الموضوع

التاريخ / /

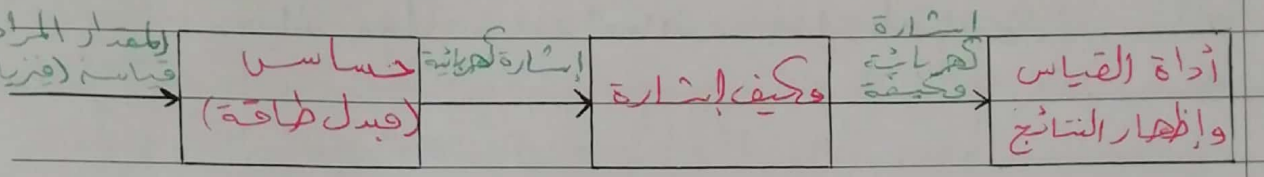
(ن،م) 2018/10/2

نظم القياسات الكهربائية

تصنف أجهزة القياس الكهربائية بصورة أساسية إلى ثلاثة أنواع

1/ نظام القياس المباشر (ذو الدارة المفتوحة):

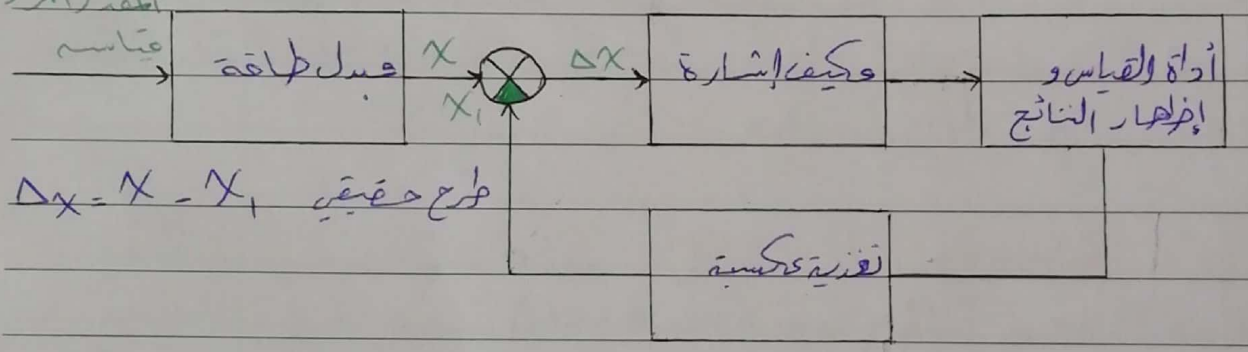
يمثل الشكل التالي رسماً توضيحياً للمخطط الصندوقي لهذا القياس:



ملاحظة:

الإشارة الكهربائية المكيفة: ملائمة للدخل في أداة القياس.

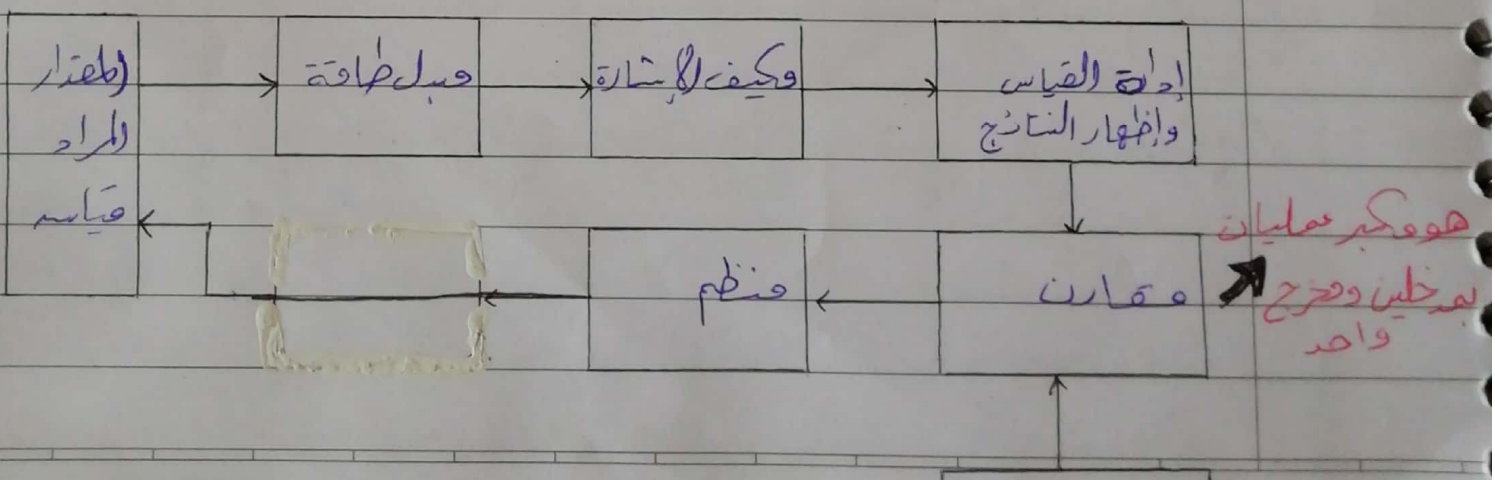
2/ نظام القياس الغير مباشر (ذو الدارة المغلقة بدون مقارن):



ملاحظة:

التغذية العكسية تقوم بعمل معاكس للعمل الخاطئ الذي أحدثه في التغذية الأمامية

3/ نظام القياس غير المباشر ذو الدارة المغلقة مع مقارن:



CASTLE Rasheed

Scanned by CamScanner

* بالمقارنة بين الأنظمة الثلاثة السابقة نستنتج:

* يتبين أن النظام "A" أبسط وأقل كلفة اقتصادية وأكثر سرعة من النموذجين "B" و "C" لكنه أقل دقة منهم.

* ويتميز النموذج "C" عن "B" من حيث إمكانية التحكم بالمقدار المراد قياسه علاوة عن إمكانية بعملية القياس.

Scanned by CamScanner

التاريخ / / /

(د) م 2018/10/9

أ- عبل الطاقة (الحساس):

هو عبارة عن أداة تقوم بتبديل المقادير الفيزيائية إلى إشارة كهربائية (جهد أو تيار) ويشكل المرحلة الأولى في نظام القياس.

طبلات الطاقة نوعان أساسيان هما:

1. عبل طاقة فعّال: هو عبارة عن عبل طاقة لا يحتاج إلى تغذية كهربائية خارجية لأن المقدار الفيزيائي المراد تبديله يقوم بتوليد قوة محركة كهربائية تساعد العبل في عمله.
2. عبل طاقة غير فعّال: هو عبارة عن عبل طاقة يحتاج إلى تغذية خارجية كي يعمل.

ب- مكيف الإشارة:

- هو عبارة عن أداة تقوم بتكييف الإشارة الكهربائية الملتقطة في مدخلها وجعلها ملائمة للدخول في حركية القياس وهي تشكل المرحلة الثانية في نظام القياس.

ج- أداة القياس وإظهار النتائج:

- هي عبارة عن أداة يطبق في مدخلها إشارة كهربائية قادمة من خرج مكيف الإشارة فتؤدي إلى حركة خطية أو زاوية (المستخدم غالباً هو الحركة الزاوية) حيث يتحرك مع القسم المتحرك مؤشر دلالي يشير رأسه على تدريجات لوحة مدرجة وهي تشكل المرحلة الأخيرة في نظام القياس.

إظهار النتائج:

يتم إظهار النتائج إما على شكل:

أ- إظهار تمثيلي: حيث يتم إظهار نتيجة القياس باستخدام لوحة مدرجة و مؤشر دلالي.

عندما تكون المسافات بين التدريجات متساوية يكون التدريج منتظم وتكون العلاقة بين التيار المار في أداة القياس والمقدار المراد قياسه خطية

مثال على ذلك (مقياس الأمبير ومقياس الفولت)

CASTLE Rasheed

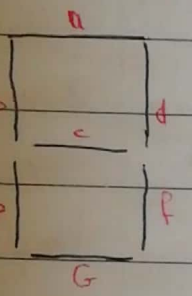
Scanned by CamScanner

أما عندما تكون العلاقة لاخطية عندها ستكون التدريجات غير منتظمة و بالتالي المسافات فيما بينها غير متساوية و كمثال على ذلك (مقياس الأدوم)

ب. إظهار رقمي:

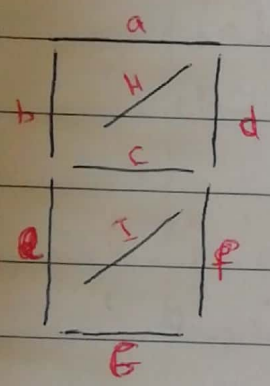
لكي نتمكن من إظهار نتائج القياس على شكل خانات عشرية حيث في كل خانة عشرية يمكن كتابة الأرقام من (9 → 0) بالأرقام العربية و من أجل الإظهار الرقمي يوجد عدة طرق نذكر منها:

1. الطريقة بسباعية القطع:



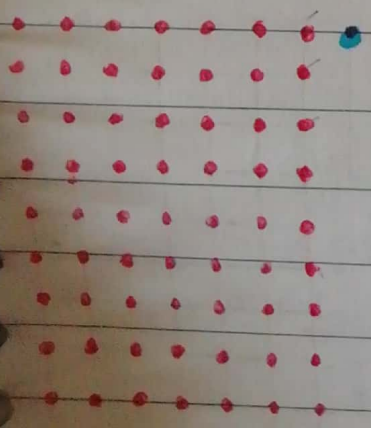
حيث يتم استخدام سبع قطع بحيث يضاء بعضاً منها في الحالة العامة لتظهر الشكل المطلوب

2. الطريقة تساعية القطع:



3. الطريقة النقطية بأبعاد " 7X9 "

حيث يتم تشغيل النقاط المخصصة لرتبة واحد الرقم.



