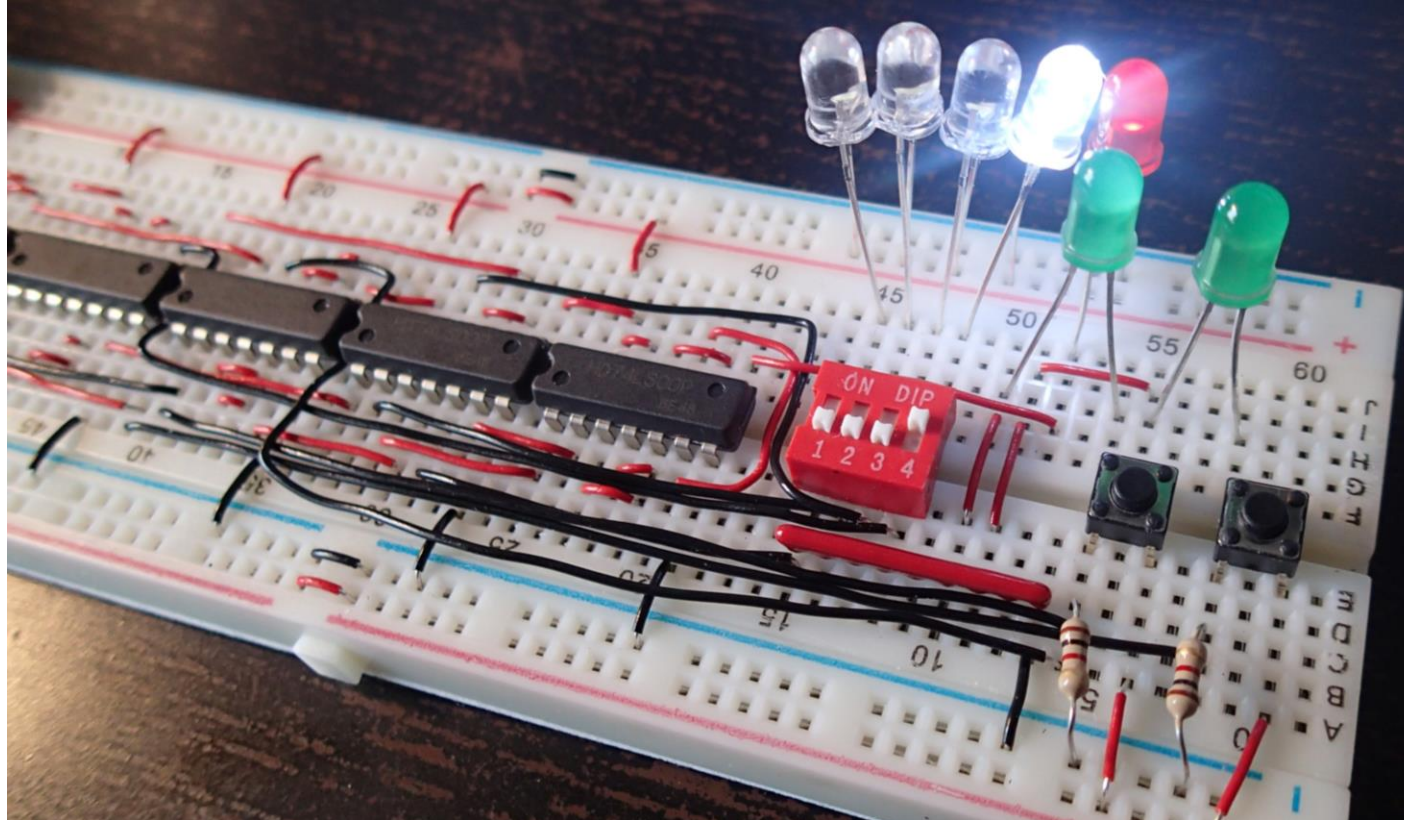




## مقدمة عن PLD (Programmable Logic Device)



- الخطوة التالية هي اختبار الدارة على برنامج محاكي للدارات الالكترونية للتأكد من عمل الدارة
- ثم الانتقال إلى تنفيذ الدارة على لوحة الاختبار واجراء الاختبارات العملية



صورة تعبيرية





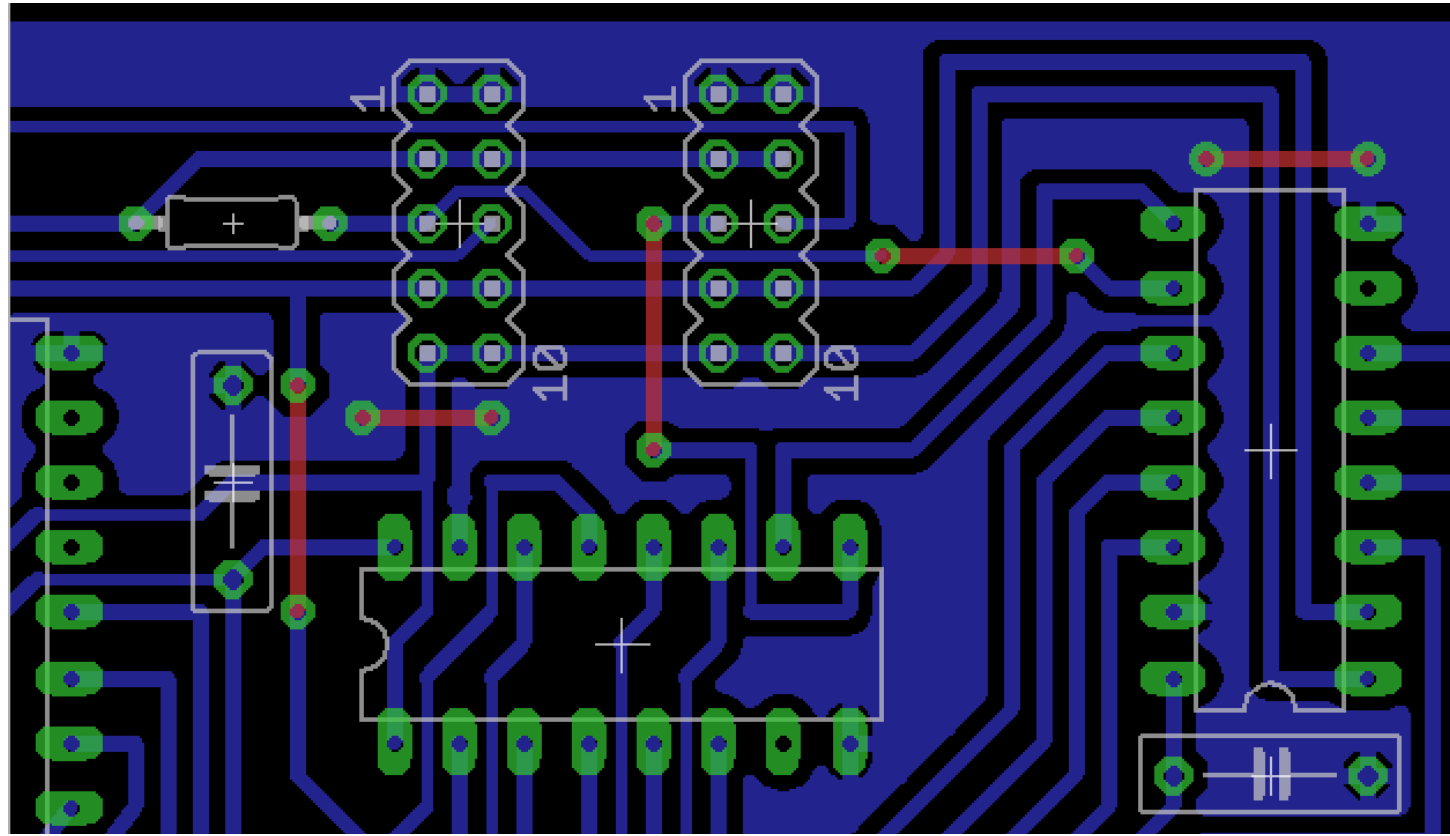
- - الخطوة التالية هي الانتقال الى أحد برامج تصميم الدارات المطبوعة PCB لرسم مخطط الدارة وتوصيلاتها، مثل برنامج Eagle أو OrCAD





