Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
Al-Mustaqbal University College
Computer Engineering Techniques Department

Subject: Fundamentals of Electrical Engineering

First Class
Lecture 1,2

By
Dr. Jaber Ghaib

Systems of Units and Standards of measurement

- نظام الوحدات ووحدات القياس المعيارية
- القياس – أجهزة القياس – أخطاء القياس
- يقول لورد كالفن عندما تكون قادراً على القياس والتعبير بالأرقام عن الشيء الذي تتحدث عنه تكون عندئذ ملماً بعض الشيء بالموضوع".
- المعروف أن قدرات الإنسان الذاتية محدودة ولكي يزيد الإنسان من قدراته ويوسع إمكانياته كان لابد له من أن يخترع كثيراً من الأجهزة العلمية التي تساعد على فهم ودراسة الأشياء والظواهر المحيطة به ومن أهم الأجهزة التي ساعدت الإنسان على التوصل إلى حقائق الأشياء هي أجهزة القياس التي تطورت تطوراً هائلاً في إطار التطور الصناعي الضخم الذي أعقب الحرب العالمية الثانية. وكما أننا لا نستطيع أن نفصل بين التقدم العلمي والتقدم الصناعي كذلك لا نستطيع الفصل بين التقدم الصناعي ويلازمه استحداث طرق ووسائل جديدة للقيام بعمليات القياس أو المراقبة أو التسجيل. وهكذا ازدادت المتغيرات التي تحتاج إلى القياس الدقيقة، وزاد الاهتمام بتحسين طرق القياس وتطوير أجهزة القياس وحتى في حياة الإنسان الخاصة انتقل الاهتمام من النوع إلى اهتمام بالنوع والكم معاً والكم معناه القياس والقياس يتطلب استخدام الجهاز ومعرفة استخدامه استخداماً صحيحاً.

ما هو القياس ؟

- القياس هو :إيجاد مقدار كمية فيزيائية أو متغير فيزيائي أو تقدير حالة ما باستخدام جهاز مناسب أو أداة مناسبة وإذا كان الجهاز المستخدم جهازاً عيارياً متفق عليه عالمياً اعتبرت عملية القياس عملية معايرة، وتكون عندئذ الكمية المقاسة كمية عيارية أما إذا لم يكن الجهاز عيارياً فتكون عملية القياس عبارة عن مقارنة بالكمية القياسية وقد يستخدم في ذلك جهاز تمت معايرته من قبل. والمعايرة هي مقارنة الأجهزة المستخدمة بأجهزة عيارية متفق عليها عالمياً من حيث الدقة ومحفوظة تحت ظروف بيئية محددة. هناك اتفاق عالمي على القياس العيارية وعلى وحدات القياس مثل المتر والكيلو جرام والثانية والأمبير والكاندلا. إن الأجهزة المعايرة العالمية تعرف بأجهزة المعايرة المطلقة وهذه محفوظة في أماكن خاصة ولا يرجع إليها إلا عند الضرورة لكن هنالك أجهزة ثانوية المعايرة "شبه مرجعية" هي التي تستخدم للمعايرة كما أن هنالك أجهزة مقارنة مثل القناطر الكهربائية تعرف بأجهزة المقارنة القياسية

تصنف أدوات القياس إلى أربع أقسام أساسية وهي

- : . أدوات قياس بدائية
- وهي أدوات قياس استخدمها الأنسان البدائي من خلال الاستفادة من جسده أو الأشياء المحيطة به والتي تتميز بقلة التفاوت بينها باختلاف الشخص القائم بها ومنها على سبيل المثال : Spanالشبر Armالذراع Caneالقصبة Feetالقدم .
- . أدوات قياس تقربيه
- وهي الأدوات التي تستخدم لقراءة أو نقل الأبعاد من على القطع المراد قياس ابعادها
- Rulerالمسطرة, المدرجة , Tapeالشريط , Meterالمتر,
- . أدوات قياس دقيقه
- Vernier caliperقدمه ذات ورانيه
- الميكروميتر .,Micrometer Vernier
- أدوات قياس عالية الدقة
- Limit gaugesمحددات القياس , قوالب القياس الأطوال , قوالب قياس الزوايا دقيقه