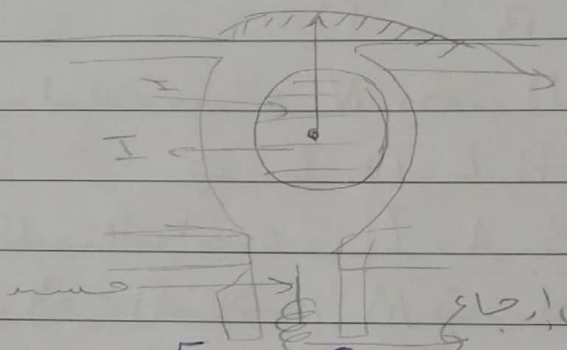
4. الطريقة النقطية بأبعاد 9X11

Scanned by CamScanner

آلية الملف المتحرك (حركية واسونفال)

- القسم المتحرك: وهو عبارة عن أنبوطوانة صغيرة ملفوف عليها عدد من اللفات يثبت على الجانبين

يلف حول السنبين في الجانبين نابضي إرجاع وهتهما إرجاع الجملة المتحركة الى حالتها الأولية ويثبت على السن العلوي مؤشر لالي يتحرك مع حركة الأسطوانة ويشير رأسه على لوحة مدرجة كما هو مبين في الشكل:



- قوة لورنز: $F = q.B.V.\sin\theta$

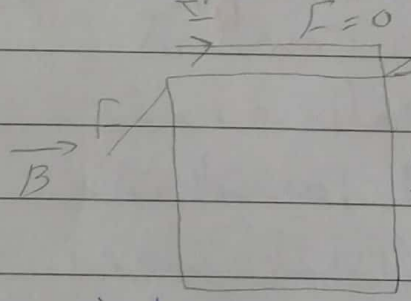
$\Rightarrow F = I.t.B.\frac{L}{t}\sin\theta$

$F = I.B.L.\sin\theta$ تنتج قوة لابلاس والتي تعطى بالعلاقة:

- يعتمد مبدأ عمل هذه الحركية على قوة لورينز والتي تعطى بالعلاقة $F = q.B.V.\sin\theta$

حيث: F: قوة لورينز - q: الشحنة الكهربائية - B: كثافة التحريض المغناطيسي - V: السرعة ، θ: الزاوية بين B و V.

- يبين الشكل التالي رسما توضيحيا لحركة التيار الكهربائي خلال لفة واحدة

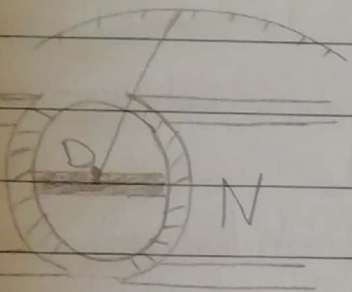


- يلاحظ من هذا الشكل أن قوة لورينز تكون معدومة في الجزأين العلوي والسفلي بسبب كون الزاوية θ معدومة أو π راديان. أما في الجزء اليمين فسوف تنشأ قوة لورينز يحدد اتجاهها من قاعدة أصابع اليد اليمنى وكذا الأمر بالنسبة لجزء اليسار.

CASTLE Rasheed

Scanned by CamScanner

- بالنتيجة ستنشأ مزدوجة قتل تؤدي إلى تحريك الأسطوانة والتي تشكل القسم المتحرك من الآلة.
- يمكن رسم وسقط أفقي لحركة القياس بالشكل التالي:



- إن قيمة عزم المزدوجة للفة واحدة تعطى بالعلاقة:

$$M_1 = F_1 \cdot \frac{D}{2} = q \cdot B \cdot V \cdot D$$

ويمكن تحويل هذه العلاقة إلى علاقة قوة لابلاس

$$M_1 = I \cdot B \cdot L \cdot D$$

ومن أجل عدد لفات وقدره "N" يكون العزم الكلي للمزدوجة:

$$M = N \cdot M_1 = N \cdot B \cdot L \cdot D \cdot I \Rightarrow$$

$$\boxed{M = N \cdot B \cdot A \cdot I}$$

حيث: A: مساحة اللفة الواحدة

عندما يقوم العزم المغناطيسي M بتحريك الحملة المتحركة فإن عزماً ميكانيكياً سيحاول إيقاف الحركة ويعطى هذا العزم الميكانيكي بالعلاقة:

$$M_{mec} = J\frac{d^2\theta}{dt^2} + D\frac{d\theta}{dt} + S\theta$$

M_{mec} ← العزم الميكانيكي
$J\frac{d^2\theta}{dt^2}$ عزم العطالة
$D\frac{d\theta}{dt}$ عزم التخامد
$S\theta$ عزم الإرجاع

حيث: J: ثابت العطالة و d: ثابت التخامد. S: ثابت الإرجاع

وعندما يتساوى العزمان المغناطيسي والميكانيكي أي تصبح الحملة مستقرة أي تتوقف الحمالة عن الحركة.

$$M = M_{mec} \Rightarrow N \cdot B \cdot A \cdot I = S\theta$$

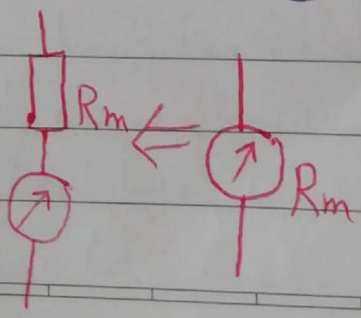
حيث $M_{mec} = J\frac{d\dot{\theta}}{dt} + D\frac{d\theta}{dt} + S\theta$ (الحدان $J\frac{d\dot{\theta}}{dt}$ و $D\frac{d\theta}{dt}$ يؤولان إلى 0)

$$\theta = \frac{N \cdot B \cdot A}{S} I \Rightarrow \theta = Const \cdot I$$

- يتبين من المعادلة الأخيرة أن العلاقة بين θ و I خطية لذلك فإن التدريجات للوحة ستكون منتظمة.
- إن قيمة التيار الأعظمي المسموح مروره في حركية القياس

$$I_{max} = 50\,mA$$

- يرمز لحركية دارسونفال:



CASTLE
Scanned by CamScanner

أن حركية داسون فالاستطاعة أن تتعامل مع القيم المستمرة فقط بشكل مباشر ولا يمكنها التعامل مع القيمة المتناوبة.

تكون المقاومة محدودة مابين " 50 و100Ω "

قانون مقاومة السلك أو الناقل (المقاومة النوعية).

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

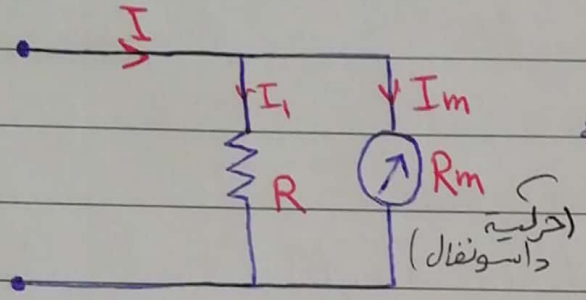
Scanned by CamScanner

أجهزة القياس الرئيسية:

1. الأميرمتر الأساسي:

يمكن أن يصمم مقياس الأميير الأساسي لمقياس وحيد المجال أو ممكن أن يصمم كمقياس متعدد المجال.

1. مقياس الأمبير وحيد المجال: يصمم هذا المقياس على الشكل التالي:



نلاحظ من هذه الدارة أن المقاومة "R" يتم وصلها على التفرع مع حركية القياس وبالتالي يصبح لدينا مجزئ التيار ومن هذه الدارة نكتب:

$$I_m = I \frac{R}{R+R_m}$$

حسب كيرشوف الأول: $I = I_1 + I_m$

$$I_{m\,max} = 50\,\mu A$$

* عندما يراد تصميم مقياس أميير فهذا يعني إيجاد قيمة المقاومة R

تطبيق:

صمم مقياس أميير وحيد المجال ليعمل في الحالتين:

أ- عندما تكون $I = 100mA$

ب- عندما تكون $I = 2A$ وذلك إذا علمت أن $R_m = 100\,\Omega$

ج- استنتج وناقش.

أ-

$$I_m = I \frac{R}{R+R_m}$$

$$I_m R + I_m R_m = I R$$

$$\Rightarrow R(I - I_m) = I_m R$$

$$* \quad R = \frac{I_{m\,max} \cdot R_m}{I - I_m}$$

$$= \frac{50 \times 10^{-6} \times 100}{100 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-6}} = 0,05\,\Omega$$

Scanned by CamScanner

ب.

$$R = \frac{I_{max} \cdot R}{I - I_{max}}$$

$$= \frac{50 \times 10^{-6} \times 100}{2 - 50 \times 10^{-6}} = 0,0025\ \Omega$$

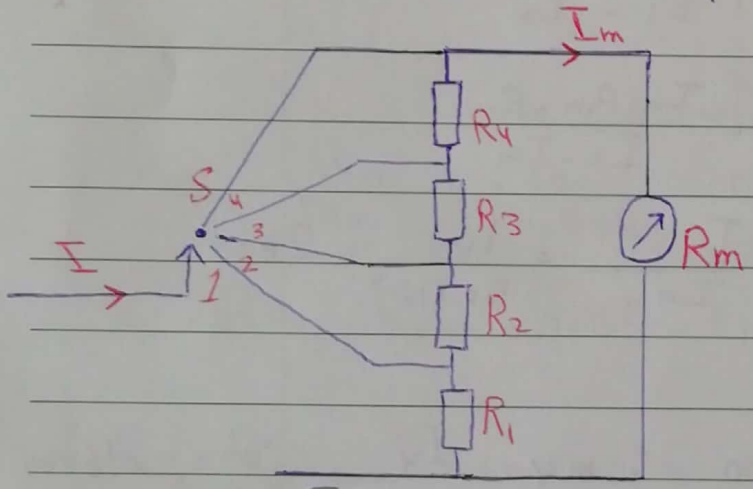
ملاحظة:

- مما سبق تبين أنه كلما كانت قيمة التيار المراد قياسها في مقياس الأمبير وحيد المجال أكبر كلما كانت المقاومة الواجب توصيلها على التفرع مع حركية القياس أصغر.
- بما أن قيم المقاومات تكون عادة صغيرة لذلك فإن تصنيع هذه المقاومات تتطلب دقة عالية لذلك تستخدم هذه المقاييس لقياس تيارات تصل حتى (1 أمبير).

