الموضوع: المحاضرة الأولى: التاريخ: / / ٢٠

المقدمة:

تعتبر القياسات أحد أهم الأساليب المستعملة لتعرف على الطبيعة وعلى ظواهرها وقوانينها والقياسات الكهربائية تلعب دوراً هاماً بشكل خاص نظراً إلى أن الأسس النظرية للهندسة الكهربائية تتعامل مع قيم وظواهر كهربائية ومغناطيسية مختلفة وهذه لا تستطيع أحهزة الحس الانساني لهذا السبب فإن اكتشاف وجود هذه القيم وتحديدها الكمي يمكن فقط عند وجود أجهزة القياس الكهربائية.

- في هذا الفصل سوف نقدم للطالب بعض المعايير القياسية المرجعية الخاصة بالقياسات بالإضافة إلى بعض التعريفات الخاصة لعمليات القياس وكذلك تعريف الطالب لمصادر الخطأ وتعريفها وكذلك الطرق التحليلية التعريفية في تحليل نتائج القياسات.

مفاهيم عامة:

عملية القياس: هي عملية تقييم الكمية المقاسة بالنسبة إلى كمية مرجعية متفق عليها.

ولإجراء عملية القياس فلا بد من وجود الآتي:

1. كمية مقاسة.
2. نظام مرجعي.
3. أجهزة مستخدمة.
4. تقنية متبعة.

وسوف نتناول كل هذه التفاصيل:

1. كمية المقاسة:

وهي الكمية الميزيائية المراد تقييمها وقد تكون طول أو وزن أو قوة أو درجة حرارة أو معدل تدفق أو تيار كهربائي أو جهد كهربائي.

2. نظام مرجعي:

وهو النظام المتعارف عليه الذي يصف وحدات القياس ولدينا أربع أنظمة مرجعية:

أ- النظام المرجعي المعياري الدولي.

ب- النظام المرجعي المعياري الابتدائي.

ج- النظام المرجعي المعياري الثانوي.

د- النظام المرجعي المعياري للعمل.

٣ أجهزة المخدقة:

وهي الأدوات التي يمكن من خلالها تقييم الكمية المقاسة لمقارنتها بالكمية المرجعية حسب نظام الوحدات التابع لنظام المرجعي المعياري المتبع.

٤ تقنية متبعة:

وهي متبعة في تقييم الكمية المقاسة وبدة هذا التقييم.

- أجهزة القياس الكهربائية:

من أكثر أجهزة القياس تطوراً في أجهزة القياس: الكهربائية والإلكترونية.

- كان هناك أجهزة قياس تماثلية أو دورياذات القلب المتحرك ومؤشر التدريج وتدل زوايا أخراف المؤشر على قيمة الكمية المقاسة (تماثلها) ومن هناجاءت كما يلي.

- أما النوع الآخر من أجهزة القياس هي الأجهزة الإلكترونية الخارجة من الحركة و تقنية القياس بها مختلفة عن تلك المستخدمة في أجهزة القياس التماثلية هيث تظهر النتائج على شاشة رقمية ومن هناجاءت تسميتها أجهزة القياس الرقمية.

- تصنيف أجهزة القياس: تمهاد مع شرح

يتم تصنيف أجهزة القياس التماثلي كما يتم تصنيفها وفقاً لنوع ووظيفة القياس ونوع جهاز القياس:

- أجهزة القياس التناظرية:

في العقود الماضية كانت أجهزة القياس الأكثر استخداماً (التماثلية) التناظرية وهناك جهاز خيوي على مؤشر خيوي بها مؤشر متدرج، كلما زاد المؤشر في القياس زادت فرق التيار في الدارة.

و بالفعل حلت جميع أجهزة القياس التناظرية الأخرى بطريقة مماثلة وحالياً مازالت تستخدم ولكن بشكل أقل.

- أجهزة القياس الرقمية:

في الوقت الحاضر تستخدم جميع أنواع التقنيات أو الشركات أدوات القياس الرقمية لأنها تتمتع بمزايا أكثر مقارنة بالأنظمة الأخرى.

في نظام القياس مهما كانت كمية الادخال تخرجها بصورة أرقام وبذلك فتحصل على قراءة بسيطة و دقيقة.

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

- أنواع أجهزة القياس: صمم كلها

١- الأميتر التيار:

وهو جهاز كهربائي يستخدم لقياس شدة التيار المار في الدارة.

