وزارةالتعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي
كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة
قسم علوم المادة

مطبوعة بيداغوجية : اعمال تطبيقية كهرباء

السنة الاولى ليسانس:علوم المادة

د. بوخالفة راضية
2023/2022

R.Boukhalfa

فـهـرس الـمـحـتـويـات

مقدمة عامة	2
I. تعليمات حول طريقة سير حصة الأعمال التطبيقية	4
II. حساب الارتيابات	6
III.قياس المقاومات	17
IV.جمع المقاومات	27
V. التوصيل الطويل و التوصيل القصير	32
VI.قانون كيرشوف.	43
VII. شحن و تفريغ مكثف	57
VIII. جسر ويتسطون	60
IX.قياس وجمع المكثفات	66
X. تحقيق قانون بيوت وسافارت	71
XI.دراسة محول كهربائي	75
XII. حلول لبعض التمارين التجريبية	80
XIII. حل التمرين التجريبي حول حساب الارتيابات	81
XIV.حل التمرين التجريبي حول حساب المقاومات	86
XV. حل التمرين التجريبي حول جمع المقاومات	91

R.Boukhalfa

مقدمة عامة

ان الغرض من الإلكترونيات والكهرباء هو الاستفادة من التقنيات الإلكترونية والكهربائية في تصميم وتطوير الأنظمة والأجهزة والأدوات التي تعمل على تحسين الحياة اليومية للناس. تشمل هذه التقنيات العديد من التطبيقات الهامة في الطاقة والاتصالات والطب والتكنولوجيا الحديثة والعديد من مجالات الحياة الأخرى. وتساعد الإلكترونيات والكهرباء في توفير أجهزة وأنظمة تحسين الكفاءة وتوفير الطاقة وتحسين الأمان، مما يجعلها أحد الأساسيات الضرورية لتقدم الحضارة البشرية.

ان هذه المطبوعة البيداغوجية البسيطة لمادة اعمال تطبيقية كهرباء(Tp Phys 2) موجهة لطلبة السنة أولى علوم المادة وهي مكتوبة بطريقة بسيطة و سلسة وبلغة عربية تمكن الطالب من استيعاب بعض المعلومات الخاصة بالاعمال التطبيقية المبرمجة عليهم من طرف الوزارة في رزنامة السداسي الثاني.

وتعتبر هذه المطبوعة البيداغوجية ثمرة خبرة تدريس سنتين لهذه المادة مما مكنني من التحكم الجيد في محتوى هذه المادة والتماشي مع معظم ما هو مبرمج. واضع ثمرة جهدي بين يدي الطالب لكي يتمكن من فهم المعايير الاساسية للكهرباء والالكترونيات التي تعتبر من أهم مجالات الهندسة الكهربائية، وتشمل هذه المطبوعة من العديد من المفاهيم الأساسية، بما في ذلك: المقاومة الكهربائية حيث يتعرف على عدة مفاهيم اساسية حولها منها كيفية قياسها بمختلف الطرق منها قانون اوم و شفرة الالوان و التوصيل الطويل والقصير و كذلك جسر ويتسطون، كما لم أنسى شرح كيفية دراسة الدوائر الكهربائية المركبة من استخدام قانوني كيرشوف ، ثم تطرقت الى وسيلة كهربائية اخرى الا وهي المكثف فعرفتها له بصيغة بسيطة و عرضت عليه كيفية قياسها وجمعها ثم طريقة شحنها و تفريغها، وفي مجال

المغناطيسية يجب على الطالب معرفة ابسط قانون يربط بين الحقل المغناطيسي والتيار المولد له فارتايت ان اضع بين يديه كيفية تحقيق قانون بيوت و سافارت الذي يربط بين المغناطيسية و الكهرباء، ثم عرض مبسط لموضوع المحول ولما كانت هذه المادة تجريبية فانها لا تخلى من الخطا وبالتالي يجب على الطالب معرفة معنى هذا الاخير وكيفية حسابه بمختلف الطرق وهذا الموضوع المهم هو مابدأت به في هذه المطبوعة، ولقد خصصت جزء صغير لعرض بعض الحلول لتمارين تجريبية لعلها تكون نموذجا لكيفية حل الجزء المطلوب من الاعمال التطبيقية، وفيما يخص التمرينات التجريبية غير محلولة لأنها تحتاج الى قياسات تجريبية يجب على الطالب ان يقوم بالتجربة لكي يستطيع الاجابة عليهاولقد اجتهدت بان تكون طريقة العرض والشرح بصورة سلسة تتماشى و مكتسبات طالب في السنة الاولى جامعي ولعل اختياري للغة العربية هي ابرز مثال على ذلك.

وفي الاخير اتمنى من الله انه وفقني في ايصال ولو القليل من المعلومات حول علم كبير الا وهو علم التجريب والاعمال التطبيقية لطلبة السنة الاولى ليسانس علوم المادة، وفق معارفهم القبلية، والتي تمكنهم من الوصول الى الهدف المنشود من وراء دراسة هذه المادة التعلمية المهمة لحاضرهم ومستقبلهم.

I. تعليمات حول طريقة سير حصة الاعمال التطبيقية

الفصل الأول: الانضباط

1. حمل المئزر إجباري.
2. يجب الوصول في الوقت المحدد(لا يسمح بأي تأخير)
3. لدى الطالب 15 يوم لتعويض الحصة من يومها المحدد.
4. تعطى العلامة صفر للطالب المتغيب دون تبرير.
5. لا يسمح بالدخول إلى المخبر لأي كان دون طلب الإذن من الأستاذ المشرف.
6. التدخين ممنوع داخل المخبر.
7. لا يسمح بالخروج إلا عند الضرورة(طلب الإذن من الأستاذ).
8. الهدوء مطلوب طيلة الحصة.
9. قبل البدء في التطبيق، تأكد من وجود كل الأجهزة فوق الطاولة مع مراعاة ما يلي:
   - ☑ ضرورة الاعتناء بالأجهزة ولا يجب إتلافها.
   - ☑ كل طالب يتحمل المسؤولية على الأجهزة المستعملة من طرفه (أي خلل يبلغ الأستاذ المشرف على الفور).
   - ☑ كل فوج يقوم وحده بالتجربة (الأستاذ يقوم بالتوجيه فقط).
   - ☑ لا توصل الأجهزة بمنابع التيار قبل المعاينة التركيبية من طرف الأستاذ المشرف، وذلك لكون بعض هته الأخيرة تعطي شدة تيار قوية يمكنها تعطيل وإتلاف الأجهزة المرتبطة بها.
10. أثناء التجربة، قم بتحريك الأزرار بالتأني و الحرص، عند ملاحظة أي عطب في الأجهزة أو صدور أي رائحة حريق اقطع التيار على الفور و استدعي الأستاذ المشرف .
11. يجب احترام والأخذ بعين الاعتبار كل التعليمات الموجهة من طرف الأستاذ المشرف

R.Boukhalfa

12. عند الانتهاء من التجربة،ارجع أزرار مولدات الشدة إلى مستوى الصفر،اقطع التيار ، فك التركيبة، رتب الأجهزة وسلم التوصيلات إلى الأستاذ المشرف.
13. قبل المغادرة من المخبر يجب التأكد من نظافة المكان

الفصل الثاني: طريقة تحرير التقرير

لا بد أن يشمل التقرير على ما يلي:

1. عنوان التجربة.
2. رقم الفوج و أسماء الطلبة المحررة للتقرير.
3. اسم الأستاذ المشرف.
4. الإجابة على الأسئلة المطروحة بوضوح تام و يتم بالشكل التالي:

- ☑ ملئ الجداول المطلوبة.
- ☑ رسم المنحنيات على ورقة مليمتريه .
- ☑ ترقيم الإجابات حسب الأسئلة المطروحة.
- ☑ الاستنتاج والخلاصة.

R.Boukhalfa

حساب الإرتياب

R.Boukhalfa

II. حساب الارتياب

1. مقدمة

تهدف الأعمال التطبيقية في المخبر إلى توضيح و فهم الظواهر الفيزيائية من قوانينها النظرية التي تعترض الطالب في الدروس النظرية،كما تمكنه من التعرف على كيفية استعمال الأجهزة المخبرية واخذ القياسات التجريبية و تحليل هته الأخيرة بما يتماشى و الظاهرة الفيزيائية المدروسة.

عندما يقوم المجرب بقياسات، يجب عليه أن يدرك في الحين ما إذا كانت قياساته جيدة أم رديئة،و يكون التقييم سواء بحساب الأخطاء والتي يجب أن تكون اقل ما يمكن للحصول على نتائج نسبيا صحيحة ، آو بالاعتماد على الرسومات البيانية التي يجب أن تتطابق مع المعادلات النظرية التي تصف الظاهرة الفيزيائية رياضيا ، آو بمقارنة قياساته بين بعضها البعض و مقارنتها بما يعرفه عن التجربة من قبل، و إذا كانت القياسات غير منسجمة أو غير صحيحة يجب عليه أن يحاول اكتشاف مصدر الأخطاء و يجب أن يكون مستعدا لتكرار القياسات على الفور إذا تطلب الأمر.

لذا رأينا من المفيد أن نعطي للطالب في هذا العمل، المفاهيم الضرورية التي تساعده على فهم و تعلم كيفية حساب الارتياب بالإضافة إلى تمثيل نتائجها على شكل منحنى.

2. مفهوم ا لخطأ المطلق

يسمى dx الخطأ المطلق الفرق بين القيمتين الحقيقية والمقاسة لنفس المقدار الفيزيائي ويعطى بالعبارة

$$dx = X_{exp} - X_{the}$$

حيث : X_{the} القيمة الحقيقية لمقدار فيزيائي معين.

X_{exp} القيمة المقاسة تجريبيا.

3. أسباب الخطأ أن مصدر الخطأ في غالب الأحيان هي جهاز القياس والمجرب

R.Boukhalfa

4. ملاحظات

أ.الخطأ يعتبر قيمة صحيحة موجبة، سالبة أو معدومة.

ب.وحدة الخطأ dx هي نفس وحدة المقدار المقاس X_{the} و X_{exp}

ت.نسمي النسبة $\varepsilon = dx/X_{exp}$ الخطأ النسبي و يعبر عنه عادة بالنسبة المئوية (%)

5. مفهوم ا لارتياب المطلق

نعرف الارتياب المطلق Δx على انه القيمة المطلقة للخطأ و نكتب $\Delta x = |X_{exp} - X_{the}|$ و لذلك يجب أن يكون دوما موجبا

6. كيفية حساب الارتياب هناك عدة طرق لحساب الارتياب وهي كالأتي:

A. بأخذ دقة أجهزة القياس المستعملة:(نجد معدل الارتياب ظاهرا على جهاز القياس).

B. بحساب متوسط القيم التجريبية: إذا قام المجرب بعدة قياسات لنفس المقدار (إعادة التجربة n مرة) فيكون الارتياب النسبي من الشكل: $\Delta x/x = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$

C. بحساب الخطأ: ويكون في حالة وجود المقدار الفيزيائي على شكل دالة وذلك بإتباع الخطوات التالية:

أ. إدخال دالة اللوغاريتم على دالة المقدار الفيزيائي.

ب. القيام بعملية الاشتقاق للدالة.

ت. نحول كل رمز للاشتقاق dx إلى رمز الارتياب Δx مع تحويل كل إشارة سالبة إلى موجبة و إدخال القيمة المطلقة على القيم الثابتة لتحقيق ايجابية الارتياب

7.أمثلة على حساب الارتياب بإتباع الطريقة C

1.7.حالة الجمع

ليكن لدينا المقدار الفيزيائي المعطى على شكل جمع كما يلي:

$$g = x_1 + x_2 + x_3 + \cdots \ldots \ldots \ldots + x_n$$

R.Boukhalfa

لإيجاد الارتياب النسبي ثم المطلق فإننا نتبع الخطوات المذكورة سابقا كالتالي

أ. ندخل دالة اللوغاريتم عل الدالة

$$\ln(g) = \ln(x_1 * x_2 * x_3 * .....x_n)$$

ب. نقوم باشتقاق الدالة الناتجة

$$dg/g = d(x_1 + x_2 + x_3 + \cdots \ldots \ldots \ldots \ldots + x_n) \Big/ (x_1 + x_2 + x_3 + \cdots \ldots \ldots \ldots \ldots + x_n)$$

$$dg/g = \sum_{i=1}^{n} dx_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} x_i$$

ت. نحول رمز الاشتقاق إلى الرمز Δ مع تحويل الإشارة السالبة إلى إشارة الموجب وإدخال القيمة المطلقة على القيم الصحيحة وهنا نكون قد تحصلنا على الإرتياب النسبي

$$\Delta g/g = \sum_{i=1}^{n} \Delta x_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} |x_i|$$

ث. نستنتج الإرتياب المطلق كما يلي:

$$\Delta g = g * \left(\Delta g / g \right)$$

$$\Delta g = g \left[\sum_{i=1}^{n} \Delta x_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} |x_i| \right]$$

2.7.حالة الطرح

إذا كان لدينا الشكل التالي:

$$g = x_1 - x_2 - x_3 - \cdots \ldots \ldots \ldots \ldots - x_n$$

R.Boukhalfa

فإننا نتبع نفس الخطوات السابقة كما في حالة الجمع وعليه :

$$\ln g = \ln(x_1 - x_2 - x_3 - \cdots \ldots\ldots\ldots\ldots - x_n)$$

$$dg/g = d(x_1 - x_2 - x_3 - \cdots \ldots\ldots\ldots\ldots - x_n) \Big/ (x_1 - x_2 - x_3 - \cdots \ldots\ldots\ldots\ldots - x_n)$$

$$\Delta g/g = \sum_{i=1}^{n} \Delta x_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} |x_i|$$

$$\Delta g = g \left[\sum_{i=1}^{n} \Delta x_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} |x_i| \right]$$

3.7.حالة الجداء

$$g = x_1 * x_2 * x_3 * \ldots\ldots\ldots\ldots * x_n$$

$$\ln g = \ln x_1 * x_2 * x_3 * \ldots\ldots\ldots\ldots * x_n$$

$$\ln g = \ln(x_1) + \ln(x_2) + \ln(x_3) + \cdots \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \ln(x_n)$$

$$dg/g = d(x_1)/x_1 + d(x_2)/x_2 \; d(x_3)/x_3 + \cdots \ldots\ldots\ldots + d(x_n)/x_n$$

$$\Delta g/g = \Delta(x_1)/x_1 + \Delta(x_2)/x_2 \; \Delta(x_3)/x_3 + \cdots \ldots\ldots\ldots + \Delta(x_n)/x_n$$

$$\Delta g = g \left[\Delta(x_1)/x_1 + \Delta(x_2)/x_2 \; \Delta(x_3)/x_3 + \cdots \ldots\ldots\ldots + \Delta(x_n)/x_n \right]$$

1.3.7. حالة خاصة (الدالة عبارة على جداء مقدارين فيزيائيين)

$$g = x_1 * x_2$$

$$\ln(g) = \ln(x_1 * x_2)$$

$$\ln(g) = \ln(x_1) + \ln(x_2)$$

$$\Delta g/g = \Delta x_1/|x_1| + \Delta x_2/|x_2|$$

$$\Delta g = |(x_1 * x_2)| * \left[\Delta x_1/|x_1| + \Delta x_2/|x_2|\right]$$

4.7.حالة القسمة

$$g = {}^{x_1}/_{x_2}$$

$$\ln g = \ln {}^{x_1}/_{x_2}$$

$$\ln g = \ln x_1 - \ln x_2$$

$$dg/g = d(x_1)/x_1 - d(x_2)/x_2$$

$$\Delta g/g = \Delta(x_1)/|x_1| + \Delta(x_2)/|x_2|$$

$$\Delta g = g\left[\Delta(x_1)/|x_1| + \Delta(x_2)/|x_2|\right]$$

5.7.حالة جداء حدود ذات أسس مختلفة

$$g = {x_1}^{\alpha} * {x_2}^{\beta}$$

$$\ln g = \ln\left({x_1}^{\alpha} * {x_2}^{\beta}\right)$$

$$\ln g = \ln({x_1}^{\alpha}) + \ln({x_2}^{\beta})$$

$$\ln g = \alpha \ln(x_1) + \beta \ln(x_2)$$

$$dg/g = \alpha\, d(x_1)/x_1 + \beta\, d(x_2)/x_2$$

R.Boukhalfa

$$\Delta g/g = |\alpha| \Delta(x_1)/|x_1| + |\beta| \Delta(x_2)/|x_2|$$

$$\Delta g = g\left[|\alpha| \Delta(x_1)/|x_1| + |\beta| \Delta(x_2)/|x_2|\right]$$

6.7.مثال توضيحي

ليكن لدينا الربط على التفرع للمقاومتين

- أوجد الارتياب النسبي للمقاومة المكافئة في الحالتين:

$$\varepsilon_{R_{eq}} = \frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}}$$

$$(R_1 = 10\Omega \pm 1\%),\ R2 = (47\Omega \pm 5\%)$$

$$(R_1 = R_2 = 10\Omega \pm 1\%)$$

الحل

لدينا المقاومة المكافئة لمجموع مقاومتين مربوطتين على التفرع تكتب من الشكل:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

وبإتباع الخطوات السابقة نجد الارتياب النسبي :

1- الحالة الأولى

$$LnR_{eq} = Ln\left(\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\right) = Ln(R_1R_2) - Ln(R_1+R_2) = LnR_1 + LnR_2 - Ln(R_1+R_2)$$

$$\frac{dR_{eq}}{R_{eq}} = \frac{dR_1}{R_1} + \frac{dR_2}{R_2} - \frac{d(R_1+R_2)}{(R_1+R_2)} = \frac{dR_1}{R_1} + \frac{dR_2}{R_2} - \frac{dR_1}{(R_1+R_2)} - \frac{dR_2}{(R_1+R_2)}$$

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_1}{(R_1+R_2)} + \frac{\Delta R_2}{(R_1+R_2)}$$

لكن

$$\begin{cases} \frac{\Delta R_1}{R_1} = 1\% = 0.01 \Rightarrow \Delta R_1 = R_1\left(\frac{\Delta R_1}{R_1}\right) = (10\Omega)(0.01) = 0.1\Omega \\ \frac{\Delta R_2}{R_2} = 5\% = 0.05 \Rightarrow \Delta R_2 = R_2\left(\frac{\Delta R_2}{R_2}\right) = (47\Omega)(0.05) = 2.35\Omega \\ R_1 + R_2 = 10\Omega + 47\Omega = 57\Omega \end{cases}$$

ومنه

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = 0.01 + 0.05 + \frac{0.1}{57} + \frac{2.35}{57} = 0.06 + 0.0018 + 0.0412 = 0.10 = 10\%$$

2- الحالة الثانية

لدينا

$$R_{eq} = \frac{R^2}{2R}$$

$$\frac{dR_{eq}}{R_{eq}} = 2\frac{dR}{R} - \frac{dR}{R} = \frac{dR}{R}$$

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R} = \frac{\Delta R}{R}$$

ومنه

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = 0.01 = 10\%$$

8. تمثيل النتائج التجريبية

ينبغي دائما أن تكتب النتيجة النهائية لقياس تجريبي معين على $g = (g \pm \Delta g)$

الشكل: (الوحدة)

و تعطي هذه

الصيغة حدود $g - \Delta g \le g(\text{وحدة}) \le g + \Delta g$

الخطأ التي يتوقع المجرب أن تقع ضمنة القيمة الحقيقية و ذلك باستنتاج مجال الحصر للقيمة بالشكل التالي:

R.Boukhalfa

8. 1مثال

$$g = 9.7945 m/s^2$$

$$\varepsilon = \Delta g / g = 0.15\%$$

إذا كانت نتيجة قياس الجاذبية في

منطقة ما هي بدقة قياس

$$g = (g \pm \Delta g)(m/s^2)$$

كيف يمكننا تمثيل النتيجة علي الشكل

الحل

- نحسب Δg كالتالي : $\Delta g = \varepsilon * g = \frac{0.15}{100} * 9.7945 = 0.01469175\ m/s^2$
- يجب أن نجد هذا الارتياب بتقريب أعلي فنأخذ $\Delta g = 0.015\ m/s^2$
- نحتفظ لـ g بنفس العدد العشري لـ Δg ونقرب العدد الأخير بعد الفاصلة $g = 9.795\ m/s^2$ والنتيجة النهائية لـ g هي: $\boldsymbol{g = (9.795 \mp 0.015) m/s^2}$
- أخيرا نستطيع كتابة قيمة الجاذبية كالتالي:

$$(9.795 - 0.015) m/s^2 \leq g \leq (9.795 + 0.015) m/s^2$$

أي أن قيمة الجاذبية تنحصر في المجال $9.78\, m/s^2 \leq g \leq 9.81\, m/s^2$

9. التمثيل البياني لمنحنى

1.9أهميته :

يوضح البيان تطور ظاهرة فيزيائية معينة ، حيث يسمح بتحديد بعض القيم التي نعجز عن تحديدها تجريبيا لذلك يجب رسم المنحنيات بعناية فائقة ودقة بالغة حتى يكون الرسم مبينا للأخطاء المرتكبة على القياسات التي أجريت.

