



मौलाना आजाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान भोपाल- 462003

(शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार के अधीन राष्ट्रीय महत्व का संस्थान)

MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY BHOPAL-462003

(An Institute of National Importance under ministry of education, Govt. of India)

Department of Electrical Engineering (विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग)

Network Lab (नेटवर्क लैब)

List of Experiments (प्रयोगों की सूची)

1. Verification of Thevenin's Theorem.
थेवेनिन प्रमेय का सत्यापन।
2. Verification of Superposition Theorem.
सुपरपोजिशन प्रमेय का सत्यापन।
3. Verification of Norton's Theorem.
नॉर्टन के प्रमेयका सत्यापन।
4. Verification of Maximum Power Transfer Theorem.
अधिकतम विद्युत अंतरण प्रमेय का सत्यापन।
5. RLC resonance in series and parallel circuit.
श्रृंखला और समानांतर सर्किट में अनुनाद(रेजोनेंस)।
6. To determine Z, Y parameter of a T & π Network.
T और π नेटवर्क का Z, Y पैरामीटर निर्धारित करने के लिए।
7. To study the ABCD parameters of a two port network.
दो पोर्ट नेटवर्क के ABCD मापदंडों का अध्ययन करना।
8. Verification of Reciprocity Theorem.
पारस्परिकता प्रमेय का सत्यापन।

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY,
BHOPAL**

NETWORK LAB

EXPERIMENT NO.1

Aim: To study & verify Thevenin's theorem.

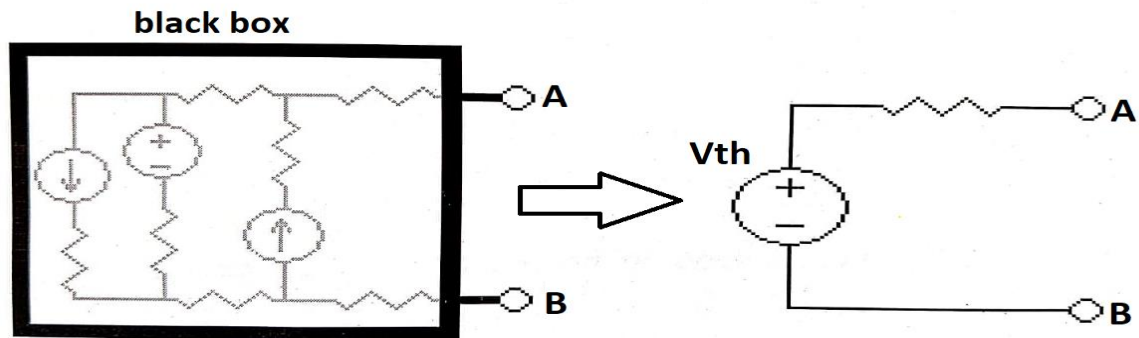
Apparatus Required:

1. Trainer kit
2. Connecting cords

Theory:

Theorem: First of all, Thevenin's theorem states that:

- Any linear electrical network with voltage and current sources and only resistances can be replaced at terminals A-B by an equivalent voltage source V_{th} in series connection with an equivalent resistance R_{th} .
- This equivalent voltage V_{th} is the voltage obtained at terminals A-B of the network with terminals A-B open circuited.
- This equivalent resistance R_{th} is the resistance obtained at terminals A-B of the network with all its independent current sources open circuited and all its independent voltage sources short circuited.



Any black box containing resistances only and voltage and current sources can be replaced to a Thevenin's equivalent circuit consisting of an equivalent voltage source in series connection with an equivalent resistance.

We can verify maximum power transfer theorem with the help of Thevenin's theorem.

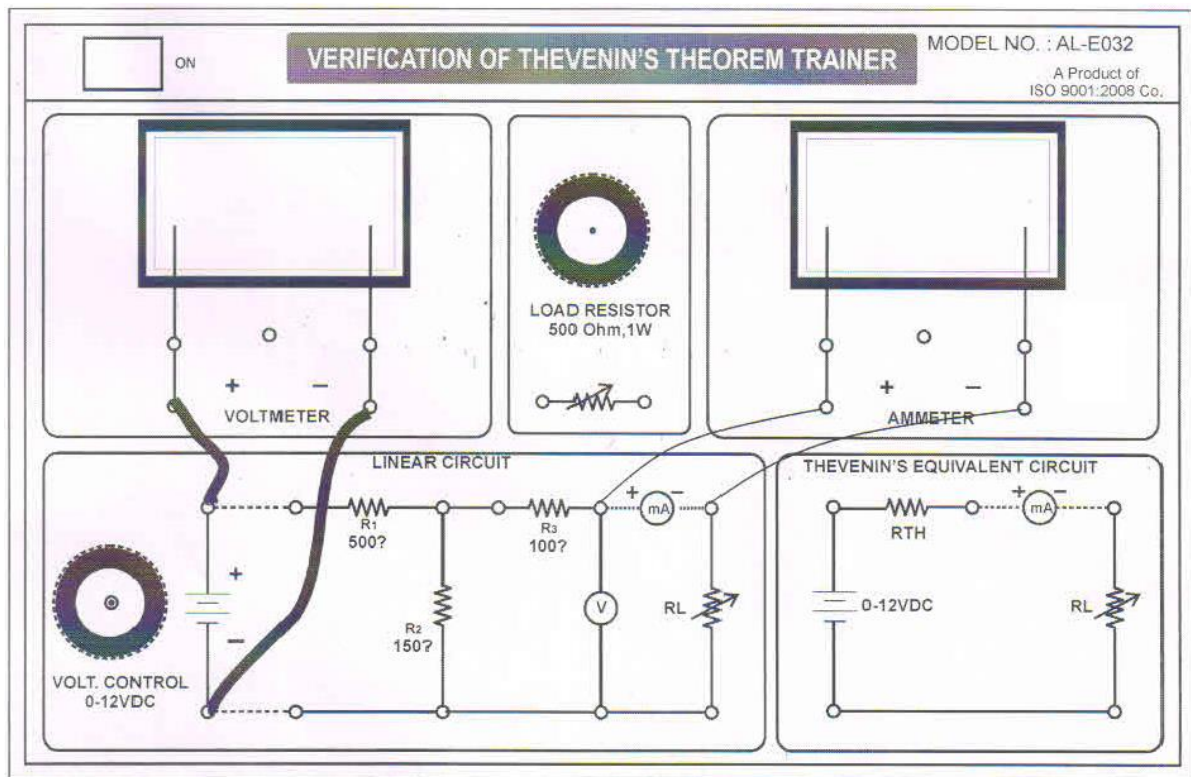
The power transferred from a supply source to a load is at its maximum when the resistance of the load is equal to the internal resistance of the source. On the other words" A resistive load will be consumptive maximum power from the supply when the load resistor is equal to the equivalent (Thevenin) network resistor"

Procedure:

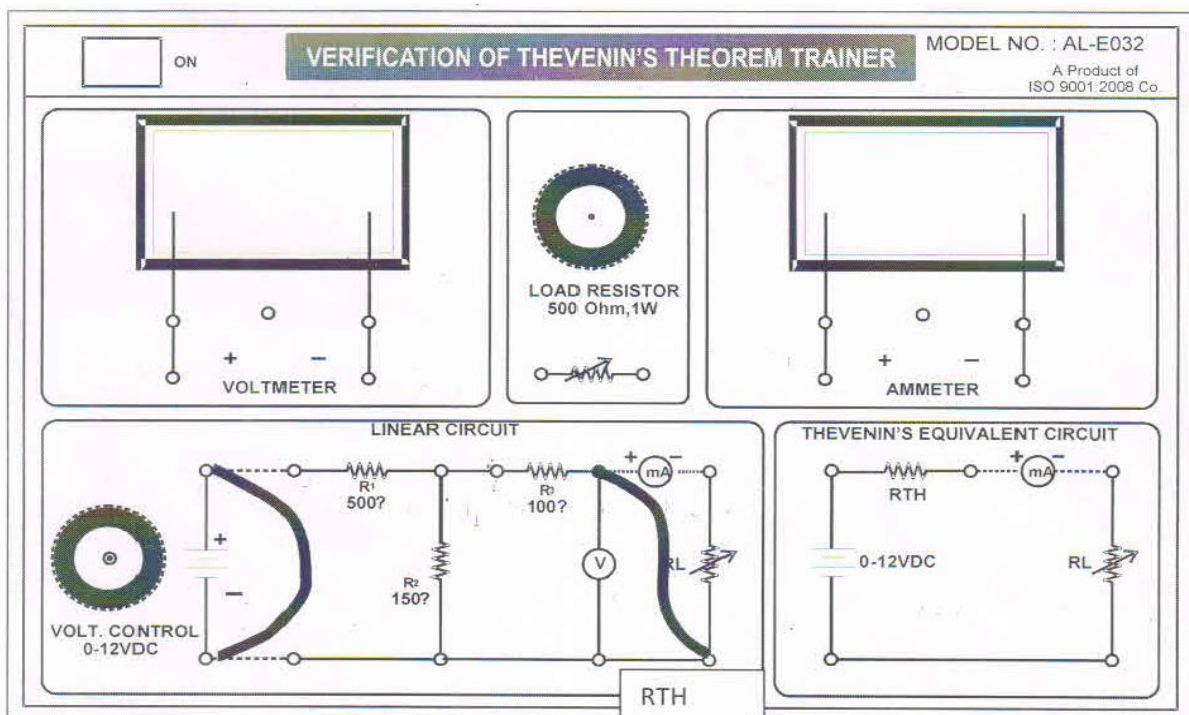
1. Connections should be as per the circuit diagram.
2. Short circuit the voltage source and open circuit the output terminal for calculation of equivalent resistance.
3. Connect the supply voltage and open the output terminal and we get Thevenin's voltage (V_{th}).
4. Now make a equivalent circuit with load connected and calculate the voltage across load (R_L).
5. Using formula find out the Thevenin's voltage (V_{th}) and equivalent resistance (R_{eq}).
6. see here by the current at the resistance equal to the Thevenin's equivalent resistance have maximum, other will be reduced and increased depends upon the resistance.
7. Verify that power is maximum when $R_L = R_{eq}$.

Connection diagram:

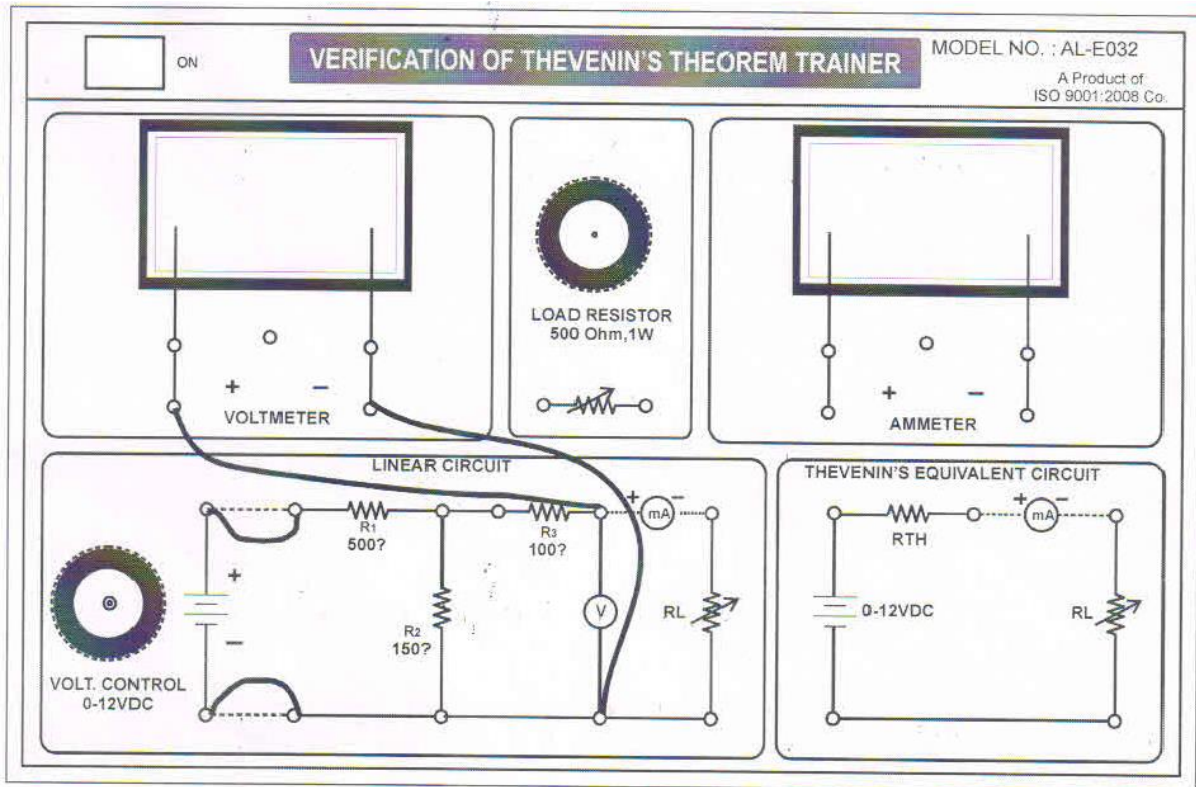
1. For Calculation of open circuit voltage (Thevenin's voltage)



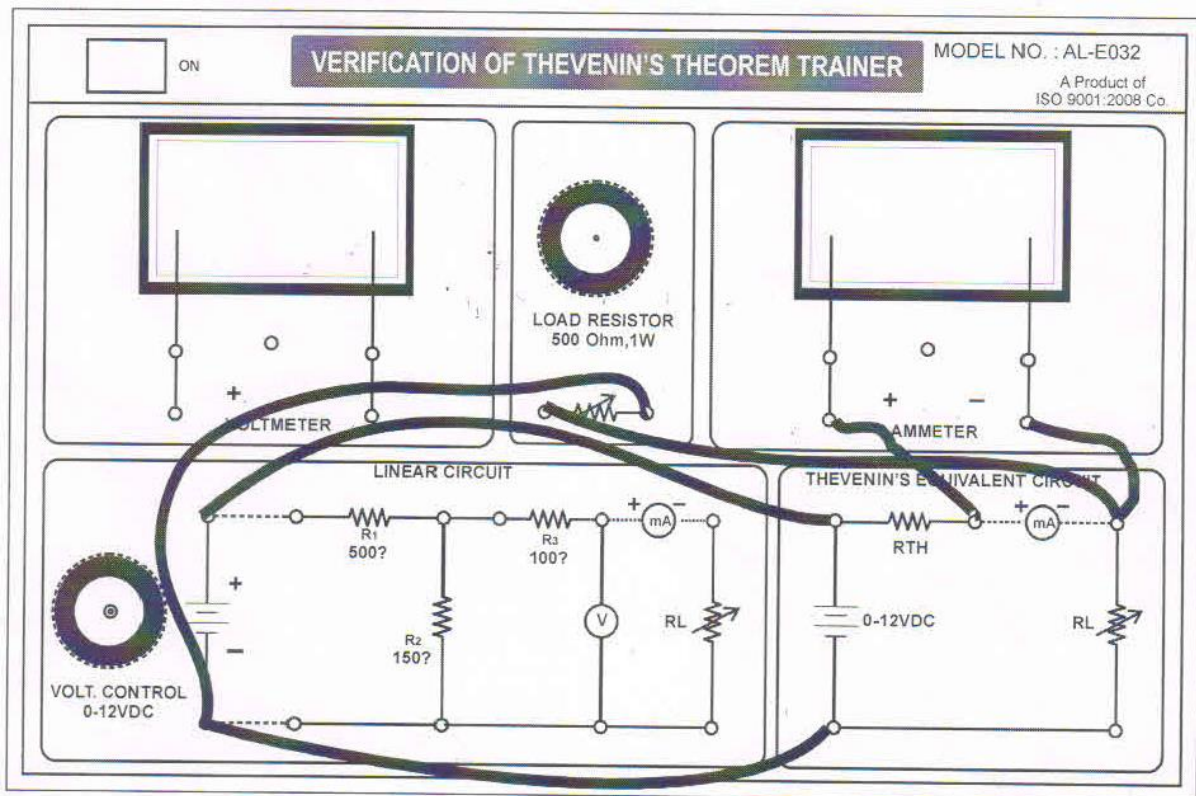
2. For calculation of equivalent resistance (R_{TH}) by Multi meter



3. Calculation of V_{TH}



4. Thevenin's Equivalent circuit with load



Observations and calculations:

Sr. no.	Vin	Vth (Thevenin voltage)		Req (equivalent Theoretical resistance)	RL (Load resistance)	
		Practical	Theoretical		Practical	Theoretical
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Result: If Practical and theoretical values meet near approximation. Then required result is verified.

Questions :

Q.1 What is Thevenin's Theorem?

Q.2 What is Thevenin Voltage?

Q.3 Where is Thevenin's Theorem used?

Q.4 Is Thevenin's Theorem applicable to non-linear circuits?

Q.5 Is Thevenin's Theorem applicable to AC circuits?

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY,
BHOPAL**

NETWORK LAB

EXPERIMENT NO.02

Aim: To verify the Superposition theorem.

Apparatus Required:

1. Trainer kit
2. Connecting cords

Theory:

The superposition theorem for electrical circuits states that for a linear system the response (voltage or current) in any branch of a bilateral linear circuit having more than one independent source equals the algebraic sum of the responses caused by each independent source acting alone, where all the other independent sources are replaced by their internal impedances. To ascertain the contribution of each individual source, all of the other sources first must be "turned off" (set to zero) by:

1. Replacing all other independent voltage sources with a short circuit (thereby eliminating difference of potential i.e. $V=0$; internal impedance of ideal voltage source is zero (short circuit)).
2. Replacing all other independent current sources with an open circuit (thereby eliminating current i.e. $I=0$; internal impedance of ideal current source is infinite (open circuit)).

This procedure is followed for each source in turn, then the resultant responses are added to determine the true operation of the circuit. The resultant circuit operation is the superposition of the various voltage and current sources.

The superposition theorem is very important in circuit analysis. It is used in converting any circuit into its Norton equivalent or Thevenin equivalent.

The theorem is applicable to linear networks (time varying or time invariant) consisting of independent sources, linear dependent sources, linear passive elements (resistors, inductors, capacitors) and linear transformers.

Another point that should be considered is that superposition only works for voltage and current but not power. In other words, the sum of the powers of each source with the other sources turned off is not the real consumed power. To calculate power, we should first use superposition to find both current and voltage of each linear element and then calculate the sum of the multiplied voltages and currents.

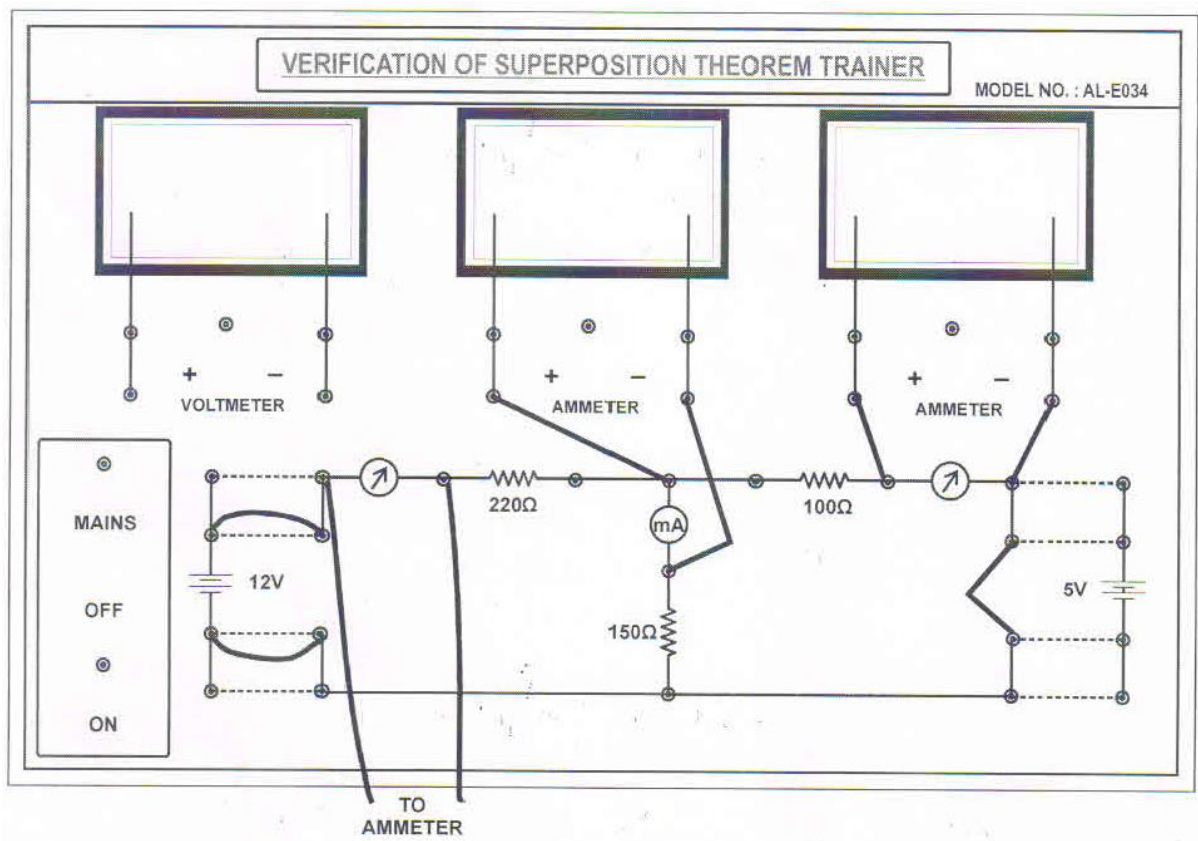
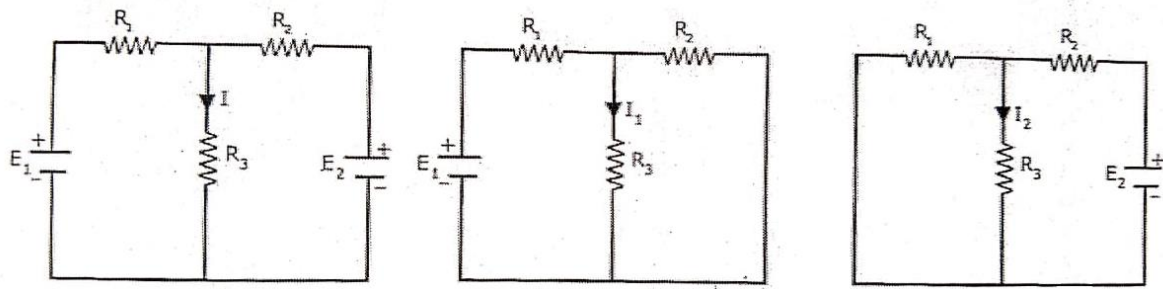
SUPERPOSITION THEOREM:

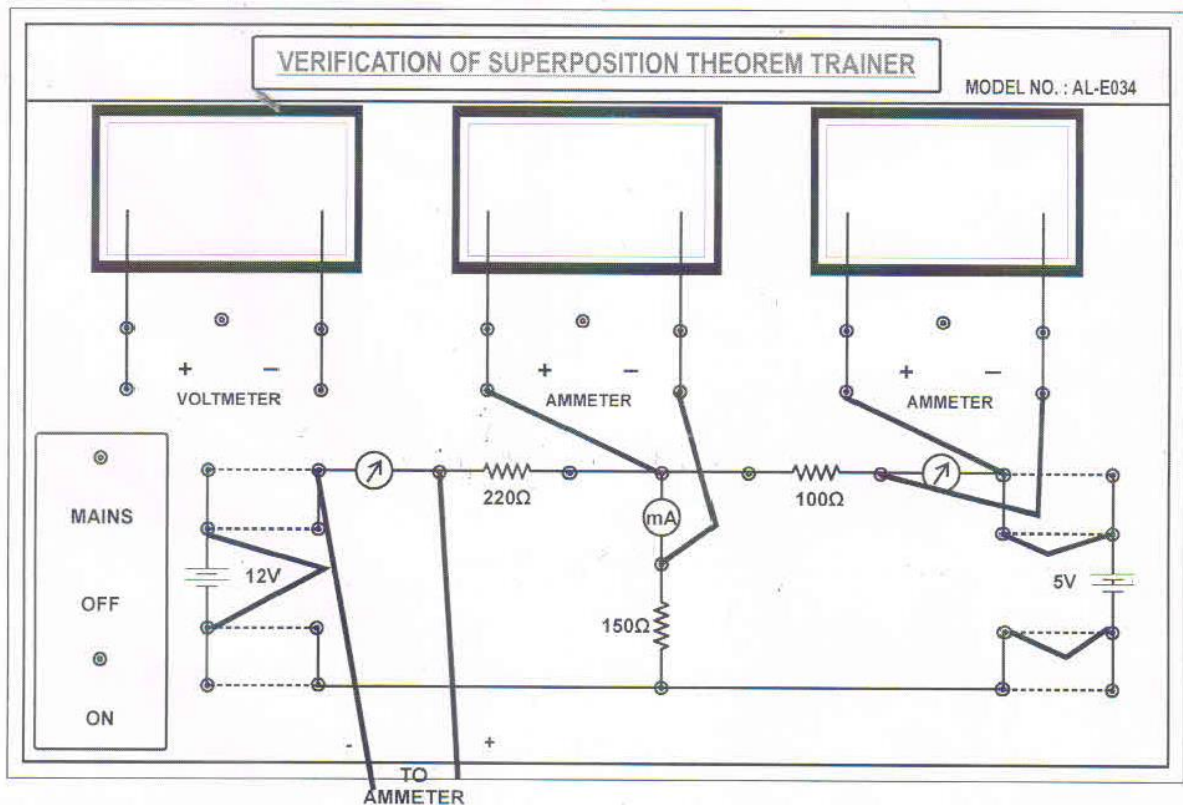
Statement: Superposition theorem states that "In any linear bilateral network containing two or more sources, the response in any element is equal to the algebraic sum of the responses caused by individual sources acting alone, while the other sources are non-operative i.e., while considering the effect of individual sources, other ideal voltage sources and ideal current sources in the network are replaced by short circuit and open circuit across their terminals".

