

**MAULANA AZAD NATIONAL
INSTITUTE OF TECHNOLOGY BHOPAL**
मौलाना आजाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, भोपाल



Department of Electrical Engineering

विद्युत अभियांत्रिकी विभाग

Power Electronics Lab

पावर इलेक्ट्रॉनिक्स लैब

Lab Manual (B.Tech)

लैब मैनुअल (B.Tech)

Experiment no. 1

Objective: Draw the static characteristics of IGBT, MOSFET and Thyristor.

This unit mainly consists of the following Power Semiconductor Devices: -

- a) SCR - TY 616
- b) MOSFET - IRF 840
- c) IGBT - IRGBC20S
- d) TRIAC - BTA12

Whose characteristics is to be studied.

A variable DC power supply using to vary the load voltage From 0 Volts to 30 volts approximately.
One more variable DC power supply using LM 317 regulator to vary the Gate Voltage from 2.5 volts to 30 volts approximately.

Switch and fuse is provided in series with both the power supplies.

A Potentiometer of is provided to vary the load current.

A Potentiometer of is provided to vary the Gate current.

FRONT PANEL DETAILS: -

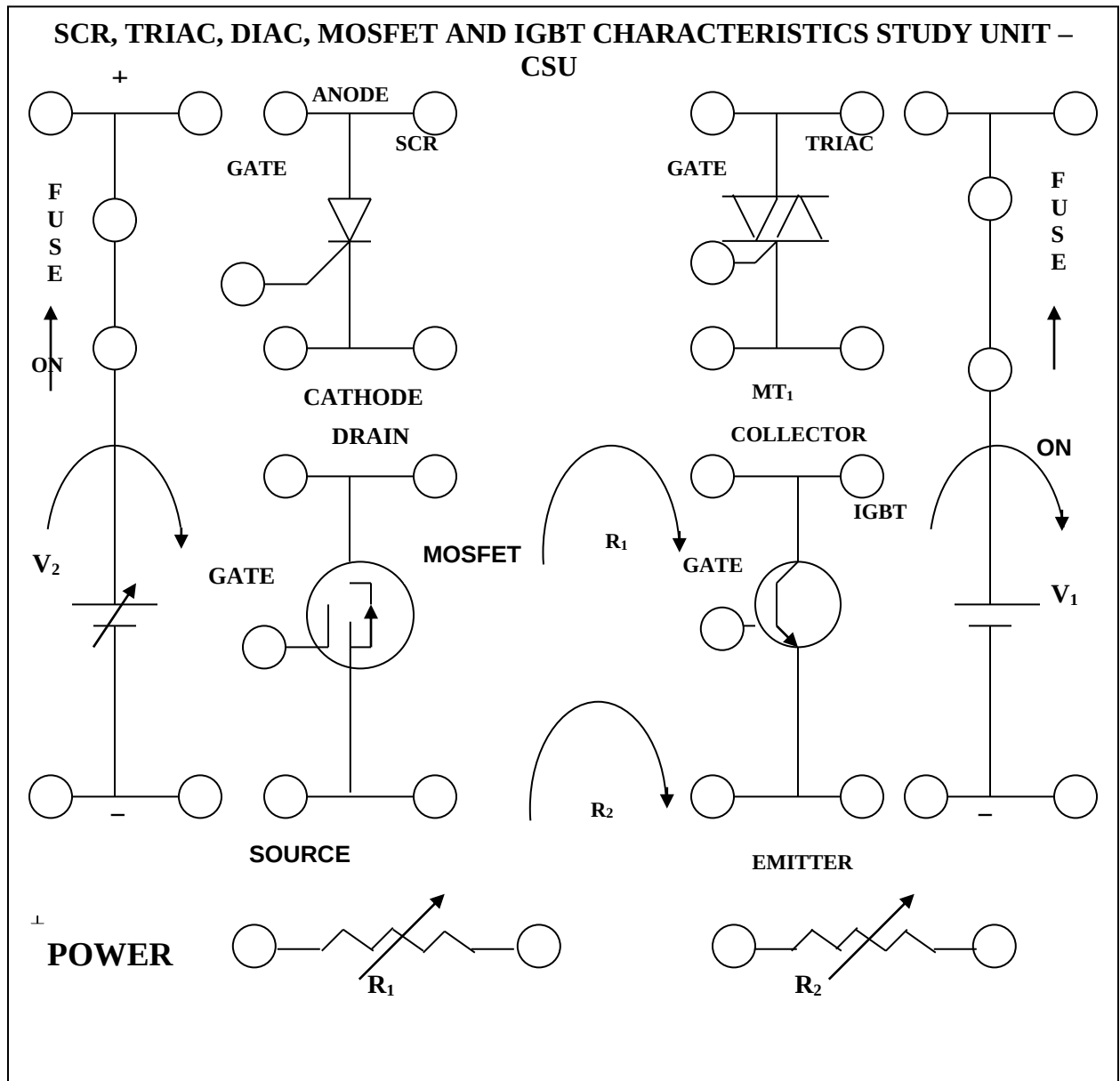
- 1. MAINS** : Power ON/OFF switch to the unit with builtin indicator.
- 2. VI** : Potentiometer to vary the load voltage
- 3. ON** : Switch for VI.
- 4. FUSE** : 600 mA glass fuse for VI
- 5. + & -** : Positive and Negative points of power supply VI.
- 6. SCR** : TYN 616
- 7. TRIAC** : BTA12
- 8. MOSFET** : IRF 840.
- 10.IGBT** : IRGBC20S.
- 11. V2** : Potentiometer to vary the Gate voltage.
- 12. ON** : Switch for V2.
- 13. FUSE** : 250 mA Glass fuse.
- 14. + & -** : Positive and Negative points of power supply V2.
- 15. R1** : Load potentiometer – 10Kohms is series with 220 ohm Resistor.
- 16. R2** : Gate potentiometer – 10 K ohms is series with 220 ohm Resistor.

BACK PANEL DETAILS :

- 1. Two pin mains cable.
- 2. Fuse holder – Fuse – 500 mA.

Experiment :- SCR, DIAC, TRIAC, MOSFET, & IGBT Characteristics Study Unit

FRONT PANEL DIAGRAM



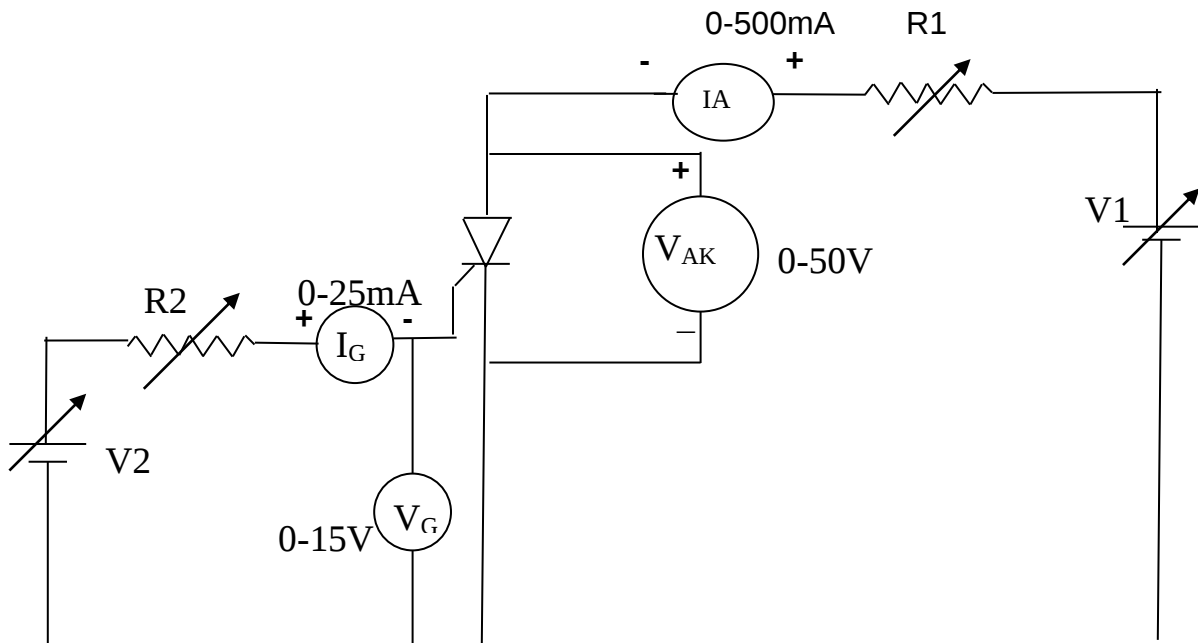
CHARACTERISTICS OF SCR:

AIM: To plot the characteristics of an SCR and to find the holding current and latching current.

APPARATUS:

- 1) Characteristics Study unit
- 2) Meter Unit (3 ½ digit Voltmeters -2Nos) 200V, 20V-1No. each
(3 ½ digit Ammeters -2Nos) 2A, 20mA -1No.each

CHARACTERISTICS OF SCR



Device: TYN 616.

Specifications:

- | | | |
|-----|--------|---------------|
| 1. | Vrrm | : 600 V. |
| 2. | I trms | : 16 A. |
| 3. | I tav | : 10 A |
| 4. | I tsm | : 160 A. |
| 5. | I t | : 128 A s. |
| 6. | di/dt | : 100 A / us. |
| 7. | I gt | : 25 mA. |
| 8. | V gt | : 1.5 V. |
| 9. | I h | : 25mA. |
| 10. | I l | : 45mA. |
| 11. | t q | : 70 mA |
| 12. | dv/dt | : 500 V / us. |

PROCEDURE:-

1. V – I Characteristics:

- 1) Make the connections as given in the circuit diagram including meters.
- 2) Now switch ON the mains supply to the unit and initially keep V1 & V2 at minimum.
- 3) Set load potentiometer R1 in the minimum position.
- 4) Adjust IG – IG1 say 5 mA by varying V2 or gate current potentiometer R2.
- 5) Slowly vary V1 and note down V AK and IL readings for every 5 Volts and entered the readings in the tabular column.
- 6) Further vary V1 till SCR conducts, this can be noticed by sudden drop of VAK and rise of IL readings note down this readings and tabulated.
- 7) Vary V1 Further and note down IL and V AK readings. Draw the graph of VAK V/s IL. Repeat the same for IG=IG2 /IG3 and draw the graph.

IG = IG1 = mA	
V AK	IA

IG = IG2 = mA	
VAK	IA

3. To find latching current:

- 1) Apply about 20 V between Anode and Cathode by varying V1.
- 2) Keep the load potentiometer R1 at minimum position.
- 3) The device must be in the OFF state with gate open.
- 4) Gradually increase Gate voltage - V2 till the device turns ON.
- 5) This is the minimum gate current (Igmin) required to turn ON the device.
- 6) Adjust the gate voltage to a slightly higher .
- 7) Set the load potentiometer at the maximum resistance position.
- 8) The device should comes to OFF state, otherwise decrease V1 till the device comes to OFF state.
- 9) The gate voltage should be kept constant in this experiment.
- 10) By varying R1, gradually increase load current IA in steps.
- 11) Open and close the Gate voltage V2 switch after each step.
- 12) If the anode current is greater the latching current of the device, the device stays on even after the gate switch is opened. Otherwise the device goes into blocking mode as soon as the gate switch is opened.
- 13) Note the latching current. Obtain the more accurate value of the latching current by taking small steps of IA near the latching current value.

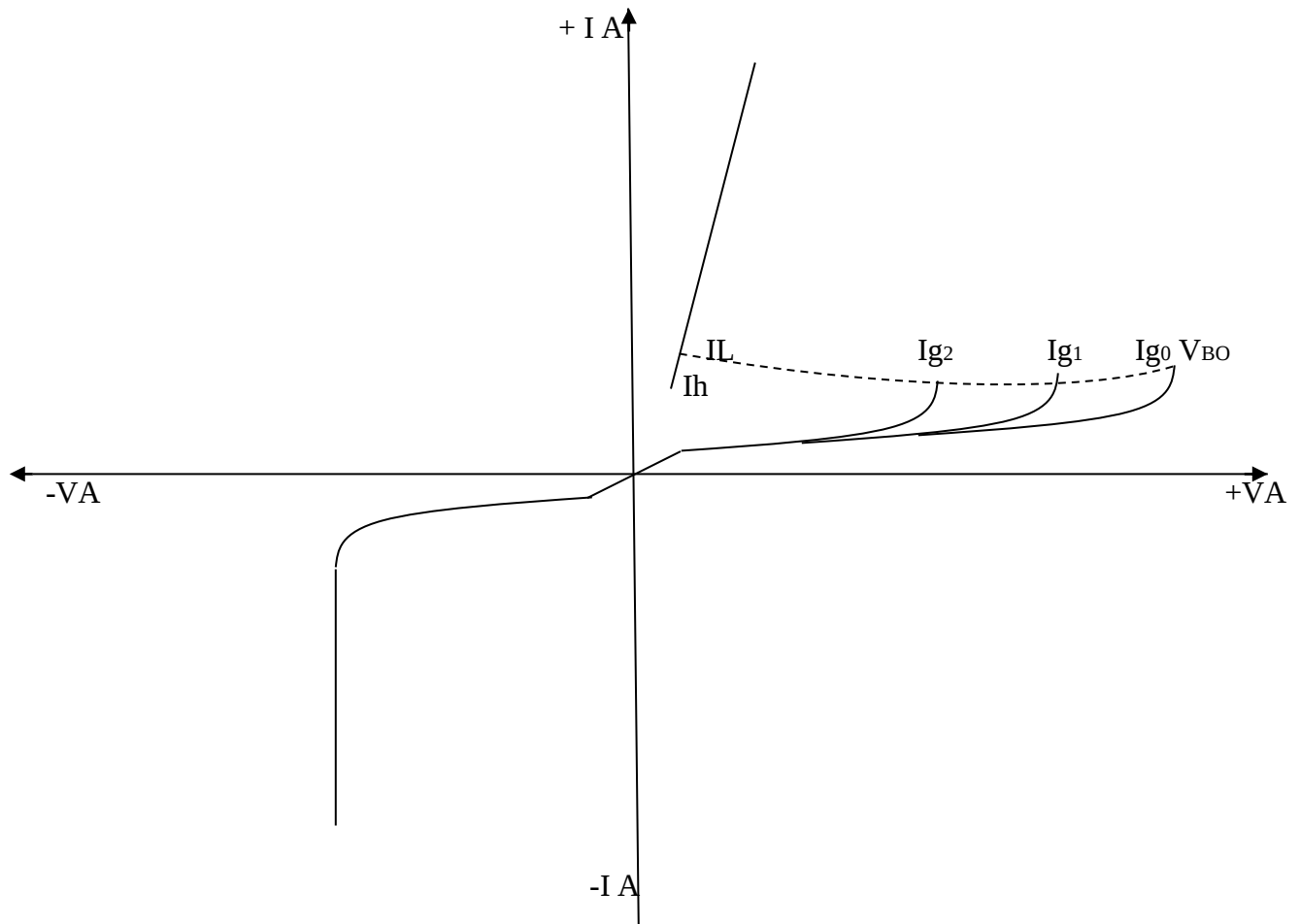
4. To find Holding current:

- 1) Increase the load current from the latching current level by load pot R1 or V1.
- 2) Open the gate switch permanently. The Thyristor must be fully ON.
- 3) Now start reducing the load current gradually by adjusting R1. If the SCR does not turn OFF even after the R1 at maximum position, then reduce V1.
- 4) Observe when the device goes to Blocking mode. The load current through the device at this instant, is the holding current of the device.
- 5) Repeat the steps again to accurately get the I_h . Normally $I_h < I_L$.

I_G -8.5mA approximately

I_L -45mA.

I_h -25mA.



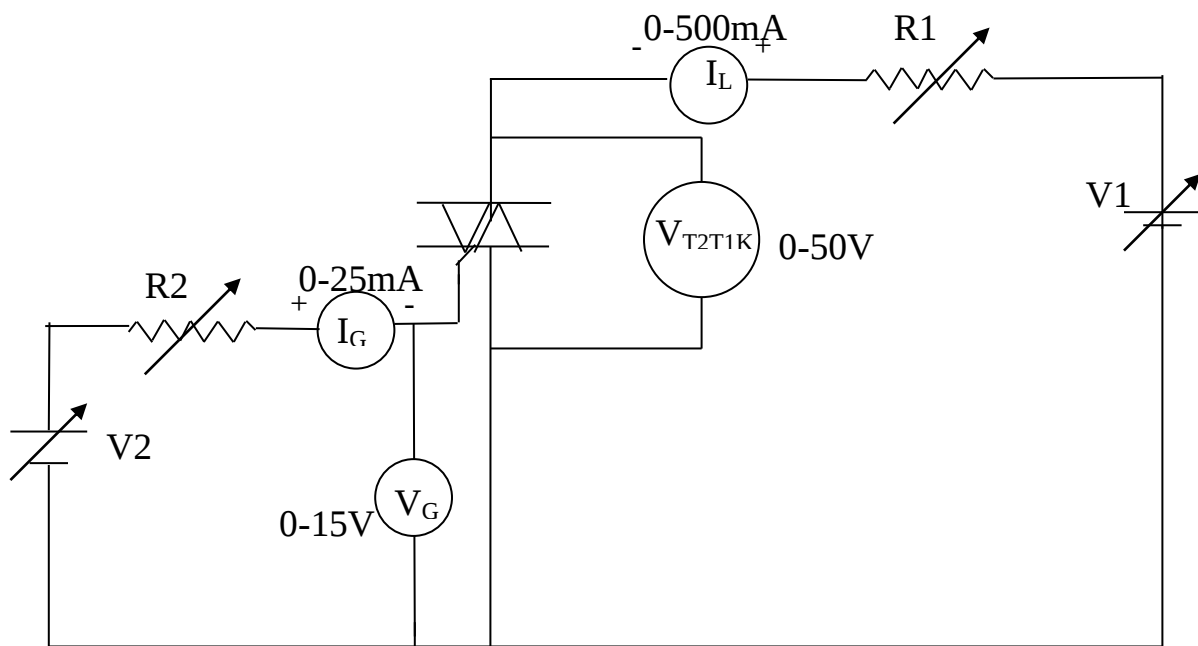
CHARACTERISTICS OF TRIAC:

AIM: To plot the characteristics of an TRIAC and to find the holding current and latching current.

APPARATUS:

- 1) Characteristics Study unit
- 2) Meter Unit (3 ½ digit Voltmeters -2Nos) 200V, 20V-1No. each
(3 ½ digit Ammeters -2Nos) 2A, 20mA -1No.each

Characteristics of TRIAC



Device: BTA -41B.

Specifications:

- | | | |
|-----|-----------------------------|-------------------------|
| 1. | V _{drm} | : 600 V. |
| 2. | I _{trms} | : 40 A. |
| 3. | I _{tsm} | : 300 A. |
| 4. | I ² _t | : 450 A ² s. |
| 5. | di/dt | : 50 A / us. |
| 6. | I _{gt} | : 50 mA. |
| 7. | V _{gt} | : 1.5 V. |
| 8. | I _h | : 30 mA. |
| 9. | I _l | : 50 mA. |
| 10. | dv/dt | : 250 V / us. |

PROCEDURE:-

1. V – I Characteristics:

- 1) Make the connections as given in the circuit diagram including meters.
- 2) Now switch ON the mains supply to the unit and initially keep V1 & V2 at minimum.
- 3) Set load potentiometer R1 in the minimum position.
- 4) Adjust IG – IG1 say 10 mA by varying V2 or gate current potentiometer R2.
- 5) Slowly vary V1 and note down V_{T2 T1} and IL readings for every 5 Volts and entered the readings in the tabular column.
- 6) Further vary V1 till Triac conducts, this can be noticed by sudden drop of V_{T2 T1} and rise of IL readings note down this readings and tabulated.
- 7) Vary V1 Further and note down IL and V_{T2 T1} readings. Draw the graph of V_{T2 T1} V/s IL. Repeat the same for IG=IG2 /IG3 and draw the graph.

IG = IG1 = mA	
V T2 T1	IL

IG = IG2 = mA	
V T2 T1	IL

3. To find latching current:

- 1) Apply about 20 V between MT2 and MT1 by varying V1.
- 2) Keep the load potentiometer R1 at minimum position. The device must be in the OFF state with gate open.
- 3) Gradually increase Gate voltage - V2 till the device turns ON. This is the minimum gate current (I_{gmin}) required to turn ON the device.
- 4) Adjust the gate voltage to a slightly higher.
Set the load potentiometer at the maximum resistance position.
- 5) The device should comes to OFF state, otherwise decrease V1 till the device comes to OFF state.
- 6) The gate voltage should be kept constant in this experiment. By varying R1, gradually increase load current I_A in steps.
- 7) Open and close the Gate voltage V2 switch after each step.
- 8) If the anode current is greater the latching current of the device, the device stays on even after the gate switch is opened.
- 9) Otherwise the device goes into blocking mode as soon as the gate switch is opened.
- 10) Note the latching current. Obtain the more accurate value of the latching current by taking small steps of I_A near the latching current value.

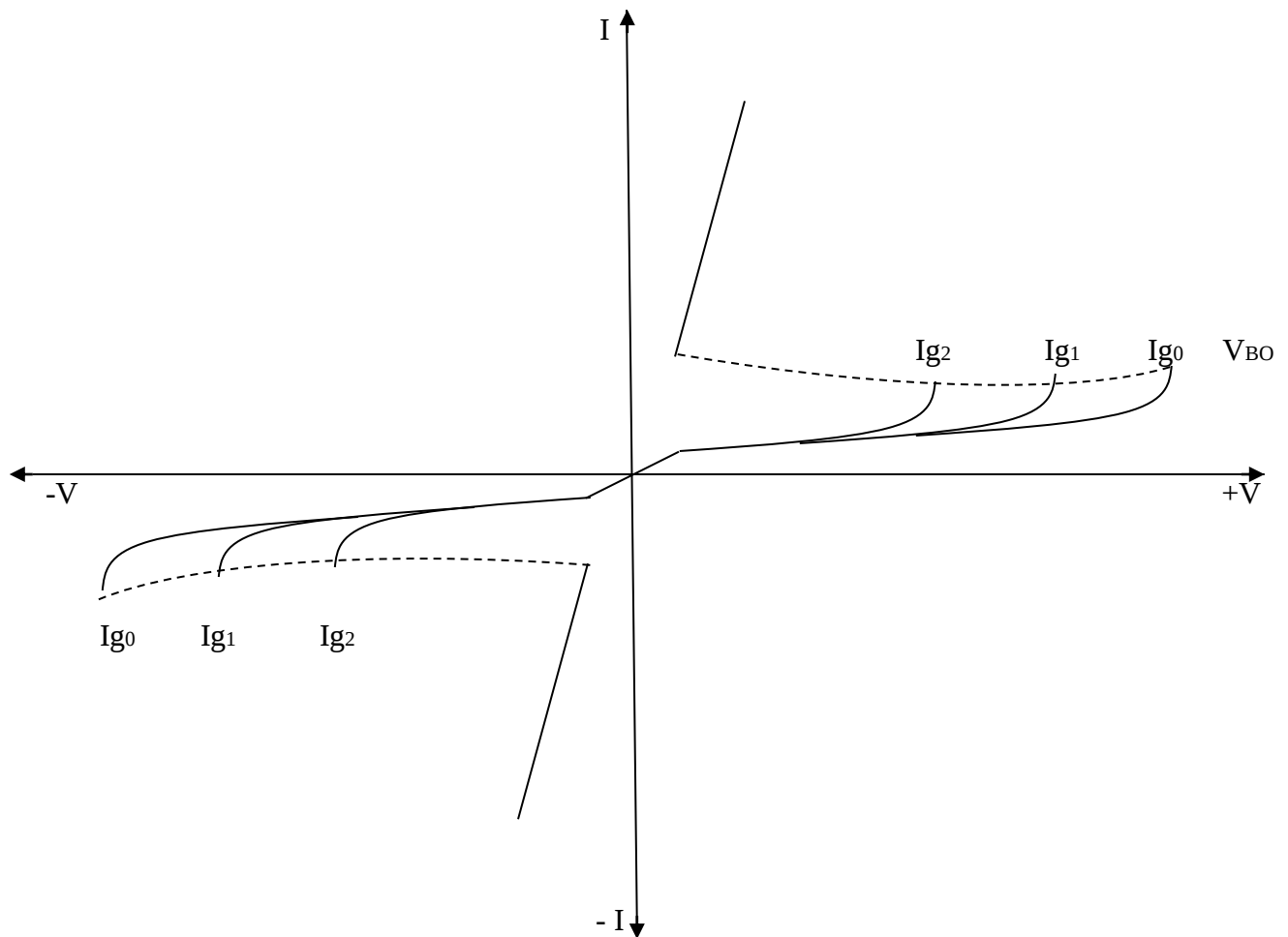
4. To find Holding current:

- 1) Increase the load current from the latching current level by load pot R1 or V1.
- 2) Open the gate switch permanently. The Triac must be fully ON. Now start reducing the load current gradually by adjusting R1. If the Triac does not turn OFF even after the R1 at maximum position, then reduce V1.
- 3) Observe when the device goes to Blocking mode. The load current through the device at this instant, is the holding current of the device. Repeat the steps again to accurately get the I_h . Normally $I_h < I_L$.

I_G -10mA approximately

I_L -14mA. approximately

I_h -12mA. Approximately



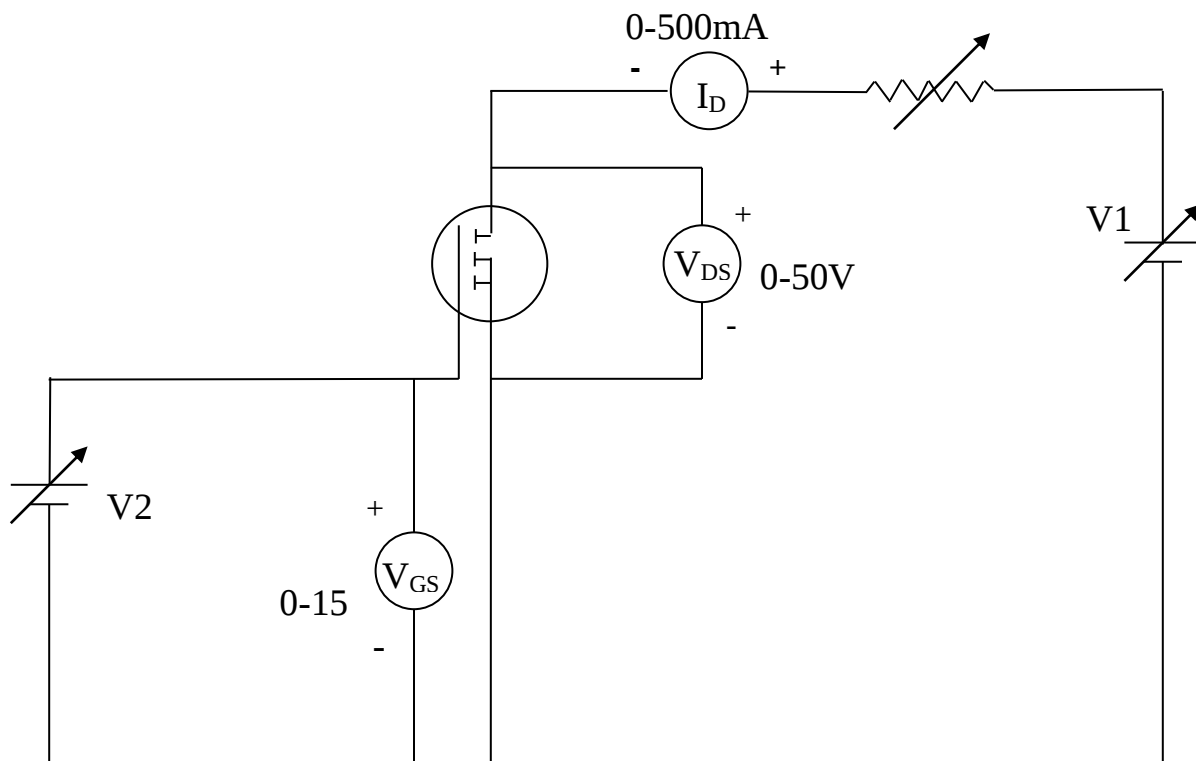
CHARACTERISTICS OF MOSFET:

AIM: To plot the Trans conductance & Drain characteristics of MOSFET .

APPARATUS:

- 1) Characteristics Study unit
- 2) Meter Unit (3 ½ digit Voltmeters -2Nos) 200V, 20V-1No. each
(3 ½ digit Ammeters -2Nos) 2A, 20mA -1No.each

Characteristics of MOSFET



DEVICE- IRF 740.

Specification:

1. V_{DSS} – Drain to Source Breakdown voltage. : 400 volts.
2. $R_{ds(on)}$ - On state Resistance : 0.55 ohms.
3. I_D - continuous drain current – 25 °C : 10 Amps.
4. I_D - continuous drain current - 100 °C : 6.3 Amps.
5. $R_{\theta JC}$ - Max thermal resistance : 1 °C / Watt.
6. P_D Max – Power dissipation @ 25 °C : 125 watts.

Trans Conductance Characteristics:-

- 1) Make the connections as shown in the circuit diagram with meters.
- 2) Initially keep V_1 and V_2 zero. Set $V_1 = V_{DS1} =$ say 10V. Slowly vary $V_2(V_{GS})$ and note down I_D and V_{GS} readings for every 0.5 Volts. and enter in the tabular column.
- 3) The minimum gate voltage V_{GS} which is required for conduction to start in the MOSFE is called Threshold Voltage $V_{GS}(Th)$.
- 4) If V_{GS} is less than $V_{GS}(Th)$ only very small leakage current flows from Drain to Source.
- 5) If V_{GS} is greater than $V_{GS}(Th)$, the Drain current depends on magnitude of the Gate Voltage. V_{GS} varies from 2 to 5Volts.
- 6) Repeat the same for different values of V_{DS} and draw the graph of I_D V/S V_{GS} .

TABULAR COLUMN :-

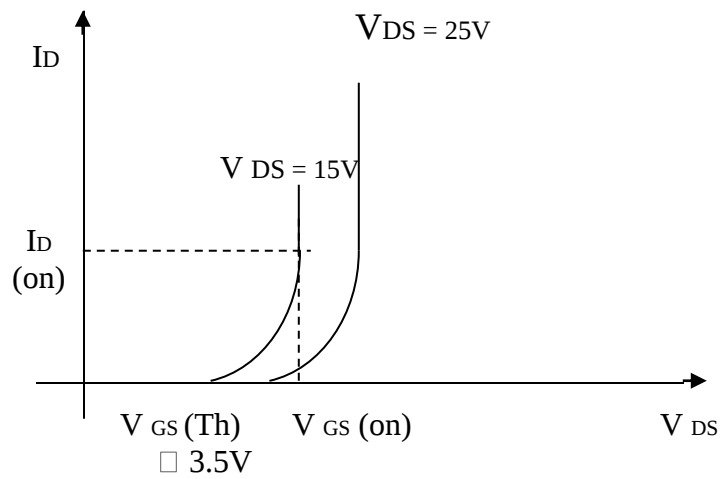
$V_1 = V_{DS1} = 10$ Volts.		$V_1 = V_{DS2} = 30$ Volts	
V_{GS} Volts	I_D ma	V_{GS} Volts	I_D ma

Drain Characteristics :-

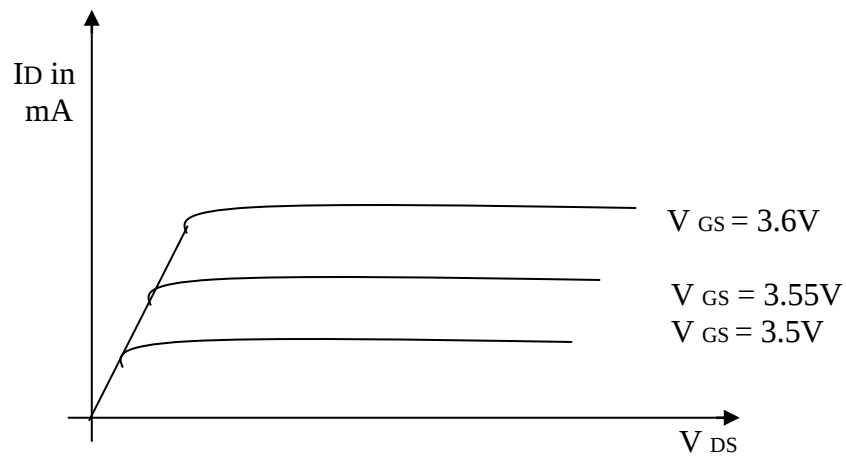
- 1) Initially set V_2 to $V_{GS1} = 3.5$ Volts.
- 2) Slowly vary V_1 and note down I_D and V_{DS} . For a Particular value of V_{GS1} there is a pinch off voltage (V_p) between drain and source as Shown in figure.
- 3) If V_{DS} is lower than V_p , the device works in the constant resistance region and I_D is directly proportional to V_{DS} . If V_{DS} is more than V_p , constant I_D flows from the device and this operating region is called constant current region.
- 4) Repeat the above for different values of V_{GS} and note down I_D V/S V_{DS}
- 5) Draw the graph of I_D V/S V_{DS} for different values of V_{GS} .

TABULAR COLUMN :-

$V_2 = V_{GS} = 3.5$ Volts		$V_2 = V_{GS} = 3.8$ Volts	
V_{DS} Volts	I_D ma	V_{DS} Volts	I_D ma



TRANS CONDUCTANCE CHARACTERISTICS



DRAIN CHARACTERISTICS

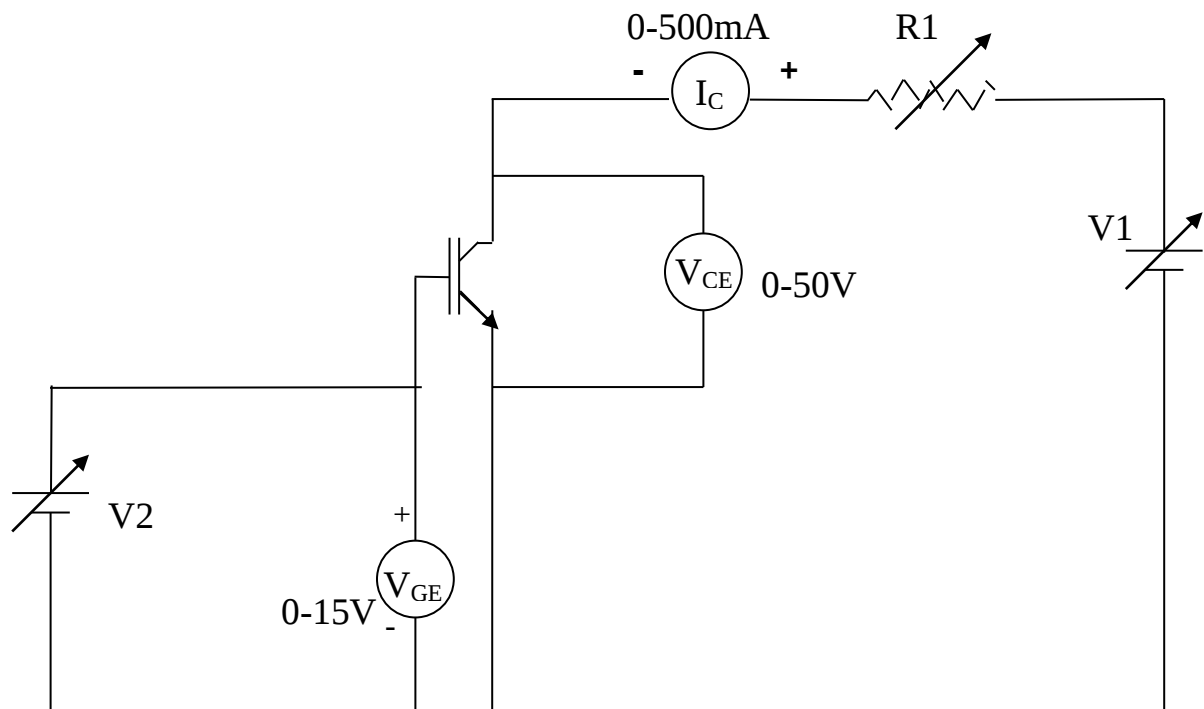
CHARACTERISTICS OF IGBT:

AIM: To plot the Transfer & Collector characteristics of IGBT .

APPARATUS:

- 3) Characteristics Study unit
- 4) Meter Unit (3 ½ digit Voltmeters -2Nos) 200V, 20V-1No. each
(3 ½ digit Ammeters -2Nos) 2A, 20mA -1No.each

Characteristics of IGBT



Device - IRGBC 20S .

Specifications-

- 1. Vces - Collector to emitter voltage : 600 volts.
- 2. Max Vce(on) – Collector to emitter voltage : 3.0 volts.
- 3. Ic - continuous collector current @ 25 * C : 19 Amps.
- 4. Ic – continuous collector current @ 100* C : 10 Amps.
- 5. Pd max - Maximum power dissipation : 60 watts.

Transfer Characteristics :-

- 1) Make the connections as shown in the circuit diagram with meters.
- 2) Initially keep V_1 and V_2 zero. Set $V_1 = V_{CE1} =$ say 10V. Slowly vary V_2 (V_{GE}) and note down I_C and V_{GE} readings for every 0.5 Volts. and enter in the tabular column.
- 3) The minimum gate voltage V_{GE} which is required for conduction to start in the IGBT is called Threshold Voltage $V_{GE(Th)}$.
- 4) If V_{GE} is less than $V_{GE(Th)}$ only very small leakage current flows from Collector to Emitter.
- 5) If V_{GE} is greater than $V_{GE(Th)}$, the Collector current depends on magnitude of the Gate Voltage. V_{GE} varies from 5 to 6 Volts.
- 6) Repeat the same for different values of V_c and draw the graph of I_c V/S V_{GE} .

