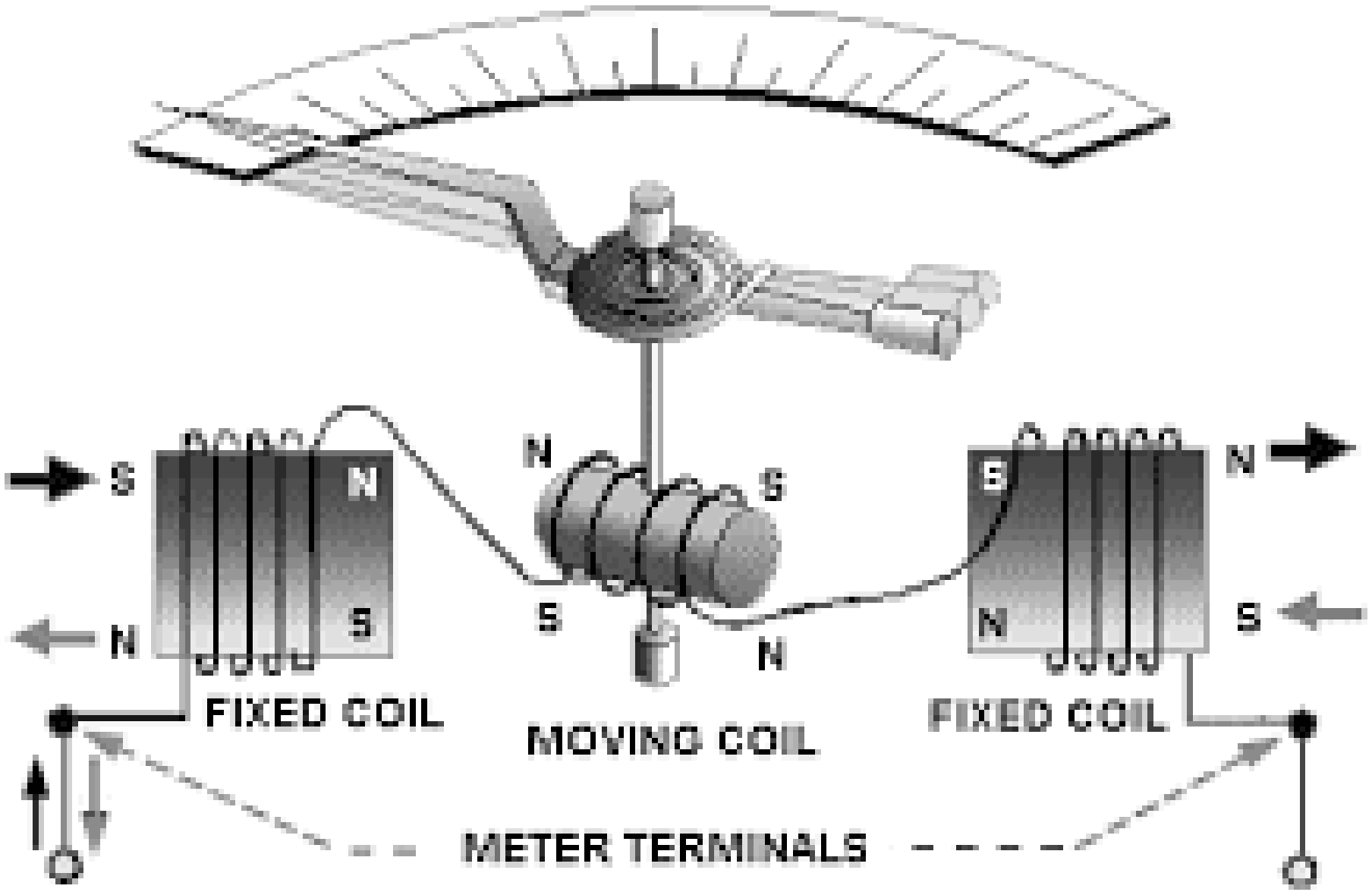
