كلية العلوم التطبيقية
قسم التغذية الكهربائية

أسس الهندسة الكهربائية

السنة الأولى

الدكتور المهندس أحمد محمد رحال

العام الدراسي: ٢٠٢٠- ٢٠٢١

مقدمة عامة Introduction

اكتُشفت الكهرباء منذ وقت بعيد جداً لكن لم يُعرف ما هو منشؤها ومبدأ عملها، وبقيت الكهرباء ظاهرةً غريبةً غير مفسّرة حتّى بداية القرن السابع عشر الميلادي، عندما بدأ العالم الإنجليزي وليام جيلبرت دراسته للكهرباء عن كثب والبدء بفهمها، وتبعه العديد من العلماء والمخترعين ووضعوا نظرياتهم وأبحاثهم الخاصة التي كانت سبباً لما وصل إليه فهم الكهرباء في يومنا هذا. ويُعدّ الفهم النظري للكهرباء لبنةً أساسيةً لفهم هذه الظاهرة غير المرئية، وأساساً للتعامل معها، وفهم تطبيقاتها المختلفة، واكتشاف الأخطاء وإصلاحها، ممّا يجعل لدراسة القوانين الكهربائية المختلفة أهميةً قصوى للتطوّر والتعمّق في هذا المجال وفهمه.

إن من أهمّ القوانين الكهربائية التي تُشكّل أساساً لهذا العلم الواسع هم:

١. قانون كولوم Coulomb's Law؛
٢. قانون أوم Ohm’s Law؛
٣. قوانين كيرشوف Kirchhoff's Laws:

- قانون كيرشوف للجهد Kirchhoff's Voltage Law؛
- قانون كيرشوف للتيار Kirchhoff's Current Law.

٤. قانون واط Watt's Law لحساب القدرة الكهربائية المستهلكة في الدوائر الكهربائية؛

٥. قوانين حساب المقاومة المكافئة لعدد من المقاومات التي توصل على التسلسل (التوالي) أو على التفرع (التوازي).

وقد تم دراسة بعض هذه القوانين في السنين الدراسية السابقة، على حين سيتم دراسة بعضها الآخر في هذه السنة.

وتجدر الاشارة الى أنه قبل دراسة هذه القوانين سيتم التذكير أولاً بوحدات القياس والكميات الكهربائية الأساسية ومن ثم التعرف على أهم التعاريف والمصطلحات الكهربائية المستخدمة في الهندسة الكهربائية وبعد ذلك سيتم دراسة أهم القوانين المستخدمة في الحياة العملية من أجل حل مسائل ودوائر دارات الهندسة الكهربائية والالكترونية.

أسس الهندسة الكهربائية

الوحدة الأولى: الكميات والوحدات الكهربائية

د.م. أحمد محمد رحال

المادة: أسس الكهرباء
السنة: الأولى – قسم التغذية الكهربائية
العام الدراسي: ٢٠٢٠-٢٠٢١

١ ـ مقدمة Introduction

سيتم في هذه المحاضرة شرح وحدات القياس العالمية The International system of units والتي تتكون من ست وحدات رئيسية يمكن أن نستفيد منها عند تعاملنا مع الدوائر الكهربائية والالكترونية. أيضا سنتحدث عن الكميات الكهربائية الأساسية Electric Quantities، ثم سنتطرق الى نظام الترقيم العلمي Scientific Notation. ثم وحدات القياس المترية Metric Prefixes. وأخيرا سيتم شرح وحدات قوى العشرة المرادفة لوحدات القياس.

٢ـ وحدات القياس The Measurement Units

يبين الجدول (١) وحدات القياس الدولية والتي سوف نتعامل مع أغلبها مع الدوائر الكهربائية والتي يشترط فيها الدقة والثبات.

الكميات الأساسية Basic Quantities	رمز الكمية Quantity Symbol	وحدة القياس Unit	رمز وحدة القياس Unit Symbol
الطول Length	L	متر Meter	m
الكتلة Mass	M	كيلوجرام Kilogram	kg
التيار Current	I	أمبير Ampere	A
الزمن Time	t	ثانية Second	s
الحرارة Temperature	T	كالفن Kelvin	K
شدة الإضاءة Luminous Intensity	LI	شمعة Candle	cd

جدول (١) وحدات القياس The Measurement Units

حيث أن الحرارة Temperature وشدة الاضاءة Luminous Intensity لن تستخدم عند دراسة هذا المقرر. وتشتق من هذه الوحدات الأساسية العديد من الوحدات الفرعية التي تستخدم عند دراسة أسس الهندسة الكهربائية ودراسة تحليل الدوائر في مقرر الدارات الكهربائية، فعلى سبيل المثال هناك وحدة قياس القوة Force وهي نيوتن N التي تتكون من كيلوجرام لكل ثانية تربيع Kg/S^2 . أما القدرة الكهربائية Electric Power فتقاس بالوات Watt ويرمز لها بالرمز W وتتكون من نيوتن متر لكل ثانية Nm/S. أيضا هناك الطاقة الكهربائية Electric Energy والتي تقاس بالجول Joule ويرمز له بالرمز J ويتكون من Nm.