ويتم توصيل الأميتر على التسلسل مع الحمل الذي يراد قياس شدة التيار المار في هذه الدارة

ويوجد أمامه كل رقمين أو تما لي لتوفير دقة قياس أكبر، الأميتر صغيرة جداً بالنسبة (يجب ان تكون مقاومة)

للمقاومة التي يوضع بها الأميتر شدة قياس القياس ويرمز للاميتر بـ A ويكتب داخل الدائرة.

٢- الفولتميتر:

مقياس الجهد يستخدم لقياس فرق الجهد بين نقطتين ويوصل على التفرع أي (التوازي) مع الحمل أو المقاومة التي يراد قياس فرق الجهد عبرها وهو جهاز شائع الاستخدام في الأجهزة الكهربائية لقياس الجهد ويجب أن تكون مقاومة الفولتميتر كبيرة جداً بالنسبة لمقاومة الحمل الذي يوصل الجهاز بين الطرفين وكذلك حتى لا يمر تيار كبير في الفولتميتر ويسبب أعطاء، ويتم توصيل الطرف الموجب بالفولتميتر بالقطبة الموجبة للمصدر والطرف السالب يوصل مع القطبة السالبة للمصدر

٣- الأوميتر: مقياس المقاومة:

وهو مقياس أو أداة يستخدم لقياس قيم المقاومة المالية بينما ملتي ميتر قياس قيمتها بدقة حيث يستخدم الأوميتر على التسلسل في قياس القيمة المالية بينما القياس نوع التوازي القيمة المنخفضة.

٤- واط ميتر:

يستخدم لقياس القدرة الكهربائية ولقياس قدرة المصدر التيار المتردد ولقياس القدرة المفقودة في مقاومة كهربائية.

٥- الميلي ميتر:

وهو جهاز كهربائي متعدد القياس حيث يمكن استخدامه في قياس شدة التيار المتردد والمستمر ويعرف باسمه بأنه يقوم بوظائف أجهزة القياس مختلفة الأميتر والأوميتر والفولتميتر.

الموضوع : صمم كلوا التاريخ : / / ٢٠

٦- قياس أجهزة الطاقة الكهربائية:
لقياس كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال فترة زمنية معينة وهي أجهزة ذات أهمية كبيرة يعتمد عليها محاسبة المستهلكين ولذلك يجب أن تكون ذات دقة عالية ولها أنواع متعددة.

٧- جهاز قياس معامل القدرة:
تقيس أجهزة قياس معامل القدرة النسبة بين القدرة الفعالة والظاهرية ومن بين هذه الأجهزة الجهاز الديناميكي.

٨- جهاز قياس التردد:
يوجد نوعان من أجهزة القياس التردد النوع الأول يعتمد على نظرية التعامل الميكانيكي (الرنين) والنوع الثاني على نظرية التعامل الكهربائي.

المحاضرة الثانية

- وظائف وخصائص أنظمة القياس:
الوظيفة الأساسية لأنظمة القياس الكهربائية والالكترونية هي إظهار معلومات عن الكمية المقاسة لذلك فإن أنظمة التحكم الآلي تعتمد معظمها على أجهزة القياس الكهربائية والإلكترونية.

- الوحدات الكهربائية:
بما أن أجهزة القياس الكهربائية والالكترونية في الأساس يمكنها قياس كميات كهربائية فإنه من الأهمية بمكان أن نتعرف على الوحدات الكهربائية.
وسوف نذكر منها الأهم التي تستخدم في قياسات الكهربائية:

١. التيار الكهربائي I واحدته A
٢. الشحنة الكهربائية q واحدته C
٣. فرق الجهد V واحدته V
٤. المقاومة R واحدته Ω
٥. الملف L واحدته H
٦. مكثف C واحدته F

الموضوع : التاريخ : / / ٢٠

- مصادر الخطأ في أجهزة القياس: تعريف - أشكال - عوامل وصور الخطأ

لما كانت عملية القياس هي عملية تقييم الكمي للكمية المقاسة بنظام وحدات معينة عن طريق جهاز قياس، فإن عملية تقييم هذه تعتمد بشكل أو بآخر على عدة عوامل:

[1] عوامل تتعلق بجهاز القياس:

أ- نوع الجهاز (كهربائي - الكتروني - رقمي).

ب- دقة الجهاز (مدى قدرة الجهاز على القراءة دقيقة وقربها من الواقع).

ج- عمر الجهاز (قديم - حديث).

د- حالة الجهاز (سليم - متهالك - عاطل).

[2] عوامل تتعلق بالشخص الذي يقدم الجهاز:

أ- دقة نظر الشخص

ب- أكتفاء الشخص بعملية القياس.

