UNIT- 5

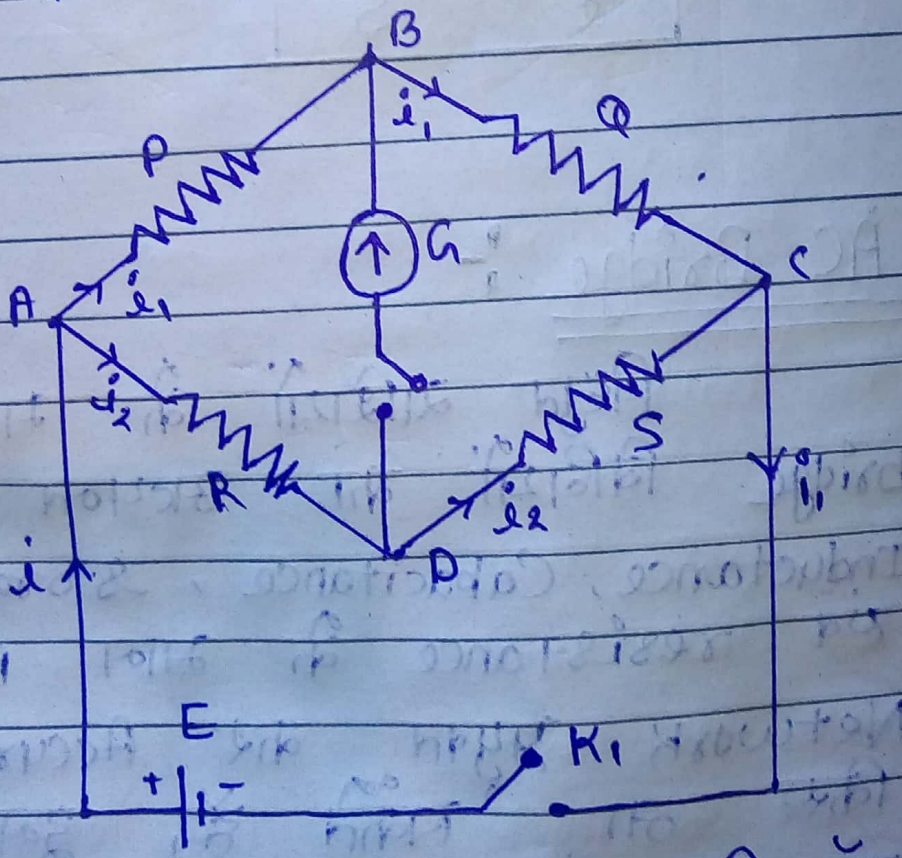
IMPEDANCE BRIDGE AND Q - METER.

* Whetstone bridge :-

इसका अविष्कार wheatstone ने किया था, उन्हीं के नाम पर इसे wheatstone bridge कहते है, इसमें चार resistance P, Q, R तथा S को Series में Connect कर ABCD एक चर्तुभुज बनाते है। चतुर्भुज के Arm, A व C के मध्य एक bettery E तथा एक Key K_1 लगाते है तथा Arm, B व D के मध्य एक धारामापी G व Key K_2 को लगाते है। अब चर्तुभुज की चारो Arm के resistance को इस प्रकार समायोजित करते है कि bettery द्वारा circuit, Current प्रवाहित करने पर धारामापी में कोई

परिवर्तन न हो, इस स्थिति में bridge को balance कहा जाता है। Balance की स्थिति में, चतुर्भुज की किन्ही दो संलग्न भुजाओ के प्रतिरोधो का अनुपात, शेष दो संलग्न भुजाओ के प्रतिरोधो के अनुपात के बराबर होता है, अर्थात

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$



बन्द पाश ABDA के लिए किरचॉफ का द्वितीय नियम लगाने पर —

$$i_1 \times P + 0 \times G + i_2 \times R = 0$$

$$i_1 P - i_2 R = 0$$

$$i_1 P = i_2 R \quad \text{——— (1)}$$

Scanned with CamScanner

बन्द पाश BCDB के लिए किरचॉफ का द्वितीय नियम लगाने पर —

$$i_1 \times Q - i_2 \times S + 0 \times G = 0$$

$$i_1 Q - i_2 S = 0$$

$$i_1 Q = i_2 S \quad \text{——— (2)}$$

समीकरण (1) व (2) को भाग देने पर-

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

*. **AC Bridge :-**

विद्युत राशियों के मापन में Ac bridge विधियों का अत्यन्त महत्व है, Inductance, Capacitance, Storage fector(Q) एवं resistance के मान Ac bridge Network, प्रयुक्त कर, Accurately ज्ञात किए जा सकते है, Ac bridge, wheatstone bridge का ही संशोधित रूप है, मूल रूप से Ac bridge में चार Arms, एक energy Source तथा एक balance detector होता है, Ac bridge में प्रत्येक Arms एक impedance होती है, तथा

Scanned with CamScanner

battery के स्थान पर एक AC Source एवं Galvanometer के स्थान पर एक Sensitive Detector होता है, जो अत्यन्त अल्प AC विभवान्तर की उपस्थिति भी sens कर सकता है।

AC bridge के लिए ऊर्जा स्रोत तथा डिटेक्टर

निम्न frequency पर मापन के लिए एक सामान्य पावर लाइन, bridge के लिए supply का कार्य करती है। High frequency पर मापन में electronic oscillator, bridge supply के लिए प्रयुक्त किए जाते हैं, इन oscillator का यह गुण होता है कि इनकी frequency स्थिर होती है, तथा उसे सरलता से समायोजित किया जाता है। इनकी तरंग का आकार लगभग sinusoidal होता है तथा इनकी power output, brige मापन के लिए काफी होती है।