## مقدمة عن PLD (Programmable Logic Device)

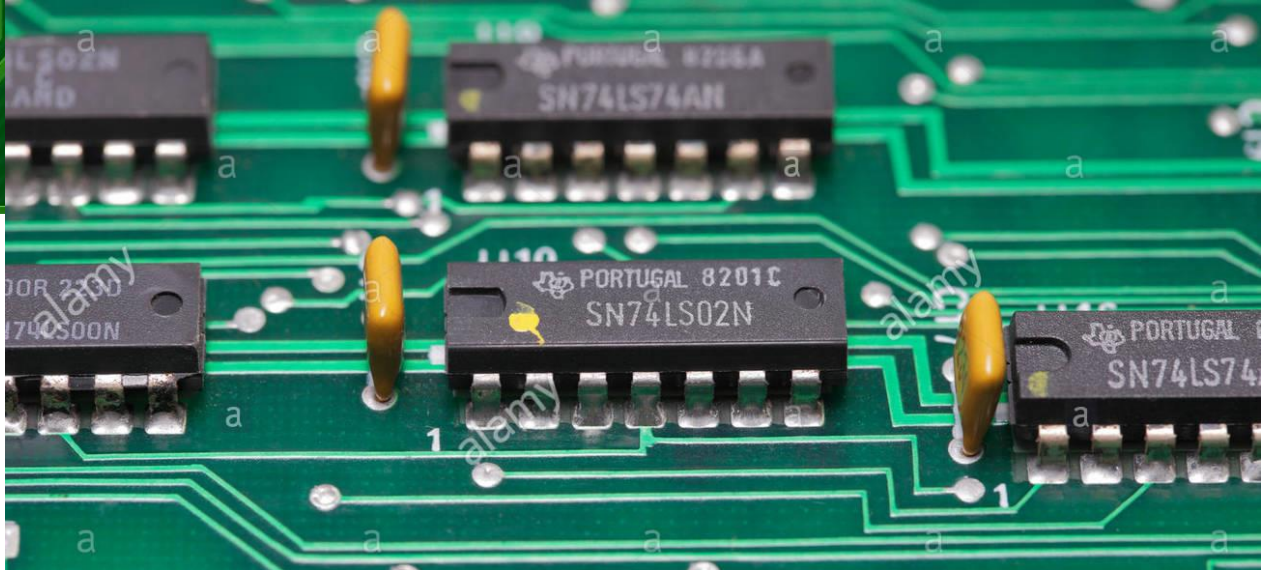
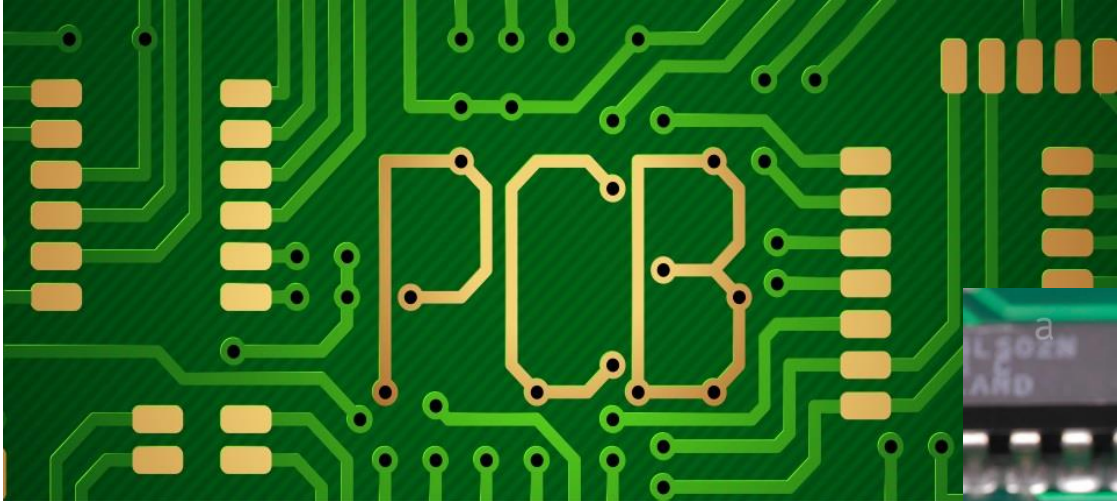
- حيث يقوم برنامج تصميم الدارة المطبوعة PCB بإصدار مخطط Layout PCB كالموضح أدناه





## مقدمة عن PLD (Programmable Logic Device)

- ثم تقوم شركة مختصة بتحويل المخطط الى بطاقة بتوصيلات نحاسية، يمكن تركيب ولحام العناصر عليها





## مقدمة عن PLD (Programmable Logic Device)

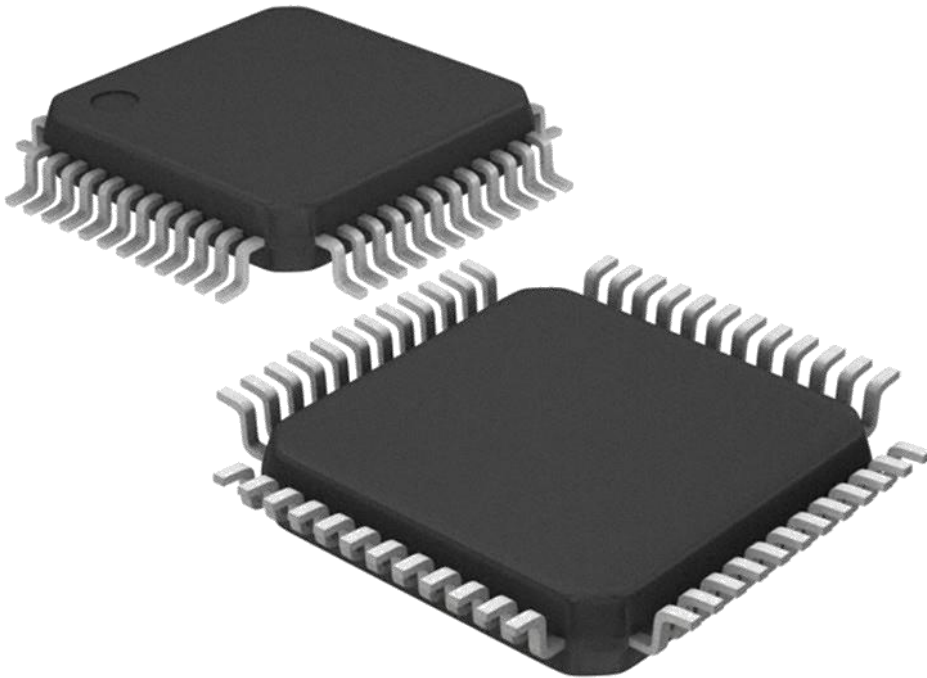
- من خلال الخطوات السابقة تتبين الصعوبة النسبية في تنفيذ الدارات الرقمية والمنطقية والتي تزداد صعوبة مع ازدياد درجة تعقيد الدارة المطلوب تنفيذها
- وفي حال تطلب التطبيق أي تعديل نجد أنه لا بد من إعادة الخطوات من جديد، والذي يترافق مع خسارة بعض العناصر مثل PCB وصعوبات فك التجهيزات





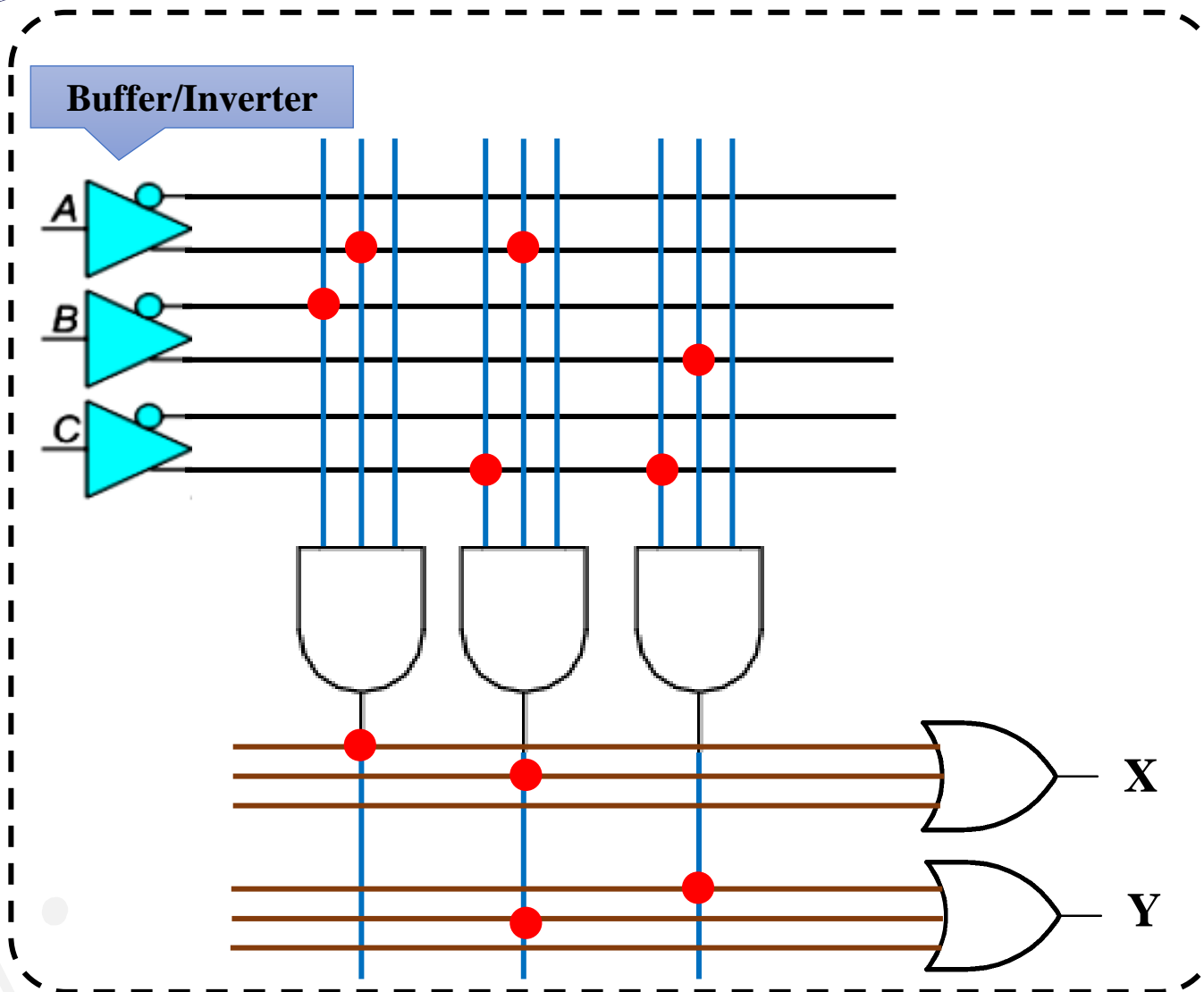
# ما هي PLD (Programmable Logic Device)

- هي نوع من الأجهزة الإلكترونية التي يمكن برمجتها لأداء وظائف معينة في الدوائر الرقمية.
- تم تطويرها لتنفيذ العمليات المنطقية والرقمية بدقة وسرعة.
- تتميز PLD بقابليتها لتغيير البرمجة بحرية لتحقيق وظائف مختلفة دون الحاجة إلى تغيير الدائرة الفعلية