ج- اختيار الشخص لمدى القياس المناسب وإعادة ذلك.

[3] عوامل خارجية:

أ- العوامل الجوية المناسبة (درجة الحرارة - ضغط الجوي - نسبة الرطوبة ---)

ب- طرق التشغيل المختلفة ومثل قرب جهاز القياس من الكمية المراد قياسها.

ج- عدم تأثير الإنسان بأطراف التوصيل أو طول أسلاك التوصيل أو وقوع جهاز في مجال مغناطيسي أو مجال كهربائي وخلافها.

- ولهذا أن تكون القيمة المقاسة متغيرة من جهاز لآخر وتبعاً لظروف القياس.
- لذلك من الصعب الحصول على القيمة الحقيقية نستخدم لتعبير القيمة المتوقعة بدلاً من القيمة الحقيقية.

ولأن القيمة المقاسة تختلف عن القيمة المتوقعة (الحقيقية) هذا الفرق الخطأ القياس وبناءاً على هذا الخطأ بعملية القياس يعبر عنه بإحدى الطريقتين:

إما بصورة مطلقة ويسمى بالخطأ المطلق ويرمز له بـ A أو كنسبة مئوية للخطأ.

القيمة المقاسة ← $e = Yn - Xn$ ← النسبة المئوية للخطأ.

القيمة المتوقعة للقياس

التاريخ : / / ٢٠

الموضوع :

- تعريف الدقة النسبية للقياس:

هي النسبة بين القيمة المقاسة والقيمة المتوقعة للقياس.

$$A = \frac{X_n}{Y_n}$$

$$A = \frac{X_n}{Y_n} - \frac{Y_n}{Y_n} + \frac{Y_n}{Y_n}$$

$$1 + \left(\frac{X_n}{Y_n} - \frac{Y_n}{Y_n}\right) =$$

$A = 1 - \left(\frac{Y_n - X_n}{Y_n}\right)$ ← دقة النسبة — الخطأ النسبي

- تعريف النسبة المئوية لدقة القياس: a

هي النسبة بين القيمة المقاسة والقيمة المتوقعة للقياس كنسبة مئوية.

$$a = \frac{X_n}{Y_n} \cdot 100\%$$

$$a = 100\% - \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\%$$ الخطأ النسبي المئوي

مثال !

إذا كانت القيمة المتوقعة للجهد بين أطراف مقاومة هي 50V إلا أن القياسات أظهرت القيمة المقاسة 49V

أ- أحسب الخطأ المطلق.

$$e = Y_n - X_n$$

$$50 - 49 = 1V$$

ب- النسبة المئوية للخطأ.

$$e_1 = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\%$$

$$= \frac{50 - 49}{50} \times 100\% = \frac{1}{50} = 2\%$$

التاريخ : / / ٢٠ الموضوع :

ج- الدقة النسبية:

$$A = 1 - \left(\frac{y_n - x_n}{y_n}\right) = 1 - (2\%) = 0,98$$

$$\Rightarrow 98\%$$

د- النسبة المئوية للدقة:

$$q = 100\% - \frac{50-49}{50} \times 100\%$$

$$1\% - 2\% = 98\%$$

وطبقاً لتقنية القياس يمكن إجراء القياس الواحد عدة مرات وملاحظة اذا لم يكن لدينا قيمة متوقعة للقيمة المقاسة ويمكن تعريف دقة القياس في هذه الحالة أو الكمية:

فإنها مدى قرب القراءة الواحدة لمجموعة من القراءات المتكررة لنفس الكمية المقاسة من متوسط هذه القراءات.

يرمز لها بالعلاقة الرياضية:

$$\rho = 1 - \left|\frac{x_i - \bar{x}_n}{\bar{x}_n}\right|$$

- ρ: دقة القياس للقراءة رقم i
- x_i: القيمة المقاسة لقراءة رقم i
- $\bar{x}_n$: متوسط الحابي لمجموعة من القراءات وعددها n
- عدد القراءات

مثال 1

أجريت مجموعة من القياسات مكونة من 10 قراءات لنفس الكمية المقاسة كما موضح بالجدول التالي:

رقم القراءة	قيمة القراءة
1	98
2	102
3	101
4	97
5	100
6	103
7	98
8	106
9	107
10	99

التاريخ : / / ٢٠

الموضوع :