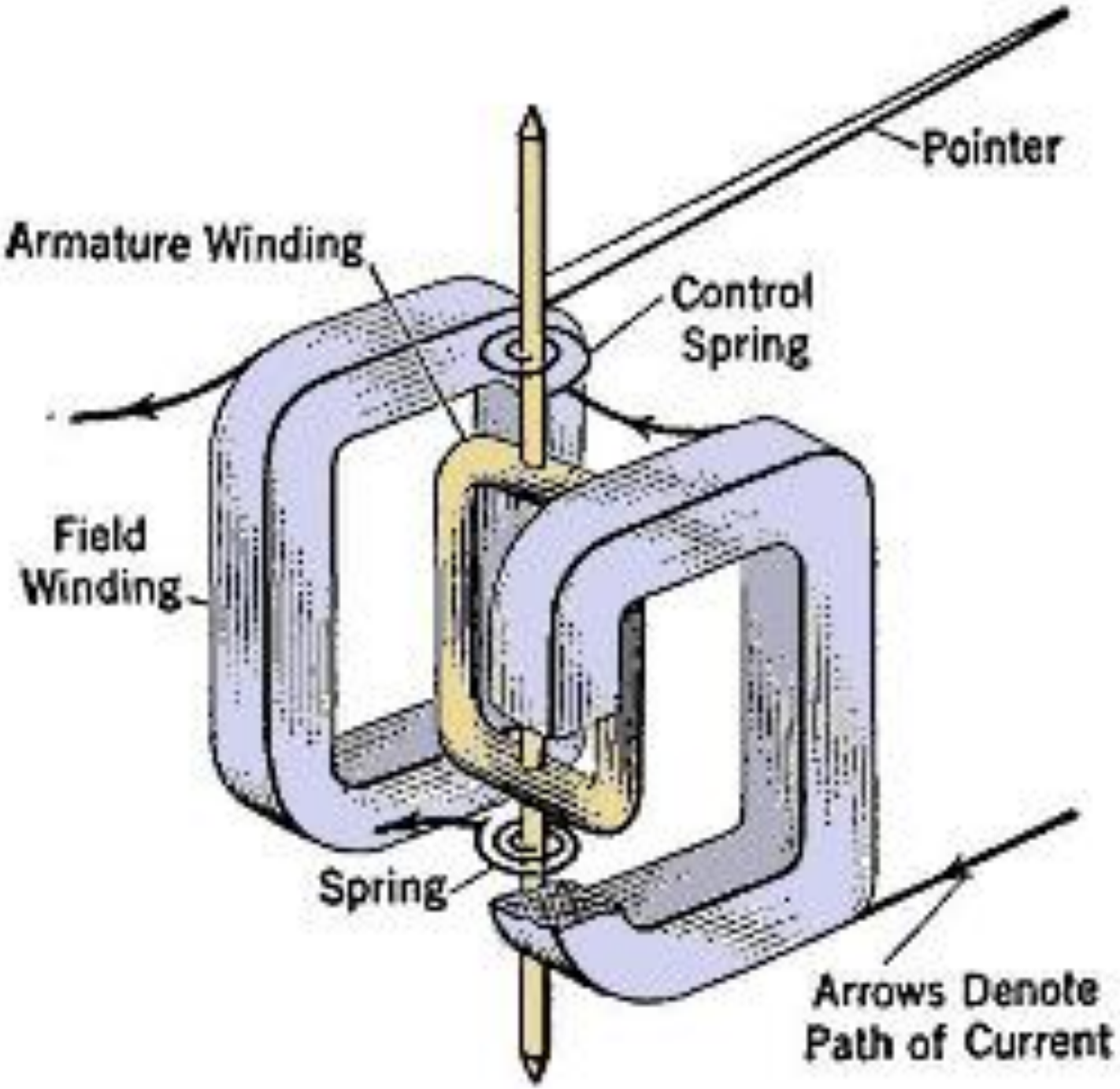