٣ـ الكميات الكهربائية Electric Quantities:

يبين الجدول (٢) الكميات الكهربائية **Electric Quantities** الهامة والتي تستخدم كثيرا في الدوائر الكهربائية المختلفة.

رمز وحدة القياس Unit Symbol	وحدة قياس الكمية Quantity Unit	رمز الكمية Quantity Symbol	الكمية Quantity
V	فولت Volt	V	الجهد الكهربائي Electrical Voltage
J	جول Joule	W أو E	الطاقة Energy
A	أمبير Ampere	I	التيار الكهربائي Electrical Current
W	واط Watt	P	القدرة Power
c	كولوم Coulomb	q أو Q	الشحنة الكهربائية Electrical Charge
F	فاراد Farad	C	السعة Capacitance
H	هنري Henry	L	المحاثة Inductance
Ω	أوم Ohm	R	المقاومة Resistance
Ω	أوم Ohm	z	المعاوقة Impedance
Ω	أوم Ohm	X	المفاعلة Reactance
Hz	هيرتز Hertz	F	التردد Frequency

جدول (٢) الكميات الكهربائية Electric Quantities

ملاحظة: المعاوقة كمية مركبة، الجزء الحقيقي فيها المقاومة، أما الجزء التخيلي فيمثل المفاعلة، حيث أن: $Z=R+jX$

٤- الترقيم العلمي Scientific Notation:

هي طريقة لكتابة الأعداد الكبيرة والصغيرة Large and Small numbers باستخدام مضاعفات الرقم ١٠ Powers of ten. أي إنه يمكن تمثيل هذه الأعداد كحاصل ضرب قيمة معينة في ضعف من مضاعفات الرقم عشرة.

$$A * 10^{\pm n}$$

حيث يكون الأس موجب في حالة الأرقام الكبيرة مثلا 10^5 وسالبا في حالة الأرقام الصغيرة 10^{-5}

والجدول (٣) يوضح مكافآت قوى العشرة بالأرقام.

قوى العشرة الموجبة Power of ten is positive	قوى العشرة السالبة Power of ten is negative
$10^{1} = 10$	$10^{-1} = 0.1$
$10^{2} = 100$	$10^{-2} = 0.01$
$10^{3} = 1000$	$10^{-3} = 0.001$
$10^{5} = 100000$	$10^{-5} = 0.00001$

جدول (٣) الترقيم العلمي Scientific Notation

فمثلا: ١. مقاومة مقدارها 150000000 Ω تكتب $15*10^{7}$ Ω

٢. مكثفة سعتها 0.0000003F تكتب$3*10^{-7}$ F أو $0.3*10^{-6}$F

٥- قواعد اجراء العمليات الحسابية على مضاعفات العشرة

- **عملية الجمع The summation:**

يجب كتابة الأرقام المراد جمعها باستعمال نفس مضاعف الرقم عشرة (نفس الأس).

ملاحظة: عادة نختار أصغر الأسين

عندما تكون n>m

$$A*10^n + B*10^m = A*10^{n-m}*10*^m + B*10^m = (A*10^{n-m} + B) * 10^m$$

مثال: أحسب $2*10^6 + 5*10^7$

الحل: $2*10^6 + 5*10^7 = 2*10^6 + 50*10^6 = 52*10^6$

- **عملية الطرح The subtraction:**

أيضا في عملية الطرح يجب استعمال نفس الأس

عندما تكون n>m

$$A*10^{n} - B*10^{m} = = (A*10^{n-m} - B) * 10^{m}$$

مثال: أحسب $5*10^{7} - 2*10^{6}$

الحل: $5*10^{7} - 2*10^{6} = 50*10^{6} - 2*10^{6} = 48*10^{6}$

عملية الضرب The multiplication:

في عملية الضرب تجمع الأسس كما يلي:

$$(A*10^{n}) * (B*10^{m}) = (A*B)*10^{n+m}$$

مثال: أحسب $5*10^{12} * 3*10^{-6}$

الحل: $5*10^{12} * 3*10^{-6} = (5*3)*10^{12+(-6)} = 15*10^{6}$

عملية القسمة The division:

في عملية القسمة تطرح الأسس، أس البسط – أس المقام كما يلي:

$$\frac{(\mathrm{A} * 10^{\mathrm{n}})}{(\mathrm{B} * 10^{\mathrm{m}})} = \frac{A}{B} * 10^{\mathrm{n}-\mathrm{m}}$$