TABULAR COLUMN :-

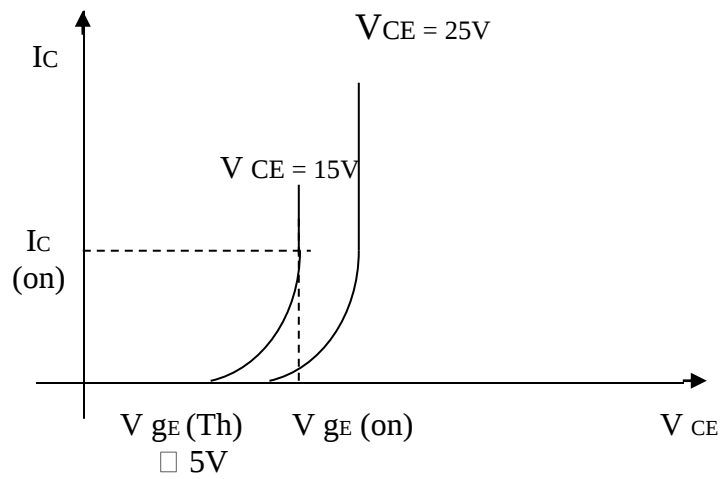
<u>$V_1 = V_{CE1} = 10$ Volts.</u>		<u>$V_1 = V_{CE2} = 30$ Volts</u>	
V_{GE} Volts	I_D ma	V_{GE} Volts	I_D ma

Collector Characteristics :-

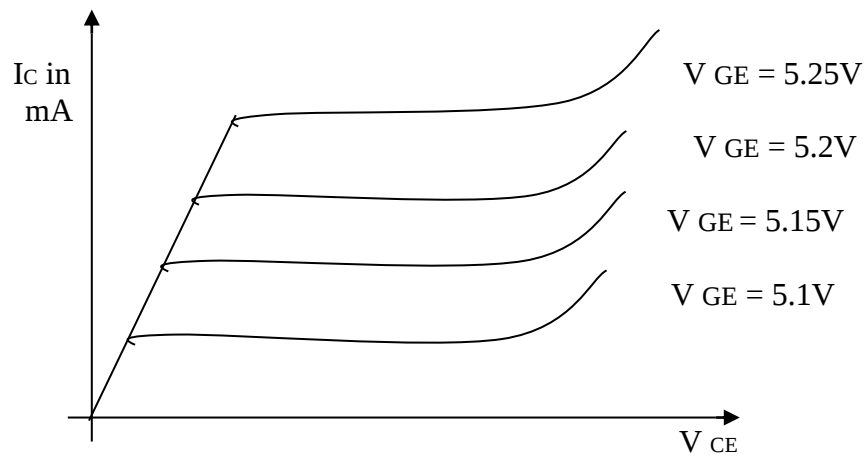
- 1) Initially set V_2 to $V_{GE1} = 5$ Volts. Slowly vary V_1 and note down I_C and V_{GE} .
- 2) For a Particular value of V_{GE1} there is a pinch off voltage (V_p) between Collector and Emitter as Shown in figure.
- 3) If V_{GE} is lower than V_p , the device works in the constant resistance region and I_C is directly proportional to V_{GE} .
- 4) If V_{GE} is more than V_p , constant I_C flows from the device and this operating region is called constant current region.
- 5) Repeat the above for different values of V_{GE} and note down I_C V/S V_{GE}
- 6) Draw the graph of I_C V/S V_{GE} for different values of V_{GE} .

TABULAR COLUMN :-

$V_2 = V_{GE} = 5.0$ Volts		$V_2 = V_{GE} = 5.2$ Volts	
V_{CE} Volts	I_C mA	V_{CE} Volts	I_C mA



TRANSFER CHARACTERISTICS



COLLECTOR CHARACTERISTICS

प्रयोग क्रमांक-1

IGBT, MOSFET और थाइरीस्टर की स्थिर विशेषताओं को चित्रित करना

इस इकाई में मुख्य रूप से निम्नलिखित पावर सेमीकंडक्टर उपकरण शामिल हैं: -

- ए) एससीआर - टीवाई 616
- बी) एमओएसएफईटी - आईआरएफ 840
- सी) आईजीबीटी - आईआरजीबीसी20एस
- d) ट्रायैक - बीटीए12

जिनकी विशेषताओं का अध्ययन किया जाना है।

एक परिवर्तनीय डीसी विद्युत आपूर्ति जिसका उपयोग लोड वोल्टेज को लगभग 0 वोल्ट से 30 वोल्ट तक परिवर्तित करने के लिए किया जाता है।

गेट वोल्टेज को लगभग 2.5 वोल्ट से 30 वोल्ट तक बदलने के लिए एलएम 317 विनियामक का उपयोग करने वाला एक और परिवर्तनीय डीसी विद्युत आपूर्ति।

स्विच और फ्यूज दोनों विद्युत आपूर्तियों के साथ श्रृंखला में प्रदान किये जाते हैं।

लोड धारा को परिवर्तित करने के लिए एक पोटेंशियोमीटर प्रदान किया गया है।

गेट धारा को परिवर्तित करने के लिए एक पोटेंशियोमीटर प्रदान किया गया है।

फ्रंट पैनल विवरण: -

- 1. मुख्य : अंतर्निहित सूचक के साथ यूनिट के लिए पावर चालू/बंद स्विच।
- 2. VI : लोड वोल्टेज को बदलने के लिए पोटेंशियोमीटर
- 3. चालू : VI के लिए स्विच.
- 4. फ्यूज : VI के लिए 600 mA ग्लास फ्यूज
- 5. + और - : बिजली आपूर्ति के सकारात्मक और नकारात्मक बिंदु VI.
- 6. एससीआर : टीवाईएन 616
- 7. ट्रायैक : बीटीए12
- 8. एमओएसएफईटी : आईआरएफ 8 40.
- 10. आईजीबीटी : आईआरजीबीसी20एस.
- 11. V2 : गेट वोल्टेज को बदलने के लिए पोटेंशियोमीटर।
- 12. चालू : V2 के लिए स्विच.
- 13. फ्यूज : 250 mA ग्लास फ्यूज.
- 14. + और - : बिजली आपूर्ति के सकारात्मक और नकारात्मक बिंदु V2.
- 15. R1 : लोड पोटेंशियोमीटर - 10Kohms प्रतिरोधक 220 ओम के साथ श्रृंखला में है
- 16. R2 : गेट पोटेंशियोमीटर -10 K ओम प्रतिरोधक 220 ओम के साथ श्रृंखला में.

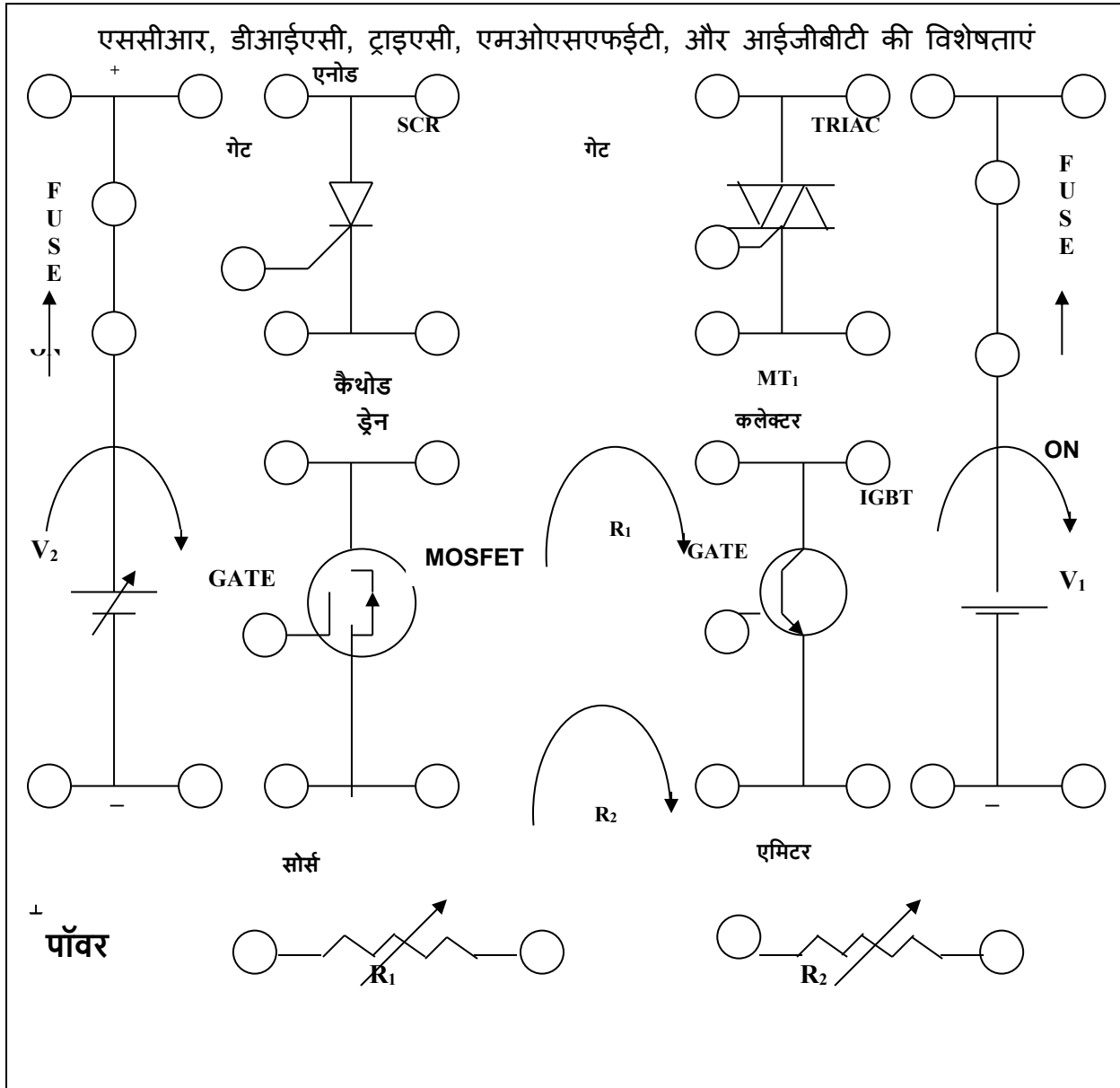
बैक पैनल विवरण :

1. दो पिन मेन केबल.
2. फ्यूज होल्डर - फ्यूज - 500 mA.

प्रयोग: - एससीआर, डीआईएसी, ट्राइएसी, एमओएसएफईटी, और आईजीबीटी की विशेषताएं

अध्ययन इकाई

फ्रंट पैनल आरेख



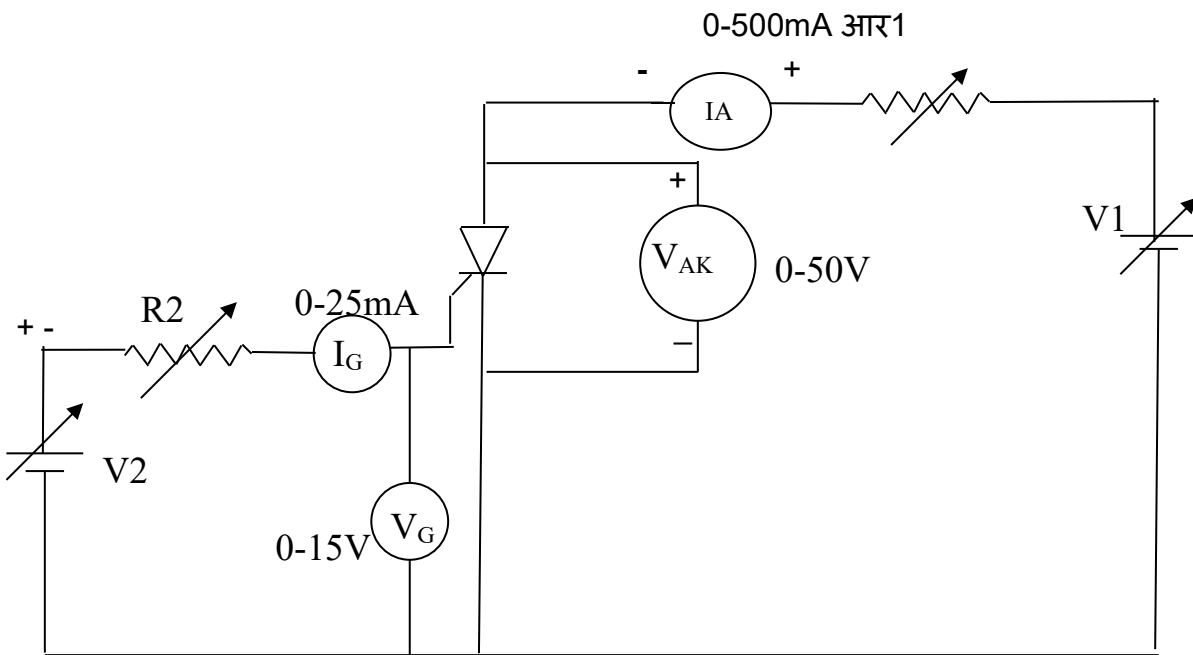
एससीआर की विशेषताएँ :

उद्देश्य: एस.सी.आर. की विशेषताओं को रेखांकित करना तथा होल्डिंग धारा और लैचिंग धारा ज्ञात करना।

उपकरण:

- 1) विशेषताएँ अध्ययन इकाई
- 2) मीटर इकाई (3 ½ अंक वोल्टमीटर -2 संख्या) 200V, 20V-1 संख्या प्रत्येक
(3 ½ अंक अमीटर -2 संख्या) 2A, 20mA -1 संख्या प्रत्येक

एससीआर की विशेषताएँ



डिवाइस: TYN 616.

विशेष विवरण:

- | | | |
|-----|-------------------|---------------|
| 1. | V _{rrm} | : 600 V. |
| 2. | I _{trms} | : 16 A. |
| 3. | I _{tav} | : 10 A |
| 4. | I _{t sm} | : 160 A. |
| 5. | I _t | : 128 A s. |
| 6. | di/dt | : 100 A / us. |
| 7. | I _{gt} | : 25 mA. |
| 8. | V _{gt} | : 1.5 V. |
| 9. | I _h | : 25mA. |
| 10. | I _l | : 45mA. |
| 11. | t _q | : 70 mA |
| 12. | dv/dt | : 500 V / us. |

प्रक्रिया:-

1. वी - I विशेषताएँ:

- i. मीटर सहित सर्किट आरेख में दिए अनुसार कनेक्शन बनाएं।

- ii. अब यूनिट की मुख्य आपूर्ति चालू करें और प्रारंभ में V1 और V2 को न्यूनतम रखें।
- iii. लोड पोटेंशियोमीटर R1 को न्यूनतम स्थिति में सेट करें।
- iv. V2 या गेट करंट पोटेंशियोमीटर R2 को बदलकर IG -IG1 को 5 mA पर समायोजित करें।
- v. धीरे-धीरे V1 बदलें और हर 5 वोल्ट के लिए IL रीडिंग नोट करें V AK और रीडिंग दर्ज करें सारणीबद्ध कॉलम में।
- vi. SCR संचालित होने तक V1 में और अधिक परिवर्तन करें, इसे VAK में अचानक गिरावट और IL में वृद्धि द्वारा देखा जा सकता है रीडिंग को नोट करें और सारणीबद्ध करें।
- vii. V1 को और बदलें और IL और VAK रीडिंग नोट करें। VAK V/s IL का ग्राफ बनाएं। दोहराएँ IG=IG2 /IG3 के लिए भी यही करें और ग्राफ बनाएं।

IG = IG1 = mA	
V AK	IA

IG = IG2 = mA	
VAK	IA

3. लैचिंग करंट ज्ञात करने के लिए:

- i. V1 को बदलकर एनोड और कैथोड के बीच लगभग 20 V लागू करें।
- ii. लोड पोटेंशियोमीटर R1 को न्यूनतम स्थिति पर रखें।
- iii. डिवाइस का गेट खुला होना चाहिए तथा डिवाइस ऑफ अवस्था में होनी चाहिए।
- iv. डिवाइस चालू होने तक गेट वोल्टेज - V2 को धीरे-धीरे बढ़ाएं।
- v. यह डिवाइस को चालू करने के लिए आवश्यक न्यूनतम गेट करंट (I_{gmin}) है।
- vi. गेट वोल्टेज को थोड़ा अधिक समायोजित करें।
- vii. लोड पोटेंशियोमीटर को अधिकतम प्रतिरोध स्थिति पर सेट करें।
- viii. डिवाइस को OFF अवस्था में आना चाहिए, अन्यथा V1 को तब तक घटाएं जब तक डिवाइस OFF अवस्था में न आ जाए
- ix. इस प्रयोग में गेट वोल्टेज को स्थिर रखना चाहिए।
- x. R1 को परिवर्तित करके, धीरे-धीरे चरणों में लोड धारा IA बढ़ाएँ।
- xi. प्रत्येक चरण के बाद गेट वोल्टेज V2 स्विच खोलें और बंद करें।
- xii. यदि एनोड धारा डिवाइस की लैचिंग धारा से अधिक है, तो डिवाइस चालू रहता है, गेट स्विच खुलने के बाद भी। अन्यथा डिवाइस ब्लॉकिंग मोड में चला जाता है, जैसे ही गेट का स्विच खोला जाता है।
- xiii. लैचिंग करंट को नोट करें। लैचिंग करंट का अधिक सटीक मान प्राप्त करें, लैचिंग करंट वैल्यू के पास IA के छोटे-छोटे चरण लेते हुए।

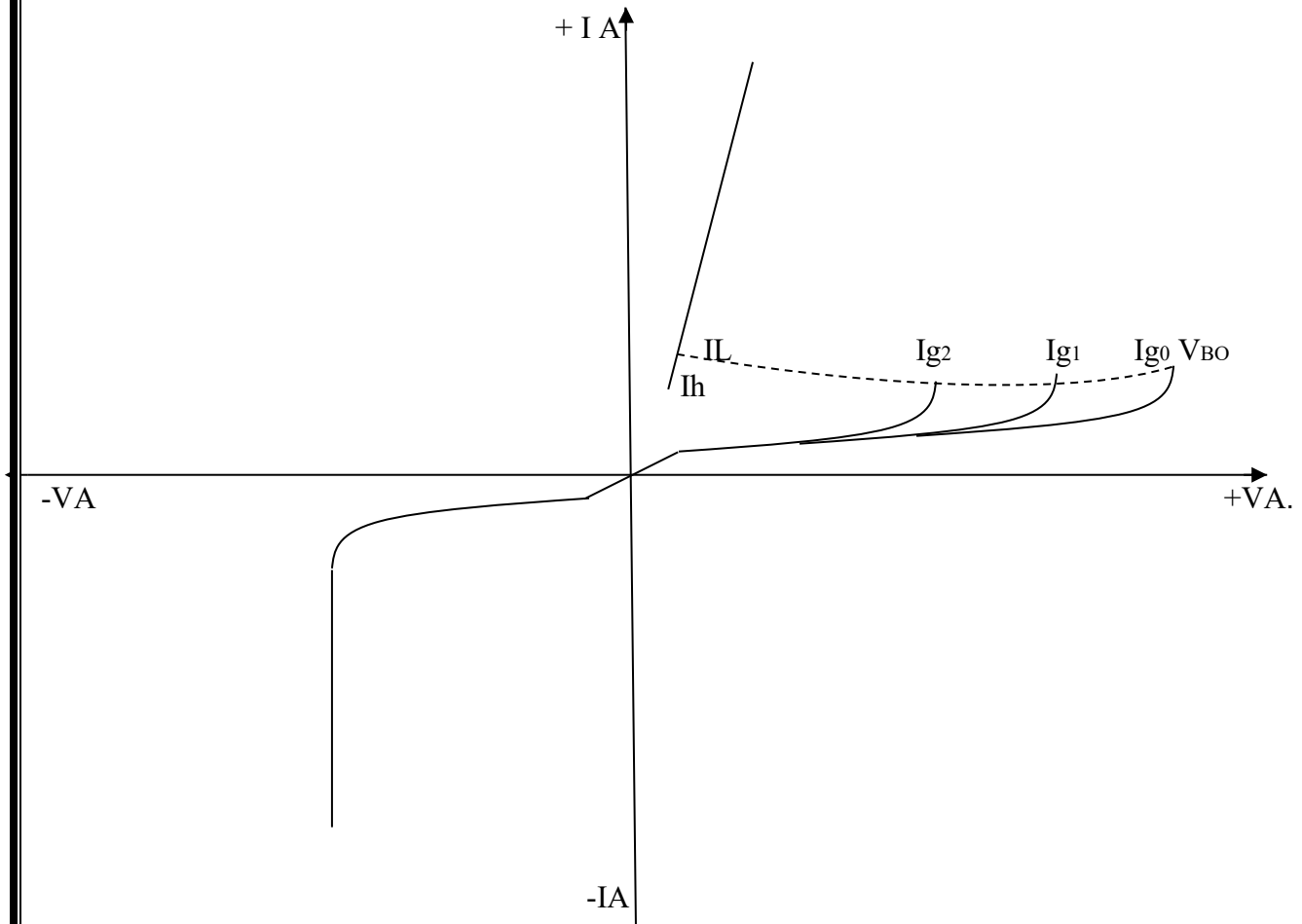
4. होल्डिंग करंट ज्ञात करने के लिए:

- 1) लोड पॉट R1 या V1 द्वारा लैचिंग करंट स्तर से लोड करंट बढ़ाएँ।
- 2) गेट स्विच को स्थायी रूप से खोलें। थाइरिस्टर पूरी तरह से चालू होना चाहिए।
- 3) अब R1 को एडजस्ट करके धीरे-धीरे लोड करंट कम करना शुरू करें। अगर R1 को अधिकतम स्थिति पर रखने के बाद भी SCR बंद नहीं होता है, तो V1 को कम करें।
- 4) ध्यान दें कि डिवाइस कब ब्लॉकिंग मोड में जाती है। इस समय डिवाइस से गुजरने वाला लोड करंट, डिवाइस का होल्डिंग करंट होता है।
- 5) I_h को सटीक रूप से प्राप्त करने के लिए चरणों को दोबारा दोहराएं। सामान्यतः $I_h < I_L$.

आईजी -8.5mA लगभग

आईएल-45mA.

आईएच-25mA.



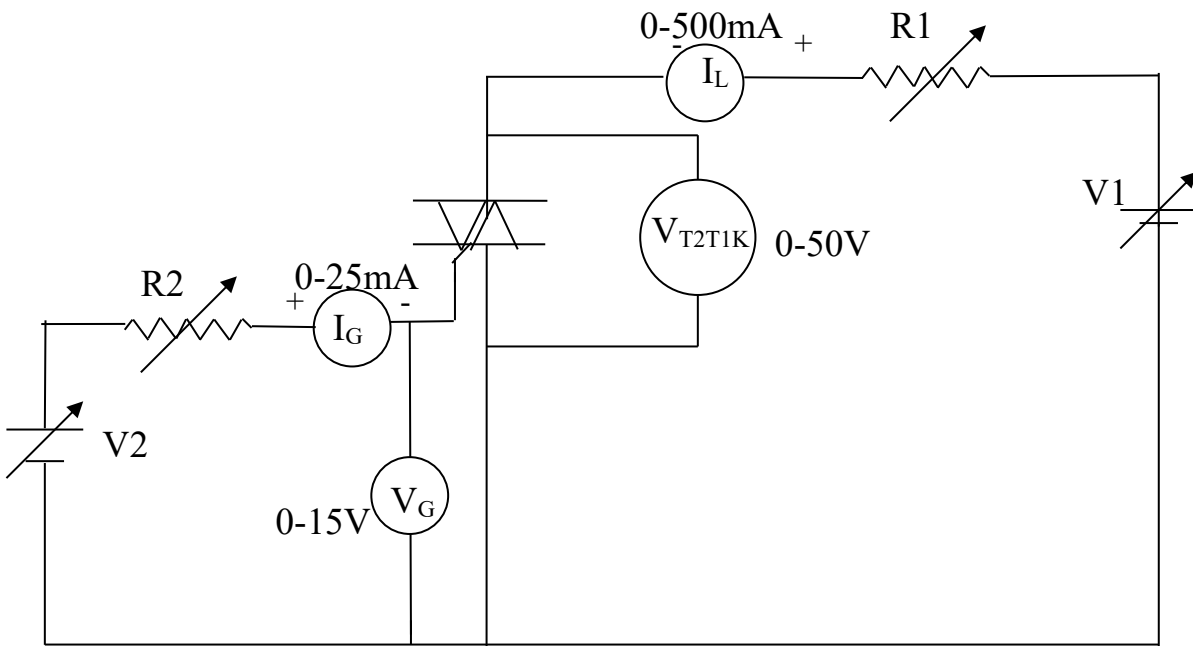
ट्रायैक की विशेषताएँ:

उद्देश्य: TRIAC की विशेषताओं को आरेखित करना तथा होल्डिंग धारा और लैचिंग धारा ज्ञात करना।

उपकरण:

- 1) विशेषताएँ अध्ययन इकाई
- 2) मीटर इकाई (3 ½ अंक वोल्टमीटर -2 संख्या) 200V, 20V-1 संख्या प्रत्येक
(3 ½ अंक अमीटर -2 संख्या) 2A, 20mA -1 संख्या प्रत्येक

TRIAC की विशेषताएँ



डिवाइस: बीटीए-41बी.

विशेष विवरण:

- | | | |
|-----|-----------------------------|-------------------------|
| 1. | V _{drm} | : 600 V. |
| 2. | I _{trms} | : 40 A. |
| 3. | I _{tsm} | : 300 A. |
| 4. | I ² _t | : 450 A ² s. |
| 5. | di/dt | : 50 A / us. |
| 6. | I _{gt} | : 50 mA. |
| 7. | V _{gt} | : 1.5 V. |
| 8. | I _h | : 30 mA. |
| 9. | I _l | : 50 mA. |
| 10. | dv/dt | : 250 V / us. |

प्रक्रिया:-

1. वी - I विशेषताएँ:

- i. मीटर सहित सर्किट आरेख में दिए अनुसार कनेक्शन बनाएं।
- ii. अब यूनिट की मुख्य आपूर्ति चालू करें और प्रारंभ में V1 और V2 को न्यूनतम रखें।

- iii. लोड पोटेंशियोमीटर R1 को न्यूनतम स्थिति में सेट करें।
- iv. V2 या गेट करंट पोटेंशियोमीटर R2 को बदलकर IG -IG1 को 10 mA पर समायोजित करें। T2 T1 और IL रीडिंग नोट करें और रीडिंग को सारणीबद्ध कॉलम में दर्ज करें।
- v. V1 को तब तक बदलते रहें जब तक कि ट्रायक संचालित न हो जाए, इसे V T2 T1 में अचानक गिरावट और IL रीडिंग में वृद्धि द्वारा देखा जा सकता है, इस रीडिंग को नोट करें और सारणीबद्ध करें।
- vi. V1 को और बदलें और IL तथा V T2 T1 रीडिंग नोट करें। V T2 T1 V/s I L का ग्राफ बनाएं । IG=IG2 /IG3 के लिए भी यही दोहराएं और ग्राफ बनाएं।

IG = IG1 =mA	
V T2 T1	IL

IG = IG2 = mA	
V T2 T1	IL

3. लैचिंग करंट ज्ञात करने के लिए:

- i. V1 को परिवर्तित करके MT2 और MT1 के बीच लगभग 20 V लागू करें।
- ii. लोड पोटेंशियोमीटर R1 को न्यूनतम स्थिति पर रखें। डिवाइस को ओपन गेट के साथ बंद अवस्था में होना चाहिए ।
- iii. धीरे-धीरे गेट वोल्टेज - V2 को तब तक बढ़ाएँ जब तक डिवाइस चालू न हो जाए। यह न्यूनतम आवश्यक गेट करंट (I_{gmin}) है डिवाइस को चालू करने के लिए ।
- iv. गेट वोल्टेज को थोड़ा अधिक समायोजित करें। लोड पोटेंशियोमीटर को अधिकतम प्रतिरोध स्थिति पर सेट करें।
- v. डिवाइस को OFF अवस्था में आ जाना चाहिए, अन्यथा V1 को तब तक घटाते रहें जब तक डिवाइस OFF अवस्था में न आ जाए।
- vi. इस प्रयोग में गेट वोल्टेज को स्थिर रखना चाहिए। R1 को धीरे-धीरे बदलकर लोड धारा I_A को चरणों में बढ़ाएँ।
- vii. प्रत्येक चरण के बाद गेट वोल्टेज V2 स्विच खोलें और बंद करें।
- viii. यदि एनोड धारा डिवाइस की लैचिंग धारा से अधिक है, तो डिवाइस चालू रहती है गेट स्विच खुलने के बाद।
- ix. अन्यथा गेट स्विच खुलते ही डिवाइस ब्लॉकिंग मोड में चला जाता है।
- x. लैचिंग करंट को नोट करें। लैचिंग करंट का अधिक सटीक मान प्राप्त करने के लिए निम्न का उपयोग करें: लैचिंग करंट वैल्यू के पास I_A के छोटे-छोटे चरण लेते हुए।

4. होल्डिंग करंट ज्ञात करने के लिए:

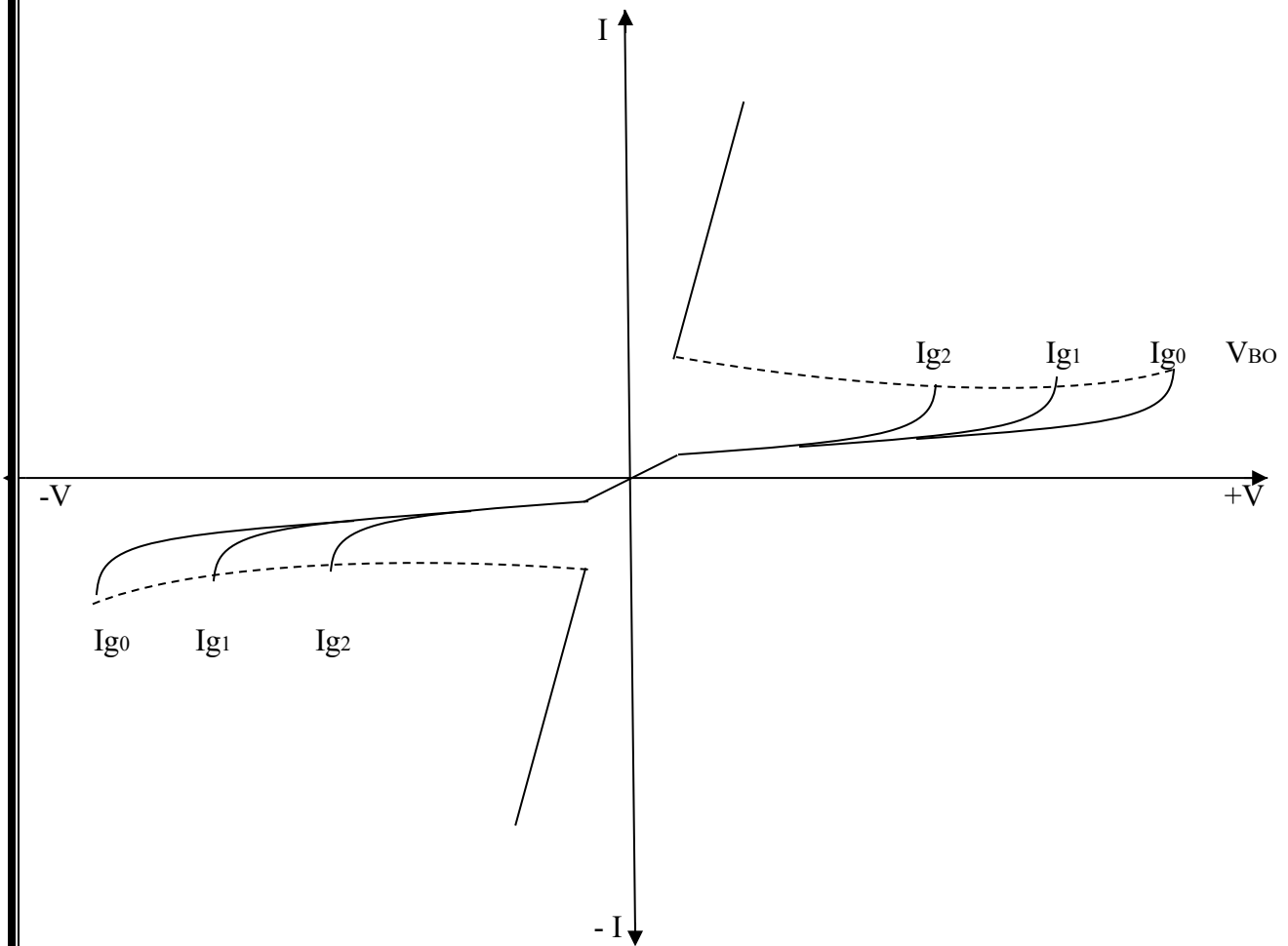
- I. लोड पॉट R1 या V1 द्वारा लैचिंग करंट स्तर से लोड करंट बढ़ाएं।
- II. गेट स्विच को हमेशा के लिए खोलें। ट्रायैक पूरी तरह चालू होना चाहिए। अब गति कम करना शुरू करें R1 को एडजस्ट करके धीरे-धीरे लोड करंट को कम करें। अगर R1 के बाद भी Triac बंद नहीं होता है अधिकतम स्थिति पर, फिर V1 को कम करें।
- III. देखें कि डिवाइस कब ब्लॉकिंग मोड में जाती है। डिवाइस से होकर गुजरने वाला लोड करंट यह क्षण, डिवाइस का होल्डिंग करंट है। सटीक रूप से प्राप्त करने के लिए चरणों को फिर से दोहराएँ

यह. सामान्यतः $I_h < I_L$.

आईजी -10mA लगभग

IL-14mA. लगभग

Ih-12mA. लगभग

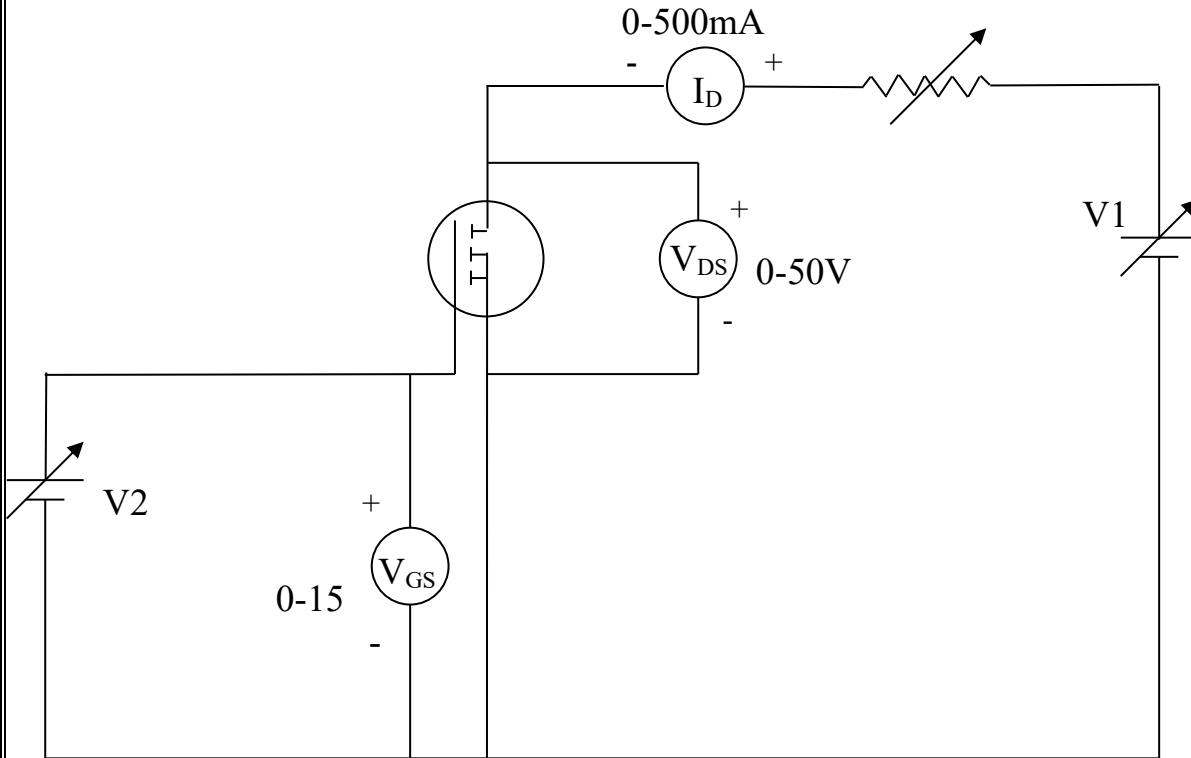


मोसफेट की विशेषताएँ:

उद्देश्य: MOSFET की ट्रांस कंडक्टेंस और ड्रेन विशेषताओं को प्लॉट करना।

उपकरण:

- 1) विशेषताएँ अध्ययन इकाई
- 2) मीटर इकाई (3 ½ अंक वोल्टमीटर -2 संख्या) 200V, 20V-1 संख्या प्रत्येक
(3 ½ अंक अमीटर -2 संख्या) 2A, 20mA -1 संख्या प्रत्येक



डिवाइस- आईआरएफ 740.