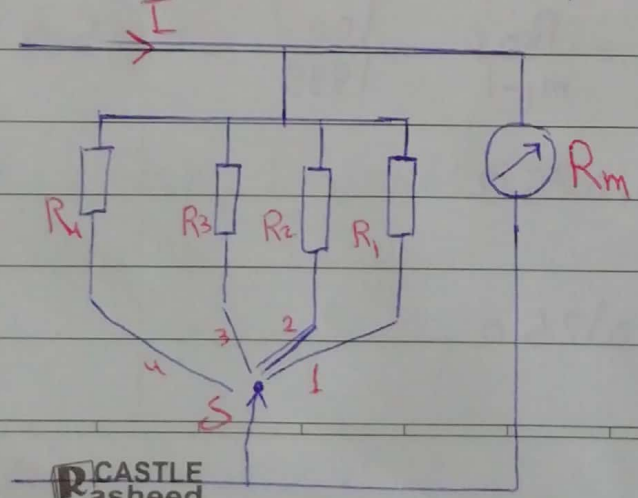
2- مقياس الأمبير متعدد المجالات:

يمكن تصميم مقياس أمبير متعدد المجالات على شكل أحد النموذجين التاليين:

A. النموذج التسلسلي:



B. النموذج الشبيه بالتفرعي: حيث يتم وصل المقاومات مع حركية القياسات كما هو مبين بالشكل:

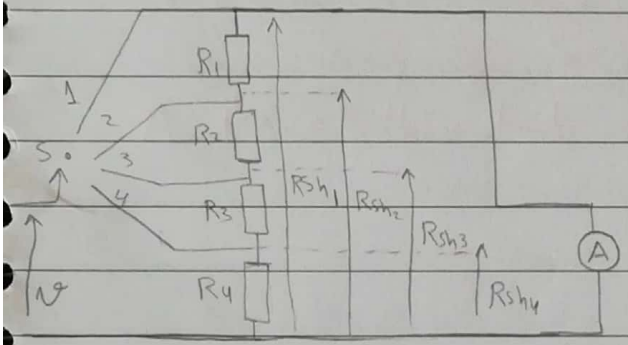


CASTLE Rasheed

Scanned by CamScanner

بالمقارنة بين A و B نبين:
أن النموذج A هو أكثر دقة من النموذج B أي أنه أفضل منه من حيث الدقة لكن النموذج B يتميز عن النموذج A أنه في حال حدوث عطل في أحد المقاومات حيث يؤدي هذا العطل في نموذج B إلى خروج مجال واحد عن العمل وتبقى بقية المجالات تعمل أما في حال حدوث عطل في أحد المقاومات في النموذج A فقد يؤدي إلى توقف كامل المجالات عن العمل.

تطبيق:
صمم مقياس أمبير أنسي ذو أربعة مجالات وذلك في حالتين:
أ- النموذج تسلسلي.
ب- النموذج شنتيه بالتفرع إذا علمت أن $I_m = 50\mu A$ و $R_m = 100\Omega$ وأن المجالات المستخدمة هي: 100mA, 200mA, 400mA, 800mA.



أ-

$$R_{sh_1} = \frac{I_m \cdot R_m}{I_1 - I_m}$$

$$R_{sh_2} = \frac{I_m (R_m + R_1)}{I_2 - I_m}$$

$$m_1 = \frac{I_1}{I_m} = \frac{100}{50 \times 10^{-3}} = 2000$$

$$m_2 = \frac{I_2}{I_m} = \frac{200}{50 \times 10^{-3}} = 4000$$

$$m_3 = \frac{I_3}{I_m} = \frac{400}{50 \times 10^{-3}} = 8000 \quad , \quad m_4 = \frac{I_4}{I_m} = \frac{800}{50 \times 10^{-3}} = 16000$$

$$R_{sh_1} = \frac{I_m \cdot R_m}{I_1 - I_m} = \frac{R_m}{\frac{I_1}{I_m} - 1} = \frac{R_m}{m_1 - 1} = \frac{100}{1999} = 0,05\Omega$$

$$R_{sh_2} = \frac{R_m}{m_2 - 1} = \frac{100}{3999} = 0,025\Omega$$

$$R_{sh_3} = \frac{R_m}{m_3 - 1} = \frac{100}{7999} = 0,0125\Omega$$

CASTLE Rasheed

Scanned by CamScanner

نموذج شبيه بالتفرعي

$$R_1 = \frac{I_{mmax} \cdot R_m}{I_1 - I_{mmax}} = \frac{50\times10^{-6}\times100}{100\times10^{-3} - 50\times10^{-6}} = 0,05\ \Omega$$

$$R_2 = \frac{I_{mmax} \cdot R_m}{I_2 - I_{mmax}} = \frac{50\times10^{-6}\times100}{200\times10^{-3} - 50\times10^{-6}} = 0,025\ \Omega$$

$$R_3 = \frac{I_{mmax} \cdot R_m}{I_3 - I_{mmax}} = \frac{50\times10^{-6}\times100}{400\times10^{-3} - 50\times10^{-6}} = 0,0125\ \Omega$$

$$R_4 = \frac{I_{mmax} \cdot R_m}{I_4 - I_{mmax}} = \frac{50\times10^{-6}\times100}{800\times10^{-2} - 50\times10^{-6}} = 0,00625\ \Omega$$

$$R_{sh_4} = \frac{R_m}{n_4 - 1} = \frac{100}{15999} = 0,00625\ \Omega$$

$$R_1 = R_{sh_1} - R_{sh_2} = 0,05 - 0,025 = 0,025\ \Omega$$

$$R_2 = R_{sh_2} - R_{sh_3} = 0,025 - 0,0125 = 0,0125\ \Omega$$

$$R_3 = R_{sh_3} - R_{sh_4} = 0,0125 - 0,00625 = 0,00625\ \Omega$$

$$R_4 = R_{sh_4} = 0,00625\ \Omega$$

Scanned by CamScanner

الموضوع

التاريخ / / (على)

تطبيق :

صمم مقياس أمبير أساسي ذو أربعة مجالات :

$R_m = 50\,\Omega$, $I_1 = 10\,mA$, $I_2 = 50\,mA$, $I_3 = 100\,mA$, $I_4 = 500\,mA$

$$R_1 = \frac{I_{mmax} \cdot R_m}{I_1 - I_{mmax}} = \frac{50 \times 10^{-6} \times 50}{10 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-6}} = 0,251\,\Omega$$

$$R_2 = \frac{I_{mmax} \cdot R_m}{I_2 - I_{mmax}} = \frac{50 \times 10^{-6} \times 50}{50 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-6}} = 0,050\,\Omega$$

$$R_3 = \frac{I_{mmax} \cdot R_m}{I_3 - I_{mmax}} = \frac{50 \times 10^{-6} \times 50}{100 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-6}} = 0,025\,\Omega$$

$$R_4 = \frac{I_{mmax} \cdot R_m}{I_4 - I_{mmax}} = \frac{50 \times 10^{-6} \times 50}{500 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-6}} = 0,005\,\Omega$$

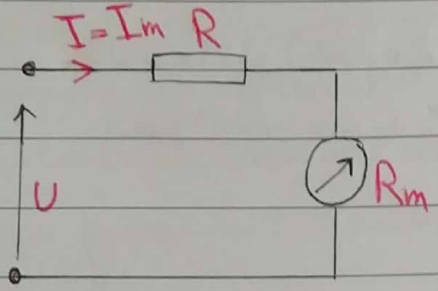
Scanned by CamScanner

الموضوع

التاريخ / /

(نظري)

الفولتمترات الأساسية



$$U = I\,(R + R_m)$$

$$I = I_m$$

تطبيق 1:

$U = 1000\ V$ ، $R_m = 100\ \Omega$

$$U = I_m\,(R + R_m)$$

$$U = I_m \cdot R + I_m \cdot R_m$$

$$R = \frac{U - I_m \cdot R_m}{I_m} = \frac{1000 - (50 \times 10^{-6} \times 100)}{50 \times 10^{-6}}$$

$$= 19999900\ \Omega$$

- عندما يطلب قياس مقاومة الدخل لمقياس الفولت عندها نكتب بالشكل:

$$R_{in} = R + R_m$$

$$= 19999900 + 100 = 20000000\ \Omega = 20\ M\Omega$$

تطبيق 2: أوجد قيمة الجهد الأعظمي الممكن قياسه باستخدام فولتمتر أساسي وحيد المجال: $I_m = 50 \times 10^{-6}$ ، $R_m = 100\ \Omega$ ، $R = 500\ K\Omega$

$$U = I_m\,(R + R_m)$$

$$= (50 \times 10^{-6})(500 \times 10^{3} + 100) = 25{,}005\ V$$

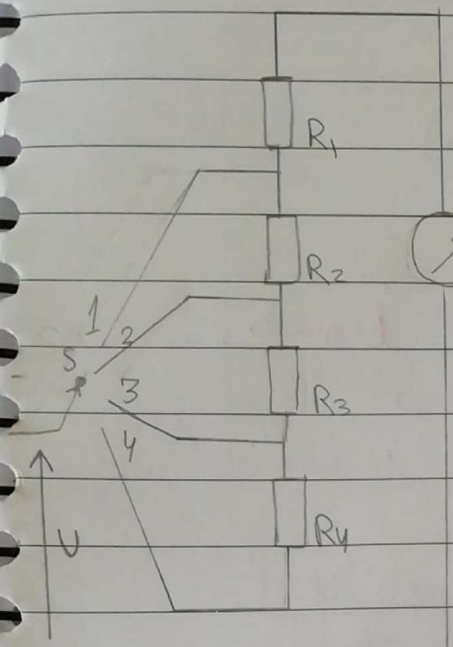
- ويمكن تصميم فولتمترات أساسية متعددة المجالات وذلك باستخدام أحد النموذجين التاليين:

أ- النموذج التسلسلي: في هذا النموذج يتم وصل المقاومات مع حركية القياس كما هو مبين بالشكل:

Scanned by CamScanner

الموضوع

التاريخ / /

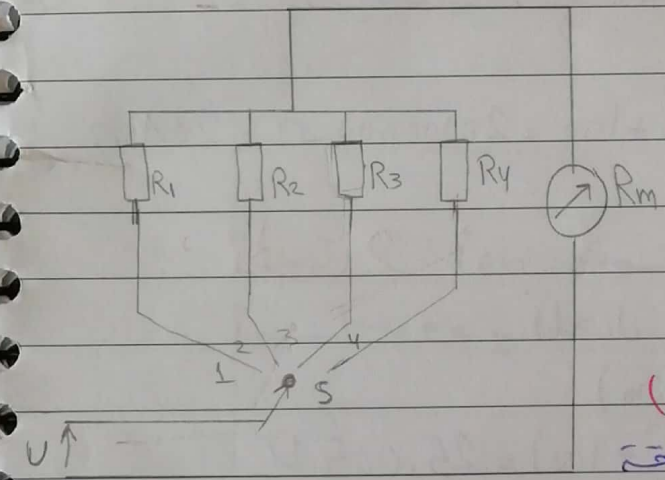


* عندما يراد تصميم مقياس فولت متعدد المجالات فهذا يعني حساب جميع مقاوماته

الحد الصغير فوق الحد الكبير تحت

ب. النموذج تشبيه بالتفرعي:

في هذا النموذج يتم وصل المقاومات مع حركية القياس كما هو مبين بالشكل:



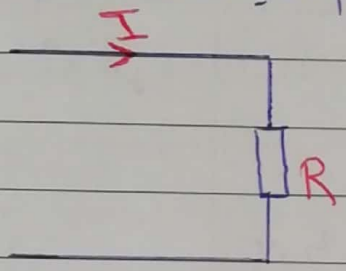
* بالمقارنة بين النموذجين (أ و ب)

نبين أن النموذج "أ" هو الأدق من النموذج "ب" لكنه أسوأ منه من حيث أن يمكن أن يقف القياس بشكل كامل عن العمل في حال حدوث عطل في أحد المقاومات كالمقاومة R_1 مثلاً، بينما في النموذج "ب" يتوقف عن العمل مجال واحد فقط إذا حدث عطل.

Scanned by CamScanner

تطبيق 3.

نعطى مقاومة كهربائية ضمن دارة كهربائية نمر فيها تيار كهربائي كما هو مبين بالشكل [I = 10 mA] مع مراعاة أن شدة التيار [I] يجب أن تبقى ثابتة أثناء التجربة.



1. الخطأ المطلق.
2. الخطأ النسبي
3. الخطأ النسبي المئوي
4. قارن واستنتج وذلك في الحالات التالية:

أ. $R = 100\,\Omega$ ، $R = 1\,K\Omega$ ، $R = 100\,K\Omega$

ب. $Rv = 100\,K\Omega$ ، $Rv = 500\,K\Omega$ ، $Rv = 1\,M\Omega$

الخطأ المطلق: Δ = | القيمة الحقيقية - القيمة المقاسة |

الخطأ النسبي = $\varepsilon = \frac{\Delta}{\text{القيمة الحقيقية}}$

الخطأ النسبي المئوي: $\varepsilon\% = \varepsilon \times 100\%$

I	10 mA 10^{-3}								
R	100 Ω			1 KΩ			100 KΩ		
Rv	100K	500K	1M	100K	500K	1M	100K	500K	1M
القيمة الحقيقية		1V			10V			1000V	
القيمة المقاسة	0.9992V	0.9998V	0.9999V	9.9009 V	9.9800 V	9.99V	500V	833.33 V	909.0909
Δ	10^{-3}	2×10^{-4}	1×10^{-4}	0.0991	0.02	0.01	500	166.667	90.9091
ε	10^{-3}	2×10^{-4}	10^{-4}	0.00991	0.002	0.001	0.5	0.16666	0.0909091
$\varepsilon\%$	0.1	0.2	0.1	0.99	0.2	0.1	50	16.66	9.09

CASTLE

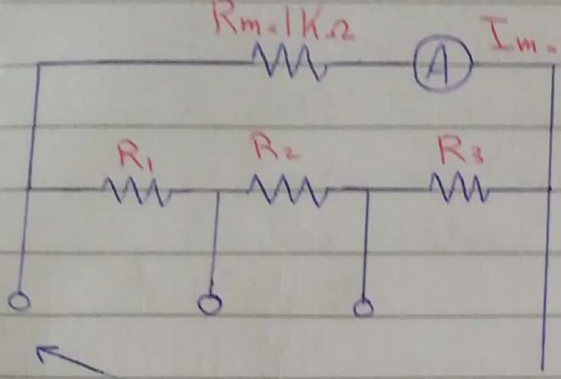
Scanned by CamScanner

"القياسات وأخطاء القياس" عملي

التاريخ / / □

الموضوع

نطبق:



$R_1 = 0.05\,\Omega$, $R_2 = 0.45\,\Omega$

$R_3 = 4.5\,\Omega$

$$R_{sh_1} = R_1 + R_2 + R_3 = 5\,\Omega$$

$$(m_1 - 1) = \frac{R_m}{R_{sh_1}} \Rightarrow m_1 = \frac{R_m}{R_{sh_1}} + 1$$

$$m_1 = \frac{1000}{5} + 1 = 201 \Rightarrow I_1 = m_1 \cdot I_m = 201 \times 50 = 10050\,\mu A = 10.05\,mA$$

$$m_2 = \frac{R_m}{R_{sh_2}} + 1 = \frac{1000}{(R_2 + R_3)} + 1 = \frac{1000}{(0.45 + 4.5)} + 1 = 203.02$$

$$\Rightarrow I_2 = I_m \cdot m_2 = 50 \times 203.02 = 10151\,\mu A$$

$$R_{sh_3} = R_3 = 4.5\,\Omega$$

$$m_3 = \frac{R_m}{R_{sh_3}} + 1 = \frac{1000}{R_3} + 1 = \frac{1000}{4.5} + 1 = 223.22$$

$$\Rightarrow I_3 = I_m \cdot m_3 = 50 \times 223.22 = 11161\,\mu A$$

Scanned by CamScanner

نظري: وسالة وظيفة:

صمم وقياس فولتمتر أساسي ذو خمسة مجالات:

1. من النموذج التسلسلي

ب. من النموذج المشبه بالتفرعي وذلك من أجل قياس الجهود للمجالات التالية: [50V], [100V], [200V], [500V], [1000V]

مع العلم أن $R_m = 100\Omega$

$$R_{eq_1} = \frac{R R_V}{R + R_V} = \frac{100 \times 100\,000}{100 + 100} = 99.9\,\Omega$$ تطبيق 3

$$V_{V_1} = R_{eq} \cdot I = 0.999\,V$$

$$R_{eq_2} = \frac{100 \times 500\,000}{500 \times 100} = 99.9\,\Omega \Rightarrow V_{V_2} = 0.999\,V$$

$$R_{eq_3} = \frac{100 \times 1\,000\,000}{1\,000\,100} = 99.9\,\Omega \Rightarrow V_{V_3} = 0.999\,V$$

Scanned by CamScanner

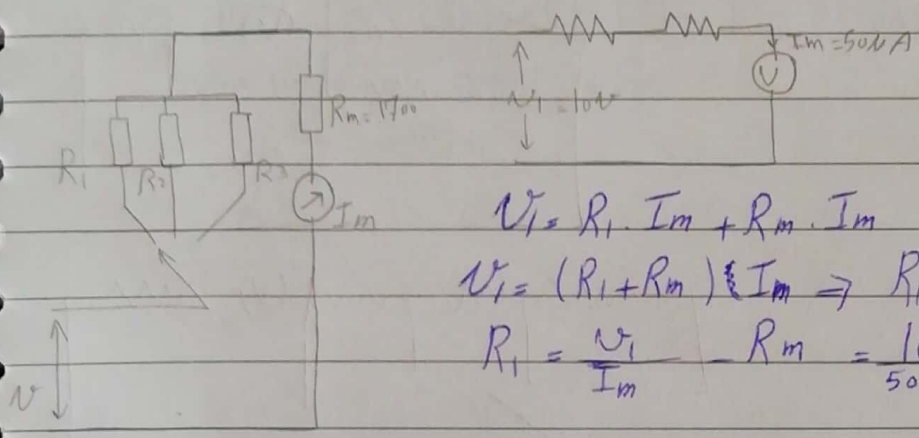
الموضوع التاريخ عملي

مسألة:

