مجموعة الكتب الهندسية

هندسة الآلات الكهربية

للمبادئ الأساسية وآلات التيار المستمر

دكتور مهندس

محمد احمد قمر

أستاذ الآلات الكهربية - ورئيس قسم الهندسة الكهربية

كلية الهندسة - جامعة الاسكندرية

الناشر منشأة المعارف بالاسكندرية

جلال حزي وشركاه

هندسة الآلات الكهربية

للمبادئ الأساسية وآلات التيار المستمر

دكتور مهندس

محمد أحمد نصر

أستاذ الآلات الكهربية - كلية الهندسة

جامعة الإسكندرية

إدارة الجامعات
المكتبة المركزية
جامعة الإسكندرية

الناشر منشأة المعارف بالاسكندرية

جلال حزي وشركاه

المحتويات

صفحة

مقدمه ٥

الباب الاول

الدائرة الكهربية ٩

الدائرة الكهربية البسيطة وقانون أوم ٩

مقومات الدائرة الكهربية البسيطة ـ الضغط الخارجى والضغط الداخلى للينبوع الكهربى ـ قوانين المقاومات ـ تأثر المقاومة بالحرارة .

الدائرة الكهربية المركبة ١٥

قانونا كيرشوف ـ مثال محلول ـ طريقة ماكسويل ـ مثال محلول ـ قاعدة ثيفنن ـ مثال محلول ـ التحويل من نجمة إلى دلتا وبالعكس ـ مثال محلول ـ قاعدة التجميع ـ مثال محلول .

أمثلة محلولة على الباب الأول ٣٧

مسائل على الباب الأول ٤٤

الباب الثانى

الكهرومغناطيسية ٤٧

العلاقة بين التيار الكهربى والمجال المغناطيسى ٤٧

بعض التعريفات الهامة فى علم المغناطيسية ٤٧

صفحة

المجال المغناسيمى — خطوط القوى المغناطيسية — شدة المجال المغناطيسى المغناطيس الكهربى ٥٠

المجال المغناطيسى حول موصل كهربى غير منتظم الشكل — المجال المغناطيسى عند نقطة على مقربة من موصل مستقيم — شدة المجال المغناطيسى عند مركز ملف دائرى مستوى — القوة المؤثرة على موصل يحمل تيارا فى مجال مغناطيسى منتظم — المجال المغناطيسى بين موصلين والقوة المؤثرة على كل منهما — المجال المغناطيسى الناشىء عن ملف لولبى يحمل تيارا معامل النفاذ المغناطيسى وكثافة الخطوط المغناطيسية ٦٠

التدفق أو الفيض المغناطيسى — القوة الدافعة المغناطيسية — مسار الفيض المغناطيسى

الدائرة المغناطيسية ٧٠

المقاومة المغناطيسية الكلية لدائرة التوالى — معدل انحدار الضغط المغناطيسى — أمثلة محلولة على دائرتى التوالى والتوازى المغناطيسية

الوحدات العملية والوحدات المطلقة ٨٠

الوحدات العلمية سم.جم.ث — الوحدات العملية متر. كجم.ث. — قوانين الدائرة المغناطيسية بالوحدات العلمية — قوانين الدائرة المغناطيسية بالوحدات العملية — معاملات النفاذ النسبى والمطلق والكلى — الوحدات المتسقة — مثال محلول.

صفحة

التخلف المغناطيسى ومفقودات الحديد الناشئة عنه ٨٧

خية التخلف المغناطيسى — المفقودات المكافئة لخية التخلف — معادلة اشتاينمتز .

مفقودات الحديد الناشئة عن التيارات الاعصارية ٩٣

حساب مفقودات التيارات الاعصارية — مثالان محلولان .

انتاج القوة الدافعة الكهربية بالتأثير الكهرومغناطيسى ومعاملات الحث ٩٨

القوة الدافعة الكهربية المنتجة ديناميكيا — القوة الدافعة الكهربية المنتجة استاتيكيا — معامل الحث الذاتى — معامل الحث المتبادل — مثال — معامل الحث الذاتى فى الملفات ذات القلب الحديدى .