विशिष्टता:

- | | |
|--|-----------------|
| 1. वी डीएसएस - स्रोत तक निकासी
ब्रेकडाउन वोल्टेज। | : 400 वोल्ट। |
| 2. आरडीएस (चालू) - चालू अवस्था प्रतिरोध | : 0.55 ओम. |
| 3. आईडी - निरंतर ड्रेन करंट - 25 *सी | : 10 एम्प्स. |
| 4. आईडी - निरंतर ड्रेन करंट - 100* सी | : 6.3 एम्प्स. |
| 5. आर ओ जेसी - अधिकतम तापीय प्रतिरोध | : 1 * सी / वाट। |
| 6. पीडी मैक्स - 25 * सी पर पावर अपव्यय | : 125 वाट। |

ट्रांस कंडक्टन्स विशेषताएँ:-

- 1) मीटर के साथ सर्किट आरेख में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाएं।
- 2) शुरुआत में V_1 और V_2 को शून्य रखें। $V_1 = V_{DS1} = 10V$ सेट करें। धीरे-धीरे V_2 (V_{GS}) बदलें और नोट करें। I_D और V_{GS} रीडिंग को नीचे रखें और सारणीबद्ध कॉलम में दर्ज करें।
- 3) न्यूनतम गेट वोल्टेज V_{GS} जो चालन शुरू करने के लिए आवश्यक है MOSFE को थ्रेशोल्ड वोल्टेज $V_{GS} (Th)$ कहा जाता है।
- 4) यदि V_{GS} , $V_{GS} (Th)$ से कम है तो ड्रेन से स्रोत तक केवल बहुत छोटी लीकेज धारा प्रवाहित होती है
- 5) यदि V_{GS} , $V_{GS} (Th)$ से अधिक है, तो ड्रेन धारा गेट के परिमाण पर निर्भर करती है वोल्टेज. V_{GS} 2 से 5 वोल्ट तक भिन्न होता है।
- 6) DS के विभिन्न मानों के लिए यही दोहराएं और I_D V/SV_{GS} का ग्राफ बनाएं ।

सारणीबद्ध स्तम्भ:-

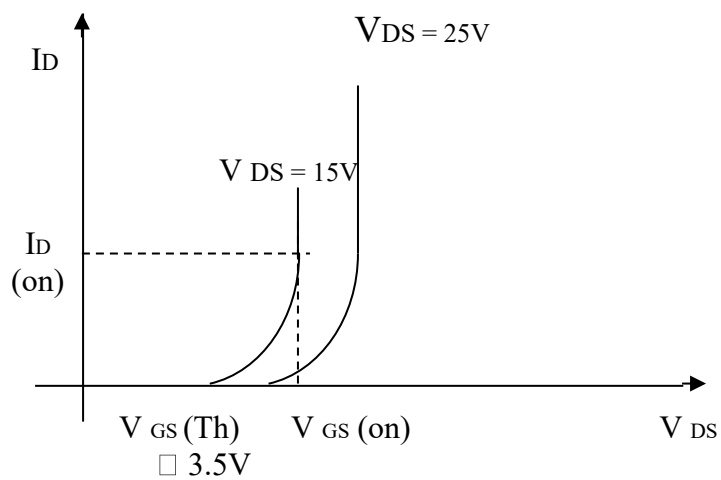
$V_1 = V_{DS1} = 10 \text{ Volts.}$		$V_1 = V_{DS2} = 30 \text{ Volts}$	
$V_{GS} \text{ Volts}$	$I_D \text{ ma}$	$V_{GS} \text{ Volts}$	$I_D \text{ ma}$

ड्रेन की विशेषताएँ:-

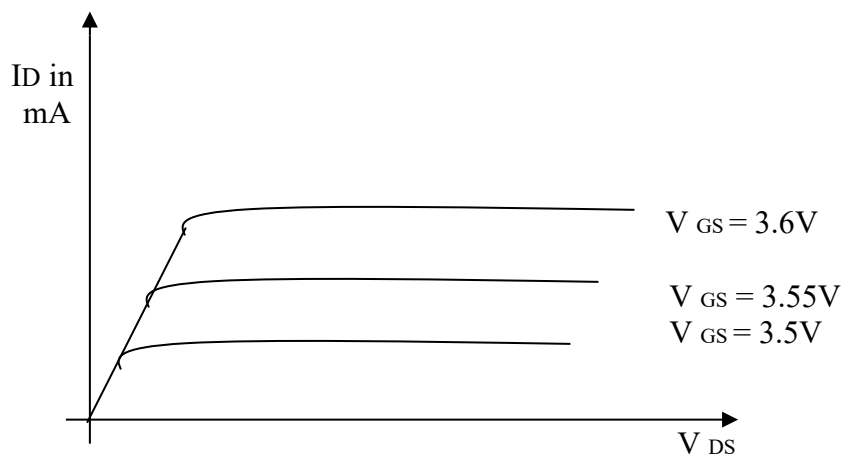
- 1) प्रारंभ में V_2 को $V_{GS1} = 3.5$ वोल्ट पर सेट करें।
- 2) धीरे-धीरे V_1 बदलें और I_D और V_{DS} को नोट करें। V_{GS1} के एक विशेष मान के लिए ड्रेन और स्रोत के बीच एक पिनच ऑफ वोल्टेज (V_p) होता है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।
- 3) यदि V_{DS} , V_p से कम है, तो उपकरण स्थिर प्रतिरोध में कार्य करता है क्षेत्र और I_D सीधे V_{DS} के समानुपाती है। यदि V_{DS} , V_p से अधिक है, तो स्थिर I_D ड्रिवाइस से प्रवाहित होता है और इस प्रचालन क्षेत्र को स्थिर धारा क्षेत्र कहा जाता है।
- 4) GS के विभिन्न मानों के लिए उपरोक्त को दोहराएं और I_D V/SV_{DS} को नोट करें
- 5) GS के विभिन्न मानों के लिए I_D V/SV_{DS} का ग्राफ बनाएं ।

सारणीबद्ध स्तम्भ:-

$V_2 = V_{GS} = 3.5 \text{ Volts}$		$V_2 = V_{GS} = 3.8 \text{ Volts}$	
$V_{DS} \text{ Volts}$	$I_D \text{ ma}$	$V_{DS} \text{ Volts}$	$I_D \text{ ma}$



ट्रांस कंडक्टन्स विशेषताएँ



ड्रेन की विशेषताएँ

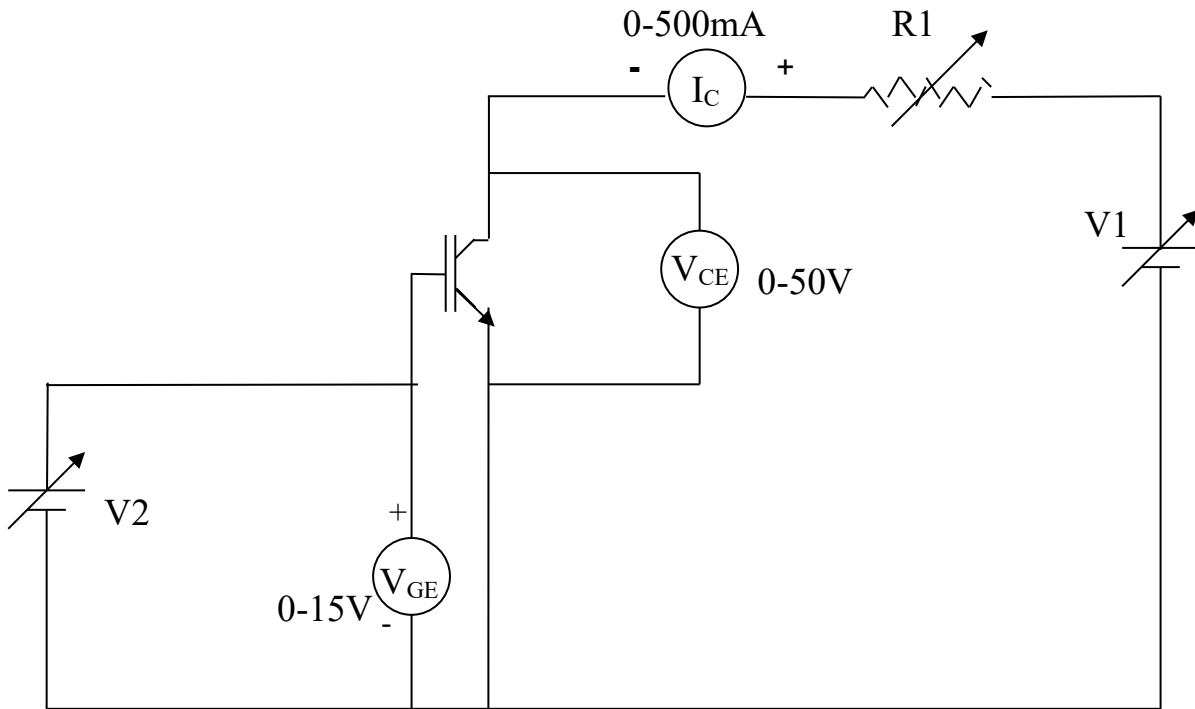
आईजीबीटी की विशेषताएँ:

उद्देश्य: आईजीबीटी के स्थानान्तरण और कलेक्टर विशेषताओं को प्लॉट करना।

उपकरण:

- I. विशेषताएँ अध्ययन इकाई
- II. मीटर इकाई (3 ½ अंक वोल्टमीटर -2 संख्या) 200V, 20V-1 संख्या प्रत्येक
(3 ½ अंक अमीटर -2 संख्या) 2A, 20mA -1 संख्या प्रत्येक

आईजीबीटी की विशेषताएँ



डिवाइस - आईआरजीबीसी 20एस.

विशेष विवरण-

1. वी सीईएस - कलेक्टर से एमिटर वोल्टेज : 600 वोल्ट।
2. अधिकतम V_{ce} (चालू) - कलेक्टर से एमिटर वोल्टेज : 3.0 वोल्ट.
3. आईसी - निरंतर कलेक्टर धारा @ 25 ° सी : 19 एम्पस।
4. आईसी - निरंतर कलेक्टर धारा @ 100 ° सी : 10 एम्पस।
5. पीडी अधिकतम - अधिकतम शक्ति अपव्यय : 60 वाट.

स्थानान्तरण विशेषताएँ:-

- 1) मीटर के साथ सर्किट आरेख में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाएं।
- 2) शुरू में V_1 और V_2 को शून्य रखें। $V_1 = V_{CE1} = 10V$ सेट करें। धीरे-धीरे V_2 (V_{GE}) बदलें और नोट करें। I_C और V_{GE} रीडिंग को नीचे रखें और सारणीबद्ध कॉलम में दर्ज करें।
- 3) न्यूनतम गेट वोल्टेज V_{GE} जो IGBT में चालन शुरू करने के लिए आवश्यक है थ्रेशोल्ड वोल्टेज $V_{GE} (Th)$ कहा जाता है।
- 4) यदि V_{GE} , $V_{GE} (Th)$ से कम है तो कलेक्टर से उत्सर्जक केवल बहुत छोटी लीकेज धारा प्रवाहित होती है।
- 5) यदि V_{GE} , $V_{GE} (Th)$ से अधिक है, तो कलेक्टर धारा गेट के परिमाण पर निर्भर करती है, वोल्टेज. V_{GE} 5 से 6 वोल्ट तक भिन्न होता है।
- 6) V_c के विभिन्न मानों के लिए यही दोहराएँ और I_c का ग्राफ बनाएँ V_{GE} का जीई।

सारणीबद्ध स्तम्भ:-

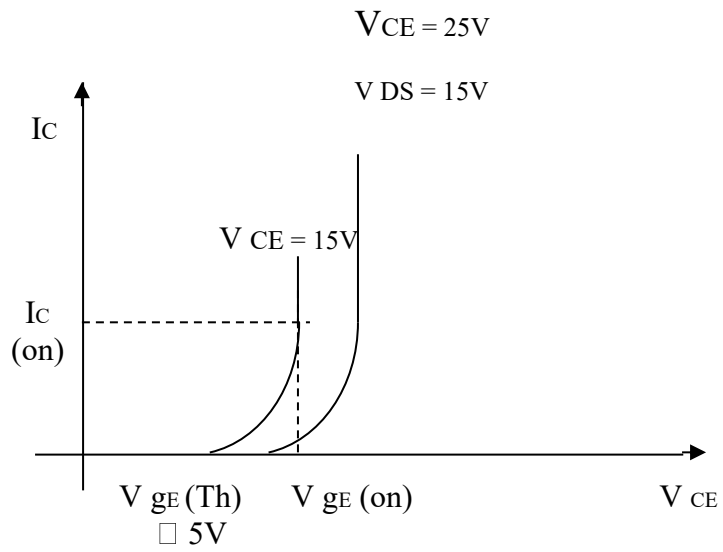
$V_1 = V_{CE1} = 10 \text{ Volts.}$		$V_1 = V_{CE2} = 30 \text{ Volts}$	
$V_{GE} \text{ Volts}$	$I_D \text{ ma}$	$V_{GE} \text{ Volts}$	$I_D \text{ ma}$

कलेक्टर विशेषताएँ:-

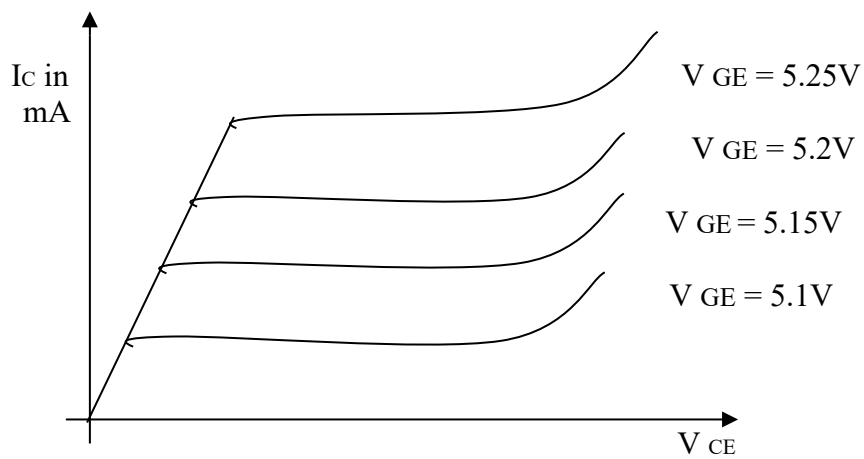
- 1) शुरुआत में V_2 को $V_{GE1} = 5$ वोल्ट पर सेट करें। धीरे-धीरे V_1 बदलें और I_C और V_{GE} को नोट करें ।
- 2) $GE1$ के एक विशेष मान के लिए कलेक्टर और एमिटर के बीच एक पिनच ऑफ वोल्टेज (V_p) होता है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।
- 3) यदि V_{GE} , V_p से कम है, तो उपकरण स्थिर प्रतिरोध में कार्य करता है क्षेत्र और I_C , V_{GE} के सीधे आनुपातिक है ।
- 4) यदि V_{GE} , V_p से अधिक है, तो ड्रिवाइस से स्थिर I_C प्रवाहित होता है और यह ऑपरेटिंग क्षेत्र है स्थिर धारा क्षेत्र कहा जाता है।
- 5) GE के विभिन्न मानों के लिए उपरोक्त को दोहराएं और I_C V_{GE} को नोट करें
- 6) GE के विभिन्न मानों के लिए I_C V_{GE} का ग्राफ बनाएं ।

सारणीबद्ध स्तम्भ:-

$V_2 = V_{GE} = 5.0 \text{ Volts}$		$V_2 = V_{GE} = 5.2 \text{ Volts}$	
$V_{CE} \text{ Volts}$	$I_C \text{ mA}$	$V_{CE} \text{ Volts}$	$I_C \text{ mA}$



ट्रांसफर विशेषताएँ



कलेक्टर विशेषताएँ

Experiment no. 2

Objective: Draw the dynamic characteristics of IGBT, MOSFET and thyristor.

This unit mainly consists of following components sufficient to conduct the turn ON and turn OFF of SCR ,MOSFET.

- a) TYN 616
- b) MOSFET : IRF 840
- c) Variable DC supply from 2.5v to 30v @ 500mA.
- d) Variable frequency square wave generator
- e) A Resistive load.

Front panel details:-

- 1. Mains : Power ON/OFF switch to the unit with builtin indicator.
- 2. Vdc : Variable DC power supply from 2.5v to 33v @ 1A using IC regulator.
- 3. S1 : ON/OFF Switch for - Vdc.
- 4. VA : Square wave supply of variable frequency.
- 5. FREQUENCY : Potentiometer to vary the frequency of Square wave generator
- 6. S2 : ON/OFF switch for VA.
- 7. + gate of MOSFET/SCR .
- 8. SOURCE : Square wave generator – output terminal to connect Source of MOSFET & cathode of SCR.
- 9. SCR : 616 gate,anode and cathode Terminals.
- 10. MOSFET : IRF 840 Drain, Source and Gate: Mosfet terminals.
- 11. RL : Resistive load – 220 ohms/25watts

The above items can be used to conduct SCR , MOSFET switching characteristics.

THEORY:-

Static and switching characteristic of power device are always taken in to consideration for economical and reliable design of equipment. This Trainer is mainly designed to study the switching or dynamic (or) Transient Characteristics of MOSFET and SCR and also observe and compare the switching characteristic of different ratings of MOSFET and SCR

During Turn ON and Turn OFF Process the power Devices are subjected of different voltage across it and different currents through it. The time variations of the voltage across power devices and the current through it during Turn ON and Turn OFF processes give the dynamic (or) switching characteristics of the device.

Power diodes are uncontrolled devices. In other words, their turn-on and turn-off characteristics are not under control. Power transistors, however, possess controlled characteristics. These are turned on when a current signal is given to base, or control, terminal. The transistor remains in the on-state so long as control signal is present. When this control is removed, a power transistor is turned off.

SWITCHING CHARACTERISTICS OF MOSFETS :-

A metal –oxide semiconductor field effect transistor (MOSFET) is a recent device developed by combining the areas of field effect concept and MOS technology.

A power MOSFET has three terminals called drain (D), source (S) and gate (G) in place of the corresponding three terminals collector, emitter and base for BJT. The circuit symbol of power MOSFET is as shown in Fig. (a). Here arrow indicates the direction of electron flow. A BJT is a current controlled device whereas a power MOSFET is a voltage-controlled device. As its operation depends upon the flow of majority carriers only, MOSFET is a unipolar device. The control signal, or base current in BJT is much larger than the control signal (or gate current) required in a MOSFET. This is because of the fact that gate circuit impedance in MOSFET is extremely high, of the order of 10^9 ohm. This large impedance permits the MOSFET gate to be driven directly from microelectronic circuits. BJT suffers from second breakdown voltage whereas MOSFET is free from this problem. Power MOSFETs are now finding increasing applications in low-power high frequency converters.

Power MOSFETs are of two types ; n-channel enhancement MOSFET and p-channel enhancement MOSFET. Out of these two types, n-channel enhancement MOSFET is more common because of higher mobility of electrons. As such, only this type of MOSFET is studied in what follows.

A simplified structure of n-channel planar MOSFET of low power rating is shown in Fig.

On p-substrate (or body), two heavily doped n^+ regions are diffused as shown. An insulating layer of silicon dioxide (SiO_2) is grown on the surface. Now this insulating layer is etched in order to embed metallic source and drain terminals. Note that n^+ regions make contact with source and drain terminals as shown. A layer of metal is also deposited on SiO_2 layer so as to form the gate of MOSFET in between source and drain terminals, Fig. .

When gate circuit is open, junction between region below drain and p-substrate is reverse biased by input voltage **VDD**. Therefore, no current flows from drain to source and load. When gate is made positive with respect to source, an electric field is established as shown in Fig. (b). Eventually,

induced negative charges in the p-substrate below SiO₂ layer are formed thus causing the p layer below gate to become an induced *n* layer. These negative charges, called electrons, form n-channel between two *n*⁺ regions and current can flow from drain to source as shown by the arrow. If *V*_{GS} is made more positive, induced n-channel becomes more deep and therefore more current flows from *D* to *S*. This shows that drain current '*I*_D' is enhanced by the gradual increase of gate voltage, hence the name enhancement MOSFET.

Switching characteristics. The switching characteristics of a power MOSFET are influenced to a large extent by the internal capacitance of the device and the internal impedance of the gate drive circuit. At turn-on, there is an initial delay ***t*_{dn}** during which input capacitance charges to gate threshold voltage *V*_{GST}. Here ***t*_{dn}** is called **turn-on delay time**.

There is further delay ***t*_r**, called **rise time**, during which gate voltage rises to ***V*_{GSP}**, a voltage sufficient to drive the MOSFET into on state. During ***t*_r**, drain current rises from zero to full-on current ***I*_D**. Thus, the total turn-on-time is ***t*_{on}** = ***t*_{dn}** + ***t*_r**. The turn-on time can be reduced by using low-impedance gate-drive source.

As MOSFET is a majority carrier device, turn-off process is initiated soon after removal of gate voltage at time ***t*₁**. The turn-off delay time, ***t*_{df}**, is the time during which input capacitance discharges from overdrive gate voltage *V*₁ to *V*_{GSP}. The **fall time**, ***t*_f**, is the time during which input capacitance discharges from *V*_{GSP} to threshold voltage. During ***t*_f**, drain current falls from '***I*_D**' to zero. So when *V*_{GS} ≤ *V*_{GST}, PMOSFET turn-off is complete. Switching waveforms for a power MOSFET are shown in Fig. 2.18 (b).

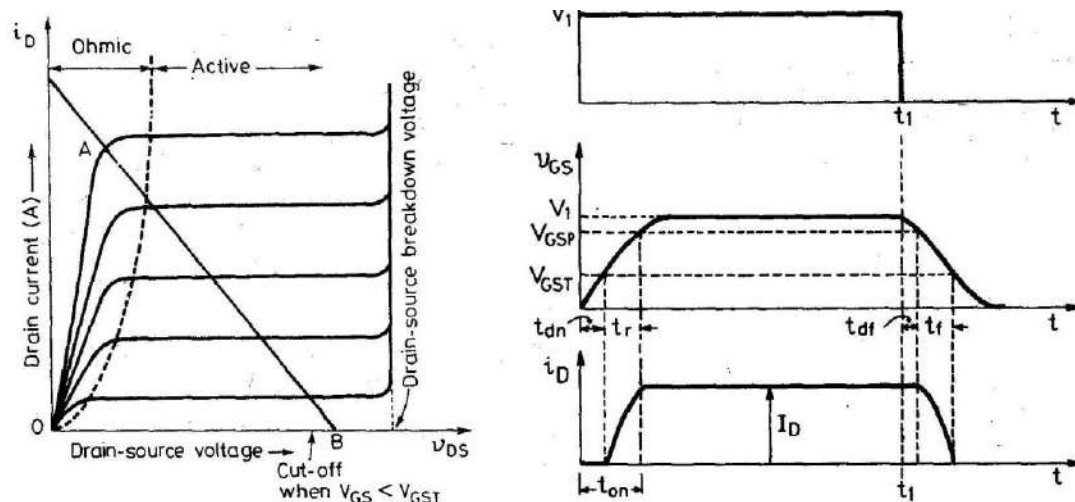
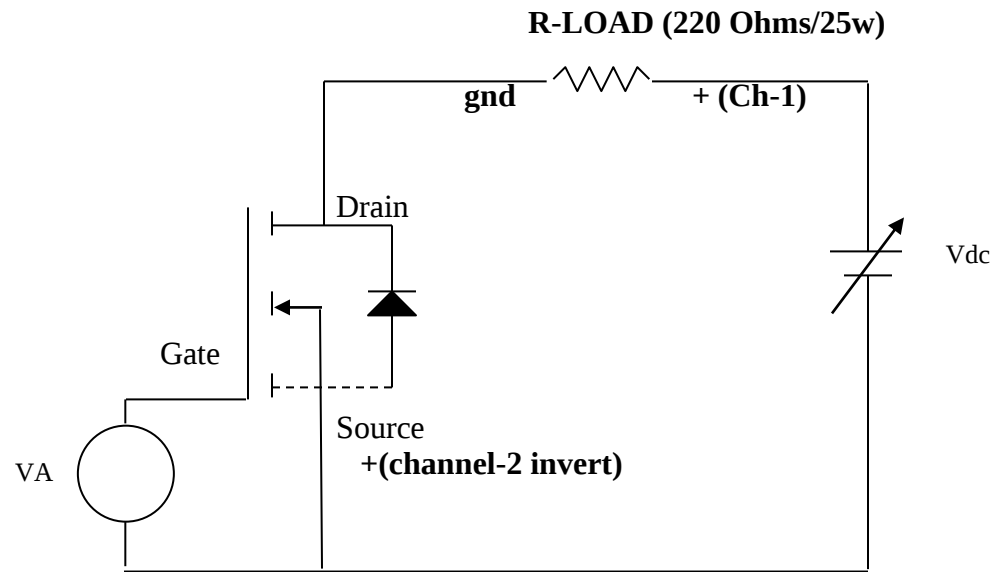


Fig. (a) Output characteristics of PMOSFET **Fig. (b)** Switching waveforms for PMOSFET.

PROCEDURE USING MOSFET :-



CIRCUIT DIAGRAM

- 1) Switch ON the mains supply to the unit.
- 2) Check Vdc power supply by varying amplitude potentiometer.
- 3) Check square wave (VA) by varying Frequency potentiometer.
- 4) Make sure that Vdc, VA are properly connecting to the MOSFET.
- 5) Make the connections as given in the circuit diagram.
- 6) Switch ON Vdc. Adjust Vdc between 10V to 15V.
- 7) Switch ON VA and observe voltage wave form across load and device (MOSFET) using **digital storage oscilloscope**.
- 8) Draw the wave forms at Turn – on and Turn – off period.
- 9) Repeat the same for different values of Vdc and different frequency of VA.

Note :- To observe the waveform across load and device connect channel-1 of CRO across load and connect channel-2 (invert) of CRO across device and adjust trigger knob in CRO to get still waveform of both across device and across load.

SFET AND IGBT is studied

प्रयोग क्रमांक-2

IGBT, MOSFET और थाइरीस्टर की गतिशील विशेषताओं को चित्रित करना ।

इस इकाई में मुख्य रूप से निम्नलिखित घटक शामिल हैं जो SCR, MOSFET को चालू और बंद करने के लिए पर्याप्त हैं।

1. टीवाईएन 616
2. एमओएसएफ़ईटी: आईआरएफ 840
3. 2.5v से 30v @ 500mA तक परिवर्तनीय डीसी आपूर्ति।
4. परिवर्तनीय आवृत्ति वर्ग तरंग जनरेटर
5. प्रतिरोधक भार.

फ्रंट पैनल विवरण:-

1. मुख्य : अंतर्निहित सूचक के साथ यूनिट के लिए पावर चालू/बंद स्विच।
2. वीडिजी : 2.5v से 33v @ 1A तक परिवर्तनीय डीसी बिजली की आपूर्ति आईसी नियामक.
3. S1 : चालू/बंद स्विच - Vdc के लिए.
4. VA : परिवर्तनशील आवृत्ति की वर्ग तरंग आपूर्ति ।
5. आवृत्ति : स्क्वायर वेव जनरेटर की आवृत्ति को बदलने के लिए पोटेंशियोमीटर
6. S2 : VA के लिए चालू/बंद स्विच.
7. MOSFET/SCR का + गेट.
8. स्रोत : स्क्वायर वेव जनरेटर - स्रोत को जोड़ने के लिए आउटपुट टर्मिनल MOSFET और SCR का कैथोड.
9. एससीआर : 616 गेट, एनोड और कैथोड टर्मिनल।
10. MOSFET : IRF 8 40 ड्रेन, स्रोत और गेट: MOSFET टर्मिनल।
11. आरएल : प्रतिरोधक भार - 220 ओम/25 वाट

उपरोक्त मदों का उपयोग एससीआर, एमओएसएफ़ईटी स्विचिंग विशेषताओं का संचालन करने के लिए किया जा सकता है।

लिखित:-

बिजली उपकरण की स्थैतिक और स्विचिंग विशेषता को हमेशा उपकरणों के किफायती और विश्वसनीय डिजाइन के लिए ध्यान में रखा जाता है। यह ट्रेनर मुख्य रूप से MOSFET और SCR की स्विचिंग या गतिशील (या) परिवर्तनशील विशेषताओं का अध्ययन करने और MOSFET और SCR की विभिन्न रेटिंग की स्विचिंग विशेषता का निरीक्षण और तुलना करने के लिए डिज़ाइन किया गया है।

चालू और बंद करने की प्रक्रिया के दौरान बिजली उपकरणों पर अलग-अलग वोल्टेज और उसके माध्यम से अलग-अलग धाराएँ लागू होती हैं। चालू और बंद करने की प्रक्रिया के दौरान बिजली उपकरणों पर वोल्टेज और उसके माध्यम से प्रवाहित धारा के समय के बदलाव डिवाइस की गतिशील (या) स्विचिंग विशेषताएँ देते हैं।

पावर डायोड अनियंत्रित उपकरण हैं। दूसरे शब्दों में, उनके चालू और बंद होने की विशेषताएँ नियंत्रण में नहीं होती हैं। हालाँकि, पावर ट्रांजिस्टर में नियंत्रित विशेषताएँ होती हैं। जब बेस या कंट्रोल टर्मिनल को करंट सिग्नल दिया जाता है, तो ये चालू हो जाते हैं। जब तक कंट्रोल सिग्नल मौजूद रहता है, ट्रांजिस्टर चालू अवस्था में रहता है। जब यह नियंत्रण हटा दिया जाता है, तो पावर ट्रांजिस्टर बंद हो जाता है।

MOSFETS की स्विचिंग विशेषताएँ:-

धातु-ऑक्साइड अर्धचालक क्षेत्र प्रभाव ट्रांजिस्टर (MOSFET) एक हालिया उपकरण है जिसे क्षेत्र प्रभाव अवधारणा और MOS प्रौद्योगिकी के क्षेत्रों को मिलाकर विकसित किया गया है।

पावर MOSFET में तीन टर्मिनल होते हैं जिन्हें ड्रेन (D), सोर्स (S) और गेट (G) कहा जाता है, जबकि BJT के लिए तीन टर्मिनल कलेक्टर, एमिटर और बेस होते हैं। पावर MOSFET का सर्किट प्रतीक चित्र (a) में दिखाया गया है। यहाँ तीर इलेक्ट्रॉन प्रवाह की दिशा को इंगित करता है। BJT एक करंट नियंत्रित डिवाइस है जबकि पावर MOSFET एक वोल्टेज-नियंत्रित डिवाइस है। चूँकि इसका संचालन केवल बहुसंख्यक वाहकों के प्रवाह पर निर्भर करता है, MOSFET एक एकध्रुवीय डिवाइस है। BJT में नियंत्रण संकेत, या बेस करंट, MOSFET में आवश्यक नियंत्रण संकेत (या गेट करंट) से बहुत बड़ा होता है। ऐसा इस तथ्य के कारण है कि MOSFET में गेट सर्किट प्रतिबाधा बहुत अधिक होती है, लगभग 10^9 ओम। यह बड़ी प्रतिबाधा MOSFET गेट को माइक्रोइलेक्ट्रॉनिक सर्किट से सीधे संचालित करने की अनुमति देती

है। BJT द्वितीय ब्रेकडाउन वोल्टेज से ग्रस्त है जबकि MOSFET इस समस्या से मुक्त है। पावर MOSFET अब कम-पावर उच्च आवृत्ति कन्वर्टर में बढ़ते अनुप्रयोग पा रहे हैं।

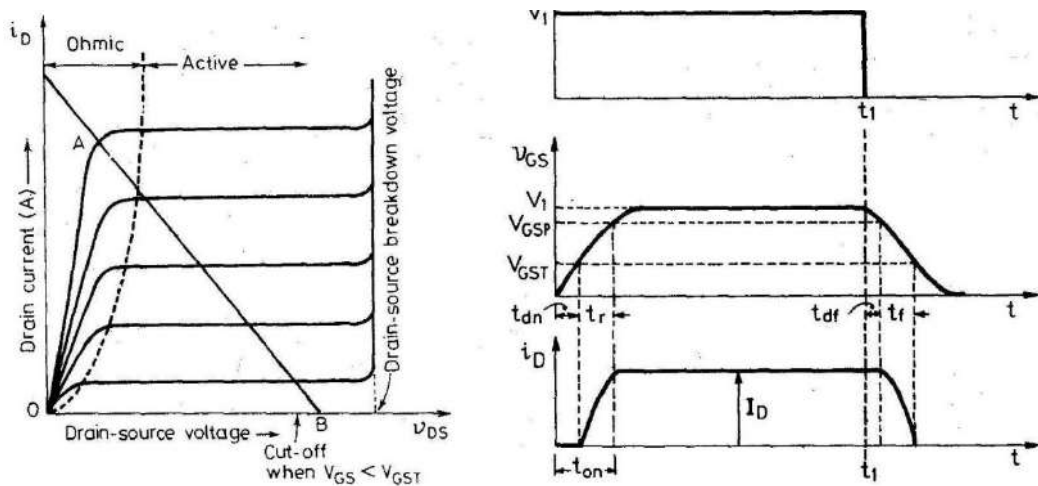
पावर MOSFET दो प्रकार के होते हैं ; n-चैनल एन्हांसमेंट MOSFET और p-चैनल एन्हांसमेंट MOSFET। इन दो प्रकारों में से, n-चैनल एन्हांसमेंट MOSFET इलेक्ट्रॉनों की उच्च गतिशीलता के कारण अधिक आम है। इस प्रकार, आगे केवल इस प्रकार के MOSFET का अध्ययन किया गया है।

निम्न शक्ति रेटिंग के एन-चैनल प्लानर MOSFET की सरलीकृत संरचना चित्र में दर्शाई गई है।

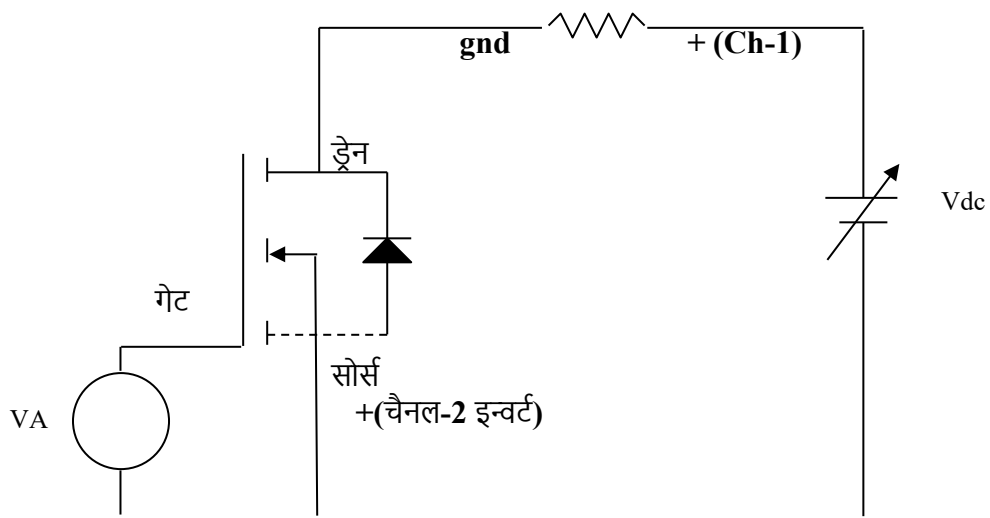
पी-सब्सट्रेट (या बॉडी) पर, दो भारी डोप किए गए n^+ क्षेत्र दिखाए गए अनुसार फैले हुए हैं। सतह पर सिलिकॉन डाइऑक्साइड (SiO_2) की एक इन्सुलेटिंग परत उगाई जाती है। अब इस इन्सुलेटिंग परत को धातु स्रोत और नाली टर्मिनलों को एम्बेड करने के लिए खोदा जाता है। ध्यान दें कि n^+ क्षेत्र स्रोत और नाली टर्मिनलों के साथ संपर्क बनाते हैं जैसा कि दिखाया गया है। SiO_2 परत पर धातु की एक परत भी जमा की जाती है ताकि स्रोत और नाली टर्मिनलों के बीच MOSFET का गेट बनाया जा सके, जब गेट सर्किट खुला होता है, तो ड्रेन के नीचे के क्षेत्र और पी-सब्सट्रेट के बीच जंक्शन को इनपुट वोल्टेज V_{DD} द्वारा रिवर्स बायस्ड किया जाता है। इसलिए, ड्रेन से सोर्स और लोड तक कोई करंट प्रवाहित नहीं होता है। जब गेट को सोर्स के संबंध में पॉजिटिव बनाया जाता है, तो एक इलेक्ट्रिक फील्ड स्थापित होता है जैसा कि चित्र (बी) में दिखाया गया है। आखिरकार, SiO_2 लेयर के नीचे p-सब्सट्रेट में प्रेरित नेगेटिव चार्ज बनते हैं जिससे गेट के नीचे p लेयर एक प्रेरित n लेयर बन जाती है। ये नेगेटिव चार्ज, जिन्हें इलेक्ट्रॉन कहा जाता है, दो n^+ क्षेत्रों के बीच n-चैनल बनाते हैं और करंट ड्रेन से सोर्स की ओर प्रवाहित हो सकता है जैसा कि तीर द्वारा दिखाया गया है। यदि V_{GS} को अधिक पॉजिटिव बनाया जाता है, तो प्रेरित n-चैनल अधिक गहरा हो जाता है और इसलिए D से S तक अधिक करंट प्रवाहित होता है। यह दर्शाता है कि गेट वोल्टेज की क्रमिक वृद्धि से ड्रेन करंट I_D को बढ़ाया जाता है, इसलिए इसका नाम एन्हांसमेंट MOSFET है।

स्विचिंग विशेषताएँ: पावर MOSFET की स्विचिंग विशेषताएँ डिवाइस की आंतरिक धारिता और गेट ड्राइव सर्किट की आंतरिक प्रतिबाधा से काफी हद तक प्रभावित होती हैं। चालू होने पर, एक प्रारंभिक विलंब t_{dn} होता है जिसके दौरान इनपुट कैपेसिटेंस गेट थ्रेशोल्ड वोल्टेज V_{GST} पर चार्ज होता है यहाँ t_{dn} का टर्न-ऑन विलंब समय कहा जाता है। आगे विलंब t_r है, जिसे राइज़ टाइम कहा जाता है, जिसके दौरान गेट

वोल्टेज V_{GSP} तक बढ़ जाता है, MOSFET को चालू अवस्था में लाने के लिए पर्याप्त वोल्टेज। t_r के दौरान ड्रेन करंट शून्य से पूर्ण-चालू करंट तक बढ़ जाता है I_D इस प्रकार, कुल टर्न-ऑन-टाइम $t_{on} = t_{di} + t_r$ है। कम-प्रतिबाधा गेट-ड्राइव स्रोत का उपयोग करके टर्न-ऑन समय को कम किया जा सकता है। चूंकि MOSFET एक बहुसंख्यक वाहक उपकरण है, इसलिए समय t_1 पर गेट वोल्टेज को हटाने के तुरंत बाद टर्न-ऑफ प्रक्रिया शुरू हो जाती है। टर्न-ऑफ विलंब समय, t_{df} , वह समय है जिसके दौरान इनपुट कैपेसिटेंस ओवरड्राइव गेट वोल्टेज V_1 से V_{GSP} तक डिस्चार्ज होता है। गिरावट का समय, t_f , वह समय है जिसके दौरान इनपुट कैपेसिटेंस V_{GSP} से डिस्चार्ज होता है थ्रेशोल्ड वोल्टेज तक। t_f के दौरान, नाली वर्तमान से गिरता है 'आईडी' शून्य पर। इसलिए जब $V_{GS} \leq V_{GST}$, PMOSFET बंद हो जाता है। पावर MOSFET के लिए स्विचिंग वेवफॉर्म चित्र 2.18 (बी) में दिखाए गए हैं।



चित्र (ए) आउटपुट पीएमओएसएफईटी की विशेषताएं चित्र (बी) पीएमओएसएफईटी के लिए स्विचिंग तरंग।



सर्किट आरेख

MOSFET का उपयोग करने की प्रक्रिया:-

1. यूनिट की मुख्य आपूर्ति चालू करें।
2. आयाम पोटेन्शियोमीटर को बदलकर V_{dc} विद्युत आपूर्ति की जाँच करें।
3. आवृत्ति पोटेन्शियोमीटर को बदलकर वर्ग तरंग (VA) की जाँच करें।
4. सुनिश्चित करें कि V_{dc} , VA MOSFET से उचित रूप से जुड़े हुए हैं।
5. सर्किट आरेख में दिए अनुसार कनेक्शन बनाएं।
6. V_{dc} चालू करें। V_{dc} को 10V से 15V के बीच समायोजित करें
7. VA को चालू करें और लोड पर वोल्टेज तरंग का निरीक्षण करें और ड्रिवाइस (MOSFET) डिजिटल भंडारण आस्टसीलस्कॉप का उपयोग कर।
8. टर्न-ऑन और टर्न-ऑफ अवधि पर तरंग रूपों को ड्रा करें।
9. V_{dc} के विभिन्न मानों और VA की विभिन्न आवृत्तियों के लिए इसे दोहराएं।

नोट:- लोड और ड्रिवाइस पर तरंगरूप का निरीक्षण करने के लिए CRO के चैनल-1 को कनेक्ट करें लोड के पार और ड्रिवाइस में सीआरओ के चैनल -2 (इनवर्ट) को कनेक्ट करें और समायोजित करें सीआरओ में ट्रिगर नॉब का उपयोग करके ड्रिवाइस और लोड दोनों का स्थिर तरंगरूप प्राप्त किया जा सकता है।

एसएफईटी और आईजीबीटी का अध्ययन किया गया |

Experiment no. 3

Objective: To study different SCR commutation circuits.

