أسس الإلكترونيات

كتب عربية وايلي في الهندسة

احمد / الكاتب : أسس الالكرونيات

الجارالله / نوارة : إدارة المشاريع الهندسية

حمد : الاقتصاد الهندسي ، الطبعة الثانية

حانسن : أسس الري وعملياته ، الطبعة الربعة

الدخاخني : مقاومة المواد

شواب : المبادئ الأولية في هندسة الأراضي والمياه ، الطبعة الثانية

غولد هابر : النظم الإدارية لهندسة التشييد

فان وايلن : أسس الديناميكا الحرارية الكلاسيكية ، الطبعة الثانية SI

مريام : الميكانيكا الهندسية ، الجزء الأول ، الاستاتيكا ، الطبعة SI

مريام : الميكانيكا الهندسية ، الجزء الثانى ، الديناميكا ، الطبعة SI

وست : تحليل الإنشاءات

أسس الإلكترونيات

د/محمد فاروق أحمد د/محمد خضر كاتب
قسم الفيزياء — كلية العلوم — جامعة الملك سعود

الناشر

الناشر : جامعة الملك سعود
ص . ب : ٢٤٥٤ الرياض — المملكة العربية السعودية

و

جون وايلي وأولاده
نيويورك . شيشستر . بريسبن . تورنتو . سنغافورة

PRINCIPLES OF ELECTRONICS
by M. F. Ahmad and M. K. Katib

Copyright © 1984 by John Wiley & Sons. Inc.
All Rights Reserved. Published simultaneously in England by John Wiley & Sons, Ltd.
No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted,
nor translated into a machine language without the written permission of the publisher.

Printed in Malta

حقوق النشر للطباعة العربية © سنة ١٩٨٤ محفوظة لدار جون وايلي وأبنائه . جميع الحقوق محفوظة .
يتم نشر هذا الكتاب في ذات الوقت — في إنجلترا بواسطة دار جون وايلي وأبنائه ليميتد .
لا يجوز إعادة طبع أو نقل أو ترجمة أي جزء من أجزاء هذا الكتاب بأية وسيلة دون إذن كتابي من الناشر .

ISBN 0-471-88556-8
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمـــة

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى آله وصحبه ومن دعا بدعوته . . وبعد ، ،

تفتقر المكتبة العربية عموماً إلى المراجع العلمية العربية في شتى فروع العلوم الأساسية والتطبيقية . ويعاني الطلبة الجامعيون كثيراً — وخصوصاً طلبة المستويات الأولى — من عدم وجود مراجع علمية عربية تغطي ما يدرسونه من مقررات . وحتى في حالة وجود بعض من هذه المراجع العلمية العربية فإنه يلاحظ أنها لا تتمشى مع جميع محتويات المقررات التي يدرسونها والتي تتغير بصفة مستمرة لتساير التطور السريع في مختلف فروع العلم .

وبالنسبة لعلم الإلكترونيات يلاحظ أن معظم المراجع العربية قد وضعت لمستوى طلبة المعاهد الفنية المتوسطة . وأما بالنسبة للمستوى الجامعي فإنه فضلاً عن ندرة المراجع العربية يلاحظ عدم مسايرتها للتطور السريع في هذا المجال أو عدم شموليتها على جميع الجوانب التي يجب أن يلم بها الطلبة . لذا فإنه لا يمكن إختيار مرجع عربي واحد أو حتى عدة مراجع بحيث يمكن أن تغطي محتويات مقررات الإلكترونيات التي يدرسونها .

وهذا الكتاب عبارة عن محاولة متواضعة لعمل مرجع دراسي عربي في أسس الإلكترونيات . وقد روعي عند وضعه أن يشتمل على الأبواب التي تغطي محتويات مقرر الإلكترونيات لطلبة المستوى الثاني بكليات العلوم والتربية ، آخذين في الإعتبار إمكانية تغير بعض محتويات هذا المقرر خلال ستوات قليلة .