AC bridge पर सामान्यतः तीन प्रकार के detector प्रयुक्त किए जाते हैं-

(i) Head Phone
(ii) Ac Amplifier Output Meter के साथ

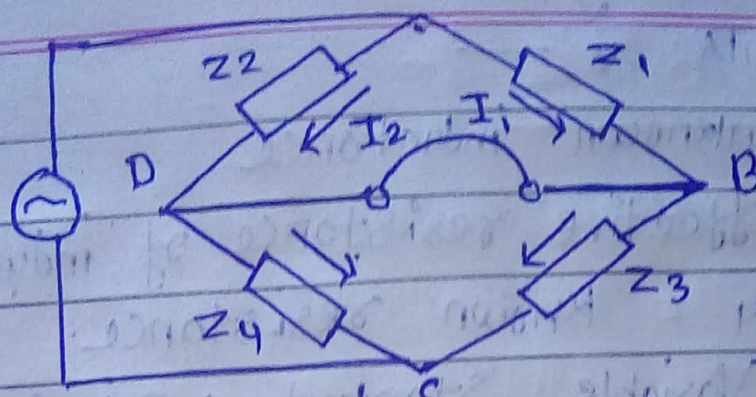
Scanned with CamScanner

(iii) electron ray tube indecater.

Principal Of AC Bridge Measurment :-

Bridge की चार भुजाओं में चार impedance Z_1, Z_2, Z_3 व Z_4 Connect की गई हैं, Detector को Headfone द्वारा दिखाया गया है, Bridge की balance की अवस्था वें तब होती हैं, जब Detector की response शून्य होती हैं, अथवा वह शून्य प्रदर्शित करता हैं, balance की अवस्था प्राप्त करने के लिए bridge की एक या अधिक भुजाओं को Adjust किया जाता हैं, bridge के balance के लिए समीकरण, impedance को Complex Notetion (j) द्वारा प्रदर्शित कर ज्ञात की जाती हैं, ये राशियाँ impedance (z) अथवा impedance (Y) हो सकती हैं, bridge के balance के लिए आवश्यक शर्त यह हैं कि बिन्दु B तथा D के मध्य Potentional शून्य हो यह तभी सम्भव हैं जब A एंव D के मध्य Potentional, A एंव B के मध्य Potentional के बराबर हो तथा समान कला में हो,

Scanned with CamScanner



$$E_{AB} = E_{AD}$$

$$I_1 Z_1 = I_2 Z_2$$

$$I_1 = \frac{E}{Z_1 + Z_3}$$

$$I_2 = \frac{E}{Z_2 + Z_4}$$

$$\frac{E}{Z_1 + Z_3} \cdot Z_1 = \frac{E}{Z_2 + Z_4} \cdot Z_2$$

$$Z_1 Z_2 + Z_1 Z_4 = Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3$$

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$$

$$Y_1 Y_4 = Y_2 Y_3$$ (impedance को Y के रूप में प्रकट करने पर)

* Maxwell Bridge :-

Maxwell bridge द्वारा unknown inductance का मान एक ज्ञात capacitor के पदो में मापा जाता है। bridge के component

निम्न प्रकार है —

L_1 = Unknown inductance

R_1 = effective resistance of inductor L_1

R_2, R_3, R_4 = Known resistance

C_4 = Variable Standard Capacitor

bridge के balance की समीकरण लिखने पर -

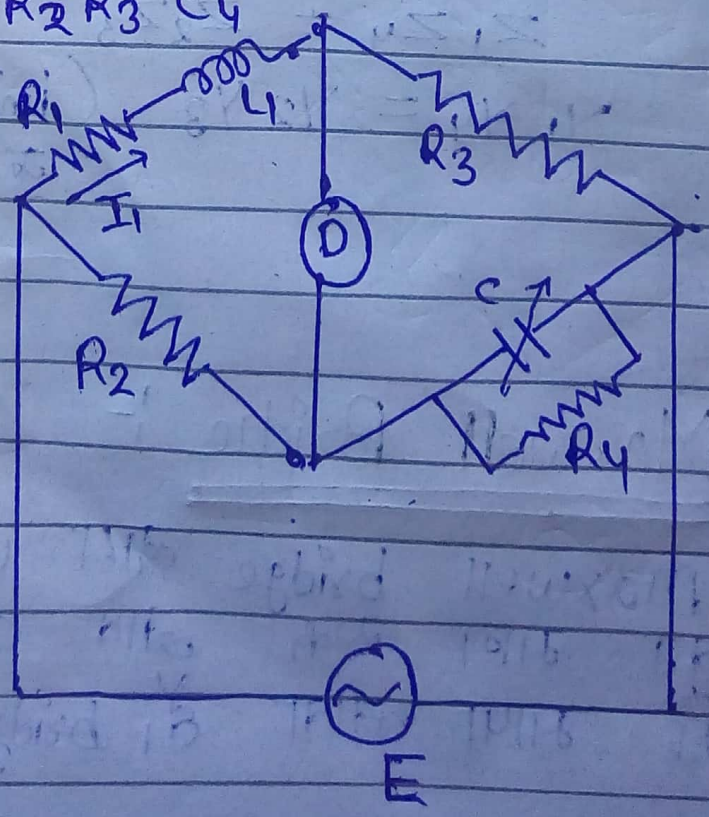
$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$$

$$(R_1 + j\omega L_1)\left(\frac{R_4}{1 + j\omega R_4 C_4}\right) = R_2 R_3$$

$$R_1 R_4 + j\omega L_1 R_4 = R_2 R_3 + j\omega R_2 R_3 C_4 R_4$$

$$R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4}$$

$$L_1 = R_2 R_3 C_4$$



Scanned with CamScanner

* Hay Bridge :-

Hay bridge, maxwell bridge का एक संशोधित रूप है। इस bridge में एक standard Capacitor के Series में एक resistance (R_4) प्रयुक्त किया गया है। R_1 तथा L_1 अज्ञात Component है।