Equipment Required:

- a. Forced Commutation study unit.
- b. CRO
- c. Resistive loads — 100 ohms / 25 watts

Description:

This unit consists of two parts: - Power Circuit and Firing circuit sufficient to study

- a. Class A Commutation-Self Commutation by load resonance.
- b. Class B Commutation — Self Commutation by LC circuit
- c. Class C Commutation — Complimentary SCR commutation
- d. Class D Commutation — Auxiliary SCR commutation.
- e. Class E Commutation With an external source of pulse for commutation.

Power Circuit:

This part consists of the following components to build different commutation circuits with different values of commutation components:

2 SCRs, a diode, 2 different values of commutation capacitors to get different value of commutation capacitance by individual, series and parallel connection and a commutation inductor with tappings at different points and a transistor for class E commutation.

Unregulated DC power supply of 24V @ 1 Amp is provided to use as DC input for commutation circuits.

Firing Circuit:

This part generates triggering pulses to fire two SCRs connected in different forced commutation circuits. The frequency and duty cycle can be varied using potentiometers.

Front Panel Details:

- 1. 1. POWER : Power ON/OFF switch to the unit with builtin indicator.
- 2. 2. FREQUENCY : Potentiometer to vary the frequency of commutation from 50 Hz to 250Hz approximately.
- 3. 3. DUTY CYCLE : Potentiometer to vary the duty cycle from 10% to 90% approximately.
- 4. TRIG.OUTPUT ON/OFF : ON/OFF Switch for mains pulse Ti.

5. GATE / CAT : Positive and Negative points of trigger outputs to connect to Gate and Cathode of SCRs.
6. T1 : Trigger output for SCR T1 — 200 us pulse.
7. T2 : Trigger output for SCR T2 — 200 us pulse.
8. VdcIN : 24V @ 2A unregulated DC supply is available at this
9. 9. ON : ON/OFF switch for DC supply.
10. 10. FUSE : 2 Amps glass fuse DC power supply protection.
11. 11. + : DC Power supply point after switch and fuse.
12. 12. D : Free wheeling diode — BYQ 28 200.
13. 13. T1 & T2 : SCRs — TYN 616.
14. 14. Tr : Transistor TIP 122.
15. Commutation

Inductance — L1 : 250 mH.

- L2 : 500 mH

- L3 : 1 mH.

16. Commutation

Capacitance — C1: 4.7 mF / 100V

- C2 : 10.0 mF / 100V

Back Panel Details:

Mains socket with builtin fuse holder. The fuse holder has a spare fuse along with the fuse in the circuit. If the fuse goes remove the blown fuse and replace with the spare fuse.

Fuse 1A fast blow glass fuse.

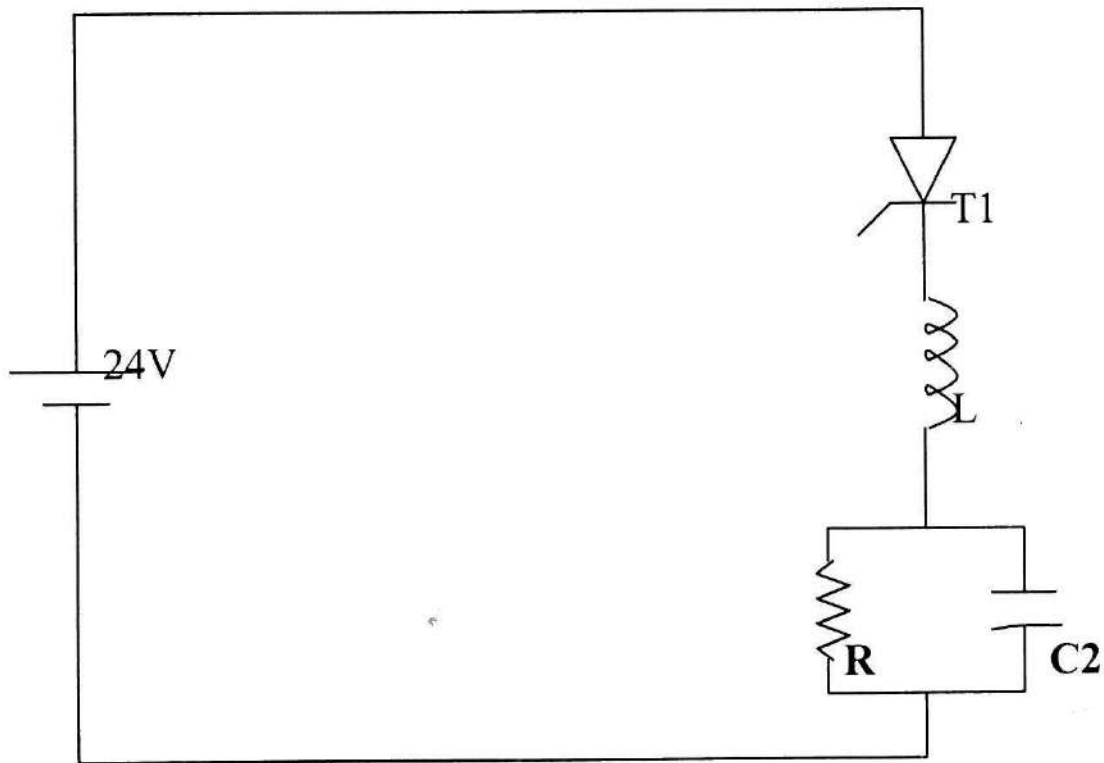
Procedure:

1. Switch On the mains supply to unit and observe the trigger outputs by varying frequency and duty cycle potentiometer and make sure that the pulse output are proper before connecting to the power circuit. Check the DC power supply between the DC Input points.
2. Check all the devices. Check the resistance between the Gate and Cathode of SCRs.
3. Check the resistance between anode and cathode. Check the diode and its polarity. Check the transistor and its polarity. Check the fuse in series with the DC input.

CLASS A COMMUTATION: - (Self commutation by resonating load)

The current reversing property of the LC load will force the device commutation. LC and R values are chosen such that the circuit is underdamped.

Since the commutation elements carry load current on a continuous basis. These ratings are generally high. For low frequency operation large value of L & C is required, make the cost of the commutation circuit prohibitive. This commutation is commonly employed in series inverters operating at frequencies above 400 Hz.

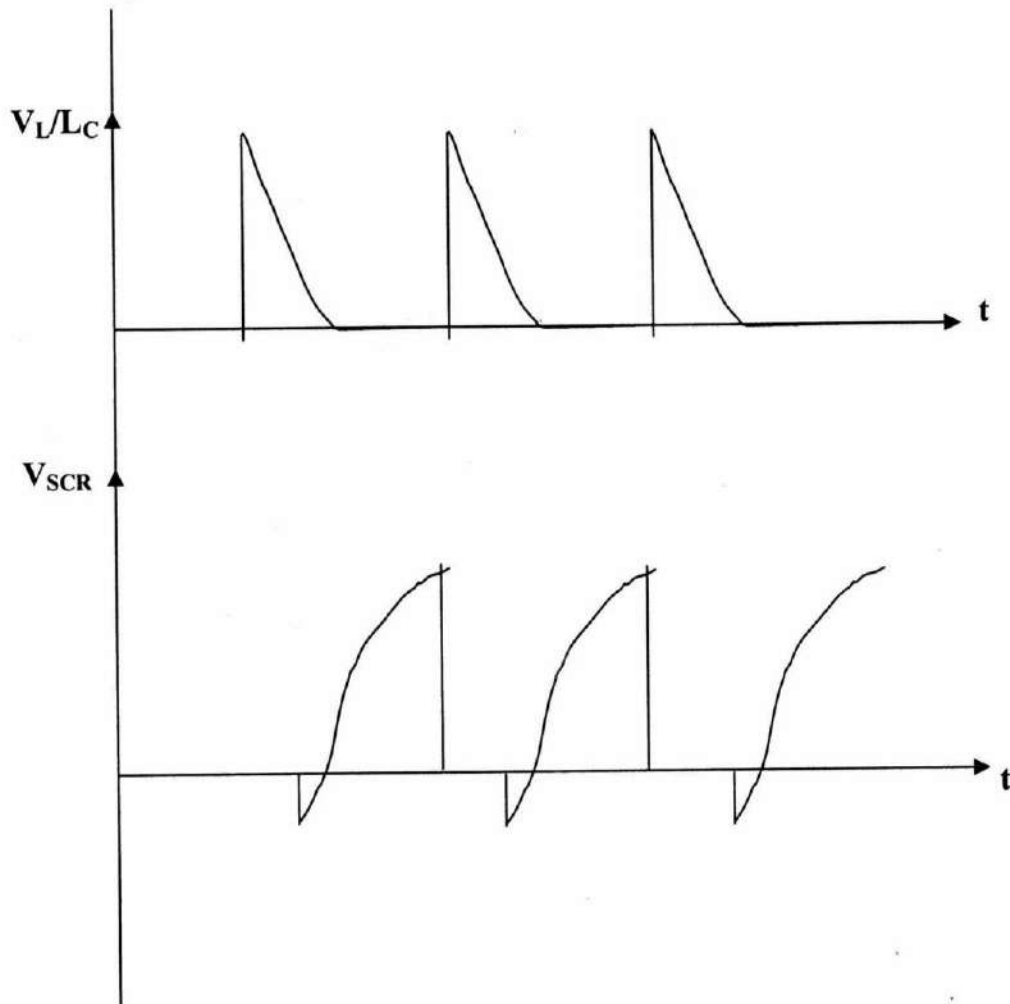


Procedure: -

- 1) Make the interconnections in the power circuit as shown in the circuit diagram.
- 2) Connect trigger output T1 to gate and cathode of SCR T1.
- 3) Switch on the DC supply to the power circuit and observe the voltage waveform across load by varying the frequency Potentiometer.

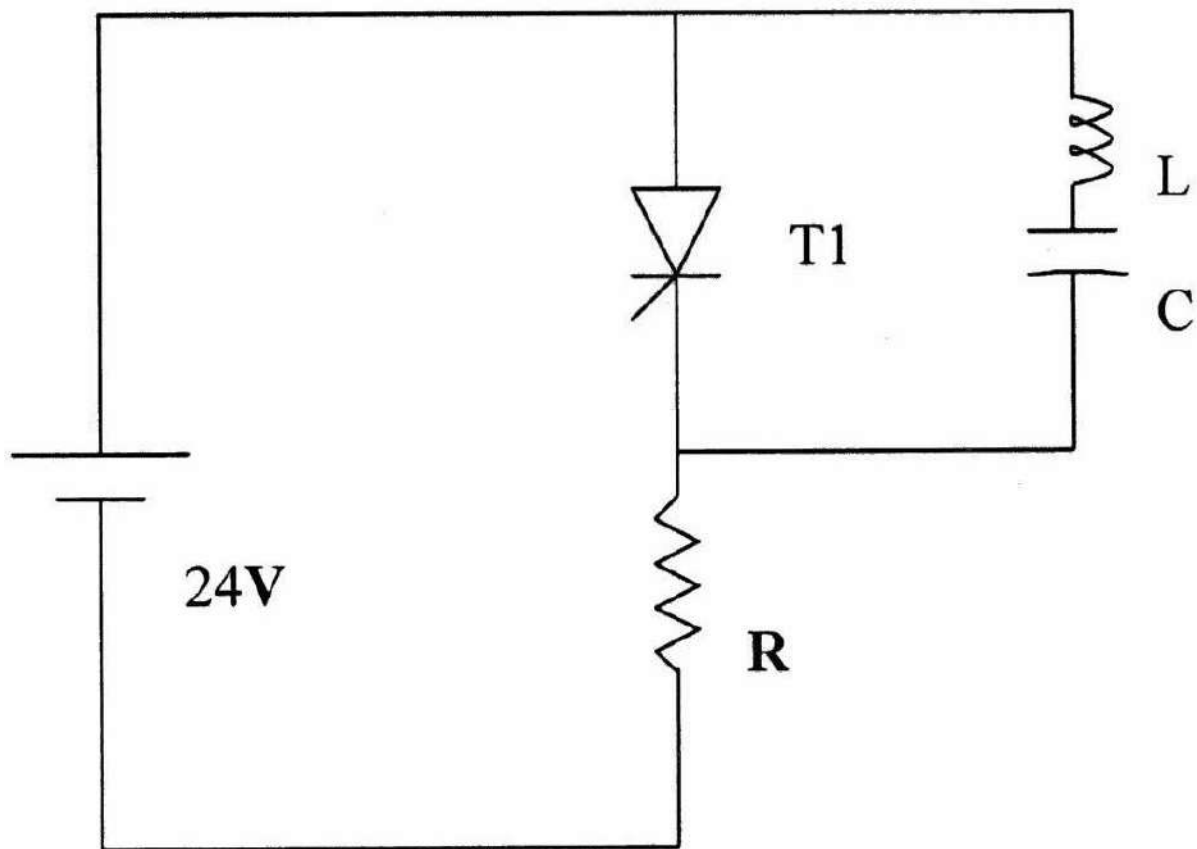
4) Duty cycle potentiometer is of no use in this experiment.

5) Repeat the same for different values of L, C and R.



CLASS-B COMMUTATION: (Self Commutation by an LC circuit) :-

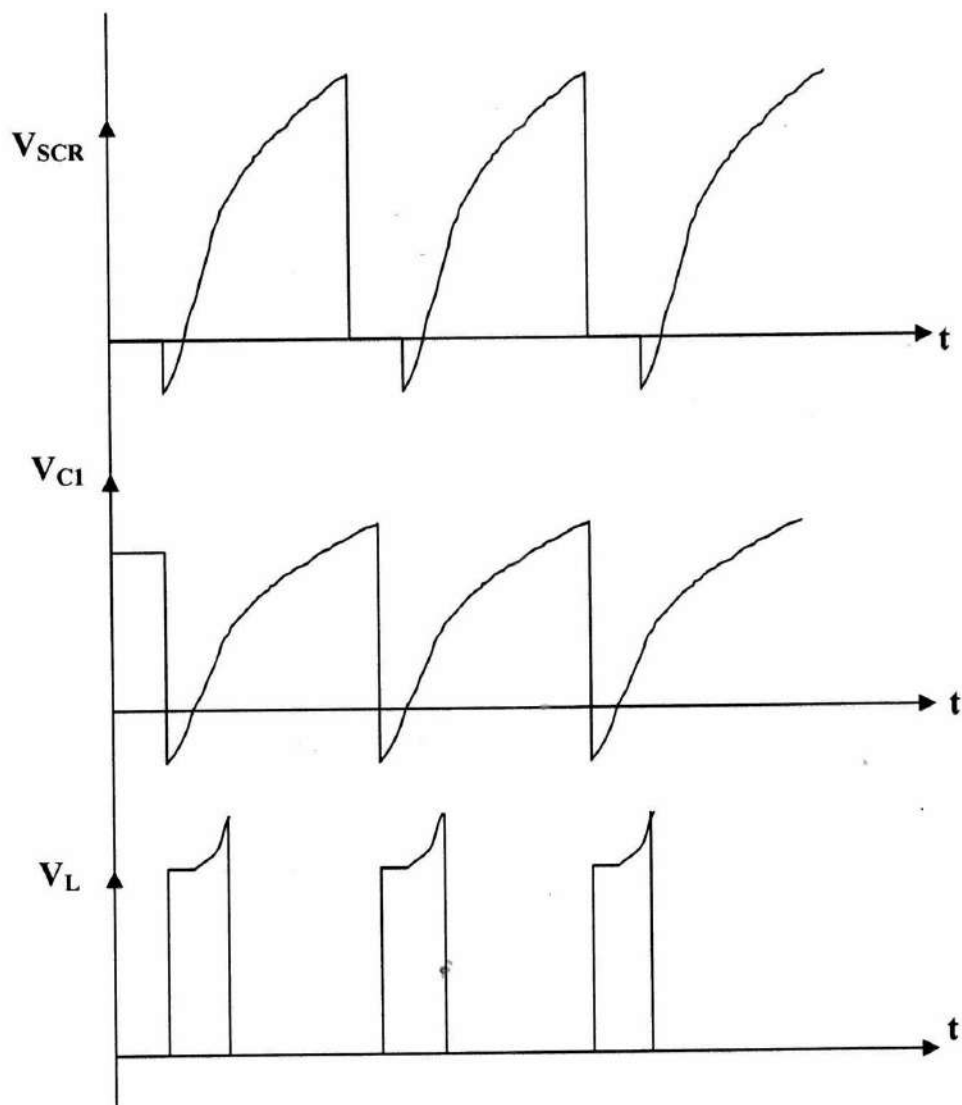
In this type of commutation reverse voltage is applied to the thyristor by the over swinging of an Under damped LC circuit connected across the Thyristor. Capacitor charges up to the supply voltage before the trigger pulse is applied to the gate. When the thyristor is triggered, two currents flow, a load current through the external circuit and a pulse of current through LC circuit and thyristor in opposite direction. This resonant current tends to turn - off the thyristor.



PROCEDURE: -

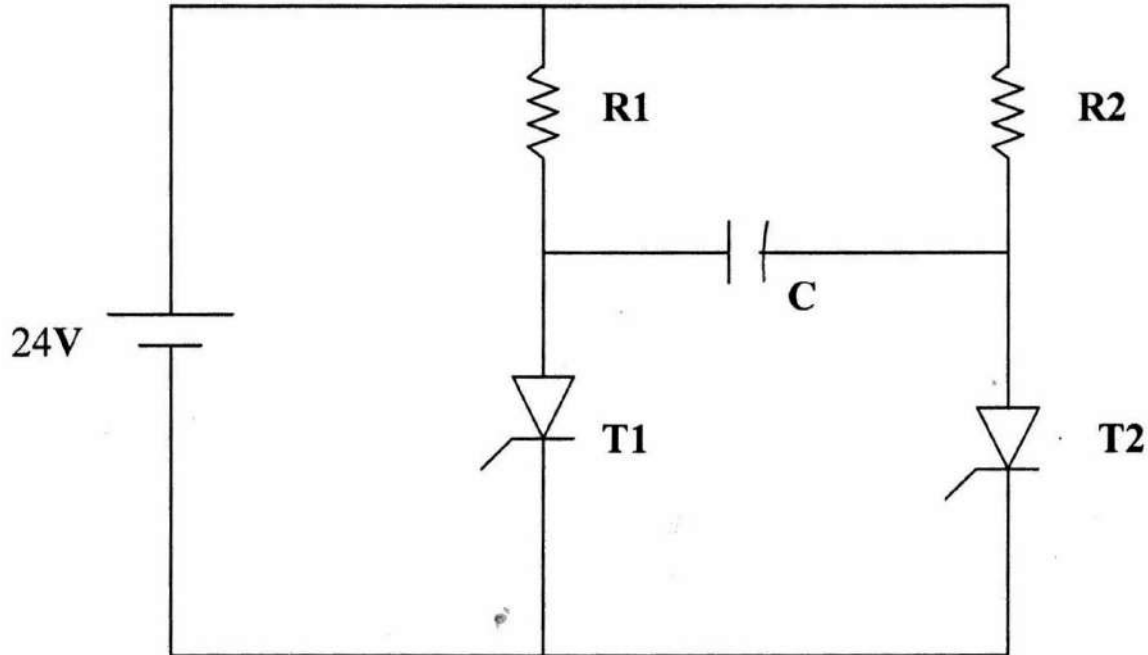
- 1) Make the interconnections as shown in the circuit diagram, connect trigger output T1 to Gate and cathode of SCR T1.
- 2) Switch on the DC supply to the power circuit and observe the voltage wave forms across load by varying the frequency, potentiometer. Duty cycle potentiometer is of no use in this experiment.
- 3) Repeat the same for different values of L, C and R

CLASS - B



CLASS-C (Complimentary) Commutation: -

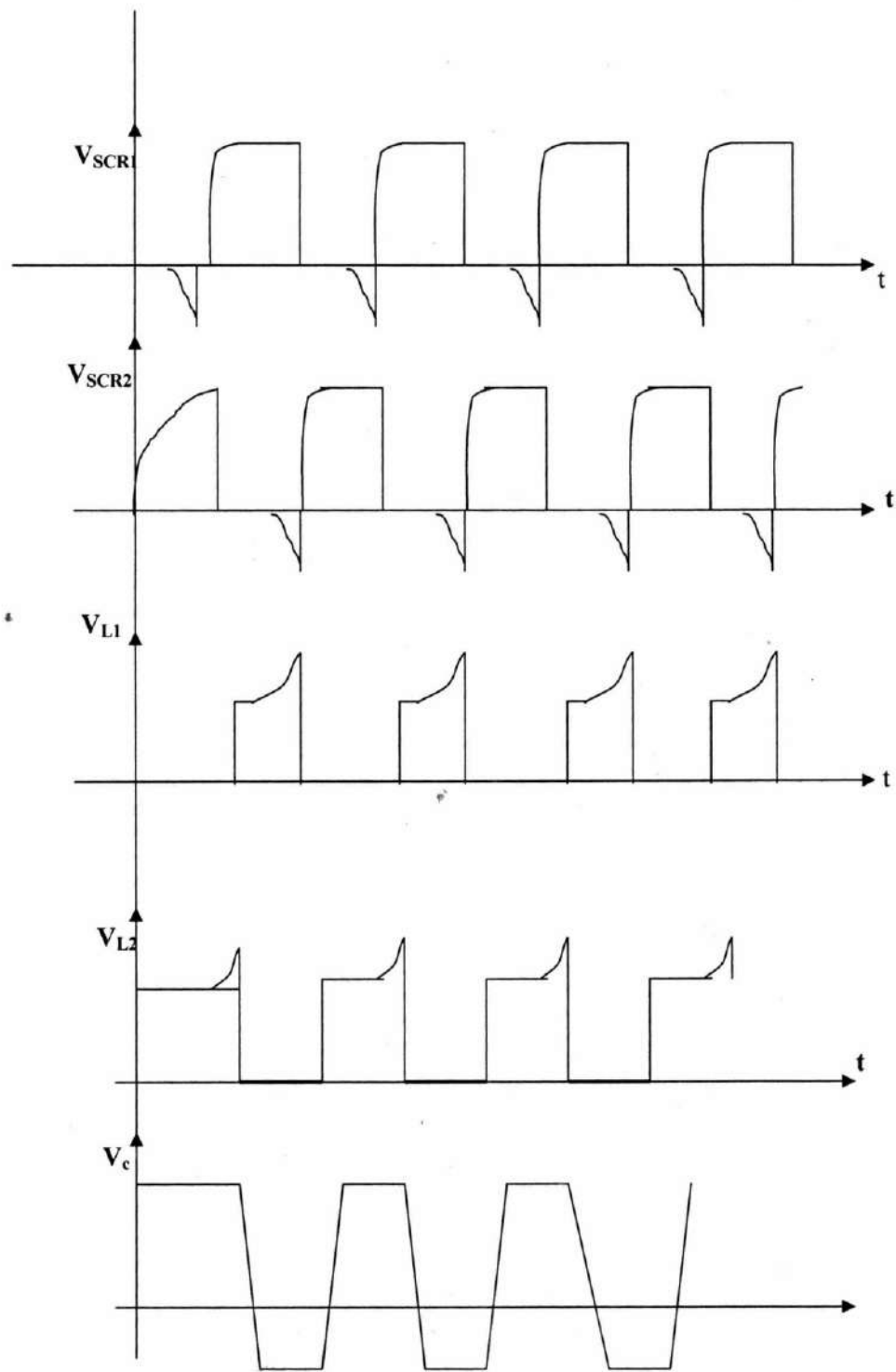
This commutation is used to transfer current between two loads. The firing of one thyristor commutates the other one. Both the thyristors are conducting the load current. However in some cases (Choppers) the thyristor used for turn-off may carry very small amount of current required for charging. In such case thyristor is called auxiliary Thyristor.



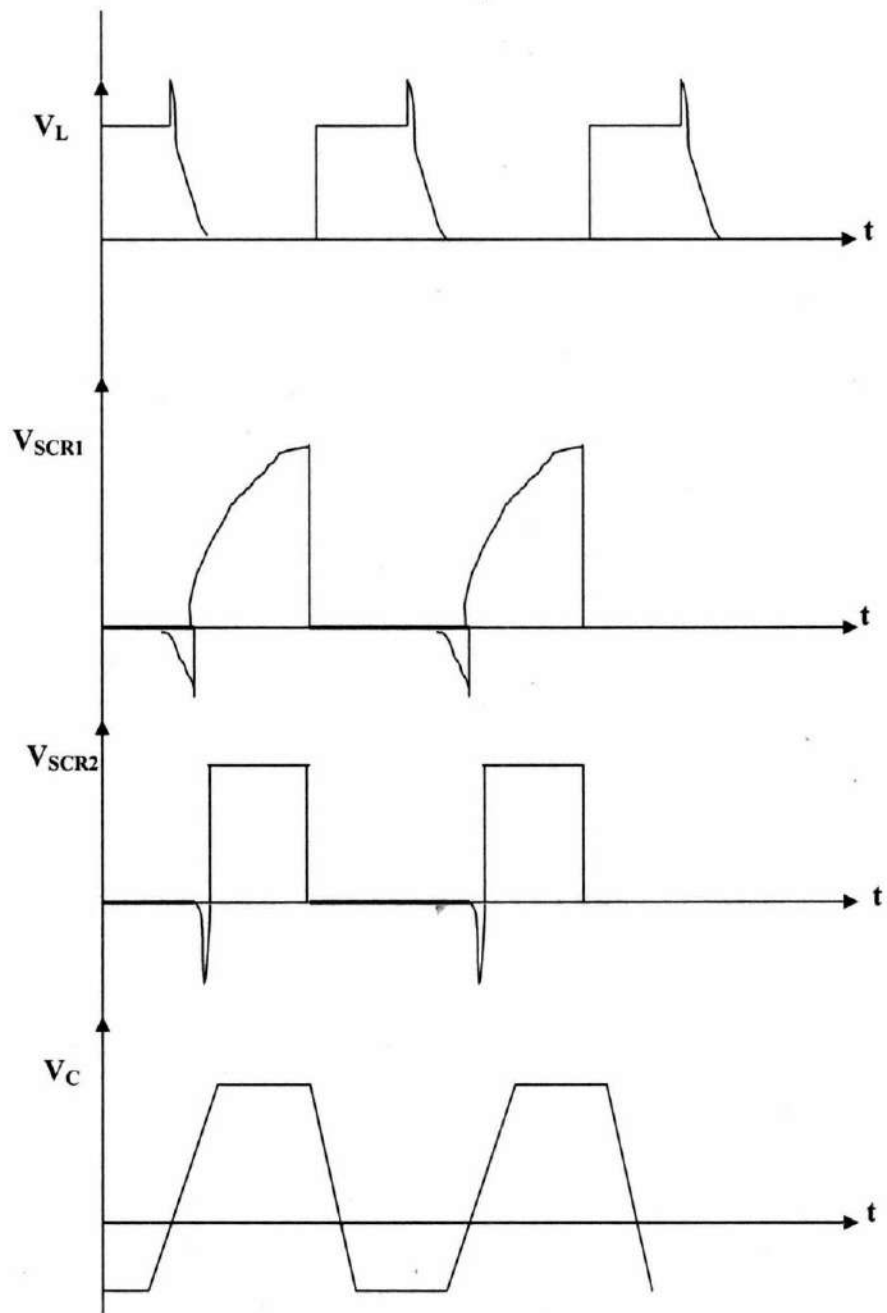
PROCEDURE:

- 1) Make the interconnections as shown in the circuit diagram. Connect T1 and T2 from firing Circuit to Gate and Cathode of Thyristor T1 and T2.
- 2) Observe the wave forms across R1, R2, C by varying frequency and also duty cycle potentiometer.
- 3) Repeat the same for different values of C and R in this circuit L is of no use.

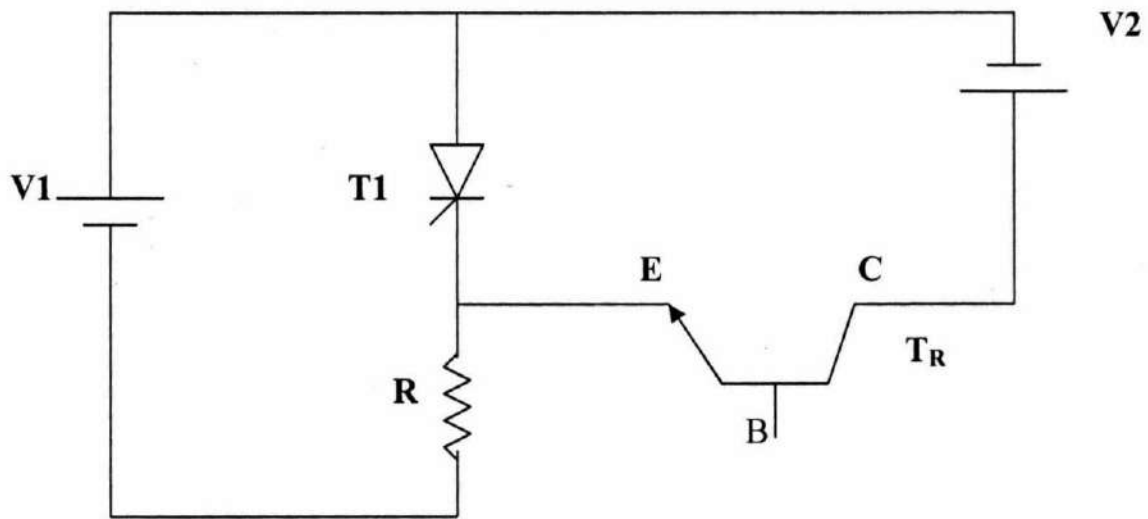
CLASS - C



CLASS - D



CALASS E-COMMUTATION-WITH AN EXTERNAL SOURCE OF PULSE FOR COMMUTATION:

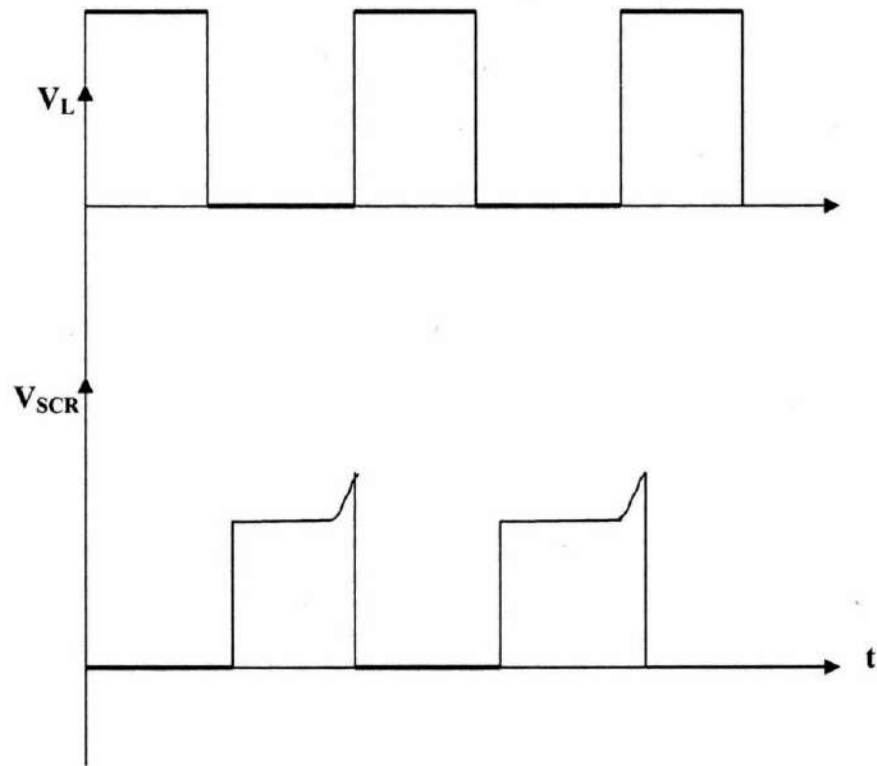


In class E turn off reverse voltage is applied to the load carrying thyristor from an external Source across or in series with the conducting thyristor. The turn off time of the thyristor is Smaller than the width of the pulse. The conducting period of the thyristor is from the instant Of application of triggering pulse till the external turnoff voltage is applied. When Tr is Triggered, load current flows. This connects the negative auxiliary voltage to the thyristor to Turn it off.

PROCEDURE:-

- 1) Make the connections as shown in the circuit diagram. Connect V2 supply from an external DC power supply unit.
- 2) Connect the trigger output T1 from the firing circuit to the SCR.
- 3) Connect T2 to the Transistor base and emitter points. Switch on the DC supply and external DC supply.
- 4) Switch on the trigger output and observe and note down the waveforms across the load.
- 5) Repeat the same by varying frequency and duty cycle.

CLASS - E



प्रयोग क्रमांक-3

बलपूर्वक कम्यूटेशन परिपथ का निष्पादन करना।

1. उद्देश्य: विभिन्न एससीआर कम्यूटेशन सर्किट का अध्ययन करना।

2. आवश्यक उपकरण:

- a. बलपूर्वक विनिमय अध्ययन इकाई।
- b. सीआरओ
- c. प्रतिरोधक भार – 100 ओम / 25 वाट

3. विवरण:

इस इकाई में दो भाग हैं: - पावर सर्किट और फायरिंग सर्किट जो अध्ययन के लिए पर्याप्त है

- a. क्लास ए कम्यूटेशन-लोड अनुनाद द्वारा स्व कम्यूटेशन।
- b. क्लास बी कम्यूटेशन - एलसी सर्किट द्वारा स्व कम्यूटेशन
- c. क्लास सी कम्यूटेशन - मानार्थ एससीआर कम्यूटेशन
- d. क्लास डी कम्यूटेशन - सहायक एससीआर कम्यूटेशन।
- e. वर्ग ई विनिमय (कम्यूटेशन) विनिमय के लिए पल्स के बाहरी स्रोत के साथ।

पावर सर्किट:

इस भाग में विभिन्न विनिमय घटकों के मानों के साथ विभिन्न विनिमय सर्किट बनाने के लिए निम्नलिखित घटक शामिल हैं:

2 एससीआर, एक डायोड, 2 विभिन्न मान के कम्यूटेशन कैपेसिटर, जिससे व्यक्तिगत, श्रेणीबद्ध और समानांतर संयोजन द्वारा कम्यूटेशन कैपेसिटेंस का भिन्न मान प्राप्त किया जा सके, तथा विभिन्न बिंदुओं पर टैपिंग के साथ एक कम्यूटेशन इंडक्टर और वर्ग ई कम्यूटेशन के लिए एक ट्रांजिस्टर।

कम्यूटेशन सर्किट के लिए डीसी इनपुट के रूप में उपयोग करने के लिए 24V @ 1 एम्पियर की अनियमित डीसी विद्युत आपूर्ति प्रदान की जाती है।

फायरिंग सर्किट:

यह भाग अलग-अलग फ़ोर्स्ड कम्यूटेशन सर्किट में जुड़े दो SCR को फायर करने के लिए ट्रिगरिंग पल्स उत्पन्न करता है। पोटेंशियोमीटर का उपयोग करके आवृत्ति और ड्यूटी साइकिल को बदला जा सकता है।

फ्रंट पैनल विवरण:

- 1. पावर : अंतर्निहित संकेतक के साथ यूनिट के लिए पावर चालू/बंद स्विच ।

2. आवृत्ति : विनिमय की आवृत्ति को लगभग 50 हर्ट्ज से 250 हर्ट्ज तक परिवर्तित करने के लिए पोटेंशियोमीटर।
3. ड्यूटी साइकिल : ड्यूटी साइकिल को लगभग 10% से 90% तक बदलने के लिए पोटेंशियोमीटर।
4. TRIG.OUTPUT चालू/ बंद: मुख्य पल्स Ti के लिए चालू/बंद स्विच ।
5. गेट/ कैट: एससीआर के गेट और कैथोड से जुड़ने के लिए ट्रिगर आउटपुट के धनात्मक और ऋणात्मक बिंदु।
6. टी 1 : एससीआर टीआई के लिए ट्रिगर आउटपुट - 200 यूएस पल्स।
7. टी 2 : एससीआर टी 2 के लिए ट्रिगर आउटपुट - 200 यूएस पल्स।
8. VdclN : 24V @ 2A अनियमित DC आपूर्ति यहाँ उपलब्ध है
9. ऑन : डीसी आपूर्ति के लिए ऑन/ऑफ स्विच।
10. फ्यूज: 2 एम्प्स ग्लास फ्यूज डीसी पावर सप्लाई सुरक्षा।
11. + : स्विच और फ्यूज के बाद डीसी पावर आपूर्ति बिंदु।
12. डी : फ्री व्हीलिंग डायोड - BYQ 28 200.
13. टी1 और टी2 :एससीआरएस - टीवाईएन 616.
14. ट्रांजिस्टर टीआईपी 122.
15. विनिमय

प्रेरण – LI : 250 mH.
 - L2 : 500 mH
 - L3 : 1 mH.