# ما هي PLD (Programmable Logic Device)

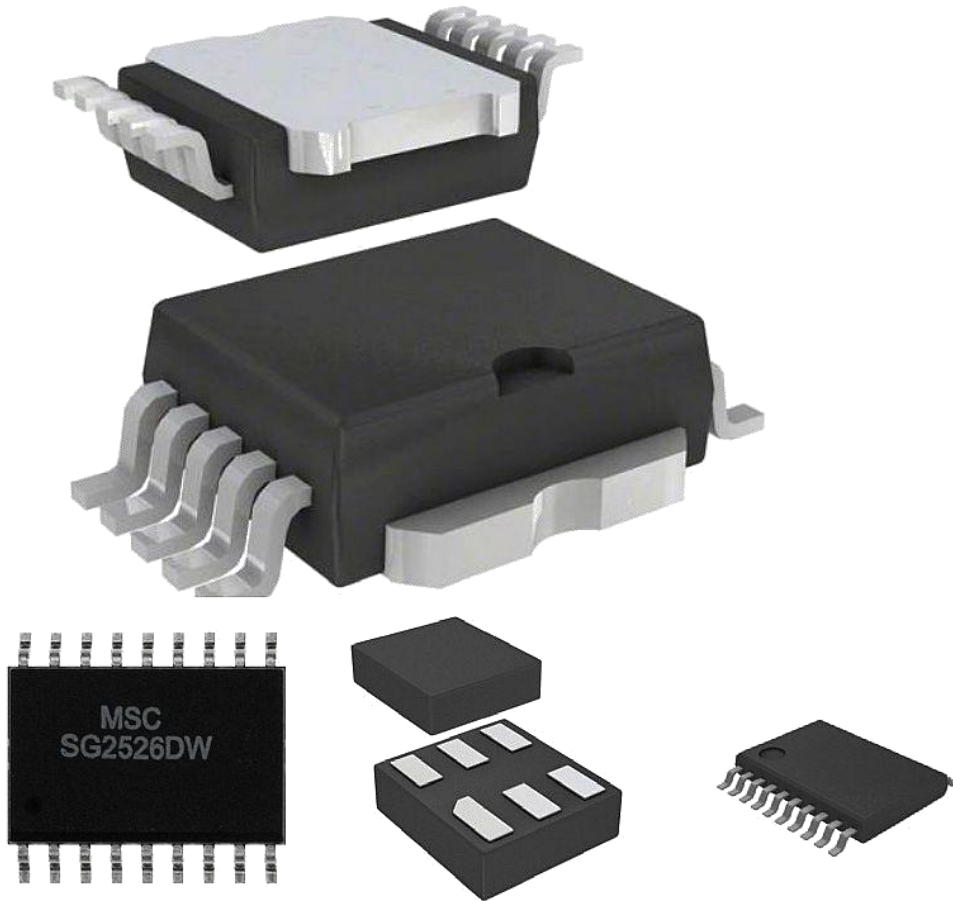


- ليكن المطلوب بناء الدارة المنطقية التي تحقق التابعين التاليين

$$X = A\bar{B} + AC$$

$$Y = BC + AC$$

Programmable  
Logic Device  
PLD



- بشكل عام يمكن تصنيف PLD الى:

➤ Simple PLD – SPLD

➤ Complex PLD – CPLD

- كما يمكن تصنيف SPLD الى:

Programmable Array Logic – PAL

Generic Array Logic – GAL

تبرمج PAL لمرة واحدة في حين يمكن برمجة

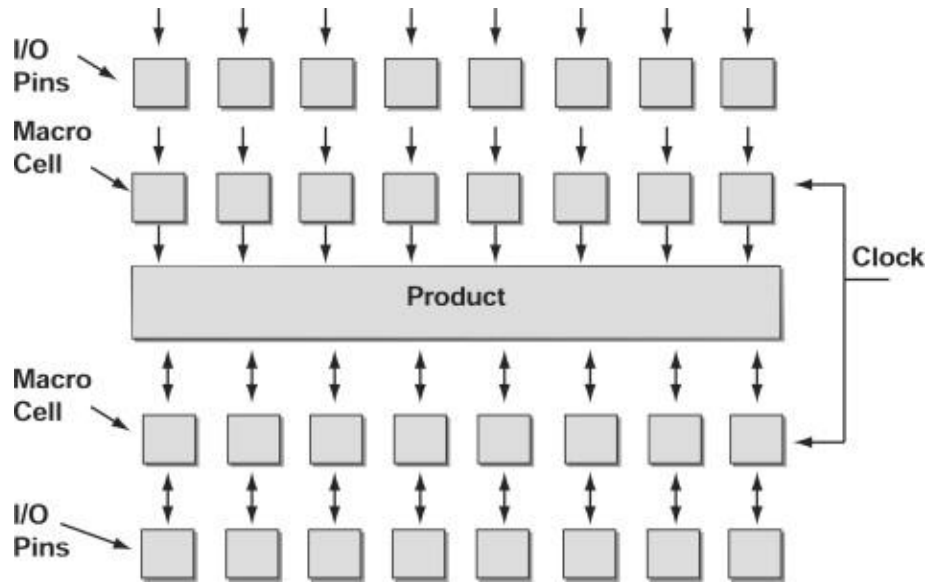
GAL لأكثر من مرة



هو نوع من أنواع أجهزة PLD التي تستخدم لتنفيذ وظائف منطقية بسيطة.

هذا النوع من الأجهزة يتضمن عادة مصفوفة صغيرة من البوابات المنطقية والمؤقتات المنطقية التي يمكن برمجتها لتنفيذ تطبيقات منطقية بسيطة.

تستخدم هذه الأجهزة عادة في تكوينات الأنظمة التي لا تتطلب تعقيدًا كبيرًا في المنطق الرقمي وتعتبر من بين أبسط أنواع الأجهزة القابلة للبرمجة.





## Programmable Array Logic – PAL



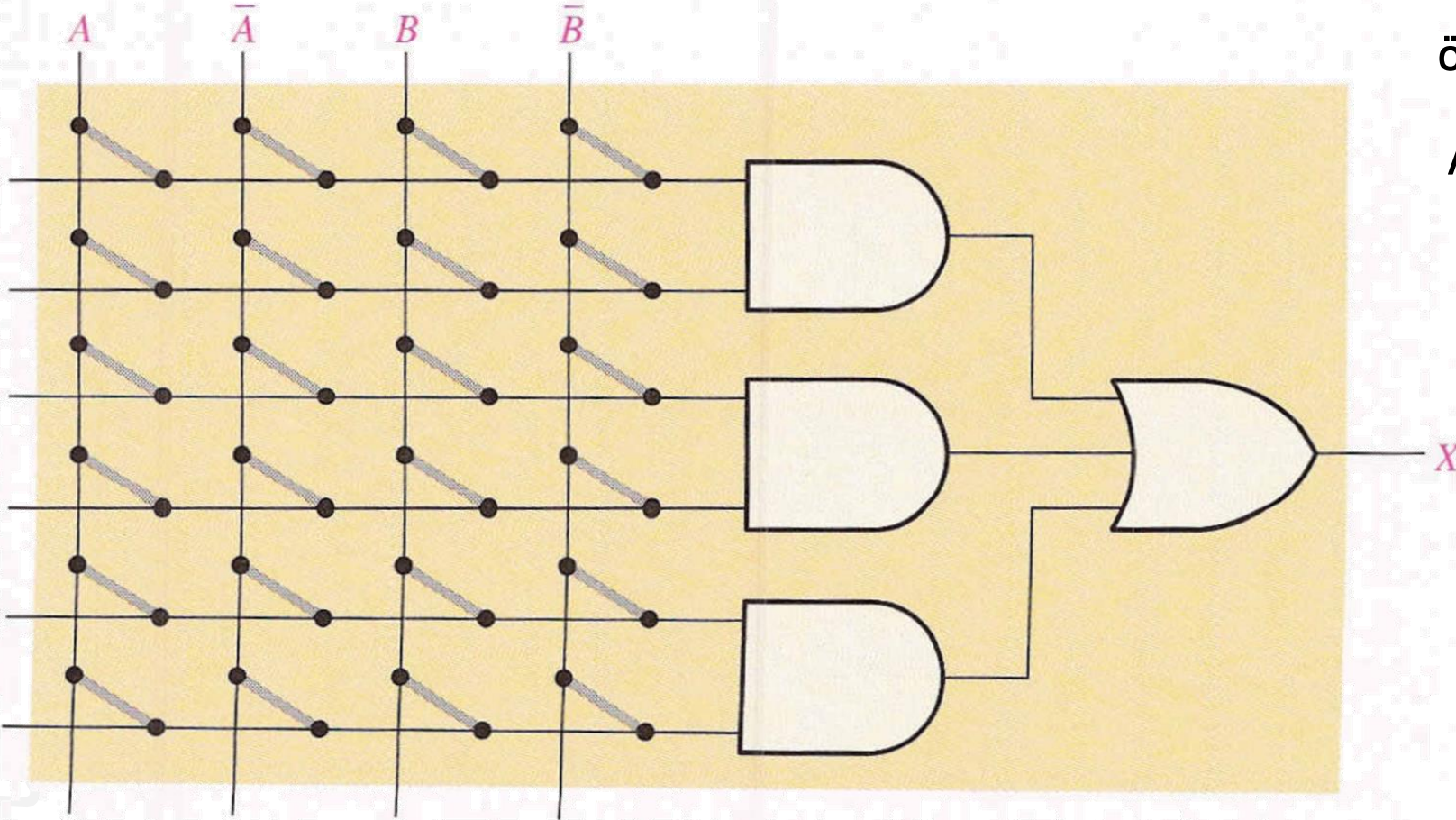
- يوضح الشكل نموذج مبسط لبنية PAL والتي تتكون من مجموعة بوابات AND يمكن وصل مداخلها مع متحول الدخل أو متممه (خرج Buffer)، تتم عملية الوصل أو الفصل من خلال ضبط (برمجة) الوصلة