ويحتوي الكتاب على عشرة أبواب . خصص الباب الأول والثاني منها لدراسة حركة الإلكترونات في المجالات الكهرومغناطيسية وفيزياء الإلكترون في المادة . ونظراً للتحول السريع من الصمامات الإلكترونية إلى العناصر الإلكترونية المجهزة من أشباه الموصلات فقد خصص للصمامات بابان فقط . أحدهما لدراسة الأسس الفيزيائية للصمامات المختلفة (الباب الثالث) والآخر (الباب السابع) للتعرف على الدارات الأساسية للتكبير بإستخدام هذه الصمامات . وأما الأبواب الست الباقية فهي مخصصة لدراسة فيزياء أشباه الموصلات مثل الثنائيات والترانزستورات المختلفة وإستخدام هذه العناصر الإلكترونية في بعض الدارات الإلكترونية الأساسية وخاصة دارات التكبير . ونظراً لأهمية التغذية الخلفية في الدارات الإلكترونية فقد خصص لها مع المذبذبات باب كامل .

وقد توخينا في عرض الموضوعات سهولة العبارة ووضوح المعنى كما إلتزمنا في ترتيب المادة العلمية بما جاء في مقرر الإلكترونيات . ونأمل أن نكون قد قدمنا للطالب — من خلال هذا العمل المتواضع — ما يساعده على فهم وإستيعاب أساسيات هذا الفرع من فروع المعرفة .

نسأل الله أن يجعل فيه نفعاً وفائدة للطلبة . والله من وراء القصد .

المؤلفـان

فهرس الكتـاب

الباب الأول : حركة الإلكترون في المجالات الكهرومغنـاطيسية

١ — ١	حركة الإلكترون في مجال كهربي ثابت	١١
١ — ٢	وحدة الطاقة — إلكترون فولت	١٣
١ — ٣	حركة الإلكترون في مجال كهربي عرضي	١٣
١ — ٤	الإنحراف الإلكتروستاتيكي	١٦
١ — ٥	راسم الذبذبات	١٧
١ — ٦	سريان التيار في الفراغ	١٩
١ — ٧	حركة الإلكترون في المجال المغناطيسي المتجانس	١٩
١ — ٨	حركة الإلكترونات في مجالات كهربية ومغناطيسية متعامدة — الماغنيترون	٢٣
١ — ٩	أنبوب أشعة المهبط ذات الإنحراف المغناطيسي	٢٥
١ — ١٠	البصريات الإلكترونية	٢٧
١ — ١١	العدسات الكهروستاتيكية	٢٧
١ — ١٢	العدسات المغناطيسية	٢٩

الباب الثاني : الإلكترونات في المادة

٢ — ١	الإلكترون في الذرة	٣٣
٢ — ٢	نظرية بوهر للذرة	٣٤
٢ — ٣	سويات (مناسيب) الطاقة الذرية	٣٥
٢ — ٤	التركيب الإلكتروني للعناصر	٣٦
٢ — ٥	جهد الإثارة وجهد التأيين	٣٨
٢ — ٦	قطاعات أو شرائح الطاقة	٣٩
٢ — ٧	العازلات وأشباه الموصلات والموصلات	٤١
٢ — ٨	الحركية والتوصيلية في المعادن	٤٢
٢ — ٩	توزيع طاقة الإلكترونـات	٤٤
٢ — ١٠	الإنبعاث (الإصدار) الإلكترون	٤٦
٢ — ١١	أنواع الإنبعاث الإلكتروني	٤٧
٢ — ١٢	الإنبعاث الأيوني الحراري	٤٨
٢ — ١٣	أنواع الكاثودات	٤٨
٢ — ١٤	الإنبعاث الثانوي	٤٩
٢ — ١٥	الإنبعاث الكهروضوئي	٥١
٢ — ١٦	ظاهرة شوتكي والإنبعاث المجالي	٥٢