وحدات القياس

- في أي عملية قياس نتوصل عادة إلى مقدار نعبر عنده بالأرقام لكن الأرقام وحدها لا تكون لها معنى إلا إذا حددنا الوحدات التي تعبر عنها فلا يكفي أن نقول أن عرض الغرفة خمسة بل يجب أن نقول خمسة أمتار ولا أن نقول أن كتلة الماء ثلاثة بل يجب أن نقول أن كتلته ثلاثة كـ ً يلو غرام مثلا . وهكذا يجب أن نذكر الأرقام والوحدات العالمية أو مشتقات الوحدات العالمية
- - وحدات القياس الدولية System of Units International لقد استعمل الإنسان منذ فجر التاريخ القياسات لتحديد ومعرفة العوامل الفيزيائية المتواجدة في محيطه. ولتحديد ذلك كان توجهه إلى استعمال وحدات قياس طبيعية مستقاة من محيطه المعهود. فقد استعمل الذراع والقدم لتحديد الأبعاد والأطوال كما استعمل وحدة الزمن المتمثلة في الليلة واليوم لتحديد المسافات البعيدة. كانت هذه المعايير ووحدات القياس كافية في العصور الأولى من التاريخ البشري رغم تنوعها واختلافها من مكان إلى آخر. ومع التقدم الصناعي الذي واكب الثورة الصناعية مع مطلع القرن الثامن عشر الميلادي أصبحت هذه المعايير ووحدات القياس لا تفي بالغرض. وقد دفعت ظروف الحرب العالمية الثانية إلى تطور صناعي مذهل كان أساسه تبادلية المنتجات الصناعية مما أبرز الحاجة الماسة إلى توحيد نظم القياس International System of Units على المستوى الدولي. انبثق عن هذا النظام الدولي لوحدات القياس

أ. الوحدات الأساسية في نظام الوحدات الدولية هي الوحدات

Symbol الرمز	Unit وحدة القياس	Quantity الكمية
m	Meter متر	Length الطول
kg	Kilogram كيلوجرام	Mass الكتلة
A	Ampere أمبير	Current التيار
s	Second ثانية	Time الزمن
K	Kelvin كالفن	Temperature الحرارة
cd	Candle شمعة	Luminous Intensity شدة الإضاءة

وهناك وحدات مشتقة ومرادفة Derived Units.

- الوحدات المشتقة من الوحدات الأساسية يمكن استنباط وحدات عملية أخرى تسمى بالوحدات المشتقة. تشتق هذه الوحدات يمثل بعض الوحدات المشتقة التي في الجدول 2 عن طريق القوانين الفيزيائية التي تحكم الكمية المدروسة. جدول رقم 1 نستعملها بكثرة في واقعنا الصناعي
- Surface m^2المساحة= الطول xالطول
- Volume = m^3الحجم الطول xالطول xالطول
- السرعة الخطية Speed =m/sالطول / الزمن
- Density الكثافة = الكتلة / الحجم m/s^2السرعة / الزمن Accelerationالتسارع الكتلة Forceالقوة Nالتسارع x N/m2 القوة / المساحة Pressureالضغط m3/sالحجم / الزمن Flow Rateالتدفق

جدول رقم 2

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 ملي
$1*10^{-2}$	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