الطاقة النوعية المختزنة فى المجال المغناطيسى ١١١

الطاقة النوعية المختزنة فى مجال مغناطيسى يمر فى الهواء — الطاقة المختزنة فى مجال مغناطيسى حول ملف لولبى

قوة جذب المغناطيس ١١٤

الطاقة والقدرة فى الدائرة الكهربية ١١٥

نمو التيار فى الدائرة الحثية ١١٧

اضمحلال التيار فى الدائرة الحثية ١٢٠

أمثلة محلولة على الباب الثانى ١٢٢

مسائل على الباب الثانى ١٢٦

صفحة

الباب الثالث

نظريات التيار المتردد — ١٣١

ملف المولد ١٣١

القوة الدافعة الكهربية التى تتولد فى الملف — التردد — الدرجات الكهربية والدرجات الميكانيكية — تمثيل القوة الدافعة الكهربية المترددة

القوة الدافعة الكهربية المترددة فى دائرة تحتوى على مقاومة ١٣٨

الاختلاف المرحلى ومخطط المتجهات — القيمة الفعالة للتيار وقيمة جذر متوسط المربع — القدرة فى دائرة المقاومة

القوة الدافعة الكهربية المترددة فى دائرة تحتوى على ملف ذى حث ذاتى ١٤٣

المانعة الحثية — مخطط المتجهات — القدرة

القوة الدافعة الكهربية المترددة فى دائرة تحتوى على مقاومة وملف ذى حث ذاتى ١٤٧

المقاومة الحثية — منحنى الضغط والتيار — القدرة الفعالة ومعامل القدرة — طريقة الحساب بالكميات التخيلية

القوة الدافعة الكهربية المترددة فى دائرة تحتوى على مكثف ١٥٥

المانعة السعوية — مخطط المتجهات — منحنى القدرة

القوة الدافعة الكهربية المترددة فى دائرة تحتوى على مقاومة ومكثف متصلين على التوالى ١٥٨

صفحة

الباب الرابع

تكوين آلات التيار المستمر ٢١٦

أجزاء الآلة الكهربية ٢١٦

مغناطيس المجال — المنتج — المبدل — التنبيه المستقل والذاتى — تنبيه التوالى والتوازى والتنبيه المتراكب

الدائرة المغناطيسية لآلة التيار المستمر والامبير لفات اللازمة على كل قطب ٢٢٢

قلب القطب — الثغرة الهوائية — معامل منحنى المجال — معامل كارتر — الامبير لفات اللازمة للثغرة الهوائية — الكثافة الظاهرية والحقيقية للفيض المغناطيسى فى الاسنان — حساب الامبير لفات اللازمة لدفع الفيض فى الاسنان — قاعدة سمبسون — الامبير لفات الكلية على القطب

الباب الخامس

ملفات المنتج فى آلات التيار المستمر ٢٤٧

تكوين الملفات ٢٤٧

عدد الموصلات وعدد الملفات — اتساع الملف أو الخطوة الخلفية — اللف مزدوج الطبقة — ترتيب جوانب الملفات — اللف الانطباقى واللف التموجى

اللف الانطباقى البسيط ٢٥١

مثال محلول على تنفيذ اللف الانطباقى البسيط — عدد المسارات المتوازية

صحفة

اللف التوجى البسيط ٢٥٨

اتساع الملف — خطوة المبدل — عدد مجموعات الفرش — عدد المسارات المتوازية — طرق الترقيم — مثال محلول — الملفات غير العاملة أو العماء — شروط اللف التوجى البسيط

مجموعات الفرش ومواضعها على المبدل ٢٧٥

حلقات التعادل التى تستخدم مع اللف الانطباقى البسيط ٢٧٧

عدد المسارات المتوازية والتماثل بينها — عدد حلقات التعادل التى تستخدم — مثال محلول — العلاقة بين عدد الملفات وعدد المجارى وعدد الأقطاب فى اللف الانطباقى البسيط

الملفات المتكررة ٢٨٢

درجة التكرار — عدد المسارات المتوازية فى الملفات المتكررة — خطوات اللف والمبدل فى الأنواع المختلفة للملفات المتكررة — الملفات المتكررة المستمرة والمنفصلة — الملفات المتماثلة .