الباب الثالث : الصمامات المفرغة

٣ — ١	الصمام الثنائي المفرغ	٥٥
٣ — ٢	العمليات الفيزيائية في الصمام الثنائي	٥٦
٣ — ٣	قانون تشايلد — لانغمير	٥٧
٣ — ٤	المميز الإستاتيكي (منحنى الخواص) للصمام الثنائي	٥٩
٣ — ٥	القيم المميزة (بارامترات) للصمام الثنائي	٦١
٣ — ٦	المميزة الديناميكية للصمام الثنائي	٦٥
٣ — ٧	الصمام الثلاثي المفرغ	٦٦
٣ — ٨	تصميم الصمام الثلاثي وداراته	٦٦
٣ — ٩	العمليات الفيزيائية في الصمام الثلاثي	٦٧
٣ — ١٠	قانون قوة الثلاثة أنصاف للصمام الثلاثي	٦٨
٣ — ١١	مميزات (منحنيات الخواص) الصمام الثلاثي الإستاتيكية	٦٩
٣ — ١٢	بارامترات الصمام الثلاثي	٧٠
٣ — ١٣	الصمام الرباعي	٧٣
٣ — ١٤	مميزات الصمام الرباعي الإستاتيكية	٧٤
٣ — ١٥	بارامترات الصمام الرباعي	٧٥
٣ — ١٦	الظاهرة الداينا ترونية في الصمامات الرباعية	٧٦
٣ — ١٧	الصمامات الخماسية	٧٧
٣ — ١٨	مميزات الصمام الخماسي	٧٧
٣ — ١٩	بارامترات الصمام الخماسي	٧٨
٣ — ٢٠	الصمام الرباعي ذو الحزمة الإلكترونية عالية القدرة	٧٩
٣ — ٢١	الصمامات الغازية	٨٥
٣ — ٢٢	الصمام الثنائي الغازي	٨١
٣ — ٢٣	الصمام الثلاثي الغازي	٨٢

الباب الرابع : أشباه الموصلات

٤ — ١	أشباه الموصلات الذاتية	٨٧
٤ — ٢	الحركة الإنسياقية لحاملات الشحنة في مجال كهربي	٨٩
٤ — ٣	إنتشار حاملات الشحنة	٩١
٤ — ٤	أشباه الموصلات ذات الشوائب	٩٣
٤ — ٥	الحاملات الغالبية والأقلية	٩٥
٤ — ٦	معدل الإنتاج وإعادة الإتحاد للأزواج	٩٥
٤ — ٧	أثر هول	٩٧
٤ — ٨	الثرميستور والسنسيستور	٩٨
٤ — ٩	الموصلات الضوئية	٩٩
٤ — ١٠	كيفية مرور التيار في شبه الموصل	٩٩

الباب الخامس : الثنائيات شبه الموصلة والترانزستورات

٥ — ١ ثنائي الوصلة (الملتقى) ١٠١
٥ — ٢ ثنائي الوصلة (الملتق) في حالة توصيل جهد ١٠٤
٥ — ٣ التيار المباشر لثنائي الوصلة ١٠٧
٥ — ٤ التيار العكسي لثنائي الوصلة ١٠٨
٥ — ٥ مميزة (منحنى الخواص) الثنائي شبه الموصل ١٠٩
٥ — ٦ مقاومة الثنائي شبه الموصل ١١٠
٥ — ٧ سعات الثنائي شبه الموصل ١١١
٥ — ٨ الثنائي الضوئي شبه الموصل ١١٢
٥ — ٩ المميزة الفولت — أميرية للثنائي الضوئي شبه الموصل ١١٣
٥ — ١٠ الأثر الفوتوفولتي ١١٤
٥ — ١١ الخلية الشمسية ١١٥
٥ — ١٢ ترانزستور الوصلة ١١٧
٥ — ١٣ تحييز الترانزستور ١١٨
٥ — ١٤ مركبات التيار في الترانزستور ١١٩
٥ — ١٥ المميزات الإستاتيكية للترانزستور ١٢٢
٥ — ١٦ مميزة التوصيل بقاعدة مشتركة ١٢٣
٥ — ١٧ بارامترات الترانزستور عند التوصيل بقاعدة مشتركة ١٢٥
٥ — ١٨ مميزة التوصيل بباعث مشترك ١٢٦
٥ — ١٩ بارامترات الترانزستور عند التوصيل بباعث مشترك ١٢٨

الباب السادس : بعض إستخدامات الثنائيات في الدارات الإلكترونية

٦ — ١ الدارة الأساسية للثنائي ومميزته الديناميكية ١٣٢
٦ — ٢ إستخدام الثنائي كمحدد للجهد ١٣٧
٦ — ٣ إستخدام الثنائي في بوابة التشكيل ١٣٨
٦ — ٤ إستخدام الثنائي في الدارات المنطقية ١٤٠
٦ — ٥ إستخدام الثنائي في دارات التقويم ١٤٢