2.9 إختيار السلم :

ينبغي أن تختار السلم، بحيث تكون النقاط مستغلة للجزء الأكبر للمحورين $(Ox;Oy)$ وليس مهما أن تكون نقطة بداية المنحنى منطبقة على مبدأ المحاور على الورق ألمليمتري وينبغي أيضا أن تكون النسبة بين التدريجة علي الورق المليمترية والوحدة المنقولة على المحور بسيطة حتى نسهل عملية القراءة فيما بعد

3.9 تدريج المحور:

نؤشر علي المحور قيمة التدريجات الأساسية (المئات –العشرات الوحدات...)دون أن نؤشر قيم القياسات التجريبية و نكتب في نهاية كل محور المقادير الفيزيائية ووحداتها المستعملة .

4.9 النقاط:

ينبغي أن نعلم تحديد موضع النقاط علي الورق ألمليمتري , بشكل خطين صغيرين رقيقين و موازيين للمحورين وليس علي شكل نقاط تنعدم فيها الدقة.

5.9 البيان والعناوين :

رسم المنحنيات يكون في أوراق مليمتريه منفصلة عن التقرير ويجب أن نكتب علي الورقة المليمترية كل المعطيات حتى يتم فهمم المنحنى بشكل جيد مثل :

- ✓ عنوان المنحنى , يعني الظاهرة المدروسة .
- ✓ المعادلة التي يمثلها المنحنى.
- ✓ سلم الرسم.
- ✓ يجب أن تكتب هذه المعلومات في مكان لا يعيق قراءة المنحنيات.
- ✓ للتمييز بين عدة منحنيات, في حالة رسمها علي ورقة واحدة باستخدام لون مختلف لكل منحنى بياني.

R.Boukhalfa

10.تمرين تجريبي

أوجد عبارة الارتياب النسبي لكل من المقادير الفيزيائية التالية:

$$F = mg$$
$$R_{eq} = R_1 + R_2$$
$$T = 2\pi\sqrt{\left(I_z/D\right)}$$
$$M_z = F.r$$
$$I_z = I_0 + ma^2$$
$$R_{eq} = \frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2}$$

R.Boukhalfa

قياس المقاومات

R.Boukhalfa

III. قياس المقاومات

1-الهدف من التجربة

- قياس المقاومات باستعمال:
  - الطريقة المباشر.
  - طريقة شفرة الألوان.

2-تعريف المقاومة

المقاومة الكهربائية هي خاصية فيزيائية تتميز بها المواد المعدنية في الدوائر الكهربائية. تعرف على أنها قابلية المواد لمقاومة مرور التيار الكهربائي فيها. وهي إعاقة المادة لمرور التيار الكهربائي (اإللكترونات(خاللها ووحدتها هي الأوم (Ω).

3- كيفية قياس المقاومة

أ. الطريقة المباشرة

هناك عدة طرق لقياس قيمة مقاوم اومي وابسطها هي الطريقة المباشرة وفيها نستخدم فقط جهاز الاومترالرقمي ، حيث نربط المقاومة او الناقل الاومي المراد قياس قيمتها بجهاز الاومتر ونقرأ القيمة المبينة على شاشته، تجدر اإلشارة إلى أن المعيار المستخدم ال يكون أكبر بكثير من قيمة المقاومة لتجنب نسبة الخطأ.

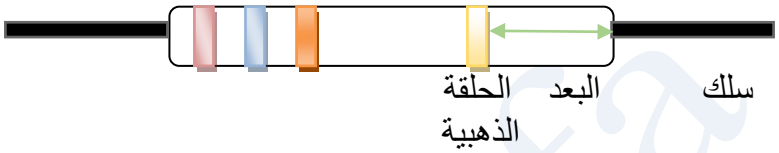
ب. طريقة شفرة الالوان

وهي طريقة نظرية بحتة نستطيع من خلالها معرفة قيمة مقاومة معينة وتكون هذه الاخيرة ملونة اي تحمل على غلافها حلاقات او تسمى بالاطواق. ويعتمد على معرفة نوع المقاومة اي عدد حلقاتها الملونة وتطبيق الصيغة النظرية المطلوبة ، وفي هذه الطريقة يجب معرفة كيفية وضع المقاومة الكهربائية في الاتجاه الصحيح لكي نقوم بعمليه الحساب بشكل صحيح وبدون اخطاء حيث انه لمعرفة قيمة المقاومة ننظر إلى الحلقة (الطوق)

R.Boukhalfa

الذهبية أو الفضية "وهي الحلقة التي تحدد نسبة الارتياب في المقاومة "، وأجعلها على يميني وأبدا القراءة من اليسار إلى اليمين(انظر الشكل التالي)

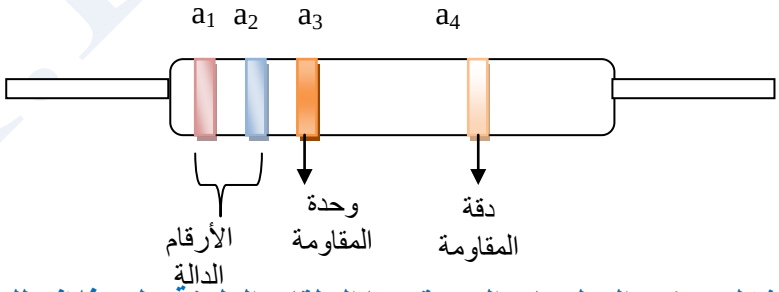
ملاحظة: هناك بعض المقاومات ليس لها طوق ذهبي أو فضي فابدأ القراءة من الحلقة الأقرب الى طرف السلك.



شكل يوضح طريقة الوضع الصحيح للمقاومة

4- المقاومات الملونة

تتميز المقاومات الكربونية بوجود حلقات على غلافها الخارجي لذلك تسمى بالمقاومات الملونة، وتساعدنا تلك الحلقات على حساب قيمة هذه المقاومات الكهربائية من خلال معرفة دلائل رموز الألوان، لكن قبل ذلك يجب أن تعرف ان المقاومات الملونة 3 أنواع تختلف فيما بينها بعدد الألوان المطبوعة على المقاومة وهي: المقاومة ذات اربعة الوان و المقاومة ذات خمسة الوان والمقاومة ذات ستة الوان، لكل لون حلقة من هاته الالوان دلائل مختلفة حسب موضع الحلقة حيث يمكن للون الحلقة ان يشير اما الى عدد او معامل الضرب او السماحية (النسبة المئوية) او المعامل الحراري مثل ماهو مبين في الشكل التالي.



شكل يوضح المعلومات التي تقدمها الحلقات الملونة على غلاف للمقاومة

فيما يخص معامل الضرب فهو الذي يتحكم في وحدة المقاومة أما السماحية فنعني بها هنا دقة المقاومة (نقول نسبة الخطا في حساب قيمة مقاومة معينة : الارتياب النسبي للمقاومة) أما معامل الحراري ويظهر في

المقاومات السداسية (6 حلقات) فهو عامل الكفاءة الحرارية للمقاومة أي انه يعني مقدار التغير النسبي لقيمة المقاومة تبعا لدرجة الحرارة. ولمعرفة المعلومات الخاصة ب: (قيمة المقاومة ووحدتها والدقة وكفائتها الحرارية) نستعين بالجداول التالية (دليل الألوان او ما يسمى بجدول شفرة الألوان):

الجدول(1): شفرة الألوان

اللون	اسود	بني	احمر	برتقالي	اصفر	اخضر	ازرق	بنفسجي	رمادي	أبيض	ذهبي	فضي
الرقم	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10^{-1}	10^{-2}

الجدول(2): جدول الارتياب

اللون	بني	احمر	اخضر	ازرق	بنفسجي	رمادي	ذهبي	فضي
الدقة	1%	2%	0.5%	0.2%	0.1%	0%	5%	10%

الجدول(3): جدول معامل الحرارة

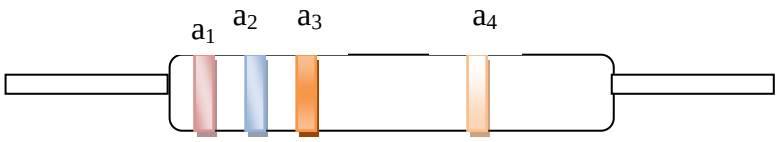
اللون	بني	احمر	برتقالي	اصفر	ازرق	بنفسجي	ابيض
معامل الحرارة(PPM)	100	50	15	25	10	5	1

5- انواع المقاومات الملونة

توجد ثلاثة انواع من المقاومات الملونة ونميزها حسب عدد الحلقات الموجودة فيها وهي: المقاومات ذات اربع حلقات، ذات خمس حلقات و ذات ست حلقات ولكل نوع طريقة لقياسها

6- طريقة استعمال شفرة الالوان لايجاد قيمة مقاومة

أ- المقاومات ذات 4 حلقات:



نرمز للحلقات الاربع بالرموز (a_4 و a_3 و a_2 و a_1) مثلما هو موضح في الشكل اعلاه و يكون حساب المقاومة باستخدام أحد الصيغ التالية:

(الصيغة الأولى) $R=a_1a_2.10^{a}_3$ (الوحدة) ±

(الصيغة الثانية) $R=(a_1a_2.10^{a}_3 \pm a_1a_2.\ 10^{a}_3*a_4/100)$(الوحدة)

أي أن: $a_1a_2.10^{a}_3 - a_1a_2.\ 10^{a}_3*a_4/100 \leq R$ (الوحدة) $\leq a_1a_2.10^{a}_3 + a_1a_2.\ 10^{a}_3*a_4/100$

مع العلم أن:

* $a_1a_2.\ 10^{a}_3*a_4/100$: هو الارتياب المطلق ΔR.

* $a_1a_2.10^{a}_3$:هو الارتياب النسبي $\Delta R / R$

مثال للتوضيح : مقاومة ذات الألوان التالية:

1. أزرق أسود بني ذهبي (القراءة من اليمين الى اليسار) ⟸

(الصيغة الأولى) $R=60*10^{1}(\Omega) \pm 5\% \rightarrow R=600(\Omega) \pm 5\%$

(الصيغة الثانية) $R = 60*10^{1} \pm 60.10^{1}*(5/100) = 600 \pm 600*0.05$

$\rightarrow R= (600 \pm 30)\ (\Omega)$

$600- 30 \leq R \leq 600 + 30$

$\rightarrow 570 \leq R(\Omega) \leq 630$

ملاحظة:

- المقاومات ذات 3 حلقات معناه أن الارتياب النسبي (دقة القياس) هي: 20% .
- مستحيل نجد الحلقة الأولى ذات لون أسود.

R.Boukhalfa

حالة خاصة مقاومة ذات ثلاث حلقات اي ان الحلقة a_4 شفافة يجعلها مخفية وعليه نستعمل صيغ المقاومة ذات 4 حلقات و نعوض الدقة التي ترمز لها الحلقة a_4 بالنسبة(20%) . يجب الاخذ بعين الاعتبار انه لا توجد مقاومات اقل من 3 حلقات.

مثال للتوضيح : مقاومة ذات الألوان التالية:

أصفر بنفسجي أزرق ⟸ $R=47*10^6(\Omega) \pm 20\%$

(الصيغة الأولى) $R = 47000000 \pm 47000000*(20/100) = 47000000 \pm 47000000*0.2$

$\rightarrow R = 47\ (M\Omega) \pm 20\%$

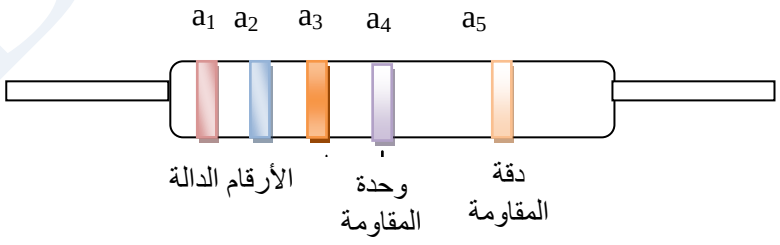
(الصيغة الثانية) $\rightarrow R = (47000000 \pm 9400000)\ (\Omega)$

أو $R = (47 \pm 9.4)\ (M\ \Omega)$

$47 - 9.4 \leq R \leq 47 + 9.4$

$\rightarrow 56.4 \leq R\ (M\ \Omega) \leq 37.6$

ب- المقاومات ذات 5 حلقات:



و يكون حساب المقاومة باستخدام أحد الصيغ التالية:

(الصيغة الأولى) $R=a_1a_2a_3.10^{a}_4$ (الوحدة) $\pm\ a_5\%$

(الصيغة الثانية) $R=(a_1a_2a_3.10^{a}_4 \pm a_1a_2a_3.\ 10^{a}_4*a_5/100)$(الوحدة)

أي أن: $a_1a_2a_3.10^{a}_4 - a_1a_2a_3.\ 10^{a}_4.*a_5/100 \leq R\ (\text{الوحدة}) \leq a_1a_2a_3.10^{a}_4 + a_1a_2a_3.\ 10^{a}_4*a_5/100$

R.Boukhalfa

أمثلة توضيحية : مقاومة ذات الألوان التالية:

1. أزرق أسود اسود ذهبي ذهبي ⟸ $R=600.10^{-1}(\Omega) \pm 5\%$

$\rightarrow R = 60.0(\Omega) \pm 5\%$ (الصيغة الأولى)

$R = 600*10^{-1} \pm 600.10^{-1}*(5/100) = 60.0 \pm 60.0*0.05$

$\rightarrow R = (60 \pm 3)\ (\Omega)$ (الصيغة الثانية)

$60 - 3 \leq R \leq 60 + 3$

$\rightarrow 57 \leq R(\Omega) \leq 63$

2.اصفر بنفسجي أزرق بني فضي ⟸ $R=476*10^{1}(\Omega) \pm 10\%$

$\rightarrow R = 4760\ (\Omega) \pm 10\%$ (الصيغة الأولى)

$R = 4760 \pm 4760*(10/100) = 4760 \pm 4760*0.1$

$\rightarrow R = (4760 \pm 476)\ (\Omega)$ (الصيغة الثانية)

$47 - 476 \leq R \leq 4760 + 476$

$\rightarrow 4284 \leq R\ (\Omega) \leq 5236$

حالة خاصة مقاومة ذات 4 حلقات والحلقة الرابعة سوداء او بيضاء ، فهي مقاومة خماسية اي ان الحلقة a_5 شفافة يجعلها مخفية وعليه نستعمل صيغ المقاومة ذات 5 حلقات و نعوض الدقة التي تمثها الحلقة a_5 بالنسبة (20%).

R.Boukhalfa

مثال للتوضيح : مقاومة ذات الألوان التالية:

أصفر بنفسجي أزرق اسود ⟸

(الصيغة الأولى) $R=476*10^{0}(\Omega) \pm 20\% \rightarrow R=476\ (\Omega) \pm 20\%$

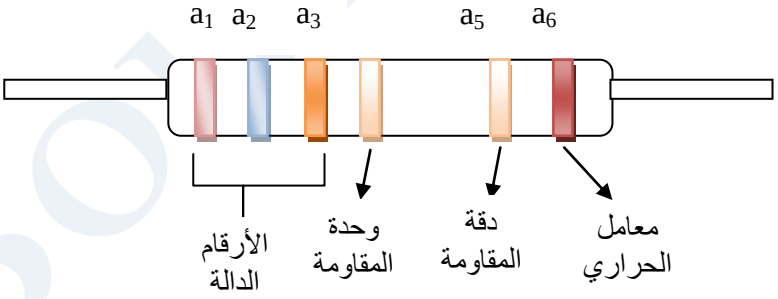
(الصيغة الثانية) $R = 476 \pm 476*(20/100) = 476 \pm 476*0.2$

$\rightarrow R= (476 \pm 95.2)\ (\Omega)$

أو

$476- 95.2 \leq R \leq 476 + 95.2 \rightarrow 380.8 \leq R\ (\Omega) \leq 535.2$

ت- المقاومات ذات 6 حلقات:



تحسب هذه المقاومات مثل المقاومات الخماسية(ذات 5 حلقات)مع إضافة فقط المعامل الحراري و تسمى: المقاومات الحرارية.

مثال: مقاومة ذات الألوان التالية:

1.أحمر أحمر أسود اخضر احمر أبيض و التغير في درجة الحرارة، اوجد قيمة المقاومة لما تتغير درجة الحرارة الى 35° م اي ان التغير هو $\delta T=10°C$

(المعامل الحراري 1PPM/°C), (الصيغة الأولى) $R=220.10^5(\Omega) \pm 2\%$

$\rightarrow R =22000000(\Omega) \pm 2\%$,(1PPM/°C)

(الصيغة الثانية) $R = 22000000 \pm 22000000*2/100$, (1PPM/°C)

$R = 22000000 \pm 22000000*0.02$,1PPM/°C

$R= (22000000 \pm 4400000)(\Omega)$,1PPM/°C

$\rightarrow R= (22 \pm 4.4)(M\Omega)$, 1PPM/°C

$22000000 - 4400000 \leq R \leq 22000000 + 4400000$,1PPM/°C

$\rightarrow 17600000 \leq R(\Omega) \leq 26400000$,1PPM/°C

$17.6 \leq R(M\Omega) \leq 26.4$,1PPM/°C

ملاحظة:

- قيمة المعامل الحراري تعطينا التغير في قيمة المقاومة لما تتغير درجة حرارة الغرفة درجة واحدة وعندما نريد معرفة قيمة التغير في المقاومة عند تغير درجة الحرارة بالمقدار (δT) نستعمل العلاقة النظرية التالية:($\delta R = R\ \delta T$ PPM/1000000)
- القيمة الموجودة في المثال هي عند درجة حرارة الغرفة وبما ان التغير في درجة الحرارة هو ($\delta T=10°C$) فان هذا الاخير يكون ابتداء من درجة حرارة الغرفة 25 °م .
- لايجاد التغير في قيمة المقاومة عندما تتغير درجة الحرارة من 25°م الى 35°م نستخدم العلاقة السابقة:

$\delta R = R\ \delta T$ PPM/1000000=22000000x10x0,000001=220Ω

$R'=R+\delta R=((22000000+220)\pm 4400000))(\Omega)$

7.تمرين تجريبي

- أوجد قيمة المقاومات التالية باستعمال شفرة الألوان و كتابة النتيجة بالصيغتين.

1- المقاومة R_1 :أخضر أخضر برتقالي ثم فضي.

2- المقاومة R_2 :أحمر أخضر أحمر ثم ذهبي.