16. विनिमय

धारिता – C1: 4.7 mF / 100V
 - C2 : 10.0 mF / 100V

बैक पैनल विवरण:

बिल्ट-इन फ्यूज होल्डर के साथ मेन सॉकेट । फ्यूज होल्डर के साथ एक अतिरिक्त फ्यूज भी होता है सर्किट में फ्यूज खराब हो जाने पर, उड़ा हुआ फ्यूज हटा दें और उसकी जगह अतिरिक्त फ्यूज लगा दें।

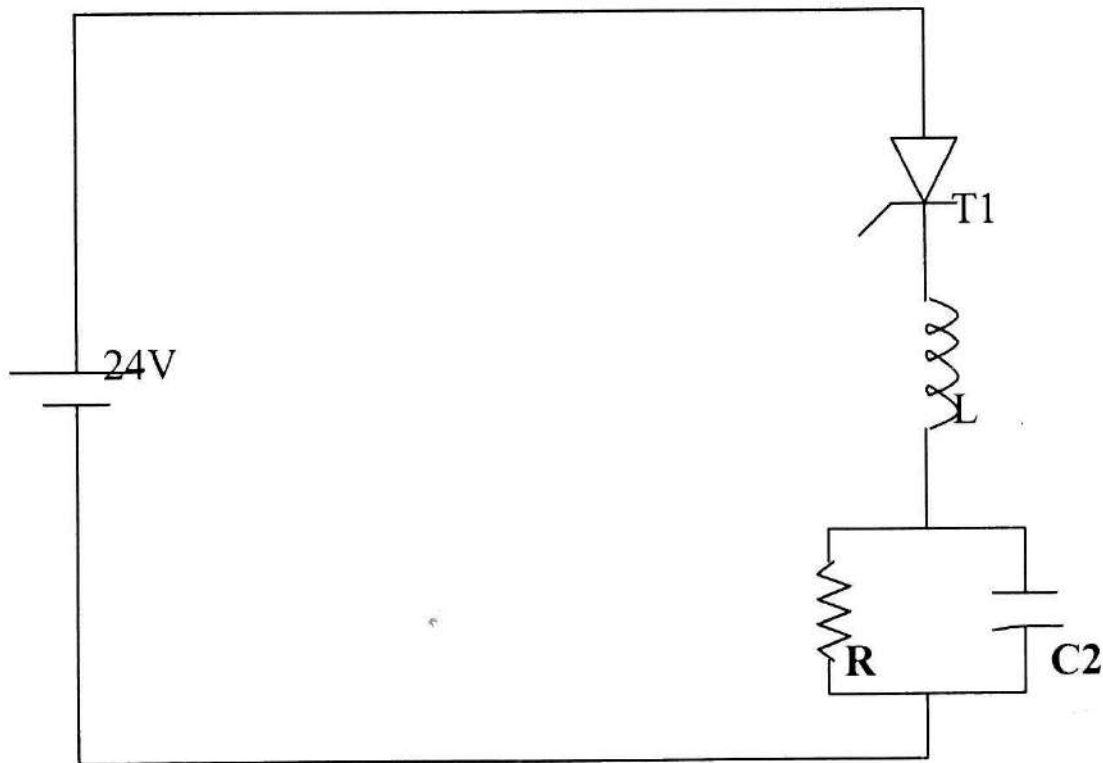
प्रक्रिया :

1. यूनिट में मेन सप्लाई चालू करें और फ्रीक्वेंसी और ड्यूटी साइकिल पोटेंशियोमीटर को बदलकर ट्रिगर आउटपुट का निरीक्षण करें और सुनिश्चित करें कि पावर सर्किट से कनेक्ट करने से पहले पल्स आउटपुट उचित हैं । डीसी इनपुट पॉइंट्स के बीच डीसी पावर सप्लाई की जाँच करें।
2. सभी उपकरणों की जाँच करें। SCRs के गेट और कैथोड के बीच प्रतिरोध की जाँच करें।
3. एनोड और कैथोड के बीच प्रतिरोध की जाँच करें। डायोड और उसकी ध्रुवता की जाँच करें। ट्रांजिस्टर और उसकी ध्रुवता की जाँच करें। डीसी इनपुट के साथ श्रृंखला में फ्यूज की जाँच करें।

क्लास ए कम्यूटेशन: - (प्रतिध्वनि भार द्वारा स्व-कम्यूटेशन)

LC लोड की धारा को उलटने वाली संपत्ति डिवाइस को कम्यूटेशन के लिए बाध्य करेगी। LC और R मानों को इस तरह से चुना जाता है कि सर्किट अंडरडैम्प्ड हो।

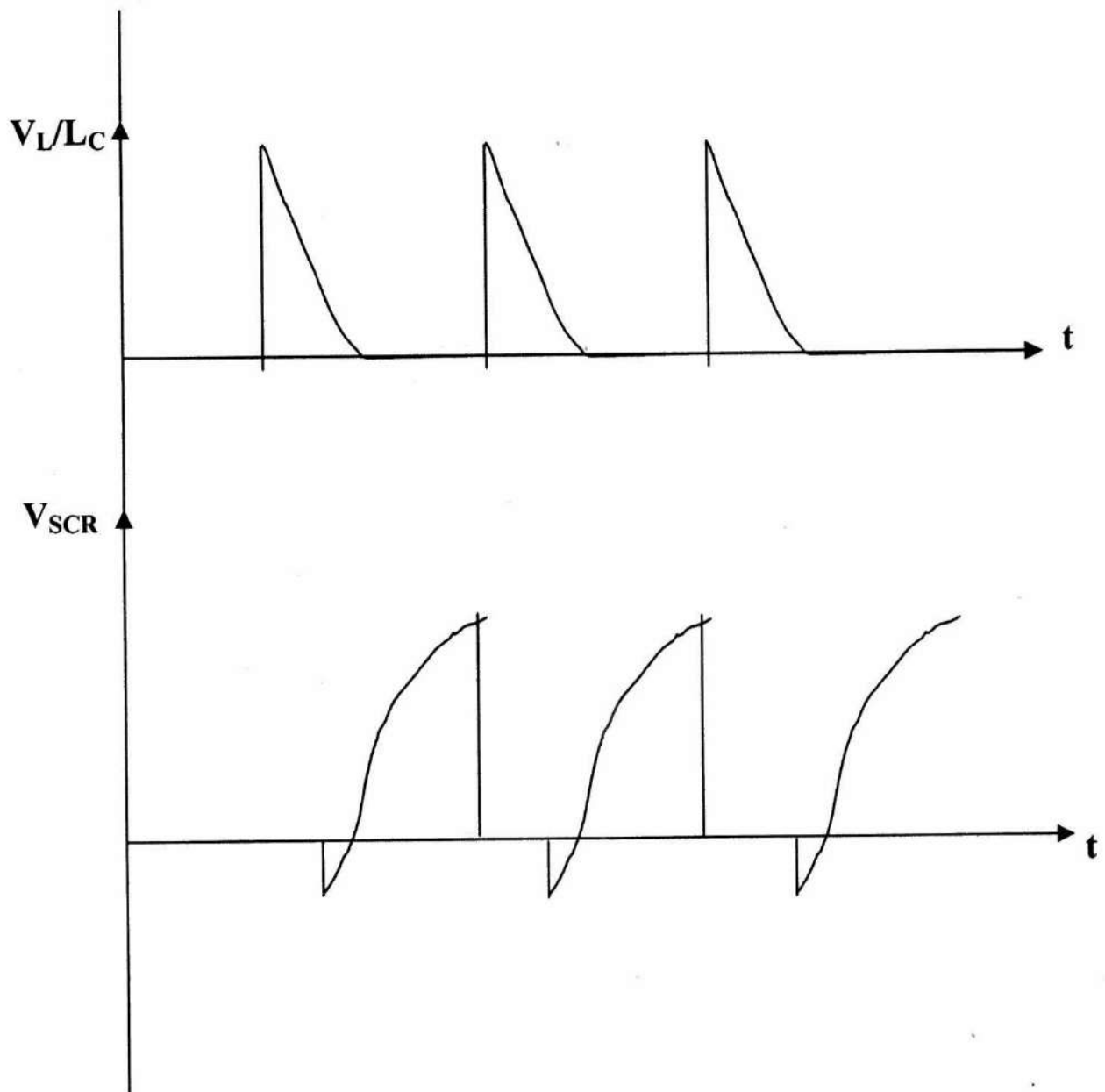
चूंकि कम्यूटेशन तत्व निरंतर आधार पर लोड करंट ले जाते हैं। ये रेटिंग आम तौर पर उच्च होती हैं। कम आवृत्ति संचालन के लिए L & C के बड़े मूल्य की आवश्यकता होती है, जिससे कम्यूटेशन सर्किट की लागत निषेधात्मक हो जाती है। यह कम्यूटेशन आमतौर पर 400 हर्ट्ज से अधिक आवृत्तियों पर संचालित होने वाले श्रृंखला इन्वर्टर में नियोजित होता है।



प्रक्रिया: -

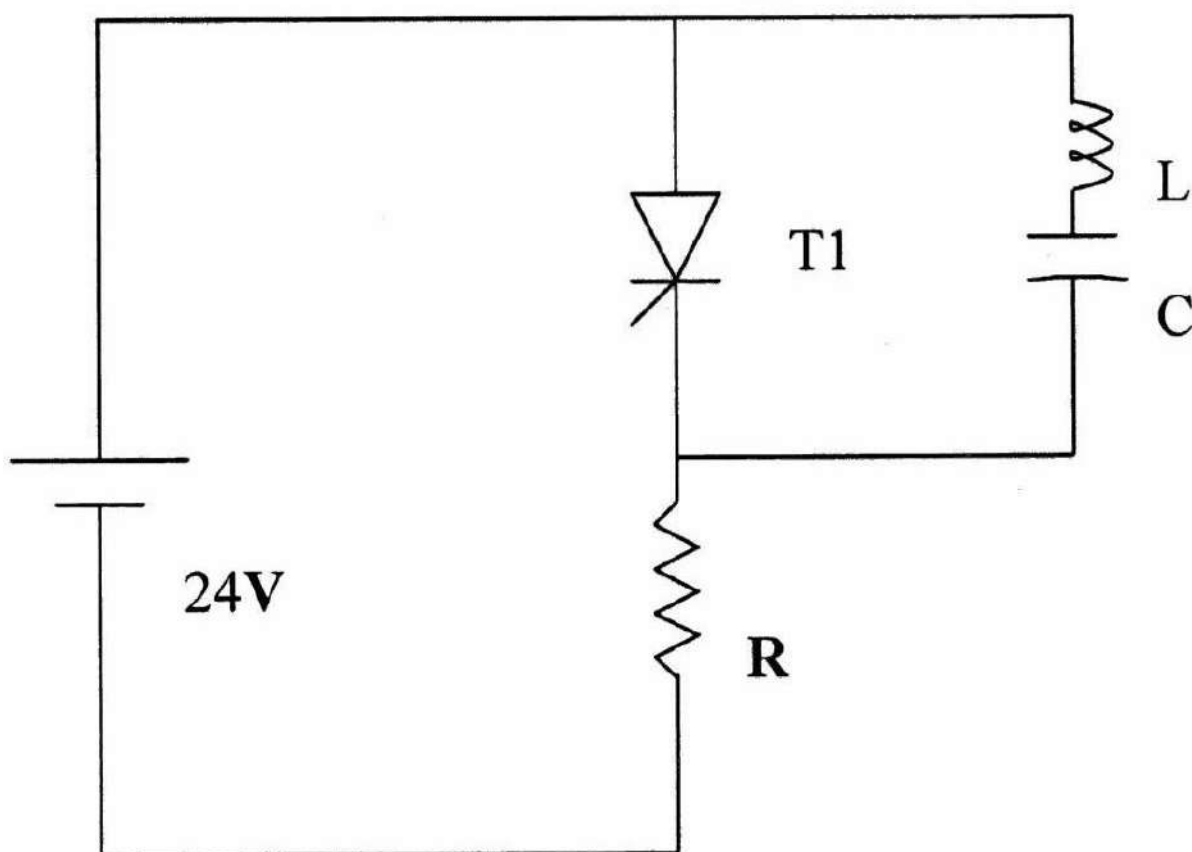
- 1) पावर सर्किट में इंटरकनेक्शन बनाएं जैसा कि सर्किट आरेख में दिखाया गया है।
- 2) ट्रिगर आउटपुट T1 को SCR T1 के गेट और कैथोड से कनेक्ट करें।
- 3) पावर सर्किट में डीसी सप्लाई चालू करें और आवृत्ति पोटेंशियोमीटर को बदलकर लोड पर वोल्टेज तरंग का निरीक्षण करें।
- 4) इस प्रयोग में ड्यूटी साइकिल पोटेंशियोमीटर का कोई उपयोग नहीं है।
- 5) L, C और R के विभिन्न मानों के लिए यही दोहराएं।

क्लास ए कम्प्यूटेशन



क्लास-बी कम्यूटेशन: (एलसी सर्किट द्वारा स्व-कम्यूटेशन): -

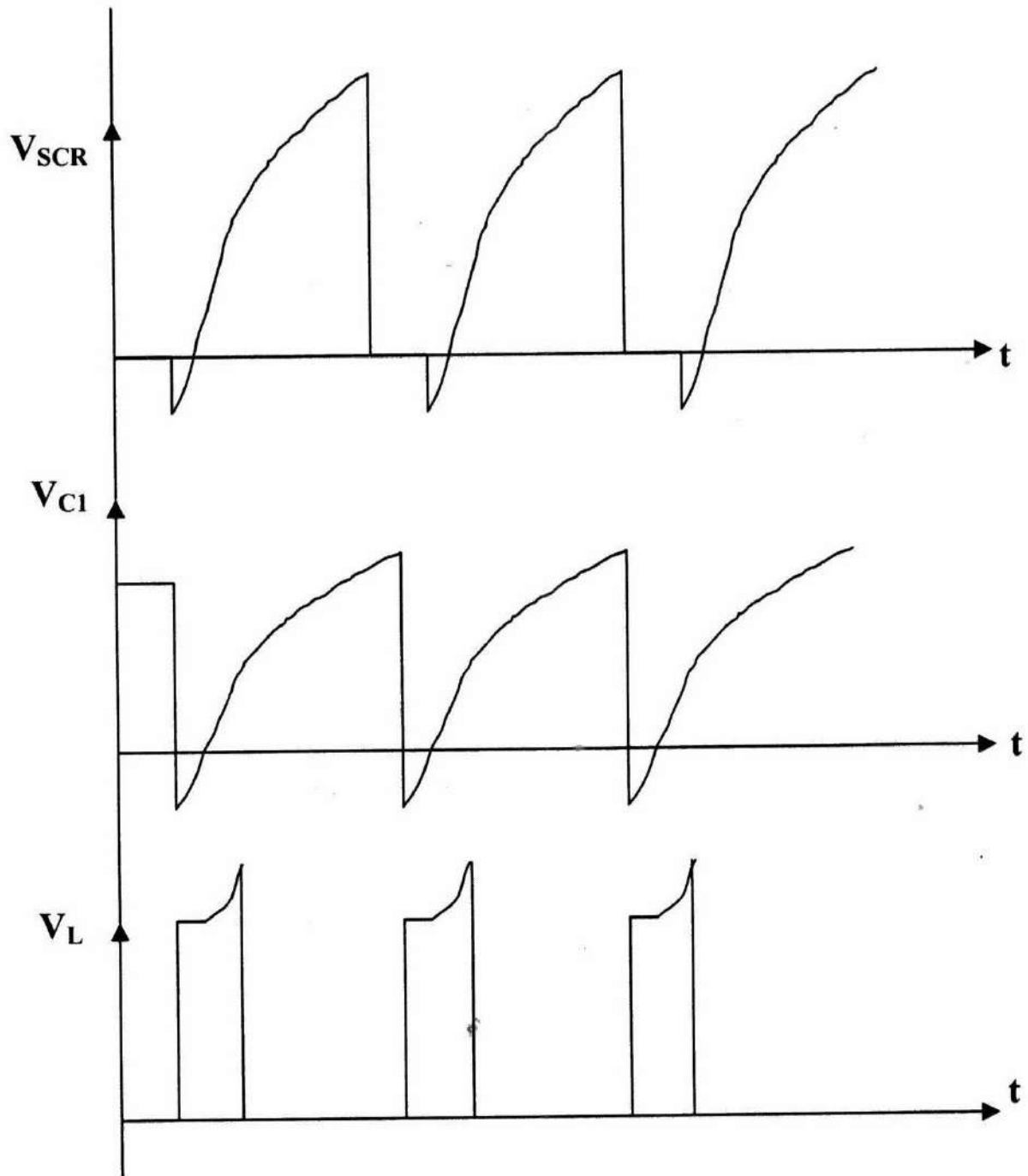
इस प्रकार के कम्यूटेशन में थाइरिस्टर से जुड़े अंडर डैम्प्ड LC सर्किट के ओवर स्विंगिंग द्वारा थाइरिस्टर पर रिवर्स वोल्टेज लगाया जाता है। ट्रिगर पल्स को गेट पर लागू करने से पहले कैपेसिटर सप्लाई वोल्टेज तक चार्ज हो जाता है। जब थाइरिस्टर को ट्रिगर किया जाता है, तो दो धाराएँ प्रवाहित होती हैं, बाहरी सर्किट के माध्यम से एक लोड करंट और LC सर्किट और थाइरिस्टर के माध्यम से विपरीत दिशा में करंट का एक पल्स। यह अनुनाद धारा थाइरिस्टर को बंद कर देती है।



प्रक्रिया: -

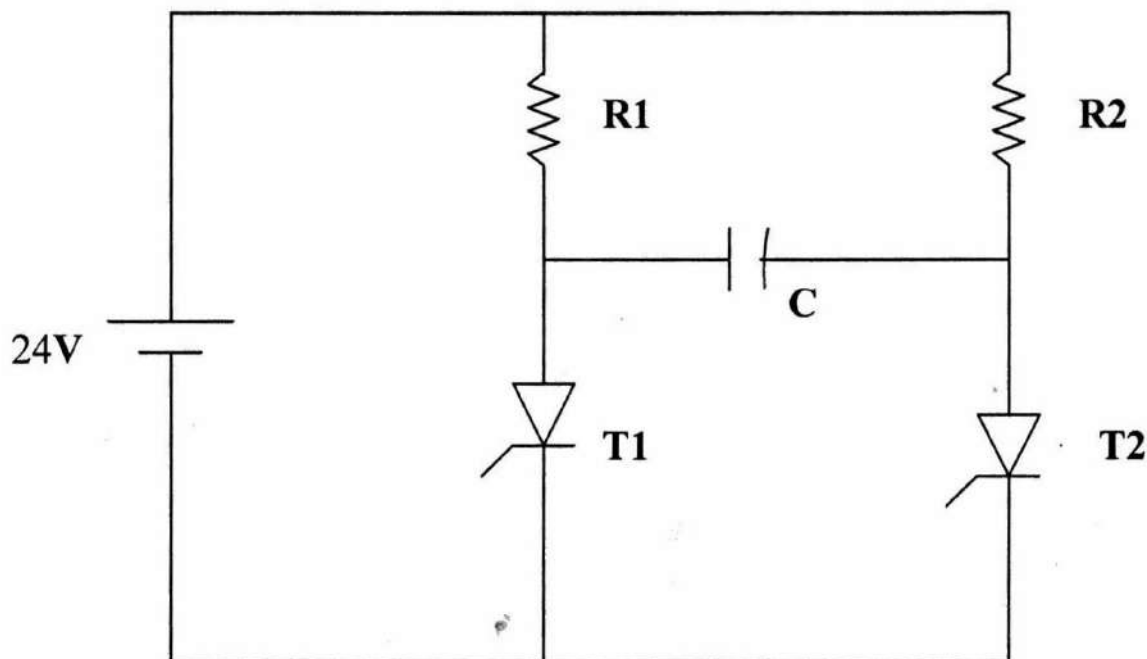
- 6) सर्किट आरेख में दिखाए अनुसार इंटरकनेक्शन बनाएं, ट्रिगर आउटपुट T1 को SCR T1 के गेट और कैथोड से कनेक्ट करें।
- 7) पावर सर्किट में डीसी सप्लाई चालू करें और आवृत्ति, पोटेंशियोमीटर को बदलकर लोड पर वोल्टेज तरंगों के रूपों का निरीक्षण करें। इस प्रयोग में ड्यूटी साइकिल पोटेंशियोमीटर का कोई उपयोग नहीं है।
- 8) L, C और R के विभिन्न मानों के लिए यही दोहराएं

क्लास बी कम्प्यूटेशन



क्लास-सी (मानार्थ) कम्प्यूटेशन: -

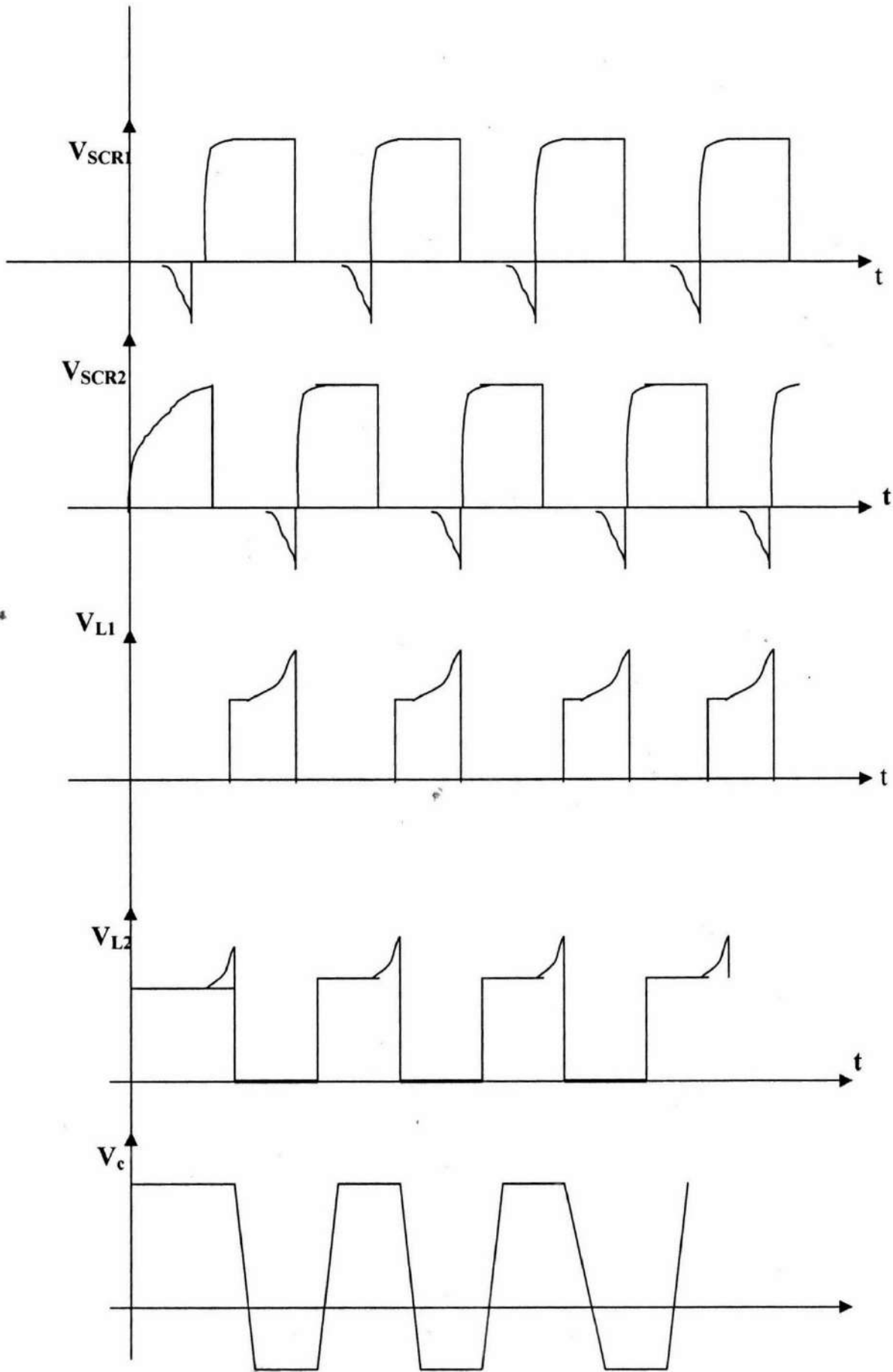
इस कम्प्यूटेशन का उपयोग दो लोड के बीच करंट ट्रांसफर करने के लिए किया जाता है। एक थाइरिस्टर की फायरिंग दूसरे को कम्प्यूट करती है। दोनों थाइरिस्टर लोड करंट का संचालन कर रहे हैं। हालाँकि कुछ मामलों में (चॉपर) टर्न-ऑफ के लिए इस्तेमाल किया जाने वाला थाइरिस्टर चार्जिंग के लिए आवश्यक करंट की बहुत कम मात्रा ले सकता है। ऐसे मामले में थाइरिस्टर को सहायक थाइरिस्टर कहा जाता है।



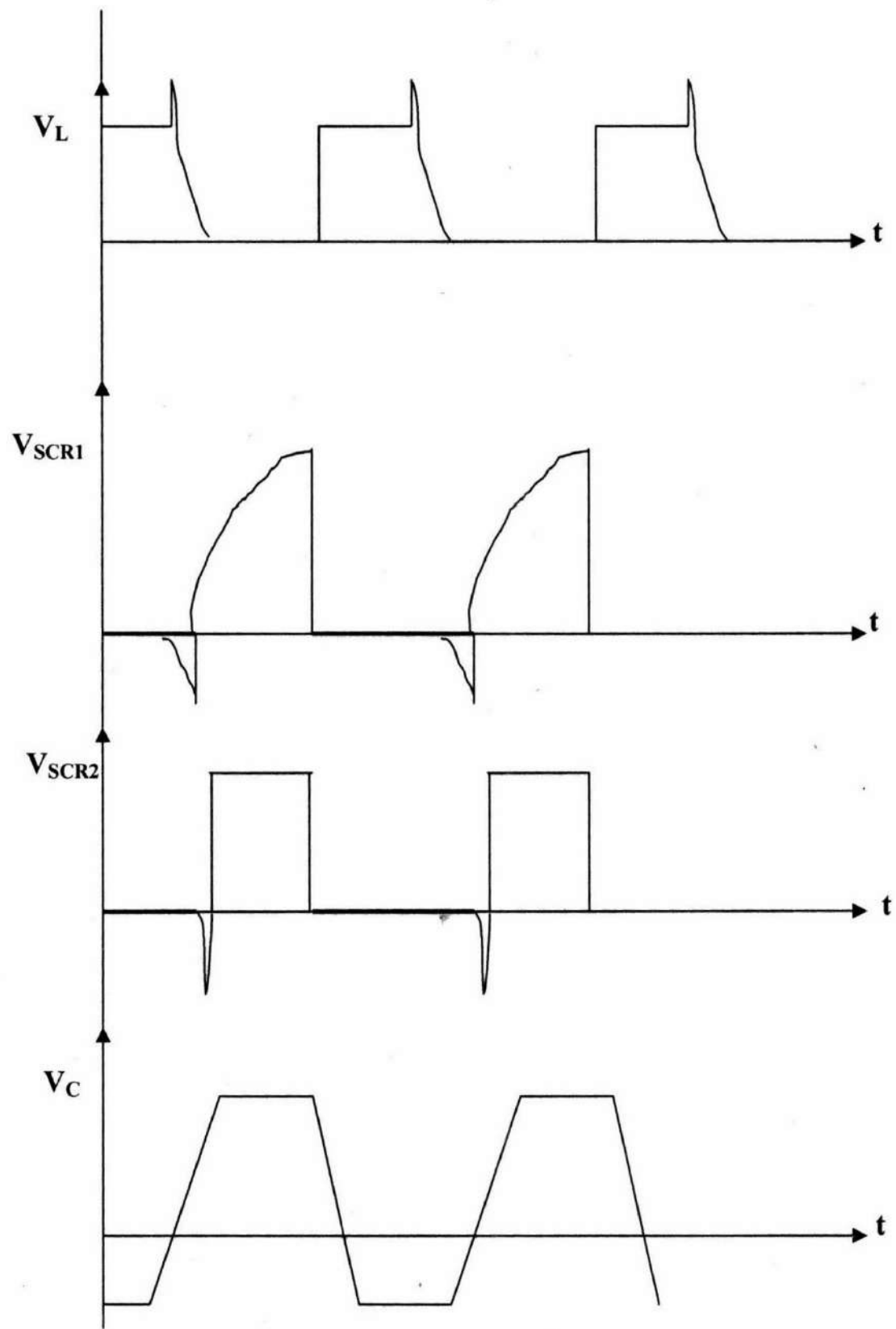
प्रक्रिया:

- 9) सर्किट आरेख में दिखाए अनुसार इंटरकनेक्शन बनाएं। फायरिंग सर्किट से T1 और T2 को थाइरिस्टर T1 और T2 के गेट और कैथोड से कनेक्ट करें।
- 10) आवृत्ति और ड्यूटी साइकिल पोटेंशियोमीटर को परिवर्तित करके R1, R2, C पर तरंग रूपों का निरीक्षण करें।
- 11) इस सर्किट में C और R के विभिन्न मानों के लिए यही दोहराएँ, L का कोई उपयोग नहीं है।

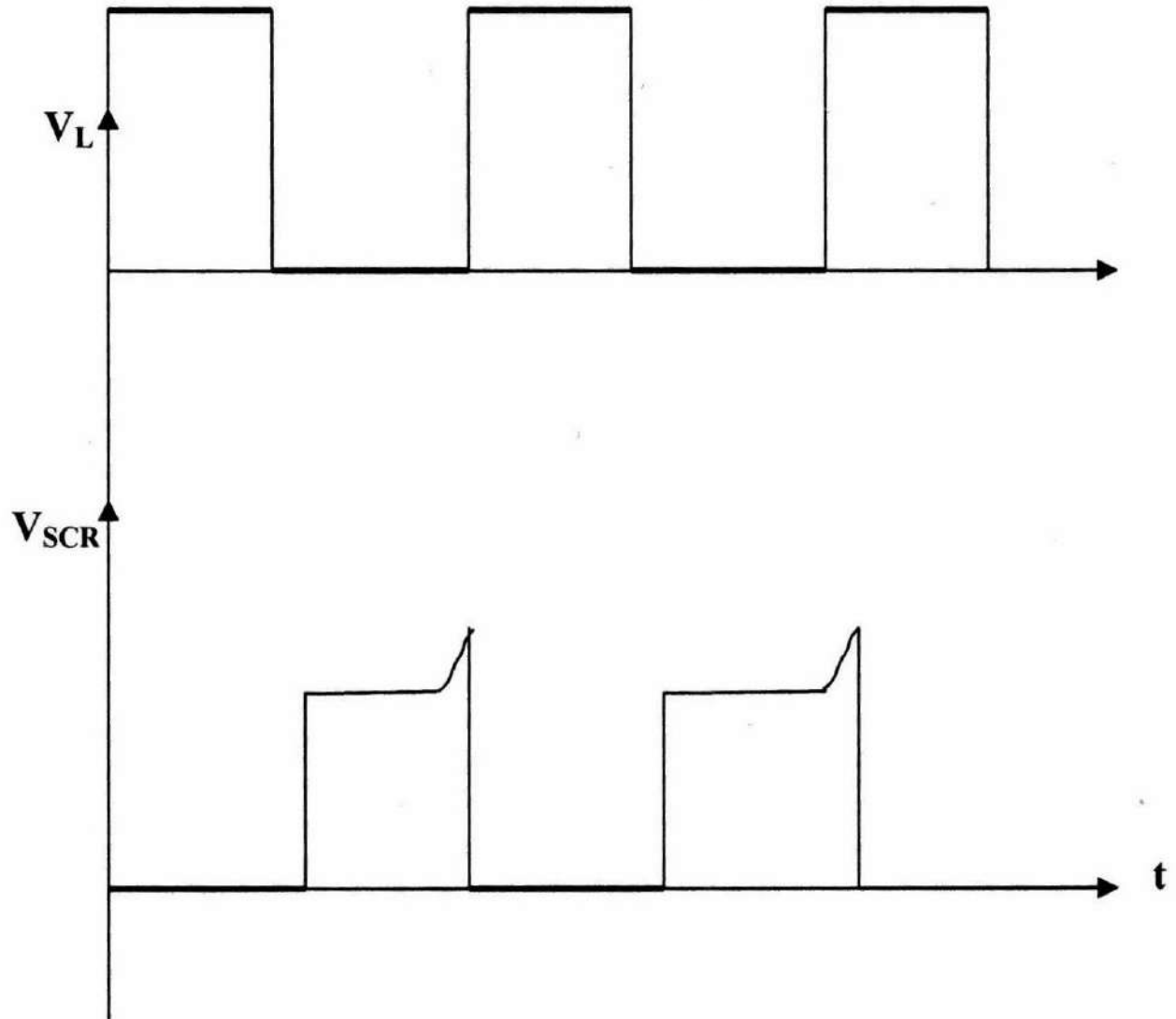
क्लास सी कम्प्यूटेशन



क्लास डी कम्प्यूटेशन



क्लास ई-कम्यूटेशन



Experiment no. 4

Objective: To perform UJT firing circuit and study DSO

CONTENTS

- 1. FRONT PANEL DETAILS**
- 2. BACK PANEL DETAILS**
- 3. THEORY**
- 4. CONNECTION DIAGRAM FOR UJT RELAXATION
OSCILLATOR**
- 5. CONNECTION DIAGRAM FOR UJT FIRING CIRCUIT**

.....

UJT FIRING CIRCUIT – UJF

This unit consists of the following components to study firing of SCR using UJT relaxation oscillator. This can also be used to study UJT relaxation oscillator in unsynchronized mode.

- a) A step down transformer – 20V / 1A.
- b) UJT relaxation oscillator circuit.
- c) Pulse transformer isolation for SCR triggering.
- d) SCR.

This unit can be used to trigger triac and also 2 SCR's can be triggered in the following power circuits.

- a) Single phase Half wave converter – 1SCR.
- b) Single phase Full wave converter – 2SCRs.
- c) Single phase Half controlled bridge converter – 2SCR's 2diodes.
- d) Single phase AC phase control using SCRs – 2SCR's
- e) Single phase AC phase control using Triac.

This unit can also be used to study oscillator circuit using UJT.

FRONT PANEL DETAILS: -

- | | | |
|-----------------------|---|---|
| 1. MAINS | : | AC Supply ON/OFF switch to the unit with builtin indicator. |
| 2. AC | : | 20V / 1A AC supply for UJT relaxation oscillator and SCR firing from a step down transformer. |
| 3. CF | : | Filtering capacitor – 100mF/35V to study relaxation oscillator using UJT. In this exptt. Short Cf terminal to diode Bridge O/p to get filtered rectified DC and the UJT relaxation oscillator works in asynchronous mode. |
| 4. DZ | : | Zener diode – 15V/1Watt. To limit the supply to UJT. |
| 5. RC | : | Potentiometer to vary the firing angle in synchronous mode and to vary the frequency of oscillator in asynchronous mode. |
| 6. UJT | : | 2N 2646. |
| 7. B1, B2, E | : | Basel, Base2 and emitter points of UJT. |
| 8. T1 & T1 | : | Pulse Transformer isolated pulse O/ps to trigger SCR. |
| 9. SCR | : | TYN 612 – 12A/600V. |

A – Anode K – cathode & G – Gate points.

BACK PANEL DETAILS: -

1. Two Pin mains cable.
2. Fuse holder. Fuse – 1A fast blow glass fuse.

PROCEDURE:

1. Firing of SCR using UJT.

Switch ON the mains supply observe and note down the wave forms at the different points in the circuit and also the trigger O/ps – T1, & T1'. Make sure that the pulse transformer O/ps T1 & T1' are proper and synchronized.

Now make the connections as given the circuit diagram using AC source, UJT relaxation Oscillator, SCR and a suitable load.

Now switch ON the mains supply, observe and note down the output waveforms across load And SCR. Draw the wave forms at different firing angle – 120, 90 & 60. In the UJT firing Circuit the firing angle can be varied from 1500 – 300 approximately. We cannot vary from Exact 00- 1800 as we vary in single phase converter firing circuit.

This is one of the simplest method of SCR triggering. We can also fire SCR's in the different Power circuits as described earlier.

2. UJT Relaxation Oscillator:

To Study oscillator using UJT, short CF to the diode bridge rectifier to get filtered DC output. Now we will get the equidistant pulses at the o/p of pulse transformer. The frequency of the pulses can be varied by varying the potentiometer RC.

THEORY

UJT TRIGGERING CIRCUIT:

The charging rate of the capacitor C is varied as the Rc pot is varied. When capacitor voltage reaches the threshold voltage (nV_{bb}) of the UJT, the UJT is turned on. The capacitor discharged quickly through the pulse transformer. And a pulse (V_g) is produced at the secondary of the pulse transformer in every discharging period of the capacitor. These output pulses of the relaxation oscillator, as this UJT circuit is commonly known, are synchronized with respect to the applied ac voltage and are used for firing thyristors. The pulse transformer provides isolation between the power & firing circuits. The angle between the initial point of a half – cycle and the first pulse in a half – cycle, is the firing angle of the thyristor. Other pulses in the half-cycle have no effect because once a thyristor is turned on, it can be turned off only after the anode – current reaches below the holding current of the thyristor.

Observe the voltage waveforms at different points in the circuit. It can also be observed that the period t between the pulses in a half – cycle is approximately given by RC , where R is the total resistance of the charging circuit. Since $t = RC \log e$

Where n intrinsic stand – off ratio of the UJT. It generally, varies from 0.65 to 0.8. If $n = 0.65$ then $t \approx RC$.

