الوحدة الرابعة

أجهزة قياس التيار المتردد

تركيب اجهزة قياس التيار المتردد : جهاز القياس ذو الملف المتحرك ، اجهزة قياس النسبة ذات الملف المتحرك ، اجهزة القياس ذات الحديد المتحرك ، اجهزة القياس الالكتروديناميكية .

فولتميتر التيار المتردد : تركيبه وكيفيه توصيله في الدائرة الكهربائية وتأثيره على التحميل

اميتر التيار المتردد : تركيبه وكيفيه توصيله في الدائرة الكهربائية واثره على التحميل .

اجهزة القيمة العظمى (قمه - قاع)

اجهزة قياس القيمة الفعالة .

واطميتر التيار المتردد احادي الطور .

أجهزة قياس التيار المتردد
Alternating Current (AC) Meters

1. تركيب اجهزة قياس التيار المتردد

يوجد هناك انواع كثيرة من الميترات (Meters) تستخدم لقياس التيار وفرق الجهد المترددين ، ويبين الجدول رقم "1" بعض من هذه الاجهزة .

جدول رقم " 1 "

Meter Movement	يستعمل DC	يستعمل AC
Electrodynamometer	نعم	نعم
Iron-Vane	نعم	نعم
Electrostatic	نعم	نعم
Thermocouple	نعم	نعم
d'Arsonval (PMMC)	نعم	نعم – باضافة دائرة تقويم

وكما نرى من الجدول رقم "1" ان معظم الاجهزة لها تطبيقات لقياس التيار المتردد والمستمر ، ومن اكثر الاجهزة شيوعاً واستخداماً اجهزة القياس بملف متحرك حيث ان هذه الاجهزة تستخدم في دوائر التيار المباشر "DC" ، كما انها تستخدم في دوائر التيار المتردد باضافة دائرة تقويم (rectifiers) لجهاز القياس .

وفيما يلي شرح موجز عن تركيب بعض اجهزة القياس وبيان لمميزات كل نوع .

جهاز القياس ذو الملف المتحرك

التركيب / يتكون هذا الجهاز من جزئين اساسيين

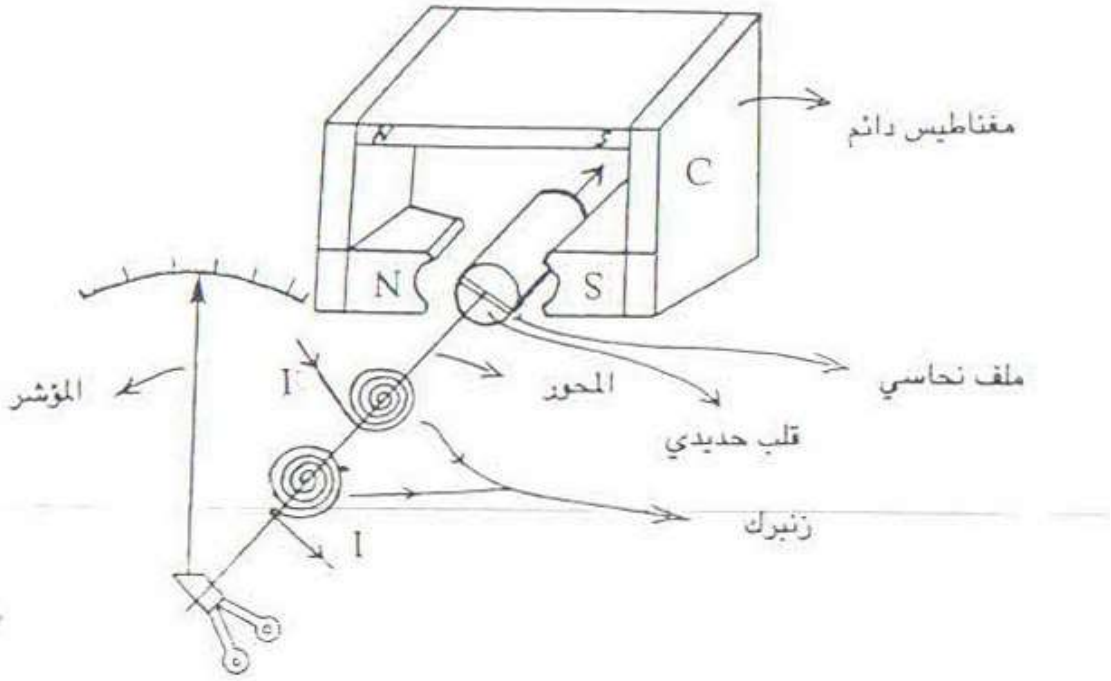
(أ) الدائرة المغناطيسية MAGNETIC CIRCUIT