3- المقاومة R_3 :أحمرأخضر أبيض.

4- المقاومة R_4 :أحمر أحمر أسود أخضر ثم فضي.

5- المقاومة R_5 :بني أصفر أخضر اسود بني أزرق.

6- المقاومة R_6 :أحمر أسود اسود اسود بني ، $\delta T=15°C$

R.Boukhalfa

جمع المقاومات

R.Boukhalfa

IV. جمع المقاومات

1-الهدف من التجربة

- جمع المقاومات على: التسلسل و على التفرع.
- حساب الارتياب في كل حالة.

2- الدراسة النظرية

من خصائص المقاومات أننا نستطيع جمعها إما على التسلسل أو على التفرع وينتج بذلك مقاومة مكافئة نستطيع إيجاد قيمتها إما باستخدام الطريقة المباشرة (استخدام جهاز الاوم متر) أو طريقة شفرة الألوان و يكون حساب المقاومة المكافئة و الارتياب في كل حالة مختلف تماما عن الحالة الأخرى

أ- جدول حساب المقاومة المكافئة في حالة الجمع على التسلسل و الجمع على التفرع(الحالة العامة)

	المقاومة المكافئة
الجمع على التسلسل	$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_n$ $R_{eq} = \sum_{i=1}^{n} R_i$
الجمع على التفرع	$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ... + \frac{1}{R_n}$ $R_{eq} = \frac{\prod_{i=1}^{i=n} Ri}{R_2R_3...R_n + R_1R_3...R_n + R_1R_2R_4...R_n + R_1R_2R_3....R_{n-1}}$

ب- جدول حساب الارتياب في حالة الجمع على التسلسل و الجمع على التفرع(الحالة العامة)

	الارتياب النسبي
الجمع على التسلسل	$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1}{R_{eq}} + \frac{\Delta R_2}{R_{eq}} + \frac{\Delta R_3}{R_{eq}} + \ldots + \frac{\Delta R_n}{R_{eq}}$ $\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{eq}} \sum_{i=1}^{n} \Delta R_i$
الجمع على التفرع	$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} + \ldots + \frac{\Delta R_n}{R_n} +$ $R_{eq} = \frac{\prod_{i=1}^{i=n} \Delta Ri}{R_2 R_3 \ldots R_n + R_1 R_3 \ldots R_n + R_1 R_2 R_4 \ldots R_n + R_1 R_2 R_3 \ldots . R_{n-1}}$

ث- جمع مقاومتين ملونتين ذات 4 حلقات

ليكن لدينا المقاومتين يكون حساب المقاومة باستخدام أحد الصيغ التالية:

	المقاومة المكافئة	
	الصيغة الاولى	الصيغة الثانية
	$R_1 = a_1 a_2 \times 10^{a_3} (\Omega) \pm a_4 \%$ $R_2 = a_1' a_2' \times 10^{a_3'} (\Omega) \pm a_4' \%$	$R_1 = \left(a_1 a_2 \times 10^{a_3} \pm a_1 a_2 \times 10^{a_3} \times \frac{a_4}{100} \right) (\Omega)$ $R_1' = \left(a_1' a_2' \times 10^{a_3'} \pm a_1' a_2' \times 10^{a_3'} \times \frac{a_4'}{100} \right) (\Omega)$
الجمع على التسلسل	$R_{eq} = R_1 + R_2$ $R_1 = \left(a_1 a_2 \times 10^{a_3} + a_1' a_2' \times 10^{a_3'} \right) (\Omega)$	$\left(a_1 a_2 \times 10^{a_3} - a_1 a_2 \times 10^{a_3} \times \frac{a_4}{100} \right) \le R_{eq} \le \left(a_1 a_2 \times 10^{a_3} + a_1 a_2 \times 10^{a_3} \times \frac{a_4}{100} \right)$ $+$ $\left(a_1' a_2' \times 10^{a_3'} - a_1' a_2' \times 10^{a_3'} \times \frac{a_4'}{100} \right) (\Omega)$ $\quad$ $+$ $\quad$ $\left(a_1' a_2' \times 10^{a_3'} + a_1' a_2' \times 10^{a_3'} \times \frac{a_4'}{100} \right) (\Omega)$

R.Boukhalfa

الجمع على التفرع	$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$ $R_{eq}=\frac{\prod_{i=1}^{i=2}Ri}{R_1+R_2}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$ $\mathrm{Re}\,q=\frac{a_1a_2\times10^{a_3}\times a_1'a_2'\times10^{a_3'}}{a_1a_2\times10^{a_3}+a_1'a_2'\times10^{a_3'}}$	

ج- حساب الارتياب في حالة الجمع على التسلسل و الجمع على التفرع(جمع مقاومتين ملونتين ذات 4 حلقات)

	الارتياب النسبي	
	الصيغة الاولى	الصيغة الثانية
	$R_1=a_1a_2\times10^{a_3}(\Omega)\pm a_4\,\%$ $R_2=a_1'a_2'\times10^{a_3'}(\Omega)\pm a_4'\%$	$R_1'=\left(a_1'a_2'\times10^{a_3'}\pm a_1'a_2'\times10^{a_3'}\times\frac{a_4'}{100}\right)(\Omega)$ $R_1=\left(a_1a_2\times10^{a_3}\pm a_1a_2\times10^{a_3}\times\frac{a_4}{100}\right)(\Omega)$
الجمع على التسلسل	$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}}=\frac{\Delta R_1}{R_{eq}}+\frac{\Delta R_2}{R_{eq}}$	$\frac{\left(a_1a_2\times10^{a_3}\times\frac{a_4}{100}\right)}{a_1a_2\times10^{a_3}+a_1'a_2'\times10^{a_3'}}+\frac{\left(a_1'a_2'\times10^{a_3'}\times\frac{a_4'}{100}\right)}{a_1'a_2'\times10^{a_3}+a_1'a_2'\times10^{a_3''}}$
الجمع على التفرع	$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}}=\frac{\Delta R_1}{R_1}+\frac{\Delta R_2}{R_2}+\frac{\Delta R_1}{R_1\oplus R_2}+\frac{\Delta R_2}{R_1\oplus R_2}$	$a_4+a_4'+\frac{\left(a_1a_2\times10^{a_3}\times\frac{a_4}{100}\right)}{a_1a_2\times10^{a_3}+a_1'a_2'\times10^{a_3'}}+\frac{\left(a_1'a_2'\times10^{a_3'}\times\frac{a_4'}{100}\right)}{a_1'a_2'\times10^{a_3}+a_1'a_2'\times10^{a_3''}}$

R Boukhalfa

تمرين تجريبي

أوجد كل: من قيمة المقاومة المكافئة R_{eq} و الارتياب النسبي للمقاومتين (R_1، R_2) اذا جمعتا على التسلسل وعلى التفرع في كل حالة من الحالات التالية: (كتابة النتيجة بالصيغتين)

1- (R_1 : بني أسود اسود ، R_2: اصفر بنفسجي اسود).

2- (R_1 :بني اسود اسود بني، R_2 :أصفر بنفسجي اسود بني).

3- (R_1 : بني أسود أسود أسود بني، المقاومة R_2 :أصفربنفسجي أسود اسود بني).

4- (R_1 :بني اخضر اسود برتقالي احمر، R_2 :أحمر احمراسود برتقالي بني).اذا ارتفعت درجة الحرارة الى $T' = 30^0C$

R.Boukhalfa

قياس المقاومات باستعمال التوصيل الطويل و التوصيل القصير

R.Boukhalfa

V.قياس المقاومات باستعمال التوصيل الطويل والتوصيل القصير

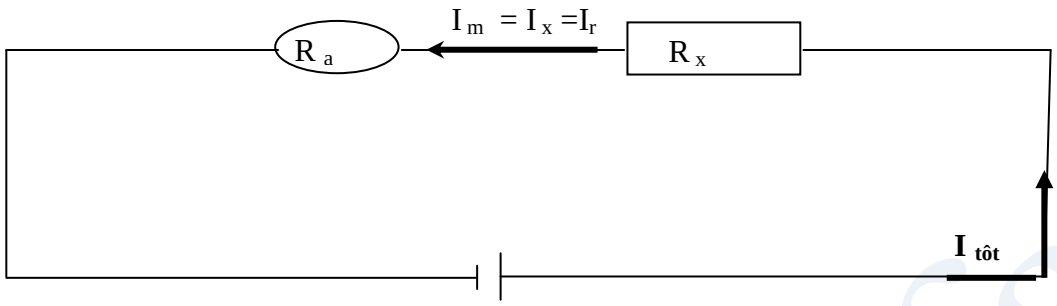
1-الهدف من التجربة

- قياس المقاومات باستعمال:
  - طريقة شفرة الالوان.
  - طريقة التوصيل الطويل.
  - طريقة التوصيل القصير.
- المقارنة بين مختلف الطرق بحساب دقة القياس لكل توصيل.

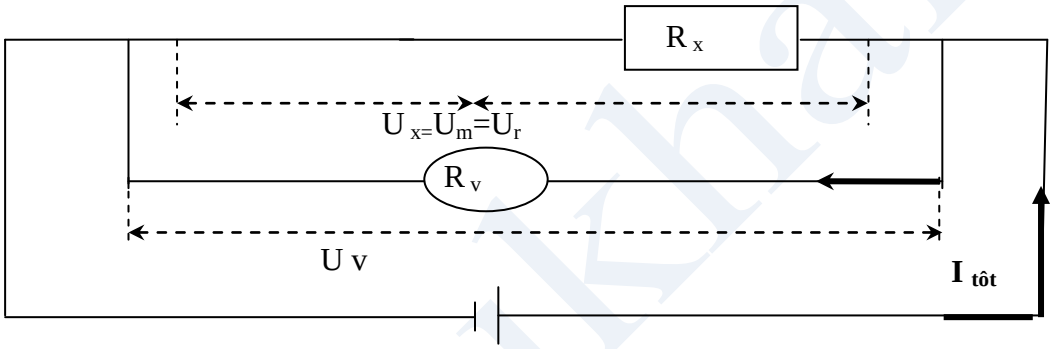
3- قياس المقاومة باستخدام قانون اوم

من اجل قياس مقاومة مجهولة R_xنستخدم دارة كهربائية مكونة من : مولد، جهاز اومبيرمتر(مقاومته الداخلية R_a ، التيار المقاس فيه هو الذي يمر على المقاومة وفي الدارة و هو I_m وفرق الكمون بين طرفيه U_a ، جهاز فولط متر(مقاومته الداخلية R_v و فرق الكمون المقاس بين طرفي المقاومة هو نفسه الجهد في المولد وهو U_m) و مقاومة مجهولةR_x بحيث نستطيع ايجاد قيمة التيار الذي يسري على المقاومة بربط الامبيرمتر على التسلسل مع المقاومة والمولد كما هو مبين في الشكل1 فيكون قيمة التيار المقاس هو الحقيقي الذي يسري في الدارة و هو ايضا المجهول وبنفس الطريقة نجد القيمة المقاسة لفرق الكمون بعد توصيله فقط على التفرع بين طرفي المقاومة (انظر الشكل2) اي بين طرفي الدارة فتكون:

- ✓ شدة التيار المقاسة: $I_m = I_r = I_x$
- ✓ قيمة فرق الكمون المقاسة: $U_m = U_r = U_x$
- ✓ بيتطبيق قانون اوم نجد:
- ✓ $R_m = R_r = R_x = U_m/I_m = U_r/I_r = U_x/I_x$



شكل 1



شكل 2

4- الفرق بين طريقة اوم وطريقة التوصيل الطويل والقصير

من اجل قياس مقاومة مجهولة R_x باستخدام طريقة اوم نوصل الامبير متر والفولط متركل على حدى لكن في طريقة التوصيل الطويل (Amont) و التوصيل القصير(Aval) يركب الجهازين في نفس الوقت مما يؤدي الى ظهور ارتيابات ناتجة من طريقة التوصيل

5- قياس المقاومة المجهولة باستخدام التوصيل الطويل والقصير

من اجل قياس مقاومة مجهولة R_xنستخدم دارة كهربائية مكونة من : مولد، جهاز اوميرمتر(مقاومته الداخلية R_a ، التيار الذي يمر علية هو I_a وفرق الكمون بين طرفيه U_a)، جهاز فولط متر(مقاومته الداخلية R_v و التيار الذي يسري فيه هو I_v و فرق الكمون بين طرفيه U_v) و مقاومة مجهولةR_x يسري فيها التيار I_xو فرق الكمون بين طرفيها هو U_x بحيث نستطيع تحقيق نوعين من التركيب: التوصيل الطويل والتوصيل القصير.

ملاحظة

- شدة التيار المقاسة هي القيمة المشار إليها في جهاز الاومبير متر و نرمز لها بالرمز I_m
- فرق الكمون المقاس هو القيمة التي يشير إليها جهاز الفولط متر U_m
- القيمة المقاسة للمقاومة هي R_m
- القيمة الحقيقية للمقاومة المجهولة هي R_r أو R_x.

قيمة المقاومة الداخلية لجهاز الأمبير متر صغيرة جدا لذلك نجد أن هذا الجهاز يربط دوما على التسلسل مع المقاومات الأخرى أما جهاز الفولط متر فانه يربط دوما على التفرع(التوازي) مع بقية الأجهزة لان قيمة المقاومة الداخلية لهذا الأخير كبيرة جدا.

أ-التوصيل الطويل:

في هذا النوع من التوصيلات يكون جهاز الفولط متر على التوازي مع كل من جهاز الأمبير متر و المقاومة المراد قياسها كما هو مبين في الشكل 3، و منه فان التيار I_{tot} ينقسم إلى:

- التيار الكهربائي الذي يسري على جهاز الفولط متر و التيار الذي يسري على كل من جهاز الاومبير متر و المقاومة المراد قياسها

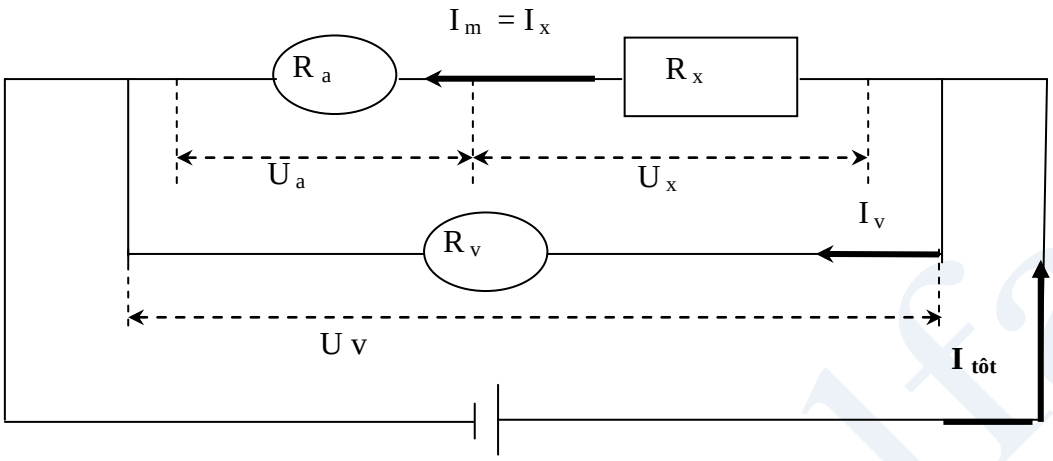
$$I_m = I_a = I_x$$

- وآخر يمثل التيار المار في المقاومة الداخلية الفولط متر وعليه يمكن أن نكتب

$$I_{tot} = I_m + I_v$$

- بينما يكون التوتر المقاس U_m عبارة عن مجموع التوتر بين طرفي المقاومة المجهولة و التوتر بين طرفي المقاومة الداخلية للامبيرمت

R.Boukhalfa

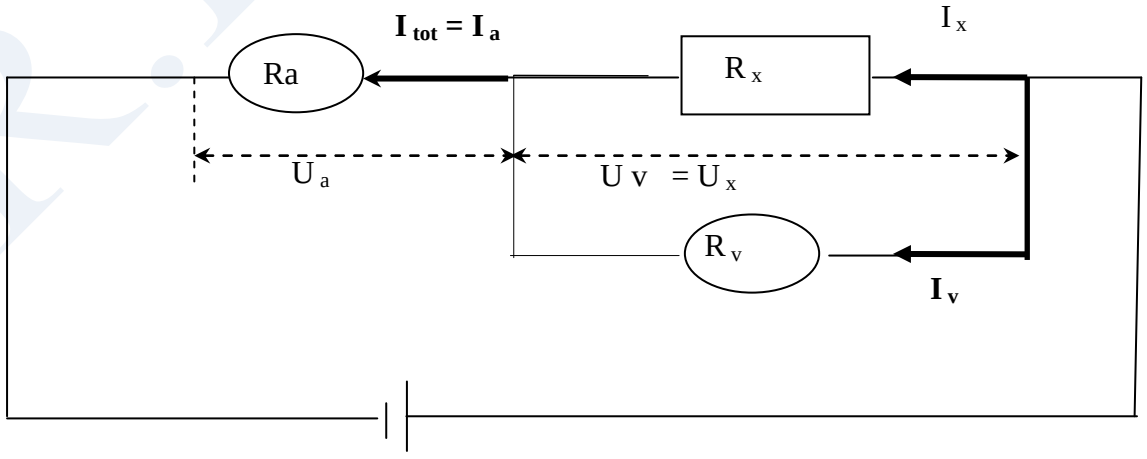


شكل 3:يوضح طريقة ربط الاجهزة في التوصيل الطويل

ب- التوصيل القصير

في هذه الحالة نربط جهاز الفولط متر مباشرة على التفرع مع المقاومة المراد إيجاد قيمتها (انظر الشكل 2) بحيث يكون فرق الكمون المقاس هو نفسه فرق الكمون بين طرفي المقاومة ،أما شدة التيار المقاسة تكون مجموع كل من شدة التيار المارة في جهاز الفولط متر و شدة التيار المارة على المقاومة بحيث تكون لدينا العلاقات التالية:

- ✓ شدة التيار المقاسة: $I_m = I_v + I_x = I$
- ✓ قيمة فرق الكمون المقاسة: $U_m = U_v = U_x$



شكل 4:يوضح طريقة ربط الاجهزة في التوصيل الطويل

ت- القيم المقاسة

❖ بالنسبة للتوصيل الطويل:

$$I_m=I_a=I_x \quad (1)$$

$$U_m=U_a+U_x \quad (2)$$

و حسب قانون اوم لدينا:

$U_m = R_m I_m$; $U_a = R_a I_a$ و $U_x = R_x I_x = R_r I_x$

بالتعويض في المعادلة (2) نجد: $R_m I_m = R_a I_a + R_x I_x$

باستعمال المعادلة (1) يصبح لدينا:

$$R_m I_m = (R_a + R_x) I_a = (R_a + R_x) I_m \Longrightarrow R_m = R_a + R_x \quad (3)$$

و منه القيمة الحقيقية للمقاومة المجهولة في هذه الحالة تعطى بالعلاقة التالية:

$$\boxed{R_r = R_x = R_m - R_a}$$

مع العلم أن: $R_m = U_m / I_m$

❖ بالنسبة للتوصيل القصير:

$$I_m = I_v + I_x = I \quad (a)$$

$$U_m = U_v = U_x \quad (b)$$

حيث باستخدام قانون اوم فان:

$I_m = U_m / R_m$; $I_x = U_x / R_x$ et $I_v = U_v / R_v$

ومنه المعادلة (a) تصبح: $U_m / R_m = U_v / R_v + U_x / R_x$

و باستخدام المعادلة (b) نجد:

$$U_m / R_m = U_m / R_v + U_m / R_x \quad (c)$$

$$1 / R_x = 1 / R_m - 1 / R_v$$

وعليه قيمة المقاومة المجهولة هي:

$$R_r = R_x = (R_m \cdot R_v) / (R_v - R_m)$$

حيث: $R_m = U_m / I_m$

ج-اخطاء القياس

تنقسم أخطاء القياس إلى أخطاء ناجمة عن التوصيل و أخرى عن الأجهزة المستخدمة في التجربة حيث يكون لدينا:

I- الاخطاء الناجمة عن التوصيل

1- التوصيل الطويل

باستخدام قانون اوم لدينا : $R_x = U_x / I_x$

ومنه الارتياب النسبي هو $\Delta R_x / R_x = (\Delta U_x / U_x) + (\Delta I_x / I_x)$

حسب المعادلتين (2), (1) لدينا:

$\Delta I_x = 0 \qquad I_m = I_x = I_a \Longrightarrow$

(يوجد ارتياب في قياس فرق الكمون ناجم على الاومبير متر)

$\Delta U_x = U_a = R_a I_a \qquad U_m = U_x + U_a \Longrightarrow$

ومنه الارتياب الناجم على التوصيل الطويل هو:

$$(\Delta R_x / R_x)_I = R_a / R_x$$

2- التوصيل القصير

لدينا حسب المعادلتين (b), (a) لدينا:

$I_m = I_v + I_x = I \Longrightarrow \Delta I_x = I_v = U_v / R_v$

$U_m = U_v = U_x \Longrightarrow \Delta U_x = 0$

R.Boukhalfa

ومنه الارتياب المرتكب في قياس المقاومة بالتوصيل القصير هي:

$$(\Delta R_x / R_x)_{II} = R_x / R_v$$

II- الاخطاء الناجمة عن اجهزة القياس

نرمز لهذه الارتياب $(\Delta R / R)_c$

أ- حالة التوصيل الطويل:

$$(\Delta R_x / R_x)_c = (\Delta U_x / U_x + \Delta I_x / I_x)[1 + (R_a / R_x)]$$

$\Delta U / U = C_v . (U_n / U_m)\%$ .....(●)

$\Delta I / I = C_I . (I_n / I_m)\%$ .....(●●)

C_I ,C_v يمثلان أصناف دقة أجهزة الفولط متر و الأمبير متر

I_n ,U_n تمثلان المعيار المستخدم لأجهزة الفولط متر و الاومبير متر على الترتيب.