Two essential requirements are given below to ensure that the firing pulses of a UJT firing circuit, can fire the thyristor.

1. The stored capacitor energy (P_c) at the instant of the switching of the UJT, must be greater than the minimum energy required by the gate – cathode junction for firing the thyristor.

$$P_c = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} (n V_{bb})^2 C$$

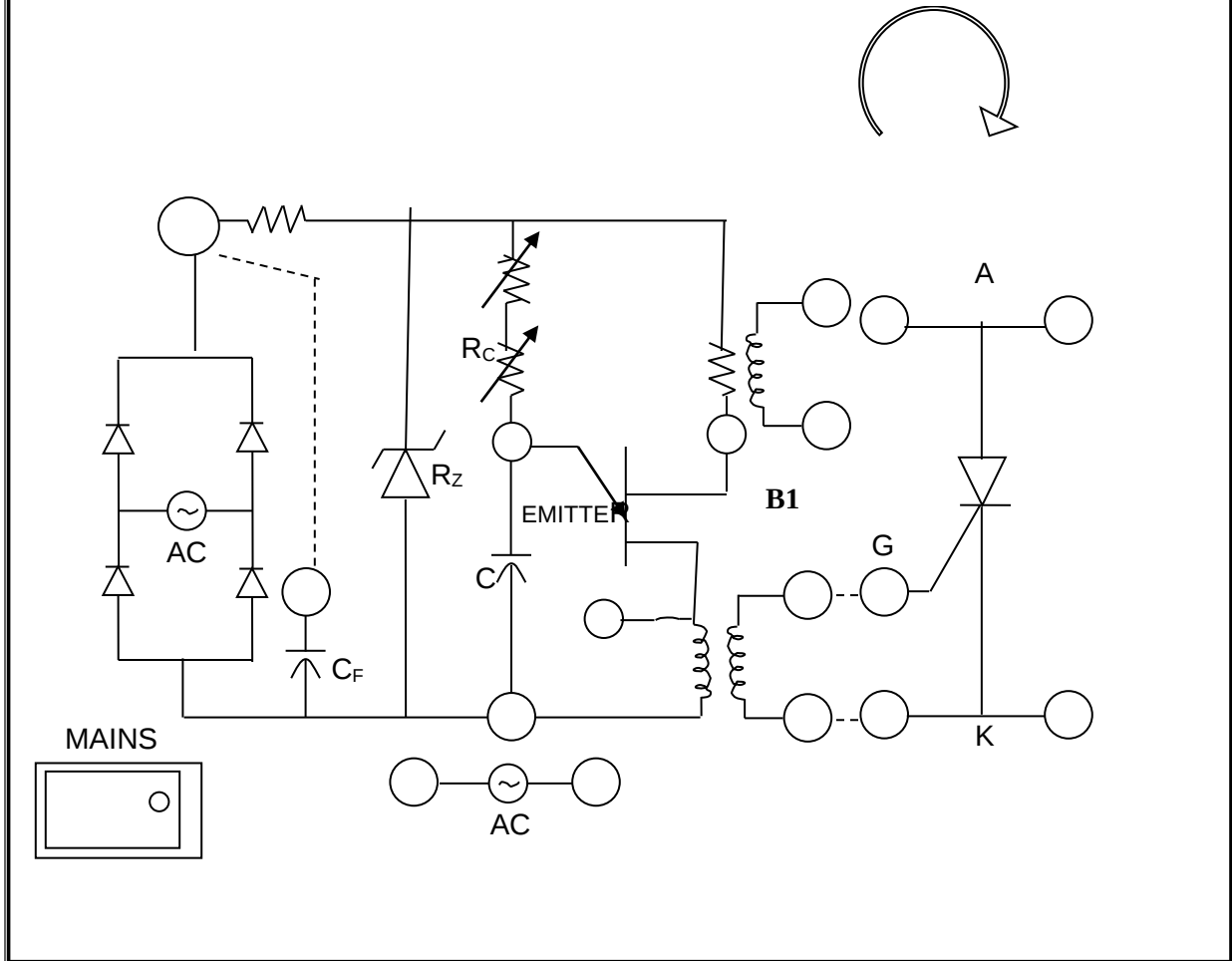
2. And total charging resistance R of the capacitor must satisfy the equation

$$V_{bb} - \frac{V_p}{I_p} > R > \frac{V_{bb} - V_v}{I_v}$$

We are

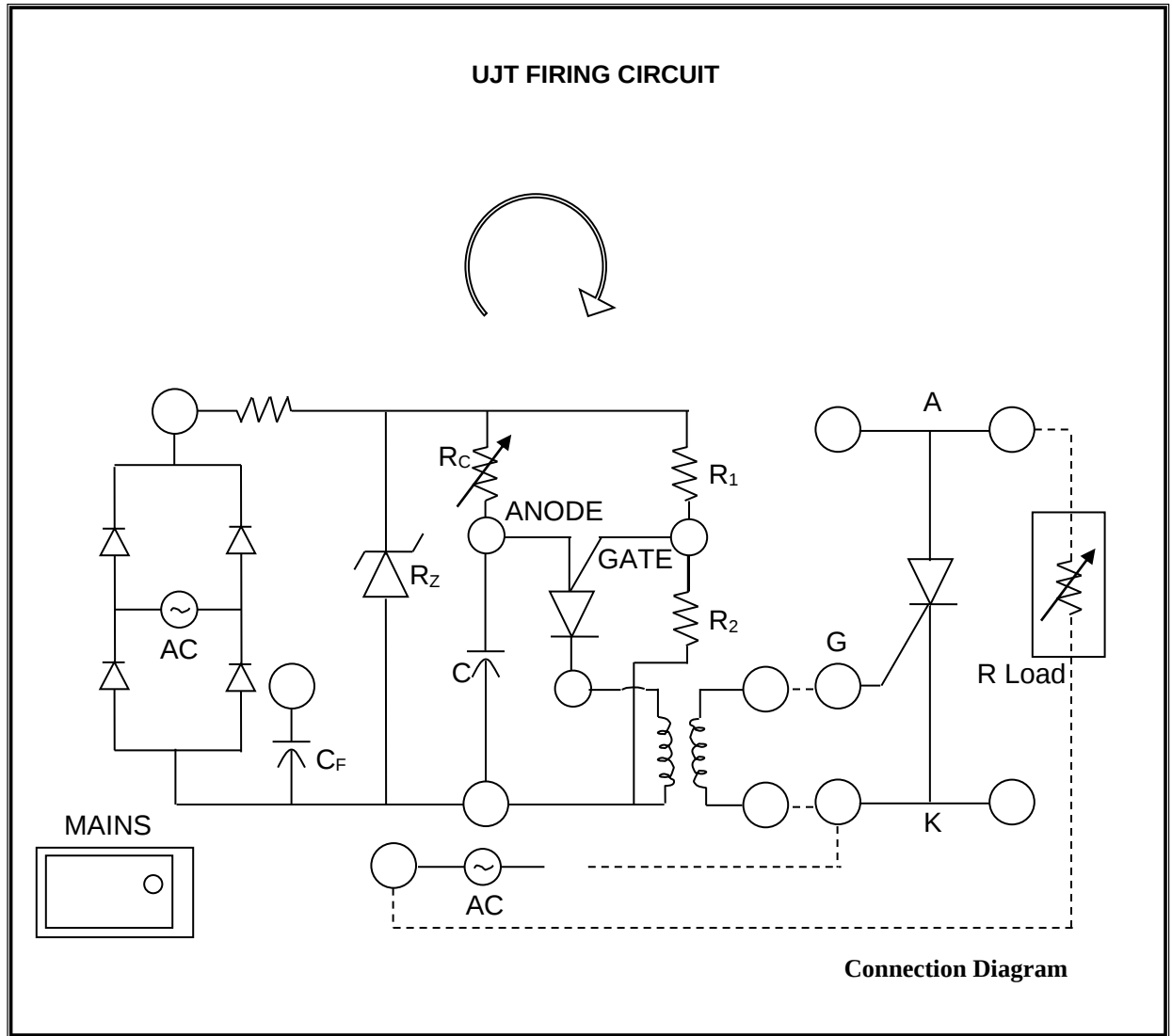
V_p	:	Emitter voltage at peak point in the UJT characteristics
I_p	:	Emitter current at peak point in the UJT characteristics
V_v	:	Emitter voltage at valley point in the UJT characteristics
I_v	:	Emitter current at valley point in the UJT characteristics
V_{bb}	:	Applied dc voltage at the base – 2 (B_2) of the UJT.

HALF & FULL WAVE RECTIFIER USING UJT



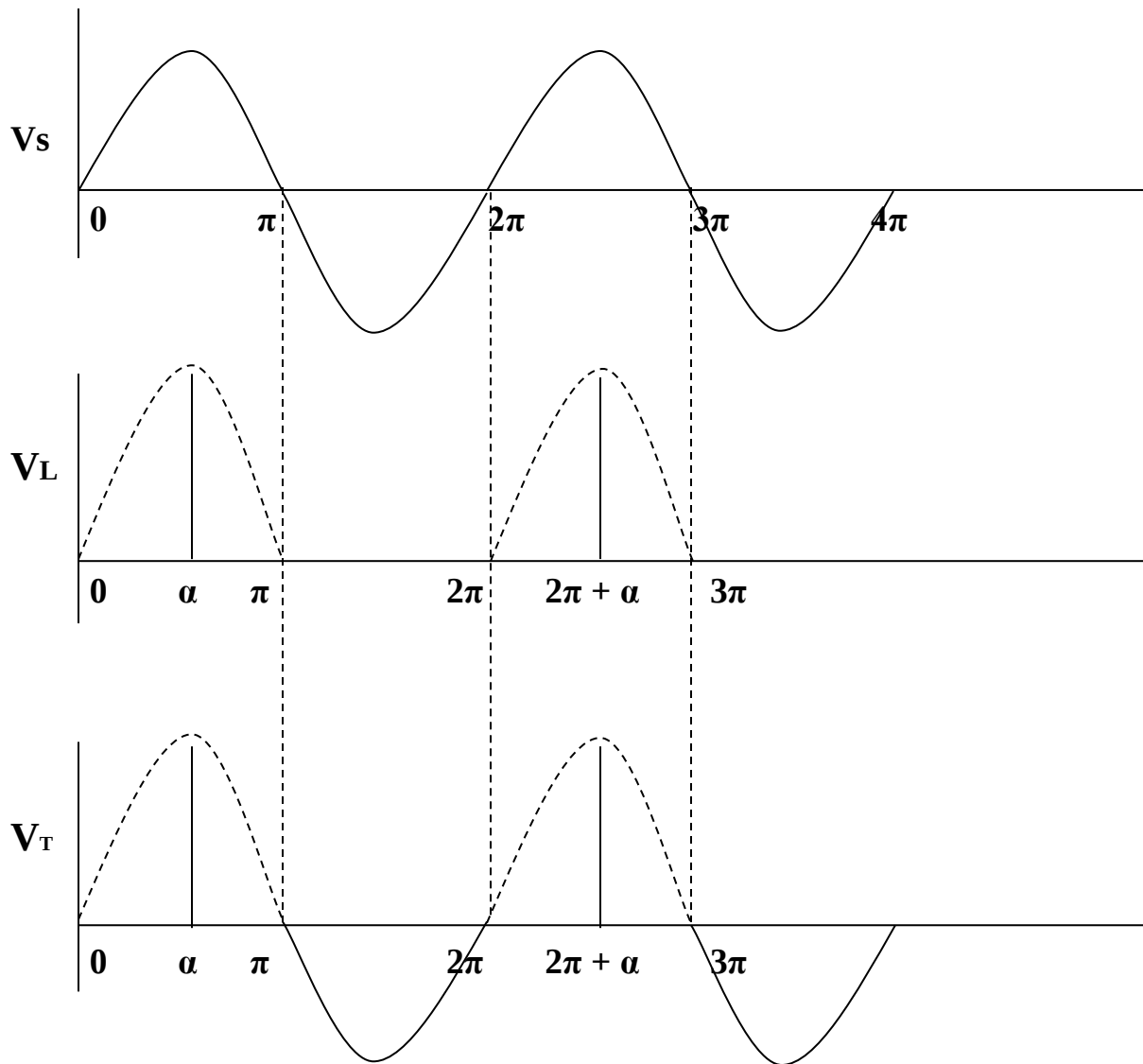
Connection Diagram for UJT Relaxation Oscillator

UJT FIRING CIRCUIT



UJT FIRING CIRCUIT

VARIOUS WAVEFORMS FOR HALF WAVE CONVERTER USING UJT



प्रयोग क्रमांक- 4

UIT फायरिंग परिपथ का निष्पादन करना और DSO का अध्ययन करना।

अंतर्वस्तु

1. फ्रंट पैनल विवरण
2. बैक पैनल विवरण
3. लिखित
4. यूजेटी रिलैक्सेशन ऑसिलेटर के लिए कनेक्शन आरेख
5. यूजेटी फायरिंग सर्किट के लिए कनेक्शन आरेख

यूजेटी फायरिंग सर्किट - यूजेफ

इस इकाई में UJT रिलैक्सेशन ऑसिलेटर का उपयोग करके SCR की फायरिंग का अध्ययन करने के लिए निम्नलिखित घटक शामिल हैं। इसका उपयोग अनसिंक्रोनाइज्ड मोड में UJT रिलैक्सेशन ऑसिलेटर का अध्ययन करने के लिए भी किया जा सकता है।

- a) स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर - 20V / 1A.
- b) यूजेटी रिलैक्शेशन ऑसिलेटर सर्किट।
- c) एससीआर ट्रिगरिंग के लिए पल्स ट्रांसफार्मर अलगाव।
- d) एससीआर.

इस इकाई का उपयोग ट्रायैक को ट्रिगर करने के लिए किया जा सकता है और साथ ही 2 एससीआर को निम्नलिखित पावर सर्किट में ट्रिगर किया जा सकता है।

- a) एकल फेस अर्ध तरंग कनवर्टर - 1 एससीआर.
- b) एकल फेस पूर्ण तरंग कनवर्टर - 2 एससीआर.
- c) एकल फेस अर्ध नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर - 2 एससीआर, 2 डायोड।
- d) एससीआर का उपयोग करके एकल फेस एसी फेस नियंत्रण - 2 एससीआर
- e) ट्रायैक का उपयोग करके एकल फेस एसी फेस नियंत्रण .

इस इकाई का उपयोग यूजेटी का उपयोग करके ऑसिलेटर सर्किट का अध्ययन करने के लिए भी किया जा सकता है।

फ्रंट पैनल विवरण: -

1. **मुख्य** : अंतर्निहित सूचक के साथ इकाई के लिए एसी आपूर्ति चालू/बंद स्विच ।
2. **एसी** : यूजेटी रिलैक्सेशन ऑसिलेटर और एससीआर के लिए 20V/1A एसी आपूर्ति स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर से फायरिंग ।
3. **सीएफ** : फिल्टरिंग कैपेसिटर - 100mF/35V विश्राम दोलक का अध्ययन करने के लिए UJT का उपयोग करना । इस प्रयोग में । Cf टर्मिनल को O/p पर diode Bridge शॉर्ट करें फिल्टर किए गए सुधारित डीसी और यूजेटी विश्राम दोलित्र प्राप्त करने के लिए काम करता है।
4. **DZ** : जेनर डायोड - 15V/1Watt. UJT तक आपूर्ति सीमित करने के लिए ।
5. **आरसी** : सिंक्रोनस मोड में फायरिंग कोण को बदलने के लिए पोटेंशियोमीटर और अतुल्यकालिक मोड में दोलक की आवृत्ति को बदलने के लिए ।
6. **यूजेटी** : 2N 2646.

7. B1, B2, E : Base1, Base2 और UJT का उत्सर्जक बिंदु।

8. T1 और T1' : पल्स ट्रांसफार्मर एससीआर को ट्रिगर करने के लिए पल्स ओ/ पीएस को अलग करता है।

9. एससीआर : टीवाईएन 612 - 12ए/600वी.

A - एनोड K - कैथोड और G - गेट पॉइंट.

बैक पैनल विवरण: -

1. दो पिन मुख्य केबल.
2. फ्यूज होल्डर। फ्यूज - 1A फास्ट ब्लो ग्लास फ्यूज।

प्रक्रिया:

1. यूजेटी का उपयोग करके एससीआर की फायरिंग।

मुख्य आपूर्ति को चालू करे एवं सर्किट में विभिन्न बिंदुओं पर तरंग रूपों का निरीक्षण करें और उन्हें नोट करें और O/ ps - T1, & T1' भी ट्रिगर करे । सुनिश्चित करें कि पल्स ट्रांसफॉर्मर O/ ps T1 और T1' उचित एवं समकालिक हैं।

अब एसी स्रोत, यूजेटी रिलेक्शेशन ऑसिलेटर, एससीआर और उपयुक्त लोड का उपयोग करके सर्किट आरेख के अनुसार कनेक्शन बनाएं

अब मुख्य आपूर्ति चालू करें, लोड और एससीआर पर आउटपुट तरंगों का निरीक्षण करें और नोट करें । अलग-अलग फायरिंग कोण पर तरंग रूपों को ड्रा करें - 120, 90 और 60। यूजेटी फायरिंग में सर्किट में फायरिंग एंगल को लगभग 1500 - 300 से बदला जा सकता है। हम सटीक 00- 1800 इससे अलग नहीं हो सकते क्योंकि हम एकल फेस कनवर्टर फायरिंग सर्किट में भिन्न होते हैं।

यह SCR ट्रिगरिंग की सबसे सरल विधि में से एक है । हम SCR को अलग-अलग तरीकों से भी फायर कर सकते हैं जैसा कि पहले पावर सर्किट में बताया गया है।

2. यूजेटी रिलैक्सेशन ऑसिलेटर:

यूजेटी का उपयोग करके ऑसिलेटर का अध्ययन करने के लिए, फ़िल्टर किए गए डीसी आउटपुट प्राप्त करने के लिए डायोड ब्रिज रेक्टिफायर को शॉर्ट सीएफ करें। अब हम पल्स ट्रांसफॉर्मर के ओ/पी पर समान दूरी वाले पल्स प्राप्त करेंगे। पोटेंशियोमीटर RC को बदलकर पल्स की आवृत्ति को बदला जा सकता है।

लिखित

यूजेटी ट्रिगरिंग सर्किट:

Rc पॉट बदलता है तो कैपेसिटर C की चार्जिंग दर बदलती रहती है। जब कैपेसिटर वोल्टेज UJT के थ्रेशोल्ड वोल्टेज (nV_{bb}) पर पहुँच जाता है, तो UJT चालू हो जाता है। कैपेसिटर जल्दी से पल्स ट्रांसफॉर्मर के माध्यम से डिस्चार्ज हो जाता है। और कैपेसिटर के प्रत्येक डिस्चार्जिंग अवधि में पल्स ट्रांसफॉर्मर के सेकेंडरी पर एक पल्स (V_g) उत्पन्न होता है। रिलैक्सेशन ऑसिलेटर के ये आउटपुट पल्स, जैसा कि इस UJT सर्किट को आमतौर पर जाना जाता है, लागू एसी वोल्टेज के संबंध में सिंक्रनाइज़ होते हैं और थाइरिस्टर को फायर करने के लिए उपयोग किए जाते हैं। पल्स ट्रांसफॉर्मर पावर और फायरिंग सर्किट के बीच आइसोलेशन प्रदान करता है। अर्ध-चक्र के प्रारंभिक बिंदु और अर्ध-चक्र में पहले पल्स के बीच का कोण, थाइरिस्टर का फायरिंग कोण होता है। अर्ध-चक्र में अन्य पल्स का कोई प्रभाव नहीं होता है क्योंकि एक बार थाइरिस्टर चालू होने के बाद, इसे तभी बंद किया जा सकता है जब एनोड-करंट थाइरिस्टर के होल्डिंग करंट से नीचे पहुँच जाता है।

सर्किट में विभिन्न बिंदुओं पर वोल्टेज तरंगों का निरीक्षण करें। यह भी देखा जा सकता है कि आधे चक्र में पल्स के बीच की अवधि t लगभग RC द्वारा दी जाती है, जहाँ R चार्जिंग सर्किट का कुल प्रतिरोध है।

चूँकि $t = RC \log e$

जहाँ n UJT का आंतरिक स्टैंड-ऑफ अनुपात है। यह आम तौर पर 0.65 से 0.8 तक बदलता रहता है।

यदि $n = 0.65$ तो $t \approx RC$.

यह सुनिश्चित करने के लिए कि यूजेटी फायरिंग सर्किट के फायरिंग पल्स, थाइरिस्टर को फायर कर सकते हैं, दो आवश्यक आवश्यकताएँ नीचे दी गई हैं।

1. के स्विचिंग के क्षण पर संग्रहित संधारित्र ऊर्जा (पीसी), थाइरिस्टर को फायर करने के लिए गेट-कैथोड जंक्शन द्वारा आवश्यक न्यूनतम ऊर्जा से अधिक होनी चाहिए।

$$\text{पीसी} = \frac{1}{2} CV^2 \text{ सी} = \frac{1}{2} (Envi \text{ बीबी})^2 \text{ सी}$$

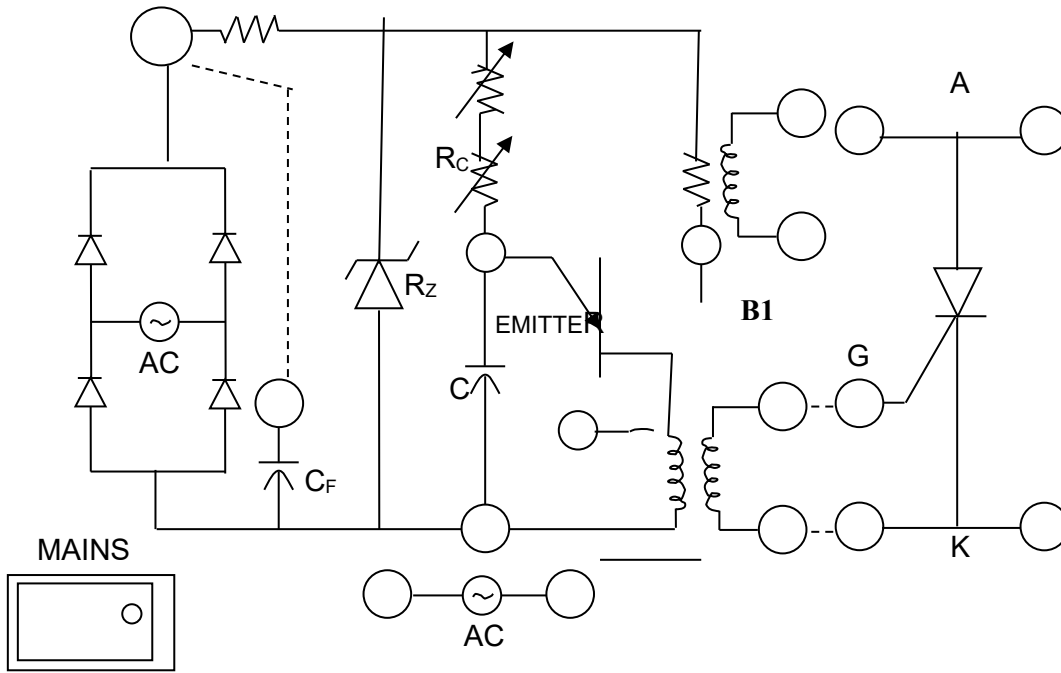
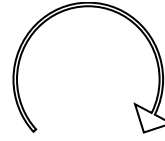
2. और संधारित्र का कुल चार्जिंग प्रतिरोध R समीकरण को संतुष्ट करना चाहिए

$$3. \quad V_{bb} - V_p > R > V_{bb} - V_v$$

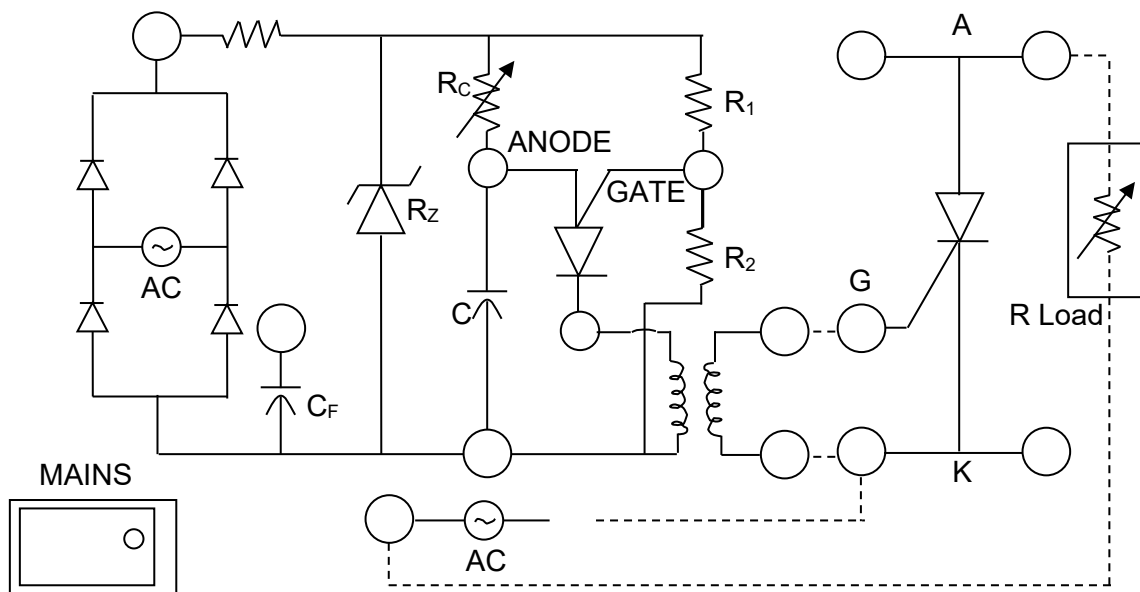
$$4. \quad I_p \quad I_v$$

वीपी	: यूजेटी विशेषताओं में शिखर बिंदु पर एमिटर वोल्टेज
आईपी	: यूजेटी विशेषताओं में शिखर बिंदु पर उत्सर्जक धारा
Vv	: UJT विशेषताओं में घाटी बिंदु पर उत्सर्जक वोल्टेज
चतुर्थ	: यूजेटी विशेषताओं में घाटी बिंदु पर उत्सर्जक धारा
Vbb	: UJT के आधार - 2 (B2) पर लागू डीसी वोल्टेज।

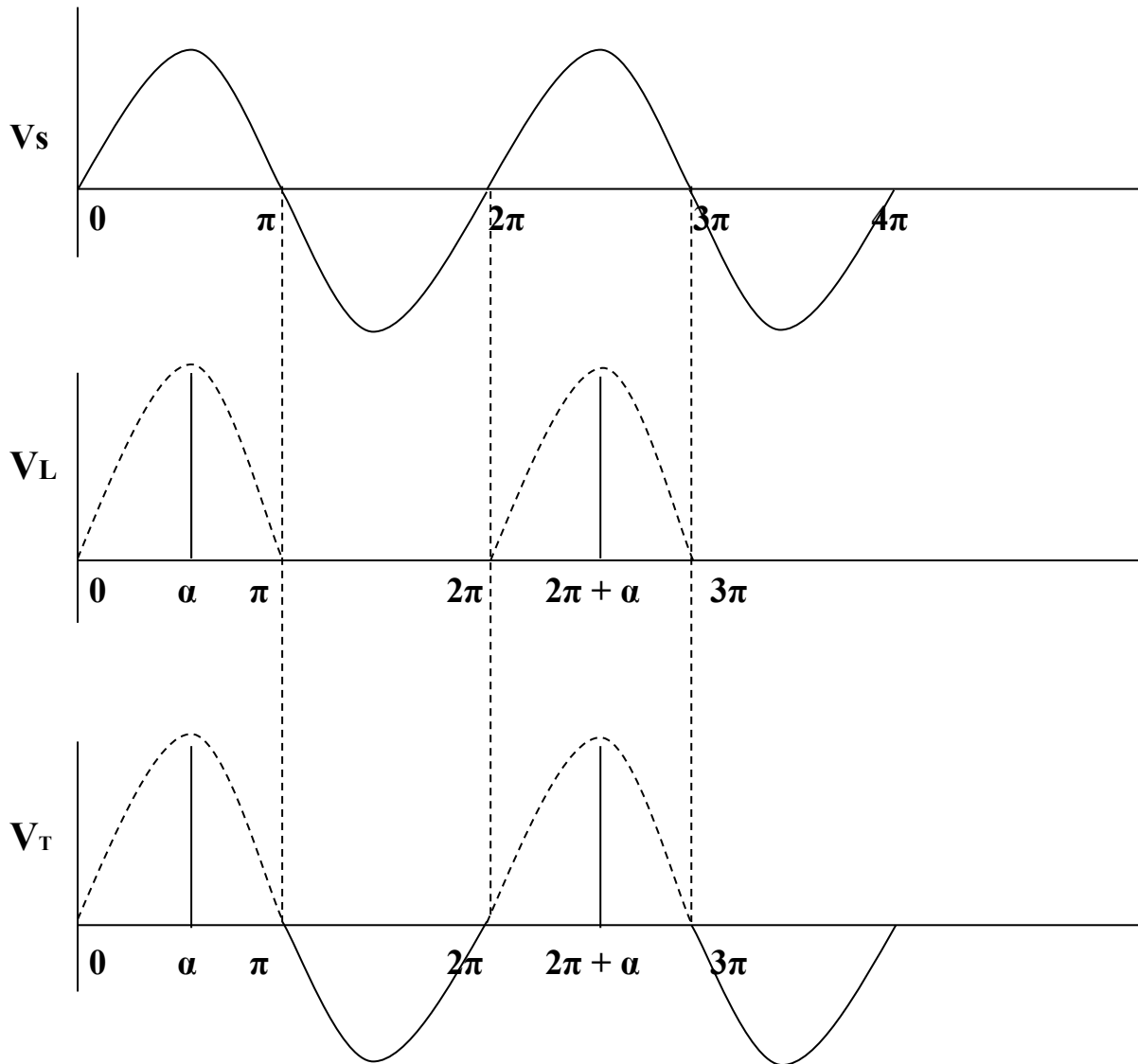
UJT का उपयोग करके अर्ध एवं पूर्ण तरंग दिष्टकारी



यूजेटी रिलैक्सेशन ऑसिलेटर के लिए कनेक्शन आरेख



UJT का उपयोग करके अर्ध तरंग कनवर्टर के लिए विभिन्न तरंगरूप



Experiment no. 5

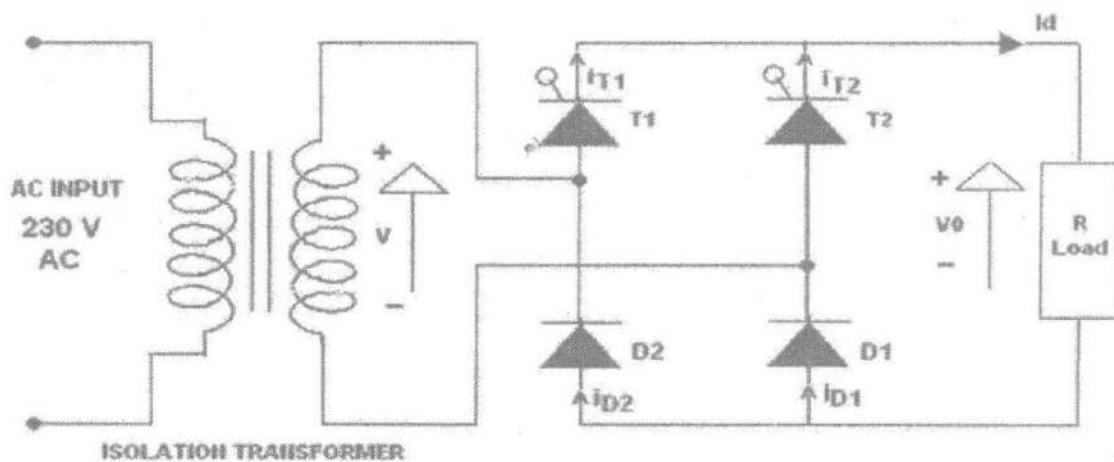
(A) SINGLE PHASE HALF CONTROLLED BRIDGE CONVERTER

AIM: To study the single phase half controlled bridge converter with R & RL Load.

Apparatus required :

S. No	Equipment	Range	Type	Quantity
1	Single phase half controlled bridge converter power circuit and firing circuit			
2	CRO with deferential MODEL			
3	Patch chords and probes			
4	Isolation Transformer			
5	Variable Rheostat			
6	Inductor			
7	DC Voltmeter			
8	DC Ammeter			

CIRCUIT DIAGRAM:



SINGLE PHASE HALF CONTROLLED BRIDGE CONVERTER

PROCEDURE:

1. Make all connections as per the circuit diagram.
2. Connect first 30V AC supply from Isolation Transformer to circuit.
3. Connect firing pulses from firing circuit to Thyristors as indication in circuit.
4. Connect resistive load 2000/5A to load terminals and switch ON the MCB and IRS switch and trigger output ON switch.

5. Connect CRO probes and observe waveforms in CRO, Ch-1 or Ch-2, across load and device in single phase fully controlled bridge converter.
6. By varying firing angle gradually up to 180° and observe related waveforms.
7. Measure output voltage and current by connecting AC voltmeter & Ammeter.
8. Tabulate all readings for various firing angles.
9. For RL Load connect a large inductance load in series with Resistance and observe all waveforms and readings as same as above.
10. Observe the various waveforms at different points in circuit by varying the Resistive Load and Inductive Load.
11. Calculate the output voltage and current by theoretically and compare with it practically obtained values.

TABULAR COLUMN:

S. No	Input Voltage (Vin)	Firing angle in Degrees	Output voltage (Vo)		Output Current (Io)	
			Theoretical	Practical	Theoretical	Practical
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Model Calculations:

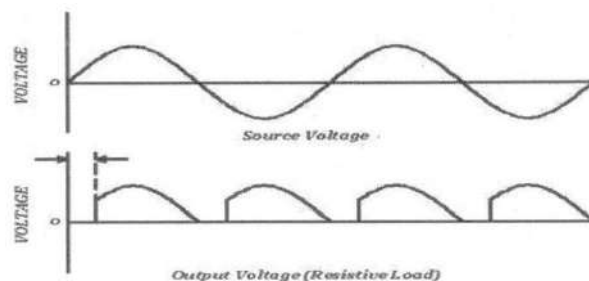
$$V_0 = \left(\frac{\sqrt{2}V}{\pi} \right) X (1 + \cos \alpha)$$

$$I_0 = \left(\frac{\sqrt{2}V}{\pi R} \right) X (1 + \cos \alpha)$$

α = Firing angle

V= RMS value across transformer output

MODEL GRAPH:



Output Wave Forms of Single Phase Half Controlled Bridge Converter

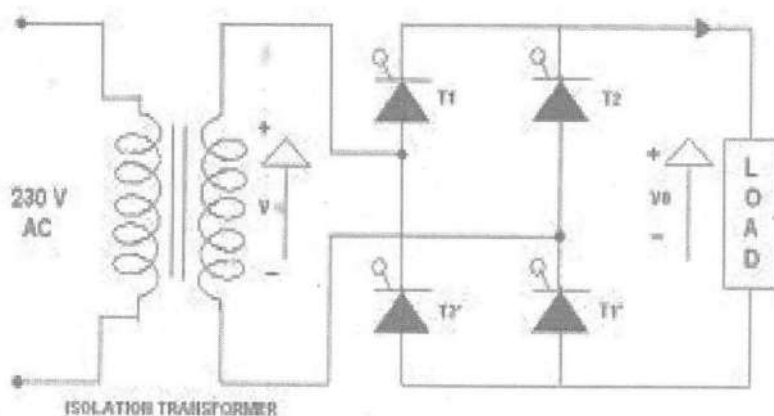
(B) SINGLE PHASE FULLY CONTROLLED BRIDGE CONVERTER WITH R AND RL LOADS

AIM: To study the single phase fully controlled bridge converter with R & RL Load.

Apparatus required :

S. No	Equipment	Range	Type	Quantity
1	Single phase fully controlled bridge converter power circuit and firing circuit			
2	CRO with deferential MODEL			
3	Patch chords and probes			
4	Isolation Transformer			
5	Variable Rheostat			
6	Inductor			
7	DC Voltmeter			
8	DC Ammeter			

CIRCUIT DIAGRAM:



Single Phase Fully Controlled Bridge Converter

PROCEDURE:

1. Make all connections as per the circuit diagram.
2. Connect first 30V AC supply from Isolation Transformer to circuit.
3. Connect firing pulses from firing circuit to Thyristors as indication in circuit.
4. Connect resistive load 2000/5A to load terminals and switch ON the MCB and IRS switch and trigger output ON switch.
5. Connect CRO probes and observe waveforms in CRO, Ch-1 or Ch-2, across load and device in single phase fully controlled bridge converter.
6. By varying firing angle gradually up to 180° and observe related waveforms.

7. Measure output voltage and current by connecting AC voltmeter & Ammeter.
8. Tabulate all readings for various firing angles.
9. For RL Load connect a large inductance load in series with Resistance and observe all waveforms and readings as same as above.
10. Observe the various waveforms at different points in circuit by varying the Resistive Load and Inductive Load.
11. Calculate the output voltage and current by theoretically and compare with it practically obtained values.