١) (NS) المغناطيس الدائم Permanent Magnet

٢) صفيحتين فولاذيتين Two steal plates

٣) قطع قطبية Pole pieces (N'S')

٤) قلب فولاذي أسطواني steal cylindrical core (a)



(ب) العنصر المتحرك Moving Element

ويتكون من :

إطار الومنيوم rectangular aluminium Frame(F)

٢) ملف نحاسي copper coil

٣) محور دوران spindle

٤) مؤشر Pointer

٥) زمبركات لولبية (عدد ٢) لها الوظيفة التالية :

* إعطاء عزم الإرجاع اللازم RESTORING TORQUE

$T_r = \alpha .D$ حيث

الانحراف الزاوي لجهاز القياس α – angular deflection

عزم الإرجاع النوعي D- specific restoring torgue

وينحرف العنصر المتحرك في مثال هذا النوع من الاجهزة وفقا لتفاعل المجال المغناطيسي للمغناطيس والتيار المار خلال ملف الجهاز .

ملاحظة / يتكون مجال مغناطيسي نصف قطري منتظم في الفجوة الهوائية للجهاز .

مبدأ عمل الجهاز

عند سريان التيار الكهربائي خلال لفات الملف فإنه يتفاعل مع المجال المغناطيسي المتكون في الفجوة الهوائية . ونتيجة لذلك تؤثر قوى مغناطيسية تقود إلى نشوء عزم torque يقوم بتحريك العنصر المتحرك حركة زاوية (حركة دورانية بزاوية a).

وتعطي القوة الكهرومغناطيسية بالمعادلة electromagnetic force F

$$F = IBLN$$

في حين معادلة العزم الناتج عن هذه القوة

$$T = F.b$$

حيث :

I: current of the coil تيار الملف

B: Flux density in the air gap كثافة الفيض المغناطيسي في الفجوة الهوائية

L: active legnth of one side of the coil الطول الفعال لجانب من الملف

b: width of the coil عرض الملف

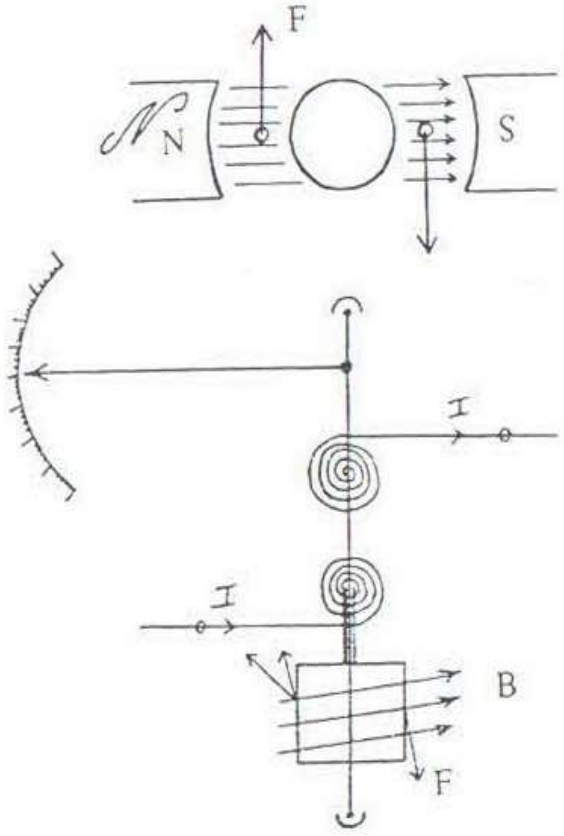
N: Number of turns of the coil عدد لفات الملف

$$T = IBLNb = LBNbl = IBNS$$

S: active area of the coil حيث المساحة الفعالة للملف

وعندما يبدأ العنصر المتحرك بالحركة ، فإن الزمبركات تحاول أن تقاوم هذه الحركة فينشأ ما يعرف تحت اسم " عزم الإرجاع "

restoring torgue والذي يستمر في الإزدياد لموازنة عزم الحركة (عزم الانحراف) deflection torgue وكنتيجة لذلك يصل النظام الى حالة من الإتزان (equilibrium Situation)



عندما نقول أن :

عزم الإرجاع = عزم الانحراف

$$T = T_r$$

$$I B N S = \alpha D$$

$$\alpha = \frac{I B N S}{D} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\alpha = \frac{B N S}{D} \quad I = S_I \bullet I \quad \ldots\ldots (2)$$

تسمى حساسية التيار $S_I = \frac{BSN}{D}$

Current sensitivity of the instrument

* ومن الممكن تغيير حساسية التيار لجهاز قياس ما باستخدام مفرع مغناطيسي Magnetic shunt فإن اي تغيير للبعد بين المفرّع المغناطيسي والفجوة الهوائية يتسبب في تغيير كثافة الدفق (الفيض) المغناطيسي في الفجوة الهوائية ، وهذا بدوره يقود إلى تغيير قيمة حساسيه التيار .