L_1 = अज्ञात प्रेरक, जिसका प्रतिरोध R_1 है।

R_2, R_3, R_4 = ज्ञात शुद्ध प्रतिरोध

C_4 = Standard Capacitor

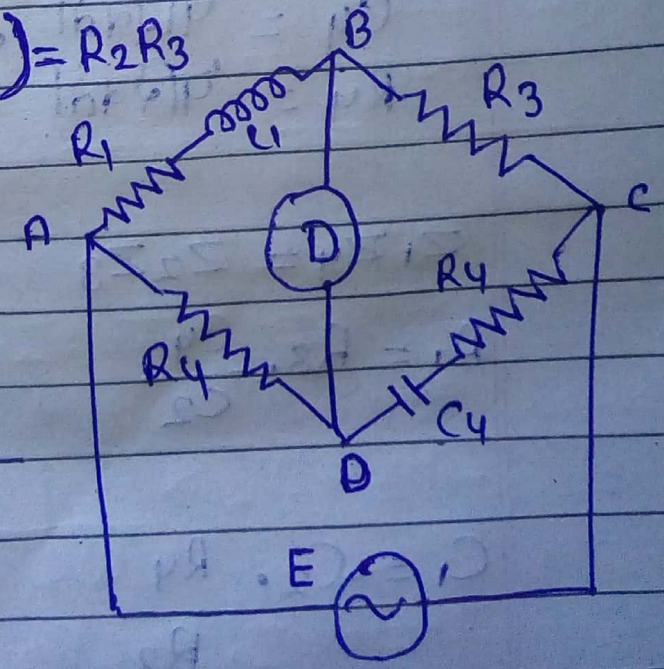
bridge की balance की स्थिति में

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$$

$$(R_1 + j\omega L_4)\left(R_4 - \frac{j}{\omega C_4}\right) = R_2 R_3$$

$$L_1 = \frac{R_2 R_3 C_4}{1 + \omega^2 C_4^2 R_4^2}$$

$$R_1 = \frac{\omega^2 R_2 R_3 R_4 C_4^2}{1 + \omega^2 C_4^2 R_4^2}$$



Scanned with CamScanner

* Schering Bridge :-

Schering bridge एक अत्यन्त महत्वपूर्ण AC bridge है। इसका उपयोग Capacitor के मापन में किया जाता है। सन्तुलन की अवस्था में bridge के connection दिखाए गए है।

C_1 = अज्ञात Capacitor

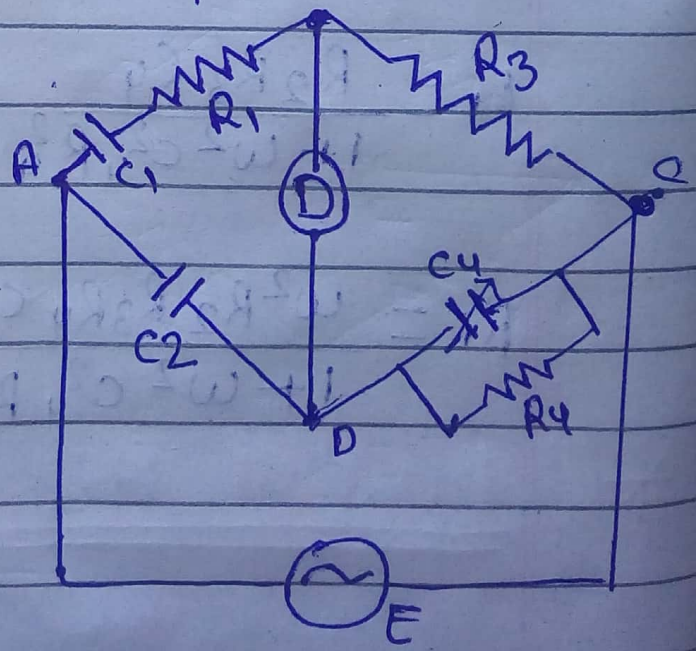
R_1 = Capacitor C_1 में हानि प्रदर्शित करने वाला प्रतिरोध

C_2 = Standard Capacitor

R_3 = शुद्ध प्रतिरोध

C_4 = परिवर्ती ज्ञात Capacitor

R_4 = परिवर्ती शुद्ध प्रतिरोध



$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$$

$$R_1 = R_3 \cdot \frac{C_4}{C_2}$$

$$C_1 = C_2 \cdot \frac{R_4}{R_3}$$

Scanned with CamScanner

* De Sauty's Bridge :-

De Sauty bridge, दो धारिताओं (Capacitance) की तुलना करने के लिए उपयोग में लाया जाता है, Capacitor C_1 की धारिता ज्ञात करनी है, इसे एक Standard Capacitor C_2 से Compare किया जाता है।