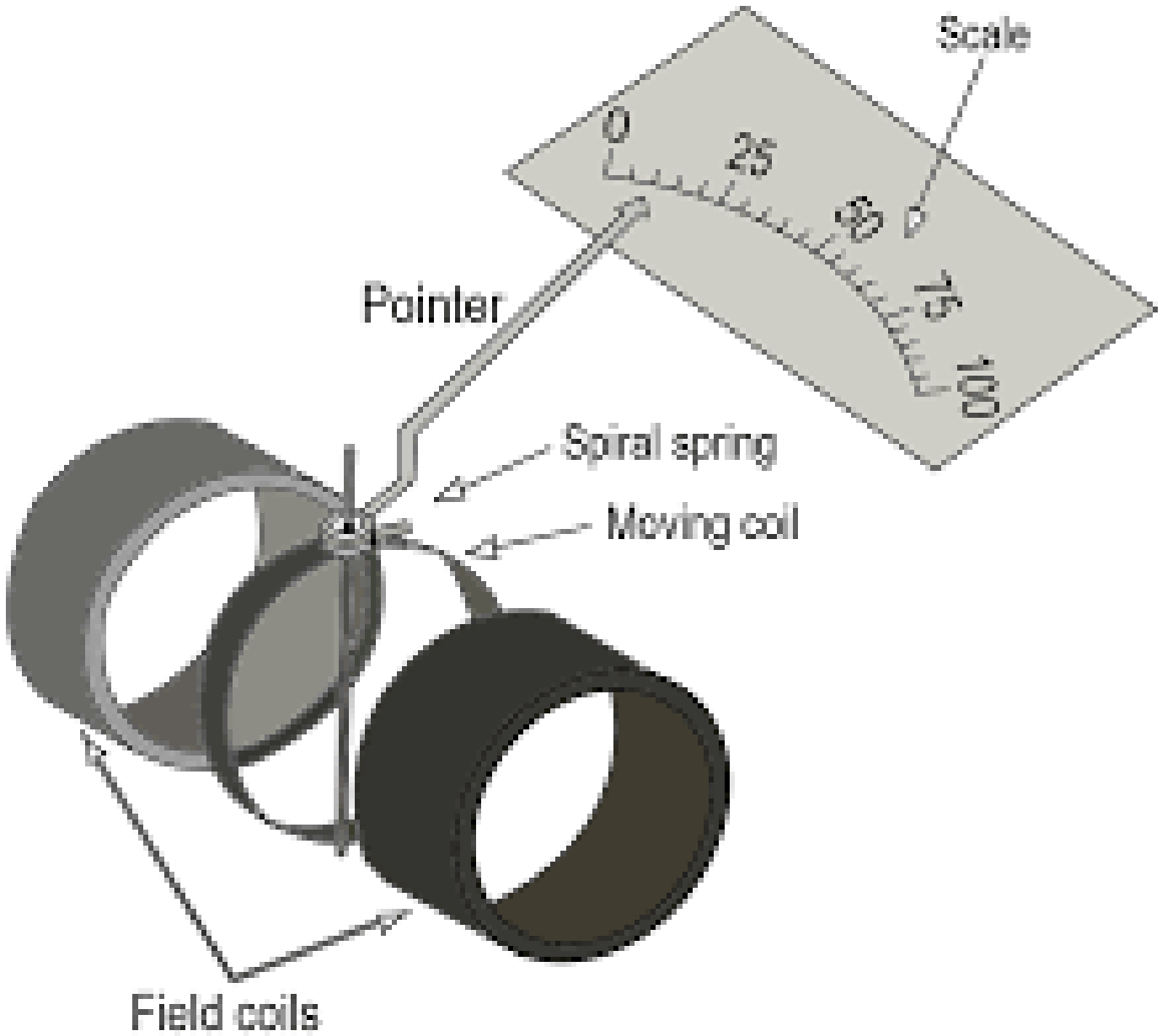
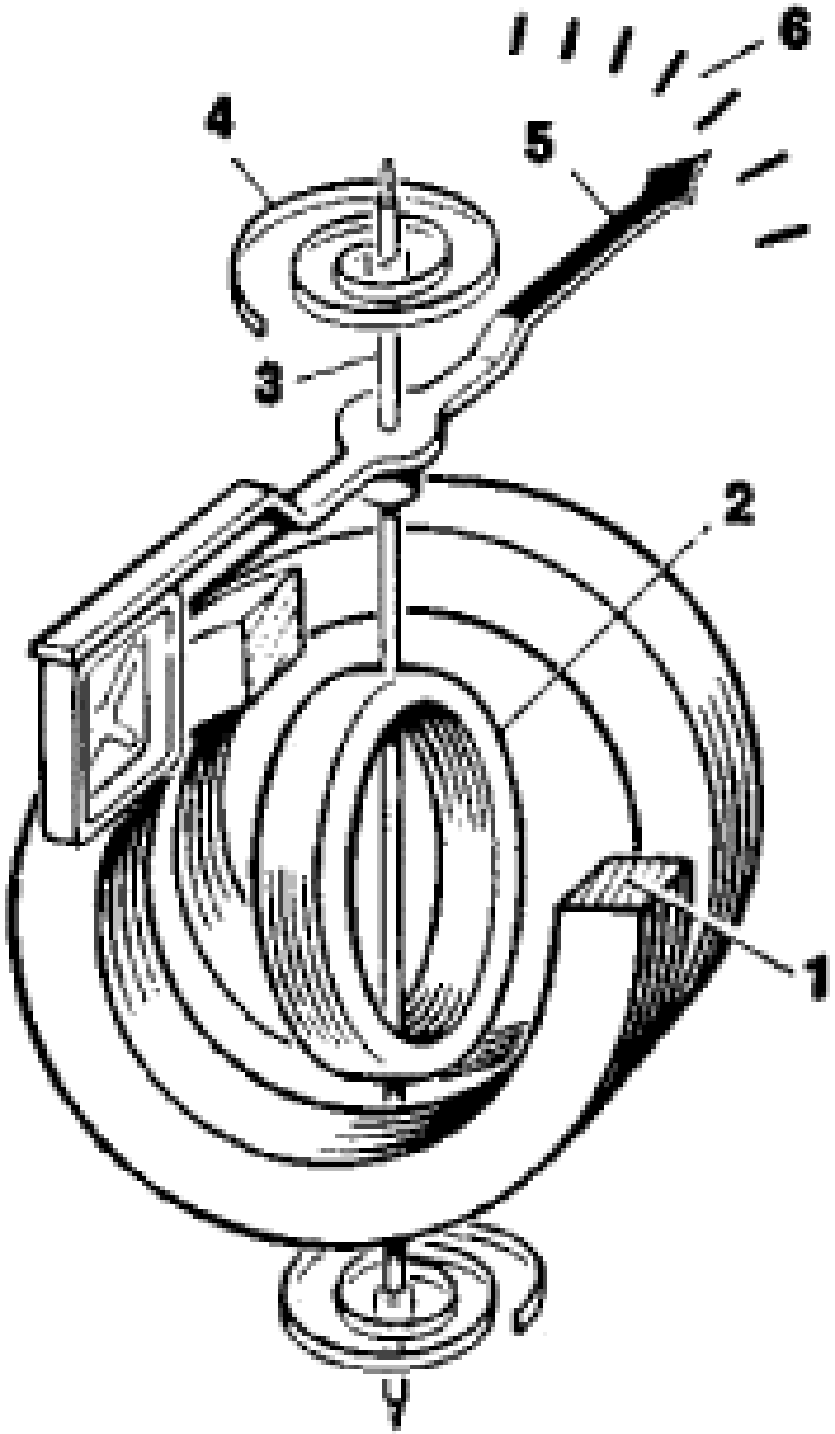
دستگاه اندازه گيري الكترودينامیک