أ- حساب دقة القياس للقراءة للرقم 4

$$P = 1 - \left| \frac{x_i - \bar{x}_n}{\bar{x}_n} \right| =$$

$$\bar{x}_n = \frac{98+102+101+97+100+103+98+106+107+99}{10}$$

$$= 101,1$$

$$1 - \left| \frac{97 - 101,1}{101,1} \right| = 0,96$$

- أحسب دقة القياس للقراءة رقم 8

$$1 - \left| \frac{106 - 101,1}{101,1} \right| = 0,95$$

- التحليل الإحصائي للأخطاء في عملية القياس: مفهوم

عند إجراء قياس لأي كمية فيزيائية فإن عملية القياس تتأثر بالعديد من العوامل المختلفة ومن العوامل المأخوذة بعين الاعتبار: درجة نقاء المادة المصنوعة منها المادة المقاسة، درجة حرارة المادة ـــ الخ.

وتغير هذه العوامل بطريقة عشوائية وقت القياس يؤدي إلى نتائج قياس مختلفة ولهذا لابد من بيانات القياس تحليلاً أحصائياً لإجراء تقييم كمي لعملية القياس ولإدخال تصوراً أو حكماً دقيقاً على المتغيرات والأخطاء ولذلك سوف نستخدم مصطلحات:

1. المتوسط الحسابي.
2. الانحراف المتوسط.
3. الانحراف المعياري.

١ القيمة المتوسطة (المتوسط الحسابي) :

هو $\bar{X}$ لمجموعة n من القراءات وهي مجموعة هذه القراءات مقسوماً على عددها n ويعرف رياضياً كما يلي :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 - X_n}{n}$$

■ الانحراف :

يعرف الانحراف للقراءة i ويرمز له بالرمز d_i إلى مجموعة من قراءات ويعرف بأنه الفارق بين القراءة X_i وبين القيمة المتوسطة لمجموعة القراءات $\bar{X}_n$

$$d_i = X_i - \bar{X}$$

ملاحظة : نلاحظ المجموع الجبري لهذه الانحرافات يساوي الصفر $d_1 + d_2 + d_3 - d_i = 0$

$$\sum_{i=1}^{n} d_i = 0$$

٢ الانحراف المتوسط الحسابي D :

هو المتوسط الحسابي للقيم المطلقة للانحرافات ويعرف رياضياً كما يلي :

$$D = \frac{|d_1| + |d_2| + |d_3| + - |d_n|}{n}$$

٣ الانحراف المعياري : S :

مجموعة من القيم هو مقياس لاختلاف هذه القيم عن القيمة المتوسطة ويعرف رياضياً كما يلي :

$$S = \sqrt{d_i^2 + d_2^2 + d_3^2 + - d_n^2}$$

$n \geq 30$ ← n or $n-1$ → حسب إذا كان $n < 30$

وظيفة مثال : من الجدول التالي : ١ احسب المتوسط الحسابي للقراءات ٢ انحراف كل قيمة ٣ المجموع الجبري للانحرافات ٤ الانحراف المتوسط ٥ الانحراف المعياري.

X_1 50,1 / X_2 49,7 / X_3 49,6 / X_4 50,2

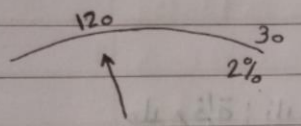
الموضوع : المحاضرة الثالثة : التاريخ : / / ٢٠

- الأخطاء المحدودة : فهم

ينص معظم مصنعي أجزاء القياس على أن دقة جهاز القياس محدودة من قراءة أي تدريج للقياس فمثلاً أن خطأ قراءة الجهاز في حدود ±2% من أعلى تدريج للجهاز وهذه تسمى بالأخطاء المحدودة عند أعلى تدريج بنسبة خطأ 2% إلا أنه للقراءات الأقل من تدريج الدرجة للجهاز فإن نسبة الخطأ تكون أكبر من 2% ولهذا فإنه من الأهمية بمكان أن تكون قراءات بقدر الإمكان بالقرب من أعلى تدريج.

مهم

مثال : إذا كان أعلى تدريج للقياس لجهاز قراءة جهد الكهربائي يساوي 300V وبنسبة خطأ يعادل 2% من أعلى تدريج للجهاز أحسب الخطأ المحدود للجهاز في حال قراءة جهد كهربائي مقداره 120V.