Procedure:

1. Make the connections as shown in fig.1 and measure the current 'I'.
2. Short circuit E2 (assuming the internal resistance of E2 source to be zero) as shown in fig.2 and note down the current I_1 when only E1 is acting.
3. Note down the current in to millimetres and multi meter.
4. Short circuit E, (assuming the internal resistance of E, source to be zero) as shown in fig. 3 and note down the current I_2 when only E2 is acting.
5. Note down the current in to milli meters and multi meter.
6. By superposition theorem $I = I_1 + I_2$.

Connection diagram:





Observation table:

Parameters	Theoretical Values	Practical Values
I_1		
I_2		
I		

Result : If Practical and theoretical values meet near approximation. Then required result is verified.

Questions :

1. What is the superposition theorem?
2. Is the superposition theorem valid for AC circuits?
3. Is the superposition theorem applicable to power?
4. Can the superposition theorem be applied to non-linear circuits?
5. Why do we use the superposition theorem?
6. Limitations of Superposition Theorem?

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY,
BHOPAL**

NETWORK LAB

EXPERIMENT NO.03

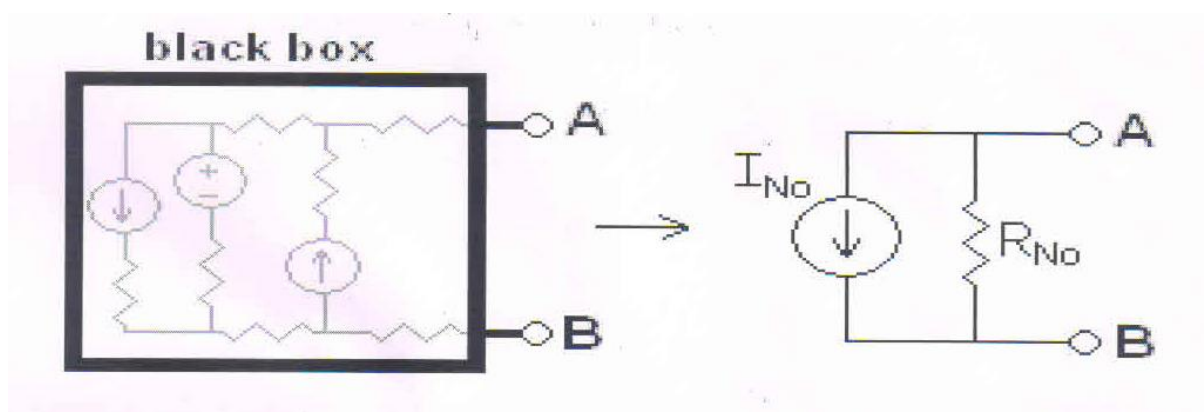
Aim: To study & verify Norton's theorem.

Apparatus Required:

1. Trainer kit
2. Connecting cords

Theorem:

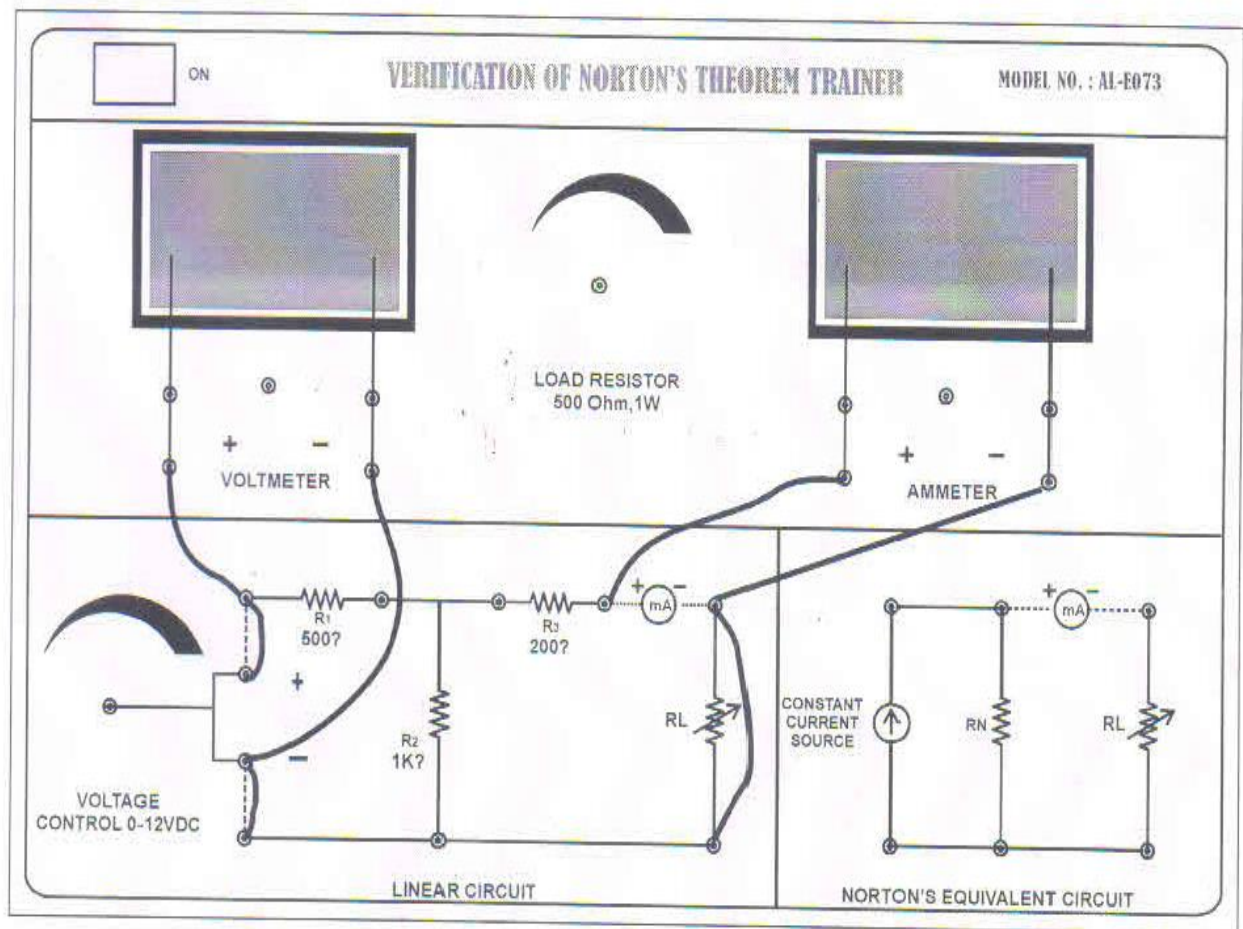
Norton's theorem states that any two terminal linear network with current sources, voltage sources and resistances can be replaced by an equivalent circuit consisting of a current source in parallel with a resistance. The value of the current source is the short circuit current between the two terminals of the network and the resistance is equal to the equivalent resistance measured between the terminals with all the energy sources are replaced by their internal resistances.



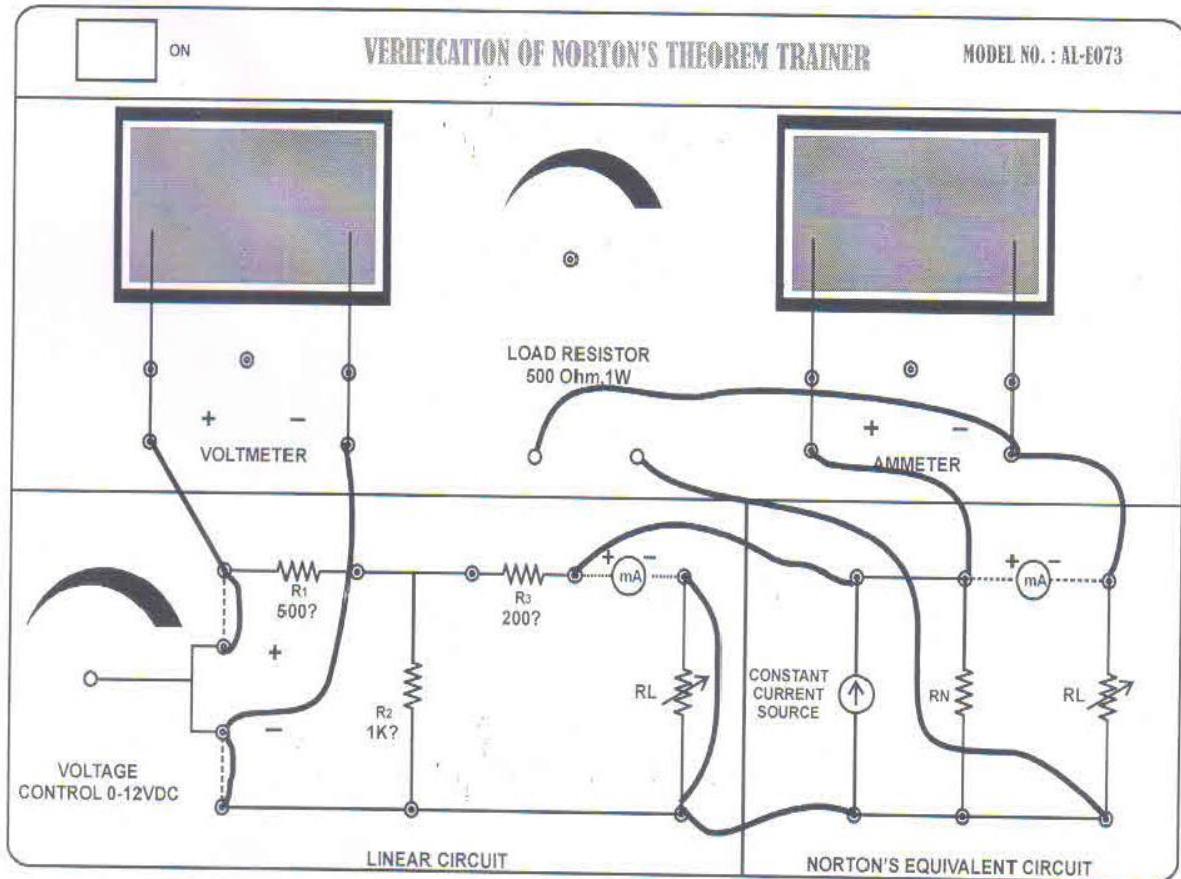
Any black box containing resistances only and voltage and current sources can be replaced by an equivalent circuit consisting of an equivalent current source in parallel connection with an equivalent resistance.

Connection diagram:

1. For calculation of short circuit current (Norton current)



2. For calculation of load current



Procedure:

1. Connection should be as per the circuit diagram.
2. Vary the supply voltage and take the corresponding reading from the ammeter.
3. Remove the load resistance & short that terminal.
4. Find the Norton's resistance R_N i.e equivalent resistance of the circuit.
5. Find the Norton's current I_N or short circuit current.
6. Set constant current source value equals to the Norton's current which is controlled by variable voltage.

7. Now connect the load and measure the current in the load resistance directly.

8. Using formula find out the current in the load resistance and Norton's current.

Observations and calculation:

Sr no.	Vin	IN (Norton current)		Req (equivalent resistance)	IL (Load current)	
		Practical	Theoretical		Practical	Theoretical
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Result: If Practical and theoretical values meet near approximation. Then required result is verified.

Questions

1. What is Norton's Theorem?
2. Whether we can apply Norton's theorem to the AC circuits?
3. What will be Norton's equivalent circuit, if the circuit consists of multiple dependent sources and multiple resistances?
4. In how many methods, we can calculate Norton's equivalent resistance, for the circuit, which is having multiple independent & dependent DC sources and multiple resistances?
5. In how many methods, we can calculate Norton's equivalent resistance, for the circuit, which is having multiple independent DC sources and multiple resistances?

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY,
BHOPAL**

NETWORK LAB

EXPERIMENT NO.04

Aim: To study & verify Maximum power transfer theorem.

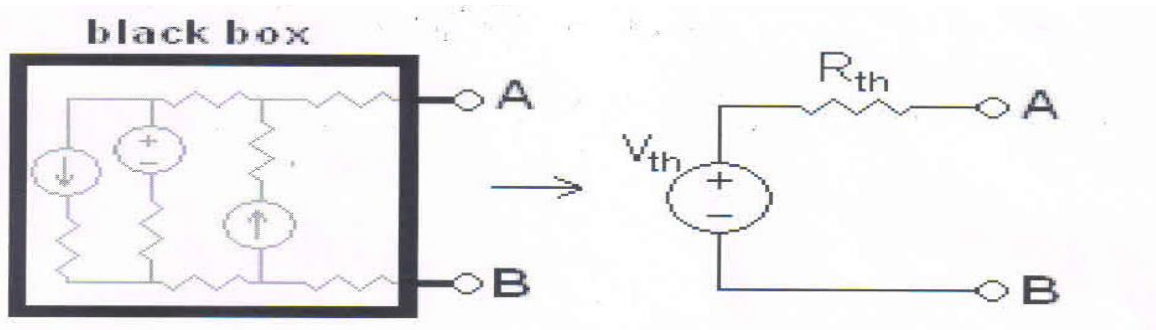
Apparatus Required:

1. Trainer kit
2. Connecting cords

Theory:

Theorem: First of all, Maximum power transfer theorem states that:

- Any linear electrical network with voltage and current only resistances can be replaced at terminals A-B by an equivalent source and voltage source V_{th} in series connection with an equivalent resistance R_{th} . This equivalent voltage V_{th} is the voltage obtained at terminals A-B of the network with terminals A-B open circuited.
- This equivalent resistance R_{th} is the resistance obtained at terminals A-B of the network with all its independent current sources open circuited and all its independent voltage sources shortcircuited.



Any black box containing resistances only and voltage and current sources can be replaced to a Maximum power transfer equivalent circuit consisting of an equivalent voltage source in series connection with an equivalent resistance. We can verify maximum power transfer theorem with the help of Maximum power transfer theorem.

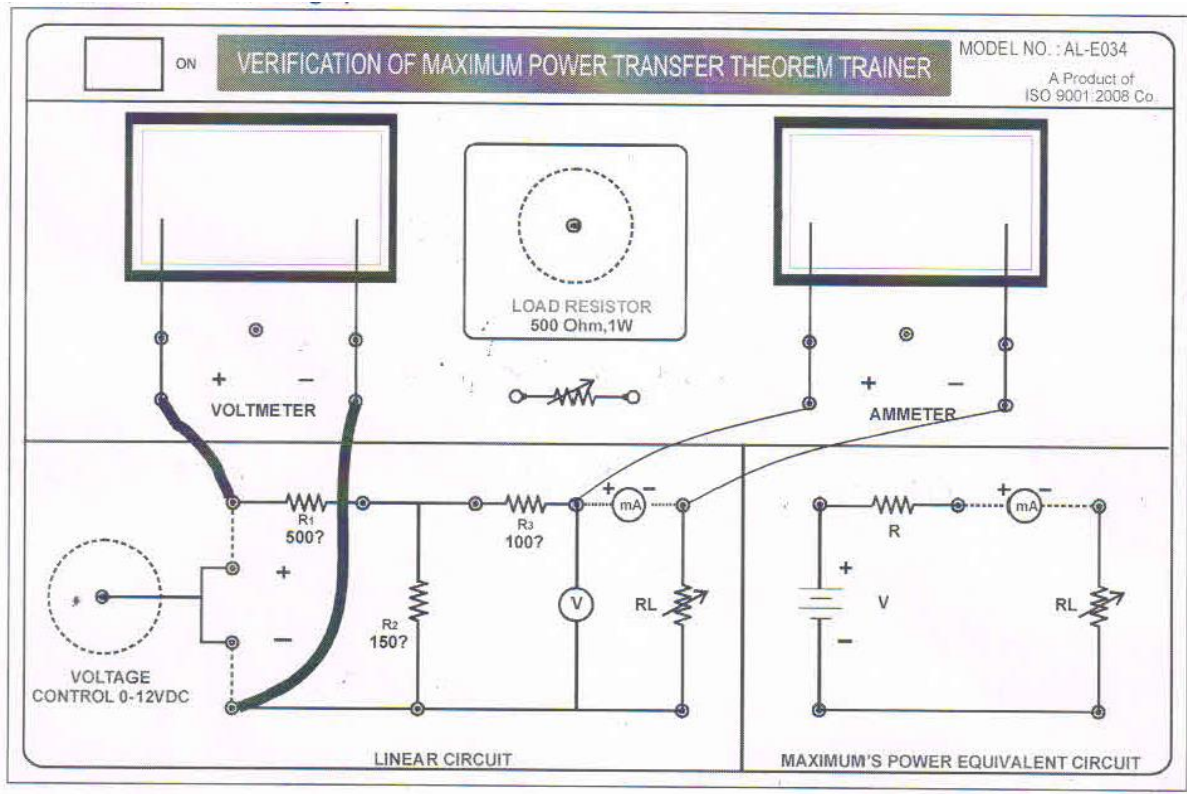
The power transferred from a supply source to a load is at its maximum when the resistance of the load is equal to the internal resistance of the source. On the other words" A resistive load will be consumptive maximum power from the supply when the load resistor is equal to the equivalent (Maximum power transfer) network resistor"

Procedure:

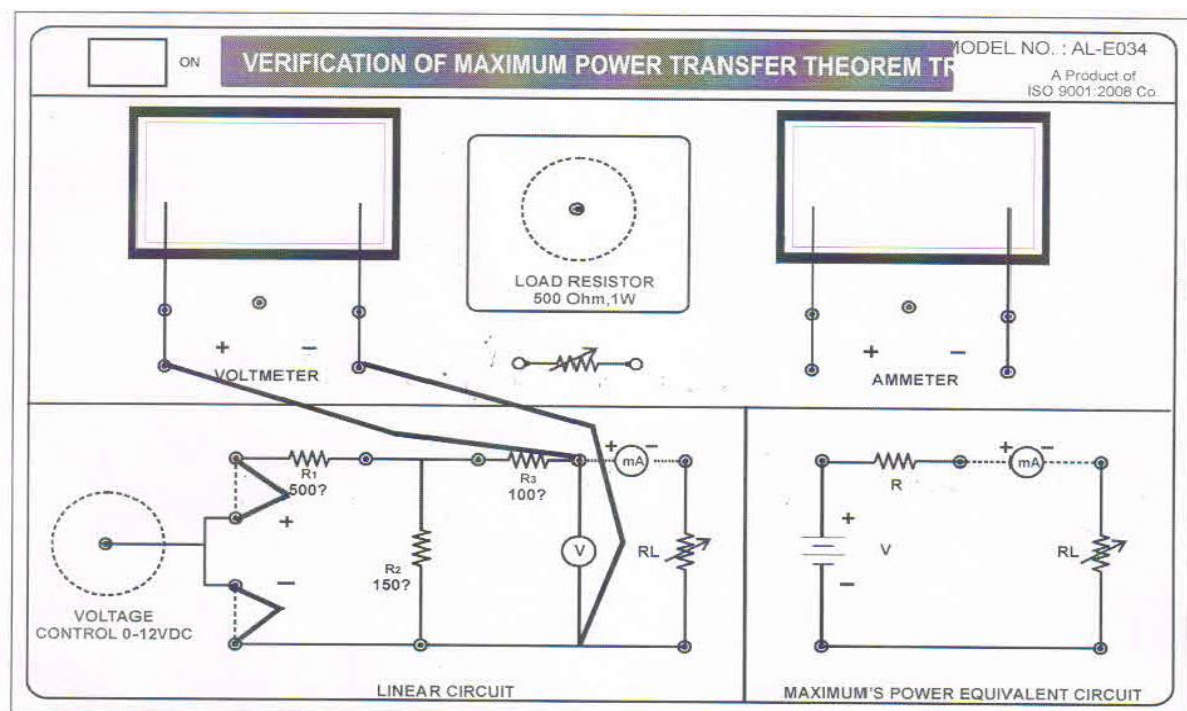
1. Connections should be as per the circuit diagram.
2. Short circuit the voltage source and open circuit the output terminal for calculation of equivalent resistance.
3. Connect the supply voltage and open the output terminal and we get Maximum power transfer voltage (V_{th}).
4. Now make a equivalent circuit with load connected and calculate the voltage across load (R_L).
8. Using formula find out the Maximum power transfer voltage (V_{th}) and equivalent resistance (R_{eq}).
9. see here by the current at the resistance equal to the Maximum power transfer equivalent resistance have maximum, other will be reduced and increased depends upon the resistance.
10. Verify that power is maximum when $R_L = R_L$.

Connection diagram:

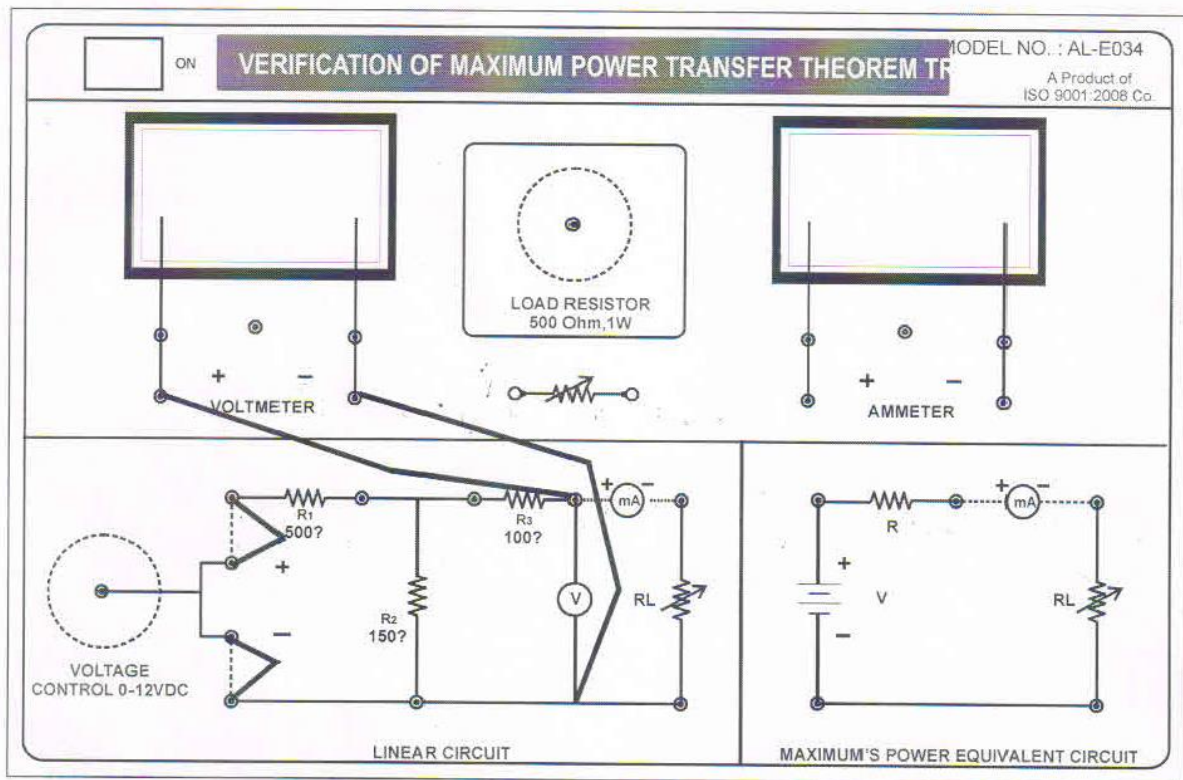
1. For calculation of open circuit voltage (Maximum power transfer voltage)



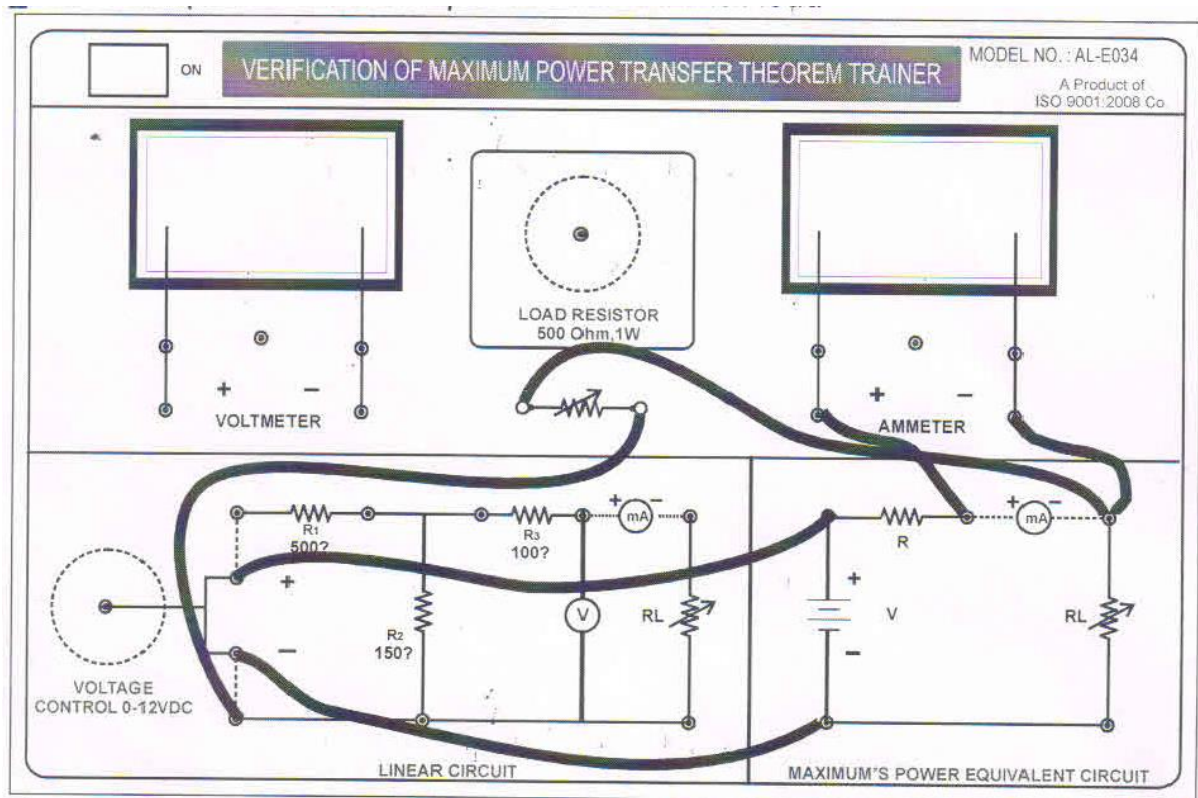
2. For calculation of equivalent resistance (R_{TH}) by Multi meter



3. Calculation of V_{TH}



4. Maximum power transfer equivalent circuit with load



Observations and calculation:

Sr no.	Vin	Vth (Maximum power transfer voltage)		Req (equivalent resistance)	RL (Load resistance)	
		Practical	Theoretical		Practical	Theoretical
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Result: When maximum power is transferred near $R_L = R_{eq}$.
Then theorem is verified.

