بسم الله الرحمن الرحيم

أساسيات تصميم المنطق والحاسب

تأليف

M. Morris Mano Charles R. Kime Tom Martin

ترجمة

د. أسامة بن عبد العزيز الفراج

أستاذ علوم الحاسب المشارك

قسم علوم الحاسب – كلية المجتمع

جامعة الملك سعود

د. عمرو محمود طلبة جعفر

أستاذ علوم الحاسب المشارك

قسم علوم الحاسب – كلية المجتمع

جامعة الملك سعود

كلية العلوم – جامعة المنوفية – مصر

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٤٠هـ (٢٠١٨م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

مانو، م. موريس

أساسيات تصميم المنطق والحاسب / م. موريس مانو؛ شارليز ر. كيم؛ توم مارتن؛ أسامة بن عبد العزيز الفراج؛ عمرو محمود طلبة جعفر - الرياض، ١٤٤٠هـ.

٩٢٧ ص؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ٩ - ٦٨٦ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- الحواسيب - تصميم أ. كيم، شارليز ر. (مؤلف مشارك) ب. مارتن، توم (مؤلف مشارك) ج. الفراج، أسامة بن عبد العزيز (مترجم) د. جعفر، عمرو محمود طلبة (مترجم) هـ. العنوان

ديوي ٦٢١,٣٨١٩٥٢ ١٤٤٠/٥٢٨

رقم الإيداع: ١٤٤٠/٥٢٨

ردمك: ٩ - ٦٨٦ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

LOGIC AND COMPUTER DESIGN FUNDAMENTALS
By: M. Morris Mano, Charles R. Kime and Tom Martin
© Pearson Higher Education, Inc., Hoboken, 2016.
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه الثاني عشر للعام الدراسي ١٤٣٨/ ١٤٣٩هـ، المعقود بتاريخ ٩/ ٦/ ١٤٣٩هـ، الموافق ٢٥/ ٢/ ٢٠١٨م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

مقدمة المترجمين

الهدف من هذا الكتاب هو أن يكون حجر أساس لجمهور واسع من القراء لتعلُّم التصميم المنطقي، وتصميم النُّظُم الرقمية، وتصميم الحاسبات، وهذا الكتاب يستمر في تقديم الدمج الفريد بين أساسيات التصميم المنطقي وأساسيات تصميم الحاسبات، مع التركيز على المكونات المادية، ولقد تتبَّع هذا الكتاب، على مر السنين، الاتجاهات الصناعية الحديثة، وذلك بإضافة مواد جديدة مثل اللغات التي تصف المكوِّنات المادية.

إن محتوى هذا الكتاب يعكس التغيُّرات في الممارسات التقنية والتصميمية التي تتطلَّب من مصمِّمي نُظُم الحاسب العملَ عند مستويات عالية من التجريد (والتجريد يعني في علم الحاسوب عملية تعريف البرامج أو البيانات من خلال إظهار واجهة هذا البرنامج وإخفاء التنفيذ الفعلي له، والغرض من هذا هو التخفيف من التعقيدات التي يجب على المبرمج التعامل معها، وبالتالي يكون بإمكانه التركيز على أمور أقل في نفس الوقت)، وإدارة نطاقات أوسع من التعقيد عما كان عليه في الماضي.

ومن أهداف الكتاب أيضًا عبور الفجوة بين الأصول التدريسية الموجودة والممارسة العملية في تصميم نُظُم الحاسبات بكفاءة، وبالذات عند المستوى المنطقي، في نفس الوقت، فإن الكتاب يتبنَّى تنظيمًا يسمح للمدرِّبين بأن يغيِّروا من تفاصيل درجة التغطية التقنية بحيث تناسب قراء مجال الهندسة الكهربية والحاسبات وعلوم الحاسب.

هذا الكتاب يتميز بالأسلوب البسيط الشيِّق، والذي يبدأ بأبسط المعلومات، ثم يستمر في تطويرها وتعميقها حتى يصل بالقارئ الكريم إلى أن يكون متخصِّصًا في مجال التصميم المنطقي، وتصميم النُّظُم الرقمية، وتصميم الحاسبات.

والمترجم يشكر المؤلف وكلَّ مَن ساعد في إكمال ونشر هذا العمل الشيِّق، الذي نحن جميعًا في حاجة إلى المزيد من أمثاله.

المترجمان

استعراض الكتاب

الهدف من هذا الكتاب الدراسي أن يكون حجر أساس لجمهور واسع من القراء لتعلُّم التصميم المنطقي، وتصميم النُّظُم الرقمية، وتصميم الحاسبات، فهذه الطبعة الخامسة تعتبر من علامات التطوير المستمر لمحتوى هذا الكتاب الدراسي، ابتداءً من كتاب سابق لموريس مانو؛ وهو المؤلف الأول لهذا الكتاب في عام ١٩٩٧، فإن هذا الكتاب يستمر في تقديم الدمج الفريد بين أساسيات التصميم المنطقي وأساسيات تصميم الحاسبات، مع التركيز على المكوِّنات المادية، لقد تتبَّع هذا الكتاب، على مر السنين، الاتجاهات الصناعية الحديثة، وذلك إما بإضافة مواد جديدة مثل اللغات التي تصف المكوِّنات المادية، وعدم التركيز على المواد ذات الأهمية المتضائلة، مع تحسين مواد أخرى لمواكبة التغيُّر في تكنولوجيا الحاسبات والتصميم بمساعدة الحاسب.

الجديد في هذه الطبعة

هذه الطبعة الخامسة تعكس التغيُّرات في الممارسات التقنية والتصميمية التي تتطلَّب من مصمِّمي نُظُم الحاسب العمل عند مستويات عالية من التجريد (والتجريد يعني في علم الحاسب عملية تعريف البرامج أو البيانات من خلال إظهار واجهة هذا البرنامج و إخفاء التنفيذ الفعلي له، الغرض من هذا هو التخفيف من التعقيدات التي يجب على المبرمج التعامل معها، وبالتالي يكون بإمكانه التركيز على أمور أقل في الوقت الواحد)، وإدارة نطاقات أوسع من التعقيد عما كان لديهم في الماضي، لقد انتقل مستوى التجريد في التصميم المنطقي، والنُّظُم الرقمية، والحاسبات، إلى ما بعد المستوى الذي يتم عنده عادة تدريس هذه الموضوعات، الهدف من تجديد هذا الكتاب هو عبور

الفجوة بين الأصول التدريسية الموجودة والممارسة العملية في تصميم نُظُم الحاسبات بكفاءة، وبالذات عند المستوى المنطقي، علاوة على ذلك فإن الطبعة الجديدة تتبنَّى تنظيمًا يسمح للمدرِّبين بأن يغيِّروا من تفاصيل درجة التغطية التقنية بحيث تناسب قراء مجال الهندسة الكهربية والحاسبات وعلوم الحاسب، تشتمل التغيُّرات الأساسية في هذه الطبعة على ما يلي:

- لقد تم تجديد الفصل الأول ليشتمل على شرح لطبقات التجريد في نُظُم الحوسبة ودورها في التصميم المنطقي، وأيضًا نظرة عامة على عملية التصميم المنطقي، ويشتمل الفصل الأول أيضًا على مواد جديدة عن الرموز الأبجدية من أجل التدويل (العولمة).
- بدءًا من الفصل الثاني يقدم الكتاب لغات وصف المكوِّنات المادية (Hardware Description Languages, HDLs)، لقد تم توصيف التصميم المنطقي التوافقي والتتابُعي بلغة وصف المكوِّنات المادية للدوائر الكهربية بجانب المخططات المنطقية ومخططات الحالة خلال فصول الكتاب، وذلك لتوضيح الأهمية المتنامية للغات، توصيف المكوِّنات المادية في الممارسة العملية المعاصرة لتصميم النُّظُم الرقمية، لقد تم نقل مادة التأخير الزمني نتيجة الانتشار إلى الفصل الثاني، وهذه المادة تعتبر قيدًا تصميميًّا من الدرجة الأولى في النُّظُم الرقمية.
- ولقد تم دمج موضوعي الوحدات التجميعية الوظيفية والواحدت التجميعية الحسابية من فصلي الكتاب الثالث والرابع من النسخة السابقة في الفصل الثالث من هذه النسخة ليقدِّم مجموعة من الوحدات التجميعية المنطقية التوافقية الشائعة الحدوث، ولقد تم تقديم نماذج للغة وصف المكوِّنات المادية للوحدات التجميعية الوظيفية خلال هذا الفصل، ويقدم الفصل الثالث أيضًا مفهوم التصميم الهرمي.
- يعرض الفصل الرابع الدوائر التتابعية، وهذا الفصل يتضمَّن كلًّا مِن وصف عملية التصميم وموضوعات تزامن الدوائر التتابعية، وتزامُن المدخلات، والاستقرار الوصفي من فصلي الكتاب الخامس والسادس من النسخة السابقة، ولقد تم حذف وصف القلابات من النوع (JK) ومن النوع (T) من هذه النسخة من الكتاب وإضافتها إلى موقع الإنترنت المصاحب.

- يصف الفصل الخامس الموضوعات المتعلِّقة بتنفيذ المكوِّنات المادية الرقمية مُتضمِّنًا تصميم بوابات الأكسيد المعدني المتمِّم (Complementary Metal Oxide, CMOS) والدوائر المنطقية القابلة للبرمجة، بالإضافة إلى الكثير من الموضوعات التي عُرِضت مُسبقًا في الفصل السادس من النسخة السابقة، وهذا الفصل يتضمن الآن شرحًا مختصرًا عن تأثير كلٍّ من الاختبار والتحقُّق من صحة تكلفة التصميم، حيث إن العديد من المقررات التي تستخدم هذا الكتاب تتضمن تمارين معملية معتمدة على مصفوفات البوابة ذات المجال القابل للبرمجة (Field Programmable Gate Arrays, FPGAs)، فقد تم التوسُّع في توصيف هذه المصفوفات باستخدام هيكل بسيط وعام لمصفوفات البوابة ذات المجال القابل للبرمجة لشرح العناصر الأساسية القابلة للبرمجة التي تظهر في العديد من عائلات مصفوفات البوابة ذات المجال المبرمج والمتاحة تجاريًّا.
- لقد تم تحديث باقي فصول الكتاب والتي تغطي موضوع تصميم الحاسب، بحيث تعكس التغيُّرات التي طرأت في هذا العلم منذ ظهور نسخة الكتاب السابقة، هناك تغيُّرات بارزة تتضمن حذف موضوعات المخازن الانتقالية (العوازل) ذات المعاوقة العالية من الفصل الثاني من النسخة السابقة، وإلحاقها بجزء النقل عن طريق المسار بالفصل السادس من هذه النسخة، وفي الفصل التاسع تم إضافة مناقشة حول كيفية استخدام إجراءات النداء، والعودة للأوامر البرمجية في بناء نداء للدوالِّ المبرمجة باللغات ذات المستوى العالي.

بإعطاء التغطية المتكاملة لكل من التصميم الرقمي والحوسبي، فإن هذه الطبعة من كتاب *أساسيات تصميم المنطق والحاسب* تقدم تركيزًا قويًّا على الأساسيات الضمنية للتصميم الحديث، لقد تم دعم الفهم لهذه الموضوعات بتقديم شرح واضح وتطوُّر تدريجي لأمثلة تتدرَّج من التطبيقات التوافقية البسيطة إلى هياكل حواسب مجموعة الأوامر المركبة (CISC) المبنية اعتمادًا على مشغلات حواسب مجموعة الأوامر المخفضة (RISC)، لقد تم دمج التغطية الشاملة للموضوعات التقليدية مع الاهتمام بالتصميم بمساعدة الحاسب، وتشكيلة التمارين، والتحقُّق من الحلول، مع بناء مهارات حل المشكلات، لقد تم تحقيق المرونة في التغطية الانتقائية لموضوعات التصميم المنطقي، وتصميم النُّظُم الرقمية، وموضوعات تصميم الحاسب، والتغطية للغات وصف المكونات المادية

(بدون لغة توصيف المكونات المادية للدوائر المتكاملة ذات السرعات المرتفعة جدًّا (VHDL)، ولغة التحقُّق والمنطق (Verilog)).

مع هذه المراجعات فإن فصول هذا الكتاب من الفصل الأول وحتى الفصل الرابع تتناول موضوعات معالجة التصميم المنطقي، والفصول من الفصل الخامس حتى الفصل السابع تتناول موضوعات التعامل مع تصميم النُّظُم الرقمية، والفصول من الفصل الثامن حتى الفصل الثاني عشر تركِّز على تصميم الحاسب، هذا التنظيم يوفِّر أساسيات قوية لتصميم النُّظُم الرقمية، وفي نفس الوقت يحقِّق تطويرًا متدرِّجًا من الأدنى إلى الأعلى للأساسيات كي تستخدم في تصميم الحاسب من الأعلى إلى الأدنى، مثلما عُرِض في الفصول الأخيرة، فيما يلي سنقدِّم ملخَّصات للموضوعات المغطاة في كل فصل.

التصميم المنطقي

الفصل الأول: النُّظُم الرقمية والمعلومات، يقدِّم الحاسبات الرقمية، وطبقات تجريد أنظمة الحاسب، والنُّظُم المضمنة، والتمثيل المعلوماتي بما في ذلك نُظُم العد، والحساب، والتشفير.

الفصل الثاني: دوائر المنطق التوافقي، يتناول موضوعات التعامُل مع دوائر البوابات وأنواعها والأفكار الأساسية لتصميمها وتكلفتها المثلى، تشتمل هذه المفاهيم على الجبر بولياني (Boolean Algebra)، والاستمثال الجبري، واستمثال خرائط كارنوف (Karnaugh-map)، والتأخير الزمني نتيجة الانتشار، ونماذج لغة توصيف المكونات المادية على مستوى البوابات باستخدام نماذج الهيكلة وتدفُّق البيانات في كل من لغة توصيف المكونات المادية، ولغة التحقُّق والمنطق المعروفة باسم (Verilog).