- قيمة الخطأ المحدود $0,02 \times 300 = 6V$

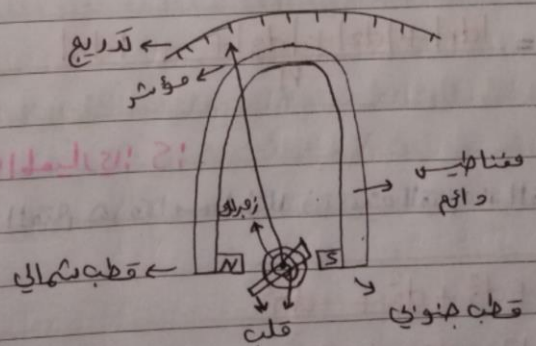
- يكون الخطأ المحدود عند القراءة هي $\frac{6}{120} \times 100 = 5\%$

الفصل الثاني :

- أجهزة القياس التناظرية :

هي أجهزة بسيطة ورخيصة الثمن وذا دقة مقبولة.

+ سوف ندرس في هذا الفصل جهاز القياس ذو الملف المتحرك (دارسنفال) وكيفية استخدامه لقياس الكميات الكهربائية (الجهد - تيار - مقاومة) وذلك في حالة التيار المستمر.



شكل [1]

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

- **جهاز دارسنفال ذو الملف المتحرك:**

مايز الجهاز ذو الملف المتحرك كما هو مبين بالشكل [1] يستخدم على نطاق واسع في عمليات القياس الكهربائية حتى الآن.

- **تركيب جهاز قياس ذو الملف المتحرك:** مهم

يتكون جهاز ذو ملف المتحرك كما هو مبين بالشكل [1] و [2]

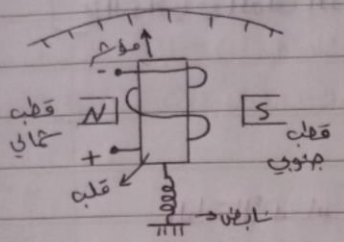
[1] مغناطيس دائم على شكل نعل الفرس ينتهي بقطبين مصنعين من الحديد المطاوع.

[2] يثبت قلب اسطواني الشكل مصنع من الحديد المطاوع بين القطبين شمالي وجنوبي.

[3] يتحرك القلب في قوة ملف كهربائي مصنع من أسلاك كهربائية دقيقة ملفوف على اطار معدني خفيف وتتطيل الشكل قابل للحركة على محور بقاعدة مصنعة من المعدن لسهولة الحركة.

[4] مؤشر معدني خفيف وثبت على اطار معدني يدور مع الملف حيث يؤشر على تدريج يبين المقدار الحركة التي قطعها الملف في حركته.

[5] زنبلك يعاكس حركة الملف ويثبت في الجهاز لموازنة حركة الملف والمؤشر.



رسم تمثيلي لجهاز قياس ذو ملف متحرك.

- **نظرية تشغيل جهاز ذو الملف المتحرك:** مهم

عند توصيل تيار كهربائي المراد قياسه إلى الجهاز يمر تيار بالملف وبذلك يتولد حول الملف مجال مغناطيسي يتداخل هذا المجال المغناطيسي الناشئ بالمغناطيس الدائم مسبباً قوة بين المغناطيسين وبما أن المغناطيس الدائم ثابت في موقعه يؤدي ذلك إلى أن القوة المتبادلة بين المغناطيسين تقع كلها على الملف حيث انه قابل للحركة حول محوره فتسبب له كزم انحراف حيث أن المجال المغناطيسي الناتج عن المغناطيس الدائم ثابت القيمة فإن كزم الانحراف يتناسب مع المجال المغناطيسي الناشئ عن الملف أي مع تيار المار في الملف فيدور المؤشر الموصل مع الملف ويؤشر على قيمة القياس.

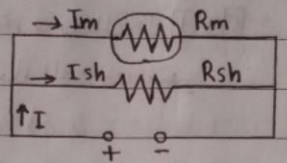
- **استخدام جهاز قياس ذو الملف المتحرك لقياس التيار المستمر:** مهم

يستخدم جهاز القياس ذو الملف المتحرك لقياس التيار المستمر حيث مرور التيار في الملف يسبب

التاريخ : / / ٢٠

الموضوع :

حركة الملف ومن ثم حركة المؤشر وبما أن الملف صغير فإن أقل دقيقة للغاية فإنه يتحمل
إلا تيارات ذات شدة صغيرة جداً تتراوح قيمتها بين 5mA ← 0 هذا يعني أن قدرة الجهاز على
قياس التيار المحدود وللتغلب على هذا العيب والقيام بقياس تيارات عالية يوصل
على التوازي مع الملف الذي مقاومته Rm مقاومة تسمى Rsh (Shunt) تعمل على تجزئة التيار



الدارة الأساسية لزيادة مدى قياس التيار الشكل [٧]

Rsh : مقاومة التوازي.