مصمم قياس جهد بحيث $I_m = 50\mu A$ ومقاومة الجهاز $R_m = 1700\Omega$ في الحالات [100v, 50v, 10v] بالطريقتين:

1. التسلسلي 2. التشعبي بالتفرع

التشعبي بالتفرع



$$V_1 = R_1 \cdot I_m + R_m \cdot I_m$$

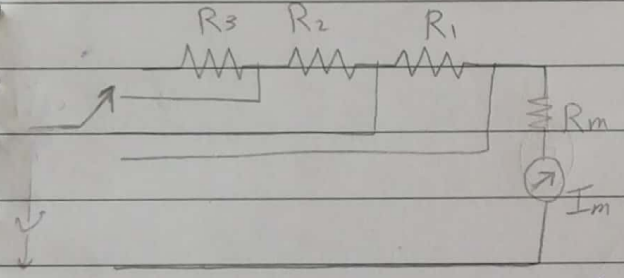
$$V_1 = (R_1 + R_m) I_m \Rightarrow R_1 + R_m = \frac{V_1}{I_m}$$

$$R_1 = \frac{V_1}{I_m} - R_m = \frac{10}{50 \times 10^{-6}} - 1700 = 198300\ \Omega$$

$$R_2 = \frac{V_2}{I_m} - R_m = \frac{50}{50 \times 10^{-6}} - 1700 = 998300\ \Omega$$

$$R_3 = \frac{V_3}{I_m} - R_m = \frac{100}{50 \times 10^{-6}} - 1700 = 1998300\ \Omega$$

التسلسلي:



$$V_1 = (R_1 + R_m) I_m$$

$$R_1 = \frac{V_1}{I_m} - R_m = 198300\ \Omega$$

$$V_2 = (R_2 + R_1 + R_m) I_m$$

$$\frac{V_2}{I_m} = R_2 + R_1 + R_m$$

$$\Rightarrow R_2 = \frac{V_2}{I_m} - R_1 - R_m = \frac{50}{50 \times 10^{-6}} - 198300 - 1700$$

$$= 800000\ \Omega = 800K\Omega$$

$$V_3 = (R_3 + R_2 + R_1 + R_m) I_m$$

$$\frac{V_3}{I_m} = R_3 + R_2 + R_1 + R_1$$

$$\Rightarrow R_3 = \frac{V_3}{I_m} - R_2 - R_1 - R_m$$

$$= \frac{100}{50 \times 10^{-6}} - 800000 - 198300 - 1700$$

$$= 1M\Omega$$

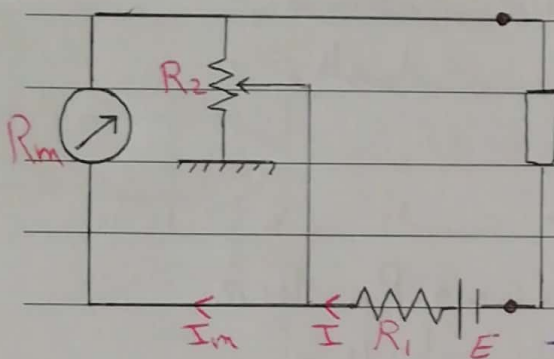
CASTLE Rasheed

Scanned by CamScanner

نظري

مقاييس الأوم (أوم . متر)

- يستخدم هذا المقياس لقياس المقاومة المجهولة.
- تصميم دارة المقياس كما هو مبين بالشكل:
- عندما نريد تصميم مقاييس الأوم مهما كان نوعه يعني حساب كلا من "R_1 و R_2"
- لإيجاد قيم كلا من R_1 و R_2 نجعل:



1. $R_x = 0$ وذلك بعد كتابة العلاقة الأساسية للتيار المار في حركية القياس:

$$I_m = I\frac{R_2}{R_1+R_2} = \frac{E}{R_{eq}}\cdot\frac{R_2}{R_m+R_2}$$

$$= \frac{E}{(R_1+R_2)+(R_m \parallel R_2)}\cdot\frac{R_2}{R_m+R_2}$$

$$= \frac{E}{(R_1+R_x)+\left(\frac{R_2\cdot R_m}{R_2+R_m}\right)}\cdot\frac{R_2}{(R_m+R_2)}$$

$$I_m = \frac{E\cdot R_2}{(R_1+R_x)(R_2+R_m)+(R_2\cdot R_m)}$$

$$R_x = 0 \Rightarrow I_m = \frac{E\cdot R_2}{R_1(R_2+R_m)+(R_2\cdot R_m)} = I_{max}$$

$$\Rightarrow 50\times10^{-6} = \frac{E\cdot R_2}{R_1(R_2+R_m)R_2R_m} \quad \ldots (1)$$

2. $R_x = R_x$ نصف

$$I_m = I_{max}/2$$

$$= 25\times10^{-6} = \frac{E\cdot R_2}{(R_1+R_x)(R_2+R_m)+(R_2R_m)} \quad \ldots (2)$$

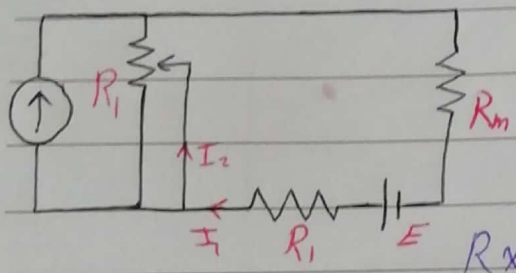
بحل جملة المعادلتين 1 و 2 يمكن الحصول على قيم كلا من R_1 و R_2

Scanned by CamScanner

التاريخ (العملي)

صمم مقياس أوم أساسي وذلك إذا علمت أن $R_m = 100\,\Omega$, $E = 12\,V$ وعندما تكون قيمة المقاومة $R_x = 50\,K\Omega$ ويكون المؤشر في منتصف مجال القياس

" $I_m = I_{max}/2$ "



$R_m = 100\,\Omega$, $E = 12\,V$

$R_m = 50K\Omega \Rightarrow \frac{I_{m\,max}}{2}$

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

$$R_x = 0 \Rightarrow I_{1\,max} = \frac{E}{R_{eq}}$$

$$R_x = 50K\Omega \Rightarrow \frac{I_{max}}{2} = \frac{E}{R_{eq} + R_x} \Rightarrow I_{1\,max} = \frac{2E}{R_{eq} + R_x}$$

$$\frac{E}{R_{eq}} = \frac{2E}{R_{eq} + R_x} \Rightarrow 2R_{eq} = R_{eq} + R_x$$

$$R_x = R_{eq} = 50K\Omega$$

$$R_x = 0 \Rightarrow I_{1\,max} = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{12}{50\,000} = 0,00024 = 0,24mA$$

$$I_2 = I_{1m} - I_{m\,max}$$

$$= 0,00024 - 50 \times 10^{-6} = 0,00019 = 0,19\,mA$$

$$R_m . I_m = R_2 . I_2$$

$$V_m = V_2$$

$$R_2 = \frac{R_m . I_m}{I_2} = \frac{100 \times 50 \times 10^{-6}}{0,00019} = 26,315\,\Omega$$

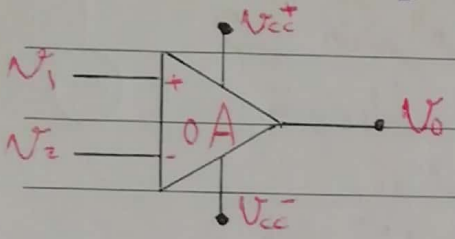
$$R_{eq} = R_1 + \frac{R_2 R_m}{R_2 + R_m}$$

$$R_1 = R_{eq} - \frac{R_2 . R_m}{R_2 + R_m} = 49,979\,\Omega$$

Scanned by CamScanner

"مكبر العمليات"

- يعرف مكبر العمليات بأنه عبارة عن دارة تكاملية [Ic] لها على الأقل 6 أرجل ويرمز لمكبر العمليات بالرمز العام التالي:
- حيث $+V_{cc}$ و $-V_{cc}$ هما جهود القياس أو جهود التغذية المستمرة.



- V_1 و V_2 مداخل مكبر العمليات
- V_o خرج مكبر العمليات
- يرمز لمداخل مكبر العمليات بالرمزين:
- الرمز + للمدخل غير العاكس
- الرمز - للمدخل العاكس

* لمكبر العمليات مميزات هامة جداً:

1. مقاومة دخل كبيرة جداً $R_{in} \gg \Rightarrow R_{in} \simeq \infty$
2. تيار دخل صغير جداً $I_{in} \ll \Rightarrow I_{in} \simeq 0$
3. $V^+ = V^-$

تطبيقات ومكبرات العمليات:

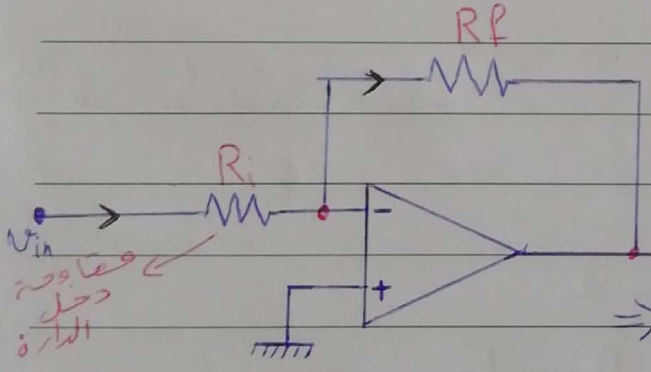
لمكبرات العمليات تطبيقات خطية وتطبيقات لاخطية.