Questions

1. What is the Maximum Power Transfer Theorem? Explain with an example
2. Does the Maximum Power Transfer Theorem apply to AC circuits?
3. What is the Maximum Power Transfer Formula?
4. What is Thevenin's Resistance?
5. What are the limitations of the Maximum Power Transfer Theorem?

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY,
BHOPAL**

NETWORK LAB

EXPERIMENT NO.05

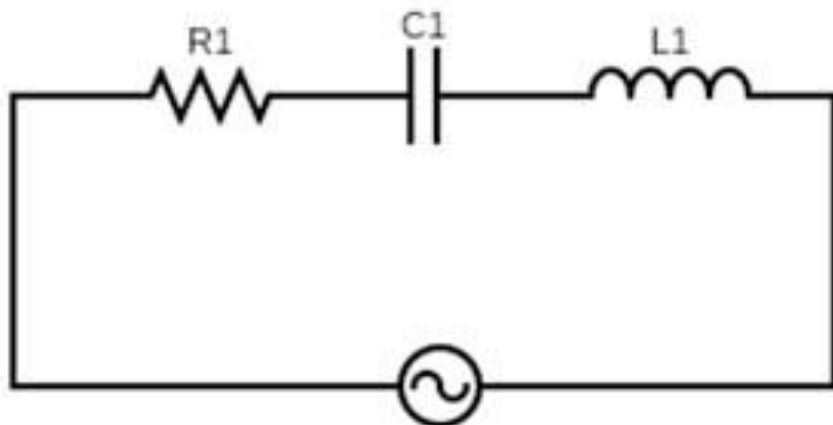
Aim: To plot a graph between current and frequency in a series LCR and parallel LCR resonance and to find its resonant frequency to find the quality factor and band width of series and parallel resonant circuit.

Specific requirement:

1. RLC Trainer
2. Audio frequency generator 10Hz-100KHz

Series resonance:

In a series RLC circuit there becomes a frequency point where the inductive reactance of the inductor becomes equal in value to the capacitive reactance of the capacitor. In other words, $X_L = X_C$. The point at which this occurs is called the **Resonant Frequency** point, (f_r) of the circuit, and as we are analysing a series RLC circuit this resonance frequency produces a **Series Resonance**.



Series Resonance circuits are one of the most important circuits used electrical and electronic circuits. They can be found in various forms such as in AC mains filters, noise filters and also in radio and television tuning circuits producing a very selective tuning circuit for the receiving of the different frequency channels. Consider the simple series RLC circuit below.

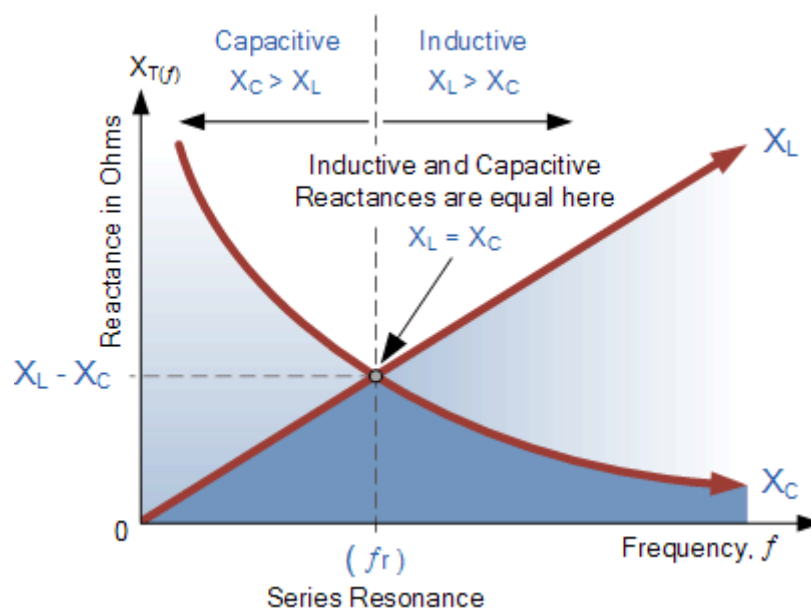
Firstly, let us define what we already know about series RLC circuits.

- Inductive reactance: $X_L = 2\pi fL = \omega L$
- Capacitive reactance: $X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C}$
- When $X_L > X_C$ the circuit is Inductive
- When $X_C > X_L$ the circuit is Capacitive
- Total circuit reactance = $X = X_L - X_C$ or $X_C - X_L$
- Total circuit impedance = $\sqrt{R^2 + X_T^2} = R + jX_L$

From the above equation for inductive reactance, if either the Frequency or the Inductance is increased the overall inductive reactance value of the inductor would also increase. As the frequency approaches infinity, the inductors reactance would also increase towards infinity with the circuit element acting like an open circuit. However, as the frequency approaches zero or DC, the inductors reactance would decrease to zero, causing the opposite effect acting like a short circuit. This

means then that inductive reactance is "Proportional" to frequency and is small at low frequencies and high at higher frequencies and this demonstrated in the following curve:

Series Resonance Frequency



where: f_r is in Hertz, L is in Henries and C is in Farads.

Electrical resonance occurs in an AC circuit when the two reactance's which are opposite and equal cancel each other out as $X_L = X_C$ and the point on the graph at which this happens is where the two reactance curves cross each other. In a series resonant circuit, the resonant frequency, f_r point can be calculated as follows.

$$X_L = X_C \Rightarrow 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$f^2 = \frac{1}{2\pi L \times 2\pi C} = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$f = \sqrt{\frac{1}{4\pi^2 LC}}$$

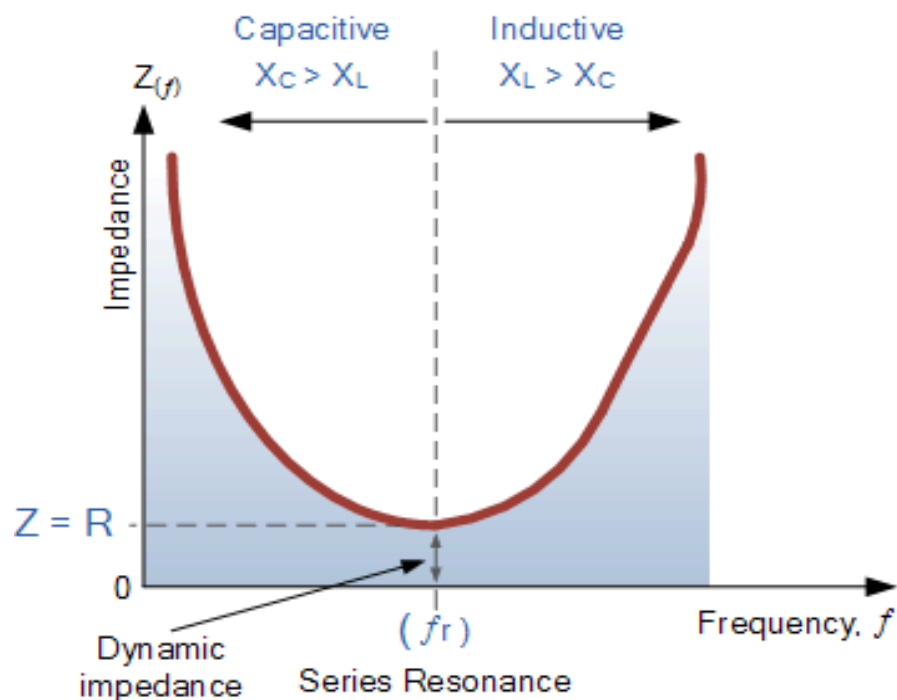
$$\therefore f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \text{ (Hz)} \quad \text{or} \quad \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ (rads)}$$

We can see then that at resonance, mathematically the two reactance's cancel each other out as $X_L - X_C = 0$. This makes the series LC combination act as a short circuit with the only opposition to current flow in a series resonance circuit being the resistance, R.

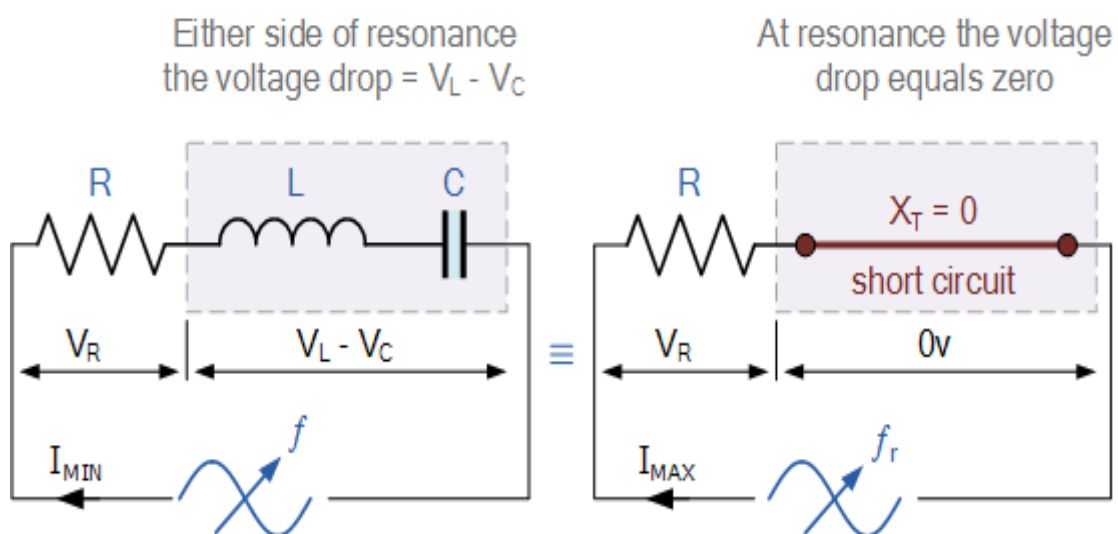
In complex form, the resonant frequency is the frequency at which the total impedance of a series RLC circuit becomes purely "*real*", that is no imaginary impedances exist. This is because at resonance they are cancelled out. So, the total impedance of the series circuit becomes just the value of the resistance and therefore: $Z = R$.

Then at resonance the impedance of the series circuit is at its minimum value and equal only to the resistance, R of the circuit. The circuit impedance at resonance is called the "dynamic impedance" of the circuit and depending upon the frequency, X_C (typically at high frequencies) or X_L (typically at low frequencies) will dominate either side of resonance as shown below.

Impedance in a Series Resonance Circuit

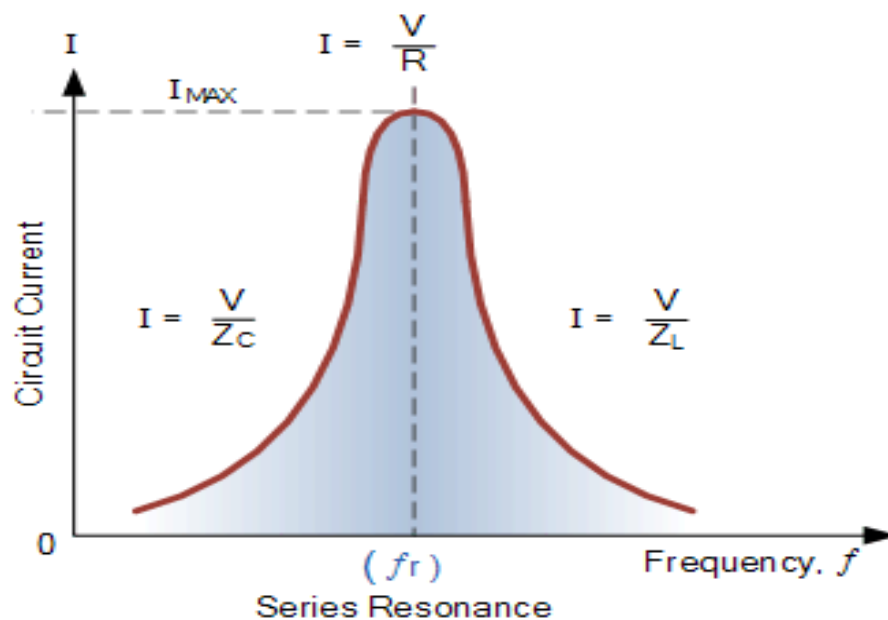


Series RLC Circuit at Resonance



Since the current flowing through a series resonance circuit is the product of voltage divided by impedance, at resonance the impedance, Z is at its minimum value, ($=R$). Therefore, the circuit current at this frequency will be at its maximum value of V/R as shown below.

Series Circuit Current at Resonance



The frequency response curve of a series resonance circuit shows that the magnitude of the current is a function of frequency and plotting this onto a graph shows us that the response starts at near to zero, reaches maximum value at the resonance frequency when $I_{MAX} = I_R$ and then drops again to nearly zero as f becomes infinite.

The result of this is that the magnitudes of the voltages across the inductor, L and the capacitor, C can become many times

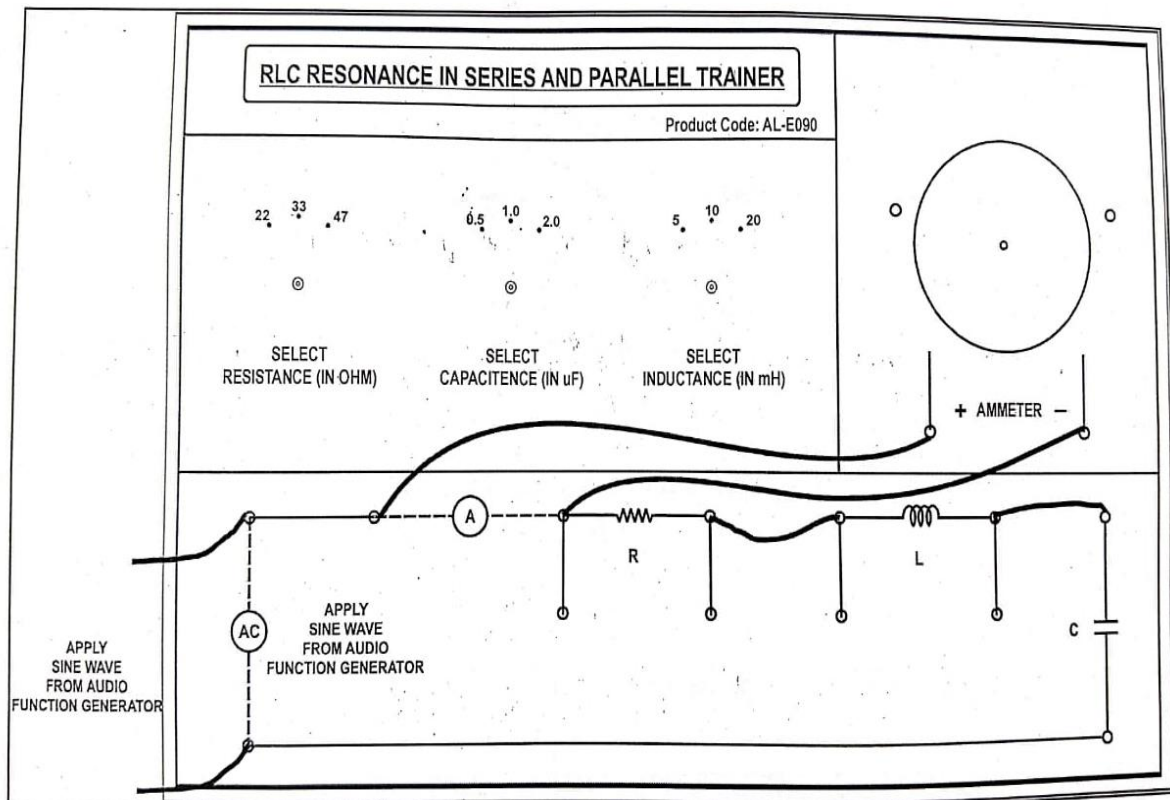
larger than the supply voltage, even at resonance but as they are equal and at opposition, they cancel each other out.

As a series resonance circuit only functions on resonant frequency, this type of circuit is also known as an **Acceptor Circuit** because at resonance, the impedance of the circuit is at its minimum so easily accepts the current whose frequency is equal to its resonant frequency.

You may also notice that as the maximum current through the circuit at resonance is limited only by the value of the resistance (a pure and real value), the source voltage and circuit current must therefore be in phase with each other at this frequency.

Then the phase angle between the voltage and current of a series resonance circuit is also a function of frequency for a fixed supply voltage and which is zero at the resonant frequency point when: V , I and V_R are all in phase with each other as shown below. Consequently, if the phase angle is zero then the power factor must therefore be unity.

Connection diagram:



Procedure: (Series resonance)

- ❖ The capacitance (C), inductance (L), resistance (R) and a milli-ammeter (mA) are connected in series with an Audio frequency generator and voltmeter in parallel with AFO as shown in the diagram 1.
- ❖ Refer the connection diagram where connections are shown on trainer set with thick wires.
- ❖ The capacitance (C) is set to be $0.5 \mu\text{F}$ and resistance (R) is set as 22 ohms and inductance to 10mH.
- ❖ The audio frequency oscillator is adjusted to a minimum value of 10Hz.
- ❖ The current shown by milli ammeter is noted.

- ❖ Keeping the C, L and R values as a constant, the frequency of AFO (audio frequency generator) is increased in steps of 100 Hz and the corresponding milli-ammeter readings are noted.
- ❖ See the difference as the frequency increased and its nearer to the resonant frequency the current in meter rising up and will be maximum at the frequency of resonance. And start decreasing rapidly after the resonance.
- ❖ The same procedure is repeated for different values of R, L and C etc for the same range of frequency and the readings are tabulated.
- ❖ A graph is drawn with frequency along the X-axis and the current along the Y-axis.
- ❖ The frequency at which the current is maximum is the resonant frequency.

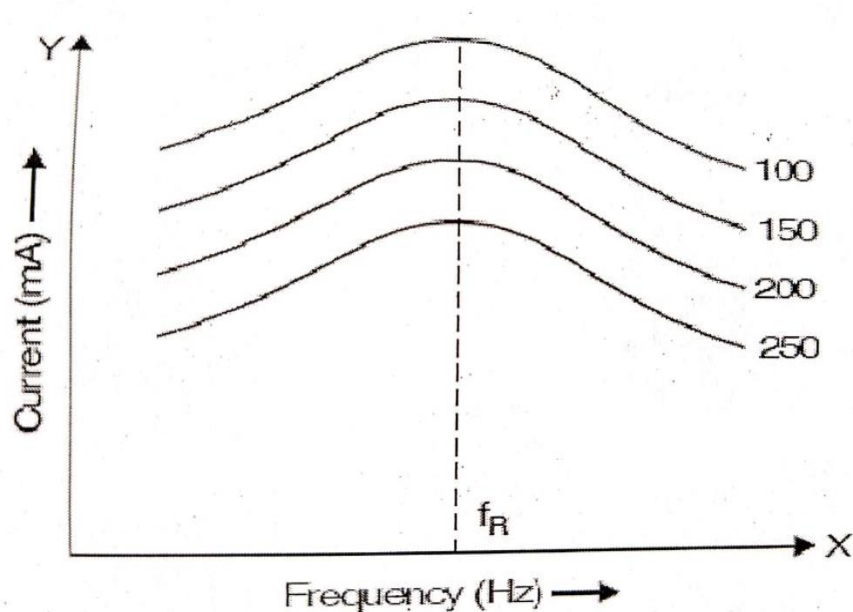


Table: To determine the resonant frequency in series mode

Sr.no.	Frequency(KHz)	Current(mA)	Voltage(V)

Parallel resonance theory:

In many ways a parallel resonance circuit is exactly the same as the series resonance circuit we looked at in the previous tutorial. Both are 3-element networks that contain two reactive components making them a second-order circuit, both are influenced by variations in the supply frequency, and both have a frequency point where their two reactive components cancel each other out influencing the characteristics of the circuit. Both circuits have a resonant frequency point.

The difference this time however, is that a parallel resonance circuit is influenced by the currents flowing through each parallel branch within the parallel LC tank circuit. A tank circuit is a parallel combination of L and C that is used in filter networks to either select or reject AC frequencies. Consider the parallel RLC circuit below.

Resonance occurs when $X_L = X_C$ and the imaginary parts of Y become zero. Then:

$$X_L = X_C \Rightarrow 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

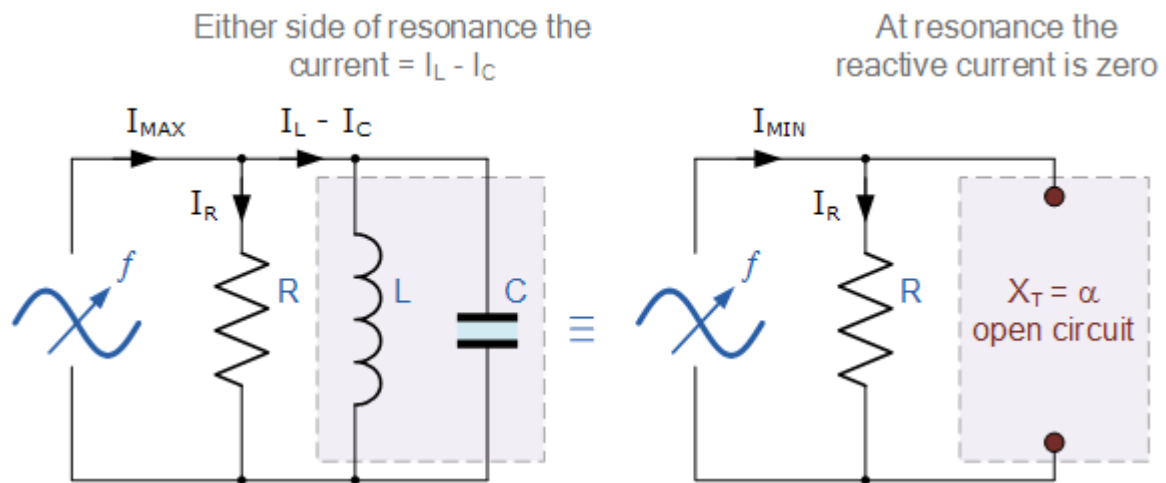
$$f^2 = \frac{1}{2\pi L \times 2\pi C} = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$f = \sqrt{\frac{1}{4\pi^2 LC}}$$

$$\therefore f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ (Hz)} \quad \text{or} \quad \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ (rads)}$$

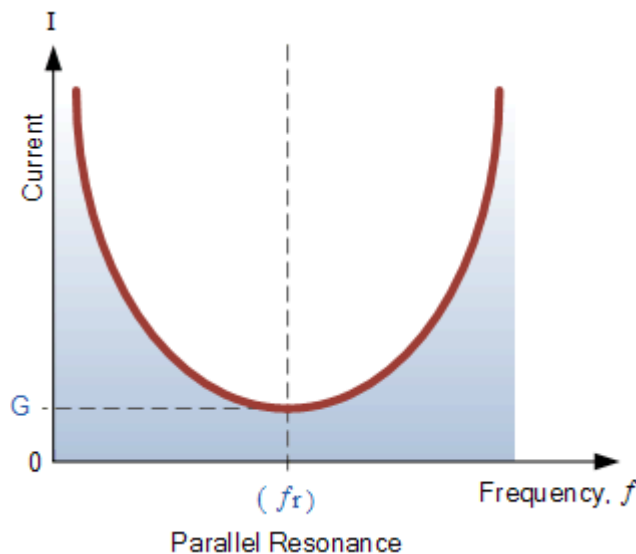
Notice that at resonance the parallel circuit produces the same equation as for the series resonance circuit. Therefore, it makes no difference if the inductor or capacitor are connected in parallel or series.

Also, at resonance the parallel LC tank circuit acts like an open circuit with the circuit current being determined by the resistor, R only. So, the total impedance of a parallel resonance circuit at resonance becomes just the value of the resistance in the circuit and $Z = R$ as shown.



At resonance, the impedance of the parallel circuit is at its maximum value and equal to the resistance of the circuit and We can change the circuit's frequency response by changing the value of this resistance. Changing the value of R affects the amount of current that flows through the circuit at resonance, if both L and C remain constant. Then the impedance of the circuit at resonance $Z = R_{MAX}$ is called the "dynamic impedance" of the circuit.

Parallel Circuit Current at Resonance

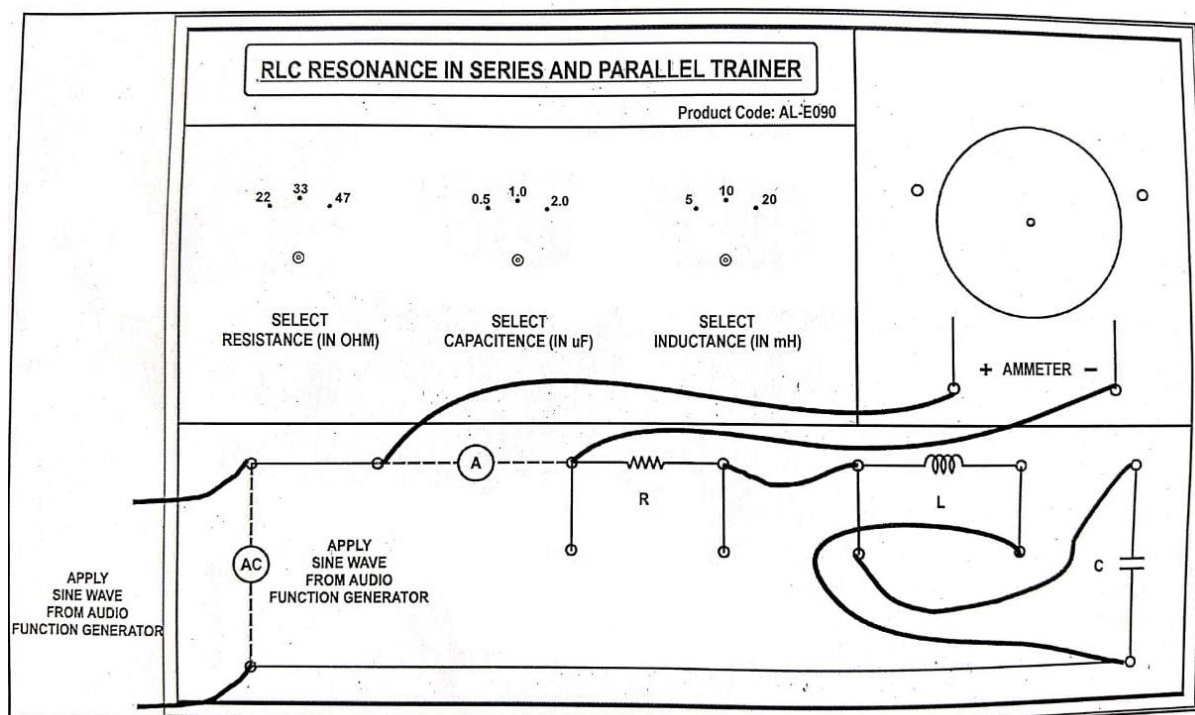


The frequency response curve of a parallel resonance circuit shows that the magnitude of the current is a function of frequency and plotting this onto a graph shows us that the response starts at its maximum value, reaches its minimum value at the resonance frequency when $I_{\text{MIN}} = IR$ and then increases again to maximum as f becomes infinite.