الفصل الثالث: تصميم المنطق التوافقي، يبدأ هذا الفصل بنظرة عامة على عملية التصميم المنطقي الحديثة، تشتمل تفاصيل خطوات عملية التصميم على التشكيل، والاستمثال المنطقي، والتخطيط التقني ببوابات نفي الضرب المنطقي ((negative-AND (NAND) وبوابات نفي الاختيار المنطقي ((Not OR (NOR) ، والتأكد من الصحة، وكلها قد تم تغطيتها بأمثلة على تصميم المنطق التوافقي، بالإضافة لذلك فإن الفصل يغطي الدوال ووحدات البناء التجميعية للتصميم المنطقي، بما في ذلك التمكين وتصحيح الدخل، وفك التشفير، والتشفير، وتحويل التشفير، والانتقاء،

والتوزيع، والجمع، والطرح، والزيادة التدريجية، والنقص التدريجي، والملأ، والتوسيع والإزاحة، وتنفيذ كل ذلك، يشتمل الفصل أيضًا على نماذج لغة توصيف المكونات المادية ولغة التحقُّق والمنطق (Verilog) للعديد من هذه الوحدات التجميعية المنطقية.

الفصل الرابع: الدوائر التتابُعية، هذا الفصل يغطي تحليل وتصميم الدوائر التتابعية. لقد تم تغطية كل من الألقاف والقلابات المقدوحة بالحافة، مع التأكيد على النوع (D) منها، لقد تم التأكيد على تشكيل مخطط ماكينة الحالة وجدول الحالة، لقد تم تطوير عملية تصميم كاملة للدوائر التتابعية، بما في ذلك المواصفات، والتشكيل، وتخصيص الحالات، وتحديد معادلات الدخل والخرج للقلابات، والاستمثال، والتحويل التقني، والتأكد من الصحة، لقد تم تقديم وتوضيح نموذج مخطط ماكينة الحالة والتي تُمثِّل دوائر تتابعية غاية في التعقيد عند استخدام مخططات الحالة التقليدية من خلال مثالين من العالم الحقيقي، وهذا الفصل يشتمل أيضًا على التوصيف بلغة توصيف المكوِّنات المادية للدوائر المتكاملة ذات السرعات المرتفعة جدًّا (VHDL)، ولغة التحقُّق والمنطق (Verilog) للقلابات والدوائر التتابعية، مقدِّمًا بذلك نُظُم سلوك إجرائية للغة توصيف المكونات المادية للدوائر المتكاملة ذات السرعات المرتفعة جدًّا (VHDL) ولغة التحقُّق والمنطق (Verilog)، وأيضًا أساسيات اختبار التحقُّق من الصحة، وختامًا تم تقديم موضوع التأخير والتزامن للدوائر التتابعية، وأيضًا موضوع المداخل المتزامنة وغير المتزامنة والاستقرار الوصفي.

تصميم النُّظُم الرقمية

الفصل الخامس: بناء المكونات المادية الرقمية، هذا الفصل يعرض موضوعات تركز على الجوانب المختلفة للتقنية الأساسية لدوائر ترانزستور أكسيد المعدن (MOS) وأكسيد المعدن المتمم (CMOS)، وتقنيات المنطق القابل للبرمجة، يغطي المنطق القابل للبرمجة ذاكرات القراءة فقط، ومصفوفات المنطق القابل للبرمجة، والمصفوفات المنطقية القابل للبرمجة، ومصفوفات البوابات ذات المجال القابل للبرمجة (FPGAs)، وهذا الفصل يشتمل على أمثلة باستخدام هياكل بسيطة لمصفوفات بوبات المجال القابل للبرمجة لتوضيح العديد من العناصر القابلة للبرمجة، والتي تظهر في مكوِّنات مصفوفات بوبات المجال القابل للبرمجة المعقدة، والمتاحة تجاريًّا.

الفصل السادس: المسجلات وإزاحة التسجيل، وهذا الفصل يغطي المسجلات وتطبيقاتها، وتصميم مسجلات الإزاحة والعدادات تعتمد على دمج القلابات مع الدوال والتنفيذات التي تم تقديمها في الفصلين الثالث والرابع، فقط العداد التموُّجي هو الذي تم تقديمه كمفهوم جديد كليًّا، لقد تم دراسة إزاحات التسجيل لكل من التصميمات المتوازية والمتوالية، وتم شرح المقايضة بين الزمن والفراغ، هناك جزء من هذا الفصل يركز على تصميم خلية التسجيل للمسجلات متعدِّدة الوظائف، والتي تنفذ العديد من العمليات، لقد تم تقديم وتوضيح عملية تصميم متكامل لمسارات البيانات ووحدات التحكم باستخدام تعليمات إزاحة المسجلات ومخططات ماكينة الحالة من خلال مثالين من العالم الحقيقي، لقد تم تقديم وصف المكونات المادية بلغة توصيف المكونات المادية للدوائر المتكاملة ذات السرعات المرتفعة جدًّا (VHDL) ولغة التحقق والمنطق (Verilog) لأنواع مختارة من المسجلات.

الفصل السابع: أساسيات الذاكرة، يعرض ذاكرة الوصول العشوائي الإستاتيكية (static random access memory, SRAM) وذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية (dynamic random access memory, DRAM)، ونُظُم الذاكرة الأساسية، هذا الفصل يصف باختصار الأنواع المميزة المختلفة من ذاكرات الوصول العشوائي الديناميكية (DRAMs).

تصميم الحاسب

الفصل الثامن: أساسيات تصميم الحاسب، يغطي هذا الفصل ملفات التسجيل، والوحدات الوظيفية، ومسارات البيانات، واثنين من الحاسبات البسيطة؛ حاسب الدورة الواحدة، وحاسب الدورات المتعددة، وفي هذا الفصل يتم التركيز على مفاهيم وضع تصميم مسار البيانات ووحدة التحكم مطبقًا على تنفيذ تعليمات محدَّدة ومجموعة من التعليمات في تصميم الدورة الواحدة والدورات المتعددة.

الفصل التاسع: هيكل مجموعة الأوامر (التعليمات)، يعرض العديد من الحقائق عن هيكل مجموعة الأوامر، فهذا الفصل يتناول موضوعات التعامل مع عد العناوين، وأساليب العنونة، والهياكل، وأنواع الأوامر، ويقدم أيضا كيفية تمثيل وعمليات الأرقام عائمة العلامة، لقد تم تقديم هيكل التحكم في البرنامج، بما في ذلك النداء على الإجراءات والمقاطعات.

الفصل العاشر: معالجات مجموعة الأوامر المُخفضة (RISC) ومجموعة الأوامر المركبة (CISC)، وهذا الفصل يغطي مفاهيم المعالجات عالية الأداء، بما في ذلك معالجات الأوامر المُخفضة (RISC) ذات الخطوط الإنتاجية، ومعالجات الأوامر المركبة (CISC)، باستخدام المكونات المادية الدقيقة التشفير والمضافة إلى معالجات الأوامر المخفضة المعدلة، يسمح معالج الأوامر المركبة (CISC) بتنفيذ مجموعة الأوامر المركبة (CISC) باستخدام خط إنتاج أوامر مخفضة، وهذه طريقة مستخدمة في معالجات الأوامر المركبة الحديثة، هناك أيضًا أجزاء من هذا الفصل تصف مفاهيم وحدة المعالجة المركزية عالية الأداء وإبداعات الهيكلة، بما في ذلك مثالان على المعالجات الدقيقة متعددة وحدات المعالجة المركزية.