C_1 = अज्ञात Capacitor

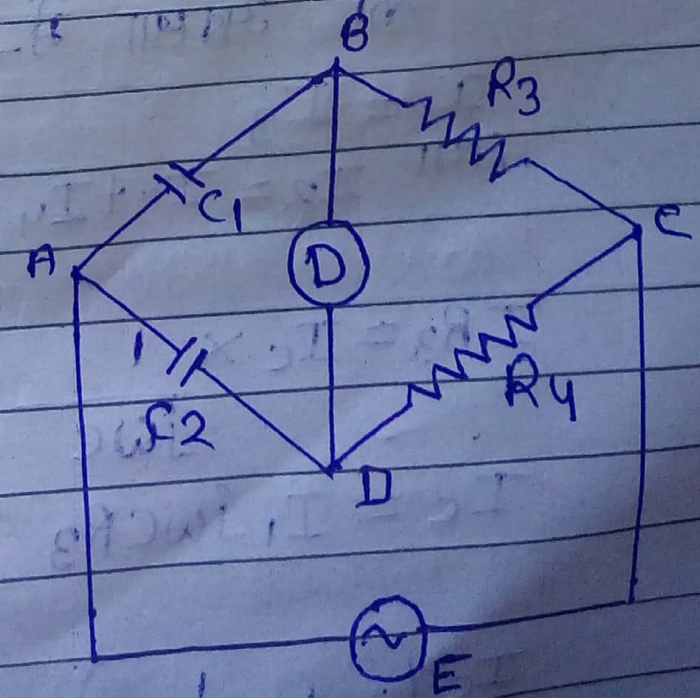
C_2 = Standard Capacitor

R_3, R_4 = शुद्ध प्रतिरोध

Bridge के सन्तुलन के लिए R_3 अथवा R_4 को परिवर्तित किया जा सकता है, bridge की सन्तुलन की अवस्था में

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$$

$$C_1 = C_3 \frac{R_4}{R_3}$$

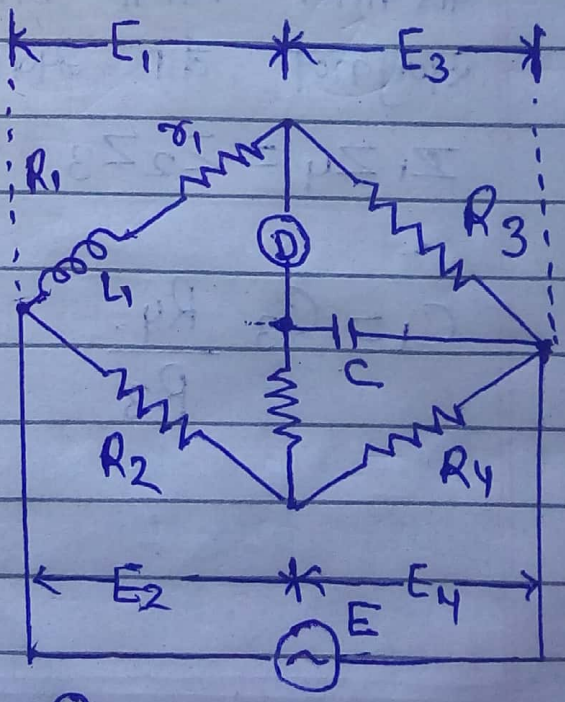


Scanned with CamScanner

Anderson bridge

इस bridge में self inductance L का मान एक Standard Capacitor के पदो में ज्ञात किया जाता है,

L_1 = Unknown self inductance
R_1 = Inductor का resistance
r_1 = inductor के series में resistance
r, R_2, R_3, R_4 = Unknown resistance
C = Standard Capacitor
D = Null Detector



bridge के सन्तुलन की अवस्था में-

$I_1 = I_3$

तथा $I_2 = I_c + I_4$

$$I_1 R_3 = I_c \times \frac{1}{j\omega C}$$

$$I_c = I_1 j\omega C R_3 \quad \text{---} (1)$$

$$I_c \left(r + \frac{1}{j\omega C} \right) = (I_2 - I_c) R_4 \quad \text{---} (2)$$

Scanned with CamScanner

समी० (i) में $I_c = I_1 j\omega C R_3$ रखने पर -

$$I_1(r_1 + R_1 + j\omega L_1 - j\omega C R_3 r) = I_2 R_2 \quad \text{--- (iii)}$$

$$I_1(j\omega C R_3 r + j\omega C R_3 R_4 + R_3) = R_2 R_4 \quad \text{--- (iv)}$$

समी० (iii) व (iv) से —

$$I_1(r_1 + R_1 + j\omega L_1 - j\omega C R_3 r) = I_1\left(\frac{R_2 R_3}{R_4} + \frac{j\omega C R_2 R_3 r}{R_4} + j\omega C R_3 R_2\right)$$

Real तथा Imaginary पदों को बराबर रखने पर -

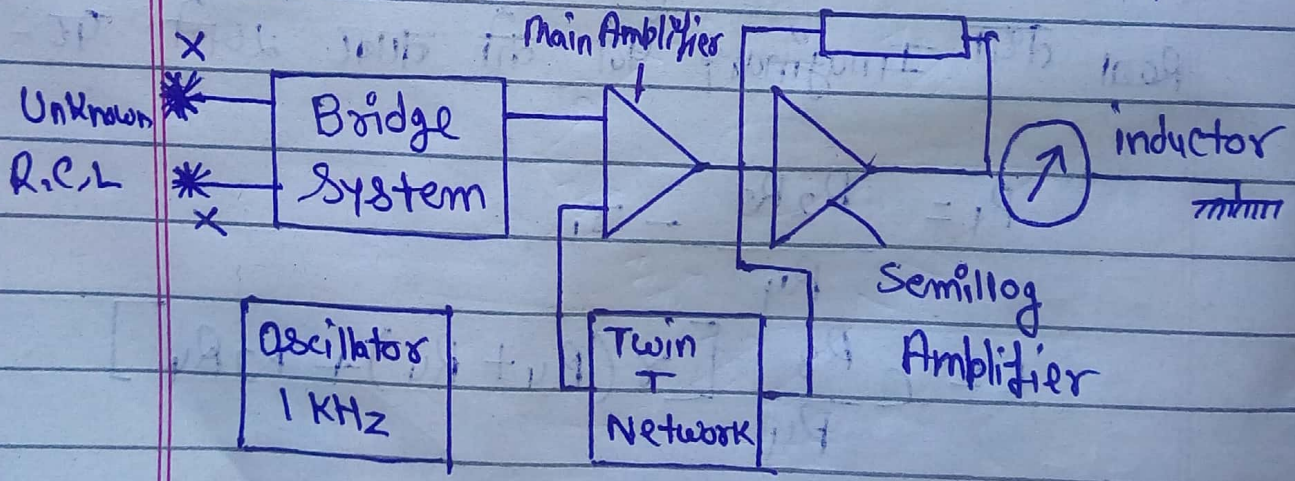
$$R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4} - r_1$$