الباب السادس ٢٩٠

رد فعل المنتج ٢٩٠

تعريف مبدئى ٢٩٠

المجال المغناطيسى لملفات المنتج ٢٩١

منحنى القوة الدافعة المغناطيسية للأقطاب ورد فعل المنتج — منحنى القوة

صفحة

الدافعة المغناطيسية المحصل — منحنى المجال المغناطيسى المحصل فى الثغرة الهوائية

تأثير وضع الفرش على رد فعل المنتج ٢٩٦

الوضع الحقيقى والوضع المكانى للفرش — تأثير إزاحة الفرش بزاوية معينة — رد فعل المنتج المباشر ورد فعل المنتج المتعامد — تأثير ظاهرة التشبع المغناطيسى على رد فعل المنتج

الباب السابع

التبديل (أو التوحيد) ٣٠٥

مضمون التبديل ٣٠٥

الملفات الاسطوانية والملفات الحلقية — مراحل عملية التبديل — أنواع التبديل — التبديل المتقدم — التبديل المتأخر — التبديل الخطى — التبديل الجيبى — القوى الدافعة الكهربية فى الملف المقصور .

كثافة التيار تحت الفرشة ٣١٦

منحنيات التبديل المختلفة وكثافة التيار تحت طرفى الفرشه الداخل والتارك — العوامل التى تؤثر على كثافة التيار تحت جزئى الفرشة .

التبديل تحت تأثير القوى الدافعة الكهربية والأقطاب البينية ٣٢٤

تأثير القوة الدافعة الكهربية الاستاتيكية والقوة الدافعة الكهربية الديناميكية — الأقطاب البينية وتحديد قطبيتها فى المولدات والمحركات — تأثير القوى الدافعة الكهربية المتولدة فى الملف على كثافة التيار تحت جزئى الفرشة —

صفحة

حساب الأمبير لفات اللازم وضعها على أقطاب التبديل — كثافة الخطوط المغناطيسية فى الثغرة الهوائية تحت قطب التبديل

حساب زمن التبديل ٣٣٤

حالة اللف الانطباقى البسيط والمتكرر — حالة اللف التموجى البسيط والمتكرر — زمن التبديل اللازم لملفات المجرى الواحد — حساب قيمة الضغط الحثى .

الباب الثامن

منحنيات الخواص لمولدات التيار المستمر ٣٤٠

القوة الدافعة الكهربية المتولدة من الآلة ومنحنى التمغطس ٣٤٠

بناء المجال المغناطيسى فى الآلة ذات التنبيه الذاتى ٣٤٥

نمو التيار فى الدائرة الحثية الملفات — الطاقة المختزنة فى المجال المغناطيسى للملفات — المغناطيسية المتبقاة ودورها فى عملية التنبيه الذاتى — توقف القوة الدافعة الكهربية للآلة على المقاومة الكلية فى دائرة ملفات المجال — المقاومة الحرجة وأسباب فشل الآلة فى تنبيه نفسها

منحنيات الخواص لمولدات التيار المستمر ٤٩

منحنى الخواص الخارجى لمولد التنبيه المستقل — منحنى الخواص الخارجى لمولد تنبيه التوازى — إستخدامات مولد تنبيه التوازى — منحنى الخواص الخارجى لمولد التوالى — استخدامات مولدات تنبيه التوالى — منحنى الخواص الخارجى لمولد التنبيه المتراكب — استخدامات مولد التنبيه المتراكب

صفحة

منحنى تمغطس الحمل ٣٧٣

منحنى خواص المنتج ٣٧٥

تشغيل مولدات التيار المستمر على التوازى ٣٧٦

تشغيل مولدات التوالى على التوازى — استخدام التوصيلة المعادلة والتوصيل المتبادل — تشغيل مولدات التنبيه المتراكب على التوازى — تشغيل مولدات تنبيه التوازى ومولدات التنبيه المستقل على التوازى ، عند تساوى القوة الدافعة الكهربية فى كل منهما وعند اختلافها .