Rm : مقاومة الداخلية للجهاز (مقاومة الملف).

Ish : تيار المار في مقاومة توازي.

Im : أعظم تيار يتحمله الملف المتحرك وهو أيضاً التيار الذي يحرف المؤشر.

I : التيار الكلي المراد قياسه.

حيث يمر في الملف الذي مقاومة Rm التيار الذي يستطيع تحمله ويمر الباقي في المقاومة المتوازية مع Rsh ويوضح الشكل [٧] في معظم الدارات يكون التيار Ish بالنسبة لـ Im أكبر بكثير الذي يمر في ملف المتحرك لذا يمكن حساب قيمة مقاومة التوازي Rsh التي توصل مع الملف المتحرك عن طريق تطبيق قانون أوم.

من الشكل [٧] الجهد بين الطرفين Rm : $V_m = I_m . R_m$ وبما أن المقاومة Rsh موصولة على توازي مع الملف المتحرك ويكون الجهد على طرفيها $V_{sh} = V_m$ وبما أن التيار الكلي $I = I_m + I_{sh}$ تكون

وبما أن $I_{sh} = I - I_m$ تكون $V_m = V_{sh}$

$$R_{sh} = \frac{V_{sh}}{I_{sh}} = \frac{V_m}{I_{sh}} = \frac{I_m . R_m}{I - I_m}$$

قوانين رياضية

$$\frac{\frac{I_m . R_m}{I_m}}{\frac{I - I_m}{I_m}} = \frac{R_m}{\frac{I}{I_m} - 1} = \frac{I}{I_m} = n$$

$\frac{I}{I_m} - \frac{I_m}{I_m} \leftarrow \frac{I - I_m}{I_m}$ ، $\frac{I_m}{I_m} \downarrow 1$

$$R_{sh} = \frac{R_m}{n - 1}$$

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

يمكن أختيار وجود المقاومة المتوازية Rsh مع الملف ماهي إلا وسيلة لتكبير قدرة الجهاز أو لتوسيع القدرة على قراءة التيارات الكبيرة ويظهر لدينا عامل تركز له n ونسميه عامل التكبير تيار حيث

$$n = \frac{I}{Im}$$

مثال: لدينا جهاز قياس ذو الملف المتحرك (دارسنفال) بالمواصفات التالية $Rm = 100\,\Omega$ وأقصى تيار يتحمله الملف $Im = 1\,mA$ احسب مقاومة التوازي المطلوبة لكي يمكن الجهاز من قراءة $I = 10\,mA$.

$$n = \frac{I}{Im} = \frac{10}{1} = 10$$

$$Rsh = \frac{Rm}{n-1} = \frac{100}{10-1} = \frac{100}{9} = 11{,}11\,\Omega$$

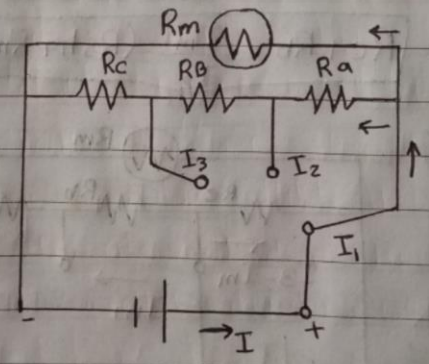
طريقة ثانية:

$$Ish = I - Im = 10 - 1 = 9\,mA$$

$$Rsh = \frac{Im \cdot Rm}{Ish} = \frac{1 \times 100}{9} = 11{,}11\,\Omega$$

- طريقة أيرتون:

نفهم طريقة التعاليق

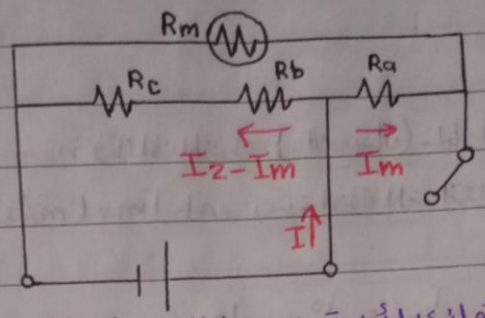


دائرة توازي لأيرتون مع نطاق تيار I_1

الشكل ٤

الموضوع : التاريخ : / / ٢٠

- القوانين : $R_{sh} = \frac{R_m}{n-1} \Rightarrow n = \frac{I}{I_m} = \frac{I_1}{I_m}$ ، $I = I_1$