Resistors and Ohm’s Law

- 1- المقاومة الكهربائية ((Electric Resistance
- عندما يمر التيار الكهربائي خلال مسار معين تفقد الالكترونات الطاقة الدافعة (الجهد) التي تتحول معضمها الى حرارة ويمكن تفسير ذلك بما يحدثه الموصل (مسار التيار) من مقاومة في طريق الالكترونات.
- وتعرف المقاومة ((Resistanceعلى انها هي خاصية اعاقة مرور التيار الكهربائي في الموصل وتقاس قيمة المقاومة بوحدة الاوم ((Ohmنسبة للعالم الالماني اوم ويرمز لها بالرمز (.Ω)
- ان مقلوب المقاومة تعرف بالتوصيلية (,(G)(conductanceوان وحدة قياس التوصيلية هي سمنز (.s ,(siemens
- دائرة المقاوم هي الدائرة التي تبدد الطاقة الكهربائية (عادتاً على شكل حرارة).
- ان المقاومة النوعية (المقاومية) Resistivityوهي خاصية للمادة, وتعتمد المقاومة الكهربائية لسلك الموصل على ثلاث عوامل:
- 1- نوع مادة الموصل)ρحرف لاتيني رو)
- 2- طول السلك ((lحيث تتناسب ((Rطردياً مع (.l)
- -3مساحة مقطع السلك ((Aحيث تتناسب ((Rعكسياً مع (.A)
- $R \propto 1/A$, $R \propto l$ ∵
- ومنها $R \propto l/A$
- $R = \rho\ l/A$

تكملة المحاضرة

- $\rho = R\ Al$
- وحدة قياس المقاومة النوعية هي (اوم. متر)(.$\Omega.m$)

- R is the resistance of the conductor (Ω) . L is the length of the conductor (m) .
- A is the cross sectional area of the conductor (m2) .
- ρ is a constant depending on the nature of the material of the conductor and known as its specific resistance (Ω .m)
- **Example 1:**
- Find the resistance of an aluminum wire that has a length of 1000 m and a diameter of 1.626 mm. The wire is at 20 C0 with resistivity of 2.83*10-8$\Omega.m$
- **Solution:**
-

الحل

$$A = \pi r^2$$

$$r = \frac{d}{2} = \frac{1.626 * 10^{-3}}{2} = 0.813 * 10^{-3}\, m.$$

$$\because \rho = 2.83 * 10^{-8} \Omega.m$$

$$\therefore R = \rho \frac{l}{A} = 2.83 * 10^{-8} \frac{1000}{\pi\left(0.813 * 10^{-3}\right)^2} = 13.6\Omega$$

Example 2: أمثلة محلولة

- A coil consists of 2000 turns of copper wire having a cross-sectional area of 0.8mm2. The mean length per turn is 80cm and the resistivity of copper is 0.02μΩ-m. Find the resistance of the coil and power absorbed by the coil when connect across 110V d.c. supply.
- Solution:
- Length of the coil, l=0.8×2000=1600 m;
- A=0.8 mm^2=0.8×〖10〗^(-6) m^2.
- R=ρ l/A=0.02×〖10〗^(-6)×1600/0.8×〖10〗^(-6)=40 Ω
- power absorbed=V^2/R=〖110〗^2/40=302.5 W

Example 3:

- Example 3:
- (a) A rectangular carbon block has dimensions 1.0 cm * 1.0 cm * 50 cm.
- What is the resistance measured between the two square ends?
- Between two opposing rectangular faces / Resistivity of carbon at 200 C is 3.5*10-5Ω.m.
- (b) A current of 5 A exists in a 10 Ω resistance for 4 minutes (i) how many coulombs and (ii) how many electrons pass through any section of the reisitoor in this time? Charge of the electron =1.6*10-19 C.

- Solution:
- (a) (i) $R=\rho\ l/A$
- Here, $A=1*1=1\ cm2 = 10\text{-}4\ m2$; $l=0.5\ m$
- $R = 3.5 * 10\text{-}5*0.5/10\text{-}4 = 0.175\ \Omega$

تكملة الحل

- (ii) Here, l= 1 cm ; A=1*50=50 cm2 = 5* 10-3 m2
- R = 3.5 * 10-5 * 10-2/(5 * 10-3) = 7 * 10-5 Ω
- (b) (i) Q = I t = 5 * (4* 60) = 1200C
- (ii) $n=Qe=12001.6*10-19=75*1020$

- وبما ان مقاومة الموصل تعتمد على درجة الحرارة ارتفاعاً وانخفاضاً فان العلاقة بين شدة التيار الكهربائي ((Iوفرق الجهد ((Vتكون غير خطية, والحقيقة ان التغيير في درجة الحرارة يسبب تغيراً في المقاومة النوعية وفق المعادلة التالية:
- $R=R01+\alpha\Delta T$
- $\rho=\rho01+\alpha\Delta T$
- حيث ان ((Rو ((ρالمقاومة النوعية والمقاومة عند درجة الحرارة الجديدة على التوالي.
- (($R0$و(($\rho0$المقاومة النوعية والمقاومة عند درجة الحرارة المعلومة.