$$L = C\frac{R_3}{R_4}\left[r(R_4 + R_4) + R_2 R_4\right]$$

* LCR Bridge :-

LCR bridge का उपयोग resistance, inductance तथा capacity मापन के लिए किया जाता है, यह balancing type अथवा digital हो सकता है। यहाँ ~~एक~~ balancing type LCR bridge में अज्ञात Component

(L, C, R) को bridge की एक भुजा में लगाया जाता है, तथा bridge की किसी अन्य भुजा में ज्ञात मान का component (L, C, R) Connect कर bridge को balance किया जाता है, balancing की अवस्था, bridge में प्रयुक्त एक शून्य indicator द्वारा प्रदर्शित होती है, यह एक headphone meter अथवा tuning ~~indicator~~ indicator हो सकता है, L, C तथा R मापन के लिए अलग-अलग bridge प्रयुक्त किए जाते हैं,



Bridge System :- Resistance, Capacitance तथा inductance के मापन के लिए पाँच अलग-अलग bridge प्रयोग किए जाते हैं, इसी Section में प्रायः एक अन्य bridge भी प्रयोग किया जाता है, जिसका उपयोग दो समान प्रकार के परन्तु विभिन्न मान

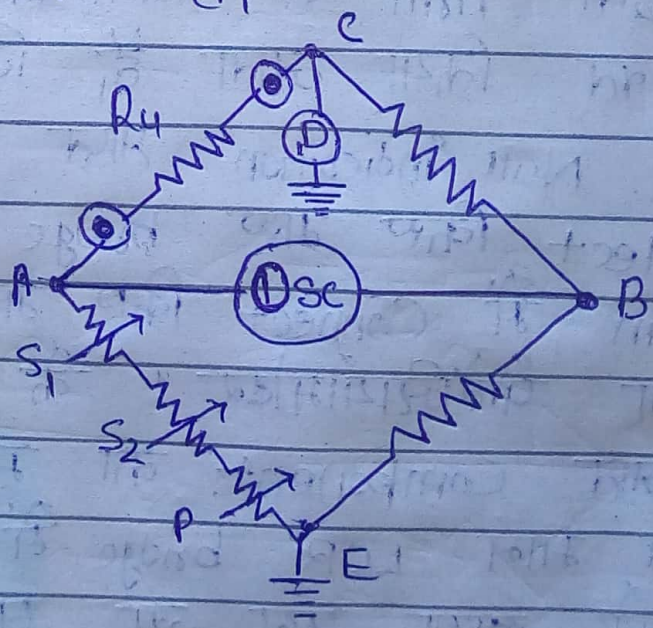
Scanned with CamScanner

के Component की तुलना के लिए किया जाता है। LCR Meter के front pannel पर उपलब्ध Switch द्वारा इन 6 bridge को आवश्यकता के अनुसार Select किया जा सकता है। इन Switch का operation bridge की किसी एक भुजा के साथ किया जा सकता है। यह भुजा balancing Arm की भाँति प्रयुक्त की जाती है। इसी Arm में सामान्यतः एक पोटेंशियोमीटर प्रयुक्त किया जाता है, जिसके द्वारा मीटर में Null indication प्राप्त किया जाता है। Select किए गए bridge के इसी balancing Arm में Connect किए गए, डिकेड स्विच तथा पोटेंशियोमीटर, के सम्मिलित पाठ्यांक अज्ञात Component का मान प्रदर्शित करते हैं। यह मान LCR bridge में प्रयुक्त डिजिटल अंकों द्वारा पढ़ा जा सकता है। जो LCR bridge में इसी उद्देश्य से लगी windows में देखे जा सकते हैं।