ب-حالة التوصيل القصير:

في هذه الحالة يكن لدينا:

$$(\Delta R_x / R_x)_c = (\Delta U_x / U_x + \Delta I_x / I_x)[1 + (R_x / R_v)]$$

III- الارتياب النسبي الكلي والارتياب المطلق

يكون الارتياب النسبي الكلي بالشكل التالي:

$$(\Delta R_x / R_x)_T = (\Delta R_x / R_x)_c + (\Delta R_x / R_x)_{(I;\ II)}$$

ومنه الارتياب المطلق الكلي هو:

$$\Delta R_x = (\Delta R_x / R_x)_T . R_x(\Omega)$$

و القيمة المحتملة للمقاومة المجهولة تكتب بالشكل التالي:

$$R_{xp} = (R_x \pm \Delta R_x)\ (\Omega)$$

3- الدراسة التجريبية:على الطالب القيام بما يلي:

- ملأ الجدول رقم 1.
- استنتاج قيم المقاومات Rx_1 ;Rx_2 باستعمال شفرة الألوان.
- تحديد دقة قياس كل مقاومة بالنسبة لهذه الطريقة.
- انجاز التركيب التجريبي المبين في الشكل 1.
- قراءة التيار و فرق الكمون المعطاة بواسطة الامبيرمتر و الفولط مترفي كل حالة.
- ملأ الجدول 2.
- أعادة نفس المراحل بالنسبة للتركيب التجريبي المبين في الشكل (2) مع ملأ الجدول 3.

ملاحظة:

U_n, I_n : المعيار المختار لكل من شدة التيار و فرق الكمون على التوالي.

U_m, I_m :قيمة شدة التيار و قيمة فرق الكمون المقاسة على التوالي.

n, n' : عدد التدريجات في جهاز كل من الامبيرمتر و الفولط متر على التوالي.

R.Boukhalfa

الوان الحلقات	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	
R_{x1}	احمر	احمر	بني	اخضر	بني	
R_{x2}	بني	اسود	اسود	ذهبي		
قيمة المقاومة	الصيغة الاولى		الصيغة الثانية		ΔR_x (Ω)	$\Delta R_x / R_x$
العلاقة النظرية						
R_{x1}						
R_{x2}						

الجدول 1- قيمة المقاومات باستخدام شفرة الألوان

	U_n (V) / n	R_v (Ω)	U_m (V)	I_n (A) / n'	R_a (Ω)	I_m (A)	R_m (Ω)	R_x (Ω)	$(\frac{\Delta U}{U})$ %	$(\frac{\Delta I}{I})$ %	$(\frac{\Delta R}{R})_c$	$(\frac{\Delta R}{R})_I$	$\Delta R_x / R_x$	ΔR_x (Ω)	R_{xp} (Ω)
R_{x1}	10 / 47	126000		1 / 47	0.3										
R_{x2}	10 / 47	126000		10^{-6} / 2	2000										

الجدول 2- التوصيل الطويل

	U_n (V) / n	R_v (Ω)	U_m (V)	I_n (A) / n'	R_a (Ω)	I_m (A)	R_m (Ω)	R_x (Ω)	$(\frac{\Delta U}{U})$ %	$(\frac{\Delta I}{I})$ %	$(\frac{\Delta R}{R})_c$	$(\frac{\Delta R}{R})_{II}$	$\Delta Rx / Rx$	ΔR_x (Ω)	R_{xp} (Ω)
R_{x1}	10 / 47	126000		1 / 47	0.3										
R_{x2}	10 / 47	126000		10^{-6} / 2	2000										

الجدول 3- التوصيل القصر

4- المطلوب

- ارسم التركيب التجريبي المبين للتوصيل الطويل و التوصيل القصير.
- املأ الجداول رقم 1و2 و 3
- قارن بين مختلف طرق القياس.
- ماهي أحسن طريقة لقياس المقاومتين مع تبرير الإجابة.

R.Boukhalfa

قانون كيرشوف

R.Boukhalfa

VI. قانون كيرشوف

1-الهدف من التجربة

- التعرف على كيفية توصيل دارة مركبة .
- استخدام القانون الأول والثاني لكيرشوف لإيجاد قيمة كل من :
  - التيار الكهربائي المار في فرع معين لدارة كهربائية(التيار الفرعي).
  - قيمة فرق الكمون في هذا الفرع.
- إيجاد تجريبيا كل من قيمة التيار الفرعي و فرق الكمون.
- المقارنة بين النتائج النظرية و النتائج التجريبية(التحقق من قانون كيرشوف تجريبيا).

2- الدراسة النظرية

أ- قوانين كيرشوف

✓ قانون كيرشوف الأول

تحتوي الدوائر الكهربائية على أسلاك توصيل عديدة تتقابل في نقطة معينة تسمى نقط التفرع بحيث تكون هذه الأسلاك فروع للدارة كما هو مبين في الشكل 1 .

- تعتبر النقطتان 2،1 نقطتي تفرع في الدارة و تسمى بالعقد لان التيار عند هذه العقد يتفرع إلى تيارين على الأقل.
- تعبر الأسلاك الموجودة بين هذه العقدتين بـالفروع.
- عند النقطة 1 تتفرع الدارة إلى 4 فروع إحداهم يدخل فيها التيار I إلى العقدة و الثلاثة فروع الأخرى يخرج إليها كل من التيار $I_1 ;I_2 ; I_3$ من العقدة بحيث يكون مجموع التيارات الخارجة من العقدة مساويا إلى التيار الأصلي أي أن:

$$I=I_1+I_2+I_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

- بالنسبة للعقدة2 نلاحظ أن كل من التيارات I_1 I_2,I_3, تتجمع في هذه الأخيرة بحيث تخرج منها ممثلة في تيار واحد هو I':

$$I_1+I_2+I_3= I' \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

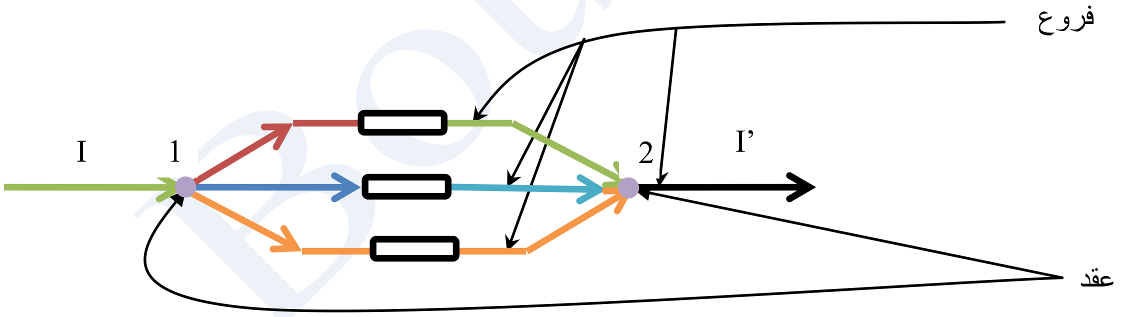
- تمثل كل من المعادلة (1) و (2) قانون كيرشوف الأول الذي ينص على أن:

مجموع التيارات الداخلة إلى نقطة تفرع (عقدة) في دارة كهربائية يساوي مجموع التيارات الخارجة منها

$$\sum I_{(\text{الداخلة للعقدة})} = \sum I'_{(\text{الخارجة من نفس العقدة})}$$

- نستطيع صياغة القانون الأول لكيرشوف كما يلي:

المجموع الجبري للتيارات الداخلة و الخارجة عند عقدة معينة يكون معدوم (يجب الأخذ بعين الاعتبار الإشارة فإذا كان التيار داخل إلى العقدة يكون إشارته موجبة وإذا كان خارجا منها يكون بإشارة سالبة)



شكل1- تمثيل لكل من العقدة والفروع في دارة كهربائية

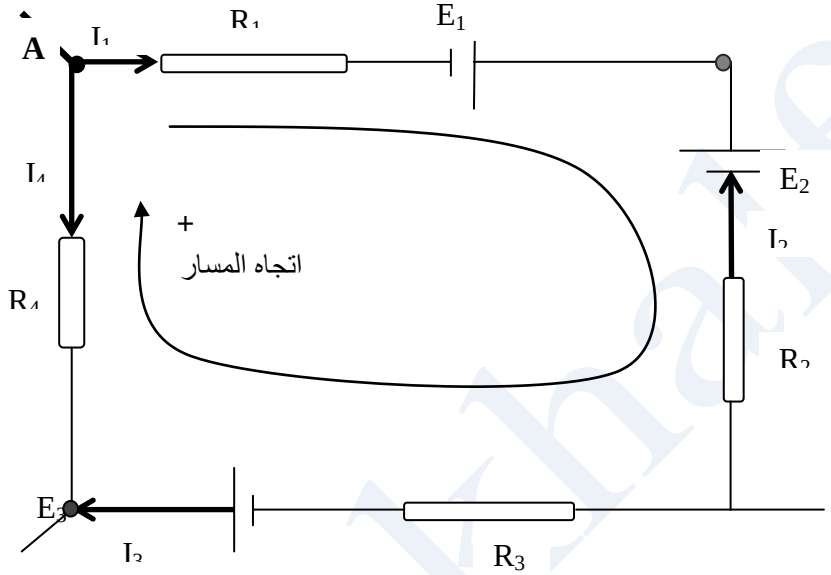
- بتطبيق الصيغة الثانية لقانون كيرشوف على المعادلتين (1) و (2) السابقتين نحصل على:

$$I-I_1-I_2-I_3=0 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1')$$

$$I_1+I_2+I_3-I'=0 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2')$$

✓ قانون كيرشوف الثاني

كثيرا ما تحتوي الدارة الكهربائية الواحدة عل مصدرين للجهد الكهربائي أو أكثر بالإضافة إلى عدة مقاومات مكونة بذلك دارة مغلقة أو نقول حلقة من دارة انظر الشكل 2.



شكل2- تمثيل لكل من العروة واتجاه المسار في دارة كهربائية

- ينص قانون كيرشوف الثاني (قانون الحلقات) على ما يلي:

في أي دارة كهربائية مغلقة يكون المجموع الجبري للقوى الدافعة الكهربائية E_k والمجموع الجبري لفروق الكمون R_kI_k بين طرفي كل مقاومة مكونة لهذه الحلقة معدوم أي أن:

$$\sum R_kI_k+\sum E_k=0$$

مع الأخذ بعين الاعتبار الخطوات والإشارات التالية:

- اختيار بصفة كيفية اتجاهات التيارات في كل جزء من أجزاء الحلقة.
- اختيار مسار كيفي للحلقة أي بدءا من نقطة معينة و وصولا إليها لتتحقق الحلقة (آو العروة) في الدارة.
- إذا كان اتجاه التيار في أي جزء من الحلقة في اتجاه المسار المختار يكون فرق الكمون بين طرفي المقاومة موجب أي $R_kI_k>0$.

- ➢ إذا كان اتجاه هذا الأخير عكس الاتجاه المختار للمسار يكون الفرق في الكمون سالب أي $R_kI_k<0$.
- ➢ إذا كان اتجاه التيار داخل المنبع (القوة المحركة) يكون من القطب الموجب الى القطب السالب في اتجاه المسار الفروض فان هذه القوة تأخذ موجبة أي: $E_k>0$.
- ➢ إذا كان اتجاه التيار داخل المنبع آو المولد يكون من القطب الموجب إلى القطب السالب عكس اتجاه المسار المفروض فان القوة المحركة الكهربائية تكون ذات إشارة سالبة أي أن: $E_k<0$

في الشكل السابق نختار بداية المسار من النقطة A في اتجاه عقارب الساعة وصولا إلى نفس النقطة لتتكون لدينا عروة أو نقول حلقة كهربائية فنحصل على المعادلة التالية:

$$R_1I_1-E_1+E_2-R_2I_2+R_3I_3-E_3-R_4=0 \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

- نستطيع إعادة صياغة القانون الثاني لكيرشوف بالشكل التالي:
- في أي عروة كهربائية يكون المجموع الجبري للقوى الدافعة الكهربائية مساويا لمجموع الجهود بين طرفي المقاومات الداخلة في تركيب هذه الأخيرة أي أن:

$$R_kI_k=\sum E_k$$

ملاحظة:

- تؤخذ القوة المحركة الكهربائية بالموجب اذا كانت جهة التيار داخل المنبع موجهة من القطب السالب الى القطب الموجب و إذا حدث العكس تكون (ق م ك) سالبة.

مثال : بالنسبة للعروة الكهربائية السابقة (شكل 2):

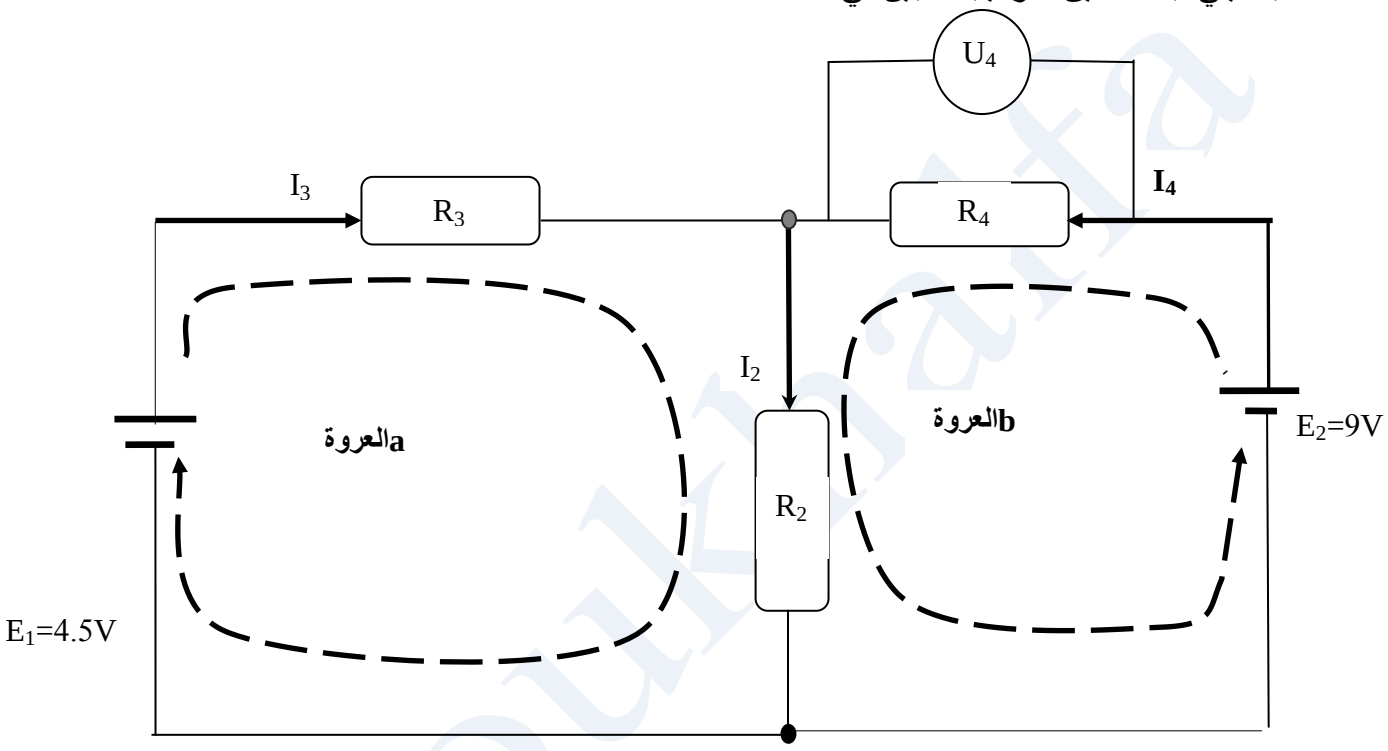
$$R_1I_1-R_2I_2+R_3I_3-R_4=E_1-E_2+E_3 \ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

ب- الأجهزة المستعملة

- ✓ مولد كهربائي ذو جهد 9 فولط.و أخر ذو فرق كمون 4.5V
- ✓ مقاومات كهربائية ذات قيم $10\Omega, 10\Omega, 47\Omega$.
- ✓ جهاز ملتي متر.
- ✓ أسلاك توصيل.