The result of this is that the magnitude of the current flowing through the inductor, L and the capacitor, C tank circuit can become many times larger than the supply current, even at resonance but as they are equal and at opposition (180° out-of-phase) they effectively cancel each other out.

As a parallel resonance circuit only functions on resonant frequency, this type of circuit is also known as a **Rejecter Circuit** because at resonance, the impedance of the circuit is at its maximum thereby suppressing or rejecting the current whose frequency is equal to its resonant frequency. The effect of resonance in a parallel circuit is also called “current resonance”.

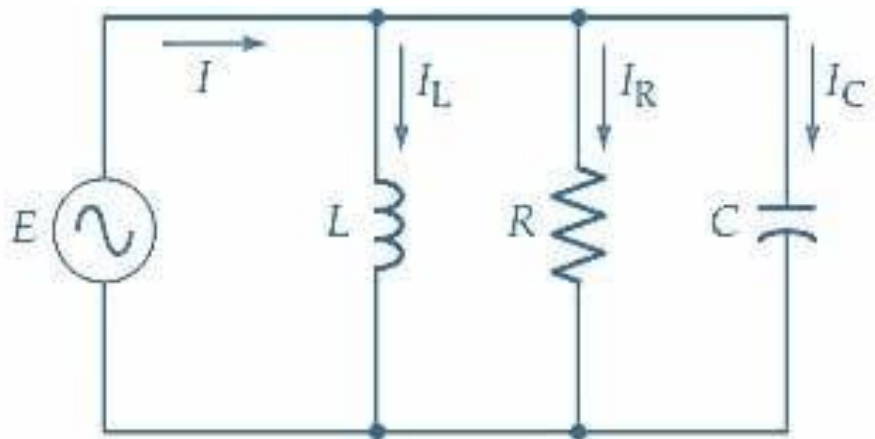
The calculations and graphs used above for defining a parallel resonance circuit are similar to those we used for a series circuit. However, the characteristics and graphs drawn for a parallel circuit are exactly opposite to that of series circuits with the parallel circuit's maximum and minimum impedance, current and magnification being reversed. Which is why a parallel resonance circuit is also called an **Anti-resonance circuit**.



Procedure (Parallel Resonance):

- ❖ The inductance (L), the resistance (R) and Capacitor are connected in parallel with AFO.
- ❖ The milliammeter (mA) and AFO are connected as shown in diagram 2.
- ❖ The capacitance (C) is set to be 0.5 μF and the resistance (R) is set to be 22 ohms.

- ❖ The audio frequency oscillator is adjusted for a minimum value of $f = 1 \text{ kHz}$.
- ❖ The current in the circuit shown by the milliammeter is noted.
- ❖ Keeping the C , L and R values to be constant, the frequency is increased in steps of
- ❖ 500 Hz and the milliammeter readings are noted.
- ❖ The procedure is repeated for different values of L , C and R for the same frequency range and readings are tabulated.
- ❖ A graph is drawn with the frequency along the X-axis and the current along the
- ❖ Y-axis. The frequency at which the current is minimum is the resonant frequency.



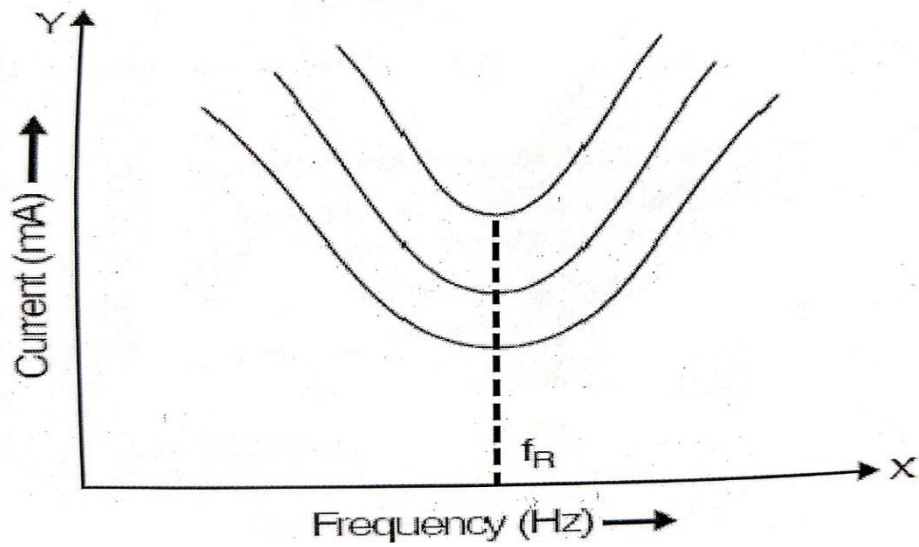


Table: To determine the resonant frequency in parallel mode

Sr.no.	Frequency (Khz)	Current(mA)	Voltage(V)

Result: If Practical and theoretical values meet near approximation. Then required result is verified.

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY,
BHOPAL**

NETWORK LAB

EXPERIMENT NO.07

Aim: To study the ABCD parameters of a two port network.

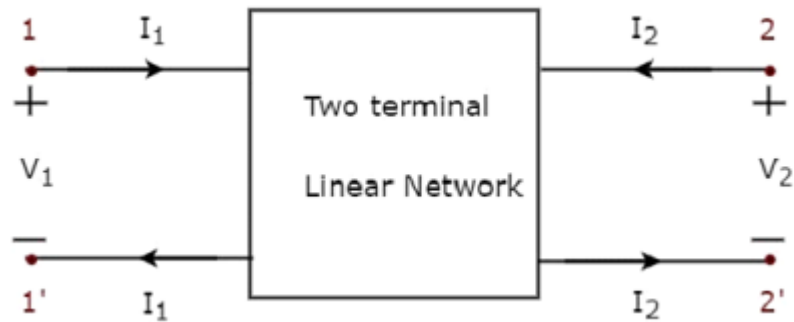
Apparatus Required:

- 3. Trainer kit
- 4. Connecting cords

Theory:

A pair of terminals at which a signal (voltage or current) may enter or leave is called a port. A network having only one such pair of terminals is called as one port network. A two-port network (or four-terminal network, or Quadri-pole) is an electrical circuit or device with two pairs of terminals. Examples include transistors, filters and matching networks. The analysis of two-port networks was pioneered in the 1920s by Franz Breisig, a German mathematician.

A two-port network basically consists in isolating either a complete circuit or part of it and finding its characteristic parameters. Once this is done, the isolated part of the circuit becomes a "black box" with a set of distinctive properties, enabling us to abstract away its specific physical buildup, thus simplifying analysis. Any circuit can be transformed into a two-port network provided that it does not contain an independent source.



A two-port network is represented by four external variables: voltage and current at the input port, and voltage and current at the output port, so that the two-port network can be treated as a black box modelled by the relationships between the four variables, and there exist six different ways to describe the relationships between these variables, depending on which two of the four variables are given, while the other two can always be derived.

Note: All voltages and currents below are complex variables and represented by phasors containing both magnitude and phase angle. However, for convenience the phasor notation $\hat{V}$ and $\hat{I}$ are replaced by V and I respectively.

The parameters used in order to describe a two-port network are the following: Z , Y , A , h , g . They are usually expressed in matrix notation and they establish relations between the following parameters:

Input voltage	V1
Output voltage	V2
Input current	I1
Output current	I2

ABCD-model: In the A-model or transmission model, we assume V1 and I1 are known, and find V2 and I2 by:

$$\begin{pmatrix} V_2 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ I_1 \end{pmatrix}$$

Where,

$$A = \frac{V_2}{I_2} \text{ when } I_2 \text{ is zero}$$

$$B = \frac{V_2}{I_1} \text{ when } V_1 \text{ is zero}$$

$$C = -\frac{I_2}{V_1} \text{ when } I_2 \text{ is zero}$$

$$D = -\frac{I_2}{I_1} \text{ when } V_1 \text{ is zero}$$

Here A and D are dimensionless coefficients, B is impedance and C is admittance. A negative sign is added to the output current I_2 in the model, so that the direction of the current is outward, for easy analysis of a cascade of multiple network models.

Procedure :

- Connect the circuit as shown in connection diagram shown below.
- While making the connections make sure that connections are correct.
- Connect all meters with correct polarities.
- Switch on the trainer kit
- Set the DC power supply to 5V provided on the panel.

PART A:

1. First open the input terminal and connect the power supply 5V to the output terminal. Measure the output voltage (V_1), input voltage (V_2) and output current (I_2).
2. Note the reading in the tabular column as shown below.
3. Repeat the procedure for another set of reading by varying the dc power supply provided on the panel.

PART B:

1. Secondly short the input terminals and connect the supply 5V to the output terminal. Measure the input current (I_1), output current (I_2) and output voltage (V_2) with the meter provided.
 2. Record the reading obtained as per in the table given below.
 3. Repeat the procedure for another set of readings.
- Calculate the ABCD parameters using the formula.
 - Switch off the trainer after taking the readings.

Observation Table :

S.NO.	When input is open circuited (i.e. $I_2 = 0$)			When input is short circuited (i.e. $V_1 = 0$)		
	V_1	V_2	I_1	V_2	I_2	I_1
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Calculations :

$$A = \frac{V_2}{I_2} \text{ when } I_2 \text{ is zero}$$

$$B = \frac{V_2}{I_1} \text{ when } V_1 \text{ is zero}$$

$$C = -\frac{I_2}{V_1} \text{ when } I_2 \text{ is zero}$$

$$D = -\frac{I_2}{I_1} \text{ when } V_1 \text{ is zero}$$

Tabulation :

S.No.	Parameter	Theoretical Value	Practical Value
1.	A		
2.	B		
3.	C		
4.	D		

Result: If Practical and theoretical values meet near approximation. Then required result is verified.

Questions

1. What is the two port network?
2. If two-port networks are connected in cascaded form, then which two port network parameters can be multiplied?
3. Which matrices of two port network parameters are inverse to each other?
4. If two port networks are connected in series, then which two port network parameters can be added?
5. If two port networks are connected in parallel, then which two port network parameters can be added?

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY,
BHOPAL**

NETWORK LAB

EXPERIMENT NO.08

Aim: To study the Reciprocity Theorem Verification.

Apparatus Required:

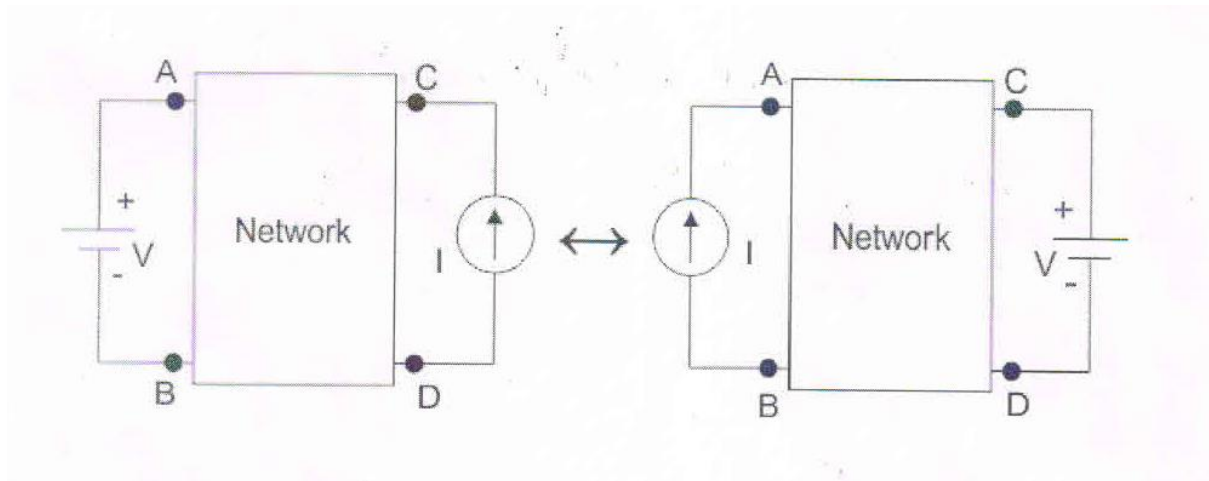
- 5. Trainer kit
- 6. Connecting cords

Theory:

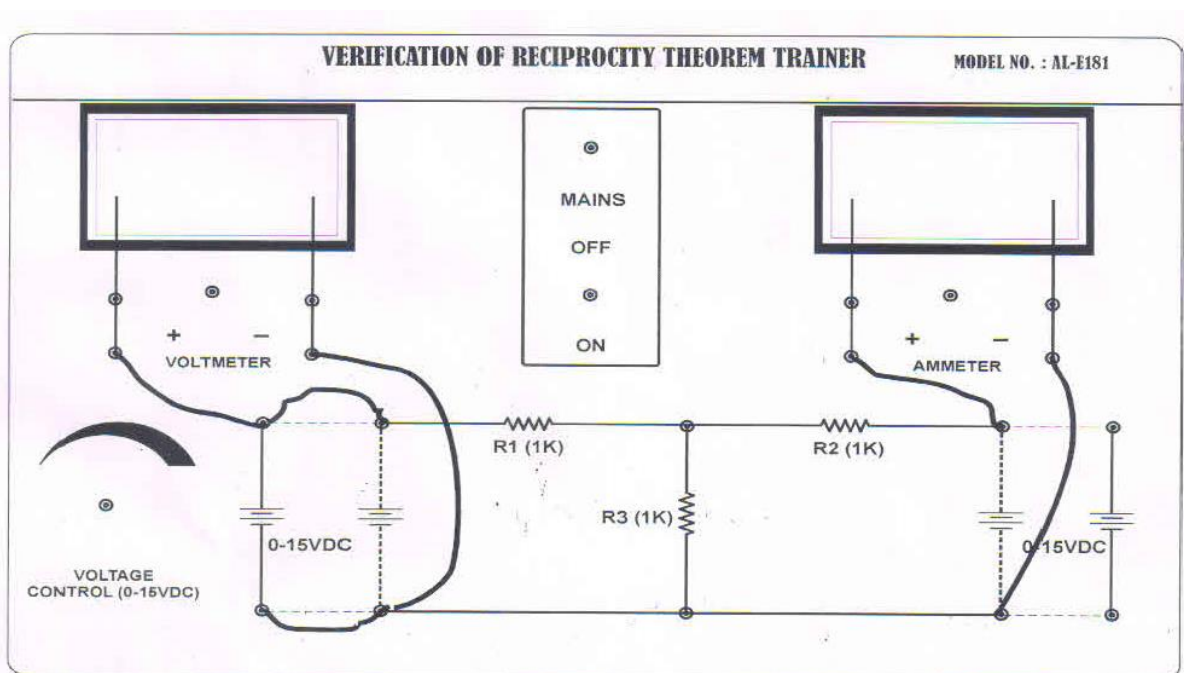
In many electrical networks it is found that if the positions of voltage source and ammeter are interchanged, the reading of ammeter remains the same. It is not clear to you. Let's explain it in details. Suppose a voltage source is connected to a passive network and an ammeter is connected to other part of the network to indicate the response. Now any one interchanges the positions of ammeter and voltage source that means he or she connects the voltage source at the part of the network where the ammeter was connected and connects ammeter to that part of the network where the voltage source was connected. The response of the ammeter means current through the ammeter would be the same in both the cases. This is where the property of reciprocity comes in the circuit. The particular circuit that has this reciprocal property, is called reciprocal circuit. This type of circuit perfectly obeys **reciprocity theorem**.

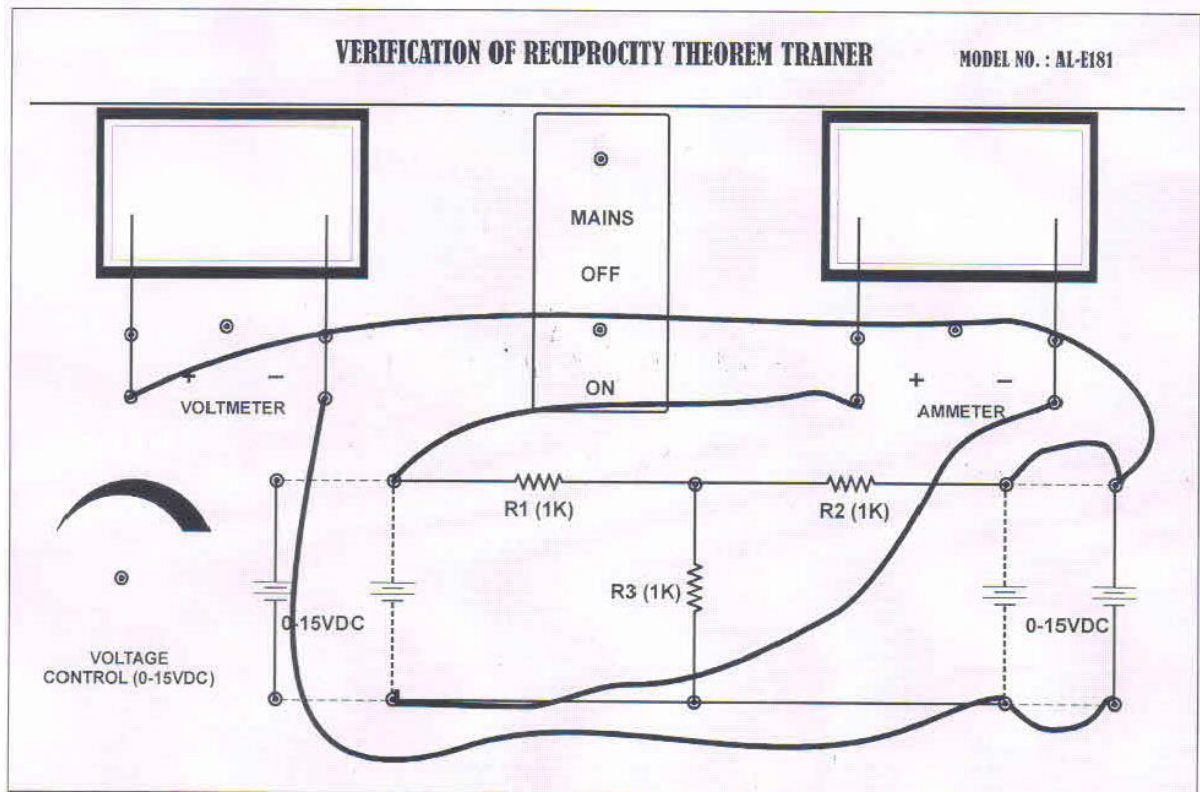
The voltage source and the ammeter used in this theorem must be ideal. That means the internal resistance of both the voltage source and ammeter must be zero. The reciprocal circuit may be a simple or complex network. But every complex reciprocal passive network can

be simplified into a simple network. As per reciprocity theorem, in a linear passive network, supply voltage V and output current I are mutually transferable. The ratio of V and I is called the transfer resistance. The theorem can easily be understood by this following example.



Connection Diagram





Procedure:

1. Connect the circuit as shown in connection diagram.
2. Give dc supply in the one end and check current in the other end.
3. Then interchange the supply and check current in the end where supply has given earlier.

Conclusion:

When you interchange the source then current in the other end is same for both cases. And we said that reciprocity theorem is verified.

Questions :

1. What is Reciprocity Theorem?
2. Whether we can apply the Reciprocity theorem directly to the circuits which have multiple independent sources?
3. Whether we can apply the Reciprocity theorem to the AC circuit?
4. What are the limitations of the Reciprocity theorem?
5. Whether Antennas will satisfy the Reciprocity theorem?
6. What is a Reciprocal network?

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय संस्थान प्रौद्योगिकी, भोपाल

विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग

नेटवर्क लैब

प्रयोग क्रमांक 01

उद्देश्य: थेवेनिन के प्रमेय का अध्ययन और सत्यापन करना।

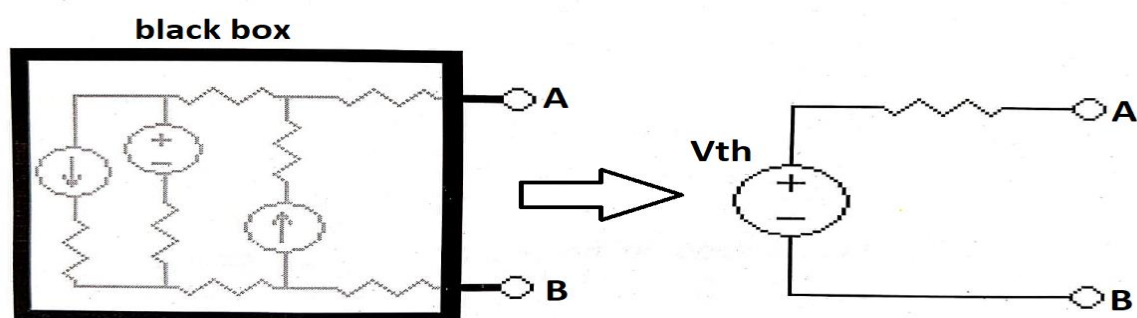
आवश्यक उपकरण:

1. ट्रेनर किट
2. कनेक्टिंग कार्ड

लिखित:

प्रमेय: सबसे पहले, थेवेनिन का प्रमेय बताता है कि:

- वोल्टेज और वर्तमान स्रोतों और केवल प्रतिरोधों वाले किसी भी रैखिक विद्युत नेटवर्क को टर्मिनल ए-बी पर समकक्ष वोल्टेज स्रोत V_{th} द्वारा समतुल्य प्रतिरोध R_{th} के साथ श्रृंखला कनेक्शन में प्रतिस्थापित किया जा सकता है।
- यह समतुल्य वोल्टेज V_{th} नेटवर्क के टर्मिनल A-B पर टर्मिनल A-B खुले सर्किट के साथ प्राप्त वोल्टेज है।
- यह समतुल्य प्रतिरोध R_{th} नेटवर्क के टर्मिनल A-B पर प्राप्त प्रतिरोध है, जिसके सभी स्वतंत्र वर्तमान स्रोत खुले हुए हैं और इसके सभी स्वतंत्र वोल्टेज स्रोत शॉर्ट सर्किट हैं।



किसी भी ब्लैक बॉक्स जिसमें केवल प्रतिरोध और वोल्टेज और वर्तमान स्रोत होते हैं, को थेवेनिन के समतुल्य सर्किट में प्रतिस्थापित किया जा सकता है जिसमें समतुल्य प्रतिरोध के साथ श्रृंखला कनेक्शन में समतुल्य वोल्टेज स्रोत शामिल होता है।

हम थेवेनिन प्रमेय की सहायता से अधिकतम शक्ति अंतरण प्रमेय को सत्यापित कर सकते हैं।

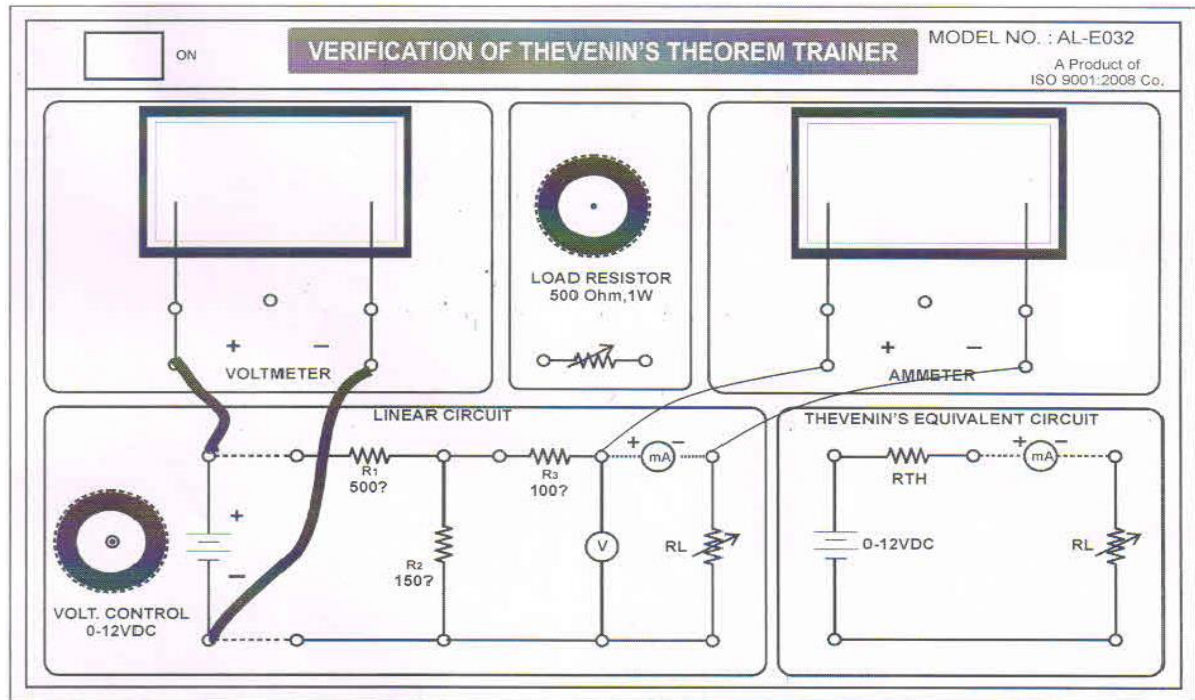
आपूर्ति स्रोत से लोड में स्थानांतरित की गई शक्ति तब अधिकतम होती है जब लोड का प्रतिरोध स्रोत के आंतरिक प्रतिरोध के बराबर होता है। दूसरे शब्दों में, "जब लोड रेसिस्टर समतुल्य (थेवेनिन) नेटवर्क रेसिस्टर के बराबर होता है तो एक प्रतिरोधक भार आपूर्ति से उपभोग्य अधिकतम शक्ति होगी"