Electrodynamic Instrument

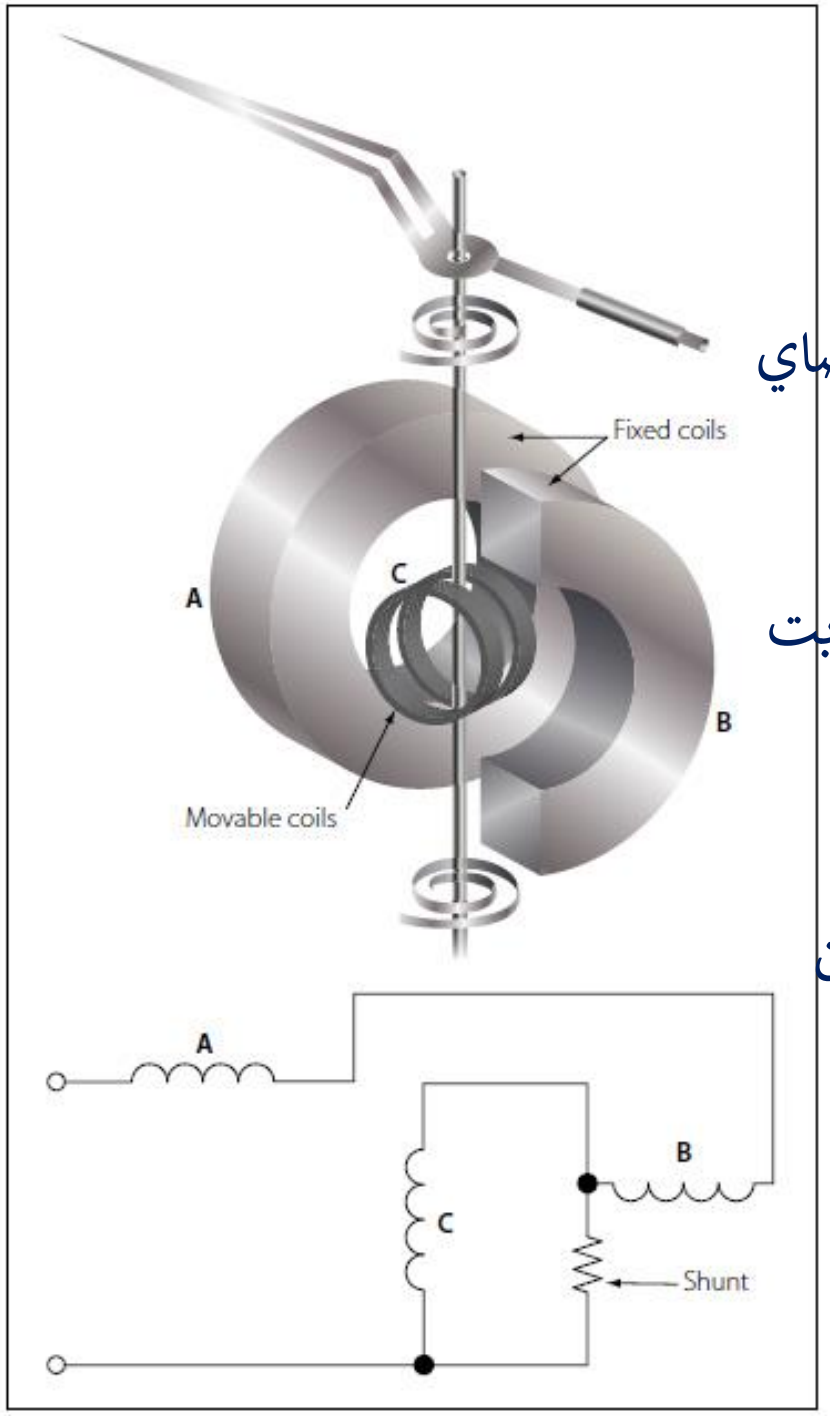

S
N
N
S
FIXED COIL
N
S
S
N
MOVING COIL
S
N
N
S
FIXED COIL
METER TERMINALS


Pointer
Armature Winding
Control Spring
Field Winding
Spring
Arrows Denote Path of Current


Scale
0
25
50
75
100
Pointer
Spiral spring
Moving coil
Field coils


1
2
3
4
5
6
7

دستگاه اندازه‌گيري الكتروديناميک



- دو سيم‌پيچ ثابت
- هدف ايجاد يک ميدان مغناطيسي با توزيع يكنواخت در فضاي بين دو سيم‌پيچ ثابت است
- يک سيم‌پيچ متحرک
- روي محور نصب شده و مي‌تواند درون ميدان دو سيم‌پيچ ثابت بچرخد
- به خاطر ويژگي متحرک بودنش، بسيار ظريفتر از دو سيم‌پيچ متحرک است و تحمل جريان پايين‌تري دارد
- در شكل روبرو، به كمک مقاومت شنت، تنها بخشي از جريان سيم‌پيچ ثابت از سيم‌پيچ متحرک عبور داده مي‌شود
- با توجه به اثر متقابل ميدان سيم‌پيچ ثابت و متحرک، گشتاور توليد مي‌شود كه در تعامل با اثر گشتاور مقاوم (فنر) مجموعه در زاويه‌اي مي‌ايستد

نحوة استفاده از دستگاه اندازه‌گيري الكتروديناميک

- دو سيم‌پيچ ثابت با هم سري مي‌شوند (جريان هر دو يكي است)
- بسته به نياز جرياني كه از سيم‌پيچ متحرک مي‌گذرد انتخاب مي‌شود
  - شكل پاية استفاده مشابه شكل قبلي است
    - جريان سيم‌پيچ متحرک كسري از جريان سيم‌پيچ ثابت است
    - در اين حالت دستگاه جريان را اندازه مي‌گيرد (انحراف عقربه تابع جريان عبوري از دستگاه است)
    - با انتخاب انواع ديگري از جريانهاي عبوري از سيم‌پيچ متحرک، نوع اندازه‌گيري تغيير مي‌كند

روابط گشتاور توليدي در دستگاه اندازه‌گيري الكتروديناميک - تعاريف

- جريان سيم‌پيچ ثابت I_1
- جريان سيم‌پيچ متحرک I_2
- خودالقاي سيم‌پيچ ثابت L_1
- خودالقاي سيم‌پيچ متحرک L_2
- ضريب القاي متقابل سيم‌پيچ ثابت و سيم‌پيچ متحرک M
- شار ارتباطي سيم‌پيچ ثابت $\varphi_1 = L_1 I_1 + M I_2$
- شار ارتباطي سيم‌پيچ متحرک $\varphi_2 = L_2 I_2 + M I_1$