3-الدراسة التجريبية

نريد حساب تجريبيا كل من: فرق الكمون U_2, U_3, U_4 المطبق بين طرفي كل من المقاومة R_2, R_3, R_4 على التوالي ثم استنتاج كل من التيارات الفرعية I_2, I_3, I_4 المارة في هذه الأخيرة.ولأجل ذلك على الطالب القيام بما يلي: بعد تحقيق التركيب المبين في الشكل 3

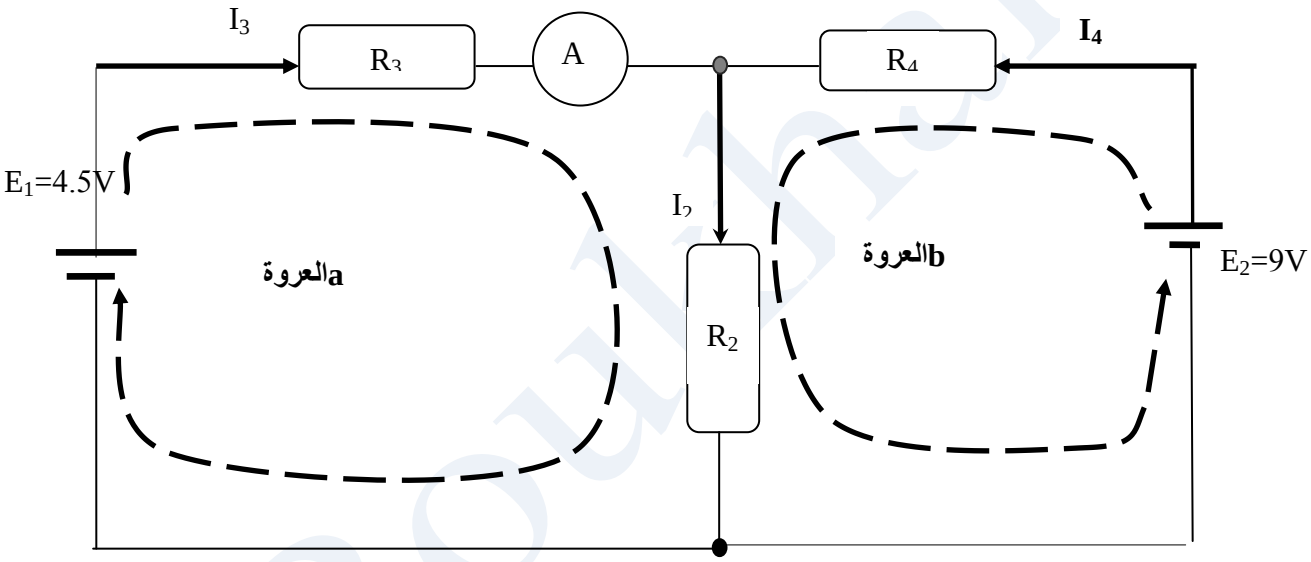


شكل3-التركيب التجريبي لدارة كهربائية مكونة من حلقتين(عروتين)

و كيفية ايجاد فرق الكمون بين طرفي فرع معين

- قم بتوصيل جهاز الفولط متر على التوازي بين طرفي كل مقاومة كهربائية و احسب فرق الكمون (شكل3).
- قم بتوصيل جهاز الأمبير متر على التسلسل في كل مرة مع مقاومة معينة لإيجاد التيار المار في هذه الأخيرة (لإيجاد التيار المار في المقاومة R_3 مثلا نوصل جهاز الأمبير متر على التسلسل مع هذه الأخيرة فقط أي أن باقي التركيب المبين في الشكل السابق يبقى نفسه إلا أننا نضيف الجهاز مع المقاومة R_3 على التسلسل انظر الشكل 4) و هكذا دواليك.

- باستخدام قانوني كيرشوف الأول والثاني اوجد نظريا كل من:
  - شدة التيار التي تسري في كل مقاومة (التيار الفرعي).
  - استنتج فرق الكمون الفرعي بين طرفي كل مقاومة.
- أملأ الجدول 1:
- قارن بين النتائج النظرية والنتائج التجريبية. ماذا تستنتج؟



شكل3-التركيب التجريبي كيفية إيجاد قيمة تيار فرعي

E_1=4.5Volt E_2=9Volt		R_2	R_3	R_4
النتائج التجريبية	U_i(Volt)			
	I_i(A)			
النتائج النظرية	U_i(Volt)			
	I_i(A)			

الجدول1-المقارنة بين النتائج التجريبية والنتائج النظرية لكل من التيارات الفرعية و فروق الكمون .

R.Boukhalfa

شحن وتفريغ مكثف

R.Boukhalfa

VII. شحن وتفريغ مكثف

1-الهدف من التجربة

- إيجاد القوانين النظرية التي تميز ظاهرة الشحن و التفريغ لمكثفة.
- التحقق تجريبيا من القوانين النظرية التي تتحكم في ظاهرتي الشحن و التفريغ.
- إيجاد تجريبيا كل من زمني الشحن و التفريغ.

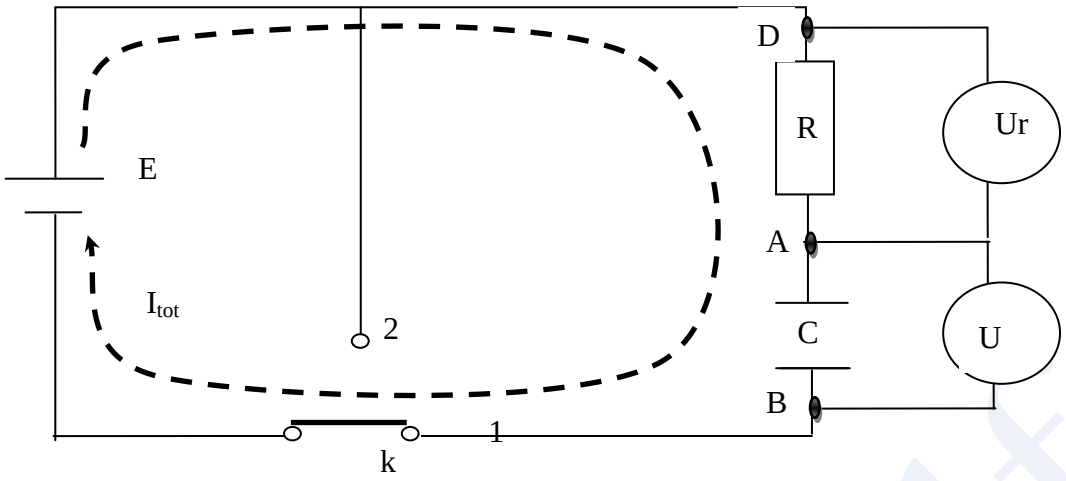
2- الدراسة النظرية

1- شحن المكثفة:

عند توصيل اللوحان المعدنيان لمكثف بمصدر للتيار الكهربائي المستمر (مولد)كما هو مبين في الشكل 1(مخرج القاطعة يكون في المفتاح1) فان الالكترونات الحرة الموجودة على اللوح المعدني المتصل بالقطب الموجب تنتقل إليه تاركة خلفها لوحا معدنيا مشحونا بشحنة موجبة ، كما تنتقل الالكترونات من القطب السالب للمصدر الكهربائي إلى اللوح الأخر ليصبح مشحونا بشحنة سالبة .و تستمر هذا العملية حتى يصبح فرق الجهد بين طرفي المكثفة مساوي لفرق الجهد بين طرفي المولد وعند هذه النقطة يتوقف التيار بين طرفي المكثفة و تعرف هذا العملية باسم :شحن المكثفة.

ملاحظة

➢ يعتبر الزمن الذي يصل فيه فرق الجهد بين طرفي المكثف إلى 63% من جهد المولد E زمنا عاما يرمز له بالرمز τ ،بالنسبة للدارة المكونة من مقاومة كهربائية R و مكثفة ذو سعة C فان قيمة هذا الثابت تعطى بالعلاقة $\tau = RC$



الشكل1- تركيب دارة شحن المكثفة

- لتكن في البداية المكثفة غير مشحونة ($Q_0=0, I_{0C}=0, U_{0C}=0$)
- عندما نوصل المولد في الدارة(K⟶1) فان التيار يسري في هذه الأخيرة مما يؤدي إلى زيادة تموضع الشحنات على لبوسي المكثفة مما يجعل ارتفاع فرق الكمون بين طرفيها و يستمر انتقال الشحنات إلى أن تصل قيمة $U_C= U_A-U_B=E$ (تساوي فرق الكمون بين طرفي المكثفة مع الجهد المطبق من طرف المولد) وعند هذه النقطة نقول أن المكثفة في حالة تشبع و يكون لدينا:

$$U_A-U_A= (U_A-U_B) + (U_B-U_D) + (U_D-U_A)\text{.....(1)}$$

$$0 = Q/C - E+ RI \text{ .....(2)}$$

حيث: شدة التيار الناتجة في المكثفة هي:

$$I = dQ/dt$$

ملاحظة:

شدة التيار I هي نفسها شدة التيار التي تسري في الدارة لان كل من المولد والمقاومة والمكثفة موصولة على التسلسل

ومنه تصبح المعادلة (2) كالتالي:

$$0 = Q/C + RdQ/dt – E$$

$$dQ/dt + Q/(RC) = E/R\text{.....(3)}$$

المعادلة (3) تفاضلية من الدرجة الأولى بطرف ثاني يكون حلها من الشكل:

$$Q = CE\,(1 - e^{-t/RC}) \quad \ldots\ldots (4)$$

حيث الجداء RC يمثل زمن شحن المكثفة المعرف سابقا τ أي تصبح المعادلة (4) في الشكل التالي:

$$Q = CE\,(1 - e^{-t/\tau}) \quad \ldots\ldots (*)$$

ملاحظة:

- المعادلة (*) تحصلنا عليها بالأخذ بعين الاعتبار الشروط التالية:
  - الابتدائية: $(t = 0 \rightarrow Q_0 = 0)$
  - النهائية: $(t = \infty \rightarrow Q_{max} = CE)$
- يعطى تغير كل من فرق الكمون بين طرفي المكثفة و شدة التيار التي تسري في الدارة خلال عملية الشحن بالعلاقتين التاليتين:

$$U_C = U_A - U_B = E(1 - e^{-t/\tau}) \quad \ldots\ldots (6)$$

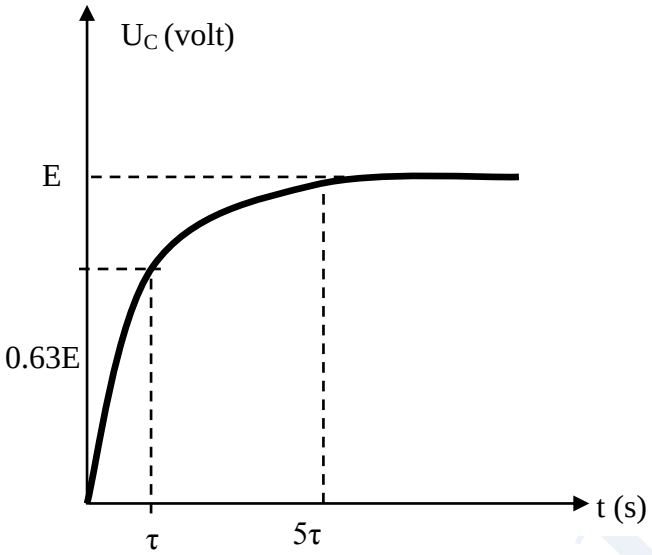
$$I_C = E/R\; e^{-t/\tau} \quad \ldots\ldots (7)$$

- نستطيع إيجاد التغيرات النظرية لكل من فرق الكمون و شدة التيار كالتالي:

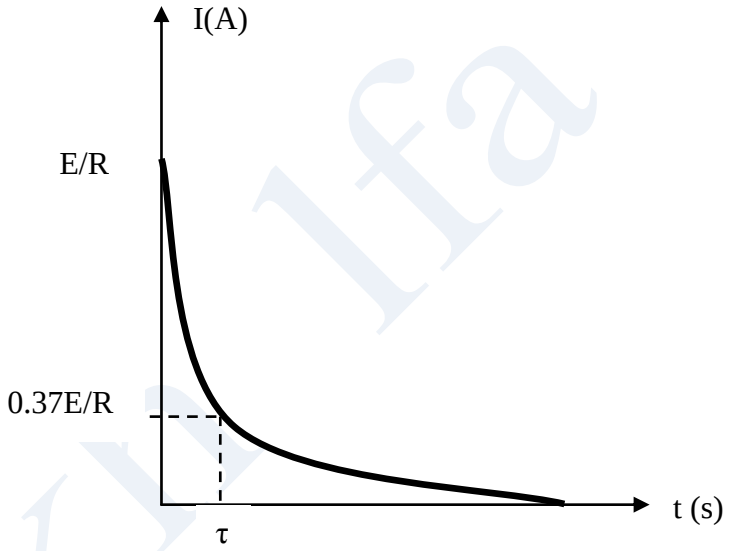
$$t = 0 \Rightarrow \begin{cases} U_{0C} = 0 \\ I_{Cmax} = E/R \end{cases} \qquad t = \tau \Rightarrow \begin{cases} U_C = 0.63E \\ I_C = 0.37\,E/R \end{cases} \qquad t \rightarrow \infty \Rightarrow \begin{cases} U_{Cmax} = E \\ I_{0\,C} = 0 \end{cases}$$

R.Boukhalfa

➢ نلاحظ إن كل من فرق الكمون وشدة التيار عبارة على دوال آسية متزايدة و متناقصة على التوالي كما هو مبين في الشكل(2أ، 2ب).



الشكل2 أ-تغيرات فرق الكمون



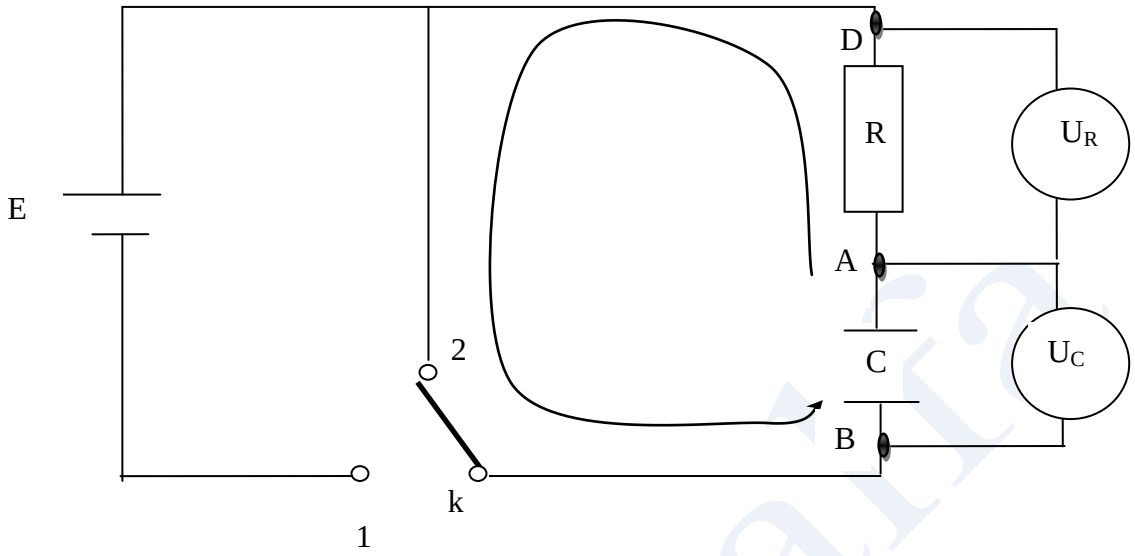
الشكل 2 ب-تغيرات شدة التيار

2- تفريغ المكثفة

لكي نفرغ المكثفة يجب فصل المولد من الدارة كما هو موضح في الشكل3(مخرج القاطعة يكون في المفتاح2) ، وبما أن المكثفة مشحونة فأنها تعمل عمل المولد فتنتقل الشحنات الكهربائية من القطب الموجب إلى القطب السالب مارة بالمقاومة الكهربائية ولذلك نجد أن هنالك تناقص في كل من التيار الكهربائي و فرق الجهد بين طرفي المكثفة ومنه الدارة ككل.

ملاحظة

➢ يتم تفريغ المكثفة أيضا في زمن يتحدد بالثابت الزمني $\tau = 5RC$



الشكل3 - دارة تفريغ المكثفة

- في الحالة الابتدائية تكون المكثفة مشحونة ($I_{Cmax} = E/R, U_{0C} = E$)
- عندما نعزل المولد عن الدارة(K⟶2) فان التيار الذي يسري في الدارة هو المخزن من طرف المكثفة و مع مرور الزمن تتناقص الشحنات المتجمعة على لبوسي هذه الأخيرة إلى أن تنعدم كليا و تعود المكثفة إلى حالة الاتزان من جديد مما يجعل تناقص في كل من فرق الكمون بين طرفيها و كذلك شدة التيار وعند هذه النقطة نقول أن المكثفة قد فرغت من خلال المقاومة و يكون لدينا:

$$U_A - U_A = (U_A - U_B) + (U_B - U_D) + (U_D - U_A) \quad \ldots\ldots(1)$$

$$0 = Q/C + 0 + RI \quad \ldots\ldots(2)$$

حيث: شدة التيار الناتجة في المكثفة هي:

$$I_C = dQ/dt$$

ومنه تصبح المعادلة (2) كالتالي:

$$0 = Q/C + RdQ/dt$$

$$dQ/dt + Q/(RC) = 0 \quad \ldots\ldots(3)$$

المعادلة (3) تفاضلية من الدرجة الأولى بطرف ثاني يكون حلها من الشكل:

$$Q = CE\, e^{-t/RC} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث تمثل 5RC في هذه الحالة زمن تفريغ المكثفة

ملاحظة:

- المعادلة (4) تحصلنا عليها بالأخذ بعين الاعتبار الشروط التالية:
  - الابتدائية: $(t = 0 \rightarrow Q_0 = CE)$
  - النهائية: $(t = \infty \rightarrow Q = 0)$
- يعطى تغير كل من فرق الكمون بين طرفي المكثفة و شدة التيار التي تسري في الدارة خلال عملية الشحن بالعلاقتين التاليتين:

$$U_C = U_A - U_B = Ee^{-t/\tau} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

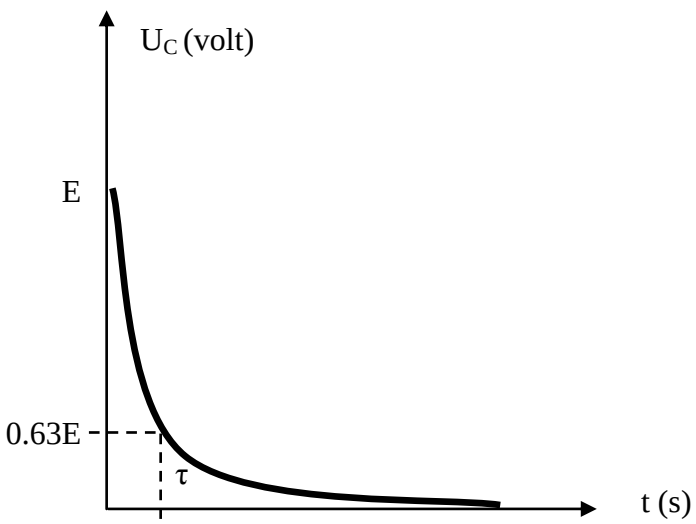
$$I = E/Re^{-t/\tau} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

- نستطيع إيجاد التغيرات النظرية لكل من فرق الكمون و شدة التيار كالتالي:

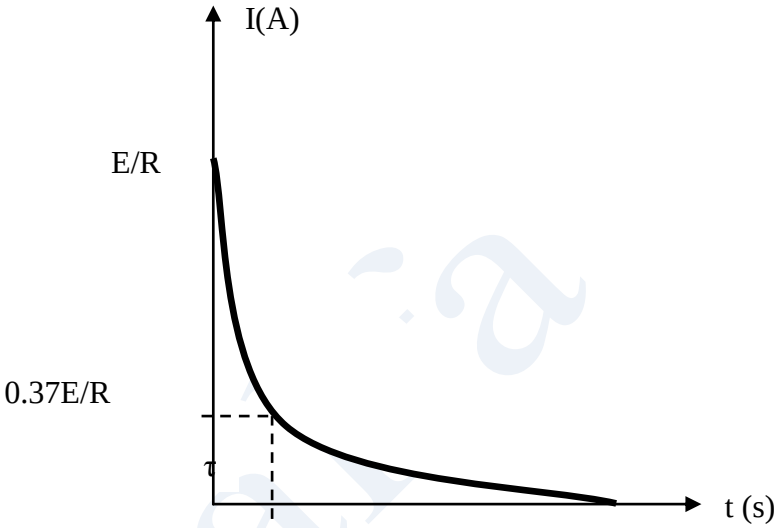
$$\xrightarrow{t=0} \begin{cases} U_{C\,max} = E \\ I_{C\,max} = E/R \end{cases} \quad \xrightarrow{t=\tau} \begin{cases} U_C = 0.63E \\ I_C = 0.37\, E/ \end{cases} \quad \xrightarrow{t \rightarrow \infty} \begin{cases} U_{0C} = 0 \\ I_{0C} = 0 \end{cases}$$

- نلاحظ إن كل من فرق الكمون وشدة التيار عبارة على دوال آسية متناقصة كما هو مبين في الشكل(3أ، 3ب).

