أسس الهندسة الكهربية

الجزء الأول

تأليف

دكتور نعيم أبو طالب　　دكتور آسر علي زكي　　دكتور السيد عبد المعطي

كلية الهندسة - جامعة الاسكندرية

١٩٩٤

الناشر منشأة المعارف اسكندرية

1/1-10-621-1

1/1-10-621-1

أسس الهندسة الكهربية

الجزء الأول

تأليف

دكتور نعيم أبو طالب — دكتور آسر علي زكي — دكتور السيد عبد المعطي

كلية الهندسة - جامعة الاسكندرية

وزارة الجامعات
المكتبة المركزية
جامعة الاسكندرية

الناشر منشأة المعارف اسكندرية

المحتويات

الجزء الأول

صفحة

إهـــداء . . . . . ح
مقـدمة . . . . . ه
الرموز المستخدمة فى الجزء الأول . . . . . ع
جدول (١) حروف الهجاء الأغريقية . . . . . ق
جدول (٢) المضاعفات والمضاعفات الدونية . . . . . ر
جدول (٣) بعض التحويلات المفيدة . . . . . ش
الثوابت الرياضية . . . . . ت
الثوابت الطبيعية . . . . . ت

الباب الاول

الكهرباء الاستاتية ١

١ ــ القوى الكهربية وقانون كولوم ١
٢ ــ البنية الذرية ٧
[النظرية الإلكترونية ـ الرباطات الكهربية (الرباط الأيونى ـ الرباط المشترك ـ الرباط المعدنى)]
٣ ــ المجال الكهربى ١٦
٤ ــ الشحن النقطية والتوزيع المتصل للشحن ٢١
[الشحنات النقطية ـ الكثافة الحجمية للشحنة ـ الكثافة السطحية للشحنة ـ الكثافة الخطية للشحنة]
٥ ــ المجالات الكهربية لبعض التشكيلات الهامة ٢٥
[المجال الكهربى لذى القطبين الكهربى ـ المجال الكهربى لخط مستقيم مشحون ـ المجال الكهربى لمستو مشحون لا نهائى الامتداد]

صفحة

٦ — خطوط المجال الكهربى ٣٣

٧ — التدفق الكهربى ٣٩

[كثافة التدفق الكهربى ـ تعريف التدفق]

٨ — قانون جاوس ٤٢

[الزوايا المجسّمة ـ إثبات قانون جاوس ـ تطبيقات على قانون جاوس]

٩ — الجهد الكهربى ٤٩

[فرق الجهد ـ الجهد المطلق ـ العلاقة بين الجهد الكهربى وشدة المجال الكهربى ـ تطبيقات]

١٠ — السطوح المتساوية الجهد ٦١

[تعريف السطح المتساوى الجهد ـ تطبيقات]

١١ — الموصّلات والشحنات المستحثّة ٦٧

[الموصّلات والعوازل ـ المجال الكهربى عند سطح موصل ـ الإجهاد الميكانيكى المؤثر على سطح موصل مشحون ـ الحجب الإلكتروستاتى]

١٢ — تقاسم الشحنات بين الموصّلات ٨١

[التلامس الخارجى ـ التلامس الداخلى ـ المولد الالكتروستاتى (مولد ڤان دى جراف)]

١٣ — طريقة الصّور الكهربية ٨٦

١٤ — المكثفات والسعة ٩٦

[المكثف ـ السعة ـ تطبيقات ـ طرق توصيل المكثفات (مكثفات متتالية ـ مكثفات متوازية) ـ الطاقة المختزنة فى المجال الكهربى ـ استخدامات المكثفات وأنواعها]

مسائل ١١٦

صفحة

الباب الثانى

التيار المستمر ١٢٥

١ ــ التيار الكهربى ١٢٥

٢ ــ كثافة التيار ١٢٨

٣ ــ حاملات التيار فى الموصلات المختلفة ١٢٩

[فى الموصلات المعدنية ـ فى الموصلات الالكتروليتية ـ فى أشباه الموصلات ـ فى الموصلات الغازية]

٤ ــ القوى الدافعة الكهربية ومنابعها ١٣٠

[البطاريات ـ المولدات الكهربية ـ منابع أخرى]

٥ ــ مستلزمات التيار الكهربى ١٣٣

٦ ــ المقاومة ـ المقاوم ـ قانون أوم ١٣٣

٧ ــ المقاومات الخطية والمقاومات اللاخطية ١٣٤

٨ ــ القدرة الكهربية ١٣٥

٩ ــ المكافىء الميكانيكى للحرارة (مكافىء جول) . . . ١٣٩

١٠ ــ العوامل التى تتوقف عليها مقاومة موصل . . . ١٣٩

١١ ــ المواصلة والموصّلية ١٤٦

١٢ ــ قانون أوم عند نقطة ١٤٦

١٣ ــ أكبر تيار مسموح بمروره فى موصل ما . . . ١٤٨

١٤ ــ مواصفات موصل معين ١٤٩

١٥ ــ عن المنابع الكهربية ١٥٠

صفحة

[المقاومة الداخلية للمنبع الكهربى - كفاية المنبع الكهربى - مواصفات المنبع الكهربى]