(i) Resistance Measurment :- प्रतिरोध मापन के लिए

सामान्यतः wheatstone bridge प्रयुक्त किया जाता है, R_u अज्ञात प्रतिरोध है जिसे

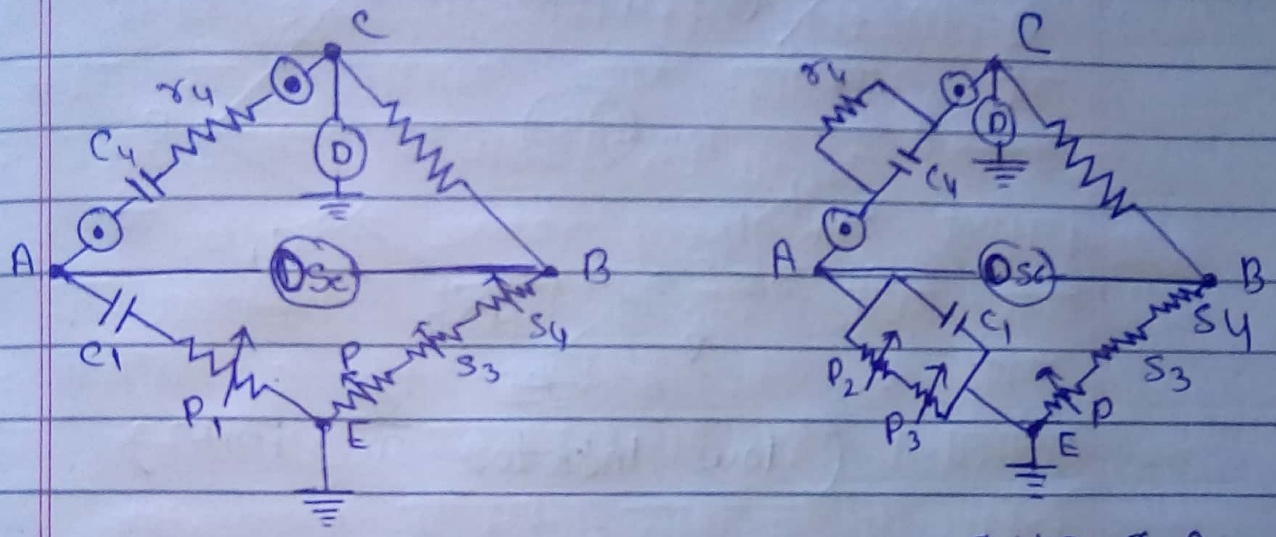
bridge की भुजा AC में Coonect किया जाता है। bridge की भुजा AE balancing भुजा है। इसमें संयोजित दो डिकी डिकेड Switch S_1 तथा S_2 एवं पोटेन्शियोमीटर P द्वारा bridge को सन्तुलित किया जाता है, डिकेड Switch द्वारा विभिन्न भुजा मान के प्रतिरोध भुजा AE में स्थित Switch होते हैं तथा शून्य indecater के अनुसार इन्हें set किया जाता है।



(ii) Cabacitance Measurment :- Cabacitance के लिए इस यन्त्र में दो measurment bridge प्रयोग किए जाते हैं। एक उच्च Cabacitor के मापन के लिए तथा दूसरा अधिक हानियुक्त Cabacitor के लिए, परीक्षण किए जाने वाले Cabacitor की तुलना एक

Scanned with CamScanner

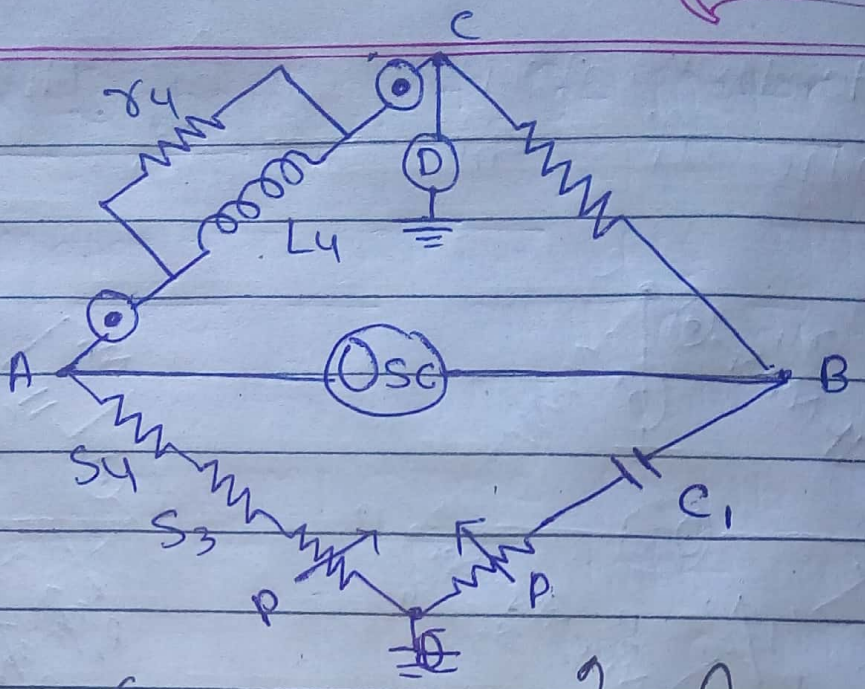
Standard Capacitor C_1 के साथ D-Sharty bridge में की गई है।



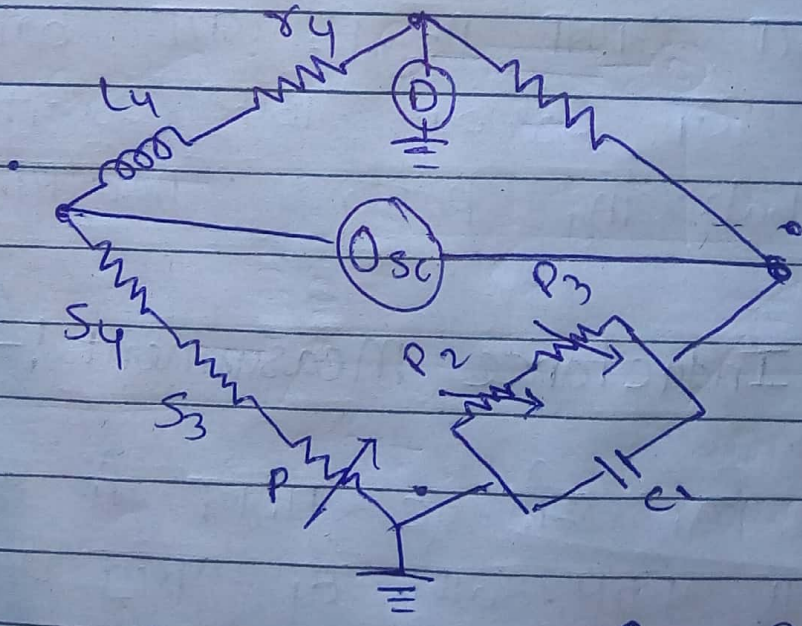
Capacitor का loss Component, पोटेन्शियोमीटर P_1 द्वारा अथवा P_2, P_3 द्वारा balance Out किया जाता है। S_3, S_4 डिकेट Switch है तथा P babancing पोटेन्शियोमीटर है।