من المعادلة (2) أعلاه

$$I = \frac{1}{S_I} \alpha = C_I \cdot \alpha$$

حيث C_I ثابت التيار للجهاز Current constant of the instrument

ويستخدم هذا الطراز من أجهزة القياس لقياس فرق الجهد . وعندما يسري تيار كهربائي في الملف فإنه يظهر هبوط في الجهد على طرفي الجهاز

حيث يكون

$$V = IR = RC_I \alpha = C_v \alpha$$

حيث C_v ثابت فرق الجهد بالنسبة للجهاز voltage constant of the instrument

ويستخدم هذا الطراز من الاجهزة لقياس التيار المتردد A.C. current

وعندما يسري تيار متردد i خلال الملف فإنه ينتج عزم انحراف T deflection torgue

$$T = BiSN$$

إلاّ أنه فيما يتعلق بالتيار المتردد فإنه يؤخذ العزم المتوسط أو معدّل العزم average torgue بعين الإعتبار

$$T_{av} = \frac{1}{T}\int_0^{T_i} T\,dt = \frac{1}{T_i} BSN \int_0^{T_i} i\,dt$$

$$= BSN\, I_{av}$$

هنا تستخدم أجهزة الملف المتحرك مع الصمامات والمقوّمات لإجراء عمليات القياس في دوائر التيار المتردد.

أجهزة قياس ذات الملف المتحرك

تحتوي أجهزة قياس النسبة ذات الملف المتحرك على ملفين اثنين مركبين على مححور دوران مشترك .

ولا تحتوي مثل هذه الاجهزة على زمبركات ، بمعنى انها تعمل بدون عزم إرجاع restoring torgue وينقل التيار المقاس إلى الجهاز بواسطة أسلاك توصيل مرنة لا تكون أي عزم يذكر ، الأمر الذي يعني أنه في حال غياب التيار فإن المؤشر يظل مشيراً إلى وضعية الصفر وتكون كثافة الفيض المغناطيسي في الفجوة الهوائية ذات قيم مختلفة عند نقاط مختلفة ، يحصل عليها من تغيير شكل القلب المغناطيسي أو تغيير شكل القطع القطبية .

وعندما لا تكون كثافة الفيض مساوية للصفر فإن الملفين سيقعان تحت تأثير فيضين مغناطيسيين مختلفين .

ولنفرض B_1 , B_2 حيث

$$B_1 = f_1(\alpha)$$

$$B_2 = f_2(\alpha)$$

وعندما يسري التياران I_1 , I_2 في الملفين ينشأ عن سريانهما عزما انحراف هما

$$T_1 = I_1 B_1 S_1 N_1 = I_1 S_1 N_1 f_1(\alpha)$$

$$= I_1 F_1(\alpha) \ldots\ldots(1)$$

$$T_2 = I_2 B_2 S_2 N_2 = I_2 S_2 N_2 F_2(\alpha)$$

$$= I_2 F_2(\alpha) \ldots\ldots(2)$$

لاحظ ان

$N_1 S_1$, $N_2 S_2$ = const قيمتان ثابتتان

وهذان العزمان يعاكس كل منهما الآخر ، بحيث يقوم العزم الكلي الناتج عن هذين العزمين بتحريك العنصر المتحرك لجهاز القياس حركة دورانية بزاوية معينة (α)

فإذا افترضنا ان $T_1 > T_2$ فإن T_1 تتحرك نحو الجزء الاضعف من المجال المغناطيسي بينما تتحرك T_2 نحو الجزء الاقوى منه وفي النهاية تتناقص T_1 وتتزايد T_2 ، ويستمر هذا التناقص والتزايد حتى نحصل على حالة الإتزان (التعادل) ، وعندها تصبح

$$T_1 = T_2 \text{ Or } I_1 F_1(\alpha) = I_2 F_2(\alpha)$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{F_2(\alpha)}{F_1(\alpha)} = F_3(\alpha)$$

$$\alpha = F\left(\frac{I_1}{I_2}\right)$$