1. التطبيقات الخطية لمكبرات العمليات:

تستخدم مكبرات العمليات بكثرة ولها تطبيقات خطية متعددة ندرس منها:

1. مكبر العمليات كمكبر عاكس:

يقوم هذا المكبر بتكبير إشارة الدخل بمقدار ما وعكسها أي يجعل فرقاً في الطور بين الدخل والخرج بمقدار π راديان أو 180° وتبين الدارة التالية رسماً توضيحياً لدارة هذا المكبر:



$$I = \frac{V_{in} - V^-}{R_i} = \frac{V^- - V_o}{R_f}$$

$$V^- = V^+ = 0$$

$$\Rightarrow \frac{V_{in}}{R_i} = -\frac{V_o}{R_f}$$

$$\Rightarrow \frac{V_o}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_i} = A_V$$

$$\Rightarrow A_V = \frac{V_o}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_i}$$

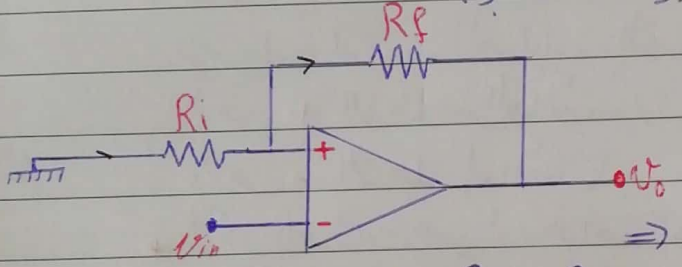
CASTLE Rasheed

Scanned by CamScanner

- يلاحظ أن عامل التكبير "Av" يتعلق بقيم كلاً من مقاومة التغذية العكسية "Rf" والمقاومة المربوطة في مدخل مكبر العمليات "Ri"
- تشير الإشارة "-" إلى أن هذا المكبر يعمل كمكبر عاكس أي يوجد فرق الطور بين دخله وخرجه "π راديان".

2. مكبر العمليات كمكبر غير عاكس:

تبين الدارة التالية رسماً توضيحياً لهذا المكبر:



$$v^- = v^+ = v_{in}$$

$$I = \frac{0 - v^+}{R_i} = \frac{v^+ - v_o}{R_f}$$

$$\Rightarrow \frac{0 - v_{in}}{R_i} = \frac{v_{in} - v_o}{R_f}$$

$$-v_{in} R_f = R_i v_{in} - R_i v_o$$

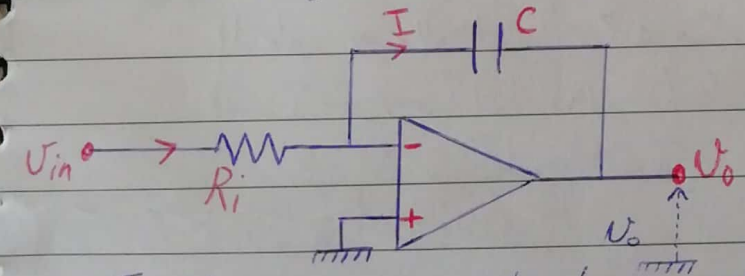
$$v_o \cdot R_i = v_{in}(R_f + R_i)$$

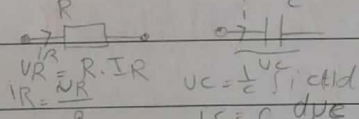
$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{R_f + R_i}{R_i} \Rightarrow Av = 1 + \frac{R_f}{R_i}$$

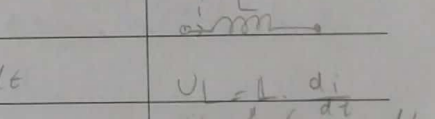
- يلاحظ أن هذا المكبر يعمل كمكبر غير عاكس (عامل التكبير Av ليس له إشارة سالبة).
- تتعلق قيمة عامل التكبير Av بقيم كلاً من قيم المقاومة العكسية "Rf" والمقاومة المربوطة في مدخل المكبر "Ri"

3. مكبر العمليات كمكامل:

يستخدم مكبر العمليات كمكامل كما هو مبين بالدارة التالية:







من الدارة نكتب:

$$V_c = \frac{1}{C} \int I \, dt$$

ولدينا من الدارة:

$$I = \frac{V_{in}}{R} \Rightarrow V_c = \frac{1}{R_c} \int V_{in} \, dt$$

$$\Rightarrow V_o = V_c = -\frac{1}{R_c} \int V_{in} \, dt$$

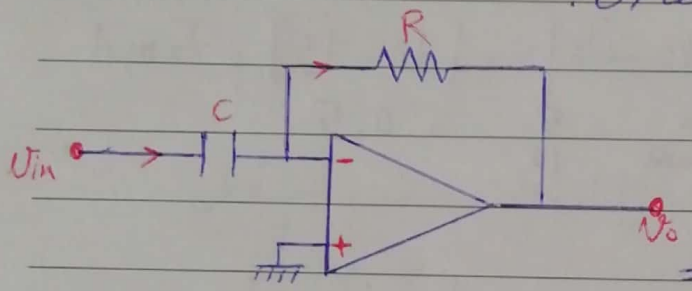
حيث: $R_c = T$ الثابت الزمني أو ثابت شحن المكثفة.

Scanned by CamScanner

- يلاحظ أن خرج هذه الدارة هي عبارة عن تكامل دخل لذلك فإن المكبر يعمل كمكامل.
- إن الإشارة السالبة تدل إلى وجود فرق في الطور بين الخرج والدخل مقدار "π راديان".

4. مكبر العمليات كمفاضل:

تبين الدارة التالية رسماً توضيحياً لدارة المفاضل:



$$V_R = I \cdot R$$

$$I = C \frac{dV_{in}}{dt} \cdot R$$

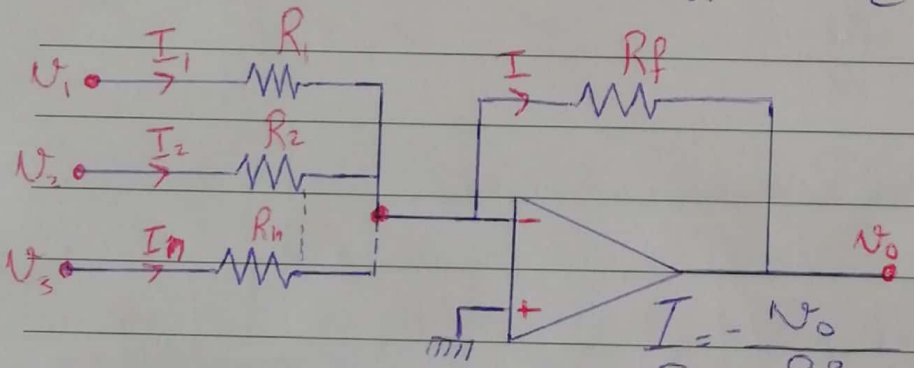
$$V_R = C \frac{dV_{in}}{dt} \cdot R$$

$$\Rightarrow V_o = -V_R \Rightarrow V_o = -RC \frac{dV_{in}}{dt}$$

من المعادلة الأخيرة يتبين أن الخرج هو مشتق الدخل.

5. مكبر العمليات كجامع:

يستخدم مكبر العمليات كجامع كما هو مبين بالشكل:



من الدارة نكتب:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2}$$

$$I_n = \frac{V_n}{R_n}$$

$$I = -\frac{V_o}{R_f}$$

بكتابة قانون كيرشوف الأول $I_1 + I_2 + \dots + I_n = I$

$$-\frac{V_o}{R_f} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}$$

$$\Rightarrow V_o = -R_f \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} \right)$$

$$R_1 = R_2 = R_n = R_f \dots$$

$$\Rightarrow V_o = -(V_1 + V_2 + \dots + V_n)$$

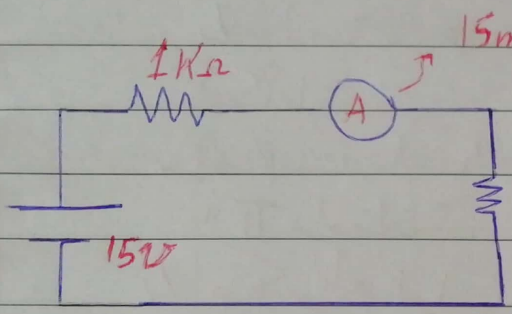
Scanned by CamScanner

(تكملة)

التاريخ / /

الموضوع

مسألة



احسب نسبة الخطأ في القياس

$$Req = 1000 + 500 = 1500\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{Req} = \frac{15}{1500} = 0,01\ A = 10\ mA$$

$$\Delta = |\text{القيمة المقاسة} - \text{القيمة الحقيقية}| = |10 - 15| = 5\ mA$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{\text{الحقيقية}} = \frac{5}{10} = 0,5$$

$$\Rightarrow \varepsilon\% = 50\%$$

Scanned by CamScanner

الموضوع

التاريخ / / نظري

مكبر العمليات كطارح:

يعمل مكبر العمليات كطارح عندما يتم توصيله كما هو مبين بالشكل

لحساب جهد خرج هذه الدارة نحسب جهد الخرج (V_o): جهد الخرج الناتج عن V_1 حيث يتم قصر V_2 ووصلها مع الأرضي لم V_o

نحسب جهد الخرج $(V_o)_{V_2}$ جهد الخرج الناتج عن V_2 حيث يتم قصر الجهد V_1 ووصل الدارة مع الأرض

