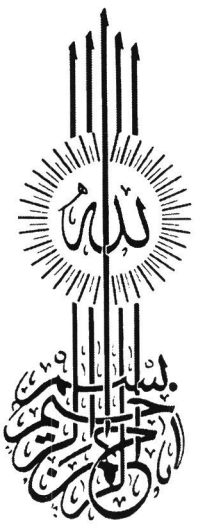
بسم الله الرحمن الرحيم

التصميم المنطقي للأنظمة الأوتوماتيكية

تأليف
ساندر بي.فريدمان

ترجمة
الدكتور ماهر حمدي الصاحب
قسم الهندسة الميكانيكية ـ كلية الهندسة
جامعة الملك سعود

النشر والمطابع - جامعة الملك سعود
ص.ب. ٢٤٥٤ -الرياض ١١٤٥١ -المملكة العربية السعودية

مكتبة جامعة الملك سعود
الرقم العام: ٦٠٦٠١٨
مكتبه:
رقم الشهاده: ١٠٥٤٠٠

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤١٨هـ (١٩٩٨م)

هذه ترجمة عربية مصرح بها لكتاب (Logical Design of Automation Systems)

By: Sander B. Friedman.
ⓒ 1990 by Prentice Hall, inc
ⓒ Translation Copyright 1990 By: King Saudi University

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
فريدمان، ساندر بي
التصميم المنطقي للأنظمة الأتوماتيكية / ترجمة ماهر حمدي الصاحب. ـ الرياض.
٢٨٨ص؛ ١٧×٢٤سم
ردمك ٥ ـ ٥١٧ ـ ٠٥ ـ ٩٩٦٠ (جلد)
٣ ـ ٥١٨ ـ ٠٥ ـ ٩٩٦٠ (غلاف)
١ ـ التكنولوجيا ٢ ـ تصميم النظم أ ـ الصاحب، ماهر حمدي (مترجم)
ب ـ العنوان
ديوي ٦٢١,٣٨١٩٥٢ ١٧/٢٩٧٠

رقم الإيداع: ١٧/٢٩٧٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة وقد وافق المجلس على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه الثالث عشر للعام الدراسي ١٤١٤/ ١٤١٥هـ. الذي عقد بتاريخ ١٥/ ١٠/ ١٤١٤هـ الموافق ٢٧/ ٣/ ١٩٩٤م.

مطابع جامعة الملك سعود ١٤١٨هـ

مقدمة المترجم

جاءت ترجمة كتاب «التصميم المنطقي للأنظمة الأتوماتيكية لمؤلفه ساندر فريدمان ضمن برنامج تشجيع التعريب بجامعة الملك سعود من خلال مركز الترجمة. وأود هنا أن أسجل شكري وتقديري لهذا المركز على جهوده الدائمة في هذا المجال وعلى الموافقة الكريمة على قيامي بترجمة هذا الكتاب من اللغة الإنجليزية إلى اللغة العربية وتولي الجامعة مشكورة مهمة طبعه ونشره.

يمثل هذا الكتاب اتجاهًا جيدًا في معالجة موضوع استخدام النظرية المنطقية في تصميم الأنظمة الأتوماتيكية حيث احتوى على أحدث معلومات تلك التقنية. وقد ركز الكتاب على الوسائل والطرق المستخدمة في تصميم الأنظمة الأتوماتيكية بطريقة منطقية، وكيفية استخدام تلك الوسائل بطريقة اقتصادية. ويمتاز هذا الكتاب بغزارة مادته العلمية وبحسن تبويبه وسهولة أسلوبه في طرح المعلومات بحيث يعتبر من الكتب القيمة والمفيدة جدًا في التدريس والبحث في مادة التصميم المنطقي للأنظمة الأتوماتيكية. ويقع هذا الكتاب في اثني عشر فصلاً تضمنت العديد من المواضيع الأساسية والتي نوقشت فيها: أركان التكلفة للأتمتة، الخلفية التاريخية للنظم الأتوماتيكية، فرضيات ونظريات الجبر البوليني، طرق إيجاد المعادلات المثلى، أنظمة قدرة السوائل، التصميم المنطقي، أجهزة الذاكرة غير الفعالة، تصميم أنظمة التحكم، والتصميم بواسطة الحاسوب.