الفصل الحادي عشر: الإدخال/ الإخراج والاتصال، وهذا الفصل يتناول موضوعات عن التعامل مع نقل البيانات بين وحدة المعالجة المركزية والذاكرة، والواجهات مع الإدخال والإخراج والأجهزة الطرفية، بما في ذلك شرح للوحة المفاتيح، وشاشة عرض البلَّورة السائلة ((Liquid Crystal Display, (LCD))، والقرص الصلب كأجهزة طرفية، وتوضيح الواجهة مع لوحة المفاتيح، وقد تم طرح موضوعات أخرى مثل الاتصالات المتتالية، بما في ذلك المسار العام المتتالي ((Universal Serial Bus, (USB))، وتنفيذ نظام المقاطعة.

الفصل الثاني عشر: نُظُم الذاكرة، يركِّز هذا الفصل على النظام الهرمي للذاكرة، وقد تم تقديم مفهوم محلية المرجع وتوضيحه عن طريق فرض علاقات الذاكرة الأساسية/ الذاكرة المخبأة البينية، وكذلك الذاكرة الأساسية/ القرص الصلب. وتقديم معاملات تصميم الذاكرة المخبأة البينية، وتركِّز معالجة إدارة الذاكرة على الاستدعاء والتحويل إلى جزء من الذاكرة الافتراضية الوسيطة الداعمة.

بالإضافة إلى الكتاب الدراسي نفسه يوجد أيضًا موقع مصاحب على الإنترنت مع دليل المدرس، الموقع المصاحب (www.pearsonhighered.com/mano) يحتوي على ما يلي:

١- ملحق للقراءة، بما في ذلك الموضوعات المحذوفة من النسخ السابقة.

٢- برامج المصدر لملفات لغة وصف المكونات المادية للدوائر المتكاملة ذات السرعات المرتفعة جدًّا (VHDL) ولغة التحقُّق والمنطق (Verilog) لكل الأمثلة.

٣- روابط لأدوات تصميم مصفوفات البوابات المبرمجة المجال بمساعدة الحاسب والمحاكاة بلغة وصف المكونات المادية.

٤- حلول ثلث مسائل فصول الكتاب تقريبًا.

٥- الأخطاء المطبعية.

٦- شرائح عرض تقديمي للفصول من الأول حتى الثامن.

٧- أصول الأشكال المعقَّدة والجداول في الكتاب.

٨- أجزاء لأخبار الموقع للطلاب والمدرسين تشير إلى الموضوعات الجديدة، والتجديدات، والتصحيحات، إننا نشجِّع المدرِّسين على الزيارة الدورية لأخبار الموقع، بحيث يكونوا على وعي دائمًا بتغيُّرات الموقع. وتشتمل محتويات دليل المدرس على مقترحات لاستخدام الكتاب، والحلول لكل المسائل، التوصل لهذا الدليل من خلال الإنترنت يتاح من بيرسون (الناشر) للمدرسين والمعاهد الأكاديمية التي تعتمد هذا الكتاب للاستخدام ككتاب دراسي. تقدِّم مقترحات الاستخدام تفاصيل مهمة لتصفُّح الكتاب بحيث يتلاءم مع المحتويات العلمية للمقررات المختلفة.

نتيجة التغطية العريضة للكتاب لكل من تصميم المنطق وتصميم الحاسب فإن هذا الكتاب سيخدم أهدافًا عديدة مختلفة لمقررات مستوى المبتدئين والسنة الثانية الجامعية، الفصول من الأول حتى التاسع مع حذف بعض الأجزاء المختارة تقدِّم نظرة عامة للمكونات المادية لتخصصات علوم الحاسب، وهندسة الحاسب، والهندسة الكهربية، أو طلاب الهندسة بوجه عام خلال فصل دراسي واحد، الفصول من الأول حتى الرابع مع أجزاء مختارة من الفصول الخامس حتى السابع تعطي مقدمة أساسية عن التصميم المنطقي، والتي يمكن استكمالها في ربع العام الدراسي لطلاب الهندسة الكهربية وهندسة الحاسب، وتغطية الفصول من الأول حتى السابع في فصل دراسي تحقِّق معالجة للتصميم المنطقي أكثر قوة، وأكثر حداثة، الكتاب بالكامل، عندما يغطَّى في نصف العام الدراسي يحقِّق أساسيات التصميم المنطقي وتصميم الحاسب لطلاب هندسة الحاسب وطلاب العلوم، تغطية الكتاب بالكامل مع موضوعات تكميلية مناسبة أو مكونات معملية يمكنها أن تستكمل فصلين دراسيين متتابعين في التصميم المنطقي وهيكلة الحاسب، ونتيجة للمعالجة معتدلة الخُطى لمدى عريض من الموضوعات فإن الكتاب يعتبر نموذجيًّا للدراسة الذاتية من قِبَل علماء الهندسة

والحاسب، في النهاية فإن كل هذه الأهداف المختلفة يمكن أيضًا أن تُستكمَل باستخدام القراءات المكمِّلة الموجودة على موقع الإنترنت المصاحب.

يطيب للمؤلفين أن يتقدَّموا بالشكر للأساتذة الذين قدَّموا مشاركاتهم في الطبعة السابقة من الكتاب، والتي ما زال تأثيرها واضحًا في هذه الطبعة، وخاصة الأستاذ الدكتور بهرات بهوفا، من جامعة فيندربلت، والأستاذ الدكتور دونالد هانج، من جامعة ولاية سان جوسي، والأستاذ الدكتور كاترين كومبتون، وميكو ليبستي، وكوالا سالوجي، وليون شوهيت، والأستاذ المشارك دكتور مايكل مورو من جامعة ECE في ويسكونسون، ماديسون، إننا أيضًا نقدِّر التصويبات التي تمت على الطبعة السابقة عن طريق كل من الأساتذة والطلاب، وبالذات التصويبات التي قُدِّمت من كلية دي بوير في بوردت، أثناء الاستعداد للبدء في عمل الطبعة الخامسة كان هناك مردود جيد لدينا عن الطبعة الرابعة من باتريك شومونت وكاميرون باتريسون من معهد فرجينيا التقني، ومارك سميث من المعهد الملكي التقني KTH في استوكهولم بالسويد.

ولقد استفدت أيضًا من المناقشة مع كريستي كوبر وجاسون ثويت من معهد فرجينيا التقني عن استغلال الطبعة الرابعة لعمل الإصدار المعدَّل من مقرّر مقدمة لهندسة الحاسبات في قسمنا، أريد أيضًا أن أعبِّر عن تقديري لمجموعة بيرسون لعملهم الجاد في هذه الطبعة الجديدة، وأتوجَّه بالشكر الخاص إلى أندرو جيلفلان لاختياري لأكون المؤلف الثالث الجديد، ولمساعدته في التخطيط للطبعة الجديدة، وإلى جولي باي لتعاملها الجيد بعد أن انتقل أندرو إلى وظيفة أخرى، ولتوجيهاتها، ودعمها، ومردودها القيم على مسودة الكتاب، وإلى مساعدتها بافاثرا جيبول في إخراج الكتاب، ولصبرها على التأخير بسببي (وبالذات في كتابة هذه المقدمة)، وإلى سكوت دسانو وشيليجا جاتوبالي لتوجيهاتهما وعنايتهما في إنتاج هذا الكتاب، وأتقدم بالشكر الخاص إلى موريس مانو وشارلز كيمي لمجهوداتهما في كتابة الطبعات السابقة من هذا الكتاب، إنه لشرف وتقدير أن يتم اختياري لأكون خليفتهم، في النهاية أريد أن أتقدَّم بالشكر إلى كارين، وجاثريي، وإليا؛ لصبرهم ودعمهم أثناء الكتابة، وخاصة في المحاولات الدائمة لإبعاد كلبنا شارلي بعيدًا عن هذا اللاب توب حتى لا يأكل مفاتيحه كما فعل مع اللاب توب السابق الذي لم يَعِشْ كثيرًا.