الباب السابع : إستخدام الصمامات الثلاثية والرباعية والخماسية في دارات التكبير

٧ — ١ المميزة الديناميكية للصمام ١٤٨
٧ — ٢ نقطة التشغيل ١٥٠
٧ — ٣ جهد شبكة التحكم (نقطة التشغيل الذاتي) ١٥١
٧ — ٤ جهد الشبكة الحاجبة ١٥٣
٧ — ٥ مقاومة التسرب لشبكة التحكم ١٥٣
٧ — ٦ معامل الكسب لمكبر بإستخدام صمام ثلاثي ١٥٤

٧ — ٧ معامل كسب مكبر بمقاومة تغذية ذاتية للشبكة ١٥٥
٧ — ٨ معامل كسب المكبر في الحالة العامة ١٥٦
٧ — ٩ معاوقة الخرج للمكبر ١٥٨
٧ — ١٠ التابع الكاثودي ١٥٩

الباب الثامن : إستخدام الترانزستور في دارات التكبير
٨ — ١ المكبر الترانزستورى بقاعدة مشتركة — معاملات الكسب والدارة المكافئة ١٦٣
٨ — ٢ المكبر الترانزستوري ذو الباعث المشترك — معاملات الكسب ودارته المكافئة ١٦٦
٨ — ٣ نقطة التشغيل وخط التحميل الإستاتيكي والديناميكي ١٦٨
٨ — ٤ التحييز الثابت للقاعدة أو نقطة التشغيل الثابتة ١٦٩
٨ — ٥ التحييز من المجمع للقاعدة ١٧٠
٨ — ٦ التحييز الذاتي أو الباعثي ١٧١
٨ — ٧ معاملات الكسب لمكبر ترانزستوري ذي تحييز باعثي ١٧٤
٨ — ٨ التابع الباعثي ١٧٥
٨ — ٩ دارات التكبير المرحلية ١٧٦
٨ — ١٠ ربط المراحل بإستخدام مقاومة ومكثف . منحني الإستجابة للمكبر ١٧٧

الباب التاسع : المكبرات ذات التغذية الخلفية والمذبذبات
٩ — ١ التغذية الخلفية في المكبرات ١٨٣
٩ — ٢ معامل كسب المكبر في حالة وجود تغذية خلفية ١٨٣
٩ — ٣ أثر التغذية الخلفية على إستقرار معامل الكسب ١٨٥
٩ — ٤ أثر التغذية الخلفية على التشوية اللاخطى ١٨٧
٩ — ٥ أثر التغذية الخلفية على إتساع الشريحة ١٨٧
٩ — ٦ أثر التغذية الخلفية على معاوقتي الدخل والخرج للمكبر ١٨٩
٩ — ٧ أثر التغذية الخلفية على ضوضاء المكبر ١٩٠
٩ — ٨ دارات التغذية الخلفية ١٩١
٩ — ٩ التغذية الخلفية الموجبة والمذبذبات ١٩٢
٩ — ١٠ مذبذب فرق الطور ١٩٣
٩ — ١١ المذبذبات الخاملة ١٩٥
٩ — ١٢ المذبذب عديد الإهتزازات ١٩٦

الباب العاشر : ترانزستور الأثر المجالي
١٠ — ١ ترانزستور الأثر المجالي ١٩٩
١٠ — ٢ ترانزستور الأثر المجالي ذو الوصلة ١٩٩
١٠ — ٣ ترانزستور الأثر المجالي ذو البوابة المعزولة ٢٠٢

١٠ — ٤	بارامترات ترانزستور الأثر المجالي	٢٠٤
١٠ — ٥	تحييز ترانزستور الأثر المجالي	٢٠٥
١٠ — ٦	إستخدام ترانزستور الأثر المجالي في دارات التكبير	٢٠٧
١٠ — ٧	إستخدام ترانزستور الأثر المجالي كمقاومة متغيرة	٢١٠

المراجـع

المصطلحات الإنجليزية العربية ٢١٣

المصطلحات العربية الإنجليزية ٢٢٠