R. Boukhalfa



الشكل3 أ-تغيرات فرق الكمون



الشكل 3 ب-تغيرات شدة التيار

3- الاجهزة المستعملة

- ✓ مولد كهربائي ذو جهد 9 فولط.
- ✓ مقاومة كهربائية ذات مقاومة 47KΩ
- ✓ مكثفة سعتها 100µF
- ✓ جهازا ملتي متر.
- ✓ أسلاك توصيل.

3-الدراسة التجريبية

على الطالب القيام بما يلي:

- تحقيق التركيب المبين في الشكل 1.
- أغلق القاطعة على المفتاح k→1 .
- قم بقياس عند كل 5 ثواني كل من فرق الكمون بين طرفي المكثفة U_C و فرق الكمون بين طرفي المقاومةU_R

R.Boukhalfa

- املأ الجدول 1.

t (s)	5	10	15	20	25	30	45	…..
U_C(volt)								
$I_C(A) = U_R/R$								

الجدول 1- قيم فرق الكمون وشدة التيار أثناء عملية الشحن

- قم بتغيير وضعية القاطعة عند النقطة 2 لكي تحقق الشكل 3.
- اعد نفس القياسات السابقة.
- املأ الجدول2

t (s)	5	10	15	20	25	30	45	…..
U_C(volt)								
$I_C(A) = U_R/R$								

الجدول 2- قيم فرق الكمون وشدة التيار خلال عملية التفريغ

- أرسم كل من منحنيات الشحن و التفريغ الخاصة بـ فرق الكمون بين طرفي المكثفة U_C و شدة التيار I_C.
- حدد بيانيا القيمة الاعظمية لكل من: فرق الكمون و شدة التيار ثم قارنها بالقيم النظرية .
- قارن بين المنحنيات النظرية و المنحنيات التجريبية لكل من U_C و I. ماذا تستنتج؟
- وضح على البيانات قيم كل من $(\tau, 5\tau)$ و قارن هذه القيم بالقيم النظرية.ماذا تستنتج؟

R.Boukhalfa

جسر ويتسطون

R.Boukhalfa

VIII. جسر ويـتـسطون

1- الهدف من التجربة :

نهدف من خلال هذه التجربة إلى :

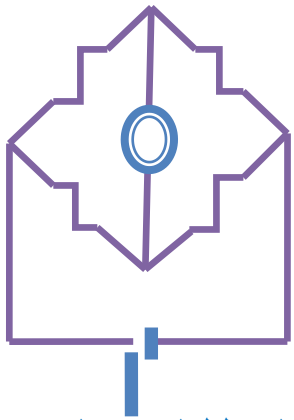
- ✓ دراسة شرط اتزان جسر ويتسطون.
- ✓ ايجاد قيمة مقاومات مجهولة باستخدام هذا الجسر.
- ✓ ايجاد قيمة هذه المقاومات باستخدام كل من:
  - الطريقة المباشرة.
  - طريقة شفرة الألوان.
- ✓ المقارنة بين قيمة المقاومات الموجودة بمختلف الطرق السابقة و ذلك بحساب ارتياب القياس.

2- المبدأ النظري

يسمح جسر ويتسطون بقياس المقاومات المحصورة ما بين 1Ω و $1M\Omega$ بدقة كبيرة .

يتألف هذا الجسر من 4 مقاومات مركبة بشكل رباعي لتكون دارة كهربائية متكاملة ABCD(انظر الشكل 1) .

- النقطتان A,C تتصلان بقطبي المولد.
- النقطتان B,D تتصلان بجهاز غلفانومتر حساس G .



الشكل1- المخطط التركيبي لجسر ويتسطون

أ- عندما يكون : $U_D-U_B\neq 0$

نلاحظ انحراف مؤشر الغلفانومتر مما يدل على وجود تيار كهربائي يسري داخله و الناتج على اختلاف فرق الكمون بين طرفي هذا الأخير بالتالي تتحقق العلاقات الآتية:

عند العقدة A: (1) ..... $I_{tot}=i_1+i_4$

عند العقدة B: (2) ..... $I_1=i_2+i'_G$

عند العقدة D: (3) ..... $I_4=i_3+i''_G$

ب- عندما يكون : $U_D-U_B=0$

نلاحظ أن مؤشر الغلفانومتر يستقر عند القيمة صفر مما يدل على عدم مرور التيار في الفرع الموجود فيه هذا الأخير و الناتج من تساوي فرق كمون النقطتين B, D و نقول في هذه الحالة أن الجسر في حالة اتزان ومنه يكون لدينا :

$$I_1=i_2 \text{ ..... } (2')$$

$$I_4=i_3 \text{ ..... } (3')$$

و عليه ينتج لنا:

$$U_B-U_A=U_D-U_A \text{ ..... } (4)$$

$$U_C-U_B=U_C-U_D \text{ ..... } (5)$$

باستخدام قانون أوم تصبح العلاقات السابقة كالتالي:

$$R_1i_1=R_4i_4 \text{ ..... } (4')$$

$$R_2i_2=R_3i_3 \text{ ..... } (5')$$

بقسمة المعادلتين (4') و (5') طرفا إلى طرف و استخدام العلاقتين (2') و (3') نجد:

$$R_4/R_1=R_3/R_2=i_1/i_4 \text{ ..... } (6)$$

ومنه نصل إلى المعادلة التي تمثل شرط اتزان جسر ويتسطون:

$$R_1R_3=R_2R_4 \text{ ..... } (*)$$

ملاحظات

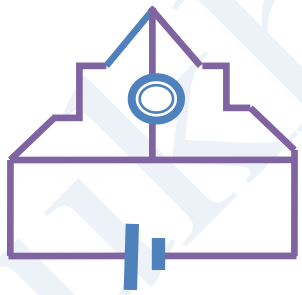
R.Boukhalfa

- نلاحظ انه يمكننا إيجاد أي مقاومة مجهولة بمعرفة المقاومات الأخرى.
- جسر ويتسطون المستخدم في مخبر الكهرباء هو جسر ويتسطون المتري و الذي يتكون من مقاومة مجهولة R_X بدلا من R_4 و مقاومة معلومة R_C بدلا من R_3 و سلك معدني له مقاومة تتغير بتغير طوله lj وتعطى بالشكل: $R_j = \rho\, l_j / S$.....(7)

حيث:ρ تمثل المقاومة النوعية للسلك أو تسمى المقاومية و هي تتعلق بنوع المادة المصنوع منها السلك.

S تمثل مساحة مقطع السلك.

الشكل 2 يمثل التركيب التجريبي لجسر ويتسطون المتري :



الشكل2- المخطط التركيبي لجسر ويتسطون المتري

- بتعويض كل من: R_3 بـ R_C و R_4 بـ R_X في المعادلة (*) نجد:

$$R_1R_C = R_2R_X$$

وبتعويض كل من R_1 و R_2 بعبارتهما المعطاة في المعادلة (7) نجد :

$$R_X = l_1/l_2\, R_C = KR_C \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (**)$$

حيث $K=l_1/l$

3- الجانب التطبيقي

R.Boukhalfa

الاجهزة:

- مولد لتغذية الدارة.
- جهاز غلفانومتر .
- مقاومات .
- اسلاك توصيل.

المطلوب:

الجزء الاول: إيجاد كل من المقاومات المجهولة R_{X2},R_{X3} بتثبيت قيمة R_C

على الطالب القيام بما يلي:

أ- اربط الدارة كما هو مبين في الشكل(2).

ب- اختر مقاومة معلومة ولتكن($R_C = 1K\Omega \pm 1\%$).

ت- قم بتغيير الطول l_1,l_2 و منه مقاومة السلك R_1,R_2 إلى غاية التوصل لاتزان الجسر

1-إملأ الجدول التالي:

	l_1	l_2	K
المقاومة R_{X2}			
المقاومة R_{X3}			

2- أوجد كل من R_{X2}،R_{X3} باستخدام كل من:

- الطريقة المباشرة.
- طريقة شفرة الألوان.
- طريقة جسر ويتسطون.

4- قارن بين القيم المتحصل عليها. ماذا تستنتج؟

R.Boukhalfa

الجزء الثاني: إيجاد كل من المقاومات المجهولة R_{X2}, R_{X3} بتثبيت قيمة K

باستخدام نفس التركيب التجريبي السابق لجسر ويتسطون المتري قم بالخطوات التالية:

أ- اختر قيمة معينة للثابت K و لتكن K=1 (ضع الزالقة في منتصف السلك).

ب- قم بتغيير قيمة المقاومة المعلومة R_C للحصول على اتزان الجسر(عدم مرور التيار في الفرع الموجود فيه جهاز الغلفانومتر).

1-أملا الجدول التالي:

	Rc(Ω)	R_X(Ω)
المقاومة R_{X2}		
المقاومة R_{X3}		

2- قارن بين القيم المتحصل عليها في هذا الجزء مع القيم الموجودة سابقا (الطريقة المباشرة و طريقة شفرة الألوان) في الجزء الأول.و ذلك بحساب الارتياب المطلق ΔR_{X3} ;ΔR_{X2} ($\Delta l=10^{-3}m$).

ماذا تستنتج؟

R.Boukhalfa

قياس وجمع مكثفات

R.Boukhalfa

IX. قياس و جمع مكثفات

I- حساب المكثفات على التسلسل

ما هي المكثفات على التسلسل؟

يتم توصيل المكثفات على التوالي عن طريق ربط الجانب "الخارجي" لإحدى المكثفات بالجانب "الداخلي" للمكثف الذي يليه في الدائرة الكهربية

قانون حساب السعة الكلية لعدد "n" من المكثفات الموصلة على التوالي:

$$1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots 1/C_n$$

C رمز المكثف ووحدة قياسه الفاراد

حيث يتم جمع قيمة كل مقلوب المكثفات الموصلة على التوالي ثم قلب نتيجة الجمع ليصبح تلك النتيجة هي سعة الكليلة لمجموع تلك المكثفات الموصلة على التوالي.

حالة خاصة إذا كانت المكثفين المتصلين على التوالي عددها إثنين C_1 , C_2 فإنه يمكن تبسيط القانون لتسهيل العملية الحسابية ليصبح قيمة السعة الكلية يساوي حاصل ضرب المكثفين على مجموعهم, وتكتب كالتالي

$$C_{eq} = C_{1*}C_{1} / (C_{1+}C_{1})$$

R.Boukhalfa

مثال توضيحي (1)

إذا كان لديك ثلاث مكثفات متصلة على التوالي وكانت سعة المكثف الأول يساوي 50 ميكروفاراد وسعة المكثف الثاني يساوي 80 ميكروفاراد وسعة المكثف الثالث يساوي 40 ميكروفاراد, فما هو السعة الكلية لتلك المكثفات

الحل : نستخدم القانون العام لحساب المكثفات على التوالي

الخطوة الاولى: حساب مجموع مقلوب سعة المكثفات

مجموع مقلوب سعة المكثفات = 50/1 + 80/1 + 40/1 = 0.02 + 0.0125 + 0.025 = 0.0575

السعة الكلية = 1/(مجموع مقلوب سعة المكثفات) = 1/0.0575 = 14.39 ميكروفاراد

مثال توضيحي (2)

إذا كان لديك مكثفين متصلين على التوالي وكانت سعة المكثف الأولى يساوي 200 نانو فاراد وسعة المكثف الثاني يساوي 1 ميكروفاراد ,فما هو سعة الكلية للمكثفين.

الحل : أول مرحلة في الحل هي توحيد الوحدات المكثفات اي تحويل مقياس المكثفات

المكثف الاول = 200 نانو فاراد

المكثف الثاني = 1 ميكروفاراد = 1000 نانو فاراد

مجموع مقلوب المكثفات = 200/1 + 1000/1 = 0.006

مجموع السعة الكلية للمكثفين المتصلين على التوالي يساوي مقلوب مجموع مقلوبات المكثفات

السعة الكلية = 1/(مجموع مقلوبات السعات للمكثفات) = 1/0.006 = 166.67 نانو فاراد

II-كيفية حساب المكثفات على التوازي

تحسب السعة الكلية لعدد "n" من المكثفات الموصلة على التوازي حسب القانون

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots C_n$$

C هو رمز المكثف ووحدة قياسة الفاراد

حيث يتم جمع قيمة كل سعة المكثفات الموصلة على التوازي ليصبح السعة الكليلة مساوي لمجموع سعة تلك المكثفات.

مثال توضيحي (1)

إذا كان لديك ثلاث مكثفات متصلة على التوازي وكانت سعة المكثف الأولى يساوي 50ميكروفاراد وسعة المكثف الثاني يساوي 80 ميكروفاراد وسعة المكثف الثالث يساوي 40 ميكروفاراد , فما هو قيمة السعة الكلية لتلك المكثفات.

الحل : مجموع السعة الكلية للمكثفات المتصلة على التوازي يساوي مجموع تلك المكثفات

السعة الكلية = 50 +80+ 40 = 170 ميكروفار

مثال توضيحي (2)

إذا كان لديك مكثفين متصلين على التوازي وكانت سعة المكثف الأولى يساوي 200 نانوفاراد وسعة المكثف الثاني يساوي 1 ميكروفاراد ,فما هو السعة الكلية للمكثفين.

الحل : أول مرحلة في الحل هي توحيد الوحدات للمكثفات اي تحويل مقياس السعة

المكثف الاول = 200 نانوفاراد

R.Boukhalfa

المكثف الثاني = 1 ميكروفاراد = 1000 نانوفاراد

مجموع السعة الكلية للمكثفين المتصلة على التوازي يساوي مجموع تلك المكثفات

السعة الكلية = 1000+200 = 1200 نانوفاراد

المطلوب

نقيس كل من سعة المكثفتين C_1 و C_2 C_{eq} باستخدام جهاز قياس المكثفات

ثم نربط المكثفين على التسلسل ونقيس السعة المكافئة C_{eq} و فرث الكمون بين طرفي كل مكثفة V_1 و V_2

و V_{tot} تجريبا

ماذا تلاحظ؟

أعد نفس الخطوات بريط المكثفين على التفرع

اكتب القوانين النظرية التي حققتها النتائج التجريبية في كل حالة؟

R.Boukhalfa

تحقيق قانون بيوت وسافارت

R.Boukhalfa

X.تحقيق قانون بيوت و سافارت

1-الهدف من التجربة

- التعرف على قانون بيوت و سافارت
- قياس قيمة المجال المغناطيسي B لناقل حلقي الشكل كدالة في التيار I
- استنتاج نصف قطر الناقل الحلقي

2- قانون بيوت وسافارت

قانون بيوت سافارت (Biot-Savart) هو معادلة رياضية تعطي المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربائي في ناقل معين. اي انه العلاقة بين المجال المغناطيسي و التيار المصدر لهذا الاخيروهو يلعب دورًا مشابهًا لقانون كولوم في الكهرباء الساكنة.

حيث يربط المجال المغناطيسي بحجم التيار الكهربائي واتجاهه وطول مصدره وقربه. و يعتمد شكل هذا المجال على شكل الموصل و يتوافق هذا القانون مع كل من قانون أمبيرللدائرة الكهربائية ونظرية غاوس

ولقد تم إنشاءه من قبل كل من جان بابتيست بيوت وفيليكس سافارت اللذان اشتقا التعبير الرياضي لكثافة التدفق المغناطيسي عند نقطة بسبب ناقل قريب يحمل التيار، ففي عام (1820) استنتجا هذان العالمان أنّ أي عنصر تيار يخلق مجالًا مغناطيسيًا في الفضاء المحيط به.

يعطى قانون بيوت-سافارت في الحالة العامة من الشكل:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{IdS \times \vec{r}}{r^2}$$

ملاحظة

- اتجاه الحقل المغناطيسي يكون عمودي على اتجاه التيار الكهربائي
- تتناسب قيمة شدة الحقل المغناطيسي طرديا مع قيمة التيار الكهربائي
- تتناسب قيمة شدة الحقل المغناطيسي عكسيا مع مربع البعد عن مركز الحلقة الكهربائية

3- الدراسة النظرية

عند مرور تيار في ناقل كهربائي حلقي الشكل نصف قطره R فإنه يتولد حوله مجال مغناطيسي ، و باستخدام قانون بيوت و سافارت يمكن حساب قيمة المجال المغناطيسي B بمعرفة قيم التيار و نصف قطر الموصل.

في هذه التجربة سنقيس قيمة المجال المغناطيسي B باستخدام جهاز التسلامتر عند مرور تيار معلوم في موصل حلقي (ناقل كهربائي له شكل حلقة) نصف قطره R، سيكون القياس عند مركز الحلقة منها نستطيع حساب أبعاد هذا الاخير من علاقة(بيوت-سافارت)التالية:

$$B=\mu_0 I/2R$$

$\mu_0=4\pi.10^{-7}Tm/A.$:معامل نفاذية الفراغ

R: نصف قطر الناقل الحلقي

3- الاجهزة المستعملة

- حامل مدرج بالسنتيمتر
- ناقل اومي على شكل حلقة .
- مولد تيار مستمر
- جهاز تسلا متر مع الحساس
- اسلاك توصيل

4 – الجانب التطبيقي

نقوم بقياس قطر الحلقة R ثم نثبتها في مكانها الخاص بها على الحامل المدرج، ثم نجعل راس الحساس في مركز الحلقة الكهربائية، وبعدها نربط هذه الاخيرة بمولد التيار المستمرونقوم بتشغيله عند القيمة 1A ونشغل كذلك جهاز التسلامتر وعندها نقرا قيمة المجال المغناطيسي المتولد عند مرور التيار بالناقل الكهربائي

R.Boukhalfa

الحلقي، نستمر في زيادة قيمة التيار الكهربائي I (A) ونسجل قيمة الحقل المغناطيسي B(T) ، ندون النتائج في الجدول (1).