توم مارتن

بلاكسبيرج، فيرجينيا

المختصرات

A/D	Analog to Digital Converter	المحول التماثلي الرقمي
ABS	Automatic Braking system	نظام الكبح الآلي
ACK	Acknowledge	الاعتراف
ASCII	American Standard Code for Information Interchange	الشفرة الأمريكية القياسية لتبادل المعلومات
BCD	Binary Codded Decimal	العشري المشفر ثنائيًّا
BIOS	Basic Input Output System	نظام الإدخال (المُدخل) والإخراج (المُخرج) الأساسي
BNZ	Branch if Nonzero	التفريع في حالة عدم الصفر
BS	Backspace	مسافة للوراء
BZ	Branch if Zero	التفريع في حالة الصفر
CAD	Computer Aided Design	التصميم بمساعدة الحاسب
CAN	Controller Area Network	شبكة تحكم محلية
CAR	Control Address Register	مسجل عنوان التحكم
CAS	Column Address Strobe	تحميل عنوان العمود

CC	Condition Code	شفرة أو كود الشرط
CDR	Control Data Register	مسجل بيانات التحكم
CISC	Complex Instruction Set Computers	الحاسبات ذات المجموعة المركبة من التعليمات
CISC	Complex instruction set computer	حواسب مجموعة الأوامر المركبة
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor	أشباه موصلات أكسيدات المعادن المتمّمة
CMOS	Complementary Metal Oxide	الأكسيد المعدني المتمّم
CPU	Central Processing Unit	وحدة المعالجة المركزية
CR	Carriage Return	الرجوع للخلف
CRC	Cyclic Redundancy Check	اختبار وفرة دورية
DDR SDRAM	Double Data Rate Synchronous DRAM	الذاكرة الديناميكية المتزامنة ذات البيانات المتضاعفة المعدل
DMA	Direct Memory Access	التواصل المباشر مع الذاكرة
DOF	Decode and Operand Fetch	فك الشفرة وإحضار المعامل
DRAM	Dynamic Random Access Memory	ذاكرة الاتصال العشوائي الديناميكية
DSI	Disable Interrupt	(تعليمة) إخماد المقاطعة
DSPs	Digital Signal Processors	معالجات الإشارات الرقمية
DUT	Device Under Test	الجهاز تحت الاختبار
ECC	Error Correcting Codes	أكواد تصحيح الأخطاء
ECU	Engine Control Unit	وحدة التحكم في المحرك
EDO	Extended Data Output	بيانات الإخراج الممتدة

ENI	Enable Interrupt	(تعليمة) تنشيط المقاطعة
EOP	End of Packet	نهاية الحزمة
ETX	End of Text	نهاية النص
Ex	Execution	التنفيذ
FPGA	Field Programmable Gate Array	مصفوفات البوابات القابلة للبرمجة حقليًّا (عن طريق المستخدم)
FPM	Fast Page Mode	وضع الصفحة السريعة
FPU	Floating Point Unit	وحدة النقطة العائمة
FS	File Separator	فاصل الملفات
GPU	Graphics Processing Units	وحدات معالجة الرسومات
HDLs	Hardware Description Languages	لغات وصف المكونات المادية
HT	Horizontal Tabulation	الجدولة الأفقية
IBF	Input Buffer Full	عازل الدخل مملوء
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	معهد هندسة الكهرباء والإلكترونيات
ILP	Instruction level Parallelism	مستوى توازي التعليمات
IOP	Input/ Output Processor	معالج الإدخال والإخراج
ISA	Instruction Set Architecture	هيكل مجموعة التعليمات
JML	Jump and Link	القفز والتوصيل
LBA	Logical Block Addressing	عنونة البلوك المنطقي
LCD	Liquid Crystal Display	شاشة عرض البلّورة السائلة
LEDS	Light Emitting Diodes	الصمامات الثنائية المشعة للضوء
LIFO	Last In First Out	آخر ما يخزن أول ما يستدعى

LRU	Least Recently Use	الأقل استخدامًا مؤخرًا
LSD	least significant digit	الخانة ذات القيمة الصغرى
LSI	Large Scale Integrated	الشرائح عالية التكامل
LUT	Look Up Tables	جداول البحث
MIMD	Multiple Instruction Stream, Multiple Data Stream	المعالجات ذات المجرى متعدد التعليمات والمجرى المتعدد للبيانات
MMU	Memory Management Unit	وحدة إدارة الذاكرة
MSD	Most Significant Digit	الخانة ذات القيمة العظمى
MSI	Medium Scale Integrated	الشرائح متوسطة التكامل
NRE	Non-Recurring Engineering	الهندسة غير المتكررة
NRZ	Non-Return-to-Zero	عدم العودة للصفر
OC	Output Condition	شرط إخراج
OF	Operand Fetch	إحضار المعامل
OS	Operating System	نظام التشغيل
PAL	Programmable Array Logic	منطق المصفوفات القابلة للبرمجة
PC	Program Counter	عداد البرنامج
PID	Packet Identifier	محدد الحزمة
PLAs	Programmable Logic Arrays	المصفوفات القابلة للبرمجة
PLD	Programmable Logic Devices	الأجهزة القابلة للبرمجة
PPE	Power Processor Element	عنصر معالجة قوي
PSR	Processor Status Register	مسجل حالة المعالج
RAS	Row Address Strobe	تحميل عنوان الصف

ش	المختصرات	
RISC	Reduced Instruction Set Computers	حواسب مجموعة الأوامر المخفضة
RPN	Reverse Polish Notation	ترميز بوليش العكسي
RS	Record Separator	فاصل السجل
RTL	Register Transfer Language	لغة نقل المسجل
SCU	Stability Control Unit	وحدة التحكم في الاتزان
SDRAM	Synchronous DRAM, SDRAM	الذاكرة الديناميكية المتزامنة
SIMT	Single Instruction Multiple Thread	التعليمة الواحدة والمسار المتعدد
SLT	Set if Less Than	الوضع في حالة الأقل من
SP	Stack Pointer	مؤشر المكدسة
SPE	Synergistic Processing Element	عنصر معالجة متآزر
SRAM	Static Random Access Memory	ذاكرة الاتصال العشوائي الإستاتيكية
SSI	Small Scale Integrated	الشرائح صغيرة التكامل
STX	Start of Text	بداية النص
TC	Transition Condition	شرط انتقال
TCD	Transition-Condition Dependent	معتمد على شرط انتقال
TCI	Transition-Condition Independent	غير معتمد على شرط انتقال
TLB	Translation Lookaside Buffer	عازل الترجمة المنفرد
TOCD	Transition and Output- Condition Dependent	معتمد على شرط انتقال وإخراج
TOS	Top Of Stack	قمة المكدسة
UCSTF	Universal Character Set Transformation Format	تشكيلات التحويل لمجموعات الحروف العامة
USB	Universal Serial Bus	الناقل المتوالي العام