प्रक्रिया:

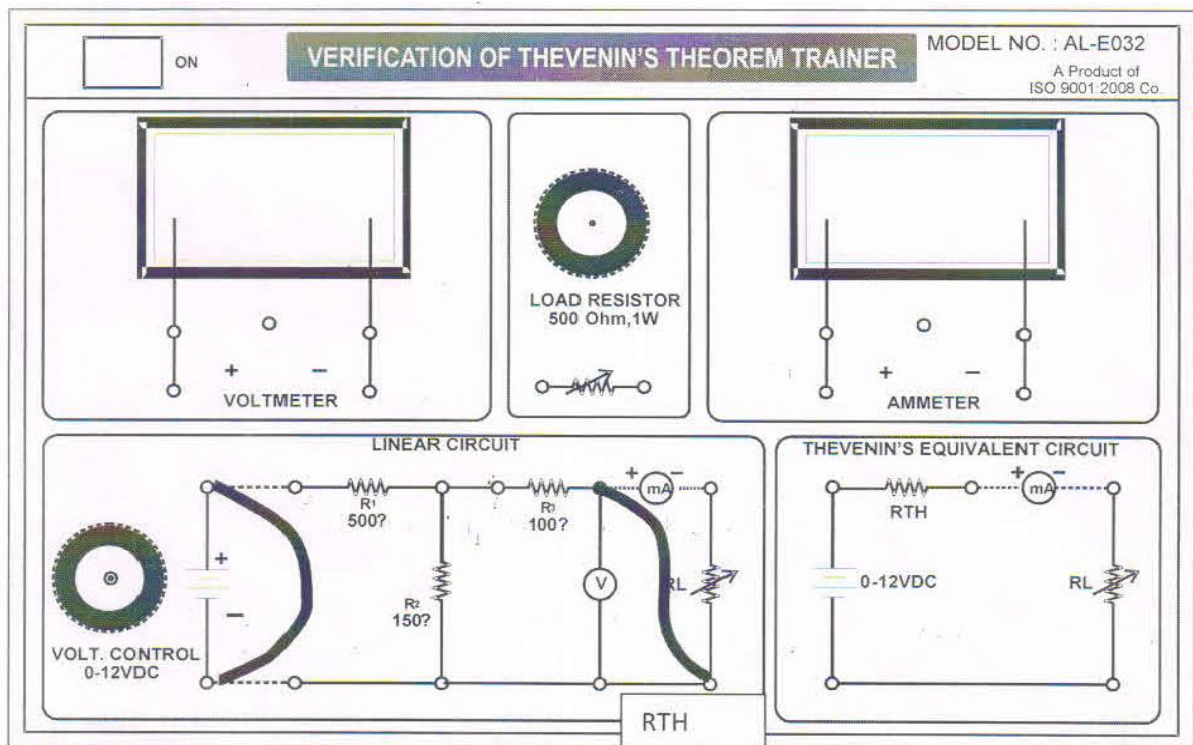
1. कनेक्शन सर्किट आरेख के अनुसार होना चाहिए।
2. समतुल्य प्रतिरोध की गणना के लिए वोल्टेज स्रोत को शॉर्ट सर्किट करें और आउटपुट टर्मिनल को ओपन सर्किट करें।
3. आपूर्ति वोल्टेज को कनेक्ट करें और आउटपुट टर्मिनल खोलें और हमें थेवेनिन का वोल्टेज (V_{th}) मिलता है।
4. अब लोड से जुड़े समतुल्य सर्किट बनाएं और लोड पर वोल्टेज (आरएल) की गणना करें।
5. सूत्र का उपयोग करके थेवेनिन का वोल्टेज (V_{th}) और समतुल्य प्रतिरोध (R_{eq}) ज्ञात करें।
6. यहां देखें कि थेवेनिन के समतुल्य प्रतिरोध पर धारा अधिकतम है, अन्य कम होगी और बढ़ेगी यह प्रतिरोध पर निर्भर करता है।
7. सत्यापित करें कि पावर अधिकतम है जब $R_L = R_{eq}$.

कनेक्शन आरेख:

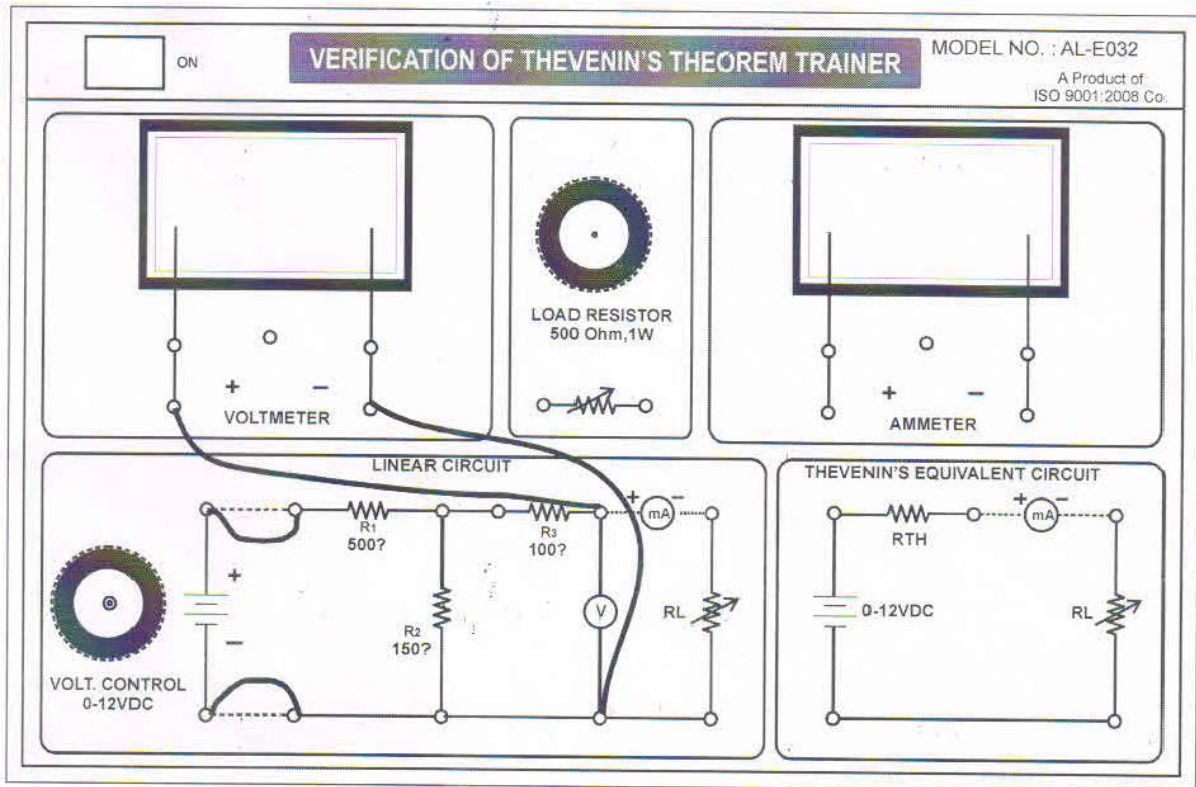
1. ओपन सर्किट वोल्टेज (थेवेनिन वोल्टेज) की गणना के लिए



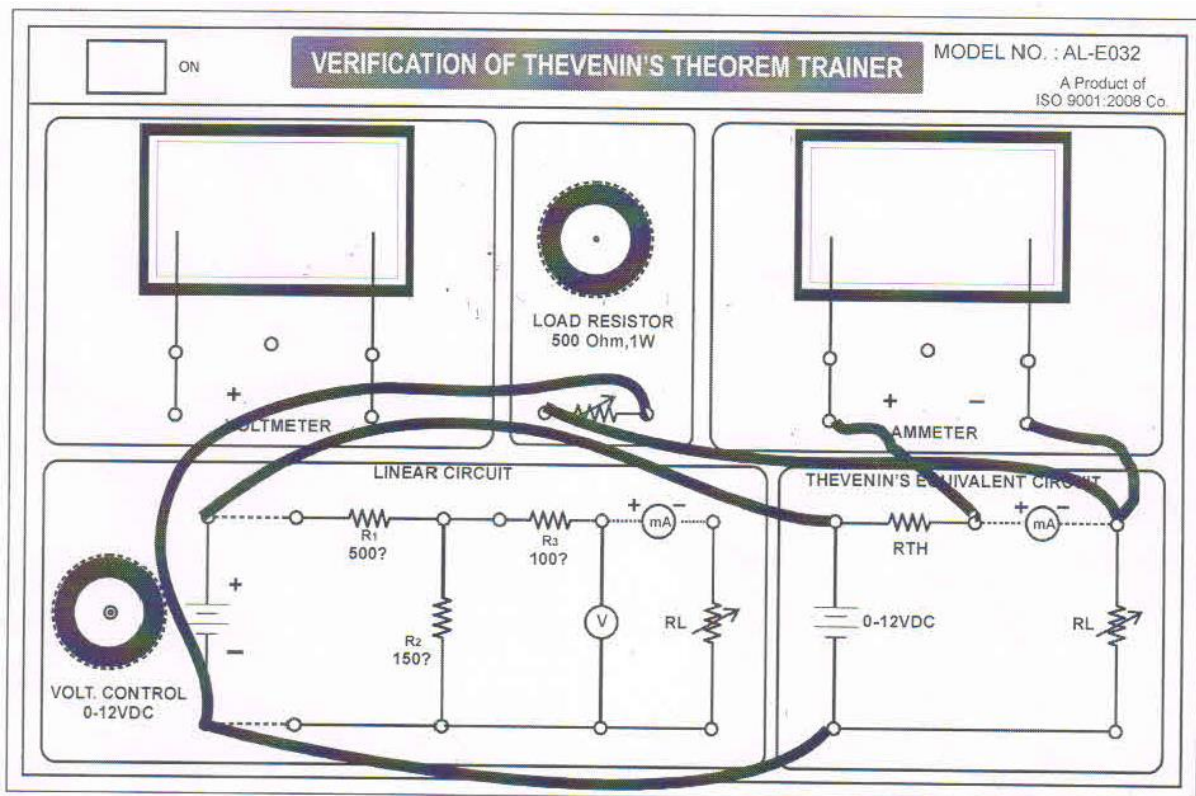
2. मल्टीमीटर द्वारा समतुल्य प्रतिरोध (आरटीएच) की गणना के लिए



3. (VTH) की गणना



4. भार (लोड) के साथ थेवेनिन का समतुल्य परिपथ



अवलोकन और गणना:

क्र. मांक	Vin	Vth (थेवेनिन वोल्टेज)		Req (समतुल्य थ्योरेटिकल प्रतिरोध)	RL (भार प्रतिरोध)	
		पैक्टिकल	थ्योरेटिकल		पैक्टिकल	थ्योरेटिकल
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

परिणाम: यदि व्यावहारिक और सैद्धांतिक मूल्य सन्निकटन(अप्रोक्स) के निकट मिलते हैं। फिर आवश्यक परिणाम सत्यापित किया जाता है।

प्रश्न :

Q.1 थेवेनिन प्रमेय क्या है?

Q.2 थेवेनिन वोल्टेज क्या है?

Q.3 थेवेनिन प्रमेय का प्रयोग कहाँ किया जाता है?

Q.4 क्या थेवेनिन का प्रमेय गैर-रेखीय (नॉन लीनियर) सर्किट पर लागू होता है?

Q.5 क्या थेवेनिन का प्रमेय एसी (A.C) सर्किट पर लागू होता है?

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय संस्थान प्रौद्योगिकी, भोपाल

विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग

नेटवर्क लैब

प्रयोग क्रमांक 02

उद्देश्य: सुपरपोजिशन प्रमेय को सत्यापित करना।

आवश्यक उपकरण:

1. ट्रेनर किट
2. डोरियों को जोड़ना

लिखित:

विद्युत सर्किट के लिए सुपरपोजिशन प्रमेय में कहा गया है कि एक रैखिक प्रणाली के लिए एक से अधिक स्वतंत्र स्रोत वाले द्विपक्षीय रैखिक सर्किट की किसी भी शाखा में प्रतिक्रिया (वोल्टेज या वर्तमान) अकेले कार्य करने वाले प्रत्येक स्वतंत्र स्रोत के कारण होने वाली प्रतिक्रियाओं के बीजगणितीय योग के बराबर होती है, जहां सभी अन्य स्वतंत्र स्रोतों को उनकी आंतरिक बाधाओं द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया जाता है। प्रत्येक व्यक्तिगत स्रोत के योगदान का पता लगाने के लिए, अन्य सभी स्रोतों को पहले "बंद" किया जाना चाहिए (शून्य पर सेट):

1. अन्य सभी स्वतंत्र वोल्टेज स्रोतों को शॉर्ट सर्किट से बदलना (जिससे क्षमता का अंतर यानी $V=0$ समाप्त हो जाता है; आदर्श वोल्टेज स्रोत का आंतरिक प्रतिबाधा शून्य है (शॉर्ट सर्किट))।
2. अन्य सभी स्वतंत्र वर्तमान स्रोतों को एक खुले सर्किट के साथ बदलना (जिससे वर्तमान यानी $I = 0$ समाप्त हो जाता है; आदर्श वर्तमान स्रोत की आंतरिक प्रतिबाधा अनंत है (खुला सर्किट))।

प्रत्येक स्रोत के लिए बारी-बारी से इस प्रक्रिया का पालन किया जाता है, फिर सर्किट के वास्तविक संचालन को निर्धारित करने के लिए परिणामी प्रतिक्रियाओं को जोड़ा जाता है। परिणामी सर्किट ऑपरेशन विभिन्न वोल्टेज और वर्तमान स्रोतों का सुपरपोजिशन है।

सर्किट विश्लेषण में सुपरपोजिशन प्रमेय बहुत महत्वपूर्ण है। इसका उपयोग किसी भी सर्किट को उसके नॉर्टन समकक्ष या थेवेनिन समकक्ष में परिवर्तित करने में किया जाता है।

प्रमेय स्वतंत्र स्रोतों, रैखिक आश्रित स्रोतों, रैखिक निष्क्रिय तत्वों (प्रतिरोधकों, प्रेरकों, कैपेसिटर) और रैखिक ट्रांसफार्मर से युक्त रैखिक नेटवर्क (समय परिवर्तनशील या समय अपरिवर्तनीय) पर लागू होता है।

एक और बिंदु जिस पर विचार किया जाना चाहिए वह यह है कि सुपरपोजिशन केवल वोल्टेज और करंट के लिए काम करता है, लेकिन बिजली के लिए नहीं। दूसरे शब्दों में, अन्य स्रोतों के बंद होने पर प्रत्येक स्रोत की शक्तियों का योग वास्तविक उपभोग की गई शक्ति नहीं है। शक्ति की गणना करने के लिए हमें पहले प्रत्येक रैखिक तत्व की धारा और वोल्टेज दोनों को खोजने के लिए सुपरपोजिशन का उपयोग करना चाहिए और फिर गुणा किए गए वोल्टेज और धाराओं के योग की गणना करनी चाहिए।

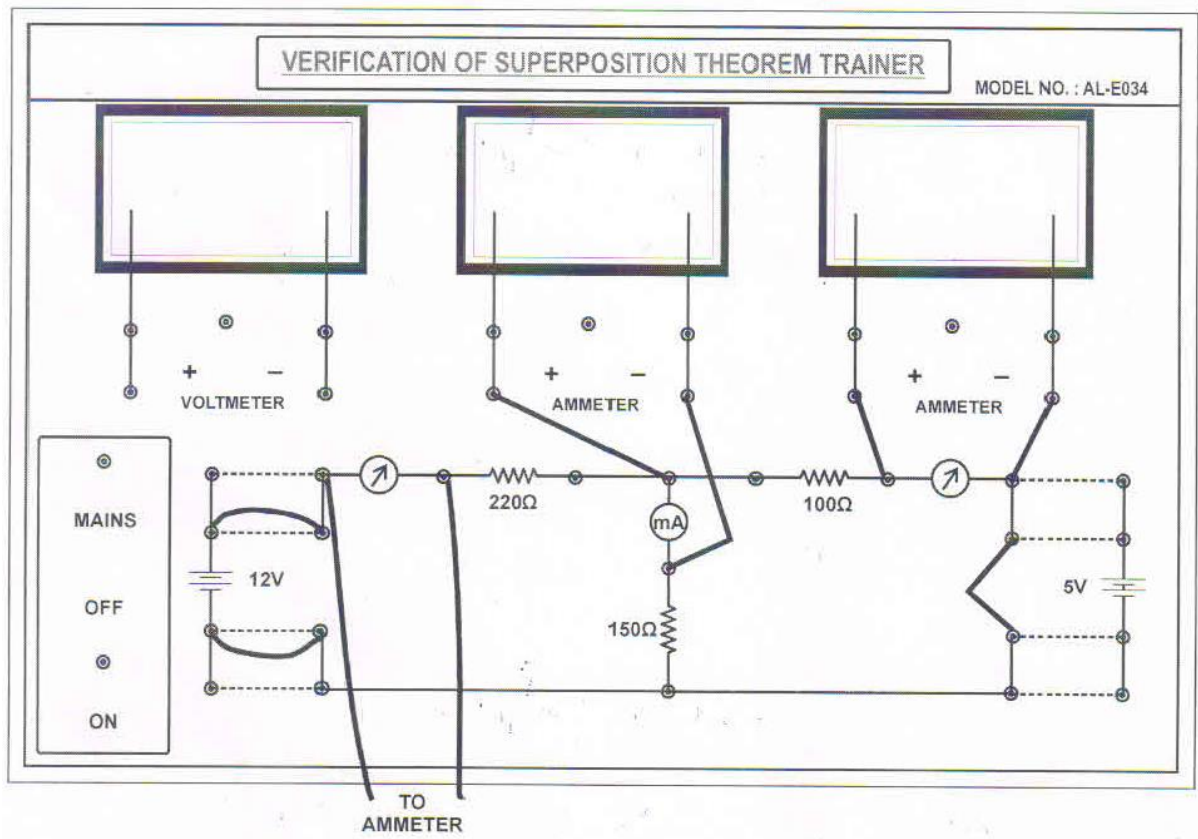
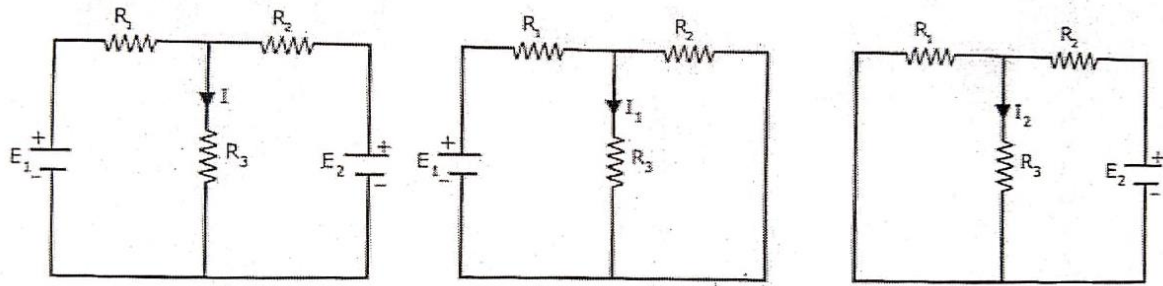
सुपरपोजिशन प्रमेय:

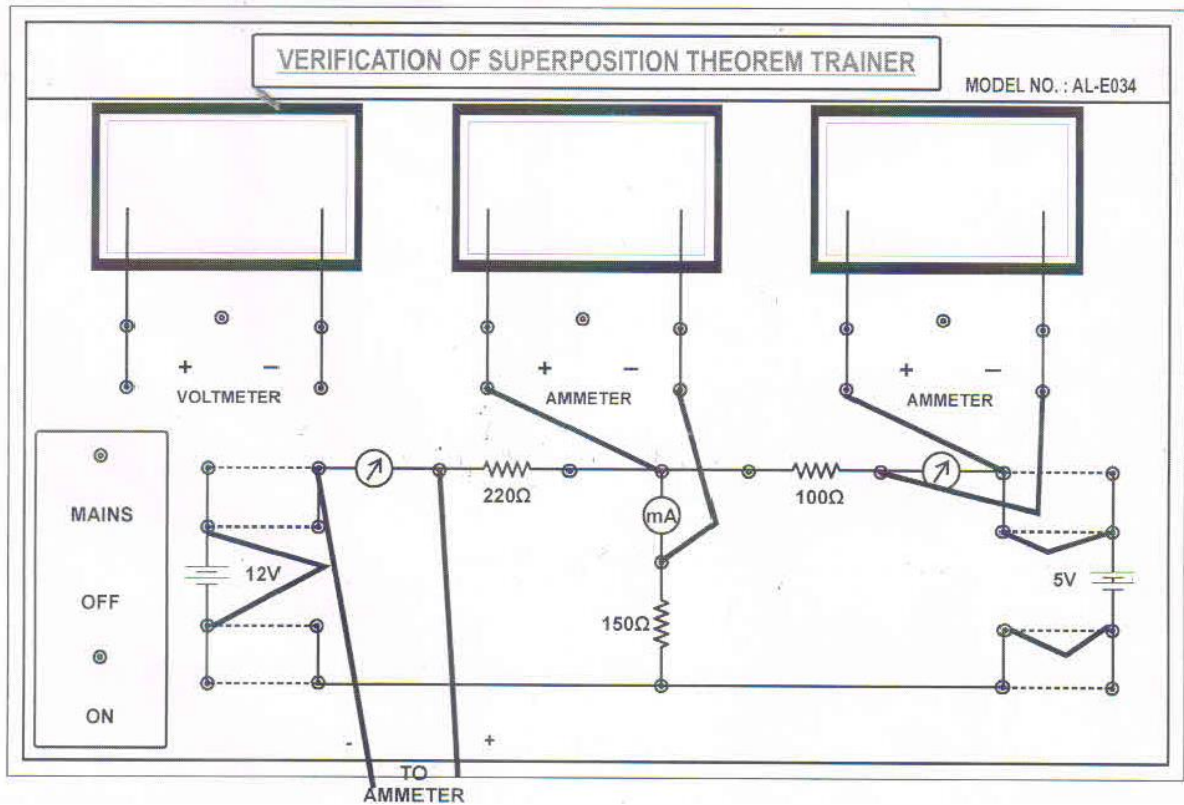
कथन: सुपरपोजिशन प्रमेय कहता है कि "दो या दो से अधिक स्रोतों वाले किसी भी रैखिक द्विपक्षीय नेटवर्क में, किसी भी तत्व में प्रतिक्रिया अकेले कार्य करने वाले व्यक्तिगत स्रोतों के कारण होने वाली प्रतिक्रियाओं के बीजगणितीय योग के बराबर होती है, जबकि अन्य स्रोत गैर-ऑपरेटिव होते हैं, जबकि व्यक्तिगत स्रोतों के प्रभाव पर विचार करते हुए, नेटवर्क में अन्य आदर्श वोल्टेज स्रोतों और आदर्श वर्तमान स्रोतों को उनके टर्मिनलों पर शॉर्ट सर्किट और ओपन सर्किट द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है।

प्रक्रिया:

1. चित्र 1 में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाएं और वर्तमान 'I' को मापें।
2. शॉर्ट सर्किट E2 (E2 स्रोत के आंतरिक प्रतिरोध को शून्य मानते हुए) जैसा कि चित्र 2 में दिखाया गया है और वर्तमान I को नोट करें, जब केवल E1 कार्य कर रहा हो।
3. धारा को मिलीमीटर और मल्टीमीटर में नोट करें।
4. शॉर्ट सर्किट ई, (स्रोत ई का आंतरिक प्रतिरोध शून्य मानते हुए) जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। 3 और वर्तमान I₂ को नोट करें जब केवल E2 कार्य कर रहा हो।
5. धारा को मिलीमीटर और मल्टीमीटर में नोट करें।
6. अध्यारोपण प्रमेय द्वारा $I = I_1 + I_2$.

कनेक्शन आरेख:





अवलोकन तालिका:

पैरामीटर	सैद्धांतिक मूल्य	व्यावहारिक मूल्य
I_1		
I_2		
I		

परिणाम:

यदि व्यावहारिक और सैद्धांतिक मूल्य सन्निकटन (अप्रोक्स) के निकट मिलते हैं। फिर आवश्यक परिणाम सत्यापित किया जाता है।

प्रश्न :

1. सुपरपोजिशन प्रमेय क्या है?
2. क्या सुपरपोजिशन प्रमेय एसी सर्किट के लिए मान्य है?
3. क्या सुपरपोजिशन प्रमेय शक्ति पर लागू होता है?
4. क्या सुपरपोजिशन प्रमेय को गैर-रेखीय सर्किट पर लागू किया जा सकता है?
5. हम सुपरपोजिशन प्रमेय का उपयोग क्यों करते हैं?
6. सुपरपोजिशन प्रमेय की सीमाएँ?

