(أجهزة قياس النسبة) Ratiometers

هي أجهزة تعمل بدون عزم إرجاع ميكانيكي . كما يعتمد إنحراف مؤشراتها على النسبة بين التيارين المقاسين .

مزايا أجهزة الملف المتحرك / تمتاز أجهزة القياس ذات الملف المتحرك ب :

* Low power loss قلة المفاقيد أو الضياعات
* high current sensitivity حساسية تيار مرتفعة
* لا تتاثر بالمجالات المغناطيسية الخارجية .

أما عيوب أجهزة الملف المتحرك /

* إن أي ارتفاع في درجة الحرارة يسبب تغييراً في معامل المرونة elastic modulus بالنسبة لزمبرك الإرجاع restoring spring مما يقود إلى ازدياد او ارتفاع قيمة الخطأ المتمّم complementary error .

أجهزة القياس ذات الحديد المتحرك Moving Iron Instrument

يتم تقسيم اجهزة الحديد المتحرك الى مجموعتين

attraction type تجاذبي

repulsion type تنافري

ويعتمد عمل هذه الاجهزة في الاساس على تفاعل . المجال المغناطيسي الذي يحدثه التيار في ملف الجهادز . الذي يكون مزوداً بقلب مغناطيسي مفرد أو عدة قلوب مغناطيسية .

تركيب النوع التجاذبي / يتكون من

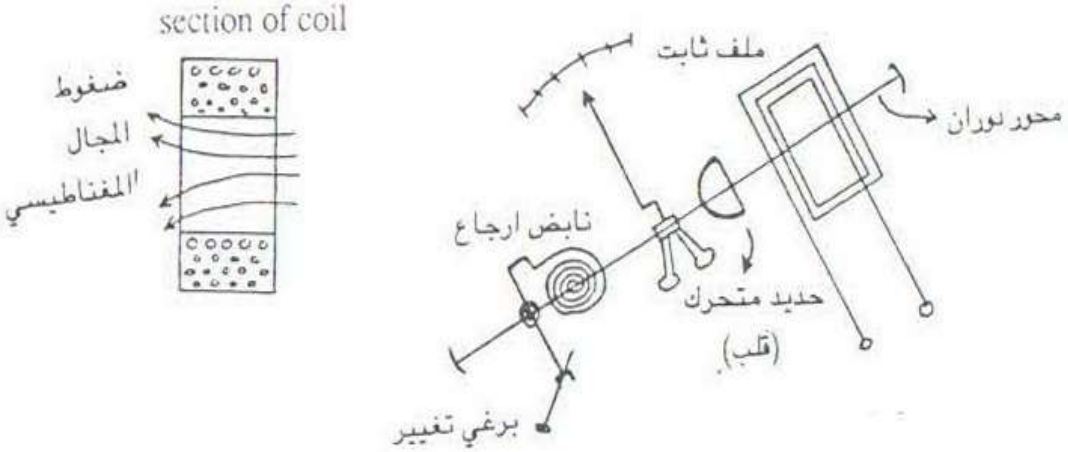
* العنصر الثابت ويتكون بصورة رئيسيه من ملفٍ منبسط flat coil (A)
* العنصر المتحرك وهو عبارة عن :

(a) spindle (c) that carries steel core . (B)

- – محور دوران يحمل القلب الفولاذي
- مؤشر (b) pointer

- زمبرك لولبي يكوّن فقط عزم الإرجاع

- القلب الحديدي the moving core



مبدأ العمل / عند سريان التيار المراد قياسه خلال الملف ينشأ عن ذلك مجال مغناطيسي يعمل على مغنطة القلب B.