VLSI	Very Large Scale Integration	الشرائح عالية التكامل جدًّا
WB	Write Back	الكتابة للوراء
XNOR	XNOR Gate	بوابة التساوي المنطقي
XOR	XOR Gate	بوابة التعارض المنطقي

المحتويات

مقدمة المترجمين ..... هـ

استعراض الكتاب ..... ز

المختصرات ..... ف

الفصل الأول: النظم الرقمية والمعلومات ٣

(١ , ١) تمثيل المعلومات ٤

الحاسب الرقمي ٧

ما بعد الحاسب ٨

المزيد عن الحاسبات العامة ١٤

(١ , ٢) طبقات التجريد في تصميم نظم الحاسبات ١٦

نظرة عامة على عملية التصميم الرقمي ١٩

(١ , ٣) نُظُم العد ٢١

الأرقام الثنائية ٢٤

الأرقام الثمانية والست عشرية ٢٥

نطاق الأرقام ٢٨

(١ , ٤) العمليات الحسابية ٢٩

التحويل من النظام العشري إلى الأسس الأخرى ٣٣

(١,٥) الشفرات العشرية ٣٦
(١,٦) الشفرات الأبجدية ٣٨
الشفرات الحرفية (ASCII) ٣٩
بت التكافؤ ٤٣
(١,٧) شفرات جراي (Gray Codes) ٤٤
(١,٨) ملخَّص الفصل ٤٨
المراجع ٤٩
تمارين ٤٩

الفصل الثاني: الدوائر المنطقية التوافقية ٥٥
(٢,١) المنطق الثنائي والبوابات ٥٦
المنطق الثنائي ٥٦
البوابات المنطقية ٥٨
تمثيل البوابات باستخدام لغة توصيف المكونات المادية (HDL) ٦٤
(٢,٢) الجبر البوليني (Boolean Algebra) ٦٧
القواعد الأساسية للجبر البوليني ٧٠
العمليات الجبرية ٧٤
معكوس الدالة ٧٨
(٢,٣) الأشكال القياسية ٨٠
الكميات الصغرى والكميات العظمى ٨١
مجموع المضاريب ٨٥
مضروب المجاميع ٨٧
(٢,٤) الدائرة المثلى ذات المستويين ٨٨
معايير التكلفة ٨٩

هياكل الخرائط ٩١
الخرائط ذات المتغيرين ٩٤
الخرائط الثلاثية المتغيرات ٩٧
(٢,٥) معالجة الخريطة ١٠٢
المشركات الأولية الأساسية ١٠٢
المشركات الأولية غير الأساسية ١٠٥
استمثال (الوضع الأمثل) مضروب المجاميع ١٠٦
حالات عدم الأهمية ١٠٨
(٢,٦) عمليات وبوابات الاختيار المقتصر ١١٢
الدالة الفردية ١١٣
(٢,٧) تأخير الانتشار خلال البوابة ١١٥
(٢,٨) نظرة شاملة على لغات وصف المكونات المادية ١١٨
التصنيع المنطقي (Logic Synthesis) ١٢١
(٢,٩) تمثيلات لغة وصف المكونات المادية للدوائر المتكاملة (VHDL ــ HDL) ١٢٤
(٢,١٠) تمثيلات لغات وصف المكونات المادية – لغة التحقق والمنطق (Verilog) ١٣٥
(٢,١١) ملخص الفصل ١٤٥
المراجع ١٤٦
تمارين ١٤٦

الفصل الثالث: التصميم المنطقي التوافقي ١٥٩
(٣,١) البدء بالتصميم الهرمي ١٦٠
(٣,٢) التحويل التقني ١٦٦
التحويل التقني المتقدم. ١٦٦
(٣,٣) الوحدات التجميعية الوظيفية التوافقية ١٧٢

(٣,٤) الوظائف المنطقية الأولية ١٧٣
تثبيت القيمة، والنقل، والعكس ١٧٣
الدوال متعددة البتات ١٧٤
التنشيط ١٧٧
(٣,٥) فك الشفرة ١٨٠
دمج جهاز فك الشفرة والتنشيط ١٨٥
دوائر توافقية قائمة على جهاز فك الشفرة ١٩٠
(٣,٦) التشفير Encoding ١٩٢
مشفرات الأولوية ١٩٤
توسيع المشفر ١٩٦
(٣,٧) الاختيار ١٩٧
وحدة الاتصال المتعددة ١٩٧
الدوائر التوافقية القائمة على وحدات الاتصال المتعددة ٢١٠
(٣,٨) الدوائر المتكاملة التكرارية ٢١٧
(٣,٩) المجمعات الثنائية ٢١٩
المجمع النصفي (Half Adder) ٢٢٠
المجمع الكامل (Full Adder) ٢٢١
المجمع الثنائي ذو الحمل التموجي (Binary Ripple Carry Adder) ٢٢٣
(٣,١٠) الطرح الثنائي ٢٢٤
المُكمل ٢٢٧
الطرح باستخدام المُكمل الثنائي ٢٢٩
(٣,١١) المجمع – الطارح الثنائي ٢٣١
الأرقام الثنائية ذات الإشارة ٢٣٢
الجمع والطرح الثنائي ذو الإشارة ٢٣٥

الفيضان ٢٣٩
الضرب والقسمة ٢٤١
نماذج لغة وصف المكونات المادية (HDL) للمجمعات ٢٤١
الوصف السلوكي (Behavioral Description) ٢٤٣
(١٢ , ٣) دوال حسابية أخرى ٢٤٧
الانكماش ٢٤٨
التزايد ٢٥٠
التناقص ٢٥٢
الضرب في قيم ثابتة ٢٥٢
القسمة على ثابت ٢٥٤
الملء بالأصفار والتوسُّع ٢٥٤
الحساب العشري ٢٥٥
(١٣ , ٣) ملخص الفصل ٢٥٥
المراجع ٢٥٦
تمارين ٢٥٦

الفصل الرابع: الدوائر التتابعية ٢٧٥
(١ , ٤) تعريفات الدائرة التتابعية ٢٧٦
(٢ , ٤) الماسكات ٢٨٠
الماسكات (SR) و($S\bar{R}$) ٢٨٠
الماسك D (latches) ٢٨٥
(٣ , ٤) القلابات ٢٨٦
القلابات المقدوحة بالحافة ٢٨٨
رموز الرسم القياسية ٢٨٩

المدخل المباشر ٢٩٢
(٤ , ٤) تحليل الدوائر التتابعية. ٢٩٣
معادلات المدخل..... ٢٩٤
جدول الحالة..... ٢٩٥
مخطط الحالة..... ٢٩٩
محاكاة الدوائر التتابعية..... ٣٠٢
(٤ , ٥) تصميم الدوائر التتابعية ٣٠٣
خطوات التصميم..... ٣٠٤
إيجاد مخططات الحالة وجداول الحالة..... ٣٠٥
تخصيص الحالة..... ٣١٤
التصميم باستخدام قلابات من النوع D (D Filp-Flop)..... ٣١٧
التصميم مع الحالات غير المستخدمة..... ٣٢١
التحقق من الصحة..... ٣٢٣
(٤ , ٦) مخططات حالة الماكينة والتطبيقات ٣٢٧
نموذج مخطط حالة الماكينة ٣٢٧
القيود المفروضة على شروط المُدخل..... ٣٣١
تطبيقات التصميم باستخدام مخططات حالة الماكينة..... ٣٣٥
(٤ , ٧) تمثيل لغة وصف المكونات (HDL) للدوائر التتابعية – لغة توصيف المكونات المادية
للدوائر المتكاملة ذات السرعة الفائقة (VHDL) ٣٤٦
(٤ , ٨) تـمثيل لغة وصف المكونات المادية (HDL) للدوائر التتابعية – لغة التحقق والمنطق
(Verilog) ٣٥٩
(٤ , ٩) تزامن القلاب..... ٣٧١
(٤ , ١٠) توقيت الدوائر التتابعية ٣٧٢
(٤ , ١١) التفاعلات غير المتزامنة ٣٧٥

