

تصميم رقمي متقدم

Advanced Digital Design

Dr.-Eng. Samer Sulaiman

2021-2022



مفردات المنهاج

- أساسيات التصميم الرقمي
- عناصر وتقنيات التصميم الرقمي التوافقي والتعاقبي (المتسلسل)
- نمذجة التصميم الرقمي باستعمال لغة توصيف الكيان الصلب VHDL
- المحاكاة الوظيفية والزمنية للأنظمة الرقمية

أساسيات التصميم الرقمي

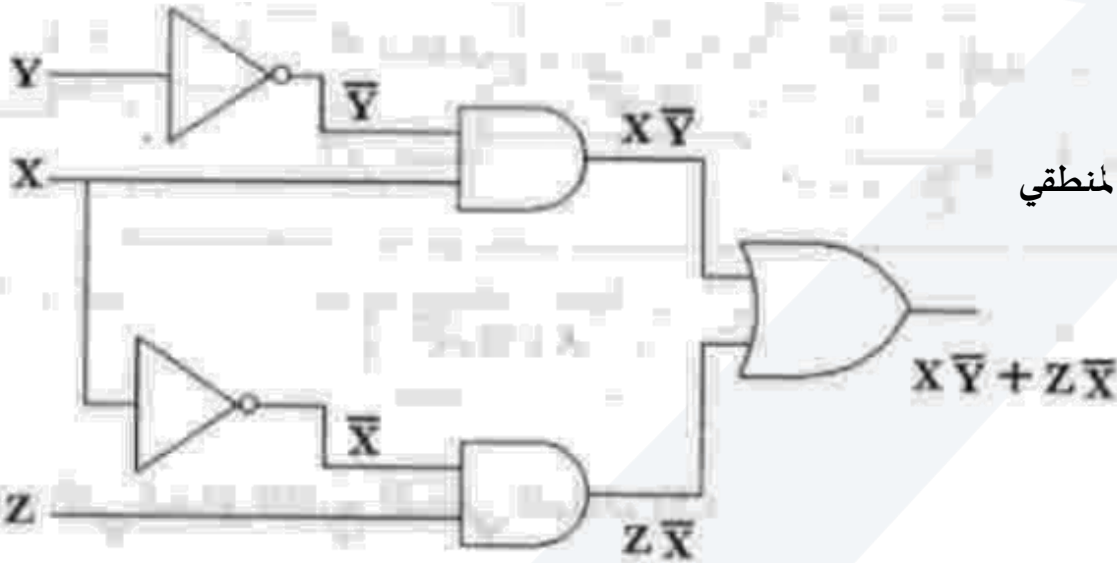


- العناصر الأساسية في التصميم الرقمي:
 - تعتبر البوابات المنطقية (AND, OR, NOT, ...) هي الوحدة الأساسية المستخدمة في التصميم الرقمي
 - يمكن استخدام عناصر رقمية أخرى متوفرة في عملية التصميم الرقمي مثل: القلابات والماسكات (Flip-Flop, Latches) والممرزات (Encoder) والمجمعات والموزعات (Multiplexer, Demultiplexer)

تحقيق التوابع المنطقية:

- يمكن تمثيل أي دائرة رقمية عن طريق تابع منطقي
- وبالتالي يمكن تحقيق الدارات الرقمية عن طريق تمثيل تابعها المنطقي بالبوابات المناسبة
- مثال: إذا كان المطلوب تصميم دائرة رقمية تابعها المنطقي معطى كالتالي:

$$W = X\bar{Y} + \bar{X}Z$$



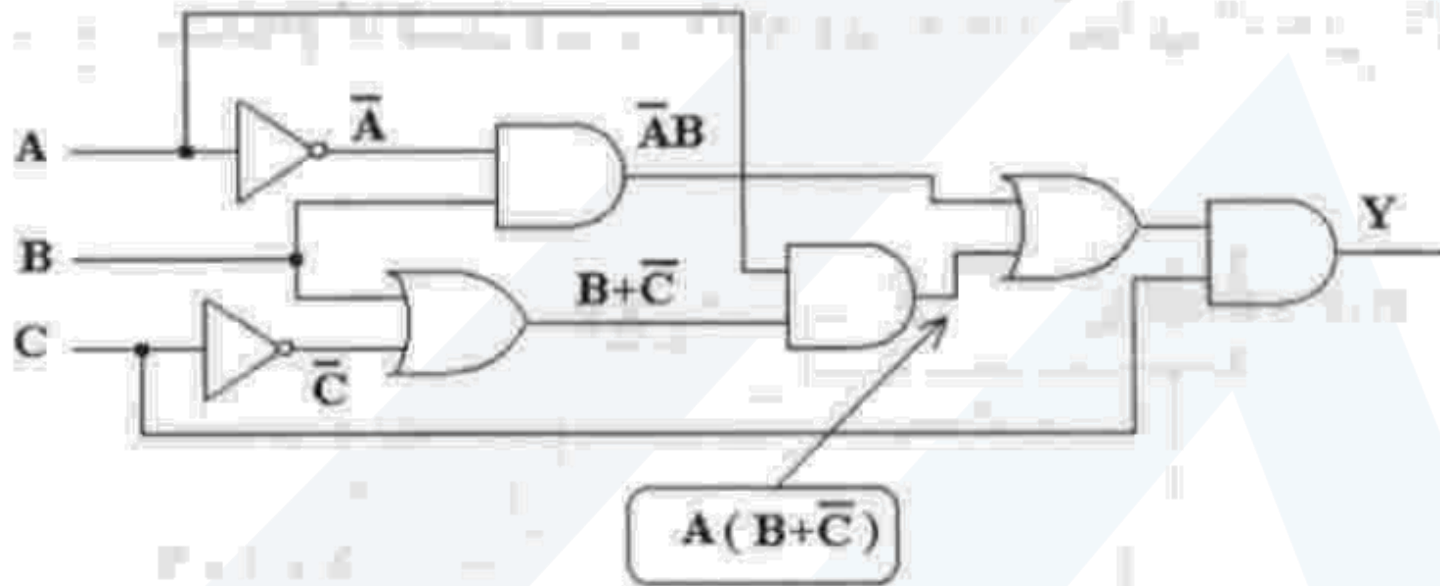
أساسيات التصميم الرقمي



• تحقيق التوابع المنطقية:

• مثال 2: اذا كان المطلوب تصميم دارة رقمية تابعها المنطقي معطى كالتالي:

$$Y = [A(B + \bar{C}) + \bar{A}B]C$$

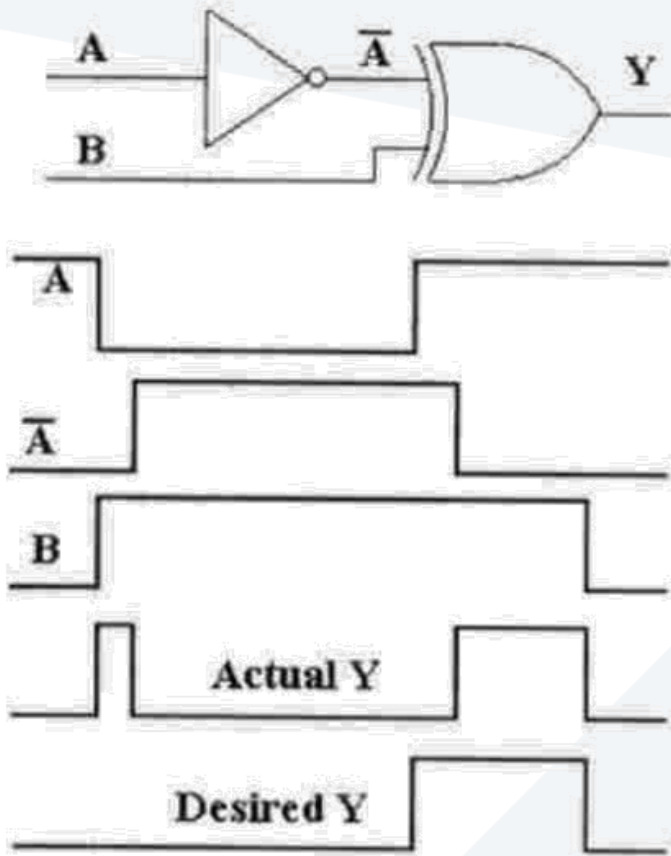


أساسيات التصميم الرقمي



- مبادئ التصميم الرقمي:
 - يجب اتباع الخطوات التالية في عملية التصميم الرقمي
 - تحديد المسألة التصميمية وتحديد كل من دخل وخرج الدارة
 - أي ما هو الشيء الذي سيتم تصميمه، وما هي الوظائف التي سيتم إنجازها والمواصفات التي يتمتع بها
 - يمكن تقسيم المسألة التصميمية إلى مسائل فرعية أبسط لتسهيل عملية التصميم
 - تجهيز جدول الحقيقة المنطقي للمسألة
 - إيجاد التابع المنطقي من جدول الحقيقة
 - اختصار التابع المنطقي بإحدى طرق الاختصار المعروفة
 - رسم الدارة المنطقية التي تحقق التابع الناتج
 - تجريب الدارة عمليا أو عن طريق المحاكى
- الاعتبارات العملية في التصميم الرقمي
 - يوجد عدد من المحددات والقيود Limitations التي يجب أخذها بالاعتبار عند التصميم الرقمي
 - عدد مداخل كل عنصر
 - عدد العناصر الموجودة ضمن كل دارة متكاملة
 - عدد الدارات المتكاملة اللازمة لتحقيق التابع المطلوب
 - استهلاك الطاقة
 - السرعة أو التأخير
 - تحميل الخرج