وتقوم القوة الكهرومغناطيسية الناتجة بسحب القلب إلى داخل الملف A محركة إياه إلى وضع تبلغ فيه الطاقة المختزنه في المجال المغناطيسي حداً أعلى

$$W_m = \frac{1}{2} L I^2$$

وعندما يدور القلب خلال زاوية $d\alpha$ فإن الزيادة في الطاقة الناتجة عن هذا الدوران هي

$$dw = d\left(\frac{L I^2}{2}\right) = \frac{I^2}{2} dL$$

الاّ انه من قوانين الميكانيكا من المعلوم ان الطاقة الناتجة عن الحركة الدورانية تحدّد من خلال حاصل ضرب العزم T وزاوية الدوران $d\alpha$ ، أي ان

$$dw = T d\alpha \Rightarrow \frac{dw}{d\alpha} = T \quad \ldots \ldots (1)$$

$$T = \frac{I^2}{2} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \quad \ldots \ldots (2)$$

وإذا إفترضنا أن $\frac{dL}{d\alpha}$ كمية ثابته فإن

$$T = kI^2$$

ويمكن الحصول على وضع الإتزان عند تساوي العزوم ،

$$T = T_r \quad \text{أو}$$

$$KI^2 = \alpha D \quad \text{أو}$$

$$\alpha = \frac{K}{D} I^2 = K_1 I^2$$

$$\alpha = f(I^2)$$

ويلاحظ من المعادلة الاخيرة ان α تتناسب طرديا مع مربع التيار ، وكنتيجة لذلك فإن التدريج يتغير حسب القانون التربيعي .

العلاقة $\frac{dL}{d\alpha}$ يمكن التحكم بها عن طريق

* اختيار شكل القلب الحديدي

* اختيار وضع القلب الحديدي بالنسبة للملف

وكنتيجة لذلك فإن النسبة $\frac{dL}{d\alpha}$ تكتسب قيمة مرتفعة عند التيارات المنخفضة وقيمة قليلة عند التيارات العالية ، الامر الذي يجعل من الممكن الحصول على تدريج منتظم تقريبا .

وفي حالة سريان تيار متردد ، فإن عزم الانحراف

$$T_2 = K I^2$$

$$T = K i^2$$

أي ان العزم يتناسب طرديا مع مربع القيمة اللحظية للتيار i . ويكون معدّل قيمة العزم خلال دورة كاملة للتيار T_i

$$T_{av} = \frac{1}{T_i} \int_0^{T_i} T dt = \frac{1}{T_i} \int_0^{T_i} k_1 i^2 dt$$

$$= K_1 I^2$$

حيث I (r.m.s) / القيمة الفعالة للتيار

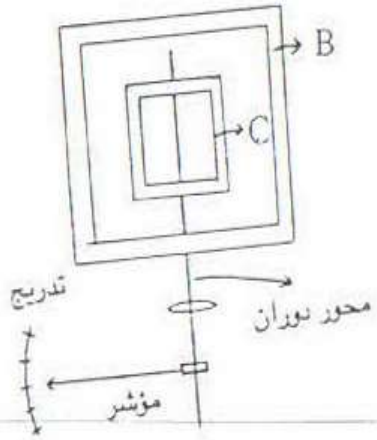
$$\alpha = \frac{Tav}{D} = K_2 I^2$$

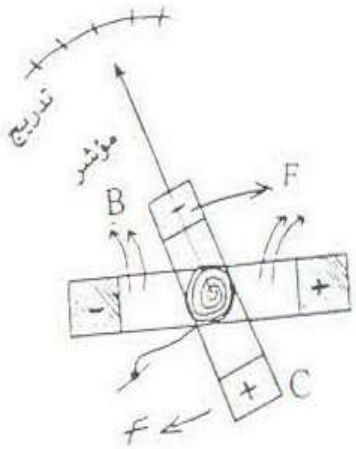
ملاحظة / إن أي مجال مغناطيسي خارجي مهما صغرت قميته يقود إلى حدوث خطأ لا يمكن اهماله ، إذ ان المجال المغناطيسي لمثل هذه الاجهزة ضعيف ويمكن التقليل من أثر هذا الخطأ عن طريق عزل الجهاز shielding

أجهزة القياس الالكتروديناميكية Electrodynamic Instruments

ان التفاعل الالكتروديناميكي للتيارات المارة في ملفات ثابته ومتحركه يعمل على تشغيل (تحريك) العنصر المتحرك لاجهزة القياس الالكتروديناميكية .