(٤ , ١٢) التزامن وشبه الاستقرار ٣٧٨
(٤ , ١٣) مشاكل الدوائر التزامنية ٣٨٥
(٤ , ١٤) ملخص الفصل ٣٨٧
المراجع ٣٨٨
تمارين ٣٨٩

الفصل الخامس: التنفيذ باستخدام المكونات المادية الرقمية ٤٠٩
(٥ , ١) مجال التصميم ٤٠٩
الدوائر المتكاملة ٤٠٩
تقنية دوائر تقنية أشباه موصلات أكسيدات المعادن المتمِّمة ٤١١
معاملات التقنية ٤١٧
(٥ , ٢) تقنيات التنفيذ القابلة للبرمجة ٤٢١
ذاكرة القراءة فقط (Read-Only Memory) ٤٢٤
المصفوفات القابلة للبرمجة ٤٢٧
أجهزة منطق المصفوفات القابل للبرمجة ٤٣١
مصفوفات البوابات المنطقية القابلة للبرمجة حقليًّا ٤٣٤
(٥ , ٣) ملخص الفصل ٤٤١
المراجع ٤٤٢
تمارين ٤٤٢

الفصل السادس: المسجلات ونقل المسجلات ٤٤٧
(٦ , ١) المسجلات وتنشيط التحميل ٤٤٨
المسجل ذو التحميل المتوازي ٤٤٩
(٦ , ٢) نقل المسجلات (Register Transfers) ٤٥٣

(٦,٣) عمليات نقل محتويات المسجلات ٤٥٥
(٦,٤) نقل المسجلات في لغة توصيف المكونات المادية للدوائر المتكاملة ذات السرعة الفائقة (VHDL) ولغة التحقُّق والمنطق (Verilog) ٤٥٨
(٦,٥) العمليات الدقيقة ٤٥٩
العمليات الحسابية الدقيقة ٤٦٠
العمليات المنطقية الدقيقة ٤٦٣
عمليات الإزاحة الدقيقة. ٤٦٥
(٦,٦) العمليات الدقيقة على المسجلات المنفردة ٤٦٧
التنقلات المعتمدة على وحدة الاتصال المتعددة ٤٦٧
مسجلات الإزاحة ٤٧٠
العداد التموجي (Ripple Counter) ٤٧٥
العدادات الثنائية المتزامنة ٤٧٨
عدادات أخرى ٤٨٤
(٦,٧) تصميم خلية المسجل ٤٨٦
(٦,٨) النقل المعتمد على وحدة الاتصال المتعددة والمسار للمسجلات المتعددة ٤٩٤
المخارج عالية الممانعة (High-Impedance Outputs) ٤٩٧
المسار ثلاثي الحالة (Three-State Bus) ٤٩٩
(٦,٩) النقل المتوالي والعمليات الدقيقة ٥٠١
الجمع المتوالي (Serial Addition) ٥٠٣
(٦,١٠) التحكم في النقل بين المسجلات ٥٠٦
إجراءات التصميم (Design Procedures) ٥٠٨
إجراء تصميم نظام نقل المسجلات ٥٠٨
(٦,١١) تمثيل مسجلات الإزاحة والعدادات بلغة توصيف المكونات المادية للدوائر المتكاملة ذات السرعة الفائقة ٥٢٩

(٦,١٢) تمثيل مسجلات الإزاحة والعدادات بلغة وصف المكونات المادية – لغة التحقق والمنطق (Verilog) ٥٣١
(٦,١٣) التحكم المبرمج الدقيق (Microprogrammed) ٥٣٢
(٦,١٤) ملخص الفصل ٥٣٦
المراجع ٥٣٦
تمارين ٥٣٧

الفصل السابع: أساسيات الذاكرة ٥٥٣
(٧,١) تعريفات الذاكرة ٥٥٤
(٧,٢) ذاكرة الوصول العشوائي (ذاكرة القراءة والكتابة) ٥٥٤
عمليات الكتابة والقراءة ٥٥٧
توقيتات الأشكال الموجية ٥٥٨
خواص الذاكرة ٥٦٠
(٧,٣) الدوائر المتكاملة للذاكرة الإستاتيكية ٥٦٢
الاختيار الموزع مكانيًّا ٥٦٦
(٧,٤) الدوائر المتكاملة لمصفوفة ذاكرة الوصول العشوائي الإستاتيكية ٥٧٠
(٧,٥) الدوائر المتكاملة لشرائح ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية ٥٧٥
خلية ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية (DRAM) ٥٧٥
مقطع بت ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية ٥٧٨
(٧,٦) أنواع ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية ٥٨٣
ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية المتزامنة ٥٨٥
ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية المتزامنة ذات المعدل المتضاعف من البيانات DDR SDRAM ٥٨٨
ذاكرة الوصول العشوائي من النوع (®RAMBUS) – ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية (RDRAM) ٥٨٩

(٧,٧) مصفوفات شرائح الذاكرة الديناميكية ٥٩٠
(٧,٨) ملخص الفصل ٥٩١
المراجع ٥٩٢
تمارين ٥٩٢

الفصل الثامن: أساسيات تصميم الحاسب ٥٩٥
(٨,١) مقدمة ٥٩٥
(٨,٢) مسارات البيانات (Datapaths) ٥٩٦
(٨,٣) وحدة الحساب والمنطق ٦٠٠
دائرة الحساب ٦٠١
دائرة المنطق ٦٠٤
وحدة الحساب والمنطق ٦٠٦
(٨,٤) دائرة الإزاحة ٦٠٨
دائرة الإزاحة البرميلية ٦٠٩
(٨,٥) تمثيل مسار البيانات ٦١١
(٨,٦) كلمة التحكم ٦١٥
(٨,٧) هيكل الحاسب البسيط ٦٢٢
هيكلة مجموعة التعليمات ٦٢٣
موارد التخزين ٦٢٤
تشكيلات التعليمات ٦٢٥
مواصفات التعليمات ٦٢٨
(٨,٨) تحكم المكونات المادية ذات الدورة الواحدة ٦٣٢
جهاز فك شفرة التعليمات ٦٣٤
عينة للتعليمات والبرنامج ٦٣٧

قضايا الحاسب ذي الدورة الواحدة ٦٤٠
(٨,٩) تحكم المكونات متعدد الدورات..... ٦٤١
تصميم التحكم التتابعي..... ٦٤٥
(٨,١٠) ملخص الفصل ٦٥٣
المراجع ٦٥٥
تمارين ٦٥٥