لقد حاولت جهدي أن يأتي التعريب متطابقًا ومنسجمًا مع النص الأصلي للنسخة الأجنبية (الإنجليزية) من جانب وسلسًا في العبارات والأسلوب ومفهومًا للقارىء من جانب آخر. وقد توخيت الدقة في النقل والأمانة العلمية والالتزام بالنص

ما أمكن وعدم الابتعاد إلا بما تقتضيه ضرورة اللغة . وتوخيًا لاستكمال الفائدة فقد أوردت بعد العنوان العربي لكل بند النص الإنجليزي الوارد في الكتاب الأصلي . كما أوردت بعد كل مصطلح علمي وكذلك بعد أسماء المؤلفين التي ترد لأول مرة في الأصل الإنجليزي مايقابلها باللغة العربية . ولقد أبقيت المعادلات والرموز بالحروف اللاتينية والحقت في نهاية الكتاب ثبتًا بأهم المصطلحات العلمية التي وردت في الكتاب لكي تعين القارىء على الوصول للمعنى بأسرع وقت ممكن .

هذا ما تضمنه الكتاب الذي بين أيديكم آملاً أن يقدم خدمة كبيرة لرفد المكتبة العلمية العربية بكتاب قيم يعتبر مرجعًا للطلاب والدارسين ومنهلاً علميًا للعديد من المهندسين والباحثين في مجال الهندسة الميكانيكية والكهربائية والصناعية . وأني لأتمنى أن أكون قد أديت بهذا العمل بعضًا من واجبي نحو الدارسين والباحثين والقراء ونحو اللغة العربية التي حملت ولاتزال راية الفكر ومشعل الحضارة .

المترجم

مقدمة المؤلف

قبل تناول موضوع تصميم أنظمة الأتمتة الصناعية، من المناسب القيام ببحث ماهية «الأتمتة» وكيف تطورت على مر السنين.

لقد عرفت «الأتمتة» في قاموس أكسفورد للغة الإنجليزية على أنها كلمة آتية من المعنى المتأصل في جذور اللغة اليونانية الذي يعني «ذلك الذي يحدث تلقائيًا». وكلمة مكنن «أن يعمل أو يحول ميكانيكيًا» أي إحلال جهد الآلة محل جهد الإنسان. أما «المنطق» فقد حدد في نفس المرجع بأنه «علم أو فن البرهنة كما يتم في أقسام معينة من أقسام المعرفة أو البحث والاستقصاء».

وعلى هذا فإن تصميم أنظمة «الأتمتة» يطبق مبادئ منطقية، تنفذ بوسائل مختلفة مثل الصمامات، والمرحلات، والمفاتيح، والأجهزة الترانزستورية، وماشابهها، من أجل التحكم بتسلسل الأجهزة المكننة الخاصة بأداء الأعمال الصناعية.

ويجب ألايخلط بين « أنظمة الأتمتة» وبين الآلات الذاتية الحركة في القرنين السادس عشر والسابع عشر، تلك الأتمتة البالغة التعقيد، والدمى النابضة بالحياة التي كانت تؤدي أعمالاً فذة ساذجة بدائية بصورة لاتصدق. ولكنها، مع الأسف، لم تكن تؤدي عملاً نافعًا، ولذلك كانت مجرد أشياء غريبة تثير الفضول من أجل تسلية وإمتاع مشاهديها.

وإنه لمن المعقول والمنطقي أن ننظر إلى الثورة الصناعية في إنجلترا على أنها كانت البداية الحقيقية للمكننة الصناعية بالرغم من أمثلة معزولة من الأدوات الميكانيكية كانت موجودة على مدى سنوات عديدة قبل بداية تلك الحقبة من

الزمان. أما المكننة الكاملة للمصنع أو المعمل فلم تتحقق بصورة صحيحة إلا أوائل القرن التاسع عشر في كونيكتكت فالي» في الولايات المتحدة الأمريكية. وقد أدى هذا إلى الأسلوب الأمريكي في التصنيع، الذي استخدم مجموعة قابلة للتبادل من الأجزاء والقطع التي تم صنعها بآلات رخيصة أو معقولة الثمن نسبيًا.