ملاحظة

- لانقوم بتشغيل التيار الكهربائي الا بعد تثبيت جميع الاجهزة في مكانها خاصة المجس الحساس في مركز الحلقة كي لانتعرض للصعق الكهربائي
- نقوم بتصفير التسلامتر قبل البدء في العمل كي نتخلص من الخلفية المغناطيسية .
- يجب العمل بسرعة لان قيمة التيارات الكهربائية عالية حتى لا تتسبب في تسخين اسلاك التوصيل و تتعرض للتلف

5 – المطلوب

1. املأ الجدول رقم 1
2. ارسم المنحنى B=f(I)
3. استنتج قيمة نصف القطر التجريبية R_{exp}

I(A)	1	2	3	4	5
B(T)					

R.Boukhalfa

دراسة محول كهربائي

R.Boukhalfa

XI. دراسة محول كهربائي

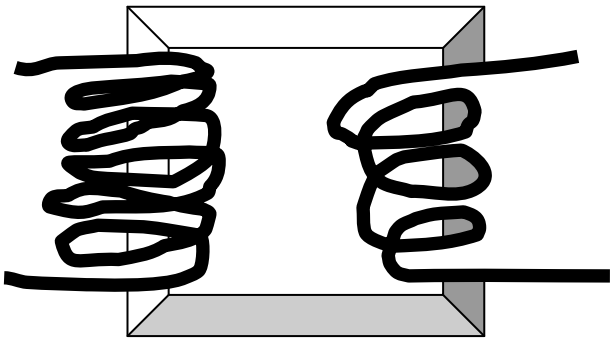
1-الهدف من التجربة

- التعرف على المحول الكهربائي
- ايجاد قيمة الجهد في دارة ملف ثانوي

2- المحول الكهربائي

هو جهاز كهربائي يحول الجهد من منخفض الى جهد عالي والعكس اي ترفع او تنقص قيمة الجهد، وهي متواجدة في جميع الاجهزة الكهربائية

يتكون المحول من مربع معدني ملفوف في جهتيه سلك كهربائي وعدد لفاته يختلف من جهة N_1 الى اخرى N_2 كما ماهو موضح في الشكل المقابل:



شكل 1. تخطيطي للمحول

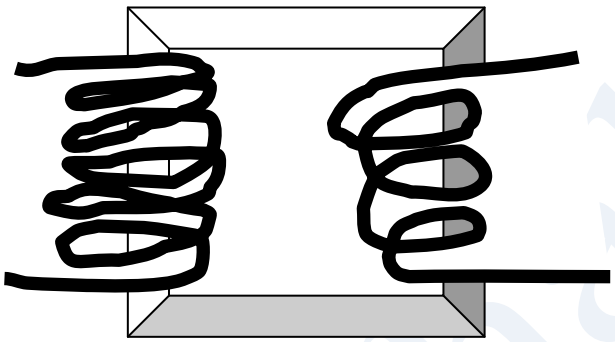
ملاحظة

1. لتخفيض الجهد نربط الجهة التي عدد لفاتها اقل N_1 بالجهاز المراد تشغيله و الجهة التي عدد لفاتها اكبر N_2 في مصدر للجهد المصدر التيار ويسمى المحول الخافض للجهد مثل ما هوموضح في الشكل2

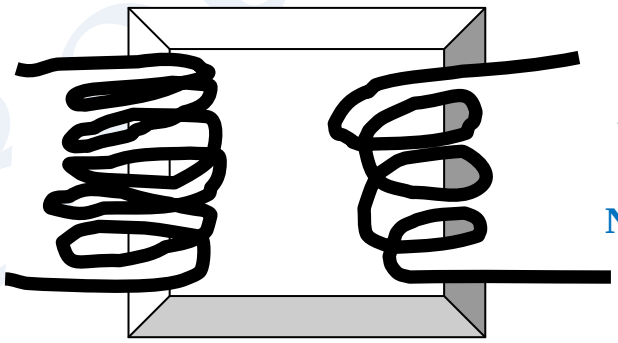
2. لزيادة الجهد نربط الجهة التي عدد لفاتها اكبر N_2 بالجهاز المراد تشغيله و الجهة التي عدد لفاتها اقل N_1 في مصدر للجهد المصدر التيار ويسمى المحول الرافع للجهد(الشكل3)

3. الجهة التي نربطها بالجهاز الكهربائي تسمى ملف ثانوي

4. الجهة التي نربطها بمصدر الجهد تسمى ملف ابتدائي



شكل 2. تخطيطي لمحول خافض N_2 N_1<



شكل 3. تخطيطي لمحول رافع N_2 N_1<

3- قانون المحولات يعطى بالعلاقة بين النسبة بين الجهد و النسبة بين عدد اللفات كالتالي

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

ملاحظة:

قدرةالملف الابتدائي وقدرة الملف الثانوي متساويان (ملف مثالي)اي ان $P_1 = P_2$

بقسمة الطرفين على I_1V_2 تصبح $I_1V_1 = I_2V_2$

وتسمى هذه العلاقة يقانون المحولات $\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$

4. كيفية عمل المحولات

- لا يعمل المحول الا باستخدام تيار متناوب (AC) لكي يحدث مجال مغناطيسي متردد وبالتالي ينشأ حث متبادل بين طرفي المحول وعليه اذا انخفض الجهد زاد التيار والعكس صحيح
- لا يحول الجهد الى بطارية لان تيارها مستمر (DC)
- تتناسب قيمة شدة الحقل المغناطيسي عكسيا مع مربع البعد عن مركز الحلقة الكهربائية

مثال توضيحي

دارة محول مثالي خافض تنتج 72KV في دارة الملف الابتدائي، فاذا كان عدد اللفات فيه 7500لفة و في الملف الثانوي 125لفة.

استنتج مقدار الجهد في الملف الثانوي؟

باستخدام قانون المحول اي العلاقة الاخيرة نجد $V_2 = 120V$

5. الدراسة التجريبية

أ.الاجهزة المستخدمة

- محول كهربائي
- اسلاك توصيل
- مصدر للجهد المتناوب
- جهازي فولط متر

ت. الجزء العملي

1. نحقق دارة محول خافض حيث $V_2=2V_1$ و نغير كل مرة فرق الكمون المصدرثم نقرأ فرق الكمون الخارج للدارة . على ضوء ما درست اكمل الجدول التالي

V1(Volt)	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5
V2(Volt)							

2. اذاغيرنا ربط المحول بحيث نحقق دارة محول رافع املا الجدول التالي واذكر سبب تغير قيم فرق كمون الخارج

V1(Volt)	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5
V2(Volt)							

تحقق من النتائج نظريا

R.Boukhalfa

حلول بعض التمارين التجريبية

R.Boukhalfa

حل

التمرين التجريبي حول:

حساب الارتياب

R.Boukhalfa

ان لعملية حساب الارتياب في التجارب العلمية دور كبير في فهم الظواهر من حولنا، حيث لا تخلى تجربة علمية من الارتيابات والتي تؤثر بشكل كبير في طبيعة النتائج وبمعرفة كيفية حسابها نستطيع التخلص من جاني كبير من الاستفسارات التي تدور حول الظاهرة الفيزيائية في حالة ما اذا اختلفت النتائج على الواقع المعروف.

وفي حالتنا هذه اردنا تعليم الطالب كيفية ايجاد الارتياب لقوانين فيزيائية.

الحالة الاولى: ايجاد الارتياب من قانون نيوتن الذي ينص ان القوة عبارة على جداء كتلة الجسم في الجاذبية او بصيغة اخرى كلما زادت كتلة الجسم زادت القوة المؤثرة

$$F = mg$$
$$\ln F = \ln(mg) = \ln m + \ln g$$
$$\frac{df}{f} = \frac{dm}{m} + \frac{dg}{g}$$
$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{g}$$

هذا ما يدل انه كلما تغيرت الكتلة تغيرت القوة المطبقة عليها ويستطيع المتعلم التطبيق التجريبي لهذه العلاقة عندما يدرس تجربة قانون نيوتن.

الحالة الثانية: يعبر هذا القانون على المقاومة المكافئة لمجموع مقاومتين مجموعتين على التسلسل حيث نجد قيمتها من جمع قيمة كل مقاومة

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$
$$\ln R_{eq} = \ln(R_1 + R_2)$$
$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2}$$
$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1}{R_{eq}} + \frac{\Delta R_2}{R_{eq}}$$

R.Boukhalfa

لإيجاد الارتياب النسبي للمقاومة المكافئة يكفي معرفة الارتياب المطلق لكل ΔR_i مقاومة والتي نستطيع ايجاده بعدة طرق ابسطها معرفة اللون الاخير للمقاومة الملونة والتي تعبر على الدقة او الارتياب النسبي للمقاومة ويرمز له بالرمز $\frac{\Delta R_i}{R_i}$

باستعمال العلاقة التالية: $\Delta R_i = R_i \frac{\Delta R_i}{R_i}$

الحالة الثالثة: $T = 2\pi\sqrt{\left(I_z / D\right)}$

تمثل هذه العلاقة دور نواس الفتل T بدلالة ثابت الفتل (D) وعزم عطالة الجسم (I_z)

لإيجاد الارتياب النسبي نتبع الخطوات المشروحة في الدرس كما يلي:

$$\ln T = \ln(2\pi\sqrt{\left(I_z / D\right)}) = \ln 2\pi + \frac{1}{2}\ln(\frac{I_z}{D}) = \ln 2\pi + \frac{1}{2}\ln I_z - \frac{1}{2}\ln D$$

$$\frac{dT}{T} = \frac{1}{2}\frac{dI_Z}{I_Z} + \frac{dD}{D} / : D = C^{te} \Rightarrow dD = 0$$

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2}\frac{\Delta I_z}{I_z}$$

نلاحظ هنا ان التغير في دور حركة النواس يتعلق فقط بالتغير الحاصل في عزم عطالة الجسم وكما هو معروف ان عزم عطالة الجسم يتعلق بمحور الدوران الذي يدور حوله هذا الاخير وبالتالي فان دور الحركة يتعلق بموضع محور دوران الجسم.

الحالة الرابعة: $M_z = F.r$

تعبر هذه العلاقة على عزم القوة M_z وعلاقتها بقيمة هذه الاخيرة والبعد بين نقطة تطبيق هذه القوة ومحور دوران الجسم ، حيث انه وكما هو معروف انه في حالة دوران الجسم فان لكل قوة عزم يتعلق بموضع هذه r القوة والذي يكون البعد بين محور الدوران ونقطة تطبيق القوة وهو يعرف كذلك بذراع القوة ونرمز له بالرمز

$$M_z = F.r$$
$$\ln M_z = Ln(F.r) = LnF + Lnr$$
$$\frac{dMZ}{MZ} = \frac{dF}{F} + \frac{dr}{r} / : r = Cte \Rightarrow dr = 0$$
$$\frac{\Delta M_z}{|M_z|} = \frac{\Delta F}{|F|}$$

الحالة الخامسة: $I_z = I_0 + ma^2$

تسمى هذه العلاقة بقانون هويغنز والذي يربط عزم عطالة جسم معين بمحور دورانه (z).

حيث ان عزم عطالة الجسم يتغير كلما تغير موضع محور دورانه وعندما يكون الجسم يدور حول مركز ثقله فنسمي العزم حينئذ بعزم العطالة الثقلي ونعبر عنه I_0

وكما نلاحظ في القانون فان العلاقة بين عزم العطالة عندما يدور الجسم حول محور بعيد على المركز بمسافة a يتزايد كلما بعد الجسم عن مركز ثقل. والارتياب النسبي الناتج عن ذلك يعطى بالعلاقة:

$$\ln I_z = \ln(I_0 + ma^2)$$
$$\frac{dI_z}{I_z} = \frac{d(I_0 + ma^2)}{(I_0 + ma^2)} = \frac{dI_0}{I_0 + ma^2} + \frac{d(ma^2)}{I_0 + ma^2}$$
$$\frac{dI_z}{I_z} = \frac{dI0}{I_0 + ma^2} + \frac{mda^2 + a^2dm}{I_0 + ma^2} / : da^2 = 2ada$$
$$\frac{dI_z}{I_z} = \frac{dI_0}{I_0 + ma^2} + \frac{a^2dm + 2mada}{I_0 + ma^2}$$
$$\frac{\Delta I_z}{I_z} = \frac{\Delta I_0}{I_z} + a^2\frac{\Delta m}{I_z} + 2ma\frac{\Delta a}{I_z}$$

R.Boukhalfa

الحالة السادسة:

$$R_{eq} = \frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2}$$

يعبر هذا القانون على المقاومة المكافئة لمجموع مقاومتين موصولتين على التفرع ونجد الارتياب النسبي لهذا الاخيرة كالتالي:

$$\ln R_{eq} = \ln \frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2}$$
$$\ln R_{eq} = \ln(R_1.R_2) - \ln(R_1 + R_2)$$
$$\frac{dR_{eq}}{R_{eq}} = \frac{R_1 dR_2}{R_1 R_2} - \frac{R_2 dR_1}{R_1 R_2} - \frac{dR_1 + dR_2}{R_1 + R_2}$$
$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_1}{R_1 + R_2} + \frac{\Delta R_2}{R_1 + R_2}$$

ملاحظة

يجب ملاحظة فقط ان هناك اختلاف بين الكتابتين التاليتين: $\frac{\Delta Ri}{Ri} : (1)$ و $R_i : (2)$

فالكتابة الاولى تعبر على الارتياب النسبي لمقاومة معينة ونتعرف عليها بعدة طرق اما بقراءة قيمتها مباشرة على المقاومة وتكون نسبة مئوية او معرفة لون الحلقة الملونة الاخيرة اذا كانت المقاومة ملونة.

اما الكتابة الثانية فتعني الارتياب المطلق في قيمة المقاومة، وسنتعرف على كيفية حسابها جيدا بحل التمارين الخاصة بقياس المقاومات.

R.Boukhalfa

حل

التمرين التجريبي حول:
قياس المقاومات

R.Bouchalfa

●في هذا الجزء سوف يتمكن الطالب من ترسيخ معلوماته والتمرن الجيد على كيفية ايجاد قيمة مقاومة من معرفة الوان حلقاتها باستعماله جداول الالوان الموضحة اسفله.

- **الجدول(1): شفرة الألوان**

اللون	اسود	بني	احمر	برتقالي	اصفر	اخضر	ازرق	بنفسجي	رمادي	أبيض	ذهبي	فضي
الرقم	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10^{-1}	10^{-2}

- **الجدول(2): جدول الارتياب**

اللون	بني	احمر	اخضر	ازرق	بنفسجي	رمادي	ذهبي	فضي
الدقة	1%	2%	0.5%	0.2%	0.1%	0%	5%	10%

- **الجدول(3): جدول معامل الحرارة**

اللون	بني	احمر	برتقالي	اصفر	ازرق	بنفسجي	ابيض
معامل الحرارة(PPM)	100	50	15	25	10	5	1

المقاومة R_1: أخضر أخضر برتقالي ثم فضي. نلاحظ انها مقاومة ذات اربع حلقات.

(الصيغة الأولى) $R_1=55*10^3(\Omega) \pm 10\% \rightarrow R_1 =55(K\Omega) \pm 10\%$

(الصيغة الثانية) $R_1 = 55.10^3 \pm 55.10^3*(10/100) = 55.10^3 \pm 55*100$

$\rightarrow R_1= (55 \pm 0.5)\ (K\Omega)$

$55- 0.50 \leq R_1 \leq 55 + 0.5$

$\rightarrow 54.5 \leq R_1\ (K\Omega) \leq 55.5$

المقاومة R_2: أحمر أخضر أحمر ثم ذهبي.

(الصيغة الأولى) $R_2=25*10^2(\Omega) \pm 5\% \rightarrow R_2 =2.500(K\Omega) \pm 5\%$

(الصيغة الثانية) $R_2= 25.10^2 \pm 25.10^2*(5/100) = 2.5.10^2 \pm 125$

$\rightarrow R_2= (2500 \pm 125)\ (\Omega)$

$2500- 125 \leq R_2 \leq 2500 + 125$

$\rightarrow 2375 \leq R_2\ (\Omega) \leq 2625$

المقاومة R_3: أحمرأخضر أزرق.

نلاحظ ان هذه المقاومة هي حالة خاصة من المقاومات رباعية الالوان اين يكون لون الحلقة الرابعة شفاف

وبالتالي نطبق عليه قوانين المتعلقة بالمقاومة ذات اربعة الوان ونضع الدقة 20%

(الصيغة الأولى) $R_3=25*10^6(\Omega) \pm 20\% \rightarrow R_3 =25(M\Omega) \pm 20\%$

(الصيغة الثانية) $R_3= 25.10^6 \pm 55.10^6*(20/100) = 25.10^6 \pm 2.5*10^6$

$\rightarrow R_3= (25 \pm 2.5)\ (M\Omega)$

$25- 2.5 \leq R_3 \leq 25 + 2.5$

$\rightarrow 22.5 \leq R_3(M\Omega) \leq 27.5$

المقاومة R_4: أحمر أحمر أسود أخضر ثم فضي.

هذه مقاومة خماسية الحلقات

(الصيغة الأولى) $R_4=220*10^5(\Omega) \pm 10\% \rightarrow R_4 =22(M\Omega) \pm 10\%$

(الصيغة الثانية) $R_4 = 22.10^6 \pm 22.10^6*(10/100) = 22.10^6 \pm 2.2*10^6$

$\rightarrow R_4= (22 \pm 2.2)\ (M\Omega)$

$22- 2.2 \leq R_4 \leq 22 + 2.2$

$\rightarrow 19.8 \leq R_4(M\Omega) \leq 24.2$

R.Boukhalfa

المقاومة R_5 : بني أصفر أخضر اسود بني أزرق.

هذه مقاومة سداسية الحلقات وتسمى ايضا بالمقاومات الحرارية.نتعامل معها على انها مقاومة ذات خمس حلقات ونضيف رمز معامل حرارة.

(الصيغة الأولى) $R_5=145.10^0(\Omega) \pm 1\%$,(10PPM/°C (المعامل الحراري

$\rightarrow R_5 =145(\Omega) \pm 1\%$,(10PPM/°C)

نذكر ان قيمة معامل الحرارة(1PPM) تساعد على معرفة القيمة الجديدة للمقاومة عندما ترتفع درجة الحرارة درجة واحدة $\delta T=1°C$ كما يلي:

$\delta R_5=R.\delta T.PPM/10^6$

$\delta R_5=R_5.\delta T.PPM/10^6=145\ (\Omega)\ 1(°C)\ 1/10^6=145.10^{-6}\ \Omega=145\mu\Omega$

$\delta R_5=R_5.\Delta T.PPM/10^6=145\ (\Omega)\ 1(°C)\ 10/10^6=1.45.10^{-3}\ \Omega$ ومنه 10PPM لكن لدينا

$R_5 =(145+ 1.45.10^{-3})(\Omega) \pm 1\%=145.00145\ (\Omega) \pm 1\%$

(الصيغة الثانية) $R_5= (1.45\pm145 *0.01)\ \Omega$, 10PPM

$\rightarrow R_5= (145.00087 \pm 1.45)\ (\Omega)$, 10PPM/°C

$145- 1.45 \leq R_5 \leq 145 +1.45$,10PPM/°C

$\rightarrow 143.55 \leq R_5\ (\Omega) \leq 146.5$,10PPM/°C

وعليه عندما تتغير درجة الحرارة فان قيمة المقاومة تتغير بمعدل 10PPM لتصبح بالصيغة الثانية بالشكل التالي:

$\rightarrow 1.43.10^2\ \Omega \leq R_5\ (10PPM) \leq 1.46.10^2\Omega$

R.Boukhalfa

المقاومة R_6 : أحمر أسود اسود بني بني، $\delta T=15°C$

(المعامل الحراري 100PPM/°C , $R_6=200.10^0(\Omega) \pm 1\%$ (الصيغة الأولى)

$\rightarrow R_6 =200(\Omega) \pm 1\%$,(100PPM/°C)

نذكر ان قيمة معامل الحرارة(1PPM) تساعد على معرفة القيمة الجديدة للمقاومة عندما ترتفع درجة الحرارة درجة واحدة لكن لدينا100PPM ;كما معطى لدينا التغير في درجة الحرارة δT اي يكون الحل بالشكل :

$\delta R_6=R.\delta T.PPM/10^6$

$\delta R_6=R_5.\delta T.PPM/10^6=200\ (\Omega)\ 15(°C)\ 100/10^6=0.3\ \Omega$

$R_6(\delta T=15°C) =200(\Omega) + 0.3\Omega \pm 1\%=200.3\ (\Omega) \pm 1\%$

(الصيغة الثانية) $R_6= (200 \pm 200*0.01)(\Omega)$,100PPM/°C

$\rightarrow R_6= (200 \pm 2)\ (\Omega)$, 100PPM/°C

$200- 2 \leq R_6 \leq 200 +2$,100PPM/°C

$\rightarrow 198 \leq R_6\ (\Omega) \leq 202$, 100PPM/°C

100PPM$\rightarrow \delta R_6=R_6.\delta T.PPM/10^6=200\ (\Omega)\ 15(°C)\ 100/10^6=0.3\Omega$

$\rightarrow 198.3\Omega \leq R_6(\delta T=15°C) \leq 202.3\Omega$

R.Boukhalfa

حل
التمرين التجريبي حول:
جمع المقاومات

R.Boukhalfa

لإيجاد قيمة المقاومة المكافئة R_{eq} يجب معرفة قيمة المقاومتين(R_1، R_2) المجموعتين في كل حالة، ويكون ذلك كما تم شرحه في الجزء السابق من درس قياس المقاومات.