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय संस्थान प्रौद्योगिकी, भोपाल

विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग

नेटवर्क लैब

प्रयोग क्रमांक 03

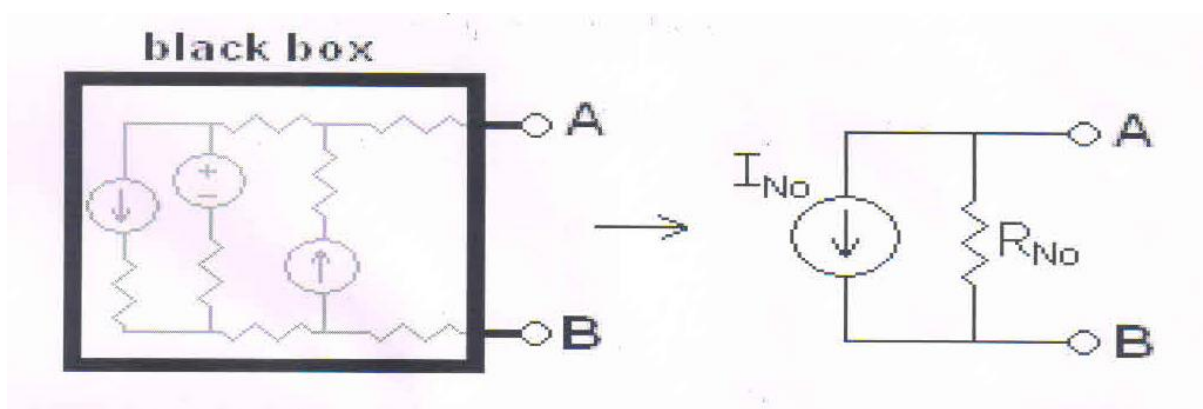
उद्देश्य: नॉर्टन के प्रमेय का अध्ययन और सत्यापन करना।

आवश्यक उपकरण:

1. ट्रेनर किट
2. जोड़ने वाली डोरियाँ

प्रमेय:

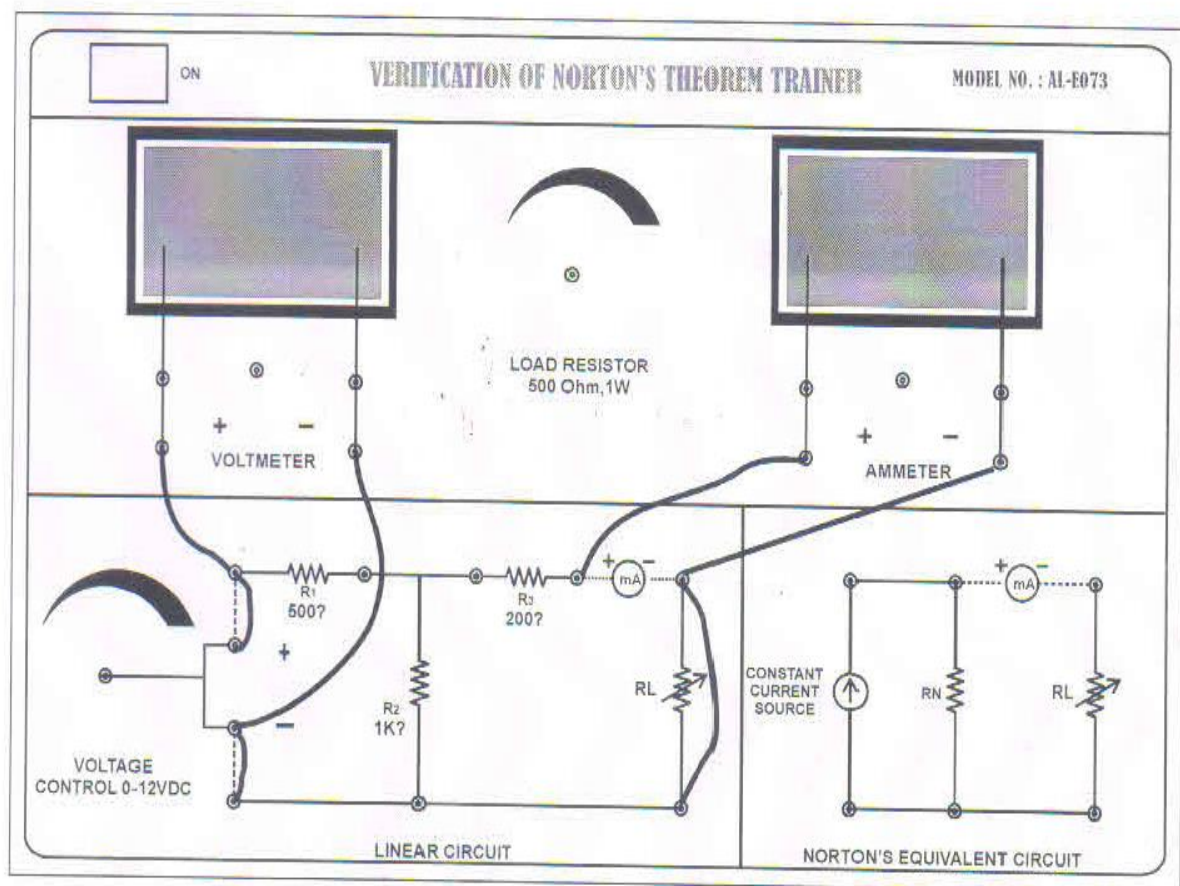
नॉर्टन के प्रमेय में कहा गया है कि वर्तमान स्रोतों, वोल्टेज स्रोतों और प्रतिरोधों के साथ किसी भी दो टर्मिनल रेखिक नेटवर्क को एक समकक्ष सर्किट द्वारा प्रतिस्थापित किया जा सकता है जिसमें प्रतिरोध के समानांतर एक वर्तमान स्रोत होता है। वर्तमान स्रोत का मान नेटवर्क के दो टर्मिनलों के बीच शॉर्ट सर्किट करंट है और प्रतिरोध टर्मिनलों के बीच मापे गए समतुल्य प्रतिरोध के बराबर है, जिसमें सभी ऊर्जा स्रोतों को उनके आंतरिक प्रतिरोधों द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है।



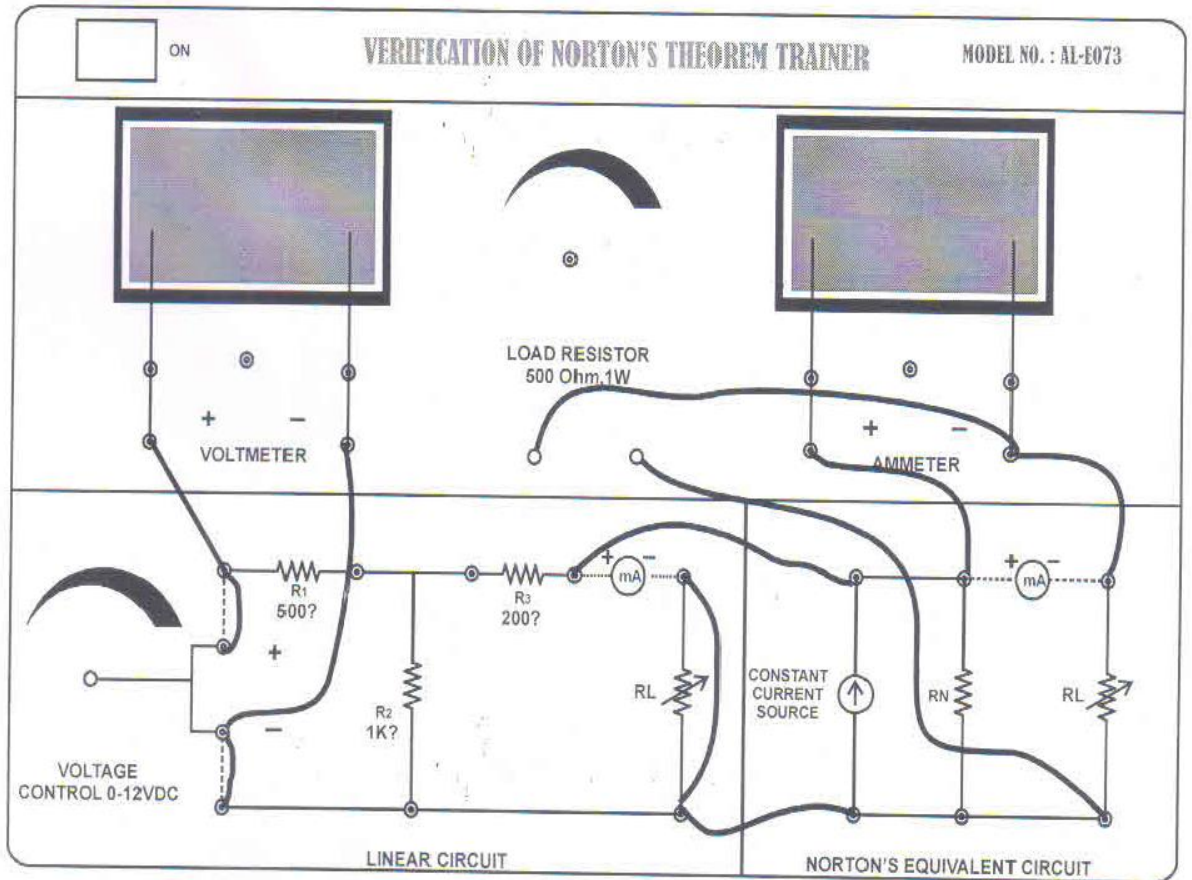
किसी भी ब्लैक बॉक्स जिसमें केवल प्रतिरोध और वोल्टेज और वर्तमान स्रोत होते हैं, को समकक्ष प्रतिरोध के साथ समानांतर कनेक्शन में समकक्ष वर्तमान स्रोत से युक्त समकक्ष सर्किट द्वारा प्रतिस्थापित किया जा सकता है।

कनेक्शन आरेख:

1. शॉर्ट सर्किट करंट (नॉर्टन करंट) की गणना के लिए



2. लोड करंट की गणना के लिए



प्रक्रिया:

1. कनेक्शन सर्किट आरेख के अनुसार होना चाहिए।
2. आपूर्ति वोल्टेज को बदलें और एमीटर से संबंधित रीडिंग लें।
3. लोड प्रतिरोध हटाएं और उस टर्मिनल को छोटा करें।
4. नॉर्टन का प्रतिरोध आरएन यानी सर्किट का समतुल्य प्रतिरोध ज्ञात करें।
5. नॉर्टन का वर्तमान I_N या शॉर्ट सर्किट करंट ज्ञात करें।
6. निरंतर वर्तमान स्रोत मान को नॉर्टन के वर्तमान के बराबर सेट करें जिसे परिवर्तनीय वोल्टेज द्वारा नियंत्रित किया जाता है।
7. अब लोड को कनेक्ट करें और सीधे लोड प्रतिरोध में करंट को मापें।
8. सूत्र का उपयोग करके लोड प्रतिरोध और नॉर्टन के करंट में करंट का पता लगाएं।

अवलोकन और गणना:

क्र. मांक	Vin	IN (नॉर्टन करंट)		Req (समतुल्य प्रतिरोध)	IL (भार बिजली)	
		व्यावहारिक	सैद्धांतिक		व्यावहारिक	सैद्धांतिक
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

परिणाम: यदि व्यावहारिक और सैद्धांतिक मूल्य सन्निकटन के निकट मिलते हैं। फिर आवश्यक परिणाम सत्यापित किया जाता है।

प्रश्न

1. नॉर्टन का प्रमेय क्या है?
2. क्या हम नॉर्टन के प्रमेय को एसी सर्किट पर लागू कर सकते हैं?
3. नॉर्टन का समतुल्य सर्किट क्या होगा, यदि सर्किट में कई आश्रित स्रोत और कई प्रतिरोध शामिल हैं?
4. हम कितने तरीकों से सर्किट के लिए नॉर्टन के समतुल्य प्रतिरोध की गणना कर सकते हैं, जिसमें कई स्वतंत्र और निर्भर डीसी स्रोत और कई प्रतिरोध हैं?
5. कितने तरीकों से, हम सर्किट के लिए नॉर्टन के समतुल्य प्रतिरोध की गणना कर सकते हैं, जिसमें कई स्वतंत्र डीसी स्रोत और कई प्रतिरोध हैं?

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय संस्थान प्रौद्योगिकी, भोपाल

विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग

नेटवर्क लैब

प्रयोग क्रमांक 04

उद्देश्य: अधिकतम पावर ट्रांसफर प्रमेय का अध्ययन और सत्यापन करना।

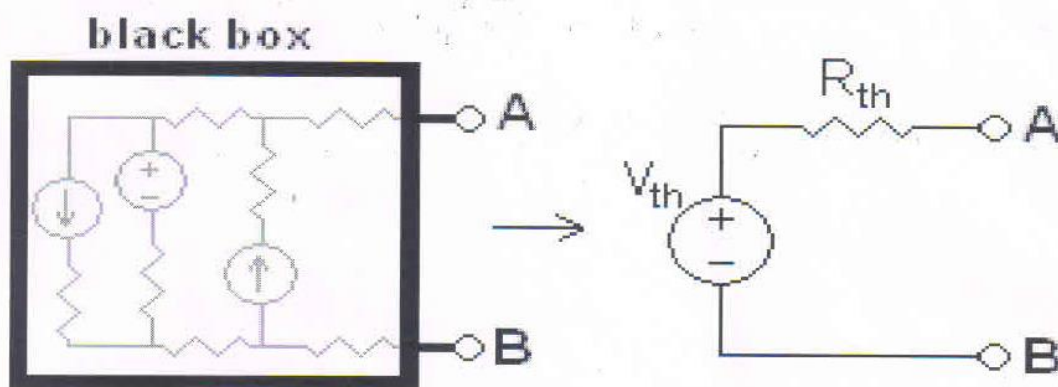
आवश्यक उपकरण:

1. ट्रेनर किट
2. जोड़ने वाली डोरियाँ

लिखित:

प्रमेय: सबसे पहले, अधिकतम शक्ति स्थानांतरण प्रमेय बताता है कि:

- केवल वोल्टेज और करंट प्रतिरोध वाले किसी भी रैखिक विद्युत नेटवर्क को टर्मिनल ए-बी पर समकक्ष स्रोतों और वोल्टेज स्रोत V_{th} द्वारा समकक्ष प्रतिरोध R_{th} के साथ श्रृंखला कनेक्शन में प्रतिस्थापित किया जा सकता है। यह समतुल्य वोल्टेज V_{th} नेटवर्क के टर्मिनल A-B पर टर्मिनल A-B खुले सर्किट के साथ प्राप्त वोल्टेज है।
- यह समतुल्य प्रतिरोध R_{th} नेटवर्क के टर्मिनल A-B पर प्राप्त प्रतिरोध है, जिसके सभी स्वतंत्र वर्तमान स्रोत खुले हुए हैं और इसके सभी स्वतंत्र वोल्टेज स्रोत शॉर्ट सर्किट हैं।



किसी भी ब्लैक बॉक्स जिसमें केवल प्रतिरोध और वोल्टेज और वर्तमान स्रोत होते हैं, को अधिकतम पावर ट्रांसफर समकक्ष सर्किट में प्रतिस्थापित किया जा सकता है जिसमें समकक्ष प्रतिरोध के साथ श्रृंखला कनेक्शन में समकक्ष वोल्टेज स्रोत शामिल होता है। हम अधिकतम विद्युत अंतरण प्रमेय की सहायता से अधिकतम विद्युत अंतरण प्रमेय को सत्यापित कर सकते हैं।

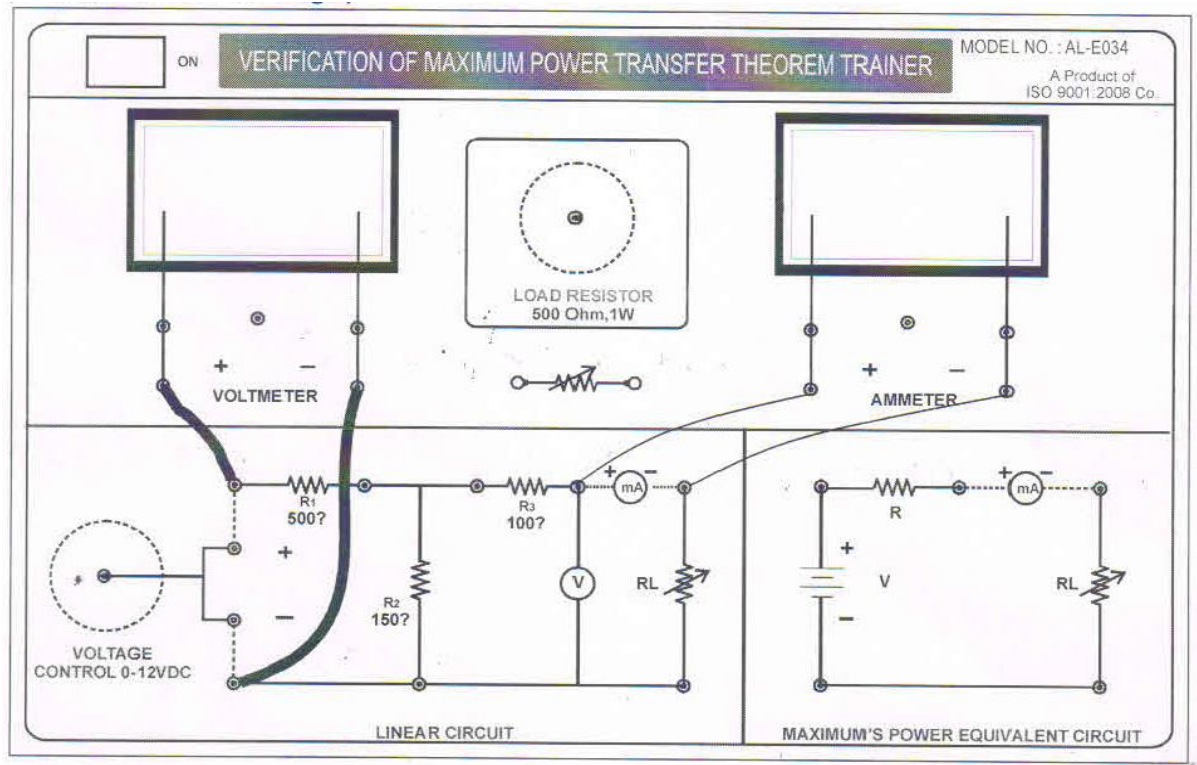
आपूर्ति स्रोत से लोड में स्थानांतरित की गई शक्ति तब अधिकतम होती है जब लोड का प्रतिरोध स्रोत के आंतरिक प्रतिरोध के बराबर होता है। दूसरे शब्दों में, "जब लोड रेसिस्टर समतुल्य (अधिकतम पावर ट्रांसफर) नेटवर्क रेसिस्टर के बराबर होता है तो एक प्रतिरोधक भार आपूर्ति से उपभोग्य अधिकतम शक्ति होगी"

प्रक्रिया:

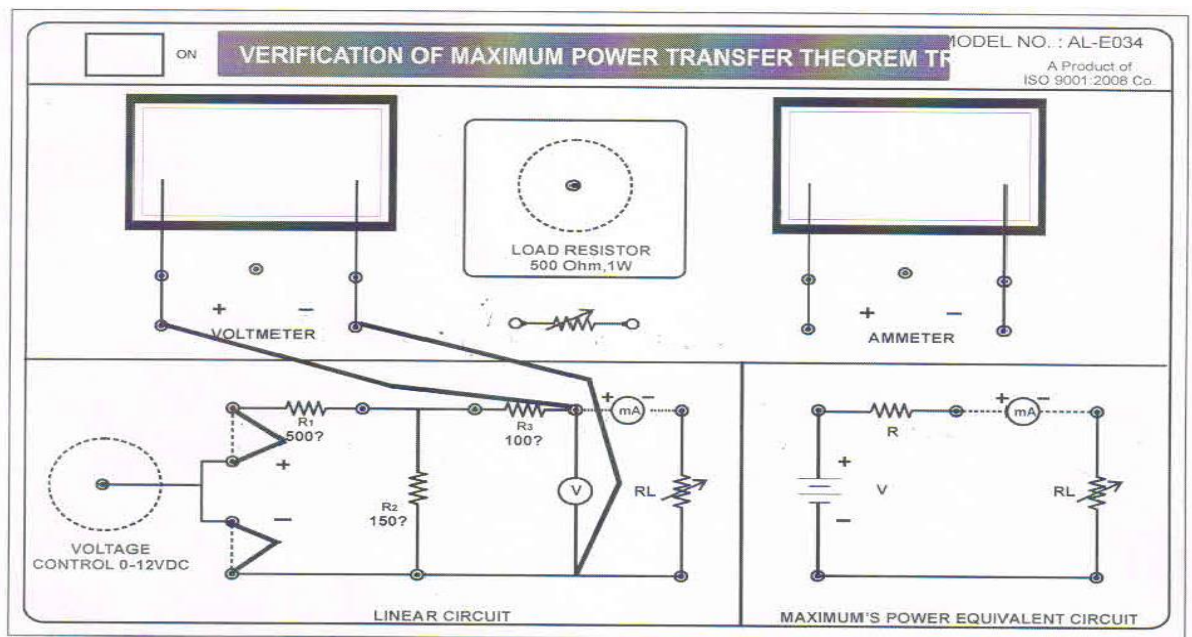
1. कनेक्शन सर्किट आरेख के अनुसार होना चाहिए।
2. समतुल्य प्रतिरोध की गणना के लिए वोल्टेज स्रोत को शॉर्ट सर्किट करें और आउटपुट टर्मिनल को ओपन सर्किट करें।
3. आपूर्ति वोल्टेज को कनेक्ट करें और आउटपुट टर्मिनल खोलें और हमें अधिकतम पावर ट्रांसफर वोल्टेज (V_{th}) मिलता है।
4. अब लोड से जुड़े समतुल्य सर्किट बनाएं और लोड पर वोल्टेज (आरएल) की गणना करें।
8. सूत्र का उपयोग करके अधिकतम पावर ट्रांसफर वोल्टेज (V_{th}) और समतुल्य प्रतिरोध (R_{eq}) ज्ञात करें।
9. यहां देखें कि करंट के बराबर प्रतिरोध पर अधिकतम शक्ति स्थानांतरण के बराबर प्रतिरोध अधिकतम होता है, अन्य प्रतिरोध कम होगा और बढ़ेगा यह प्रतिरोध पर निर्भर करता है।
10. सत्यापित करें कि $R_L = R_I$ होने पर शक्ति अधिकतम होती है।

कनेक्शन आरेख:

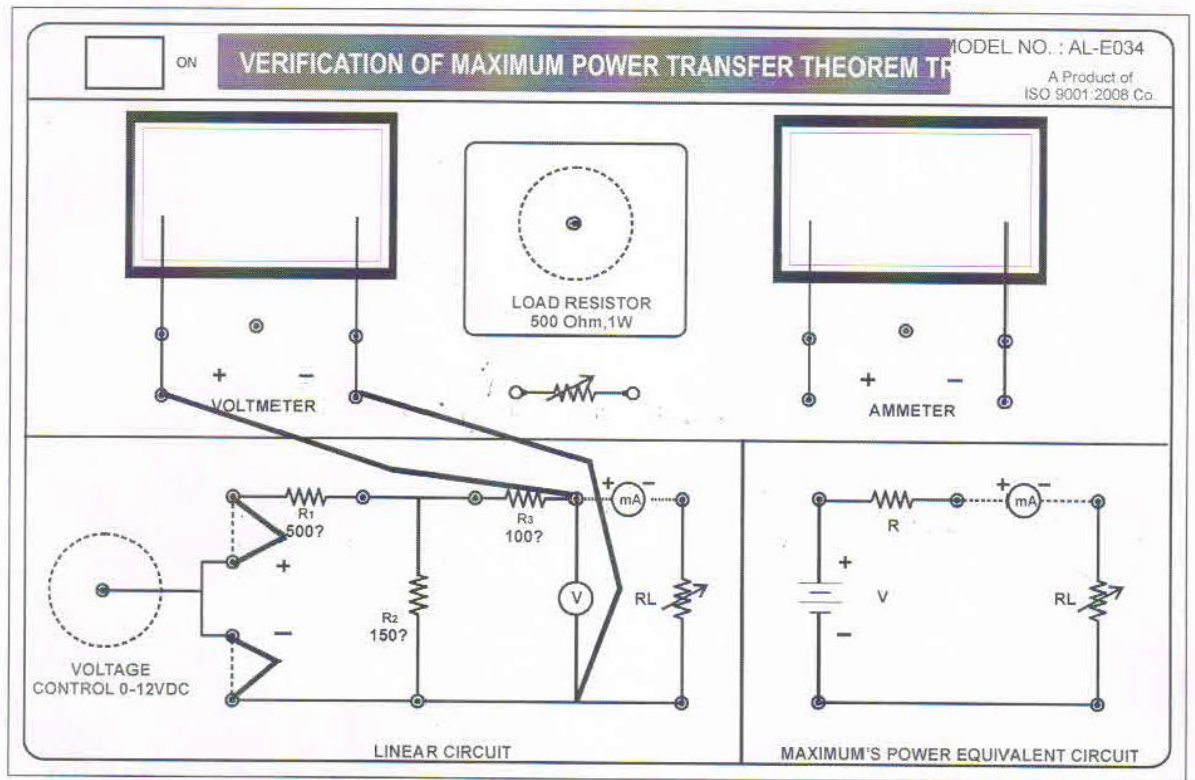
1. ओपन सर्किट वोल्टेज (अधिकतम पावर ट्रांसफर वोल्टेज) की गणना के लिए



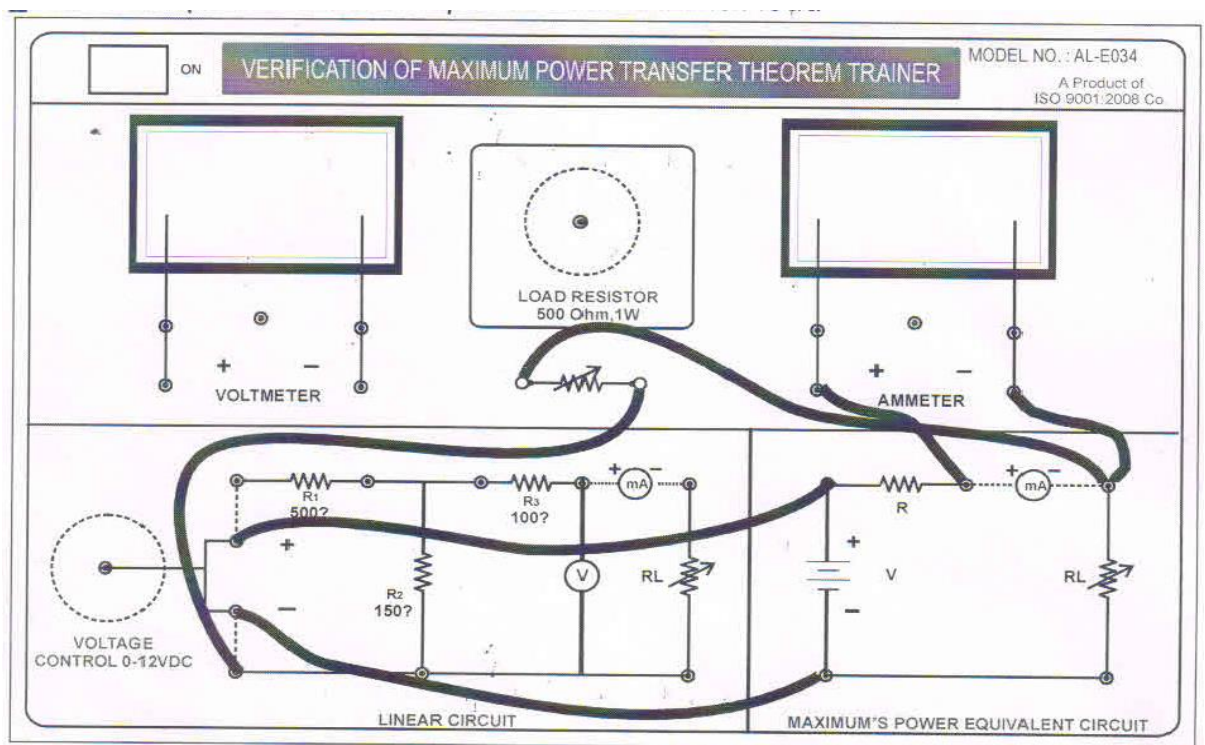
2. मल्टीमीटर द्वारा समतुल्य प्रतिरोध (RTH) की गणना के लिए



3. VTH की गणना



4. लोड के साथ अधिकतम पावर ट्रांसफर समतुल्य सर्किट



अवलोकन और गणना:

सरल क्र.	V_{in}	V_{th} (अधिकतम विद्युत अंतरण वोल्टेज)		R_{eq} (समतुल्य प्रतिरोध)	R_L (भार प्रतिरोध)	
		व्यावहारिक	सैद्धांतिक		व्यावहारिक	सैद्धांतिक
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

परिणाम: जब अधिकतम शक्ति $R_L=R_{eq}$ के निकट स्थानांतरित की जाती है।
तब प्रमेय सत्यापित होता है।

प्रश्न

1. अधिकतम पावर ट्रांसफर प्रमेय क्या है? उदाहरण सहित समझाइये
2. क्या अधिकतम पावर ट्रांसफर प्रमेय एसी सर्किट पर लागू होता है?
3. अधिकतम पावर ट्रांसफर फॉर्मूला क्या है?
4. थेवेनिन का प्रतिरोध क्या है?
5. अधिकतम शक्ति अंतरण प्रमेय की सीमाएँ क्या हैं?