وقد تم استخدام أول خطة أتمتة عملية في أواخر القرن الثامن عشر في صناعة النسيج في إنجلترا. وتم ذلك على نول «جاكوارد» الذي كان يستخدم لوحًا خشبيًا فيه سلسلة من الثقوب التي تمت فبركتها مسبقًا. وهذه الثقوب تمكن قضبانًا، أو أصابع، من المرور عبر اللوح إذا كان كل ثقب يقع مباشرة تحت الإصبع. وإذا لم يكن هناك ثقب، فإن الإصبع تبقى في وضعها غير المزاح. ويقوم وضع الأصابع بدوره بالتحكم في النموذج أو النمط الذي تم نسخه على النول.

وهذا التطور هو الذي قام حقيقة بأتمتة أسلوب عملية آلية عن طريق استخدام أساليب منطقية إما أن يتم بها أداء العمل أو لايتم. أي أن نظامًا منطقيًا ذا حالتين قد طبق. ومن ناحية ثانية فإن هناك مشكلة موروثة مع الأتمتة وهي أن هذه الأنظمة تكون باهظة التكلفة في التصميم والبناء والصيانة. لذلك فإن تطبيقات الأتمتة كانت محصورة في الإنتاج المتكرر لكميات كبيرة من الأجزاء أو القطع المتطابقة حيث إن الاستثمارات الهائلة في أجهزة التحكم والآلات يمكن توزيعها على العديد من البنود. حتى بهذه التكلفة الإضافية، فإن التوفيرات في التصنيع تكون قد رجحت على التكلفة الإضافية للأدوات والمعدات بحيث إنه لايمكن للمرء استخدام أية طريقة أخرى أو استعمال أي أسلوب آخر.

وبسبب ماذكر آنفًا، فإن الإنتاج (أوالتصنيع) الصناعي تم تقسيمه بصورة فعالة إلى فئتين:

أولاً: كميات هائلة من الإنتاج حيث الأسلوب كان عملية رأسمال مكثف (هائل).

ثانيًا: كميات أقل يتم إنتاجها على آلات غير مؤتمتة يشغلها مستخدمون مهرة أو شبه مهرة، الأمر الذي نجم عنه عمالة هائلة.

وعلى هذا فقد كانت القاعدة ولاتزال هي أنه: إذا كانت كمية وانتظام الإنتاج لها ما يبررها، فينبغي أتمتة العملية.

وقد أتاحت التقنيات المنطقية الحديثة المطبقة في عمليات التصنيع الأتمتة «الانتقائية» لهذه العمليات باستثمار رأسمال أقل بكثير جدًا من ذلك الذي تتطلبه الأتمتة «الشاملة». ويعني هذا بدوره أن كميات أقل بكثير جدًا يمكن استخدامها لتبرير الأتمتة. وبذلك تقل التكلفة الكلية ويمكن الصناعة من البقاء و/ أو أن تصبح منافسة.

إن هدف هذا الكتاب هو وصف الأدوات والتقنيات المستخدمة في تصميم أنظمة الأتمتة بطريقة منطقية ومنتظمة، بحيث إن القارئ سيكون قادرًا على تطبيق هذه التقنيات بطريقة اقتصادية ومسؤولة.

الشكر والعرفان إن الشيء الوحيد المناسب، هو الإقرار بالشكر والعرفان للأعمال السابقة في هذا الميدان. فمختلف التحليلات المنطقية مبنية على مؤلفات «جورج بولي» George Boole التي صدرت في منتصف القرن التاسع عشر. وكتبه التي كانت قد كتبت في ١٨٤٧ و ١٨٥٤م، وأعادت نشرها مطبعة أكسفورد، وبازل بالاكول في أكسفورد، ودوفر في نيويورك. وقد تم إيراد مراجع أخرى في مسرد الكتاب، وقد أشير إليها بأرقام بين أقواس بعد اسم المرجع، مثل (٩٣). وينبغي توجيه غاية الاهتمام إلى مؤلفات شانون Shannon، وفيتش Fitch، ومارتين Martin. وقد أسدى شكرًا خاصًا للبروفسور هيو آرمارتين Professor Hugh R. Martin و آر. إل. وودز Professor R. L. Woods لمساهماتهما في منطق السوائل وتطبيقاته، بالإضافة إلى تشجيعهما ومساعدتهما واقتراحاتهما.