١٦ — طرق توصيل المقاومات ١٥٥

[توصيل المقاومات على التوالى - توصيل المقاومات على التوازى - استخدام التوصيل على التوازى]

١٧ — مقياس التيار (الاميتر) ١٦٢

١٨ — الڤولطمتر ١٦٤

١٩ — قانونا كيرشوف ١٦٥

[قانون كيرشوف للتيار - قانون كيرشوف للجهد - قانون كيرشوف للجهد بين نقطتين - تطبيق قانونى كيرشوف لحل الدوائر الكهربية]

٢٠ — شرط انتقال أقصى قدرة من منبع إلى حمل ١٧٧

٢١ — اختزال وتبسيط الدوائر الكهربية ١٧٨

٢٢ — توصيل المنابع الكهربية ١٨٣

[توصيل المنابع على التوالى - توصيل المنابع على التوازى - توصيل المنابع بحيث تعطى أقصى قدرة لحمل معين موصل بين الطرفين]

٢٣ — قنطرة ويتستون ١٨٧

٢٤ — مقياس الجهد (البوتنشيومتر) للتيار المستمر . . . ١٨٩

الباب الثالث

المغنطسية الكهربية ٢٠٥

١ — المغنطيسية الاستاتية ٢٠٥

صفحة

[الأقطاب المغنطيسية وقانون كولوم - النظرية الجزيئية للمغنطيسية - المجال المغنطيسى - الجهد المغنطيسى - العلاقة بين المجال المغنطيسى والجهد المغنطيسى - التدفق المغنطيسى - قانون جاوس - القضيب المغنطيسى (الطول المغنطيسى - العزم المغنطيسى - المجال المغنطيسى الناتج عن قضيب مغنطيسى عزم الازدواج المؤثر على قضيب مغنطيسى موضوع فى مجال منتظم)]

٢ — التأثير المغنطيسى للتيار المطرّد (المستقر) ٢٢٥

[قاعدة « بايوت - ساڤرت » - تطبيقات]

٣ — القوة المغنطيسية المؤثرة على تيار فى مجال مغنطيسى . . ٢٣٥

[قاعدة اليد اليسرى - تطبيقات]

٤ — القوة المغنطيسية المؤثرة على شحنة متحركة فى مجال مغنطيسى ٢٤٤

[حركة شحنة فى مجال مغنطيسى منتظم]

٥ — قانون أمبير ٢٤٦

[القوة الدافعة المغنطيسية - تطبيقات]

٦ - الدوائر المغنطيسية ٢٥٢

[الممانعة « المقاومة المغنطيسية » - المنافذة « المواصلة المغنطيسية » تصنيف المواد تبعا لخواصها المغنطيسية - منحنى التمغنط - التسرب المغنطيسى - قانونا كيرشوف للدوائر المغنطيسية - أوجه الشبه والاختلاف بين الدوائر المغنطيسية والدوائر الكهربية]

٧ — التخلفية المغنطيسية ٢٧١

[أنشوطة التخلفية - فقد التخلفية]

٨ — المغنطيسات الدائمة ٢٧٦

صفحة

[أنواعها واستخداماتها ـ تصميم مغنطيس دائم]

٩ ـ قوة الرفع لمغنطيس كهربى ٢٨٠

١٠ ـ الحث الالكترومغنطيسى ٢٨٢

[القوة الدافعة الكهربية المستحثة ديناميا (قانون لنز ـ مبدأ الانعكاسية) ـ القوة الدافعة الكهربية المستحثة استاتيا (وصلية التدفق المغنطيسى ـ التيارات الدوامية) ـ المحاثة الذاتية (الطاقة المختزنة فى محاثة) ـ المحاثة التبادلية (العلاقة بين المحاثة التبادلية والمحاثة الذاتية الطاقة المختزنة فى ملفين بينهما حث متبادل) ـ المحول الكهربى]

مسائل ٣٠٧

الباب الرابع

التيار المتردد

٣١٧

١ ـ مفاضلة بين استخدام التيار المتردد والتيار المستمر . . ٣١٧

٢ ـ طريقة توليد جهد متردد ٣١٨

٣ ـ تمثيل الجهد الجيبى ٣٢٠

٤ ـ التردد ٣٢١

[العلاقة بين ω ، f ـ الزمن الدورى ـ التردد المستخدم فى ج.ع.م.]