فيكون الجهد الكلي: $V_o = (V_o)_{V_2} + (V_o)_{V_1}$

لحساب $(V_o)_{V_1}$ تصبح الدارة المكافئة للدارة السابقة بالشكل

من الدارة نكتب

$$V^- = V^+ = 0$$

$$I = \frac{V_1 - V^-}{R_3} = \frac{V^- - (V_o)_{V_1}}{R_4}$$

$$\frac{V_1}{R_3} = \frac{-(V_o)_{V_1}}{R_4} \Rightarrow (V_o)_{V_1} = -\frac{V_1 \cdot R_4}{R_3}$$

لحساب $(V_o)_{V_2}$ تصبح الدارة كما هو مبين بالشكل:

$$V^- = V^+ = V_2 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{0 - V^-}{R_3} = \frac{V^- - (V_o)_2}{R_4}$$

$$-V^- \cdot R_4 = V^- R_3 - (V_o)_{V_2} \cdot R_3$$

$$(V_o)_{V_2} \cdot R_3 = V^- (R_3 + R_4)$$

$$\Rightarrow (V_o)_{V_2} = V^- \left(\frac{R_3 + R_4}{R_3}\right)$$

حيث قسم الجهد في الدارة التسلسلية

$$\Rightarrow (V_o)_{V_2} = V^- \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right)$$

$$\Rightarrow (V_o)_{V_2} = V_2 \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right)$$

$$V_o = (V_o)_{V_2} + (V_o)_{V_1}$$

$$V_o = V_2 \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) - V_1 \frac{R_4}{R_3}$$

CASTLE

Scanned by CamScanner

بفرض أن $R_1 = R_2$ ، $R_3 = R_4$

$\Rightarrow V_o = V_2 - V_1$

اكبر الطرق على المدخل غير العاكس - اكبر الطرق على المدخل العاكس

د- التطبيقات والملاحظة لمكبر العمليات

لمكبرات العمليات تطبيقات لاخطية متعددة ندرس منها:

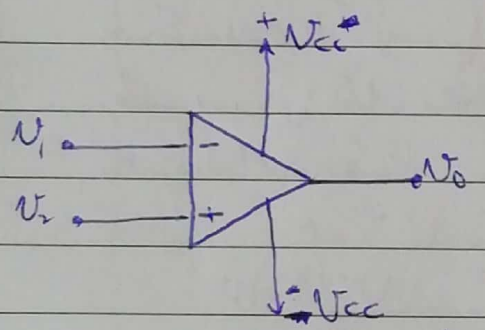
1. مكبر العمليات كمقارن: خرج مكبر العمليات كمقارن مربعة

يستخدم مكبر العمليات كمقارن كما هو مبين بالشكل:

يعمل المقارن وفق الشرط التالي

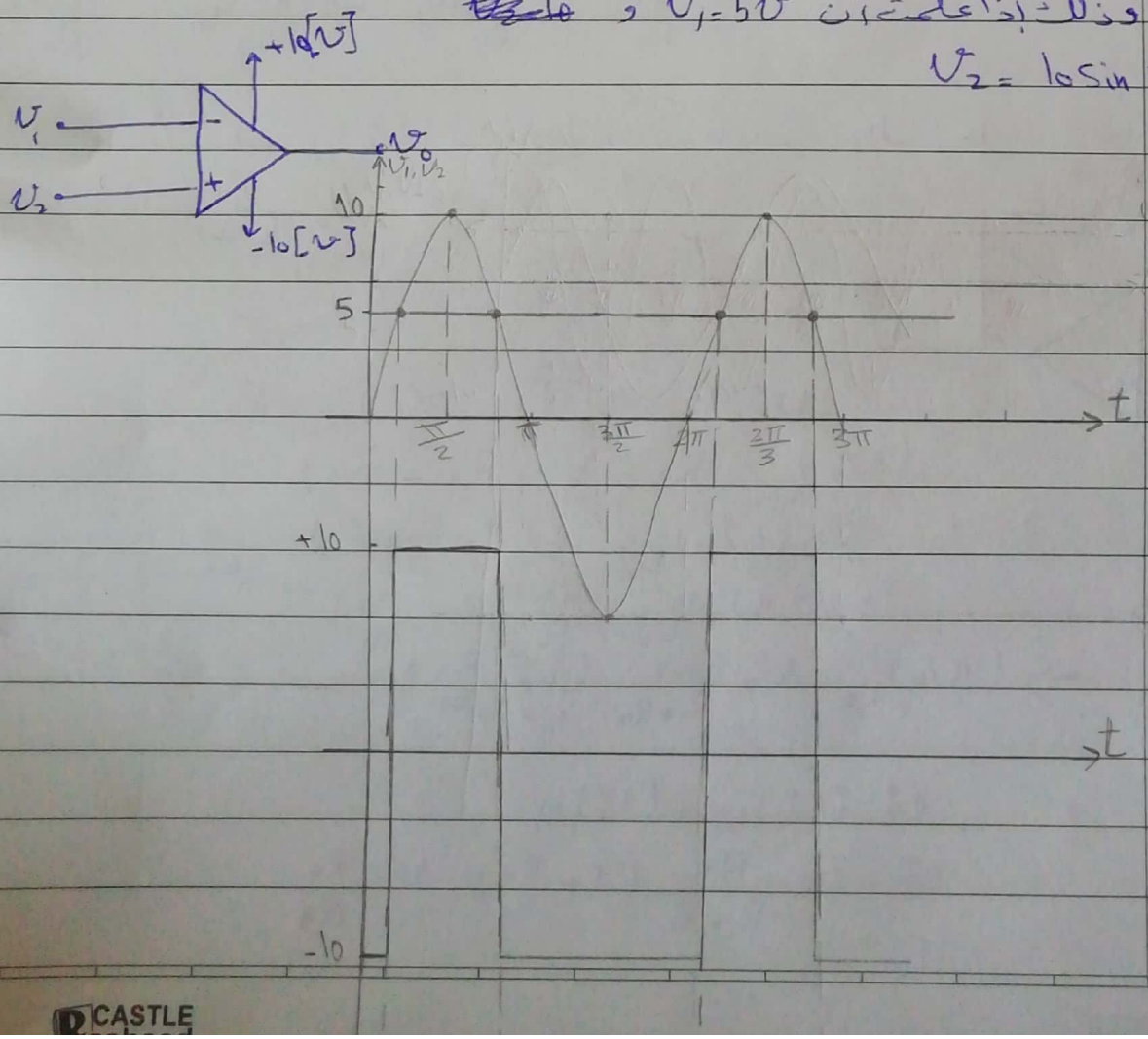
$V_2 > V_1 \Rightarrow V_o \simeq +V_{cc}$

$V_2 < V_1 \Rightarrow V_o \simeq -V_{cc}$



تطبيق: ارسم إشارة خرج المقارن المبين بالشكل

وذلك إذا علمت أن $V_1 = 5V$ و $V_2 = 10 \sin 314t$



$V_2 = 10 \sin 314t$

$V_2 = 10 \sin 314t$

$V(t) = V_{max} \sin(wt + \varphi)$

$w = 2\pi f$

$f = \frac{w}{2\pi}$

$f = \frac{314}{2\pi} = 50Hz$

CASTLE

Scanned by CamScanner

تطبيق :

ارسم إشارة خرج المقارن المبين بالشكل حيث

$V_1 = 10 \sin 3$ $V_2 = -5 \cos 314t$

Scanned by CamScanner

نظري

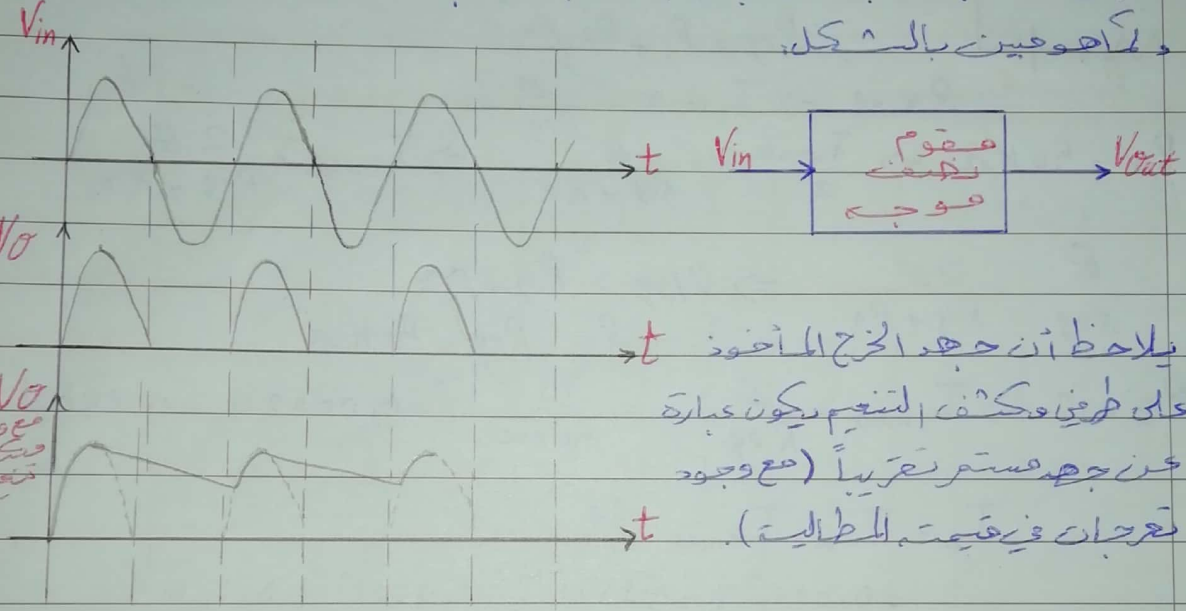
التاريخ / /

الموضوع ف- (٩٠)

التطبيقات الأخطية لمكبرات العمليات:

2. مكبر العمليات كمقوم نصف موجة:

تستخدم مكبرات العمليات في دارات تقويم نصف الموجة لتبديل التيارات والجهود المتناوبة إلى تيارات وجهود مستمرة حيث يقوم مقوم نصف الموجة بقص الأجزاء السالبة وإبقاء الأجزاء الموجبة كما هي كما هو مبين بالشكل.