(iii) Inductance Measurment :- Induction Measurment के लिए भी C मापन में प्रयुक्त bridge प्रयोग किए जाते हैं, परन्तु Standard Capacitance वाली भुजा, balance Arm द्वारा प्रतिस्थापित की जाती है।

Scanned with CamScanner



(low Inductor के लिए)



(High Inductor के लिए)

Scanned with CamScanner

* Specification of An LCR Bridge

एक Autometic LCR bridge की specification निम्न प्रकार दी जाती है —

- Autometic Measure : L, C, R, Q AND D
- Accuracy : 0.25%
- Measurment frequency : 100Hz - 1KHz
- Measurment range :
  - Inductance (L) : 0.1μH to 9999 H
  - Capacitance (C) : 0.1ph to 9999 μf
  - Resistance (R) : 0.001 to 100 M
  - Storage factor (Q) : 0.1 to 99
  - Dissipation factor (D) : 0.1 to 99

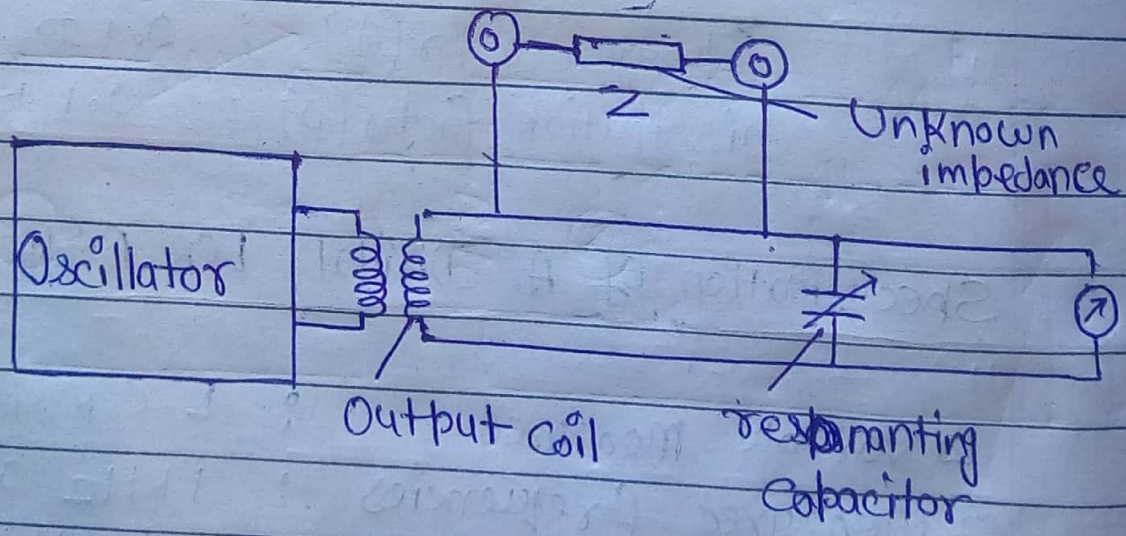
Specification of A Digital LCR Bridge :-

- Variable Measured : L, C, R AND D
- Measured Frequencies : 1KHz and 100Hz
- Display : $3\frac{1}{2}$ digits
- Measurment range :
  - Resistance (R) : 0.0Ω to 20 MΩ
  - Capacitance (C) : 0.0pf to 2000 μf
  - Inductance (L) : 0.0 μH to 2000 H
  - D - factor : 0.01 to 8.0 with 1 Acc

Scanned with CamScanner

* Block Diagram of A Q- Meter

Q- meter का सिद्धान्त RLC श्रेणी परिपथ में अनुनाद पर आधारित है। यन्त्र में एक Oscillator प्रयुक्त किया जाता है। जिसकी frequency range 500 kHz से 50 mHz तक होती है। अज्ञात impedance के साथ एक resonanting Capacitor C लगाया जाता है। परिपथ में अनुनाद, Oscillator की frequency बदलकर अथवा Capacitor की धारिता बदलकर उत्पन्न किया जाता है।