TABULAR COLUMN:

S. No	Input Voltage (Vin)	Firing angle in Degrees	Output voltage (Vo)		Output Current (Io)	
			Theoretical	Practical	Theoretical	Practical
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Model Calculations:

For RL load

$$V_0 = \left(\frac{2\sqrt{2}V}{\pi} \right) X \cos \alpha$$

$$I_0 = \left(\frac{2\sqrt{2}V}{\pi R} \right) X \cos \alpha$$

For R Load

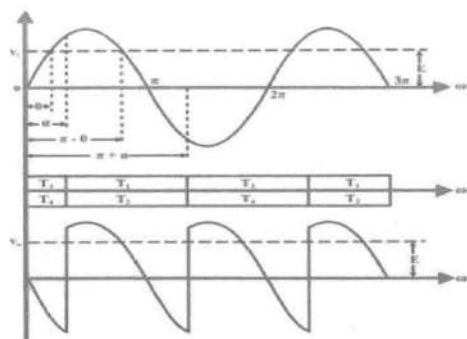
$$V_0 = \left(\frac{\sqrt{2}V}{\pi} \right) X (1 + \cos \alpha)$$

$$I_0 = \left(\frac{\sqrt{2}V}{\pi R} \right) X (1 + \cos \alpha)$$

α = Firing angle

V= RMS value across transformer output

MODEL GRAPH:



Output Wave Forms of Single Phase Fully Controlled Bridge Converter

प्रयोग क्रमांक- 5

एक-फेस अर्ध-तरंग और पूर्ण-तरंग दिष्टकारी का निष्पादन करना।

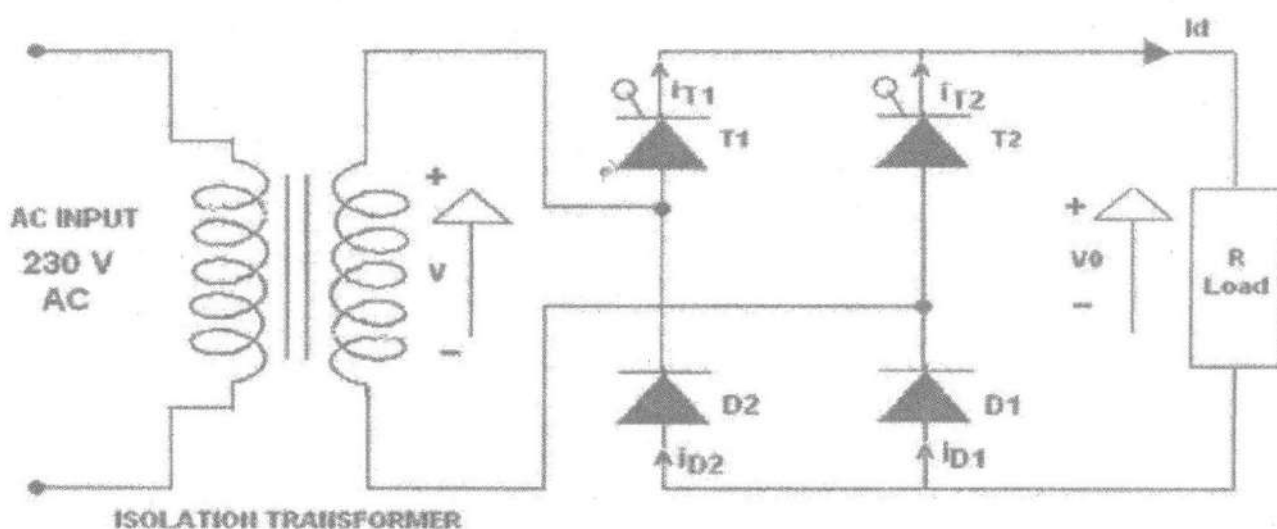
(A) एक फेस अर्ध नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर

उद्देश्य : आर एवं आर एल लोड के साथ एक फेस अर्ध नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर का अध्ययन करना ।

आवश्यक उपकरण :

क्र. सं.	उपकरण	श्रेणी	प्रकार	मात्रा
1	एक फेस अर्ध नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर शक्ति सर्किट और फायरिंग सर्किट			
2	डिफरेंशियल मॉडल के साथ सीआरओ			
3	पैच कॉर्ड			
4	आइसोलेशन ट्रांसफॉर्मर			
5	परिवर्तनीय रिओस्टेट			
6	इंडक्टर			
7	डीसी वोल्टमीटर			
8	डीसी अमीटर			

सर्किट आरेख:



एक फेस अर्ध नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर

प्रक्रिया:

1. सभी कनेक्शन सर्किट आरेख के अनुसार बनाएं।
2. आइसोलेशन ट्रांसफार्मर से पहली 30V एसी सप्लाई को सर्किट से कनेक्ट करें।
3. फायरिंग सर्किट से फायरिंग पल्स को सर्किट में संकेत के रूप में थाइरिस्टर से कनेक्ट करें।
4. प्रतिरोधक लोड 2000/5A को लोड टर्मिनलों से जोड़ें और MCB और IRS को चालू करें स्विच और ट्रिगर आउटपुट चालू स्विच।
5. सीआरओ जांच को कनेक्ट करें और एक फेस पूर्ण नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर में लोड और डिवाइस के पार सीआरओ, Ch-1 या Ch-2 में तरंगों का निरीक्षण करें।
6. फायरिंग कोण को धीरे-धीरे 180 डिग्री तक बदलकर संबंधित तरंगों का निरीक्षण करें।
7. एसी वोल्टमीटर और एमीटर को जोड़कर आउटपुट वोल्टेज और करंट को मापें।
8. विभिन्न फायरिंग कोणों के लिए सभी रीडिंग को सारणीबद्ध करें।
9. आर.एल. लोड के लिए प्रतिरोध के साथ श्रृंखला में एक बड़ा प्रेरकत्व लोड जोड़ें और सभी तरंगों और रीडिंग को ऊपर दिए गए अनुसार ही देखें।
10. प्रतिरोधक भार और प्रेरणिक भार में परिवर्तन करके परिपथ में विभिन्न बिंदुओं पर विभिन्न तरंगों का अवलोकन करें।
11. सैद्धांतिक रूप से आउटपुट वोल्टेज और धारा की गणना करें और व्यावहारिक रूप से प्राप्त मानों से इसकी तुलना करें।

सारणीबद्ध स्तंभ:

क्र. सं.	इनपुट वोल्टेज (Vin)	डिग्री में फायरिंग कोण	आउटपुट वोल्टेज (Vo)		आउटपुट करंट (Io)	
			सैद्धांतिक	व्यावहारिक	सैद्धांतिक	व्यावहारिक
1						
2						
3						
4						
5						
6						

मॉडल गणना:

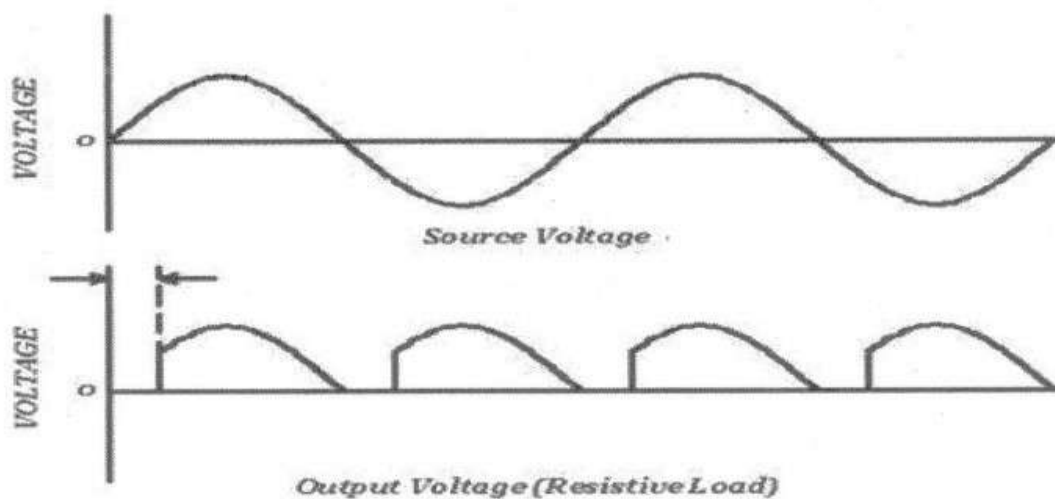
$$V_0 = \left(\frac{\sqrt{2}V}{\pi} \right) X (1 + \cos \alpha)$$

$$I_0 = \left(\frac{\sqrt{2}V}{\pi R} \right) X (1 + \cos \alpha)$$

α = फायरिंग कोण

V= ट्रांसफार्मर आउटपुट में RMS मान

मॉडल ग्राफ:



सिंगल फेज हाफ कंट्रोल्ड ब्रिज कनवर्टर के आउटपुट वेव फॉर्म

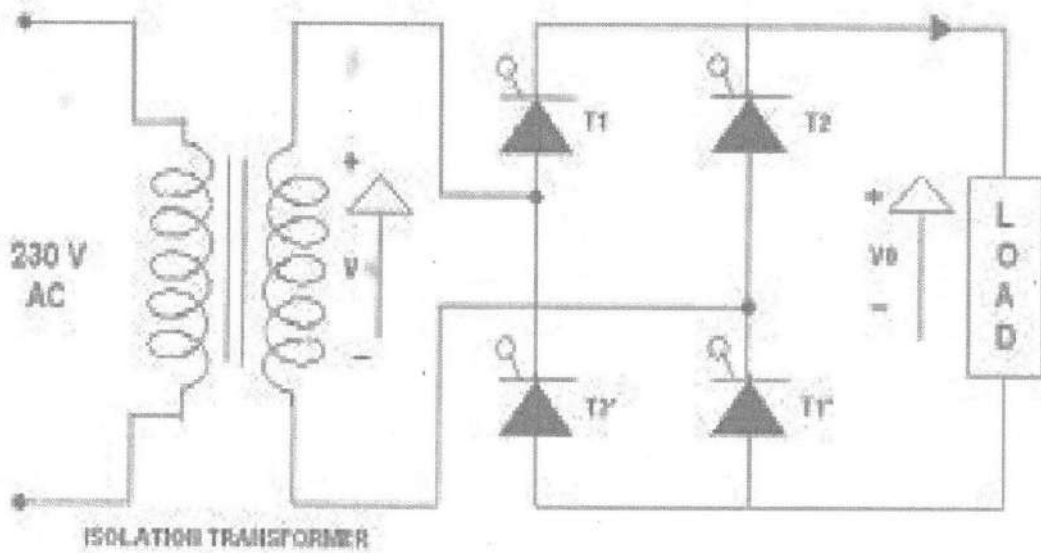
(B) लोड के साथ एक फेस पूर्ण नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर

उद्देश्य : आर एवं आर एल लोड के साथ एक फेस पूर्णतः नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर का अध्ययन करना।

आवश्यक उपकरण :

क्र. सं.	उपकरण	श्रेणी	प्रकार	मात्रा
1	एक फेस पूर्णतः नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर पावर सर्किट और फायरिंग सर्किट			
2	डिफरेंशियल मॉडल के साथ सीआरओ			
3	पैच कॉर्ड			
4	आइसोलेशन ट्रांसफॉर्मर			
5	परिवर्तनीय रिओस्टेट			
6	इंडक्टर			
7	डीसी वोल्टमीटर			
8	डीसी अमीटर			

सर्किट आरेख:



एक फेस पूर्णतः नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर

प्रक्रिया:

1. सभी कनेक्शन सर्किट आरेख के अनुसार बनाएं।
2. आइसोलेशन ट्रांसफार्मर से पहली 30V एसी सप्लाय को सर्किट से कनेक्ट करें।
3. फायरिंग सर्किट से फायरिंग पल्स को सर्किट में संकेत के रूप में थाइरिस्टर से कनेक्ट करें।
4. प्रतिरोधक लोड 2000/5A को लोड टर्मिनलों से जोड़ें और MCB और IRS को चालू करें स्विच और ट्रिगर आउटपुट चालू स्विच।
5. सीआरओ जांच को कनेक्ट करें और एक फेस पूर्ण नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर में लोड और डिवाइस के पार सीआरओ, Ch-1 या Ch-2 में तरंगों का निरीक्षण करें।
6. फायरिंग कोण को धीरे-धीरे 180 डिग्री तक बदलकर संबंधित तरंगों का निरीक्षण करें।
7. एसी वोल्टमीटर और एमीटर को जोड़कर आउटपुट वोल्टेज और करंट को मापें।
8. विभिन्न फायरिंग कोणों के लिए सभी रीडिंग को सारणीबद्ध करें।
9. आर.एल. लोड के लिए प्रतिरोध के साथ श्रृंखला में एक बड़ा प्रेरकत्व लोड जोड़ें और सभी तरंगों और रीडिंग को ऊपर दिए गए अनुसार ही देखें।
10. प्रतिरोधक भार और प्रेरणिक भार में परिवर्तन करके परिपथ में विभिन्न बिंदुओं पर विभिन्न तरंगों का अवलोकन करें।
11. सैद्धांतिक रूप से आउटपुट वोल्टेज और धारा की गणना करें और व्यावहारिक रूप से प्राप्त मानों से इसकी तुलना करें।

सारणीबद्ध स्तंभ:

क्र. सं.	इनपुट वोल्टेज (Vin)	डिग्री में फायरिंग कोण	आउटपुट वोल्टेज (Vo)		आउटपुट करंट (Io)	
			सैद्धांतिक	व्यावहारिक	सैद्धांतिक	व्यावहारिक
1						
2						
3						
4						
5						
6						

मॉडल गणना:

आरएल लोड के लिए

$$V_0 = \left(\frac{2\sqrt{2}V}{\pi} \right) X \cos \alpha$$

$$I_0 = \left(\frac{2\sqrt{2}V}{\pi R} \right) X \cos \alpha$$

α = फायरिंग कोण

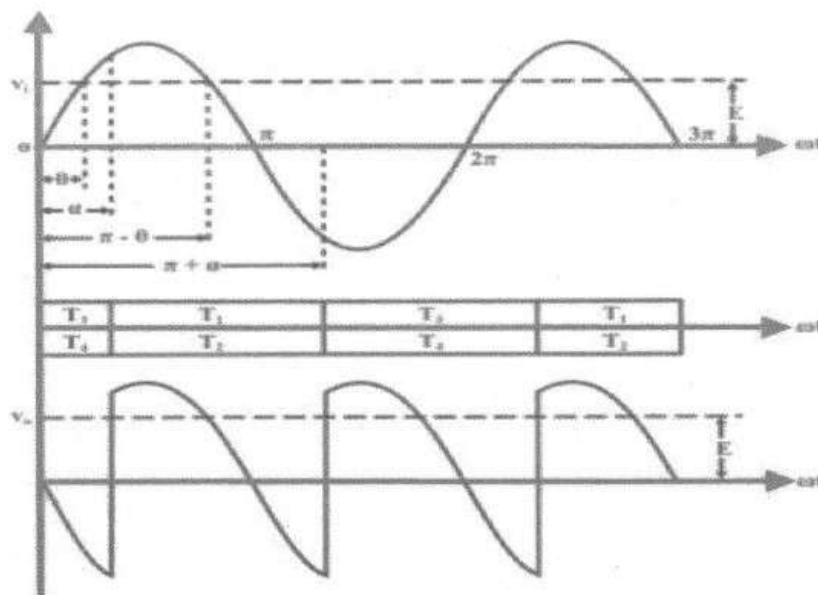
V= ट्रांसफार्मर आउटपुट में RMS मान

आर लोड के लिए

$$V_0 = \left(\frac{\sqrt{2}V}{\pi} \right) X (1 + \cos \alpha)$$

$$I_0 = \left(\frac{\sqrt{2}V}{\pi R} \right) X (1 + \cos \alpha)$$

मॉडल ग्राफ:



एक फेस पूर्णतः नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर के आउटपुट वेव फॉर्म

Experiment no. 6

THREE PHASE FULLY CONTROLLED BRIDGE CONVERTER

INTRODUCTION

Three phase fully controlled bridge converter is the combination of a power module and a firing unit. Power module consists of six SCRs, and a freewheeling diode.

Six fuses for thyristors & diode protection. The thyristors are mounted on individual heat sinks and protected by fast fuses. A well-designed snubber circuit is provided for dv/dt protection. All the terminals of the power module are brought out to front panel through BTI-15 terminals for connection purposes.

Firing unit generates six-line synchronized firing pulses to trigger six SCRs of three phase fully controlled bridge power circuit. Firing circuit is based on ramp generator, comparator, pulse generator, pulse amplification & pulse triggering method. Gate pulses are taken out through isolation pulse transformer. Load Voltage can be varied from V_{min} to V_{max} using firing angle knob. Firing circuit testing points are taken out to front panels. All the terminals are brought out to front panel with BTI-15 terminals.

Devices of the power module internally connected to form three phase fully controlled bridge converter power circuit. Gate pulses must be given to gate and cathode of respective SCRs from firing unit & firing angle must be varied from the knob to get variable load voltage. AC inputs must be given externally through isolation transformer while conducting experiment. External load must be connected while doing experiment.

This unit can be used with resistance, resistance and inductance, and motor loads.

THREE PHASE HALF CONTROLLED BRIDGE CONVERTER

INTRODUCTION: -

Three phase half-controlled bridge converter is the combination of a power module and a firing unit. Power module consists of three SCR's, three diodes and a freewheeling diode. Six fuses for thyristors & diode protection. The thyristors are mounted on individual heat sinks and protected by fast fuses. A well-designed snubber circuit is provided for dv/dt protection. All the terminals of the power module are brought out to front panel through BTI-15 terminals for connection purposes.

Firing unit generates three-line synchronized firing pulses to trigger three SCRs of three phase half-controlled bridge power circuit. Firing circuit is based on ramp generator, comparator, pulse generator, pulse amplification & pulse triggering method. Gate pulses are taken out through isolation pulse transformer. Load Voltage can be varied from V_{min} to V_{max} using firing angle knob. Firing circuit testing points are taken out to front panels. All the terminals are brought out to front panel with BTI-15 terminals.

Devices of the power module internally connected to form three phase half-controlled bridge converter power circuit. Gate pulses must be given to gate and cathode of respective SCRs from firing unit & firing angle must be varied from the knob to get variable load voltage. AC inputs must be given externally through isolation transformer while conducting experiment. External load must be connected while doing experiment. This unit can be used with resistance, resistance and inductance, motor loads.

THREE PHASE HALF & FULLY CONTROLLED CONVERTER POWER CIRCUIT: -24V/2A.

This power circuit consists of six SCR's & four diodes. These devices can use to build Three phase half wave converter, three phase half-controlled bridge converter and Three phase circuits fully controlled bridge converter and Three phase AC Voltage controller power. A freewheeling diode is provided to observe the effect of freewheeling diode on inductive loads.

Each device in the unit is mounted on an appropriate heat sink and is protected by snubber circuit. Short circuit protection is achieved using glass fuses. A three-pole switch is provided in series with the input supply for switch ON/OFF the supply to the power circuit.

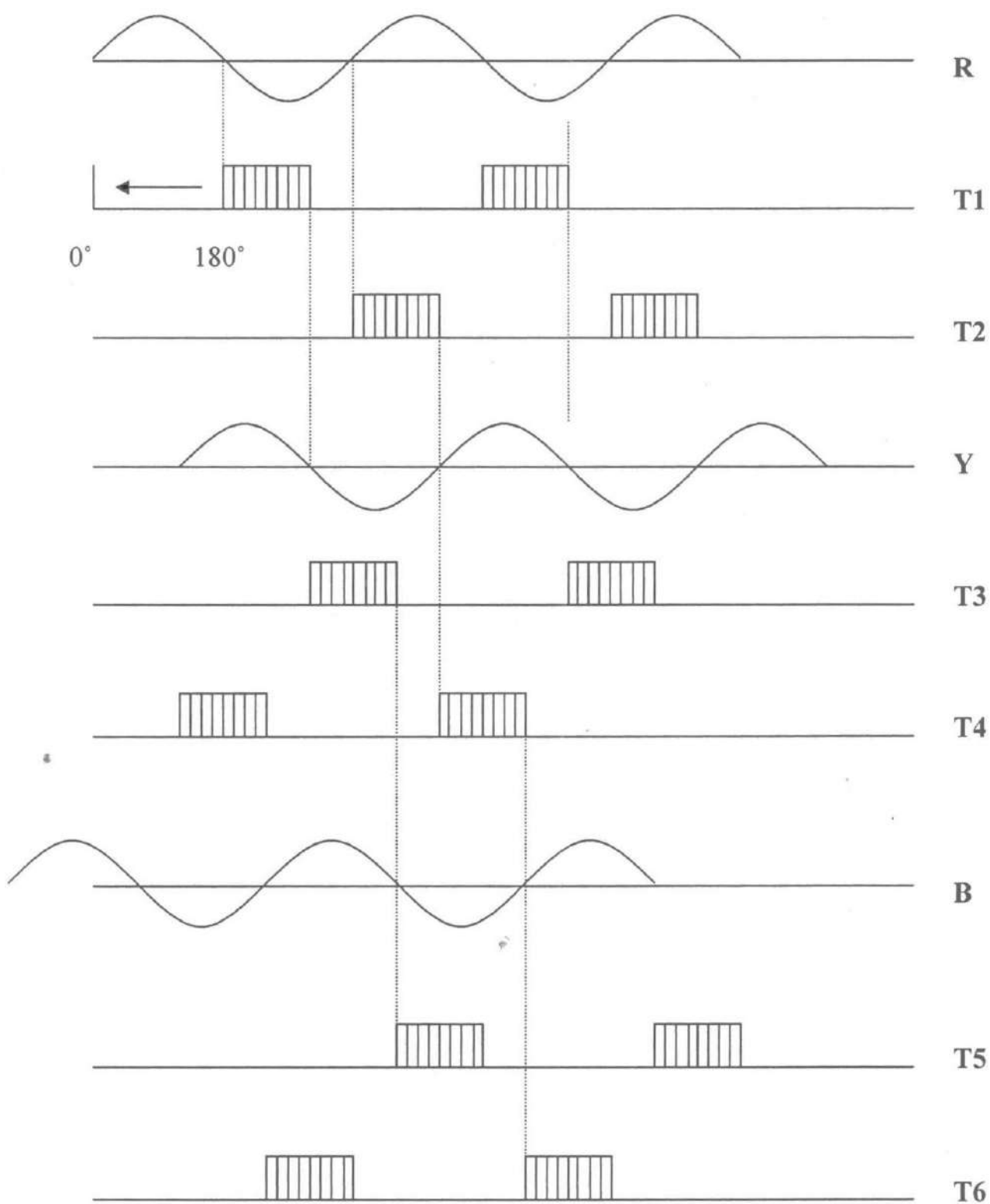
The front panel consists of input and output terminals. The Gate and Cathode of each SCR's brought out on the front panel for firing pulse connection. A separate full wave bridge rectifier is provided in the unit to get the DC supply for the field of DC Shunt Motors. The power circuit schematic is printed on the front panel.

BACK PANEL DETAILS:

3 pin mains socket for Ac mains supply to field supply bridge rectifier. Glass fuse holders for 6 fuses in series with each SCR's.

SEPCIFICATIONS:

Input Voltage	:	24V AC 3Phase.
Load current	:	2 Amps maximum.
SCR	:	(V) rrm 1200V, (I) av: 10Amps, 25TTSI2 International Rectifier Make.
Fuses	:	2 amps glass fuses.
Heat Sink	:	PI-46, 50mm.
Snubber	:	R-250 Ohms/5 Watts C-0.047 Microfarad/630V.
Field supply	:	4 Amps / 600V + 10%
Switch	:	Three pole 16 amps / 415V.



FRONT PANEL DETAILS: -

3-Phase Input R,Y,B : Terminals to connect 3-phase AC input from three phase Isolation Transformer.

Output : Terminals after the switch to be connected to power circuit.

Switch : Three pole 16Amps .AC power ON/OFF to the circuit

T1,T2,T3, T4,T5,T6 : SCR 25 TTS12 -25 A / 1200Volts

D2,D4,D6 : Diodes -SPR16 PB-16A/1200V

DM : Free wheeling diode - SPR16PB - 16 A/1200V

Field (+ and -) : Field supply for DC motor for motor control Experiments.

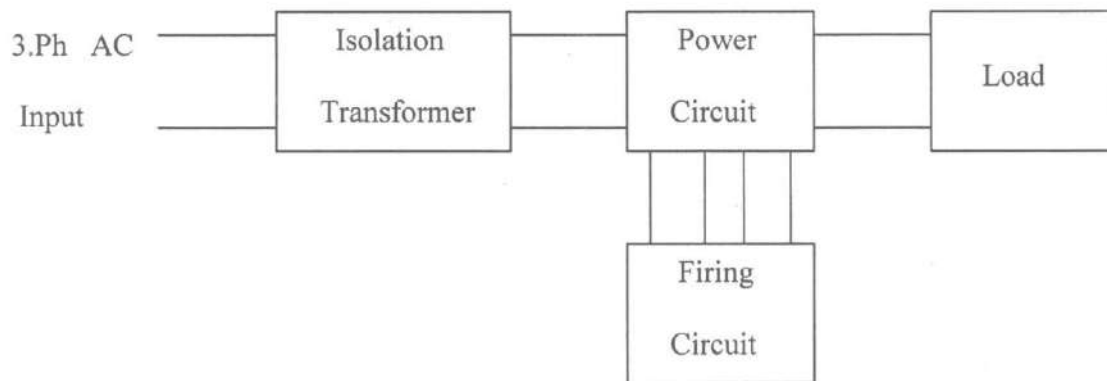
(with indicator)

BACK PANEL DETAILS:

Mains socket : For 230V AC mains supply to field supply bridge rectifier.

Fuse holders : 6 Glass fuses in series with each SCR's.

THREE PHASE POWER CIRCUIT



Three Phase Experiments Block Diagram

1. Isolation Transformer: To suit three phase 440V / 50Hz supply ratio 1:1 KVA rating to suit the rating with tapings at different voltages. Isolation of mains phase and neutral with measurement circuit. Serves the purpose of dv/dt protection of SCR's and safe measurement of wave forms by using oscilloscope isolation of Electric noise with mains.

2. Power Circuit: Different power circuit configuration are possible using SCR's and diode modules.

1. Half wave converter - 3 SCRS.
2. Half controlled converter - 3 SCRs & 3 Diodes.
3. Fully controlled converter - 6 SCRs.
4. AC Phase Control - 6 SCRs.

3. Firing Circuit: Each SCR of the above Power Circuit to be triggered using independently isolated outputs using three phase converter firing unit. Trigger outputs phase sequence and variation to be checked before connecting to the power circuit. Phase sequence to be compared with the power circuits phase sequence.

4. Load: Load connections should include an ammeter and a current shunt for current wave form measurements. Use freewheeling diodes wherever necessary.

Types of Loads :-

- a) Resistance - 'R'
- b) Resistance & Inductive load 'R' & 'L'
- c) Motor & Generator

Note: In case of DC motor control, field excitation is separate. Field supply should be ON before giving armature supply. It should be OFF only after switch off the armature supply.

- d) Lamp Load: Due to dv/dt limitation of SCR's and since the initial inrush current is 20 to 25 times more than the load current in lamp loads, this can be done only with large safety factor.

Precaution: Initially keep the input voltage low and firing angle at 180° . Slowly increase the voltage to the rated voltage and angle to 0° .

INSTRUCTIONS:

1. Check all the SCRS for performance before making the connections.
2. Check the firing circuit trigger outputs and its relative phase sequence.
3. Make fresh connections before you make a new experiment.
4. Preferably work at low voltages (20-30V) for every new connection after careful verification it can be raised to the maximum ratings. (This is to reduce damages due to wrong connections and high starting current problems)
5. The thyristor has a very low thermal inertia as compared to machine and by any over load or short circuit the SCR will immediately get damaged. Therefore, do not switch ON the supply until the instructor has checked the connections.
6. While observing the wave forms of two parameters on the oscilloscope, either differential input oscilloscope should be used or special differential probes should be used with normal oscilloscope. On normal oscilloscope observation of wave forms can be done with respect to single common point only. Ground connections of other probe must be avoided. It will lead to short circuit if ground connections of both the probes are used since they are internally shorted. In no case should oscilloscope input ground point be disconnected. This is a dangerous practice. Use 10:1 oscilloscope probe to see the wave forms at high voltages.
7. Do not make Gate & Cathode measurements when the power circuit is on.

PARAMETERS AND OBSERVATIONS:

1. Input voltage wave form.
2. Output voltage wave form (across the load)
3. Output current wave form (through the shunt)
4. Voltage wave form across thyristors (make this measurement only if isolations is used)
5. Study of variation of voltage and current wave forms with the variation of firing angle.
6. Study of effect of freewheeling diode in case of inductive loads.

PROCEDURE:

THREE PHASE CONVERTER

1. Switch ON the Mains Supply to the Firing circuit.
2. Connect 3-ph /415V AC supply to R Y B 3-ph IN terminals in the front panel for phase synchronization. And also connect neutral point of 3-ph supply to the Green terminals provided in the back panel.
3. Now switch ON the 3-ph supply. Observe R Y B test signals with respect to ground. If all the connections are proper we can observe 15V/3-ph signals at test points R Y B.
4. Then observe all the test points by varying the firing angle and trigger o/p s using firing angle potentiometer.
5. Then observe the trigger o/p s and three phase sequence. Make sure that all the trigger o/p s are proper before connecting to the power circuit. 6) The trigger o/p pulse width is 6 m sec fixed and its position moves as we vary the firing angle. The pulse width duration will not change as in single phase firing circuit.

6. In three phase isolation transformer (24Volts) Connect primary in star and secondary connect in star or delta.
7. Connect 24V tapping of the transformer secondary to R Y B input of the power circuit.
8. Connect the load 100ohms/2Amps rheostat between load points.
9. Connect firing pulses from the firing circuit to the respective SCR's in the power circuit.
10. Switch ON the three pole ON/OFF switch, switch ON the trigger o/p s and note down the voltage wave forms across load and devices. 12) Draw the waveforms across load and device for different firing angle.

TABULAR COLUMN

Sl.No.	Input Voltage-Vin	Firing angle	Output voltage	Output Current
1				
2				
3				
4				

Aim of the Experiment: -

To study 3-phase fully controlled bridge Rectifier on R and RL Load

Equipment Required: -

- a) Control Circuit : 3-phase converter firing circuit
- b) Power Circuit : 3-phase half and fully controlled converter power circuit -24V/2A
- c) Source : 3-phase isolation Transformer - 24V/2A
- d) Load : Resistive load -100 ohms/2Amps Rheostat. L-Load
0- 150MilliHenry/2A
- e) Test equipment : Power scope or CRO.

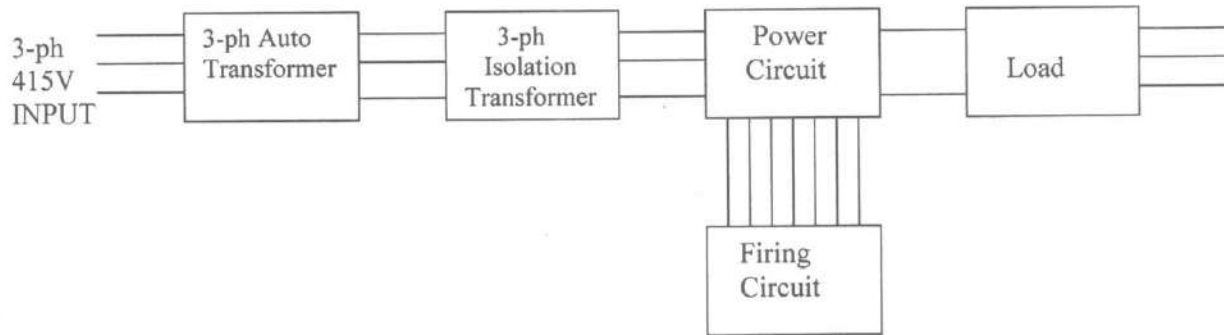
Procedure: -**a) Testing of Firing circuit: -**

1. Connect 3-phase / 415 mains supply to the R Y B - 3ph in terminals provided in the front panel.
2. Connect 3-phase neutral point to the green terminal provided in the back panel. Connect 3 pin mains cable to the unit.
3. Switch ON the mains supply to the unit. Switch ON 3-phase supply for synchronization.
4. Now check RY B signals with respect to ground. If the proper neutral point is connected to the back panel, we can observe clear RY B signals with 15V amplitude.
5. Check the trigger o/p's with their phase sequence. Compare this with the theoretical one.
6. The trigger o/p pulse width is 6m sec fixed and fixed position moves as we vary the firing angle potentiometer.
7. Make sure that the trigger o/p's and their phase sequence are correct before connecting the trigger pulses to the power circuit.

b) Testing of Power circuits: -

1. Check the Resistance between gate cathode of each SCR's.
2. It should show 20-2002. If the device is faulty, it shows zero resistance or very high resistance in terms of K ohms.
3. Next check the resistance between Anode and Cathode of each SCR. It should show very high resistance. If the device is faulty, it should show zero resistance.
4. Check the forward resistance of freewheeling diode. It should show some resistance 300 - 600. It should show very high resistance in the order of K ohms in the reverse direction.
5. Check the continuity of Fuses provided in the back pane
6. Make sure all the device and fuses are correct before connecting input supply and firing pulses.

c) Interconnections : -



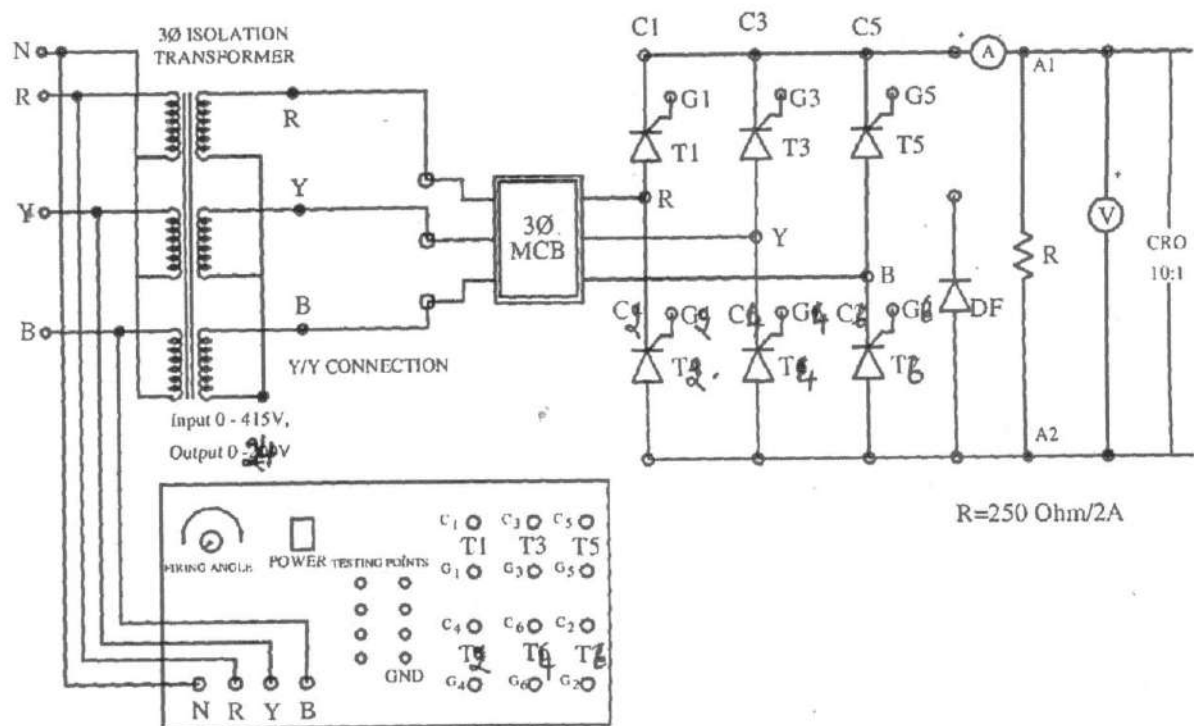
1. Connections are made as shown in circuit diagram for three phase fully controlled converter using six SCRs.
2. Connect Firing pulses T1,T2,T3,T4,T5,T6 in the firing circuit to the respective SCR's gate and cathode provided for firing pulse connection.
3. Connect a R-load 100 ohms/2 Amps at the output terminals of the bridge rectifier.
4. Connect 3-phase AC input to the power circuit preferably through 3-ph Isolation Transformer provided.
5. Connect this to R Y B 3-ph IN terminals provided in the front panel of the power circuit. Connect primary and secondary of Isolation Transformer in star - star configuration.
6. Use same R Y B sequence to both firing circuit and power circuit.
7. Switch ON the 3-phase firing circuit trigger pulse in OFF condition and firing angle at 180°.
8. Check all the connections and conform connections made are correct before switching on the instrument.
9. Next switch ON the 3-phase supply to the power circuit.
10. Switch ON the three phase ON/OFF switch.
11. Switch ON the firing pulse ON/OFF switch.
12. Vary the firing angle by varying the Firing angle potentiometer and observe the voltage waveforms across the load.
13. If output is not varying by varying firing angle or sudden change in output voltage, Change trigger pulses from T1 to T2, T3 to T4, & T5 to T6.and vice versa.
14. If the bridge output is coming properly, tabulate the reading as given in the Tabular column. And draw the voltage waveforms across load and device for different firing angles.
15. Tabulate the parameters.
16. Connect the loading inductor (0-150mH) in series with Rheostat and observe the effect of R-L load with and without freewheeling diode and observe the voltage waveforms across load and devices.
17. Bring the firing angle knob to minimum (anticlockwise) position.
18. Switch off Three pole switch, firing unit & three phase AC mains.

Note: - 3-phase Isolation Transformer is necessary for safe measurement of parameters by isolating ground also for di/dt limitation.

Experiment can also be conducted without Isolation Transformer if we have power scope or remove ground pin of normal CRO (but it is not safe practice).