(Fuse)، والتي تبرمج لمرة واحدة

فقط في حين توصل مخارج AND

مع بوابة OR لتشكل أي تابع

بصيغة SOP





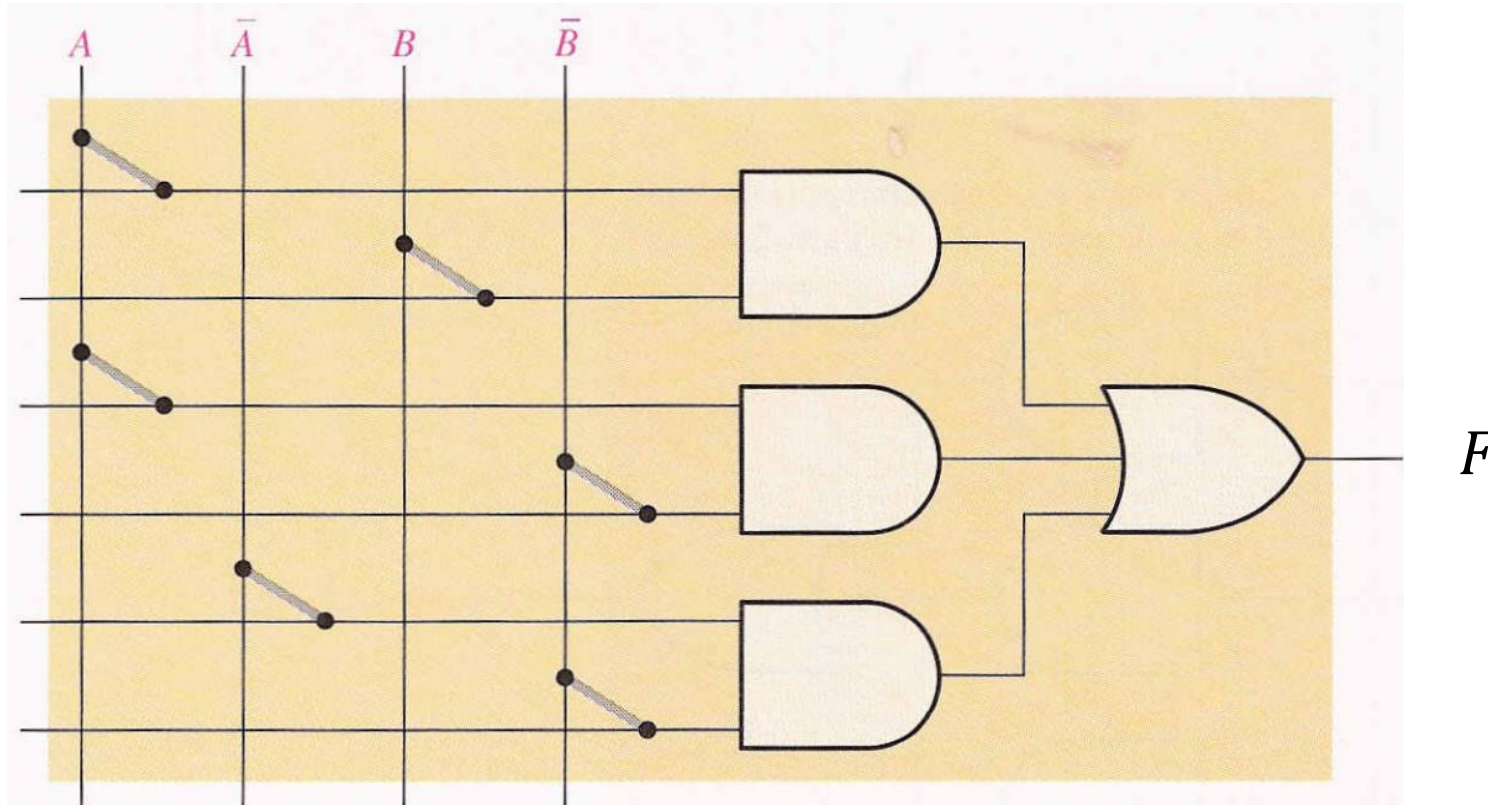


## Programmable Array Logic – PAL



- يوضح الشكل كيفية تحقيق التابع  $F$  من خلال برمجة الوصلات المناسبة

$$F = AB + A\bar{B} + \bar{A}\bar{B}$$

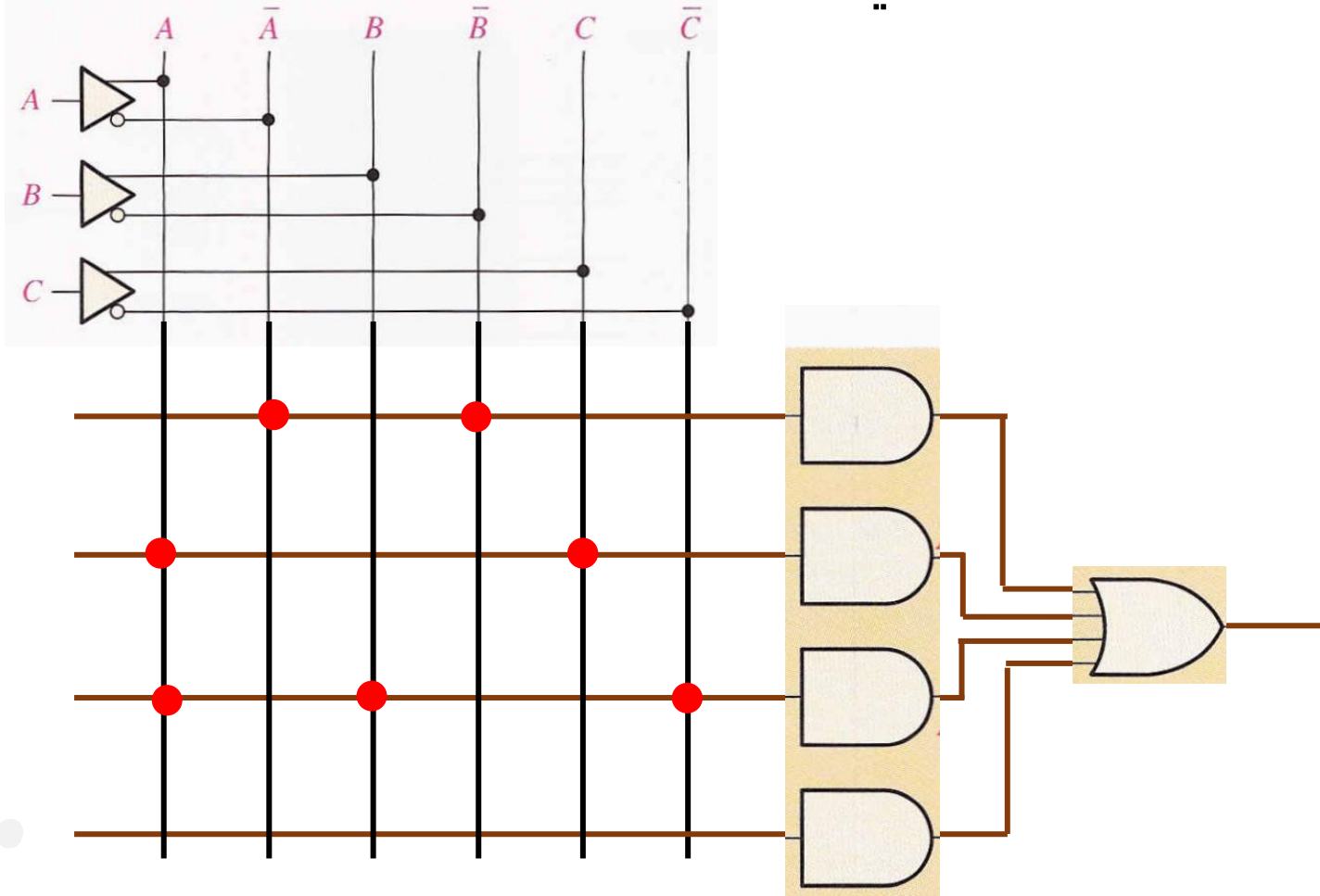




# Programmable Array Logic – PAL



- أوجد التابع الناتج عن ضبط Fuses الموضح بالشكل التالي:

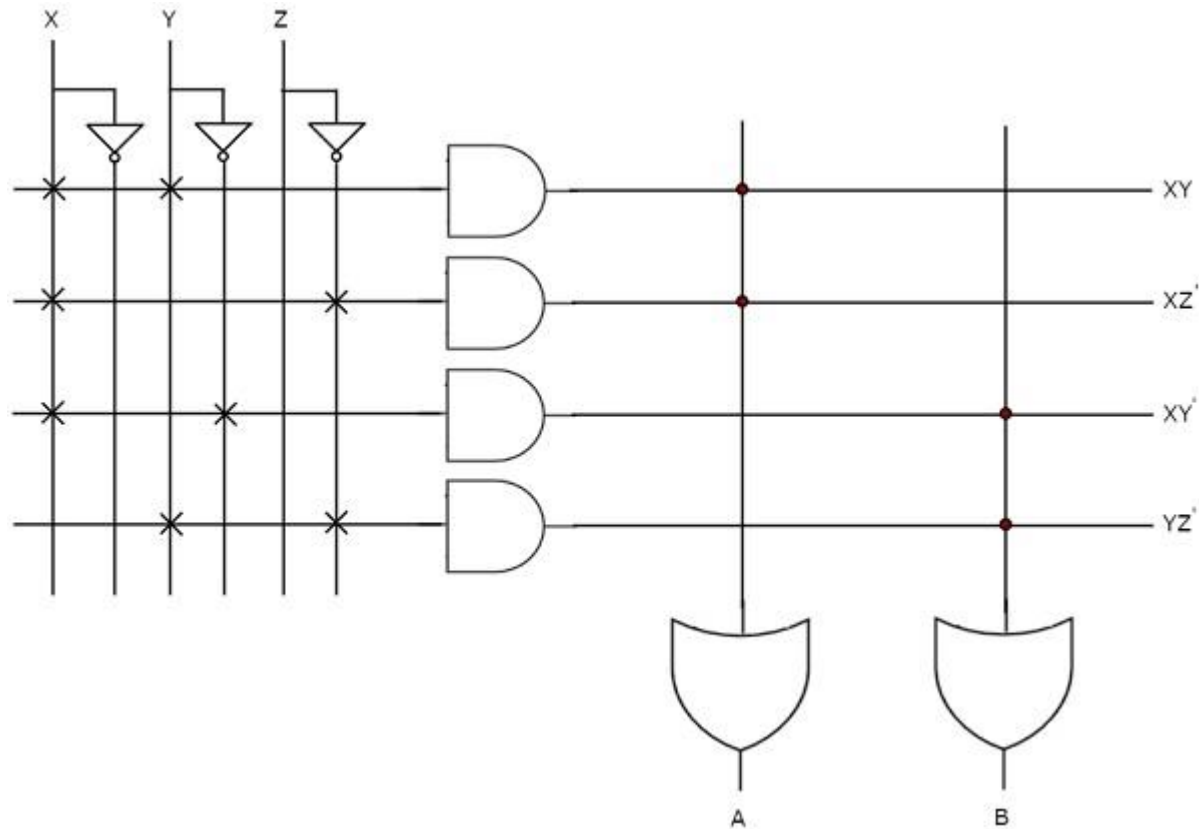




# Programmable Array Logic – PAL



- أوجد التابع الناتج عن ضبط Fuses الموضح بالشكل التالي:



$$A = XY + XZ'$$

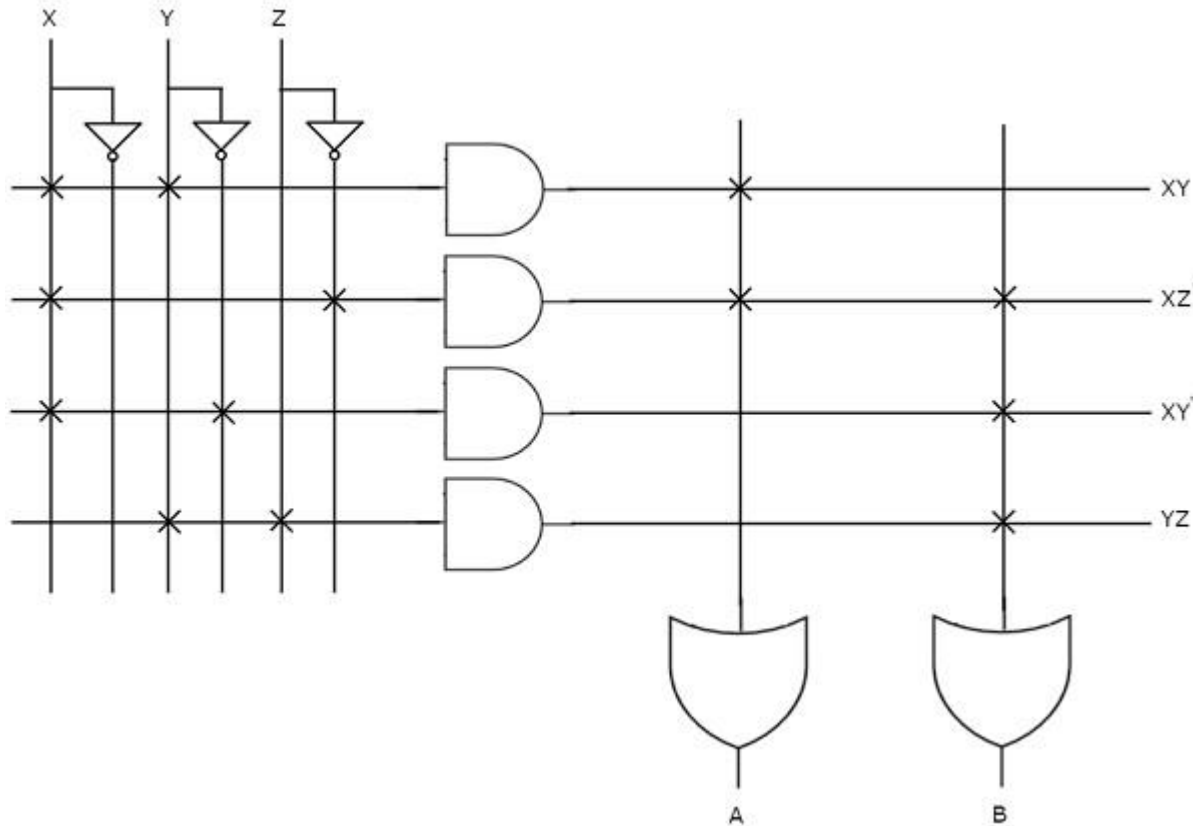
$$B = XY' + YZ'$$



# Programmable Array Logic – PAL



- أوجد التابع الناتج عن ضبط Fuses بالشكل التالي:



$$A = XY + XZ'$$

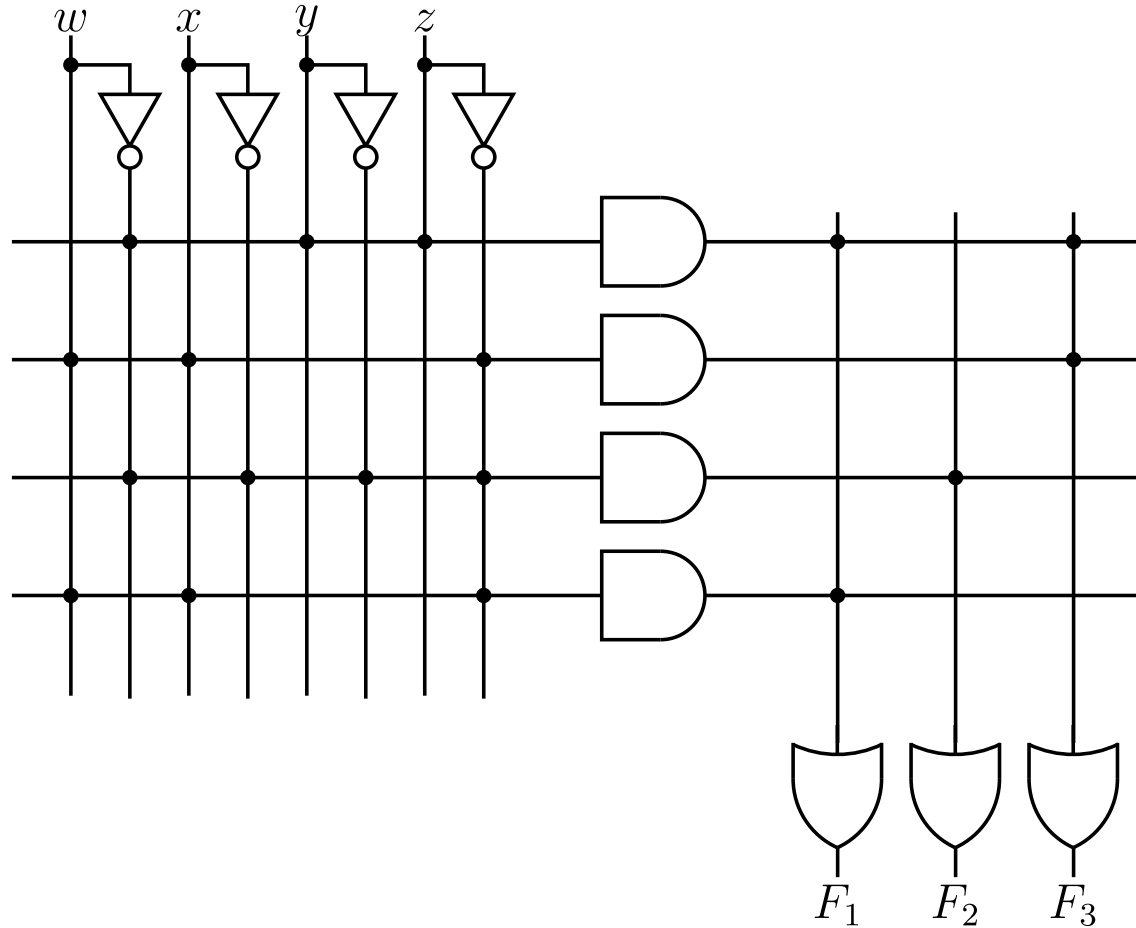
$$B = XY' + YZ + XZ'$$



# Programmable Array Logic – PAL



- أوجد التابع الناتج عن ضبط Fuses بالشكل التالي:



$$F1 = ?$$

$$F2 = ?$$

$$F3 = ?$$

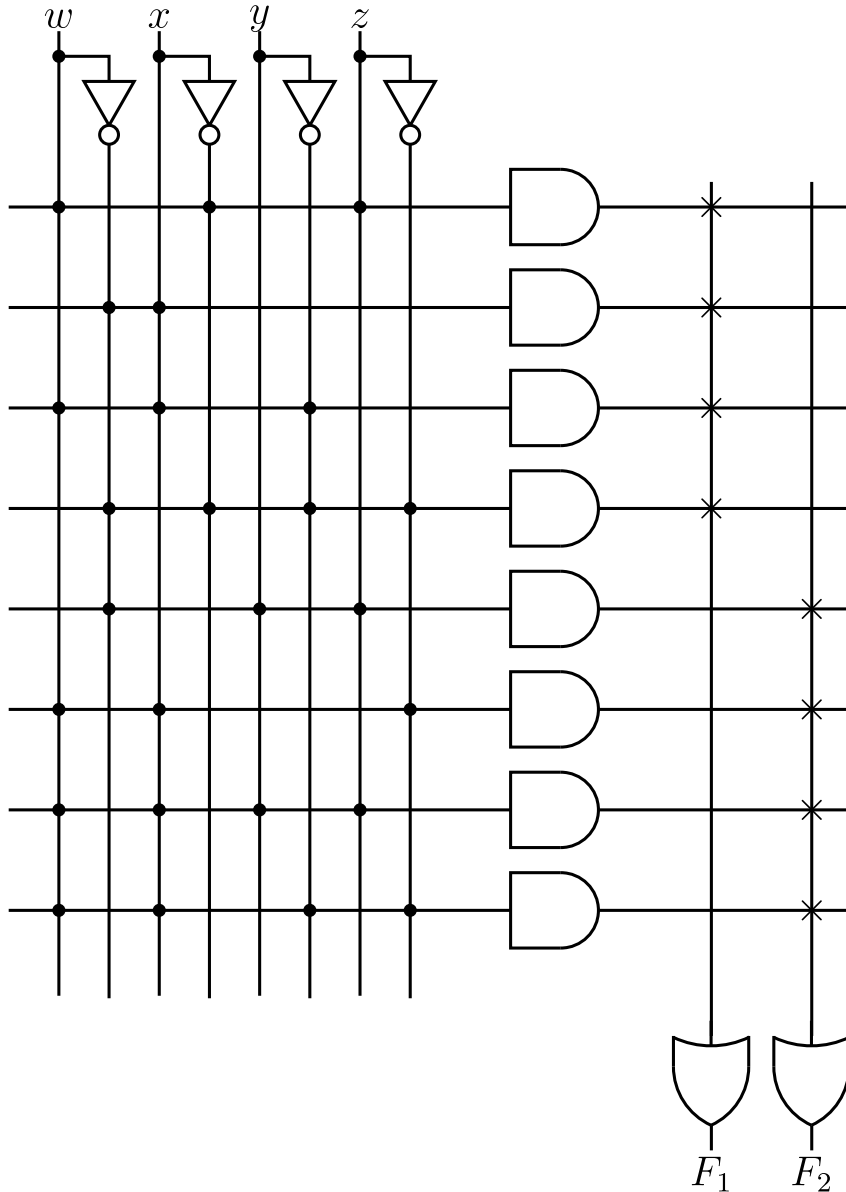




## Programmable Array Logic – PAL



- أوجد التابع الناتج عن ضبط Fuses بالشكل التالي:



$$F1 = ?$$

$$F2 = ?$$

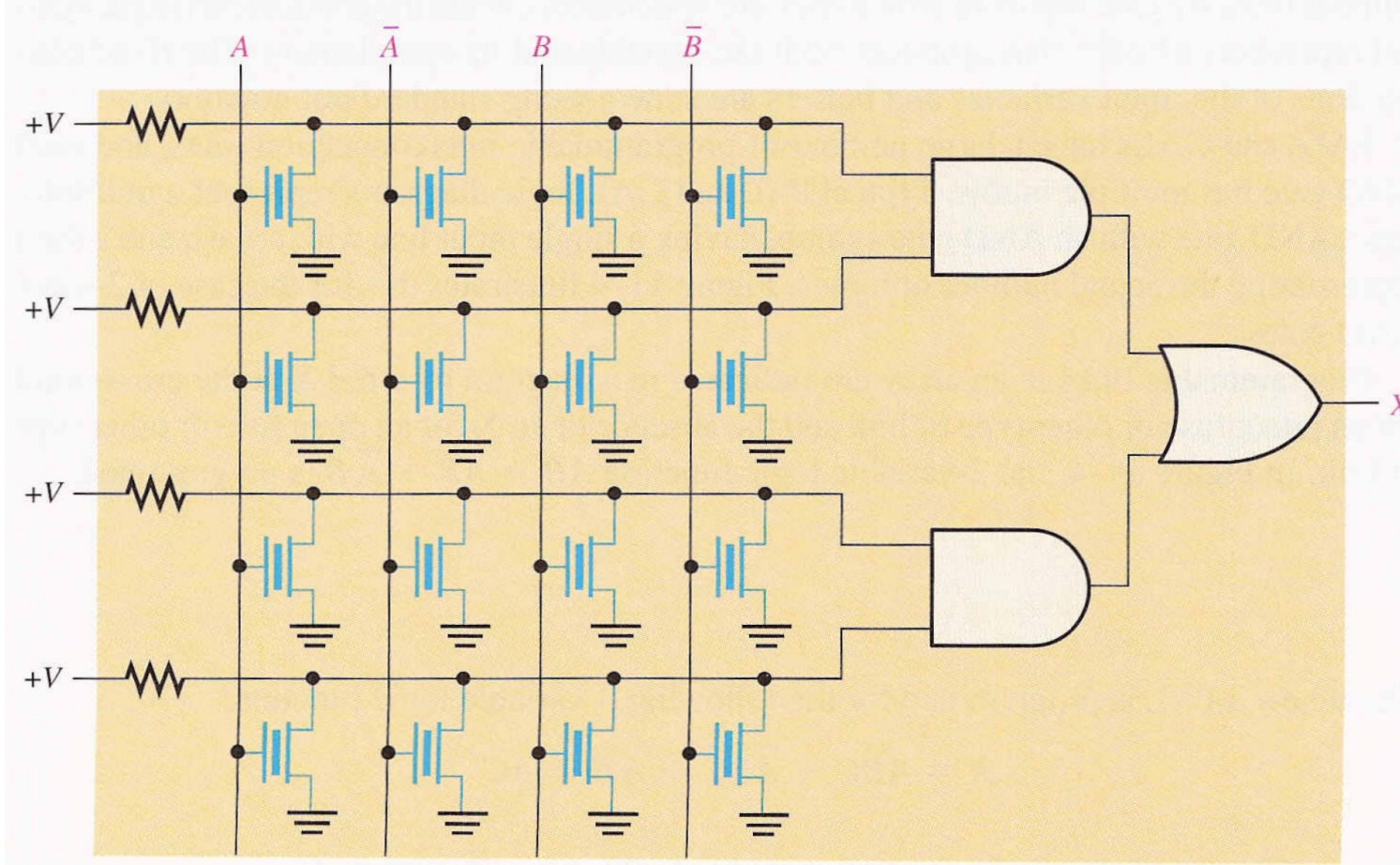


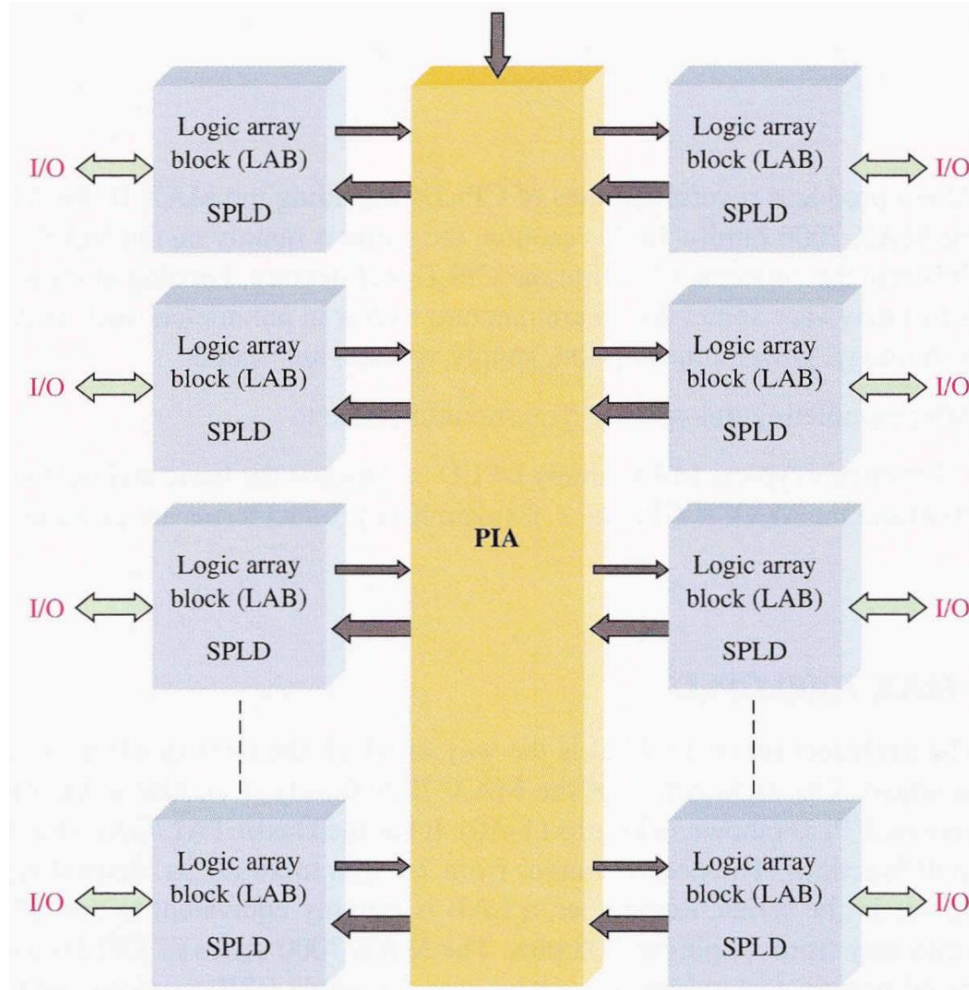
## Generic Array Logic – GAL



يكمّن اختلاف هذه الشريحة  
عن سابقتها بنوع الوصلة،  
حيث تكون هنا قابلة لإعادة  
البرمجة

تصنع الوصلة عادة من  
ترانزستورات MOSFET والتي  
تتميز بحفظ شحنة البوابة  
لزمن طويل