أساسيات التصميم الرقمي



- الاعتبارات العملية في التصميم الرقمي
 - المناعة ضد الضجيج واستهلاك الطاقة
 - تمثل المناعة ضد الضجيج واستهلاك الطاقة والسرعة من أهم الاعتبارات في التصميم الرقمي
 - يجب أخذ المكان وبيئة العمل بعين الاعتبار
 - بيئة العمل ضمن مصنع يحتوي محركات كهربائية كبيرة أو قرب محطات بث أمواج راديوية
 - يجب استخدام العزل Shielding بالإضافة إلى استخدام أسلاك توصيل معزولة لنقل الإشارات الرقمية
 - يلعب استهلاك الطاقة دوراً هاماً في عملية التصميم في حال كانت الأنظمة تعمل على بطاريات
 - تعتبر سرعة عمل النظام من أهم المعايير التي تضيق مجال اختيار نوع العائلة المنطقية
 - تحميل الخرج Fan Out
 - يمثل عدد المداخل التي يمكن للخرج تخديمها في نفس الوقت (الأخذ بعين الاعتبار التيار الأعظمي للخرج)
 - التأخير
 - يمثل التأخير الزمني ضمن العنصر الرقمي (بوابة AND) والذي يدعى بـ Propagation delay
 - الوقت بين لحظة تطبيق الدخل الرقمي وظهور الخرج الرقمي الموافق
 - يمكن أن يسبب أحيانا مشاكل كالحالات العابرة غير المرغوب بها
 - مثال:

أساسيات التصميم الرقمي



• الاعتبارات العملية في التصميم الرقمي

• مثال:

- تحتوي طائرة منظومة مكونة من أربع منظومات فرعية A و B و C و D تعمل بشكل مرتبط مع بعضها البعض. ومن أجل التأكد من صحة عمل المنظومة ككل توضع في كبينة الطيار لوحة تحذير لإظهار الخطر في حالات الطوارئ، حيث يوجد أربع حالات خطرة هي:
 - النظامان A و B لا يعملان
 - الأنظمة A و C و D لا تعمل
 - الأنظمة B و C و D لا تعمل
 - النظامان B و D لا تعمل
- والمطلوب تصميم دائرة رقمية تؤدي إلى إضاءة مصباح دلالة في لوحة التحذير الموجود في كبينة الطيار عند تحقق أي من حالات الطوارئ السابقة

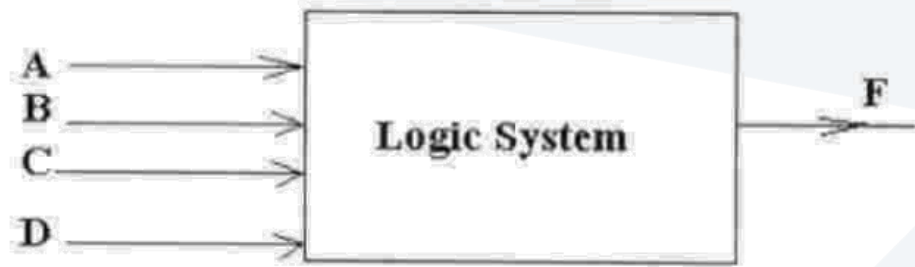
أساسيات التصميم الرقمي



• الاعتبارات العملية في التصميم الرقمي

• مثال:

• الحل:



• مخطط مبسط للنظام المطلوب تصميمه

• حيث تمثل القيمة المنطقية 1 حالة عمل النظام الفرعي

• بينما القيمة المنطقية 0 حالة أن النظام الفرعي لا يعمل

• تشكيل جدول الحقيقة أو جدول كارنوف

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01	1	0	0	0
11	1	0	0	0
10	1	0	0	1

$\bar{B}\bar{D}$

$\bar{A}\bar{B}$

$\bar{A}\bar{C}\bar{D}$

• التابع المنطقي للنظام المطلوب تصميمه

$$F = \bar{A}\bar{B} + \bar{B}\bar{D} + \bar{A}\bar{C}\bar{D}$$

أساسيات التصميم الرقمي



• الاعتبارات العملية في التصميم الرقمي

• مثال:

• الحل:

• يمكن تمثيل الدارة السابقة بعدة اشكال سنختار استخدام بوابات NAND

• من أجل ذلك يجب تحويل التابع المنطقي للدارة إلى بوابات NAND فقط ويتم ذلك عن طريق نفي التابع المنطقي مرتين على الشكل التالي:

$$F = \overline{\overline{AB} + \overline{BD} + \overline{ACD}} = \overline{(\overline{AB} + \overline{BD}) \cdot \overline{ACD}} = \overline{\overline{AB}} \cdot \overline{\overline{BD}} \cdot \overline{\overline{ACD}}$$