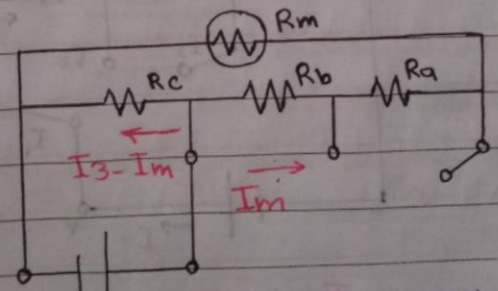


دائرة توازي لأيرتون مع نطاق تيار I_2 الشكل ٥

- القوانين :

$$V_{Rb} + R_c = V_{Rm} + R_a$$
$$(I_2 - I_m)(R_c + R_b) = I_m (R_a + R_m)$$
$$I_2 (R_c + R_b) - I_m (R_c + R_b) = I_m (R_a + R_m)$$
$$I_2 (R_c + R_b) = I_m (R_c + R_b) + I_m (R_a + R_m)$$
$$I_2 (R_c + R_b) = I_m (\underbrace{R_c + R_b + R_a}_{R_{sh}} + R_m)$$

حفظ $\boxed{R_c + R_b = \frac{I_m}{I_2} (R_{sh} + R_m)}$



دائرة توازي لأيرتون مع نطاق تيار I_3 الشكل ٦

الموضوع : المحاضرة الرابعة التاريخ : / / ٢٠

(تكملة المحاضرة الثالثة):

في نطاق التيار I_2 المبين بالشكل رقم [٥] ضربت المقاومة R_a من التسلسل مع R_b-R_c وتدخل على التسلسل مع R_m وبذلك تكون المقاومة R_b+R_c على التوازي مع R_m+R_a وحيث أن الجهد يكون ثابت على التوازي يكون $V_{Rb+Rc}=V_{Ra+Rm}$ ويمكن كتابة هذه المعادلة بدلالة المقاومات والتيارات. (القوانين في الصفحة السابقة)

وبمعرفة قيمة المقاومة الكلية R_{sh} نجد R_b+R_c وبالتالي نجد بعدها:

حفظ $\boxed{R_a = R_{sh} - (R_b+R_c)}$

■ نطاق التيار I_3 :

وبأختيار النطاق I_3 كما هو موضح بالشكل [٦] فإن المقاومة R_a+R_b ضربت من التسلسل مع R_c وتدخل على التسلسل مع R_m وبذلك تكون المقاومة R_c على التوازي مع $R_a+R_b+R_m$

ويكون $V_{Rc}=V_{Ra}+V_{Rb}+V_{Rm}$

$$R_c(I_3-I_m) = I_m(R_a+R_b+R_m)$$

$$I_3R_c - I_m.R_c = I_m(R_a+R_b+R_m)$$

$$I_3R_c = I_m(R_a+R_b+R_m) + I_mR_c$$

$$= I_m(\underbrace{R_a+R_b+R_c}_{R_{sh}}+R_m)$$

$$I_m(R_{sh}+R_m)$$

حفظ $\boxed{R_c = \frac{I_m}{I_3}(R_{sh}+R_m)}$

$$R_{sh} = R_a+R_b+R_c \Rightarrow$$

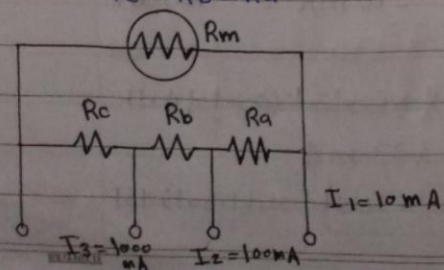
حفظ $\boxed{R_b = R_{sh} - (R_a+R_c)}$

مثال: في الدارة المبينة بالشكل التي تمثل دارة توازي آيرتون احسب قيم المقاومات المجهولة.