الفصل التاسع: هيكل مجموعة التعليمات ٦٦٥
(٩,١) مفاهيم هيكلة الحاسب ٦٦٥
دورة التشغيل الأساسية في الحاسب..... ٦٦٧
مجموعة المسجلات ٦٦٨
(٩,٢) عنونة المعاملات..... ٦٦٩
استخدام تعليمات ذات ثلاثة عناوين..... ٦٧٠
استخدام تعليمات ذات عنوانين..... ٦٧١
التعليمات ذات العنوان الواحد ٦٧٢
التعليمات التي ليس بها عناوين (صفر عنوان) ٦٧٢
هياكل العنونة..... ٦٧٤
(٩,٣) أوضاع العنونة ٦٧٩
الوضعية الضمنية ٦٨٠
الوضعية الفورية ٦٨١
أوضاع عنونة المسجلات والعنونة غير المباشرة للمسجلات..... ٦٨١
وضعية العنونة المباشرة ٦٨٢
العنونة غير المباشرة..... ٦٨٤
وضعية العنونة النسبية..... ٦٨٥

وضعية العنونة المفهرسة ٦٨٥
ملخص لأوضاع العنونة ٦٨٧
(٩,٤) هياكل مجموعة التعليمات ٦٨٨
(٩,٥) تعليمات نقل البيانات (Data-Transfer Instructions) ٦٩١
تعليمات المكدسة (Stack Instructions) ٦٩٢
الإدخال والإخراج المستقل في مقابل الإدخال والإخراج المحدد بالذاكرة ٦٩٤
(٩,٦) تعليمات معالجة البيانات ٦٩٥
تعليمات الحساب (Computing) ٦٩٦
التعليمات المنطقية وتعليمات التعامل مع البتات ٦٩٧
تعليمات الإزاحة ٦٩٩
(٩,٧) حسابات النقطة العائمة ٧٠١
العمليات الحسابية ٧٠٣
الأُس المنحاز (Biased Exponent) ٧٠٥
الشكل القياسي للمعامل ٧٠٦
(٩,٨) تعليمات التحكم في البرنامج ٧٠٨
تعليمات التفريع المشروطة ٧١٠
تعليمات النداء على إجراء والعودة منه ٧١٤
(٩,٩) مقاطعة البرنامج (Program Interrupt) ٧١٦
أنواع المقاطعة ٧١٨
معالجة المقاطعات الخارجية ٧١٩
(٩,١٠) ملخص الفصل ٧٢١
المراجع ٧٢٢
تمارين ٧٢٣

الفصل العاشر: وحدات المعالجة المركزية لهيكل حاسب ذي مجموعة مخفضة من التعليمات (RISC) وحاسب ذي مجموعة تعليمات مركبة (CISC) ٧٣١
(١٠,١) مسارات البيانات المتعاقبة ٧٣٢
تنفيذ العمليات الدقيقة للتعاقب ٧٣٦
(١٠,٢) التحكم في التعاقب ٧٣٩
البرمجة المتعاقبة وأداؤها ٧٤٢
(١٠,٣) الحاسب ذو مجموعة التعليمات المخفضة (RISC) ٧٤٤
هيكل مجموعة التعليمات ٧٤٥
أوضاع العنونة ٧٤٨
تنظيم مسار البيانات ٧٥٠
تنظيم التحكم ٧٥٤
مخاطر البيانات ٧٥٧
مخاطر التحكم ٧٦٧
(١٠,٤) الحاسبات ذات المجموعة المركبة من التعليمات ٧٧٢
تعديلات هيكل مجموعة التعليمات (ISA) ٧٧٤
تعديلات مسار البيانات ٧٧٦
تعديلات وحدة التحكم ٧٧٨
تحكم البرمجة الدقيقة ٧٨٠
برامج دقيقة للتعليمات المركبة ٧٨٢
(١٠,٥) المزيد عن التصميم ٧٨٧
مفاهيم متقدمة عن وحدة المعالجة المركزية (CPU) ٧٨٧
آخر الابتكارات الهيكلية ٧٩١
المعالجات المتماثلة ذات القلب على شريحة واحدة والمعالجات متعددة تدفق التعليمات
ومتعددة تدفق البيانات MIMD ٧٩٢

معالجة المتجهات ووحيدة تدفق التعليمات ومتعددة تدفق البيانات SIMD ٧٩٤
وحدات معالجة الرسومات (GPU) ٧٩٦
(١٠,٦) ملخص الفصل ٧٩٧
المراجع ٧٩٨
تمارين ٧٩٩

الفصل الحادي عشر: الإدخال – الإخراج والاتصالات ٨٠٥
(١١,١) الإدخال والإخراج في حاسب ٨٠٥
(١١,٢) عينات من الأجهزة الطرفية ٨٠٦
لوحة المفاتيح ٨٠٧
محرك الأقراص الصلبة ٨٠٨
شاشة العرض ذات البلورة السائلة (LCD) ٨١٠
معدل النقل في الإدخال والإخراج (I/O) ٨١٥
(١١,٣) واجهات الإدخال والإخراج ٨١٥
وحدة الواجهة وناقل الإدخال والإخراج ٨١٦
مثال على واجهة الإدخال والإخراج ٨١٨
الطريقة المضيئة (Strobing) ٨٢٠
المصافحة ٨٢٢
(١١,٤) الاتصال المتتالي ٨٢٤
التراسل غير المتزامن ٨٢٦
التراسل المتزامن ٨٢٦
عودة إلى لوحة المفاتيح ٨٢٧
ناقل الإدخال والإخراج التتابعي المعتمد على الحزمة ٨٢٨
(١١,٥) أوضاع النقل ٨٣٢

مثال على النقل تحت تحكم البرنامج ٨٣٥
النقل المبدوء بالمقاطعة ٨٣٦
(١١ , ٦) المقاطعة ذات الأولوية ٨٣٧
أولوية السلسلة الدوارة ٨٣٩
المكونات المادية للأولوية المتوازية ٨٤١
(١١ , ٧) الوصول المباشر إلى الذاكرة ٨٤٣
متحكم الوصول المباشر إلى الذاكرة ٨٤٥
النقل من خلال الوصول المباشر إلى الذاكرة ٨٤٧
(١١ , ٨) ملخص الفصل ٨٤٩
المراجع ٨٥٠
تمارين ٨٥٠

الفصل الثاني عشر: نُظُم الذاكرة ٨٥٥
(١٢ , ١) التسلسل الهرمي للذاكرة ٨٥٦
(١٢ , ٢) محلية المرجع ٨٦٠
(١٢ , ٣) الذاكرة المُخبأة ٨٦٣
التحويلات للذاكرة المُخبأة ٨٦٥
حجم الخط ٨٧٣
تحميل الذاكرة المُخبأة ٨٧٥
طرق الكتابة ٨٧٦
تكامل المفاهيم ٨٧٨
الذاكرات المُخبأة للتعليمات والبيانات ٨٨١
الذاكرة المُخبأة متعددة المستويات ٨٨٢
(١٢ , ٤) الذاكرة الافتراضية ٨٨٣

جداول الصفحات ٨٨٦
المخزن الانتقالي لبحث الترجمة السريع ٨٨٨
الذاكرة الافتراضية والذاكرة المُخبأة ٨٩١
(٥ , ١٢) ملخص الفصل ٨٩٢
المراجع ٨٩٣
تمارين ٨٩٣

ثبت المصطلحات ٨٩٩
أولًا: عربي – إنجليزي ٨٩٩
ثانيًا: إنجليزي – عربي ٩٠٩
كشاف الموضوعات ٩١٩