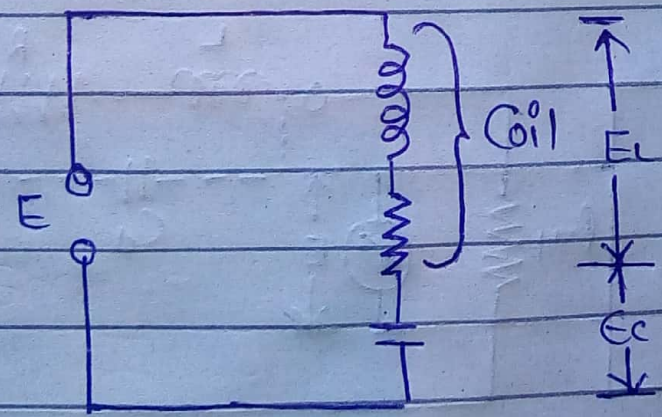


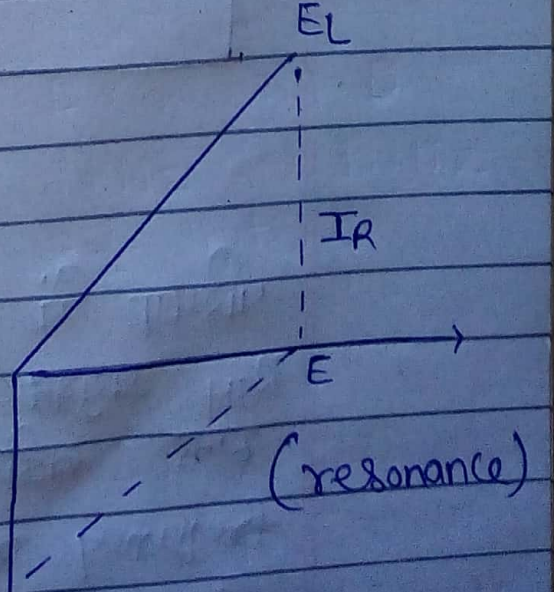
Principle of Quality factor Meter

Q- meter का डिजाइन कुण्डलियों (coils) तथा Capacitor के कुछ विद्युत गुणों के मापन के लिए किया जाता है। इस उपयोगी

Scanned with CamScanner

यन्त्र का Operation, Series resonance परिपथ के अभिलक्षणों पर आधारित है, उदाहरणतः कुण्डली अथवा Capacitor के सिरों के मध्य Voltage, परिपथ को Apply की गई Voltage तथा परिपथ के Q के गुणनफल के बराबर होती है, यदि परिपथ को fix Voltage Apply की जाए तब Capacitor के terminal के मध्य संयोजित एक Voltmeter सीधे Q मापन के लिए Calibrate किया जाता है।





$X_C = X_L$

$E_C = IX_C = IX_L$

$E = IR$

E = Applaied Voltage

I = ~~Curr~~ Circuit Current

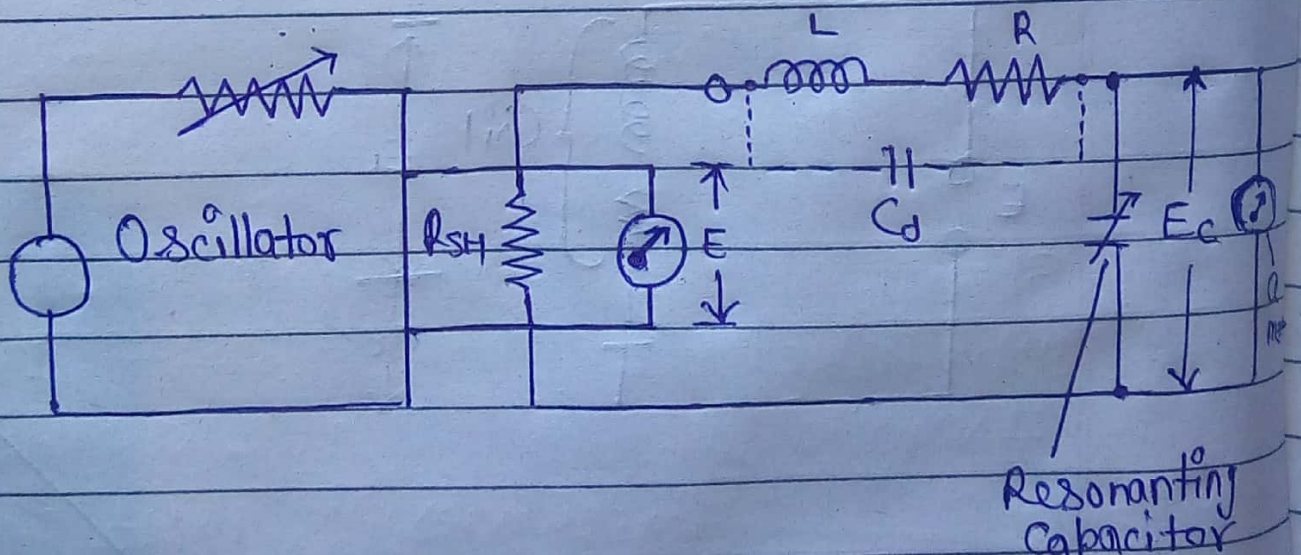
E_C = Capacitor terminal के मध्य Voltage

X_C = Capaciative reactance
X_L = Inductive reactance
R = Coil resistance

परिपथ द्वारा आवर्धन Q कहलाता है।

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{X_C}{R} = \frac{E_C}{E}$$

यदि E को स्थिर रखा जाए तब Capacitor terminal के मध्य एक Voltmeter Connect कर, उसे सीधे Q पदो में calibrate किया जाता है।



परिपथ में low value shunt resistance RSH प्रयुक्त किया गया है, इस प्रतिरोध में एक बडी रैंज का Oscillator जिसकी frequncy range 50 KHz से 50 MHz तक है, current suply करता है। शून्य प्रतिरोध

(RSH) का मान काफी कम 0.02 Ω के क्रम का होता है। यह प्रतिरोध, Oscillator परिपथ में लगभग शून्य प्रतिरोध प्रवेश करता है। इस प्रकार Oscillator परिपथ का ऐसे Voltage Source का कार्य करता है जिसकी Voltage E तथा आन्तरिक प्रतिरोध अत्यन्त निम्न हो। Shunt प्रतिरोध के terminal के मध्य Voltage E एक Thermocouple type meter द्वारा बनाई जाती है। Variable Capacitor पर Voltage एक Electronic Voltmeter द्वारा मापी जाती है। इस Voltmeter का स्केल सीधे Q के पदों में Calibrate होता है।

Meathod of Measuring Q :- L, C तथा R को Connect करने की तीन विधियाँ हैं।

(i) Direct Method
(ii) Series Method
(iii) Shunt Method

Scanned with CamScanner