مثال: أحسب $\frac{(50*10^{8})}{(25*10^{3})}$

الحل: $\frac{(50*10^{8})}{(25*10^{3})} = \frac{50}{25} * 10^{8-3} = 2 * 10^{5}$

٦ـ وحدات قوى العشرة المرادفة لوحدات القياس

Power of ten units, prefixes, which attached to the measurement units

في العلوم الهندسية بصفة عامة وفي الهندسة الكهربائية بصفة خاصة اختصرت كتابة بعض مضاعفات الرقم عشرة باستعمال بعض الاختصارات Prefixes . كما إن النظام الدولي لوحدات القياس The International System of Units يستخدم قوى العشرة Power of ten لتحديد وحدات القياس، حيث يمكن استبدال كل رقم من مضاعفات العشرة بالرمز المكافئ له من الجدول التالي رقم (٤).

المضروب Power of ten	الرمز Symbol	محدد وحدة القياس Prefixes to the Units
$1*10^{-18}$	a	Atto آتو
$1*10^{-15}$	f	Femto فيمتو
$1*10^{-12}$	p	Pico بيكو
$1*10^{-9}$	n	Nano نانو
$1*10^{-6}$	μ	Micro ميكرو
$1*10^{-3}$	m	Milli مللي
$1*10^{-2}$	c	Centi سنتي
$1*10^{-1}$	d	Deci ديسي
$1*10^{1}$	da	Deka ديكا
$1*10^{2}$	h	Hecto هيكتو
$1*10^{3}$	k	Kilo كيلو
$1*10^{6}$	M	Mega ميجا
$1*10^{9}$	G	Giga جيجا
$1*10^{12}$	T	Tera تيرا

جدول (٤) وحدات قوى العشرة المرادفة لوحدات القياس

٧- تحويلات وحدات القياس Conversion of Measurement Units

في كثير من الأحيان، عند تحليل الدوائر الكهربائية نحتاج لتحويل وحدات القياس من كمية الى أخرى خصوصا اذا كانت هذه الكميات مختلفة في القيمة (الأس). ولإتمام العمليات الحسابية كالجمع والطرح يجب أن تحتوي قيم المكونات على نفس قوى العشرة، وبالتالي يجب اتباع القواعد التالية عند تحويل من قيمة الى أخرى وقواعد التحويل هذه، يمكن تلخيصها كما يلي:

١- عند تحويل وحدة الى وحدة أصغر منها، فإن الأس يكون موجبا ويساوي الفرق بين قيمة الأسين كما يلي:

$$A*10^{+(difference)}$$

مثال: حساب فارق الأس بين الوحدتين:

من Kilo الى Giga فارق الأس = 6

من milli الى ال Pico فارق الأس = 9

مثال: عند تحويل 5MΩ الى KΩ، فإن فارق الأس = 3

اذا $5M\Omega = 5*10^{3}\ K\Omega$

١- عند تحويل وحدة الى وحدة أكبر منها، فإن الأس يكون سالبا ويساوي الفرق بين قيمة الأسين كما يلي:

$$A*10^{-(difference)}$$

مثال: عند تحويل 6nF الى mF، فإن الفارق = 6

مثال: حول 0.15mA الى µA

الحل: هنا نريد تحويل من وحدة الى وحدة أصغر منها أي: $A*10^{-(difference)}$

بما أن $milli = 10^{-3}$ $micro = 10^{-6}$

فإن فارق الأسين = 3

اذاً $0.15mA = 0.15*10^{3}\mu A = 150\ \mu A$

٨- الخلاصة Summary

١. وحدات القياس الأساسية هي متر للطول، وكيلوجرام للكتلة، وأمبير للتيار، وثانية للزمن، وكالفن لدرجة الحرارة، والشمعة لشدة الاضاءة.

٢. النظام الدولي لوحدات القياس International System of Units يستخدم قوى العشرة Power of Ten لتحديد وحدات القياس، حيث يمكن استبدال كل رقم من مضاعفات العشرة بالرمز المكافئ له.

٣. عند تحليل الدوائر الكهربائية نحتاج لتحويل وحدات القياس من كمية الى أخرى خصوصا إذا كانت هذه الكميات مختلفة في القيمة (الأس). وذلك لإتمام العمليات الحسابية كالجمع والطرح حيث يجب أن تحتوي قيم المكونات على نفس قوى العشرة.

٤. عند تحويل وحدة قياس الى وحدة أصغر منها، فإن الأس يكون موجبا ويساوي الفرق بين قيمة الأسين $A*10^{+(difference)}$، أما عند تحويل وحدة قياس الى وحدة أكبر منها، فإن الأس يكون سالبا ويساوي الفرق بين قيمة الأسين $A*10^{-(difference)}$.

انتهت المحاضرة