الجمع على التفرع

1- (R_1 : بني أسود اسود ، R_2: اصفر بنفسجي اسود). مقومتين ثلاثية التلوين أي ان دقة كل منهما هي %20

I. الصيغة الاولى.

المقاومة المكافئة

$$R_1 = 10.10^0(\Omega) \pm 20\% = 10\Omega \pm 20\%$$
$$R_2 = 47.10^0(\Omega) \pm 20\% = 47\Omega \pm 20\%$$
$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

الارتياب النسبي

$$R_{eq} = \frac{10 * 47}{10 + 47} = \frac{470}{57} = 8.2\Omega$$

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_1 + \Delta R_2}{R_1 + R_2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

نلاحظ انه يوجد نوعين من الارتياب:

1. الارتياب النسبي في $\frac{\Delta R_1}{R_1}$ و $\frac{\Delta R_2}{R_2}$:ونجد قيمته من لون الحلقة المسؤولة على الدقة

لكل مقاومة ، ولكن بما ان المقاومتين تحملان فقط ثلاثة الون فان الارتياب النسبي لهما متساوي ومقداره 20%.

وعليه .

$$\frac{\Delta R_2}{R_2} = \frac{\Delta R_1}{R_1} = 20\% \ldots\ldots\ldots(')$$

2. الارتياب المطلق في ΔR_1 و ΔR_2 : ونجده من الارتياب النسبي كما يلي:

$$\Delta R_1 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_1 = 0.2.10 = 2\Omega$$

.....(ب)

$$\Delta R_2 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_2 = 0.2.47 = 9.4\Omega$$

$$R_1 + R_2 = 10 + 47 = 57\Omega \text{.....(ج)}$$

بتعويض (أ) , (ب) و (ج)في العلاقة (2) نجد قيمة الارتياب النسبي للمقاومة المكافئة بالشكل التالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = 0.2 + 0.2 + \frac{2+9.4}{57} = 0.6 = 60\%$$

II.الصيغة الثانية:

الصيغة الثانية نستخدمها فقط في صياغة المقاومة وتكون بالشكل التالي:

المقاومة المكافئة

$$R_1 = (10.10^0 \pm \frac{10.10^0.20}{100})\Omega = (10 \pm 2)\Omega$$

$$8\Omega \le R_1 \le 12\Omega$$

$$R_2 = (47.10^0 \pm \frac{47.10^0.20}{100}) = (47 \pm 9.4)\Omega$$

$$37.6\Omega \le R_2 \le 56.4\Omega$$

$$\frac{(R_1 - \Delta R_1) * (R_2 - \Delta R_2)}{[(R_1 - \Delta R_1) + (R_2 - \Delta R_2)]} \le R_{eq} \le \frac{(R_1 + \Delta R_1) * (R_2 + \Delta R_2)}{[(R_1 + \Delta R_1) + (R_2 + \Delta R_2)]} \text{.....(3)}$$

$$6.6 \le R_{eq}(\Omega) \le 9.9$$

الارتياب النسبي

لحساب الارتياب باستعمال الصيغة الثانية نجد الارتياب النسبي لكل مقاومة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{2}{10} = 0.2$$

.....(ج)

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{9.4}{47} = 0.2$$

ويكون الارتياب النسبي في المقاومة المكافئة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = 0.2 + 0.2 + \frac{2+9.4}{57} = 0.6 = 60\%$$

R.Boukhalfa

2- R_1 : بني أسود اسود بني ، R_2: اصفر بنفسجي اسود بني

I.الصيغة الاولى.

المقاومة المكافئة

$$R_1 = 10.10^0(\Omega) \pm 1\% = 10\Omega \pm 1\%$$
$$R_2 = 47.10^0(\Omega) \pm 1\% = 47\Omega \pm 1\%$$
$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

الارتياب النسبي

$$R_{eq} = \frac{10 * 47}{10 + 47} = \frac{470}{57} = 8.2\Omega$$

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_1 + \Delta R_2}{R_1 + R_2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

$$\frac{\Delta R_2}{R_2} = \frac{\Delta R_1}{R_1} = 1\% \ldots\ldots\ldots(أ)$$

$$\Delta R_1 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_1 = 0.01.10 = 0.1\Omega$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(ب)$$

$$\Delta R_2 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_2 = 0.01.47 = 0.47\Omega$$

$$R_1 + R_2 = 10 + 47 = 57\Omega \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(ج)$$

بتعويض (أ) , (ب) و (ج)في العلاقة (2) نجد قيمة الارتياب النسبي للمقاومة المكافئة بالشكل التالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = 0.01 + 0.01 + \frac{0.1 + 0.47}{57} = 0.03 = 3\%$$

R.Boukhalfa

II.الصيغة الثانية:

المقاومة المكافئة

$$R_1 = (10.10^0 \pm \frac{10.10^0.1}{100})\Omega = (10 \pm 0.1)\Omega$$

$$9.9\Omega \le R_1 \le 10.1\Omega$$

$$R_2 = (47.10^0 \pm \frac{47.10^0.1}{100}) = (47 \pm 0.47)\Omega$$

$$46.53\Omega \le R_2 \le 47.47\Omega$$

$$\frac{(R_1 - \Delta R_1) * (R_2 - \Delta R_2)}{[(R_1 - \Delta R_1) + (R_2 - \Delta R_2)]} \le R_{eq} \le \frac{(R_1 + \Delta R_1) * (R_2 + \Delta R_2)}{[(R_1 + \Delta R_1) + (R_2 + \Delta R_2)]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

$$8.16 \le R_{eq}(\Omega) \le 8.33$$

الارتياب النسبي

لحساب الارتياب باستعمال الصيغة الثانية نجد الارتياب النسبي لكل مقاومة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{0.1}{10} = 0.01$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(ج)$$

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{0.47}{47} = 0.01$$

ويكون الارتياب النسبي في المقاومة المكافئة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = 0.01 + 0.01 + \frac{0.1 + 0.47}{57} = 0.03 = 3\%$$

R Boukhalfa

3- R_1 : بني أسود اسود اسود بني ، R_2: اصفر بنفسجي اسود اسود بني

I.الصيغة الاولى.

المقاومة المكافئة

$$R_1 = 100.10^0(\Omega) \pm 1\% = 100\Omega \pm 1\%$$
$$R_2 = 470.10^0(\Omega) \pm 1\% = 470\Omega \pm 1\%$$
$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$
$$R_{eq} = \frac{100 * 470}{100 + 470} = \frac{47000}{570} = 82.46\Omega$$

الارتياب النسبي

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_1 + \Delta R_2}{R_1 + R_2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$
$$\frac{\Delta R_2}{R_2} = \frac{\Delta R_1}{R_1} = 1\% \ldots\ldots\ldots(أ)$$

$$\Delta R_1 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_1 = 0.01.100 = 1\Omega$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(ب)$$
$$\Delta R_2 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_2 = 0.01.470 = 4.7\Omega$$

$$R_1 + R_2 = 100 + 470 = 570\Omega \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(ج)$$

بتعويض (أ) , (ب) و (ج)في العلاقة (2) نجد قيمة الارتياب النسبي للمقاومة المكافئة بالشكل التالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = 0.01 + 0.01 + \frac{1 + 4.7}{570} = 0.01 = 1\%$$

R.Boukhalfa

II.الصيغة الثانية:

المقاومة المكافئة

$$R_1 = (100.10^0 \pm \frac{100.10^0.1}{100})\Omega = (100 \pm 1)\Omega$$

$$99\Omega \le R_1 \le 101\Omega$$

$$R_2 = (470.10^0 \pm \frac{470.10^0.1}{100}) = (470 \pm 4.7)\Omega$$

$$465.3\Omega \le R_2 \le 474.7\Omega$$

$$\frac{(R_1 - \Delta R_1) * (R_2 - \Delta R_2)}{[(R_1 - \Delta R_1) + (R_2 - \Delta R_2)]} \le R_{eq} \le \frac{(R_1 + \Delta R_1) * (R_2 + \Delta R_2)}{[(R_1 + \Delta R_1) + (R_2 + \Delta R_2)]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

$$81.6 \le R_{eq}(\Omega) \le 83.3$$

الارتياب النسبي

لحساب الارتياب باستعمال الصيغة الثانية نجد الارتياب النسبي لكل مقاومة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{1}{100} = 0.01$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(ج)$$

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{4.7}{470} = 0.01$$

ويكون الارتياب النسبي في المقاومة المكافئة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = 0.01 + 0.01 + \frac{0.01 + 0.01}{570} = 0.02 = 2\%$$

R Boukhalfa

3- (R_1: بني اخضر اسود برتقالي احمر، R_2: أحمر احمراسود برتقالي بني).

في هذه الحالة نجد قيمة المقاومتين عندما تتغير درجة حرارة الغرفة الى 30°م أي ان التغير في درجة الحرارة هو 5°م

I. الصيغة الاولى:

المقاومة المكافئة

$$R_1(\delta T) = (150.10^3 + 15.10^4 * 5 * \frac{50}{10^6})(\Omega) \pm 2\% = 150037.5\Omega \pm 2\%$$

$$R_2(\delta T) = (220.10^3 + 22.10^4 * 5 * \frac{100}{10^6})(\Omega) \pm 1\% = 220110\Omega \pm 1\%$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots(1)$$

$$R_{eq}(\delta T) = \frac{3.30.10^{10}}{370147.5} = 8.9.10^4 \Omega$$

الارتياب النسبي

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = 2\%$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots(أ)$$

$$\frac{\Delta R_2}{R_2} = 1\%$$

الارتياب المطلق في ΔR_1 و ΔR_2 : ونجده من الارتياب النسبي كما يلي:

$$\Delta R_1 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_1 = 3.10^3 \Omega$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots(ب)$$

$$\Delta R_2 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_2 = 3.10^3 \Omega$$

$$R_1 + R_2 = 370147.5\Omega \dots\dots\dots\dots\dots\dots(ج)$$

بتعويض (أ) , (ب) و (ج)في العلاقة (2) نجد قيمة الارتياب النسبي للمقاومة المكافئة بالشكل التالي:

R. Boukhalfa

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}}(\delta T) = 0.02 + 0.01 + \frac{2.3.10^3}{370147.5} = 0.02 = 2\%$$

II.الصيغة الثانية

$$R_1(\delta T) = (150.10^3 + 150.10^3 * 5 * \frac{50}{10^6} \pm \frac{150.10^3.2}{100})\Omega = (150037.65 \pm 2)\Omega$$

$$150035.65\Omega \le R_1 \le 150039.65\Omega$$

$$R_2(\delta T) = (220.10^3 + 22.10^4 * 5 * \frac{100}{10^6} \pm \frac{220.10^3.1}{100}) = (220110 \pm 2200)\Omega$$

$$217910\Omega \le R_2 \le 222310\Omega$$

$$88856.24\Omega \le R_{eq}(\delta T) \le 89580.63\Omega$$

المقاومة المكافئة

الارتياب النسبي

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{2}{150037.65} = 1.33.10^{-5}$$

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{2200}{220110} = 9.99.10^{-3}$$

ويكون الارتياب النسبي في المقاومة المكافئة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = 1.33.10^{-5} + 9.99.10^{-3} + \frac{2 + 2200}{370147.65} = 5.9.10^{-3}$$

الجمع على التسلسل

1- (R_1 : بني أسود اسود ، R_2: اصفر بنفسجي اسود). مقومتين ثلاثية التلوين أي ان دقة كل منهما هي %20

I. الصيغة الاولى.

المقاومة المكافئة

$$R_1 = 10.10^0(\Omega) \pm 20\% = 10\Omega \pm 20\%$$
$$R_2 = 47.10^0(\Omega) \pm 20\% = 47\Omega \pm 20\%$$
$$R_{eq} = R_1 + R_2 \dots\dots\dots\dots(1')$$
$$R_{eq} = 10 + 47 = 57\Omega$$

الارتياب النسبي

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1 + \Delta R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots\dots(2')$$

أي انه لايجاد الارتياب النسبي لمجموع مقاومتين على التفرع يكفي ايجاد الارتياب المطلق لكل مقاومة:

3. الارتياب المطلق في ΔR_1 و ΔR_2 : ولقد وجدناه سابقا:

$$\Delta R_1 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_1 = 0.2.10 = 2\Omega$$
$$\dots\dots\dots\dots(\text{ب})$$
$$\Delta R_2 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_2 = 0.2.47 = 9.4\Omega$$

بتعويض في العلاقة ('2) نجد قيمة الارتياب النسبي للمقاومة المكافئة بالشكل التالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{2 + 9.4}{57} = 0.2 = 20\%$$

R. Boukhalfa

II.الصيغة الثانية:

الصيغة الثانية نستخدمها فقط في صياغة المقاومة وتكون بالشكل التالي:

المقاومة المكافئة

$$R_1 = (10.10^0 \pm \frac{10.10^0.20}{100})\Omega = (10 \pm 2)\Omega$$

$$8\Omega \le R_1 \le 12\Omega$$

$$R_2 = (47.10^0 \pm \frac{47.10^0.20}{100}) = (47 \pm 9.4)\Omega$$

$$37.6\Omega \le R_2 \le 56.4\Omega$$

$$(R_1 - \Delta R_1) + (R_2 - \Delta R_2) \le R_{eq} \le (R_1 + \Delta R_1) + (R_2 + \Delta R_2) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$8 + 37.6 \le R_{eq}(\Omega) \le 12 + 56.4$$

$$45.6 \le R_{eq} \le 68.4$$

الارتياب النسبي

ويكون الارتياب النسبي في المقاومة المكافئة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1 + \Delta R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 + 9.4}{57} = 0.2 = 20\%$$

R.Boukhalfa

2- (R_1 : بني أسود اسود بني، R_2: اصفر بنفسجي اسود بني).

I ـلصيغة الاولى.

المقاومة المكافئة

$$R_1 = 10.10^0(\Omega) \pm 1\% = 10\Omega \pm 1\%$$
$$R_2 = 47.10^0(\Omega) \pm 1\% = 47\Omega \pm 1\%$$
$$R_{eq} = R_1 + R_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1')$$
$$R_{eq} = 10 + 47 = 57\Omega$$

الارتياب النسبي

$$\Delta R_1 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_1 = 0.01.10 = 0.1\Omega$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(ب)}$$
$$\Delta R_2 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_2 = 0.01.47 = 0.47\Omega$$

ومنه نجد قيمة الارتياب النسبي للمقاومة المكافئة بالشكل التالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{0.1 + 0.47}{57} = 0.01 = 1\%$$

R Boukhalfa

II.الصيغة الثانية:

المقاومة المكافئة

$$R_1 = (10.10^0 \pm \frac{10.10^0.1}{100})\Omega = (10 \pm 0.1)\Omega$$

$$9.9\Omega \le R_1 \le 10.1\Omega$$

$$R_2 = (47.10^0 \pm \frac{47.10^0.1}{100}) = (47 \pm 0.47)\Omega$$

$$46.53\Omega \le R_2 \le 47.47\Omega$$

$$(R_1 - \Delta R_1) + (R_2 - \Delta R_2) \le R_{eq} \le (R_1 + \Delta R_1) + (R_2 + \Delta R_2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$56.43 \le R_{eq}(\Omega) \le 57.57$$

الارتياب النسبي

ويكون الارتياب النسبي في المقاومة المكافئة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1 + \Delta R_2}{R_1 + R_2} = \frac{0.1 + 0.47}{57} = 0.01 = 1\%$$

R.Boukhalfa

-3 (R_1 : بني أسود اسود بني، R_2: اصفر بنفسجي اسود بني).

I ـلصيغة الاولى.

المقاومة المكافئة

$$R_1 = 100.10^0 (\Omega) \pm 1\% = 100\Omega \pm 1\%$$
$$R_2 = 470.10^0 (\Omega) \pm 1\% = 470\Omega \pm 1\%$$
$$R_{eq} = R_1 + R_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1')$$
$$R_{eq} = 100 + 470 = 570\Omega$$

الارتياب النسبي

$$\Delta R_1 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_1 = 0.01.100 = 1\Omega$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\text{ب})$$
$$\Delta R_2 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_2 = 0.01.470 = 4.7\Omega$$

ومنه نجد قيمة الارتياب النسبي للمقاومة المكافئة بالشكل التالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{1 + 4.7}{570} = 0.01 = 1\%$$

II.الصيغة الثانية:

المقاومة المكافئة

$$R_1 = (100.10^0 \pm \frac{100.10^0.1}{100})\Omega = (100 \pm 1)\Omega$$
$$99\Omega \le R_1 \le 101\Omega$$
$$R_2 = (470.10^0 \pm \frac{470.10^0.1}{100}) = (470 \pm 4.7)\Omega$$
$$465.3\Omega \le R_2 \le 474.7\Omega$$
$$(R_1 - \Delta R_1) + (R_2 - \Delta R_2) \le R_{eq} \le (R_1 + \Delta R_1) + (R_2 + \Delta R_2) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$
$$564.3 \le R_{eq} (\Omega) \le 575.7$$

الارتياب النسبي

ويكون الارتياب النسبي في المقاومة المكافئة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\Delta R_1 + \Delta R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1+4.7}{570} = 0.01 = 1\%$$

R.Boukhalfa

4. (R_1 :بني اخضر اسود برتقالي احمر، R_2 :أحمر احمراسود برتقالي بني).

في هذه الحالة نجد قيمة المقاومتين عندما تتغير درجة حرارة الغرفة الى 30°م أي ان التغير في درجة الحرارة هو 5°م

I .الصيغة الاولى:

المقاومة المكافئة

$$R_1(\delta T) = (150.10^3 + 15.10^4 * 5 * \frac{50}{10^6})(\Omega) \pm 2\% = 150037.5\Omega \pm 2\%$$

$$R_2(\delta T) = (220.10^3 + 22.10^4 * 5 * \frac{100}{10^6})(\Omega) \pm 1\% = 220110\Omega \pm 1\%$$

الارتيا

$$R_{eq}(\delta T) = 370147.5\Omega \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (أ')$$

ب

النسبي

نستنتج من الصيغة الاولى للمقاومتين فيمة الارتياب النسبي لهما

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = 2\%$$

$$\frac{\Delta R_2}{R_2} = 1\%$$

وابتداء منهما نستطيع ايجاد الارتياب المطلق في ΔR_1 و ΔR_2 : كما يلي:

$$\Delta R_1 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_1 = 3.10^3 \Omega$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ب')$$

$$\Delta R_2 = \frac{\Delta R_1}{R_1} R_2 = 3.10^3 \Omega$$

بتعويض (أ') , (ب') في العلاقة (2') نجد قيمة الارتياب النسبي للمقاومة المكافئة بالشكل التالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}}(\delta T) = \frac{2.3.10^3}{370147.5} = 0.02 = 2\%$$

II.الصيغة الثانية:

المقاومة المكافئة

$$R_1(\delta T) = (150.10^3 + 150.10^3 * 5 * \frac{50}{10^6} \pm \frac{150.10^3.2}{100})\Omega = (150037.65 \pm 2)\Omega$$

$$150035.65\Omega \le R_1 \le 150039.65\Omega$$

$$R_2(\delta T) = (220.10^3 + 22.10^4 * 5 * \frac{100}{10^6} \pm \frac{220.10^3.1}{100}) = (220110 \pm 2200)\Omega$$

$$217910\Omega \le R_2 \le 222310\Omega$$

$$367945.65\Omega \le R_{eq}(\delta T) \le 372349.65\Omega$$

الارتياب النسبي

$$\Delta R_1 = 2\Omega$$

$$\Delta R_2 = 2200\Omega$$

ويكون الارتياب النسبي في المقاومة المكافئة كالتالي:

$$\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}} = \frac{2 + 2200}{370147.65} = 5.9.10^{-3}$$

R.Boukhalfa

R.Boukhalfa