$R_c - R_b - R_a$

$I_m = 100\mu A$

$R_m = 1K\Omega$



الموضوع : التاريخ : / / ٢٠

I_1 نسبة التكبير للمدى $n = \frac{I}{Im} = \frac{I_1}{Im} = \frac{10 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-6}} = 100$

$$Rsh = \frac{Rm}{n-1} = \frac{1 \times 10^3}{100-1} = 10,1\ \Omega$$

$$Rb+Rc = \frac{Im}{I_2}(Rsh+Rm) = \left(\frac{100 \times 10^{-6}}{100 \times 10^{-3}}\right)(10,1 + 1 \times 10^3)$$

$$= 1,01\ \Omega$$

$$Ra = Rsh - (Rb+Rc)$$

$$10,1 - 1,01 = 9,09\ \Omega$$

$$Rc = \frac{Im}{I_3}(Rsh+Rm) = \frac{100 \times 10^{-6}}{1000 \times 10^{-3}}(10,1 + 1 \times 10^3) = 0,101$$

$$Rb = Rsh - (Ra+Rc) = 10,1 - (9,09 + 0,101) = 0,909$$

مهم - تأثير الحمل في حال استخدام جهاز دوالماف المتحرك (دارسنفال) كجهاز قياس التيار:

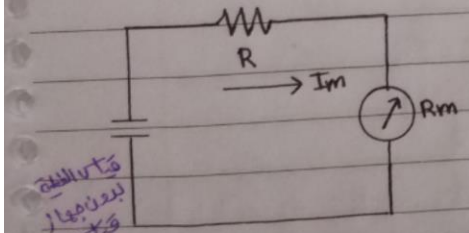
ينبغي أن تتخذ الاحتياطات عند قياس قيمة التيار في دارات الالكترونية حيث تغير المقاومة جهاز القياس عند قياس التيار.

يجب أن تكون المقاومة جهاز القياس الداخلية صغيرة ما أمكن حتى لا تؤثر المقاومة الكبيرة تأثر على عمل الدارة وهذا مايسمى بتأثير الحمل.

المثال التالي:

وضح تأثير الحمل على قيمة التيار المار في الدارة.

$$Im = \frac{E}{R+Rm}$$



فإذا افترضنا أن جهد البطارية $E = 10$ والمقاومة $R = 100\ K$ في التيار المار في الدارة.

$$Im = \frac{10}{100 \times 10^3} = 10\ mA$$

الان إذا افترضنا مقاومة جهاز القياس $Rm = 2K$

$$Im = \frac{10}{100 \times 10^3 + 2 \times 10^3} = 3,33\ mA$$

اذا زادت المقاومة الداخلية للجهاز تؤثر على الحمل.

وتصبح القيمة التي يشير إليها الجهاز أقل بمقدار 67% من القيمة الصحيحة.
ولكي لا يؤثر الأمتر أو جهاز القياس مراد التار في الدارة ينبغي أن تكون مقاومته صغيرة جداً لا تزيد عن 1Ω.

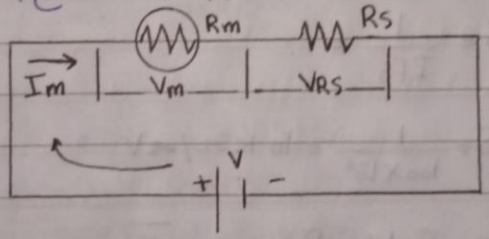
المحاضرة الخامسة

- استخدام جهاز ملف المتحرك لقياس الجهد: مهم

تعتمد الفكرة الأساسية لاستخدام جهاز وملف المتحرك لقياس الجهد الكهربائي على قانون أوم $V = I \times R$ حيث أن مرور تيار كهربائي في مقاومة كهربائية يسبب هبوط جهد كهربائي يتناسب مع تيار المار في المقاومة. [كلما زاد تيار يزداد الجهد والمقاومة ثابتة].

وبما أن الجهاز لا يشير إلا بمرور التيار الكهربائي ففي هذه الحالة يمكن تحويل الجهد الكهربائي إلى تيار كهربائي بواسطة تطبيقه على مقاومة معروفة القيمة وبذلك يتناسب التيار الناتج مع الجهد المطبق ويعاير الجهاز في هذه الحالة لقياس مباشرة الجهد مباشرة.

- لقياس الجهود لابد من استعانة بمقاومة خارجية كبيرة تسلسل مع جهاز تسمى R_S يكون مهمتها أن يهبط عليها الجزء الأكبر من الجهد المقاس لتقسم جهد كما هو موضح بالشكل:



يمكن حساب المقاومة R_S تبعاً لقيمة الجهد المقاس V كالآتي:

$$I_m = \frac{V}{R_m + R_S} = I_m (R_m + R_S) = V$$

$$= I_m \cdot R_m + I_m \cdot R_S = V$$

$$= I_m \cdot R_S = V - I_m \cdot R_m$$

$$R_S = \frac{V - I_m \cdot R_m}{I_m} =$$

$$R_S = \frac{V}{I_m} - R_m$$

حفظ ⓘ