أس. بي فريدمان

المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة المترجم	هـ
مقدمة المؤلف	ز
الفصل الأول: مقدمة للأتمتة	
١,١ النواحي الاقتصادية في الأتمتة - عام	٣
١,٢ مكونات التكلفة	٤
١,٢,١ اعتبارات التصميم	٤
١,٢,٢ اعتبارات التصنيع (الفبركة)	٥
١,٢,٣ اعتبارات التشغيل	٥
١,٣ إجراءات التكلفة: تكاليف التبرير والتشغيل	٦
الفصل الثاني: مقدمة لتصميم الأتمتة	
٢,١ الخلفية التاريخية	٩
٢,٢ مفهوم المتغيّر الثنائي	١١
٢,٣ مفاهيم التركيب المنطقي	١٢
٢,٤ أنظمة الأتمتة الصناعية	١٦
٢,٥ المسائل	١٧
الفصل الثالث: الجبر البوليني	
٣,١ العناصر	١٩

٣,٢ العلاقات ٢٠
٣ - ٣ المعاملات الأساسية ٢٠
٣,٣,١ معامل النفي (لا) ٢١
٣ - ٣ - ٢ معاملات الإضافة / نفي الإضافة (و) ٢٢
٣,٣,٣ معاملات الاختيار / نفي الاختيار، الاختيار غير الشامل / نفي الاختيار غير الشامل (أو) ٢٣
٣,٣,٤ الذاكرة ٢٤
٣,٣,٥ التسلسل الوظيفي للعمليات ٢٦
٣,٤ الافتراضيات والنظريات ٢٧
٣,٤,١ افتراضيات الجبر البوليني ٢٨
٣,٤,٢ نظريات الجبر البوليني ٢٨
٣,٥ براهين النظرية ٢٩
٣,٥,١ البرهنة باستخدام جداول الصدق ٢٩
٣,٥,٢ البرهنة باستخدام النظريات ٣٠
٣,٦ تعريفات ٣٢
٣,٧ معالجات المعادلات واختزالاتها ٣٣
٣,٧,١ مكمل التعبير ٣٤
٣,٧,٢ الثنائي للتعبير ٣٥
٣ - ٧ - ٣ المعاملات العامة ٣٥
٣,٨ المسائل ٣٧

الفصل الرابع : طرق جعل المعادلة في شكلها الأمثل

٤,١ الطريقة الجبرية ٣٩
٤,٢ طريقة عمل المخططات (أو الخرائط) ٤٣
٤,٣ التبسيط باستخدام الدالات الضمنية الأولية ٥١
٤,٣,١ تعريفات وبراهين ٥٢
٤,٣,٢ الترميز ٥٣
٤,٣,٣ استنتاج الدالات الضمنية الأولية ٥٥

٤,٣,٤ تشكيل الصيغة المثلى ٥٨
٤,٣,٥ الدالات المعبر عنها بصورة غير قانونية ٦٠
٤,٣,٦ الأنظمة المتعددة الخرج ٦٠
٤ - ٤ الخلاصة ٦٣
٤,٥ المسائل ٦٤

الفصل الخامس: تطبيق الدالات المنطقية

٥,١ تطبيق المنطق ٦٨
٥,٢ أجهزة الدخل الميكانيكي والخرج الميكانيكي ٦٨
٥,٣ أجهزة الدخل الميكانيكي والخرج الكهربائي ٧٠
٥,٤ أجهزة الدخل الكهربائي والخرج الكهربائي ٧١