* يلاحظ أن جهد الخرج المأخوذ على طرفي مكثف التنعيم يكون عبارة عن جهد مستمر تقريباً (مع وجود تموجات في قيمته المطلقة).

إن مقدار التموج في إشارة الخرج يتعلق بجهة بالثابت الزمني لتفريغ المكثفة المستخدمة في التنعيم ومن جهة أخرى بتردد الإشارة المراد تقويمها حيث كلما كان تردد الإشارة أعلى كلما كان التموج أقل وبالتالي التقويم أفضل والعكس صحيح. لذلك ينصح باستخدام مقومات نصف موجة فقط للإشارات ذات الترددات العالية.

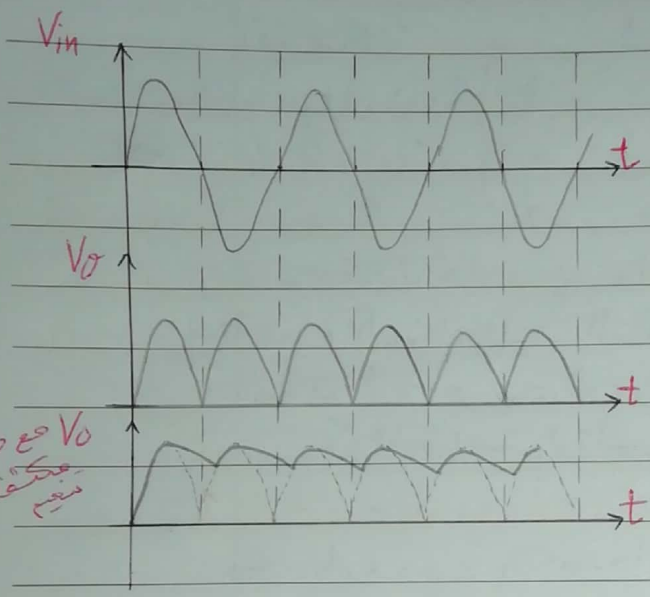
3. مكبر العمليات كمقوم موجة كاملة:

تستخدم مكبرات العمليات في دارة التقويم لمقومات موجة كاملة حيث يقوم مقوم الموجة الكاملة بإبقاء النبضة الموجبة كما هي وعكس أو قلب النبضة السالبة إلى نبضة موجبة كما هو مبين في المخططات البيانية التالية:

Scanned by CamScanner

الموضوع ف- (٢٠)

التاريخ / /



الفولتمترات الالكترونية:

هي عبارة عن أجهزة قياس يدخل في بنيتها مختلف العناصر الالكترونية (ثنائيات، ترانزستورات، مكبرات العمليات... الخ) و يعتبر مكبر العمليات من أهم العناصر التي تدخل في بنية الفولتمترات الالكترونية.

إن وجود مكبر العمليات في الفولتمترات الالكترونية تعطيها المزايا التالية:

1. مقاومة دخل كبيرة جداً (لانهائية) وذلك لأن مقاومة دخل مكبر العمليات كبيرة جداً.
2. حماية حركية دارسونفال من التلف.
3. زيادة حساسية القياس فيمكن الفولتمترات الالكترونية من قياس جهود ذات قيم صغيرة جداً.

فولتمترات التيارات المتناوبة:

أ. رجول: الاستطاعة المصروفة بشكل حراري

من أجل استخدام حركية دارسونفال في الفولتمترات المتناوبة يجب إيجاد طريقة لتبديل القيم المتناوبة إلى قيم مستمرة.

- من أجل معرفة القيمة المطلوبة التي يجب إدخالها إلى حركية دارسونفال للمقادير المتناوبة نعتمد على المكافئ الحراري.
- يعتبر التيار المتناوب مكافئاً أو معادلاً لتيار مستمر عندما يشعران هذا التيارين نفس الكمية من الحرارة في مقاومة أومية وحددة

CASTLE Rasheed

Scanned by CamScanner

الموضوع: عامل الشكل للإشارات الجيبية 1.11 التاريخ: / /

ربط بين القيمة الفعالة = عامل الشكل × القيمة المتوسطة

أي يمكن للتيار المستمر

الاستطاعة للتيار المتناوب $= \frac{1}{T}\int_0^T P_t(t).dt$

$R.I^2 = \frac{1}{T}\int_0^T i^2(t).R.dt$

$R.I^2 = R.\frac{1}{T}\int_0^T i^2(t).dt$

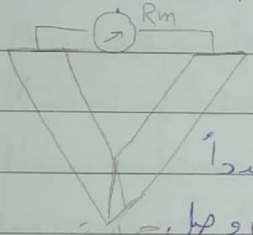
$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2(t).dt}$

من المكافئ الحراري يتبين أنه عندما نريد قياس جهد متناوب يجب إدخال القيمة الفعالة للتيار المتناوب إلى حركة دائرة ونقال و بالتالي يجب إيجاد طرق محددة للحصول على القيمة الفعالة.

من أكثر الطرق استخداماً لتحقيق هذا الهدف نذكر:

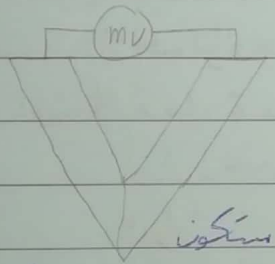
1. باستخدام المزدوجات الكهروحرارية:

تعرف المزدوجة الكهروحرارية بأنها عبارة عن ناقلين مختلفين في الناقلية متصلين من أحد طرفيهما بحيث يبقى الطرفان الآخران بشكل حر.



نستعين بمنظمة اتصال الملحقين بمنظمة الوصل.

عندما تسخن الوصلة فإن الإلكترونات تجري عدداً غير متساوٍ من الإلكترونات وبالتالي عندما يتم وصل ملي فولت متر بين الطرفين الحرين فإن سيقيس مقدار من الكهد يكون متناسباً مع درجة حرارة التسخين



أو عند وصل مقياس ملي أمبير بين الطرفين الحرين سيقيس مقدار من التيار متناسباً مع درجة حرارة التسخين.

إن قيمة التيار الناتج بين الطرفين الحرين للمزدوجة ستكون ثابتة وعندما يكون تيار التسخين متناوب ستكون قيمة تيار خرج المزدوجة متناسباً مع القيمة الفعالة للتيار المتناوب

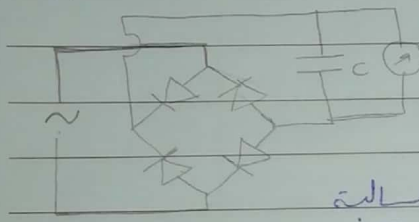
عندما نريد استخدام المزدوجات الحرارية لقياس التيارات أو الجهود المتناوبة تستخدم المزدوجة في الدارة الكهربائية كما هو مبين بالشكل.

Scanned by CamScanner

2- باستخدام دارات التقويم.

تعرف دارة التقويم بأنها عبارة عن دارات تقوم بتبديل المقادير المتناوبة إلى مقادير مستمرة.

من أشهر دارات التقويم: "دارة تقويم موجة كاملة" كما هو مبين بالشكل:



الإشارة على خرج المكثفة القيمة المتوسطة
الجهد الداخل

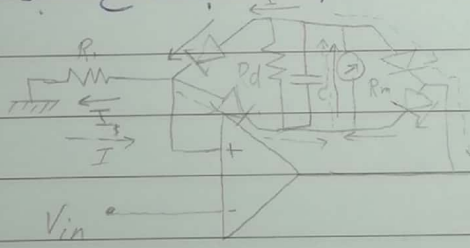
* في الدارة تبين أن تيار المارفي حركية القياس هو بنفس الاتجاه في حالتي النبضات الموجبة والسالبة
* إن المكثفة C تستخدم في خرج الدارة الجسرية لمكثفة تنعيم ويكون الجهد دائماً بين طرفيها معبراً عن القيمة المتوسطة لجهد الدخل المتناوب لذلك وبما أن التيار المار في حركية (الميكرو أمبير) يجب أن يكون معبراً عن القيمة الفعالة فلابد من ضرب جميع قيم خرج المكثفة بعامل الشكل والذي يكون مساوياً 1,11 للإشارات الجيبية حيث أن عامل الشكل يعطى بالعلاقة.

عامل الشكل = القيمة الفعالة / القيمة المتوسطة

إن قيمة عامل الشكل يختلف حسب شكل الإشارة ولكنها تكون ثابتة لنفس النوع من الإشارة.

من سلبيات هذه الدارة هو الخطأ في عملية القياس الناتج عن هبوط الجهد على طرفي الثنائيات.

من أجل ذلك تم استخدام دارة التقويم المسابقة مع مكبر عمليات كما هو مبين بالشكل.



من الدارة نكتب:

$$I = \frac{V_{in}}{R_1} \quad , \quad I_m = I \cdot \frac{Rd}{Rm + Rd}$$

$$\Rightarrow I_m = \frac{V_{in}}{R_1} \cdot \frac{Rd}{Rd + Rm}$$

بما أن التيار المار في حركية القياس يعبر عن القيمة المتوسطة لجهد الدخل المتناوب V_{in} لذلك فإن تدريجات المقياس يجب أن تضرب بعامل الشكل (1,11)

CASTLE Rasheed

Scanned by CamScanner