الباب التاسع

محركات التيار المستمر ٣٨٢

تشغيل آلة التيار المستمر كمحرك ٣٨٢

القوة الدافعة الكهربية المضادة ومقاومة البدء فى المحركات ٣٨٤

عزم الدوران ٣٨٨

محرك التوازى : منحنيات الخواص ٣٩٠

تنظيم السرعة فى محركات التوازى — إستخدامات محرك التوازى

محرك التوالى : منحنيات الخواص ٣٩٦

تنظيم سرعة محركات التوالى — استخدامات محرك التوالى

المحرك ذو التنبيه المتراكب : منحنيات الخواص ٤٠٢

تنظيم السرعة فى المحركات المتراكبة — إستخدامات المحرك المتراكب

تشغيل محركات التيار المستمر على التوازى ٤٠٦

تشغيل محركات التوازى على التوازى — تشغيل محركات التوالى على التوازى

تشغيل محركات التيار المستمر على التوالى ٤٠٩

تدريج مقاومة المبدىء المستخدم مع محركات التوازى ٤١٠

تدريج مقاومة المبدىء المستخدم مع محركات التوالى ٤١٧

تنظيم سرعة محركات التيار المستمر باستخدام ينبوع ذى ضغط متغير ٤٢٣

طريقة التوصيل توالى ثم توازى — طريقة وارد ليونارد — استخدام اضافه متغيرة الضغط

الباب الحادى

اختبار آلات التيار المستمر والمفقودات ٤٣١

أنواع المفقودات ٤٣١

مفقودات الحديد — المفقودات النحاسيه — المفقودات الميكانيكية

معامل الجودة ٤٣٤

معامل الجودة للمولد — معامل الجودة للمحرك — معامل العجز — قيمة النهايه العظمى لمعامل الجودة والحمل المناظر

أنواع الاختبارات ٤٣٧

الغرض من الاختبار — تجربة سويتبرن وحساب معامل الجودة — اختبارات التوصيل المتضاد — اختبار هوبكنسون وكاب — اختبار بلوندل — اختبار فصل مفقودات الحديد عن المفقودات الميكانيكية — اختبار التقصير

صفحة

أمثلة محلولة على المولدات ٤٥٥

مسائل على المولدات ٤٧٠

أمثلة محلولة على المحركات ٤٨٠

مسائل على المحركات ٤٩٤

الباب الحادى عشر

أنواع واستخدامات خاصة لآلات التيار المستمر ٥٠٣

آلات المجالات المتعامدة ٥٠٣

الميتاداين — نظرية تشغيله — استخدامه كمحول للتيار المستمر — استخدامه لبدء محركات الجر الكهربى — مولد روزنبرج واستخدامه فى انارة القطارات الكهربية — الامبليداين واستخدامه كأداة للتحكم — مثال محلول — مسائل

مجموعة الموازنة أو الموازنات ٥٢٣

تحويل التوزيع بسلكين إلى التوزيع بثلاثة أسلاك باستخدام الموازنات — توصيل ملفات المجال بالاختلاف لموازنة الضغط — مقنن قدرة كل من آلتى الموازنة — مسائل

الباب الثانى عشر

تصميم آلات التيار المستمر ٥٢٩

المواد التى تستخدم فى صناعة الآلات الكهربية ٥٢٩

صفحة

حساب مقطع الموصل فى ملفات المجال وتيار التنبيه ٥٧١

رسم منحنى التغطس للآلة ٥٧٤

حسابات أقطاب التبديل ٥٧٥

معامل الحث الذاتى والفيض المكافىء — حساب قيمة الضغط الحثى — عدد اللفات على قطب التبديل — أبعاد قطب التبدل

ملفات التعويض ٥٨٧

مجموعات الفرش ٥٨٨

أنواع الفرش وأحجامها — كثافة التيار فى الفرش — طول المبدل

المفقودات ومعامل الجودة ٥٩٠

مفقودات النحاس — مفقودات الحديد — المفقودات الميكانيكية

ارتفاع درجه الحرارة ٥٩٢

تدريج المواد العازله على حسب تحملها للحرارة — حساب كمية هواء التبريد اللازمه لحفظ درجة الحرارة عند حد معين — منحنى الارتفاع فى درجه الحرارة مع الزمن — درجات الحرارة القصوى فى الأجزاء المختلفه للآلة

أمثلة محلولة على تصميم آلات التيار المستمر ٥٩٩

مسائل على تصميم آلات التيار المستمر ٦١١

المراجع ٦١٧

المحتويات ٦١٩

رقم الجرد : 13556
رقم الفاتورة : 2668/97
17/02/97