روابط گشتاور توليدي در دستگاه اندازه‌گيري الكترودينامیک

- تغییر انرژي ذخيره شده $e_1 I_1 dt + e_2 I_2 dt = I_1 d\varphi_1 + I_2 d\varphi_2$
$= I_1 d(L_1 I_1 + M I_2) + I_2 d(L_2 I_2 + M I_1)$
$= I_1 L_1 dI_1 + {I_1}^2 dL_1 + I_1 I_2 dM + I_1 M dI_2 + I_2 L_2 dI_2 + {I_2}^2 dL_2 + I_1 I_2 dM + I_2 M dI_1$
- انرژي ذخيره شده در ميدان مغناطيسي
$W_m = \frac{1}{2} {I_1}^2 L_1 + \frac{1}{2} {I_2}^2 L_2 + I_1 I_2 M$
- تغيير در انرژي ذخيره شده در ميدان مغناطيسي
$d(W_m) = I_1 L_1 dI_1 + \frac{1}{2} {I_1}^2 dL_1 + I_2 L_2 dI_2 + \frac{1}{2} {I_2}^2 dL_2 + I_1 M dI_2 + I_2 M dI_1 + I_1 I_2 dM$

روابط گشتاور توليدي در دستگاه اندازه‌گيري الكترودينامیک

- داريم
- انرژي مكانيكي خروجي (لحظه‌اي) + تغيير در انرژي ذخيره شده = كل انرژي ورودي به سيستم
- با قرار دادن دو عبارت قبلي در رابطة فوق انرژي مكانيكي خروجي بدست مي‌آيد
- $d(W_{mech}) = \frac{1}{2} I_1{}^2 dL_1 + \frac{1}{2} I_2{}^2 dL_2 + I_1\, I_2\, dM$
- اين كميت موجب توليد گشتاور مي‌شود
- چون سيم‌پيچها از نظر ساختاري تغيير نمي‌كنند پس dL1 و dL2 هر دو صفر هستند لذا
- $d(W_{mech}) = T_i\, d\theta = I_1\, I_2\, dM$
- $\frac{I_1 I_2}{k} \frac{dM}{d\theta} = \theta$ لذا $T_i = I_1\, I_2 \frac{dM}{d\theta} = k\theta$

روابط گشتاور توليدي در دستگاه اندازه‌گيري الكترودينامیک

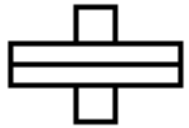
- لذا انحراف عقربه متناسب با
  - جريان سيم‌پيچ ثابت است
  - جريان سيم‌پيچ متحرک است
  - تغيير در القاي متقابل دو سيم‌پيچ است
    - به تغيير زاوية سيم‌پيچ متحرک ربط دارد