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय संस्थान प्रौद्योगिकी, भोपाल

विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग

नेटवर्क लैब

प्रयोग क्रमांक 05

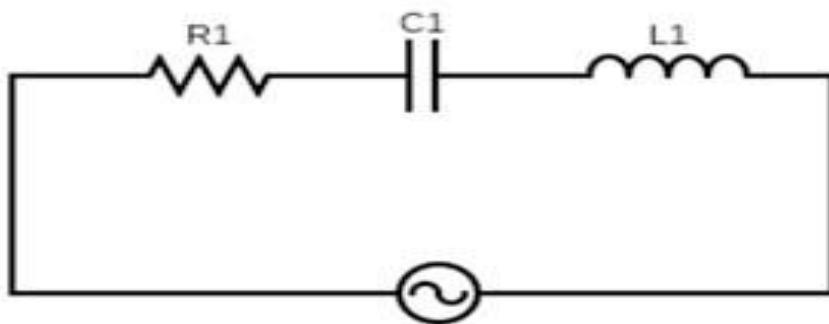
उद्देश्य: श्रृंखला LCR और समानांतर LCR प्रतिध्वनि में धारा और आवृत्ति के बीच एक ग्राफ बनाना और श्रृंखला और समानांतर अनुनाद सर्किट की गुणवत्ता कारक और बैंड की चौड़ाई का पता लगाने के लिए इसकी गुंजयमान आवृत्ति का पता लगाना।

विशिष्ट आवश्यकता:

1. आरएलसी (RLC) ट्रेनर
2. ऑडियो फ्रीक्वेंसी जनरेटर (10Hz-100KHz)

श्रृंखला प्रतिध्वनि (सीरीज़ रेज़नन्स) :

एक श्रृंखला आरएलसी सर्किट में एक आवृत्ति बिंदु बन जाता है जहां प्रारंभ करनेवाला की प्रेरक प्रतिक्रिया संधारित्र की कैपेसिटिव प्रतिक्रिया के मूल्य के बराबर हो जाती है। दूसरे शब्दों में, $X_L = X_C$. जिस बिंदु पर यह होता है उसे सर्किट का **अनुनाद आवृत्ति** (गुंजयमान आवृत्ति) बिंदु, (f_r) कहा जाता है, और जैसा कि हम एक श्रृंखला आरएलसी सर्किट का विश्लेषण कर रहे हैं, यह अनुनाद आवृत्ति एक **श्रृंखला अनुनाद** (सीरीज़ रेज़ोनेंस) उत्पन्न करती है।



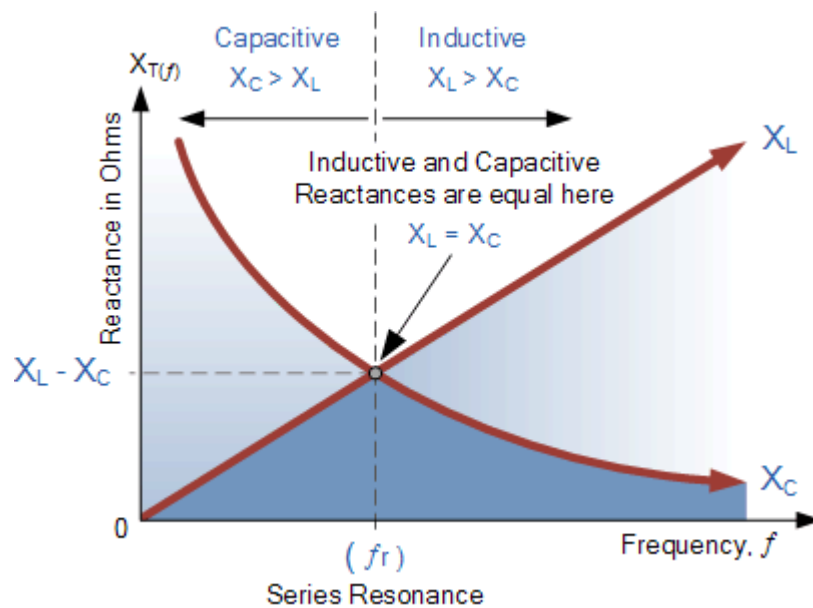
श्रृंखला अनुनाद सर्किट विद्युत और इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में उपयोग किए जाने वाले सबसे महत्वपूर्ण सर्किट में से एक है। वे विभिन्न रूपों में पाए जा सकते हैं जैसे कि एसी मेन फिल्टर, शोर फिल्टर और रेडियो और टेलीविजन ट्यूनिंग सर्किट में भी, जो विभिन्न आवृत्ति चैनलों को प्राप्त करने के लिए एक बहुत ही चयनात्मक ट्यूनिंग सर्किट का निर्माण करते हैं। नीचे दिए गए सरल श्रृंखला आरएलसी सर्किट पर विचार करें।

सबसे पहले, आइए परिभाषित करें कि हम श्रृंखला आरएलसी (RLC) सर्किट के बारे में पहले से ही क्या जानते हैं।

- प्रेरक प्रतिक्रिया: $X_L = 2\pi fL = \omega L$
- कैपेसिटिव रिएक्शन: $X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C}$
- जब $X_L > X_C$ सर्किट इंडक्टिव होता है
- जब $X_C > X_L$ सर्किट कैपेसिटिव होता है
- कुल सर्किट प्रतिक्रिया = $X = X_L - X_C$ or $X_C - X_L$
- कुल सर्किट प्रतिबाधा = $\sqrt{R^2 + X_T^2} = R + jX_L$

आगमनात्मक प्रतिक्रिया के लिए उपरोक्त समीकरण से, यदि या तो आवृत्ति या प्रेरकत्व बढ़ाया जाता है तो प्रारंभकर्ता का समग्र आगमनात्मक प्रतिक्रिया मूल्य भी बढ़ जाएगा। जैसे-जैसे आवृत्ति अनंत तक पहुंचती है, सर्किट तत्व एक खुले सर्किट की तरह काम करने के साथ प्रेरकों की प्रतिक्रिया भी अनंत की ओर बढ़ जाएगी। हालाँकि, जैसे-जैसे आवृत्ति शून्य या डीसी के करीब पहुंचती है, प्रेरक प्रतिक्रिया शून्य तक कम हो जाएगी, जिससे विपरीत प्रभाव शॉर्ट सर्किट की तरह काम करेगा। इसका मतलब यह है कि आगमनात्मक प्रतिक्रिया आवृत्ति के लिए "आनुपातिक" है और कम आवृत्तियों पर छोटी है और उच्च आवृत्तियों पर उच्च है और यह निम्नलिखित वक्र में प्रदर्शित होता है:

श्रृंखला अनुनाद आवृत्ति



जहाँ : f_r हर्ट्ज़ में है, L हेनरीज़ में है और C फैराड में है।

एक ऐसी सर्किट में विद्युत अनुनाद तब होता है जब दो प्रतिक्रिया जो विपरीत और समान होती हैं, एक दूसरे को $X_L = X_C$ के रूप में रद्द कर देती हैं और ग्राफ पर वह बिंदु जिस पर ऐसा होता है, जहां दो प्रतिक्रिया वक्र एक दूसरे को पार करते हैं। एक श्रृंखला गुंजयमान सर्किट में, गुंजयमान आवृत्ति, f_r बिंदु की गणना निम्नानुसार की जा सकती है।

$$X_L = X_C \Rightarrow 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$f^2 = \frac{1}{2\pi L \times 2\pi C} = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$f = \sqrt{\frac{1}{4\pi^2 LC}}$$

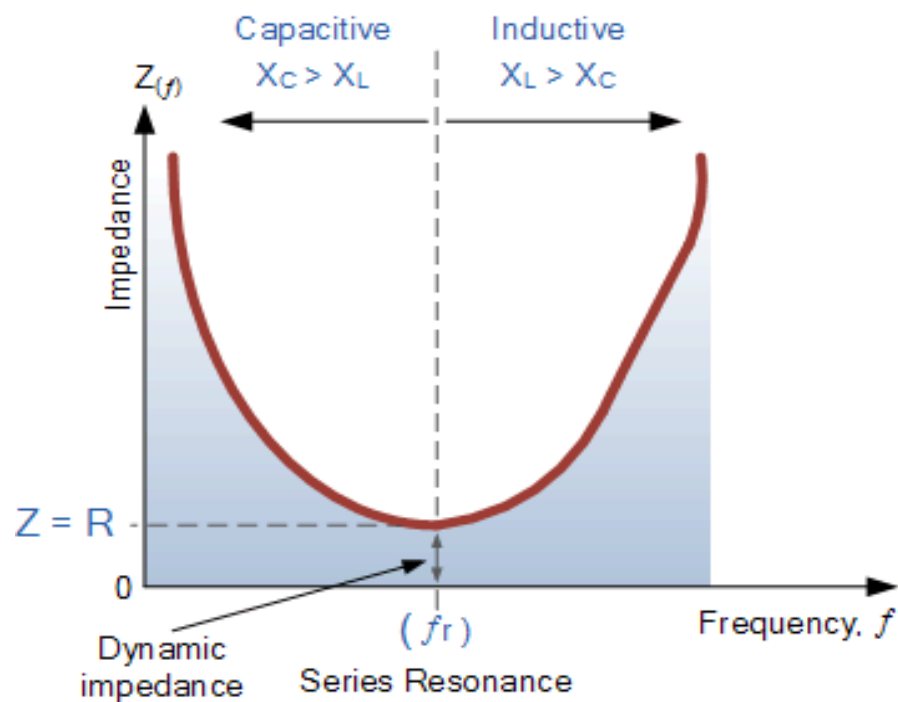
$$\therefore f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \text{ (Hz)} \quad \text{or} \quad \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ (rads)}$$

तब हम देख सकते हैं कि अनुनाद पर, गणितीय रूप से दो प्रतिक्रियाएँ एक दूसरे को $X_L - X_C = 0$ के रूप में रद्द कर देती हैं। इससे श्रृंखला LC संयोजन एक शॉर्ट सर्किट के रूप में कार्य करता है, जिसमें श्रृंखला अनुनाद सर्किट में वर्तमान प्रवाह का एकमात्र विरोध प्रतिरोध होता है, (R)

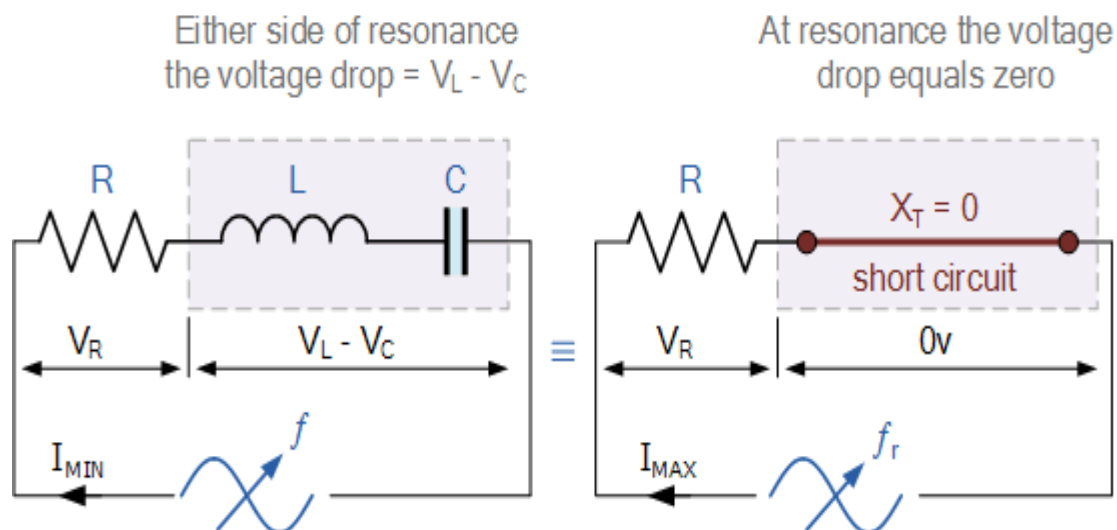
जटिल रूप में, गुंजयमान आवृत्ति वह आवृत्ति है जिस पर श्रृंखला आरएलसी सर्किट की कुल प्रतिबाधा पूरी तरह से "वास्तविक" हो जाती है, अर्थात् कोई काल्पनिक प्रतिबाधा मौजूद नहीं होती है। ऐसा इसलिए है क्योंकि अनुनाद पर वे रद्द हो जाते हैं। तो, श्रृंखला सर्किट की कुल प्रतिबाधा केवल प्रतिरोध का मान बन जाती है और इसलिए: $Z = R$.

फिर अनुनाद पर श्रृंखला सर्किट की प्रतिबाधा अपने न्यूनतम मूल्य पर होती है और केवल सर्किट के प्रतिरोध, R के बराबर होती है। अनुनाद पर सर्किट प्रतिबाधा को सर्किट का "गतिशील प्रतिबाधा" कहा जाता है और आवृत्ति के आधार पर, X_C (आमतौर पर उच्च आवृत्तियों पर) या X_L (आमतौर पर कम आवृत्तियों पर) अनुनाद के दोनों ओर हावी होगा जैसा कि नीचे दिखाया गया है।

एक श्रृंखला अनुनाद सर्किट में प्रतिबाधा

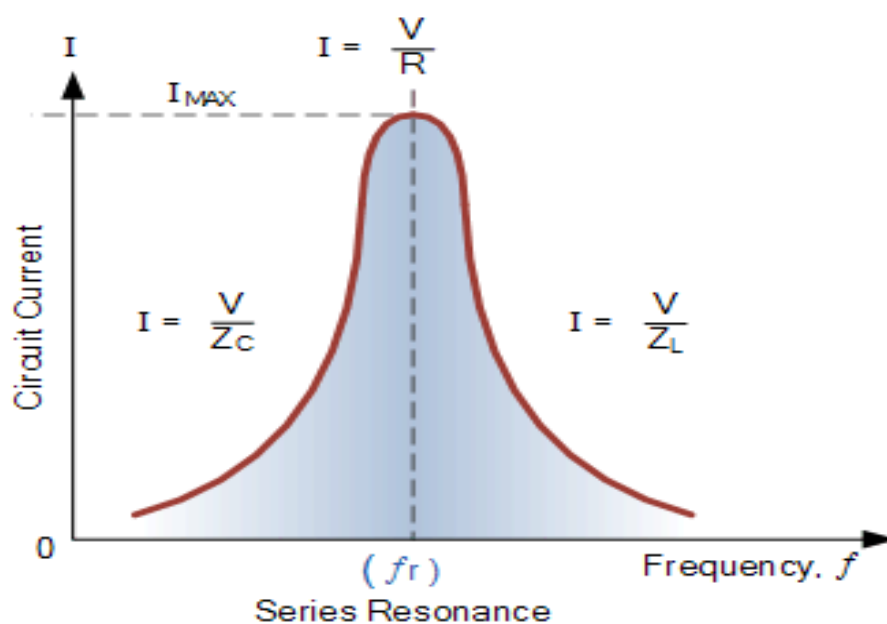


रेजोनेंस पर सीरीज आरएलसी सर्किट



चूंकि एक श्रृंखला अनुनाद सर्किट के माध्यम से बहने वाली धारा प्रतिबाधा से विभाजित वोल्टेज का उत्पाद है, प्रतिध्वनि पर प्रतिबाधा, Z अपने न्यूनतम मूल्य पर है, ($=R$)। इसलिए, इस आवृत्ति पर सर्किट करंट V/R के अधिकतम मान पर होगा जैसा कि नीचे दिखाया गया है।

अनुनाद पर श्रृंखला सर्किट धारा



एक श्रृंखला अनुनाद सर्किट की आवृत्ति प्रतिक्रिया वक्र से पता चलता है कि वर्तमान का परिमाण आवृत्ति का एक कार्य है और इसे एक ग्राफ पर प्लॉट करने से हमें पता चलता है कि प्रतिक्रिया शून्य के करीब शुरू होती है, अनुनाद आवृत्ति पर अधिकतम मूल्य तक पहुंचती है जब $I_{MAX} = I_R$ और फिर लगभग शून्य हो जाता है क्योंकि f अनंत हो जाता है।

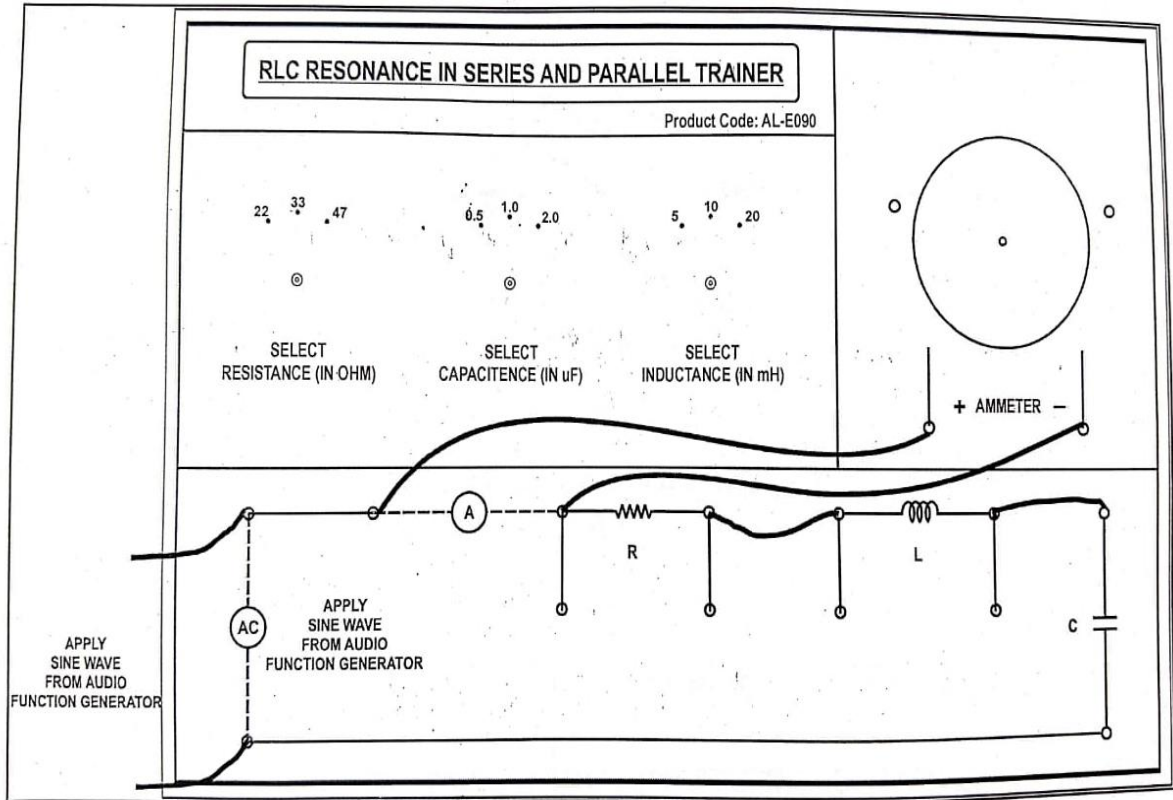
इसका परिणाम यह है कि प्रारंभ करनेवाला, एल और संधारित्र, सी पर वोल्टेज का परिमाण आपूर्ति वोल्टेज से कई गुना बड़ा हो सकता है, यहां तक कि प्रतिध्वनि पर भी, लेकिन चूंकि वे समान हैं और विरोध पर हैं, वे एक दूसरे को रद्द कर देते हैं।

चूंकि एक श्रृंखला अनुनाद सर्किट केवल अनुनाद आवृत्ति पर कार्य करता है, इस प्रकार के सर्किट को एक स्वीकर्ता सर्किट के रूप में भी जाना जाता है क्योंकि अनुनाद पर, सर्किट की प्रतिबाधा अपने न्यूनतम पर होती है इसलिए आसानी से धारा को स्वीकार कर लेती है जिसकी आवृत्ति इसकी अनुनाद आवृत्ति के बराबर होती है।

आप यह भी देख सकते हैं कि अनुनाद पर सर्किट के माध्यम से अधिकतम धारा केवल प्रतिरोध के मूल्य (एक शुद्ध और वास्तविक मूल्य) द्वारा सीमित होती है, इसलिए स्रोत वोल्टेज और सर्किट धारा इस आवृत्ति पर एक दूसरे के साथ चरण में होनी चाहिए।

फिर एक श्रृंखला अनुनाद सर्किट के वोल्टेज और वर्तमान के बीच चरण कोण भी एक निश्चित आपूर्ति वोल्टेज के लिए आवृत्ति का एक कार्य है और जो अनुनाद आवृत्ति बिंदु पर शून्य है: V , I और V आर सभी एक दूसरे के साथ चरण में हैं जैसा कि दिखाया गया है नीचे। नतीजतन, यदि चरण कोण शून्य है तो शक्ति कारक इसलिए एकता होना चाहिए।

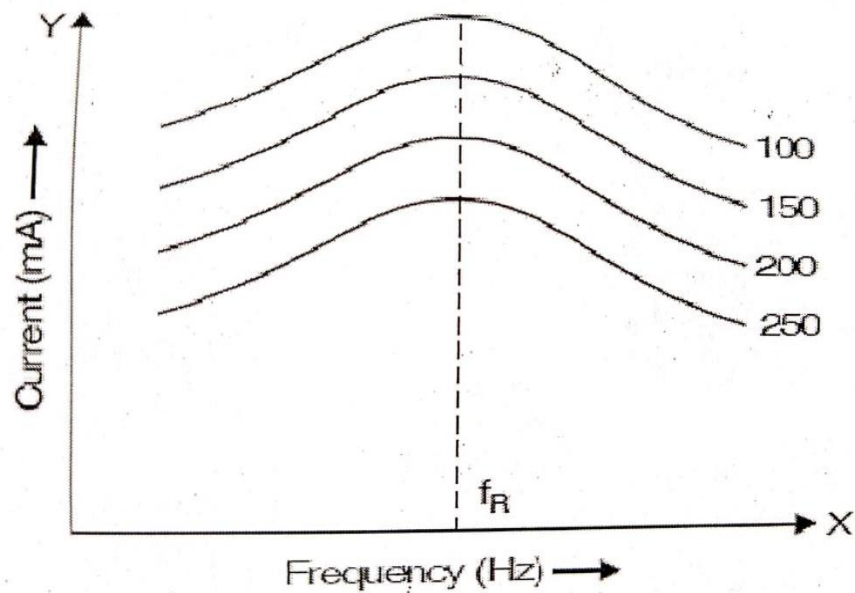
कनेक्शन आरेख:



प्रक्रिया: (श्रृंखला प्रतिध्वनि)

- ❖ कैपेसिटेंस (C), इंडक्शन (L), प्रतिरोध (R) और एक मिली-एमीटर (mA) एएफओ के समानांतर एक ऑडियो फ्रीक्वेंसी जनरेटर और वोल्टमीटर के साथ श्रृंखला में जुड़े हुए हैं जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है।
- ❖ कनेक्शन आरेख देखें जहां मोटे तारों के साथ ट्रेनर सेट पर कनेक्शन दिखाए गए हैं।
- ❖ कैपेसिटेंस (C) को $0.5 \mu\text{F}$ और प्रतिरोध (R) को 22Ω और इंडक्शन को 10mH पर सेट किया गया है।
- ❖ ऑडियो फ्रीक्वेंसी ऑसिलेटर को न्यूनतम 10Hz मान पर समायोजित किया जाता है।
- ❖ मिली एमीटर द्वारा दर्शाए गए करंट को नोट किया जाता है।