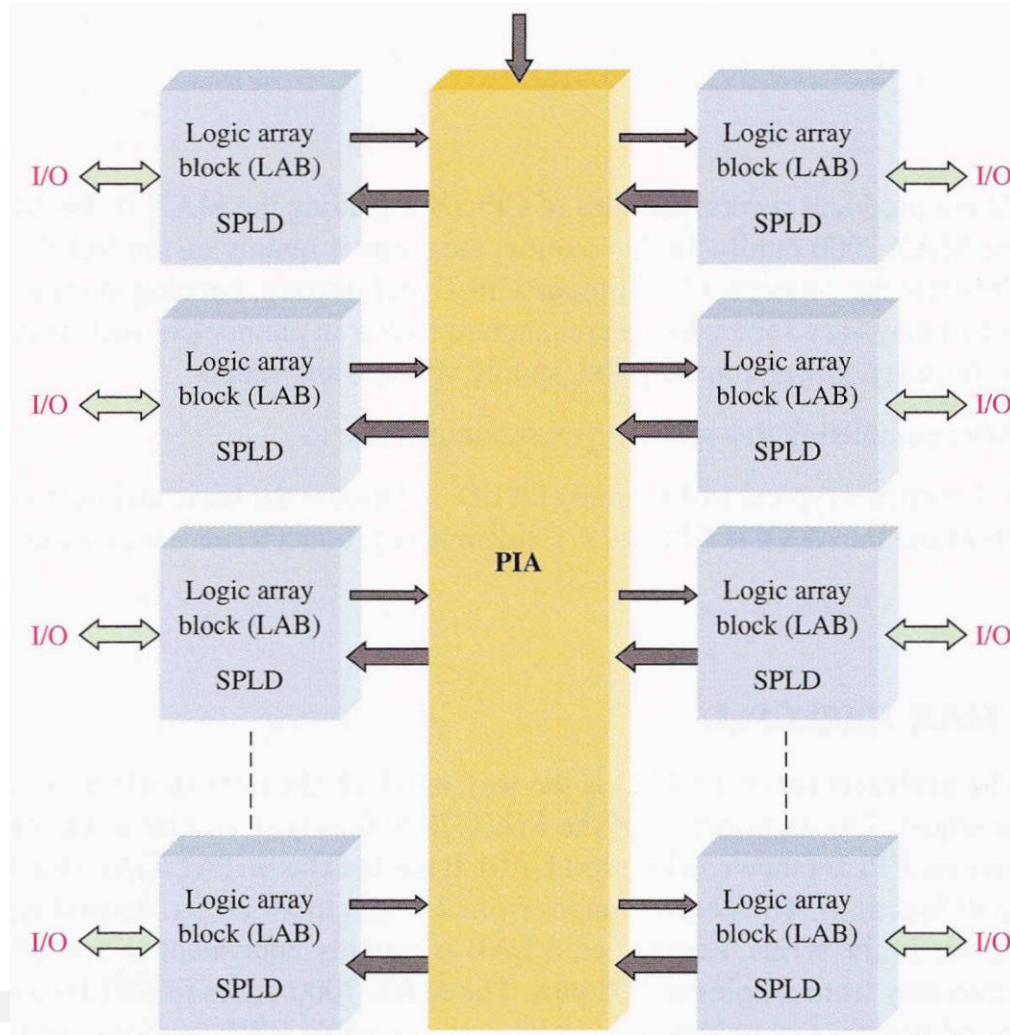




- كما هو واضح من الشكل فان CPLD هي عبارة عن مجموعة من SPLD

(تسمى هنا Logic Array Block - LAB) تتصل فيما بينها عبر وصلات داخلية قابلة للبرمجة (تسمى Programmable Interconnect Array - PIA)، وتختلف البنية الداخلية للشريحة باختلاف الشركة المصنعة

- تستخدم CPLD لتنفيذ التوابع المنطقية المعقدة بصيغة SOP من خلال الوصل المتداخل للعناصر



- تختلف هذه الشرائح فيما بينها من حيث كثافة العناصر الداخلية، تكنولوجيا التصنيع، استهلاك الطاقة، جهد التشغيل
- يضم بعضها عشرات Macrocell وصولاً لأكثر من 2000 ضمن شريحة تملك عدة مئات من الأقطاب (Pin)
- تعد Altera & Xilinx من أهم الشركات المصنعة لهذه الشرائح





# المصفوفات المنطقية القابلة للبرمجة حقلًا (FPGA)

في الأعوام القليلة السابقة تزايد استخدام FPGA بشكل كبير ودخلت في العديد من التطبيقات وأصبحت موضع اهتمام العديد من الشركات وهذا ما دفع شركة بحجم شركة Intel في عام 2015 للاستحواذ على شركة ALTERA أحد أبرز اللاعبين في مجال صناعة شرائح الـ FPGA والتي بدأت بدمج تقنية FPGA مع معالجات Xenon المستخدمة في الحواسيب عالية الأداء.

## ما هي تقنية الـ FPGA؟

هي اختصار لعبارة Field programmable Gate Array أحد أنواع الدارات المتكاملة IC وتتميز بأنها قابلة لإعادة التشكيل (البرمجة) على مستوى الكيان الصلب (Hardware) بواسطة كتل منطقية ومجموعة من الوصلات المنطقية القابلة للبرمجة، وهي ذات مستوى عالٍ من التكامل (VLSI) وتكلفة منخفضة وقابلة للتصنيع مباشرة دون أي مراحل سابقة،

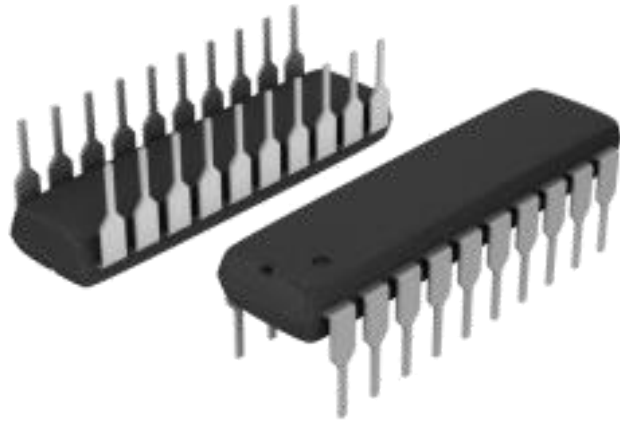






# أصل نشوء تقنية FPGA

تعتبر تقنية الـ FPGA أحد فروع العناصر المنطقية القابلة للبرمجة (PLDs) والتي هي عبارة عن عناصر ذات بنية داخلية محددة مسبقًا من قبل الشركة الصانعة، إلا أن بنيتها الداخلية يمكن تعديل طريقة توصيلها لتقوم بوظائف مختلفة.



بالمقارنة مع الـ FPGA فإن عناصر PLD تملك عدد محدود من البوابات، كما أن الوظائف التي تؤديها تكون أصغر وأبسط من الوظائف التي من الممكن أن تؤديها تقنية الـ FPGA



## ما الذي يميز الـ FPGA عن المتحكمات المصغرة ؟



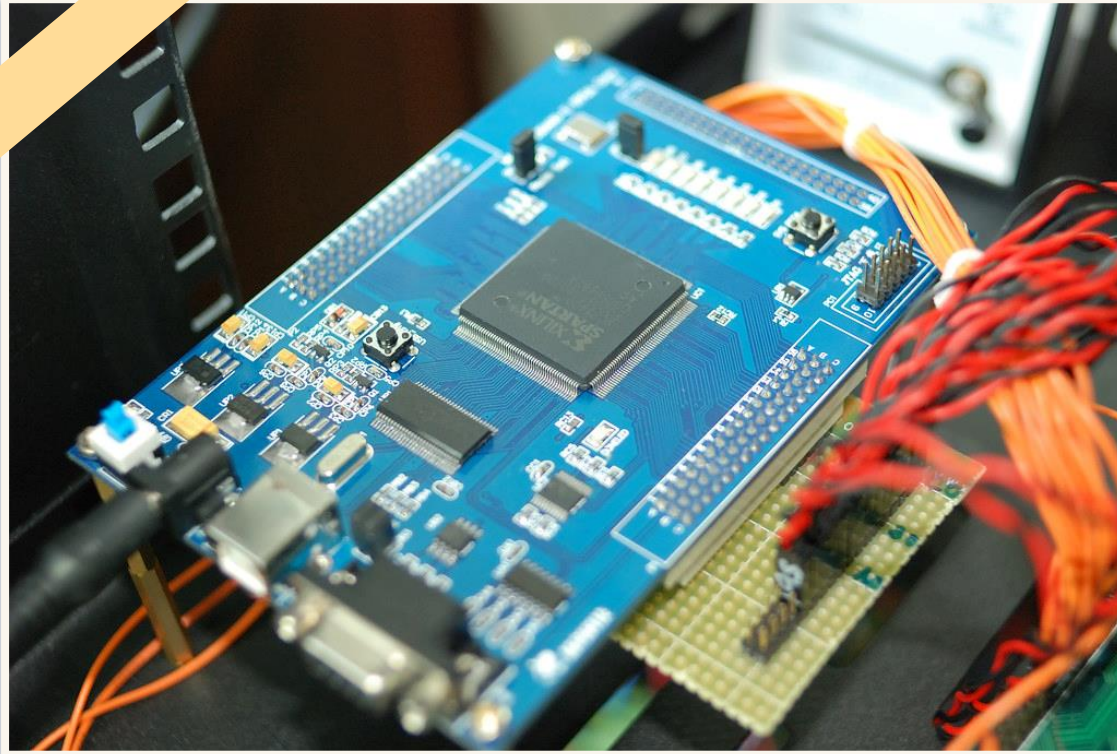
ما يميز الـ **FPGA** عن المعالجات هو أنها قابلة للبرمجة على مستوى الهاردوير، فالكتل المنطقية ليس لها أي وظيفة إذا لم يقيم المصمم بتوصيف التصميم المناسب بدءاً من التصاميم البسيطة كالبوابات المنطقية وصولاً إلى الدارات الرقمية المعقدة كالمعالجات متعددة النوى باستخدام لغات توصيف العتاد HDL



أما **المتحكمات المصغرة** (Microcontroller Unit) لها تصميم ثابت على مستوى الهاردوير فهي تتكون من وحدة معالجة مركزية ووحدة تحكم ويتم برمجتها بواسطة لغات برمجة مثل C أو C++ ويتم ترجمة البرامج إلى ملف hex وتخزينها بذاكرة flash



# ماهي القطاعات الرئيسية التي تستخدم فيها الـFPGA؟



تتميز الـ FPGA بأنها تجمع ما بين القدرة الحسابية العالية والمرونة ولذلك بدأت تدخل في مجالات وتطبيقات مختلفة مثل:

- الاتصالات.
- معالجة الإشارة الرقمية.
- الرؤية الحاسوبية والتعلم العميق.
- تعلم الآلة.
- انترنت الأشياء IOT.