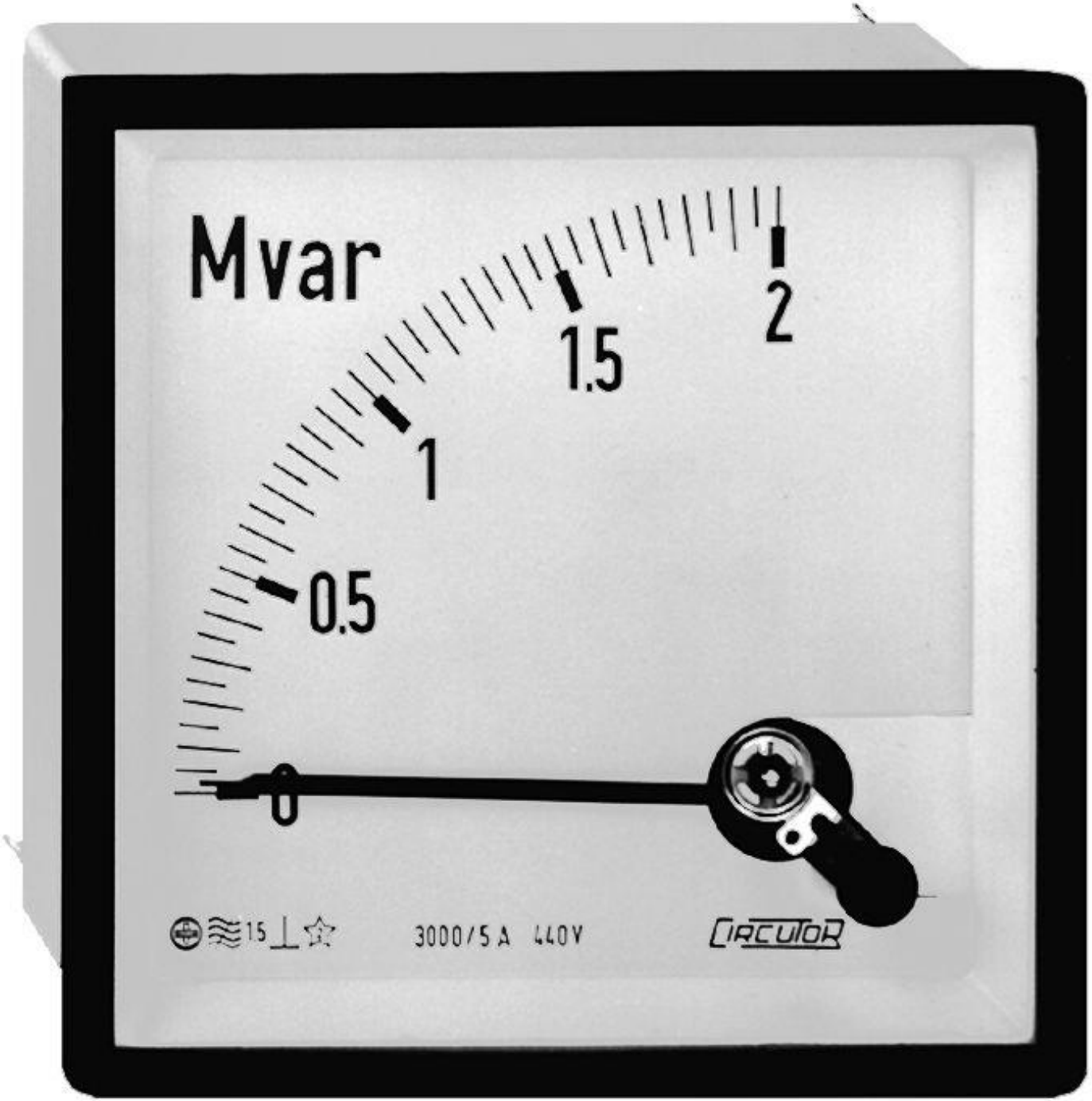
چگونگي اندازه‌گيري كميت در دستگاه اندازه‌گيري الكتروديناميک

- اگر جريان دو سيم‌پيچ يكي باشد
  - شامل استفاده از شنت مي‌شود (رابطة جريان دو سيم‌پيچ تنها يک ضريب مشخص و ثابت باشد)
  - انحراف به توان دوم جريان وابسته مي‌شود
    - اثر $\frac{dM}{d\theta}$ نيز در نظر گرفته شود
  - پس مشابه دستگاه آهن گردان :
    - به جهت جريان وابسته نيست
    - RMS را اندازه‌گيري مي‌كند
    - درجه‌بندي يكنواخت نبوده و در انتها بازتر است

ويژگيهاي دستگاه الكتروديناميک (در وضعيت اندازه‌گيري جريان)

- اندازه‌گيري جريان DC و AC بدون واسطه
- اندازه‌گيري مقدار RMS جريان مستقل از شكل موج
  - در محدودة فركانسي تعيين شده
- بدون خطا و تلفات هيسترزيس و ادي
- درجه‌بندي غير يكنواخت
- حساسيت قابل توجه به اصطكاک
  - چون نسبت گشتاور به اينرسي مجموعة متحرک كوچک است
- گرانتر از آهن گردان و قاب گردان
- حساس به ميدانهاي پراكندة مغناطيسي
- مصرف انرژي بيشتر
- علامت مشخصة دستگاه الكتروديناميک :