- α :معامل المقاومة النوعية ووحدته [1/ [C0او [1/.k0]
- ΔT :التغير في درجة الحرارة ((T2-T1ووحدته [[C0او [.k0]

Example 4:

- A coil of copper wire has a resistance of 100□ when its temperature is 0 C0. Determine its resistance at 70 C0 if the temperature coefficient of resistance of copper at 0 C0 is 0.0043/C0.
- Solution:
- R_{70}=R_0 (1+α_0ΔT)
- R_{70}=100(1+0.0043*70)
- =100(1+0.301)=130.1Ω

Example 5

- A platinum coil has a resistance of 3.146 Ω at 40^0C and 3.767 Ω at 1000C. Find the resistance at 0^0C .

Solution. $R_{100} = R_0 (1 + 100\,\alpha_0)$ ...(*i*)

$R_{40} = R_0 (1 + 40\,\alpha_0)$ ...(*ii*)

$\therefore \quad \frac{3.767}{3.146} = \frac{1+100\,\alpha_0}{1+40\,\alpha_0}$ or $\alpha_0 = 0.00379$ or 1/264 per°C

From (*i*), we have $3.767 = R_0 (1 + 100 \times 0.00379) \quad \therefore R_0 = 2.732\ \Omega$

Example 6

- : A potential difference of 250 V is applied to a field winding at 150C and the current is 5 A. what will be the mean temperature of the winding when current has fallen to 3.91 A, applied voltage being constant.
- Assume α_{15}=1/254.5

Solution. Let R_1 = winding resistance at 15°C; R_2 = winding resistance at unknown mean temperature t_2°C.

$\therefore$ $R_1 = 250/5 = 50\ \Omega$; $R_2 = 250/3.91 = 63.94\ \Omega$

Now $R_2 = R_1 [1 + \alpha_{15} (t_2 - t_1)]$ $\therefore$ $63.94 = 50\left[1 + \frac{1}{254.5}(t_2 - 15)\right]$

$\therefore$ $t_2 = 86°C$

Example 7

- A coil of copper wire has resistance of 90 Ω at 200 C and is connected to a 230V supply. By how much the voltage will be increased in order to maintain the current constant if the temperature of the coil rises to 600C? Take the temperature coefficient of resistance of copper as 0.00428 from 00C.

الحل

Solution. As seen from Art. 1.10

$$\frac{R_{60}}{R_{20}} = \frac{1+60\times 0.00428}{1+20\times 0.00428} \quad \therefore R_{60} = 90 \times 1.2568/1.0856 = 104.2\ \Omega$$

Now, current at 20°C = 230/90 = 23/9 A

Since the wire resistance has become 104.2 Ω at 60°C, the new voltage required for keeping the current constant at its previous value = 104.2 × 23/9 = 266.3 V

∴ increase in voltage required = 266.3 –230 = **36.3 V**

مسائل

- Q1: the resistivity of a ferric-chromium-aluminum alloy is 51*10-8Ω-m. A sheet of the material is 15 cm long, 6 cm wide and 0.014 cm thick. Determine resistance between (a) opposite ends and (b) opposite sides.
- Ans.(9.1*10-3 Ω, 79.3*10-10 Ω).

- Q2: Two coils connected in series have resistance of 600 Ωand 300 Ω with tempt. coeff. Of 0.1% and 0.4% respectively at 200 C. Find the resistance of the combination at a tempt. Of 500 C. What is the effective tempt. coeff. Of combination?
- Ans. (954 Ω, 0.002)
- Q3: A coil has a resistance of 18 Ω when tis mean temperature is 200 C and of 20 Ω when its mean temperature is 500 C. Find its temperature rise when its resistance is 21 Ω and the surrounding temperature is 150 C.