٥ ـ الطور وفرق الطور ٣٢٤

٦ ـ التيار المتردد ٣٢٦

٧ ـ نظرية عامة ٣٢٦

٨ ـ التمثيل الإتجاهى للموجات الجيبية ٣٢٦

٩ ـ قانون متوازى أضلاع المتجهات ـ قانون مضلع المتجهات . ٣٢٩

١٠ ـ التيار المتردد ماراً فى مقاومة ٣٣٣

صفحة

١١ — التيار المترقد ماراً فى محاثة ٢٣٤

١٢ — التيار المتردد ماراً فى مكثف مثالى ٢٣٧

١٣ — القيمة المتوسطة ٢٣٩

١٤ — قيمة جذر متوسط المربعات (ج.و.ر) ٢٤١

١٥ — القيمة الفعاله للتيار ٢٤٣

١٦ — القدرة المتوسطة ٢٤٥

١٧ — القدرة فى محاثة مثالية ٢٤٦

١٨ — القدرة فى مكثف مثالى ٢٥٠

١٩ — عامل الذروة ٢٥٢

٢٠ — عامل الشكل (ع.ش.) ٢٥٢

٢١ — القدرة وعامل القدرة ٢٦٣

٢٢ — مقاومة ومحاثة على التوالى ٢٦٦

٢٣ — مقاومة ومكثف على التوالى ٢٦٩

٢٤ — مقاومة ومحاثة وسعة على التوالى ٢٧٢

٢٥ — مقاومة وسعة على التوازى ٢٧٦

٢٦ — مقاومة ومحاثة وسعة على التوازى ٢٧٩

٢٧ — المسامحة ومركباتها لدائرة توال ٢٨٢

٢٨ — المعاوقة ومركباتها لدائرة تواز ٢٨٤

٢٩ — معاوقات على التوالى ٢٨٥

٣٠ — مسامحات على التوازى ٢٨٦

٣١ — دائرة توال وتواز ٢٩٠

صفحة

٣٢ — الكميات المركبة ٣٩٢

[المؤثر j ـ الكميات المركبة ـ المستوى المركب ـ الصورة القطبية للتعبير عن متجه ـ تساوى الكميات المركبة ـ جمع وطرح الكميات المركبة ـ ضرب متجه فى عدد حقيقى أو فى عدد تخيلى ـ ضرب الكميات المركبة ـ المرافق ـ خصائص المرافق ـ قسمة الكميات المركبة ـ مقلوب كمية مركبة ـ الصورة المثلثية للتعبير عن كمية مركبة ـ الصورة الأسية ـ الكمية $Ae^{j\omega t}$ ـ الرفع إلى قوى ـ استخراج الجذور ـ المتجه الدائر $e^{j\omega t}$]

٣٣ — استخدام الكميات المركبة فى الدوائر الكهربية . . . ٤١٥

[التيار المتردد ماراً فى مقاومة R ـ التيار المتردد ماراً فى محاثة L التيار المتردد ماراً فى سعة C ـ مقاومة R ومحاثة L على التوالى ـ مقاومة R وسعة C على التوالى ـ مقاومة R ومحاثة L وسعة C على التوالى]

٣٤ — — إدخال الأعداد المركبة فى الدوائر الكهربية عن طريق المتجه الدائر $e^{j\omega t}$ ٤٢٦

٣٥ — دوائر التوازى ٤٢٩

[مواصلة G وسعة C على التوازى ـ مواصلة G ومحاثة L على على التوازى ـ مواصلة G ومحاثة L وسعة C على التوازى]

٣٦ — توصيل المعاوقات ٤٣٦

[معاوقات متتالية ـ مسامحات متوازية]

٣٧ — إجراء بعض العمليات المتعلقة بالأعداد المركبة بيانيا . ٤٤٣

[ضرب كميتين مركبتين ـ مقلوب كمية مركبة ـ المعاوقة المكافئة لمعاوقتين متوازيتين]

صفحة

٣٨ ــ المحلات الهندسية ٤٤٦

[معاوقة ذات مفاعلة متغيرة ـ معاوقة ذات مقاومة متغيرة]

٣٩ ــ القدرة الفاعلة ، القدرة المفاعلة ، القدرة الظاهرية . . ٤٤٨

٤٠ ــ تحسين عامل القدرة ٤٥٤

٤١ ــ القدرة المركبة S ٤٥٧

مسائل ٤٦٨

ملحق (١) الأبعاد والوحدات ٤٨٣

ملحق (٢) الكميات القياسية والكميات المتجهة ٤٨٩

ملحق (٣) المحددات ٤٩٢

الجزء الثانى[1]

الباب الخامس : نظريات الدوائر الكهربية

الباب السادس : الرنين فى الدوائر الكهربية

الباب السابع : النظام الثلاثى الأوجه

الباب الثامن : الموجات غير الجيبية

الباب التاسع : الظواهر العابرة

(١) الجزء الثانى من كتاب «أسس الهندسة الكهربية» يتبع هذا الجزء فى مجلد آخر مستقل