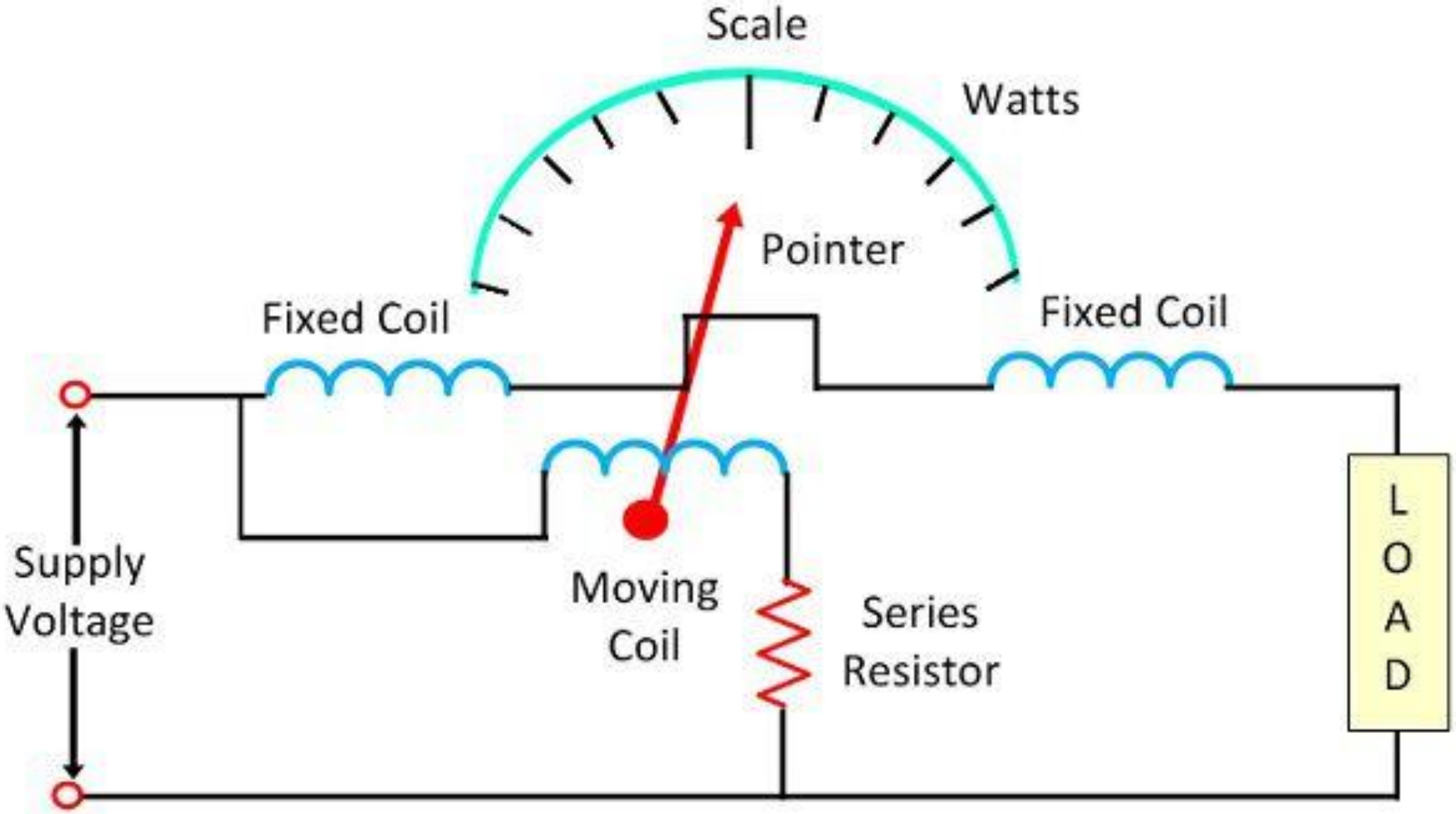


نمونة دستگاه

- اندازه‌گيري ولت-آمپر رآكتيو
  - وار : مگاوار
- درجه‌بندي خطي
- سه‌فاز
  - همرا با نول
- كلاس خطا 1.5%
- نصب عمودي
- ولتاژ كاري 440V
- جريان كاري 5A (3000A توسط ترانسفورمر به 5A تقليل داده مي‌شود)
- كلاس عايقي 2kV

استفاده به عنوان واتمتر

- اگر جريان يكي از سيم‌پيچها تابعي از ولتاژ باشد مي‌توان توان را بدست آورد
  - با توجه به ظرافت سيم‌پيچ متحرک، ولتاژ به آن اعمال مي‌شود
  - طبعا مي‌توان با افزودن مقاومت شنت (براي مسير جريان = سيم‌پيچ ثابت) و مقاومت سري (براي مسير ولتاژ = سيم‌پيچ متحرک) محدودة عملكرد دستگاه را گسترش داد



Electrodynameter Wattmeter

Circuit Globe

نحوة اتصال در مدار