٥,٥ أجهزة طاقة الموائع ٧٦
٥,٦ الأجهزة المائعية (التي تعمل بالموائع) والإلكترونية ٨٣
٥,٧ أجهزة (أو أدوات) أخرى ٨٧
٥,٨ أجهزة التحكم المنطقي المبرمجة ٨٨
٥,٨,١ الخلفية ٨٨
٥,٨,٢ المقارنات مع أجهزة الهاردوير الأخرى ٩٠
٥,٨,٣ برمجة الـ PLCs ٩١
٥,٩ اختيار تطبيق وتنفيذ الأجهزة (الخردوات): القواعد الأخرى ٩٦
٥,١٠ المسائل ٩٩

الفصل السادس: الأنظمة المنطقية التوافقية

٦,١ ترميز التصميم المنطقي ١٠٤
٦,٢ أنظمة نموذجية ١٠٥
٦,٢,١ أخطار الأنظمة التوافقية ١١١
٦,٢,٢ الدوائر الخالية من الأخطار ١١٧
٦,٣ المسائل ١٢٤

الفصل السابع : بيانات المشكلة

٧,١ بيان المشكلات التوافقية ١٢٧
٧,٢ بيان المشكلات التتابعية : أسلوب المخططات المتمددة ١٢٩
٧,٣ بيان المشكلات التتابعية : جداول التدفق (أو الانسياب) البدائية ١٣٤
٧,٤ بيان المشكلات التتابعية : مخططات المواصفات (أو التحديدات) المنطقية١٣٧
٧,٥ تبسيط مخططات المواصفات (أو التحديدات) المنطقية ١٤١
٧,٦ المسائل ١٤٨

الفصل الثامن : أنظمة المنطق التتابعي : أساليب العد والتدريج

٨,١ القاعدة النظرية ١٥٣
٨,٢ أنظمة العدّ ١٥٦
٨,٢,١ أنظمة العدّ الثنائية ١٥٧
٨,٣ أجهزة التحرك على خطوات دوارة ١٦٠
٨,٣,١ مفاتيح الخطوات الدوارة ١٦٠
٨,٣,٢ الصمامات اللولبية الدّوارة ١٦٤
٨,٣,٣ مفتاح الخطوات الأسطواني الشكل ١٦٤
٨,٤ أمثلة ١٦٦
٨,٥ المسائل ١٧١

الفصل التاسع : أنظمة المنطق التتابعية : أساليب الذاكرة السلبية (غير الفعالة)

٩,١ أجهزة الذاكرة السلبية ١٧٣
٩,٢ الأنظمة العشوائية ١٧٨
٩,٣ الأنظمة المحدّدة (الحتمية) ١٨٢
٩,٤ المسائل ١٨٦

الفصل العاشر : أنظمه المنطق التتابعية : أسلوب الذاكرة النشيطة (الفعالة)

١٠,١ أجهزة الذاكرة الفعالة ١٩٢

١٠,٢ أساليب تصميم الذاكرة الفعالة ١٩٥
١٠,٢,١ الخطوات الأولى ١٩٦
١٠,٢,٢ مخططات تتابع (أو تدفق) التشغيل ٢٠٢
١٠,٢,٣ مخططات الإثارة ٢١٠
١٠,٣ عبارات الخرج ٢١٧
١٠,٤ الأخطار التتابعية ٢٢٠
١٠,٥ الخلاصة ٢٢١
١٠,٦ المسائل ٢٢٢

الفصل الحادي عشر: دراسة حالة أتمتة
١١,١ المقدمة ٢٢٥
١١,٢ الاعتبارات الأولية ٢٢٦
١١,٣ التحليل الأولي ٢٢٦
١١,٤ بيان (أو نص) المشكلة ٢٢٩
١١,٥ تصميم نظام التحكم ٢٣١
١١,٦ النتائج ٢٣٣

الفصل الثاني عشر: التصميم بمساعدة الحاسوب
١٢,١ التحليل الضمني الآلي ٢٣٧
١٢,٢ جدول الصدق (TRUTAB) ٢٤١

المراجع المختارة ٢٤٣
ملحق برامج الحاسوب ٢٤٥

ثبت المصطلحات العلمية

عربي - إنجليزي ٢٥٣

إنجليزي - عربي ٢٦٧
كشاف الموضوعات ٢٨١