ويتكون العنصر المتحرك لهذه الاجهزة من ملفين احدهما ثابت (B) والاخر متحرك (C)





ويرتبط الملف المتحرك بمحور الدوران للجهاز مع المؤشر ، والزمبركان اللولبيان يحملان التيار إلى الملف المتحرك ويعملان على انتاج أو تكوين عزم الإرجاع الذي هو ضروري لمعادلة أو موازنة عزم الإنحراف .

إن سريان التيارين I_1 , I_2 في الملفين يعمل على تكوين مجال مغناطيسي يخزن الطاقة المغناطيسيه التاليه :

$$W_m = \frac{L_1 I_1^2}{2} + \frac{L_2 I_2^2}{2} + M_{12} I_1 I_1$$

حيث التيارات في الملفين I_1, I_2

معاملا التحريض للملفين / L_1, L_2

التحريض المتبادل / Mutual inductance M_{12}

وعندما يتفاعل هذا التيارات يزداد عزم الإنحراف الذي يعمل على تشغيل (تحريك) العنصر المتحرك إلى وضع تكون فيه الطاقة المختزنة أكبر ما يمكن

$$T = \frac{dw_m}{d\alpha}$$

$$T = \frac{I_1^2}{2}\frac{dL_1}{d\alpha} + \frac{I_2^2}{2}\frac{dL_2}{d\alpha} + I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad \ldots\ldots (2)$$

وبما أن L_1 ، L_2 قيمتان ثابتتان فإن

$$\frac{dL_1}{d\alpha} = \frac{dL_2}{d\alpha} = 0$$

أي أن

$$T = I_1 I_2 \frac{dm_{12}}{d\alpha} \ldots\ldots (3)$$

ويتضح من المعادلة (3) ان العزم (عزم الانحراف) يعتمد على التيارين I_1, I_2 وعلى وضع الملف المتحرك بالنسبة للملف الثابت

$\frac{dM_{12}}{d\alpha}$ يمكن تحديدها من خلال

* شكل الملفات

* وضع الملفات بالنسبة لبعضها

وإذا فرضنا ان $K_1 = Const = \frac{dM_{12}}{d\alpha}$

فإن $T = K_1 I_1 I_2$

ويعمل هذاالعزم على تحريك العنصر المتحرك بزاوية معينة بحيث تعمل الزمبركات على معادلة هذا العزم بعزم الإرجاع للوصول الى حالة الإتزان

$$T = T_r \text{ or } K_1 I_1 I_2 = \alpha . D$$

$$\alpha = \frac{K_1}{D} I_1 I_2 = K_2 I_1 I_2$$

معادلة التدريج والحركة للجهاز $\alpha = K_2 I_1 I_2$

وفي حالة سريان تيارات مترددة في الملفات

i_1 ,i_2 فإن العزم اللحظي يكون instantaneous torque

$$T = K_1 i_1 i_2$$

ويكون معدّل العزم لفترة زمنية قدرها دورة كاملة (T_i) كما يلي:

$$Tav = \frac{1}{T_i} \int_0^{T_i} T\, dt = k_1 \frac{1}{T_i} \int_0^{T_i} i_1 i_2\, dt$$

فإذا كان التياران جيبيّ الشكل وبينهما انحراف في الطور قدره ψ

$$i_1 = I_1 \max \sin wt$$

$$i_2 = I_2 \max \sin (wt - \psi) :$$

$$T_{av} = K_1 I_1 I_2 \text{ فإن}$$

وفي حالة الإتزان

$$T_{av} = T_r$$

$$\alpha = K_2 I_1 I_2 \cos \psi$$

ملاحظات /

(١) هذه الاجهزة حساسة للمجالات المغناطيسيه الخارجية ، وذلك لضعف مجالاتها الذاتية .

(٢) لا تكون تداريج مثل هذه الاجهزة منتظمة .

(٣) عدم وجود الحديد في العنصر المتحرك (وبذلك غياب ظاهرة التخلف المغناطيسي) يجعل هذه الاجهزة دقيقة في قياساتها .