- ❖ C, L और R मानों को स्थिर रखते हुए, एएफओ (ऑडियो फ्रीक्वेंसी जनरेटर) की आवृत्ति 100 Hz के चरणों में बढ़ाई जाती है और संबंधित मिली-एमीटर रीडिंग नोट की जाती है।
- ❖ अंतर देखें जैसे-जैसे आवृत्ति बढ़ती है और यह गुंजयमान आवृत्ति के करीब होती है, मीटर में धारा ऊपर उठती है और अनुनाद की आवृत्ति पर अधिकतम होगी। और प्रतिध्वनि के बाद तेजी से कम होने लगते हैं।
- ❖ समान आवृत्ति सीमा के लिए R, L और C आदि के विभिन्न मूल्यों के लिए एक ही प्रक्रिया दोहराई जाती है और रीडिंग को सारणीबद्ध किया जाता है।
- ❖ X-अक्ष के अनुदिश आवृत्ति और Y-अक्ष के अनुदिश धारा के साथ एक ग्राफ खींचा जाता है।
- ❖ वह आवृत्ति जिस पर धारा अधिकतम होती है, अनुनादी आवृत्ति होती है।



तालिका: श्रृंखला मोड में गुंजयमान आवृत्ति निर्धारित करने के लिए

क्र.मांक	आवृत्ति (Khz)	करंट (mA)	वोल्टेज (V)

समानांतर (पैरेलल) अनुनाद सिद्धांत:

कई मायनों में एक समानांतर अनुनाद सर्किट बिल्कुल उसी श्रृंखला अनुनाद सर्किट के समान है जिसे हमने पिछले ट्यूटोरियल में देखा था। दोनों 3-तत्व नेटवर्क हैं जिनमें दो प्रतिक्रियाशील घटक होते हैं जो उन्हें दूसरे क्रम का सर्किट बनाते हैं, दोनों आपूर्ति आवृत्ति में भिन्नता से प्रभावित होते हैं और दोनों में एक आवृत्ति बिंदु होता है जहां उनके दो प्रतिक्रियाशील घटक सर्किट की विशेषताओं को प्रभावित करते हुए एक दूसरे को रद्द कर देते हैं। दोनों सर्किटों में एक गुंजयमान आवृत्ति बिंदु होता है।

हालाँकि, इस बार अंतर यह है कि एक समानांतर अनुनाद सर्किट समानांतर एलसी टैंक सर्किट के भीतर प्रत्येक समानांतर शाखा के माध्यम से बहने वाली धाराओं से प्रभावित होता है। एक टैंक सर्किट एल और सी का एक समानांतर संयोजन है जिसका उपयोग फिल्टर नेटवर्क में एसी आवृत्तियों को चुनने या अस्वीकार करने के लिए किया जाता है। नीचे दिए गए समानांतर आरएलसी सर्किट पर विचार करें।

अनुनाद तब होता है जब $X_L = X_C$ और γ के काल्पनिक भाग शून्य हो जाते हैं। तब:

$$X_L = X_C \Rightarrow 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

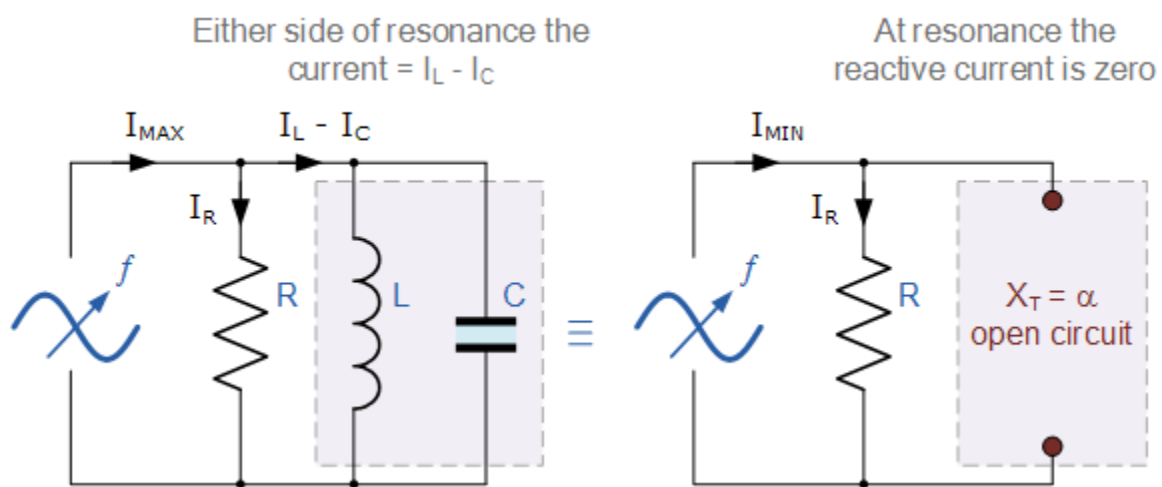
$$f^2 = \frac{1}{2\pi L \times 2\pi C} = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$f = \sqrt{\frac{1}{4\pi^2 LC}}$$

$$\therefore f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ (Hz)} \quad \text{or} \quad \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ (rads)}$$

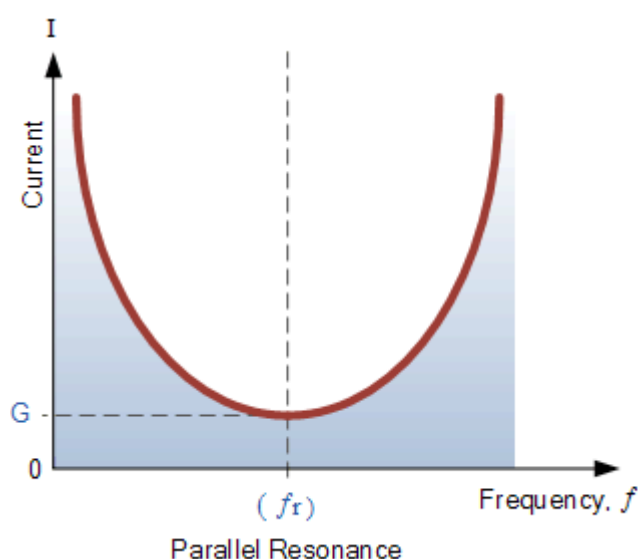
ध्यान दें कि अनुनाद पर समानांतर सर्किट श्रृंखला अनुनाद सर्किट के समान समीकरण उत्पन्न करता है। इसलिए, इससे कोई फर्क नहीं पड़ता कि प्रारंभ करनेवाला या संधारित्र समानांतर या श्रृंखला में जुड़े हुए हैं।

इसके अलावा, अनुनाद पर समानांतर एलसी टैंक सर्किट एक खुले सर्किट की तरह कार्य करता है, जिसमें सर्किट करंट केवल अवरोधक, आर द्वारा निर्धारित किया जाता है। तो, अनुनाद पर एक समानांतर अनुनाद सर्किट की कुल प्रतिबाधा सर्किट में प्रतिरोध का मान और $Z = R$ बन जाती है जैसा कि दिखाया गया है।



अनुनाद पर, समानांतर सर्किट की प्रतिबाधा अपने अधिकतम मूल्य पर होती है और सर्किट के प्रतिरोध के बराबर होती है और हम इस प्रतिरोध के मूल्य को बदलकर सर्किट की आवृत्ति प्रतिक्रिया को बदल सकते हैं। यदि L और C दोनों स्थिर रहते हैं, तो R का मान बदलने से अनुनाद पर सर्किट के माध्यम से प्रवाहित होने वाली धारा की मात्रा प्रभावित होती है। फिर अनुनाद $Z = R_{MAX}$ पर सर्किट की प्रतिबाधा को सर्किट की "गतिशील प्रतिबाधा" कहा जाता है।

अनुनाद पर समानांतर सर्किट धारा



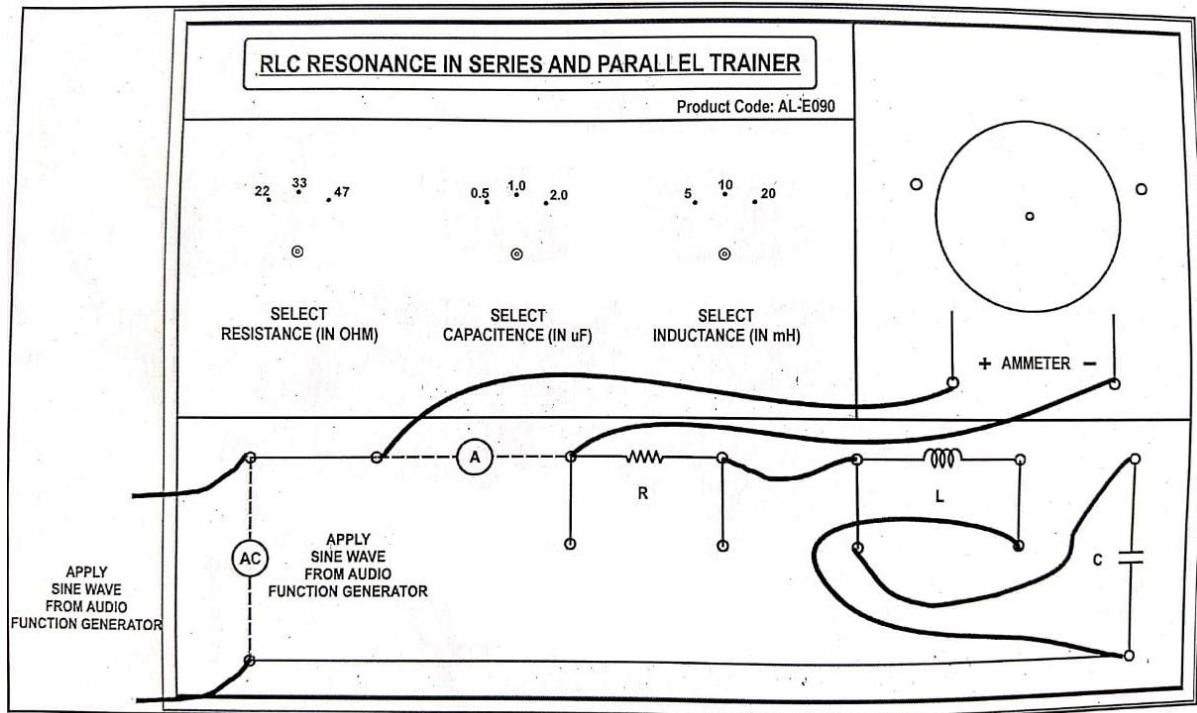
समानांतर अनुनाद सर्किट की आवृत्ति प्रतिक्रिया वक्र से पता चलता है कि वर्तमान का परिमाण आवृत्ति का एक कार्य है और इसे एक ग्राफ पर प्लॉट करने से हमें पता चलता है कि प्रतिक्रिया अपने अधिकतम मूल्य पर शुरू होती है, अनुनाद आवृत्ति पर अपने न्यूनतम मूल्य तक पहुंच जाती है जब $I_{MIN} = IR$ और फिर अनंत हो जाने पर पुनः अधिकतम तक बढ़ जाता है।

इसका परिणाम यह है कि प्रारंभ करनेवाला, एल और संधारित्र, सी टैंक सर्किट के माध्यम से बहने वाली धारा का परिमाण आपूर्ति धारा से कई गुना बड़ा हो सकता

है, यहां तक कि अनुनाद पर भी, लेकिन क्योंकि वे समान हैं और विरोध (180° आउट ऑफ-फेज) वे प्रभावी ढंग से एक-दूसरे को रद्द कर देते हैं।

चूँकि एक समानांतर अनुनाद सर्किट केवल अनुनाद आवृत्ति पर कार्य करता है, इस प्रकार के सर्किट को **रिजेक्टर सर्किट** के रूप में भी जाना जाता है क्योंकि अनुनाद पर, सर्किट की प्रतिबाधा अपने अधिकतम पर होती है जिससे उस धारा को दबा या अस्वीकार कर दिया जाता है जिसकी आवृत्ति इसकी अनुनाद आवृत्ति के बराबर होती है। समानांतर परिपथ में अनुनाद के प्रभाव को "वर्तमान अनुनाद" भी कहा जाता है।

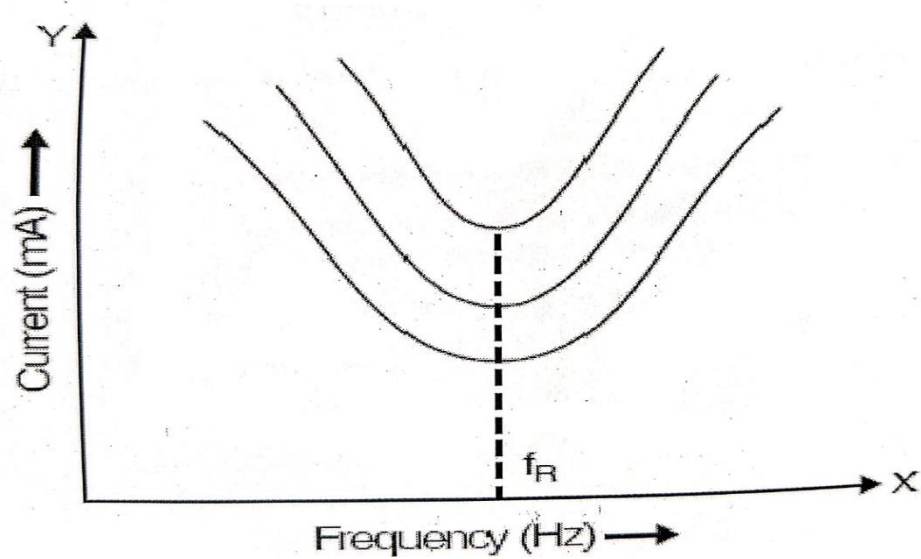
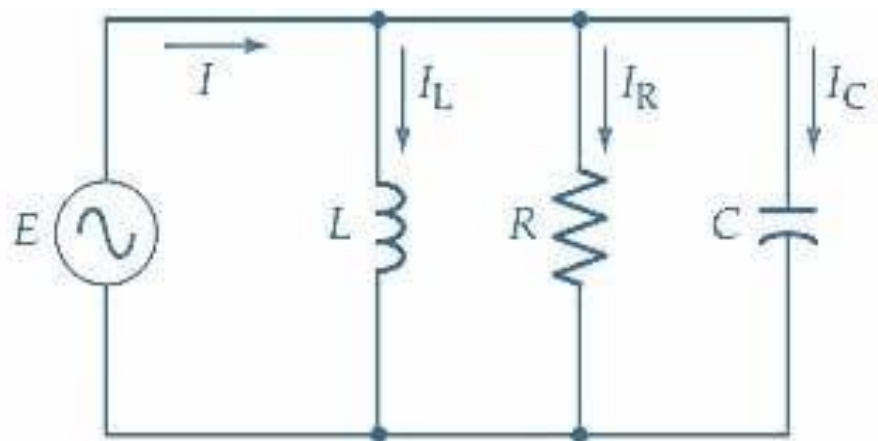
समानांतर अनुनाद सर्किट को परिभाषित करने के लिए ऊपर उपयोग की गई गणना और ग्राफ़ उन लोगों के समान हैं जिनका उपयोग हमने श्रृंखला सर्किट के लिए किया था। हालाँकि, समानांतर सर्किट के लिए खींची गई विशेषताएँ और ग्राफ़ श्रृंखला सर्किट के बिल्कुल विपरीत हैं, जिसमें समानांतर सर्किट की अधिकतम और न्यूनतम प्रतिबाधा, धारा और आवर्धन उलट होता है। यही कारण है कि समानांतर अनुनाद सर्किट को **एंटी-अनुनाद सर्किट** भी कहा जाता है।



प्रक्रिया (समानांतर अनुनाद):

- ❖ प्रेरकत्व (L), प्रतिरोध (R) और संधारित्र AFO के समानांतर जुड़े हुए हैं।
- ❖ मिलीमीटरमीटर (mA) और एएफओ चित्र 2 में दिखाए अनुसार जुड़े हुए हैं।
- ❖ धारिता (C) को $0.5 \mu\text{F}$ और प्रतिरोध (R) को 22Ω ओम पर सेट किया गया है।
- ❖ ऑडियो फ्रीक्वेंसी ऑसिलेटर को न्यूनतम मान $f = 1 \text{ kHz}$ के लिए समायोजित किया जाता है।
- ❖ मिलीमीटरमीटर द्वारा दिखाए गए सर्किट में करंट नोट किया जाता है।
- ❖ C, L और R मानों को स्थिर रखते हुए, आवृत्ति को चरणों में बढ़ाया जाता है
- ❖ 500 Hz और मिलीमीटर रीडिंग नोट की जाती है।
- ❖ समान आवृत्ति रेंज के लिए L, C और R के विभिन्न मूल्यों के लिए प्रक्रिया दोहराई जाती है और रीडिंग सारणीबद्ध की जाती है।
- ❖ X-अक्ष के अनुदिश आवृत्ति और धारा के अनुदिश एक ग्राफ खींचा जाता है

- ❖ Y-अक्ष. वह आवृत्ति जिस पर धारा न्यूनतम होती है, अनुनादी आवृत्ति होती है।



तालिका: समानांतर मोड में गुंजयमान आवृत्ति निर्धारित करने के लिए

क्र.मांक	आवृत्ति (Khz)	करंट (mA)	वोल्टेज (V)

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय संस्थान प्रौद्योगिकी, भोपाल

विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग

नेटवर्क लैब

प्रयोग क्रमांक 07

उद्देश्य: दो पोर्ट नेटवर्क के एबीसीडी मापदंडों का अध्ययन करना।

आवश्यक उपकरण:

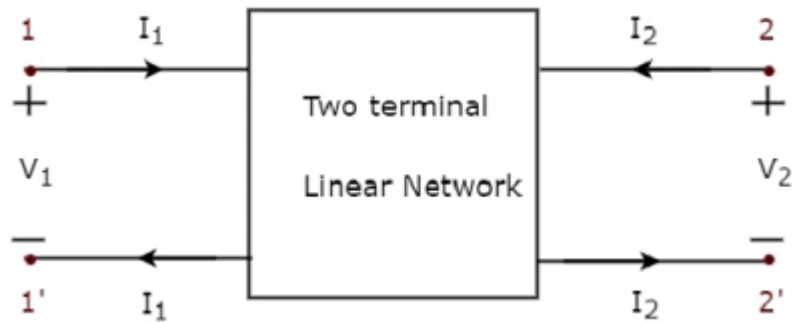
1. ट्रेनर किट
2. जोड़ने वाली डोरियाँ

लिखित:

टर्मिनलों की एक जोड़ी जिस पर सिग्नल (वोल्टेज या करंट) प्रवेश कर सकता है या निकल सकता है, पोर्ट कहलाता है। जिस नेटवर्क में टर्मिनलों की केवल एक जोड़ी होती है उसे वन पोर्ट नेटवर्क कहा जाता है। दो-पोर्ट नेटवर्क (या चार-टर्मिनल नेटवर्क, या क्वाड्री-पोल) एक विद्युत सर्किट या उपकरण है जिसमें दो जोड़े टर्मिनल होते हैं। उदाहरणों में ट्रांजिस्टर, फिल्टर और मिलान नेटवर्क शामिल हैं। दो-पोर्ट नेटवर्क का विश्लेषण 1920 के दशक में एक जर्मन गणितज्ञ फ्रांज ब्रिज़िंग द्वारा किया गया था।

एक दो-पोर्ट नेटवर्क में मूल रूप से एक पूर्ण सर्किट या उसके हिस्से को अलग करना और उसके विशिष्ट मापदंडों का पता लगाना शामिल है। एक बार यह हो जाने के बाद, सर्किट का अलग हिस्सा विशिष्ट गुणों के एक सेट के साथ एक "ब्लैक बॉक्स" बन जाता है, जो हमें इसके विशिष्ट भौतिक निर्माण को दूर करने में सक्षम बनाता है, जिससे विश्लेषण सरल हो जाता है। किसी भी सर्किट को रूपांतरित किया जा सकता है

एक दो-पोर्ट नेटवर्क बशर्ते कि इसमें कोई स्वतंत्र स्रोत न हो।



एक दो-पोर्ट नेटवर्क को चार बाहरी चर द्वारा दर्शाया जाता है: इनपुट पोर्ट पर वोल्टेज और करंट, और आउटपुट पोर्ट पर वोल्टेज और करंट, ताकि दो-पोर्ट नेटवर्क को चार के बीच संबंधों द्वारा तैयार किए गए ब्लैक बॉक्स के रूप में माना जा सके। चर, और इन चरों के बीच संबंधों का वर्णन करने के छह अलग-अलग तरीके मौजूद हैं, जिसके आधार पर चार में से दो चर दिए गए हैं, जबकि अन्य दो हमेशा प्राप्त किए जा सकते हैं।

नोट: नीचे दिए गए सभी वोल्टेज और धाराएं जटिल चर हैं और परिमाण और चरण कोण दोनों वाले चरणों द्वारा दर्शाए गए हैं। हालाँकि, सुविधा के लिए चरण संकेतन V और I को क्रमशः V और I द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है।

दो-पोर्ट नेटवर्क का वर्णन करने के लिए उपयोग किए जाने वाले पैरामीटर निम्नलिखित हैं: Z, Y, A, h, g । वे आमतौर पर मैट्रिक्स नोटेशन में व्यक्त किए जाते हैं और वे निम्नलिखित मापदंडों के बीच संबंध स्थापित करते हैं:

इनपुट वोल्टेज V_1

आउटपुट वोल्टेज V_2

इनपुट वर्तमान I_1

आउटपुट करंट I_2

ABCD-मॉडल: A-मॉडल या ट्रांसमिशन मॉडल में, हम मानते हैं कि V_1 और I_1 ज्ञात हैं, और V_2 और I_2 को निम्न द्वारा खोजें:

$$\begin{pmatrix} V_2 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ I_1 \end{pmatrix}$$

जहाँ,

$$A = \frac{V_2}{I_2} \text{ जब } I_2 \text{ शून्य है}$$

$$B = \frac{V_2}{I_1} \text{ जब } V_1 \text{ शून्य है}$$

$$C = -\frac{I_2}{V_1} \text{ जब } I_2 \text{ शून्य है}$$

$$D = -\frac{I_2}{I_1} \text{ जब } V_1 \text{ शून्य है}$$

यहां A और D आयामहीन गुणांक हैं, बी प्रतिबाधा और सीआईएस प्रवेश है।
मॉडल में आउटपुट करंट I_2 में एक नकारात्मक चिह्न जोड़ा जाता है, ताकि कई नेटवर्क मॉडल के कैस्केड के आसान विश्लेषण के लिए करंट की दिशा बाहर की ओर हो।

प्रक्रिया :

- नीचे दिखाए गए कनेक्शन आरेख में दिखाए अनुसार सर्किट को कनेक्ट करें।
- कनेक्शन करते समय सुनिश्चित करें कि कनेक्शन सही हैं।
- सभी मीटरों को सही ध्रुवता के साथ जोड़ें।
- ट्रेनर किट चालू करें
- पैनल पर दी गई DC बिजली आपूर्ति को 5V पर सेट करें।

भाग ए:

1. सबसे पहले इनपुट टर्मिनल खोलें और बिजली आपूर्ति 5V को आउटपुट टर्मिनल से कनेक्ट करें। आउटपुट वोल्टेज (C), इनपुट वोल्टेज (V1) और आउटपुट करंट (I2) को मापें।

2. जैसा कि नीचे दिखाया गया है, सारणीबद्ध कॉलम में रीडिंग नोट करें।
3. पैनल पर प्रदान की गई डीसी बिजली की आपूर्ति को बदलकर रीडिंग के दूसरे सेट के लिए प्रक्रिया को दोहराएं।

भाग बी:

1. दूसरे, इनपुट टर्मिनलों को छोटा करें और आपूर्ति 5V को आउटपुट टर्मिनल से कनेक्ट करें। दिए गए मीटर से इनपुट करंट (I_1), आउटपुट करंट (I_2) और आउटपुट वोल्टेज (V_2) को मापें।
2. नीचे दी गई तालिका के अनुसार प्राप्त रीडिंग को रिकॉर्ड करें।
3. रीडिंग के दूसरे सेट के लिए प्रक्रिया को दोहराएं।
 - सूत्र का उपयोग करके एबीसीडी मापदंडों की गणना करें।
 - रीडिंग लेने के बाद ट्रेनर को बंद कर दें।

प्रेक्षण सारणी :

क्र.सं.	जब इनपुट खुला सर्किट होता है (यानी $I_2=0$)			जब इनपुट शॉर्ट सर्किट होता है (यानी $V_1=0$)		
	V_1	V_2	I_1	V_2	I_2	I_1
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

गणना :

$$A = \frac{V_2}{I_2} \text{ जब } I_1 \text{ शून्य है}$$

$$B = \frac{V_2}{I_1} \text{ जब } V_1 \text{ शून्य है}$$

$$C = -\frac{I_2}{V_1} \text{ जब } I_2 \text{ शून्य है}$$

$$D = -\frac{I_1}{V_1} \text{ जब } V_2 \text{ शून्य है}$$

सारणीकरण :

क्र.सं.	पैरामीटर	सैद्धांतिक मूल्य	व्यावहारिक मूल्य
1.	A		
2.	B		
3.	C		
4.	D		

परिणाम: यदि व्यावहारिक और सैद्धांतिक मूल्य सन्निकटन के निकट मिलते हैं। फिर आवश्यक परिणाम सत्यापित किया जाता है।

प्रश्न

1. दो पोर्ट नेटवर्क क्या है?
2. यदि दो-पोर्ट नेटवर्क कैस्केड रूप में जुड़े हुए हैं, तो किन दो पोर्ट नेटवर्क मापदंडों को गुणा किया जा सकता है?
3. दो पोर्ट नेटवर्क मापदंडों के कौन से मैट्रिक्स एक दूसरे के व्युत्क्रम हैं?
4. यदि दो पोर्ट नेटवर्क श्रृंखला में जुड़े हुए हैं, तो कौन से दो पोर्ट नेटवर्क पैरामीटर जोड़े जा सकते हैं?
5. यदि दो पोर्ट नेटवर्क समानांतर में जुड़े हुए हैं, तो कौन से दो पोर्ट नेटवर्क पैरामीटर जोड़े जा सकते हैं?