# مما تكون الـ FPGA؟

تتكون الـ FPGA بشكل أساسي من ثلاث عناصر رئيسية:

## 1. الكتل المنطقية القابلة للبرمجة:

Configurable Logic Blocks (CLB) تقوم

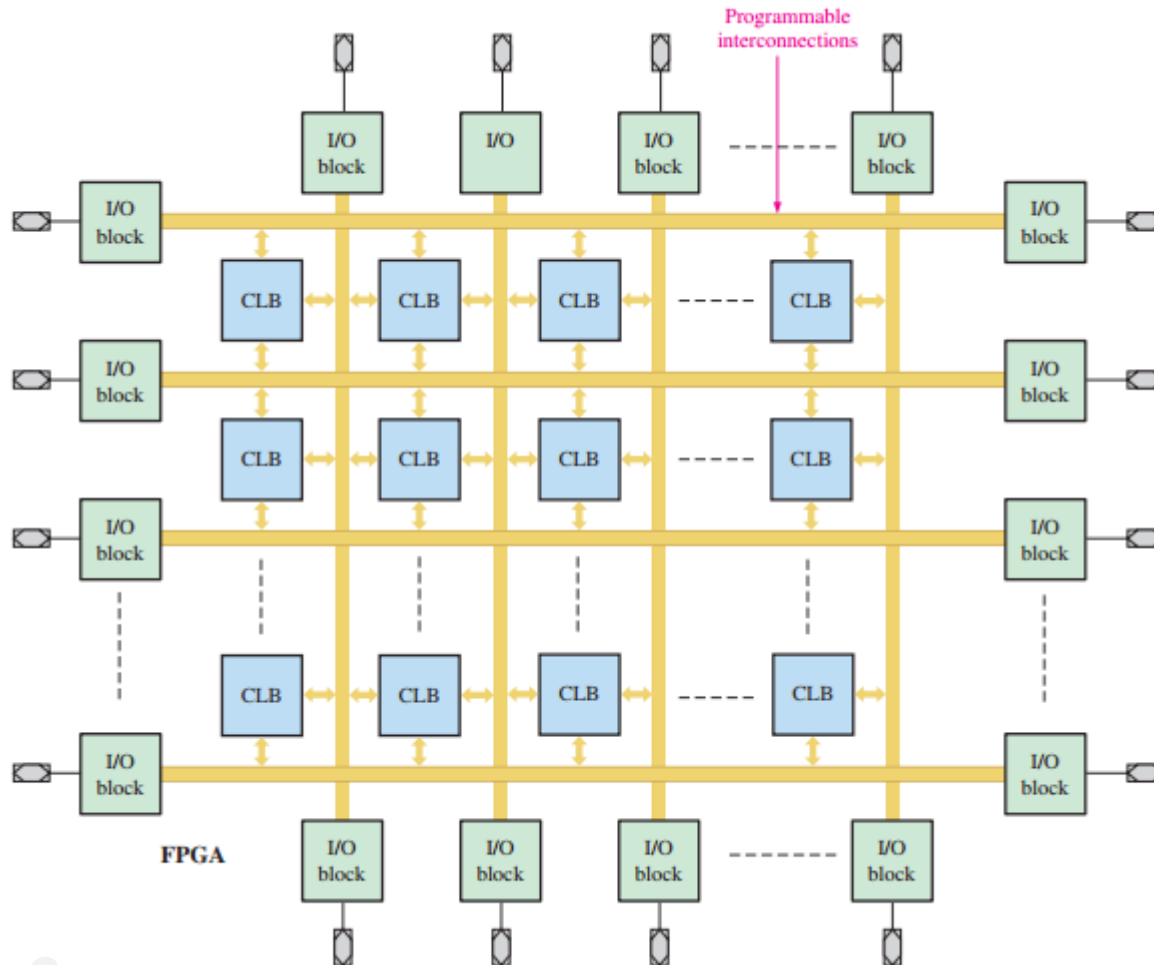
بتنفيذ التابع المنطقي

## 2. الوصلات المنطقية: تقوم بوصل CLB مع بعضها

لتنفيذ التابع المنطقي

## 3. وحدات الدخل والخرج: تستخدم لربط الـ FPGA

بالعالم الفيزيائي (الحساسات والمحركات )



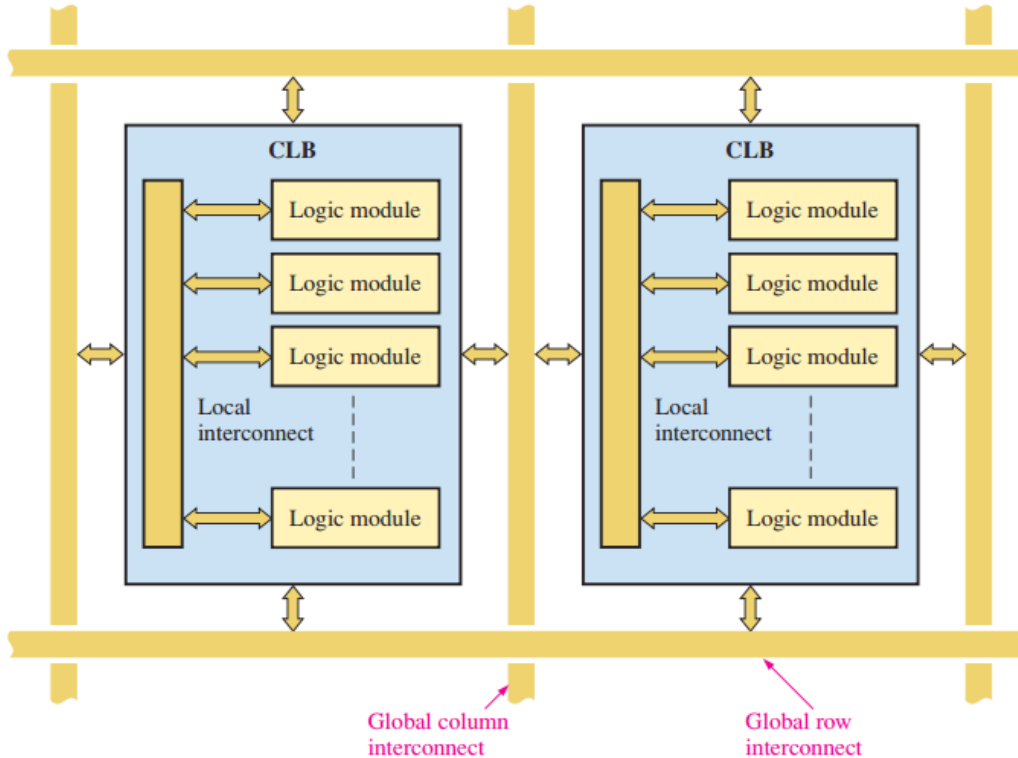


# مما تكون الـ FPGA؟

## 1. الكتل المنطقية القابلة للبرمجة CLB:

تستخدم هذه الكتل لتنفيذ البوابات المنطقية داخل FPGA وتُعتبر الجزء الأساسي الذي يمكن برمجته وتكوينه بحرية لتنفيذ وظائف مختلفة.

الميزة الرئيسية لـ CLB هي قابليتها لتنفيذ العمليات المنطقية المختلفة بناءً على البرمجة والتكوين. يتكون CLB عادة من عدد من البوابات المنطقية الصغيرة مثل AND و OR و Flip-Flops ومفاتيح توصيل. المبرمج يمكنه تكوين تلك البوابات وتوصيلها بحرية لتنفيذ وظائف معينة.







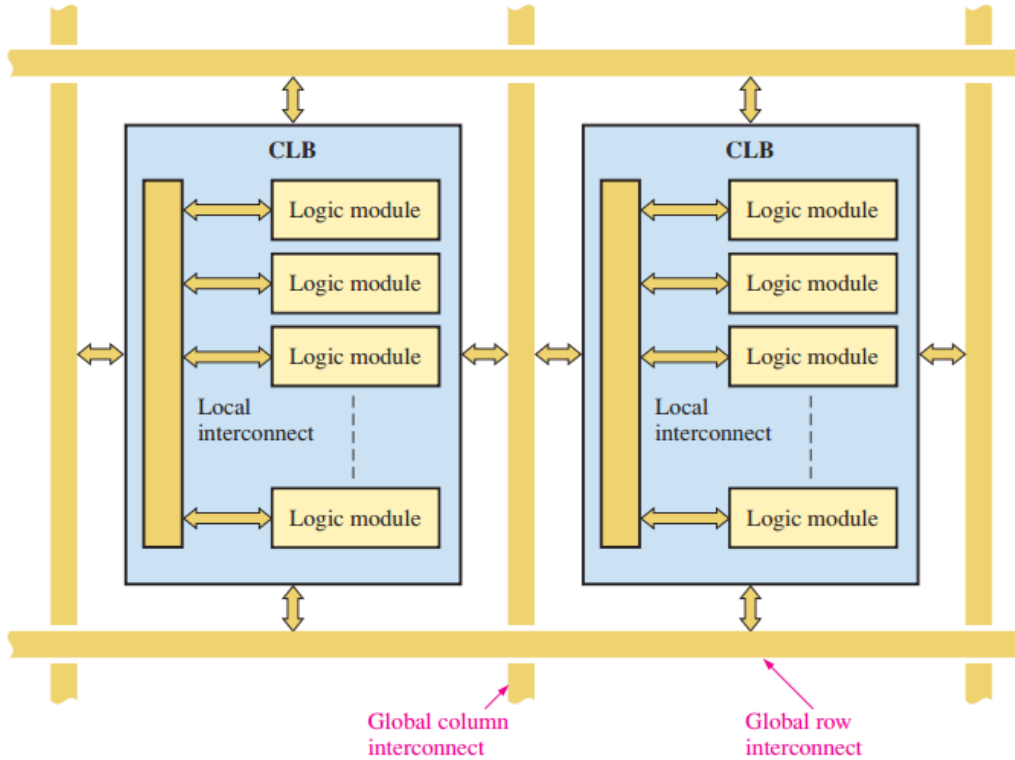
## مما تكون الـ FPGA؟

### 2. الوصلات المنطقية (Interconnect) :

تقوم الوصلات المنطقية القابلة للبرمجة بإنشاء اتصال بين الكتل المنطقية ووحدات الدخل والخرج لإكمال التصميم المنفذ من قبل المستخدم. وهي تتكون بشكل أساسي من مجموعة من tri-state buffers و pass transistor

### 3. وحدات الدخل والخرج (IOBs) :

تستخدم لربط الكتل المنطقية والوصلات المنطقية بالمكونات الفيزيائية وتدعم العديد من جهود التغذية والجهود المرجعية كما أنها تدعم العديد من سرعات النقل.





# انتهت المحاضرة