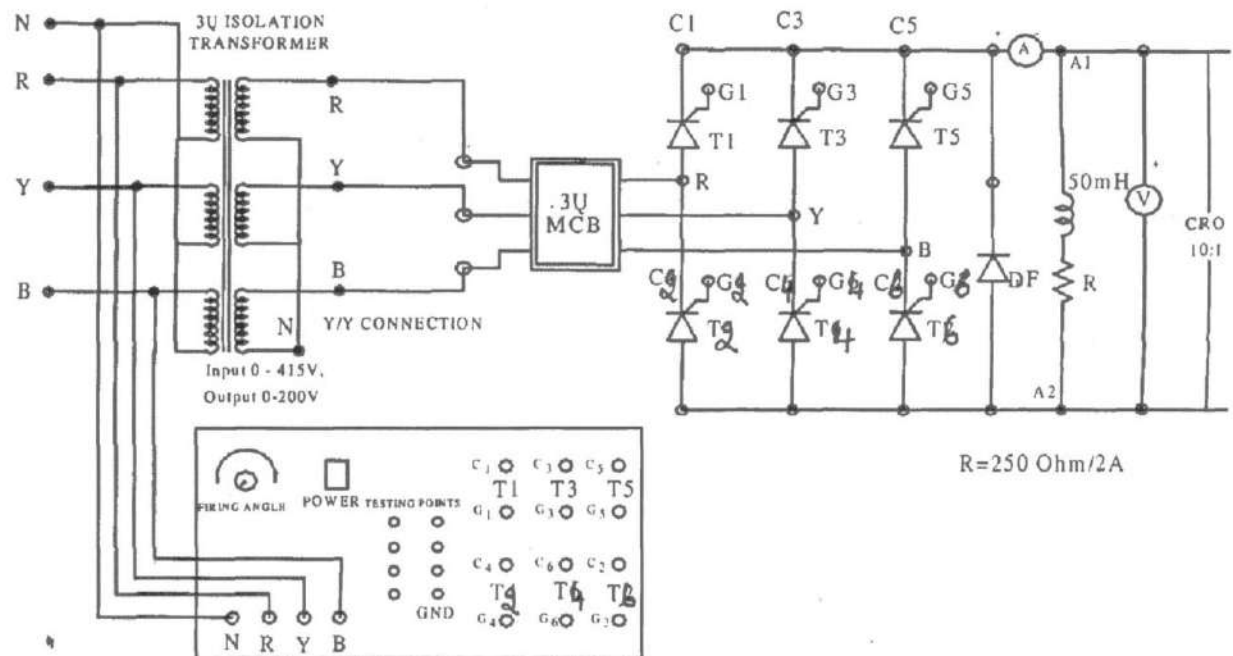
NOTE: -

1. Do not attempt to observe load voltage and input voltage simultaneously, if does so input voltage terminal directly connected to load terminals due to the no isolation of both channels of the CRO. While using dual channels on the CRO ensure that both the ground terminals must be connected to the same point.
2. It is recommended to use low AC voltage when students are doing experiments to eliminate electric shock.
3. Do not apply high voltage to CRO. 10:1 probe may be used while doing high voltage measurements or use power scope.
4. Experiment can also be conducted without Isolation Transformer if we have power scope or remove ground pin of normal CRO (but it is not safe practice)



Three phase fully controlled bridge converter with R load

Connection diagram for 3 phase Fully controlled converter with R-Load



Three phase fully controlled bridge with RL load

Connection diagram for 3ph. Fully controlled converter with RL-Load

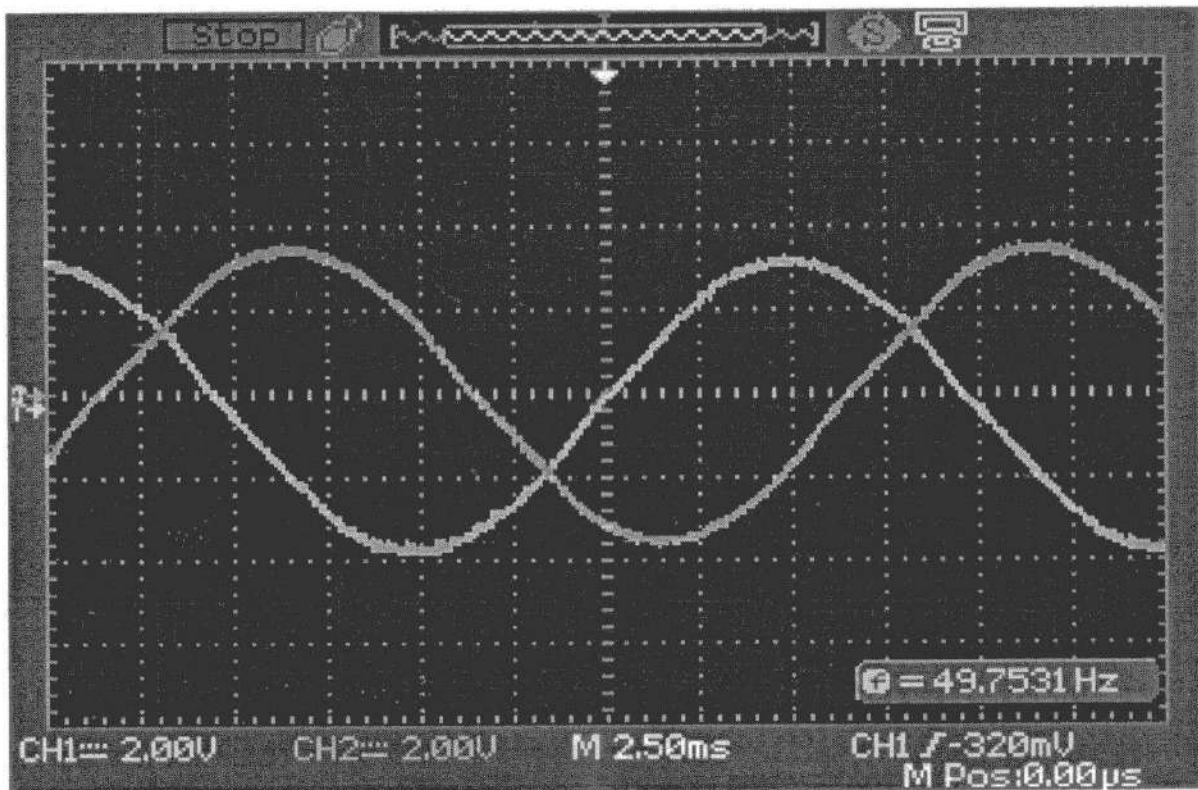
Tabular column for R-Load:

Sl. No	Input Voltage Vin AC volts	Firing Angle	Output voltage Vo DC Volts	Output current Io DC Amps

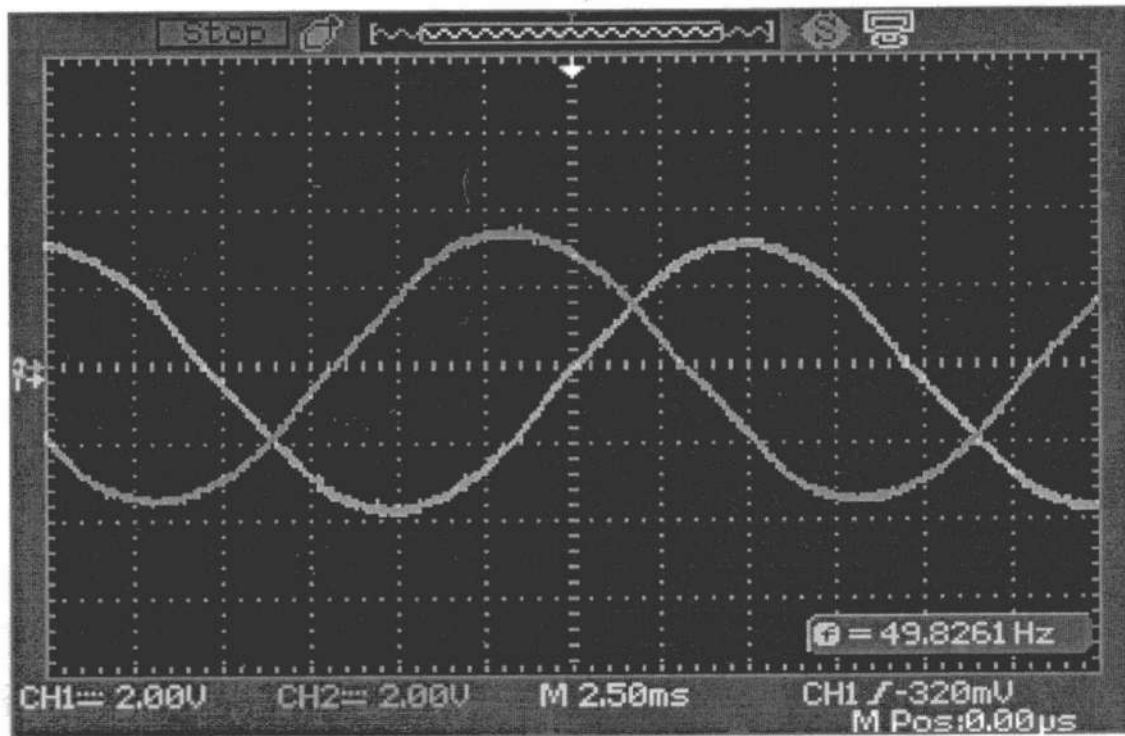
Tabular column for R-L Load:

Sl. No	Input Voltage Vin AC volts	Firing Angle	Output voltage Vo DC Volts	Output current Io DC Amps

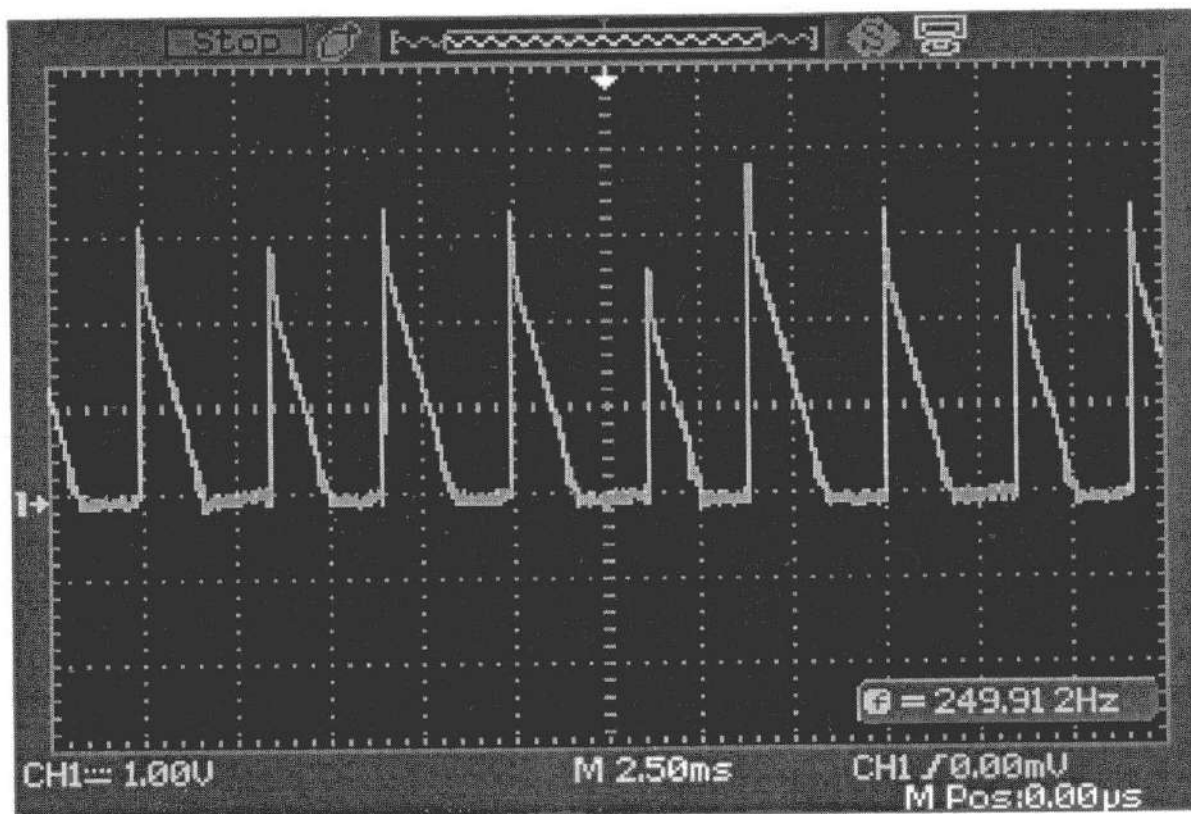
Actual waveforms for 3ph. Fully controlled converter



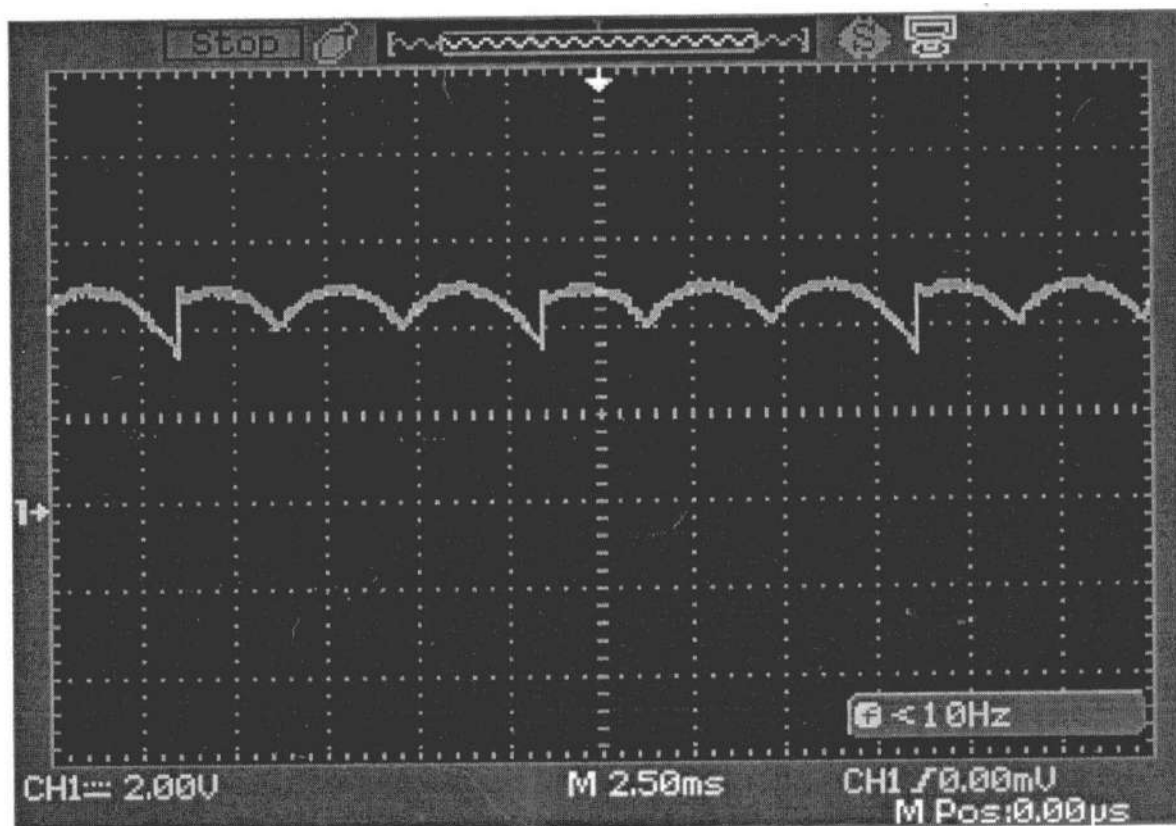
Input waveform between R-Y Phases



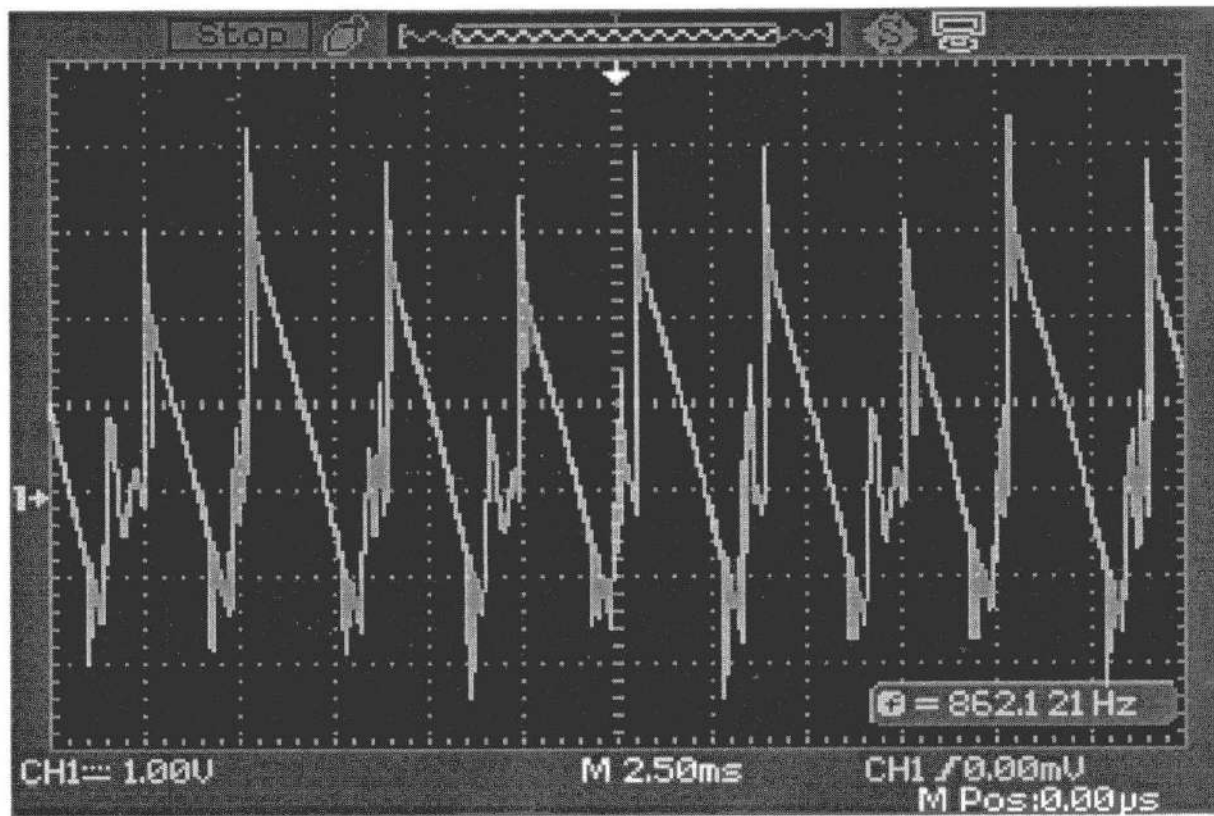
Input waveform between R-B Phases



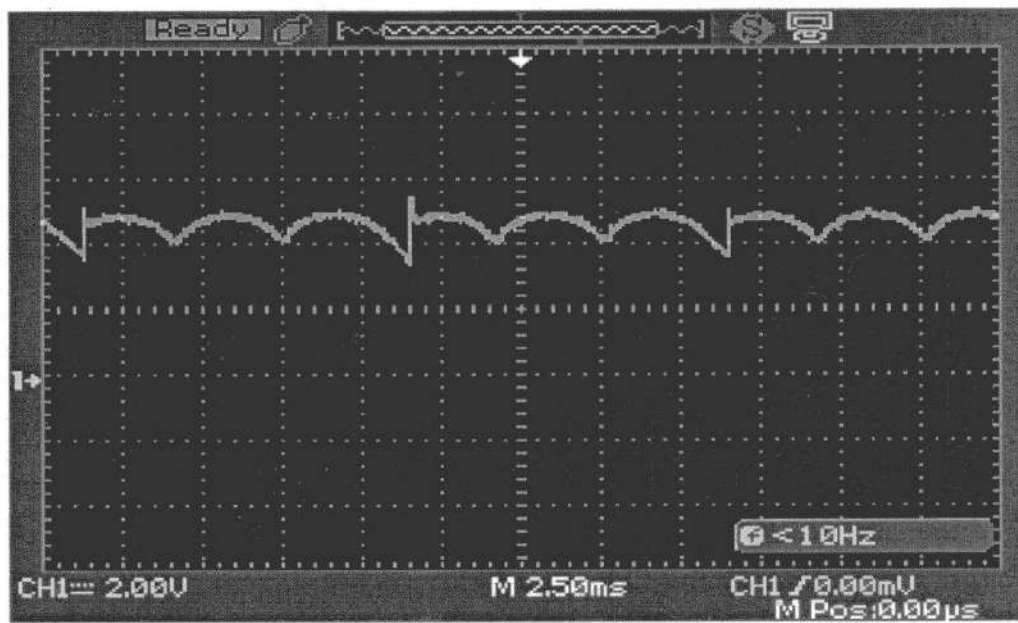
Load voltage waveform for R-Load ($\alpha=90^\circ$)



Load voltage waveform for R-Load ($\alpha=0^\circ$)



Output waveform for RL-Load ($\alpha=90^\circ$)



Output waveform for RL-Load ($\alpha=0^\circ$)

Aim of the Experiment: To study 3-phase half-controlled bridge Rectifier on R and RL Load.

Equipment Required: -

- a) Control Circuit : 3-phase converter firing circuit
- b) Power Circuit : 3-phase half and fully controlled converter power circuit -24V/2A
- c) Source : 3-phase isolation Transformer -24V/2A
- d) Load : Resistive load -100 ohms/2Amps Rheostat. L-Load
0- 150MilliHenry/2A
- e) Test equipment : Power scope or CRO.

Procedure:

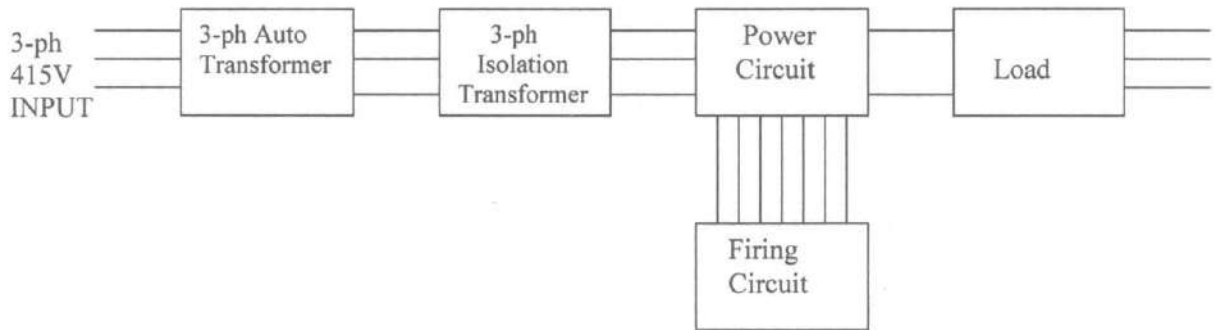
a) Testing of Firing circuit: -

- 1) Connect 3-phase / 415 mains supply to the RYB - 3ph in terminals provided in the front panel.
- 2) Connect 3-phase neutral point to the green terminal provided in the back panel.
Connect 3 pin mains cable to the unit.
- 3) Switch ON the mains supply to the unit. Switch ON 3-phase supply for synchronization.
- 4) Now check R Y B signals with respect to ground. If the proper neutral point is connected to the back panel we can observe clear R Y B signals with 15V amplitude.
- 5) Check the trigger o/ps with their phase sequence. Compare this with the theoretical one.
- 6) The trigger o/p pulse width is 6m sec fixed and fixed position moves as we vary the firing angle potentiometer.
- 7) Make sure that the trigger o/ps and their phase sequence are correct before connecting the trigger pulses to the power circuit.

b) Testing of Power circuits :

1. Check the Resistance between cathode of each SCR.

c) Interconnections: -



- 1) Connections are made as shown in circuit diagram for three phase half-controlled converter using three SCRS and three diodes.
- 2) Connect Firing pulses T1, T3, T5, in the firing circuit to the respective SCR's gate and cathode provided for firing pulse connection.
- 3) Connect a R-load 100 ohms/2amp rheostat at the output terminals of the bridge rectifier.
- 4) Connect 3-phase AC input to the power circuit preferably through 3-ph Isolation Transformer provided (24V/2A).
- 5) Connect this to R Y B 3-ph IN terminals provided in the front panel of the power circuit. Connect primary and secondary of Isolation Transformer in star - star configuration.
- 6) Use same R Y B sequence to both firing circuit and power circuit.
- 7) Switch ON the 3-phase firing circuit trigger pulse in OFF condition and firing angle at 180°.
- 8) Next switch ON the 3-phase supply to the power circuit.
- 9) Switch ON the three phase ON/OFF switch.
- 10) Switch ON the firing pulse ON/OFF switch.
- 11) Vary the firing angle by varying the Firing angle potentiometer. and observe the voltage wave forms across the load.
- 12) If output is not varying by varying firing angle or sudden change in output Voltage, Change trigger pulses from T1 to T2,T3 to T4,&T5 to T6..
- 13) If the bridge output is coming properly, tabulate the reading as given in the Tabular column.
- 14) And also draw the voltage waveforms across load and device for different firing angles.
- 15) Tabulate the parameters and voltage waveforms with and without connecting the free wheeling diode.
- 16) Tabulate the parameters.
- 17) Repeat the same for R - L load for different values of Inductance. Connect Loading inductor (0-150mH/5A) in series with R-Load. Tabulate the parameters and observe the voltage waveforms with and without connecting the freewheeling diode.
- 18) Bring the firing angle knob to minimum (anticlockwise) position.
- 19) Switch of three pole switch, firing unit & three phase AC mains..

NOTE: -

1. Do not attempt to observe load voltage and input voltage simultaneously, if does so input voltage terminal directly connected to load terminals due to the no isolation of both channels of the CRO. While using dual channels on the CRO ensure that both the ground terminals must be connected to the same point.
2. It is recommended to use low AC voltage when students are doing experiments to eliminate electric shock.
3. Do not apply high voltage to CRO. 10:1 probe may be used while doing high voltage measurements or use power scope.
4. Experiment can also be conducted without Isolation Transformer if we have power scope or remove ground pin of normal CRO (but it is not safe practice)

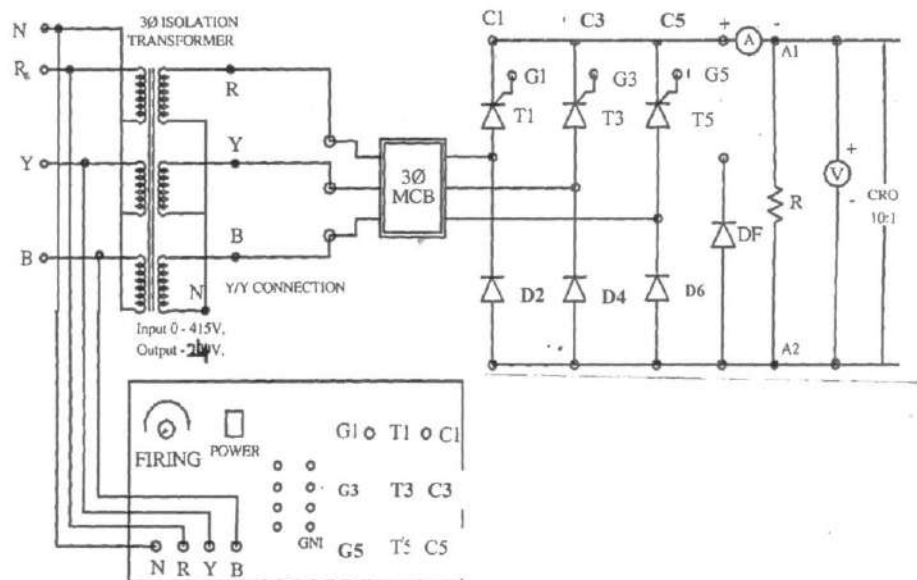


Fig. 1 Three Phase half-controlled bridge with R load

Connection diagram for Three phase half-controlled converter with R-Load

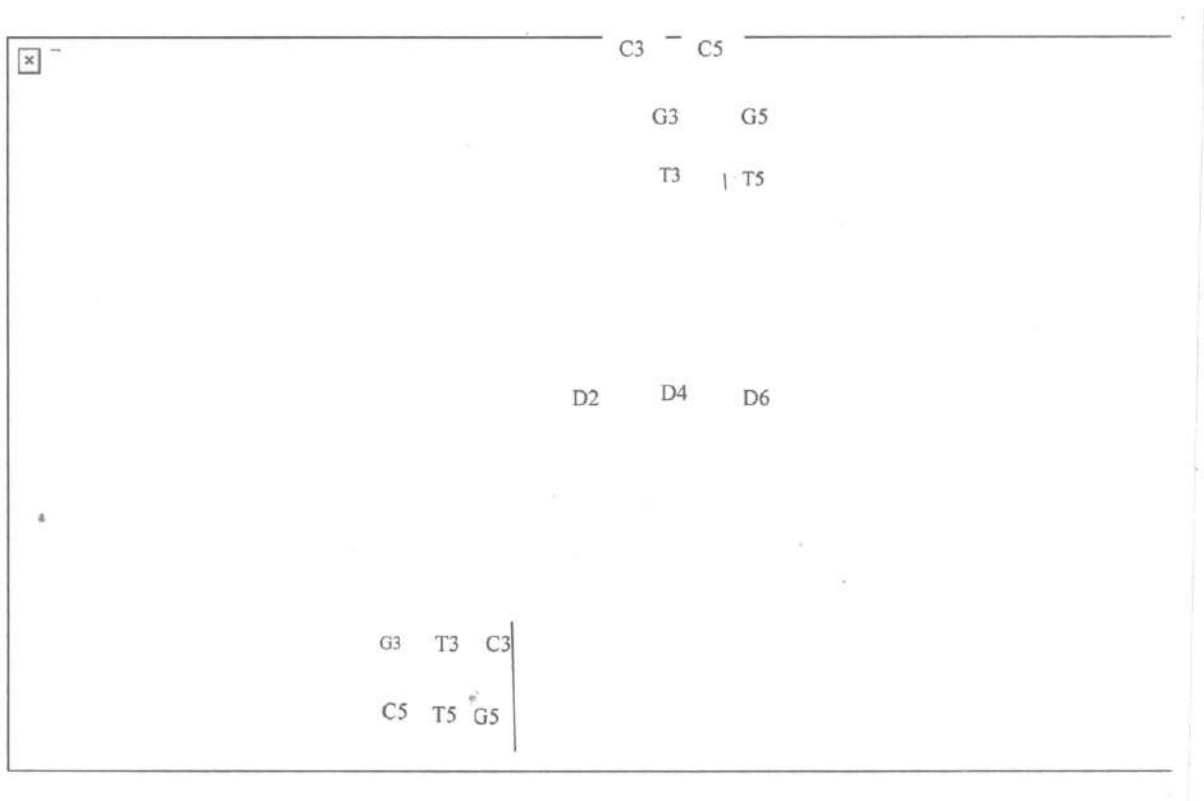


Fig. 2 Three Phase half-controlled bridge with RL load

Connection diagram for Three phase half-controlled converter with RL-Load

Tabular column for R-Load:

Sl. No	Input Voltage Vin AC volts	Firing Angle	Output voltage Vo DC Volts	Output current Io DC Amps

Tabular column for R-L Load:

Sl. No	Input Voltage Vin AC volts	Firing Angle	Output voltage Vo DC Volts	Output current Io DC Amps

प्रयोग क्रमांक-6

तीन-फेस अर्ध-तरंग और पूर्ण-तरंग दिष्टकारी का निष्पादन करना।

तीन फेस पूर्णतः नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर

परिचय

तीन फेस पूर्णतः नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर एक पावर मॉड्यूल और एक फायरिंग यूनिट का संयोजन है। पावर मॉड्यूल में छह एससीआर और एक फ्रीव्हीलिंग डायोड शामिल हैं।

थाइरिस्टर और डायोड सुरक्षा के लिए छह फ़्यूज। थाइरिस्टर अलग-अलग हीट सिंक पर लगे होते हैं और तेज़ फ़्यूज द्वारा सुरक्षित होते हैं। dv/dt सुरक्षा के लिए एक अच्छी तरह से डिज़ाइन किया गया स्नबर सर्किट प्रदान किया गया है। कनेक्शन उद्देश्यों के लिए पावर मॉड्यूल के सभी टर्मिनल BTI-15 टर्मिनल के माध्यम से फ्रंट पैनल पर लाए जाते हैं।

फायरिंग यूनिट तीन फेस पूर्णतः नियंत्रित ब्रिज पावर सर्किट के छह एससीआर को ट्रिगर करने के लिए छह-लाइन सिंक्रोनाइज्ड फायरिंग पल्स उत्पन्न करती है। फायरिंग सर्किट रैंप जनरेटर, तुलनित्र, पल्स जनरेटर, पल्स एम्पलीफिकेशन और पल्स ट्रिगरिंग विधि पर अर्धरित है। गेट पल्स को आइसोलेशन पल्स ट्रांसफॉर्मर के माध्यम से निकाला जाता है। फायरिंग एंगल नॉब का उपयोग करके लोड वोल्टेज को V_{min} से V_{max} तक बदला जा सकता है। फायरिंग सर्किट परीक्षण बिंदुओं को फ्रंट पैनल पर ले जाया जाता है। सभी टर्मिनलों को BTI-15 टर्मिनलों के साथ फ्रंट पैनल पर लाया जाता है।

पावर मॉड्यूल के उपकरण आंतरिक रूप से जुड़े हुए हैं, जिससे तीन फेस पूर्ण रूप से नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर पावर सर्किट बनता है। फायरिंग यूनिट से संबंधित एससीआर के गेट और कैथोड को गेट पल्स दिए जाने चाहिए और परिवर्तनशील लोड वोल्टेज प्राप्त करने के लिए फायरिंग कोण को नॉब से अलग-अलग किया जाना चाहिए। प्रयोग करते समय एसी इनपुट को आइसोलेशन ट्रांसफॉर्मर के माध्यम से बाहरी रूप से दिया जाना चाहिए। प्रयोग करते समय बाहरी लोड को जोड़ा जाना चाहिए।

इस इकाई का उपयोग प्रतिरोध, प्रतिरोध और प्रेरकत्व, तथा मोटर भार के साथ किया जा सकता है।

तीन फेस अर्ध नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर

परिचय

तीन फेस अर्ध-नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर एक पावर मॉड्यूल और एक फ़िफ़िंग यूनिट का संयोजन है। पावर मॉड्यूल में तीन एससीआर, तीन डायोड और एक फ्रीव्हीलिंग डायोड होते हैं। थाइरिस्टर और डायोड सुरक्षा के लिए छह फ़्यूज। थाइरिस्टर अलग-अलग हीट सिंक पर लगे होते हैं और तेज़ फ़्यूज द्वारा सुरक्षित होते हैं। डीवी/डीटी सुरक्षा के लिए एक अच्छी तरह से डिज़ाइन किया गया स्नबर सर्किट प्रदान किया गया है।

पावर मॉड्यूल के सभी टर्मिनल कनेक्शन उद्देश्यों के लिए BTI-15 टर्मिनलों के माध्यम से फ्रंट पैनल पर लाए जाते हैं।

फायरिंग यूनिट तीन-लाइन सिंक्रोनाइज्ड फायरिंग पल्स उत्पन्न करती है, जिससे तीन फेस अर्ध-नियंत्रित ब्रिज पावर सर्किट के तीन एससीआर ट्रिगर होते हैं। फायरिंग सर्किट रैंप जनरेटर, तुलनित्र, पल्स जनरेटर, पल्स एम्पलीफिकेशन और पल्स ट्रिगरिंग विधि पर अर्धरित है। गेट पल्स को आइसोलेशन पल्स ट्रांसफॉर्मर के माध्यम से निकाला जाता है। फायरिंग एंगल नॉब का उपयोग करके लोड वोल्टेज को V_{min} से V_{max} तक बदला जा सकता है। फायरिंग सर्किट परीक्षण बिंदुओं को फ्रंट पैनल पर ले जाया जाता है। सभी टर्मिनलों को BTI-15 टर्मिनलों के साथ फ्रंट पैनल पर लाया जाता है।

पावर मॉड्यूल के उपकरण आंतरिक रूप से जुड़े हुए हैं ताकि तीन फेस अर्ध-नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर पावर सर्किट बनाया जा सके। फायरिंग यूनिट से संबंधित एससीआर के गेट और कैथोड को गेट पल्स दिए जाने चाहिए और वेरिबल लोड वोल्टेज प्राप्त करने के लिए फायरिंग एंगल को नॉब से अलग-अलग किया जाना चाहिए। प्रयोग करते समय एसी इनपुट को आइसोलेशन ट्रांसफॉर्मर के माध्यम से बाहरी रूप से दिया जाना चाहिए। प्रयोग करते समय बाहरी लोड को जोड़ा जाना चाहिए। इस यूनिट का उपयोग प्रतिरोध, प्रतिरोध और प्रेरण, मोटर लोड के साथ किया जा सकता है।

तीन फेस अर्ध और पूर्ण नियंत्रित कनवर्टर पावर सर्किट: -24V/2A.

इस पावर सर्किट में छह एससीआर और चार डायोड होते हैं। इन उपकरणों का उपयोग तीन फेस अर्ध तरंग कनवर्टर, तीन फेस अर्ध नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर और तीन फेस सर्किट बनाने के लिए किया जा सकता है। पूर्ण नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर और तीन फेस एसी वोल्टेज नियंत्रक पावर एक फ्रीव्हीलिंग डायोड को प्रेरक भार पर फ्रीव्हीलिंग डायोड के प्रभाव का निरीक्षण करने के लिए प्रदान किया जाता है।

यूनिट में प्रत्येक डिवाइस को एक उपयुक्त हीट सिंक पर लगाया गया है और स्नबर सर्किट द्वारा संरक्षित किया गया है। शॉर्ट सर्किट सुरक्षा ग्लास फ्यूज का उपयोग करके प्राप्त की जाती है। पावर सर्किट में आपूर्ति को चालू/बंद करने के लिए इनपुट आपूर्ति के साथ श्रृंखला में एक तीन-पोल स्विच प्रदान किया जाता है।

फ्रंट पैनल में इनपुट और आउटपुट टर्मिनल होते हैं। प्रत्येक SCR के गेट और कैथोड को फायरिंग पल्स कनेक्शन के लिए फ्रंट पैनल पर लाया जाता है। डीसी शंट मोटर्स के क्षेत्र के लिए डीसी आपूर्ति प्राप्त करने के लिए यूनिट में एक अलग फुल वेव ब्रिज रेक्टिफायर प्रदान किया जाता है। पावर सर्किट स्कीमेटिक फ्रंट पैनल पर मुद्रित है।

बैक पैनल विवरण:

फील्ड सप्लाइ ब्रिज रेक्टिफायर को एसी मेन सप्लाइ के लिए 3 पिन मेन सॉकेट। प्रत्येक एससीआर के साथ श्रृंखला में 6 फ्यूज के लिए ग्लास फ्यूज होल्डर।

विशिष्टताएँ:

इनपुट वोल्टेज : 24V एसी 3 फेज.

लोड धारा : 2 एम्पस अधिकतम.

एससीआर : (वी) आरआरएम 1200 वी, (आई) एवी: 10 एम्पस, 25 टीटीएसआई 2 अंतर्राष्ट्रीय रेक्टिफायर मेक.

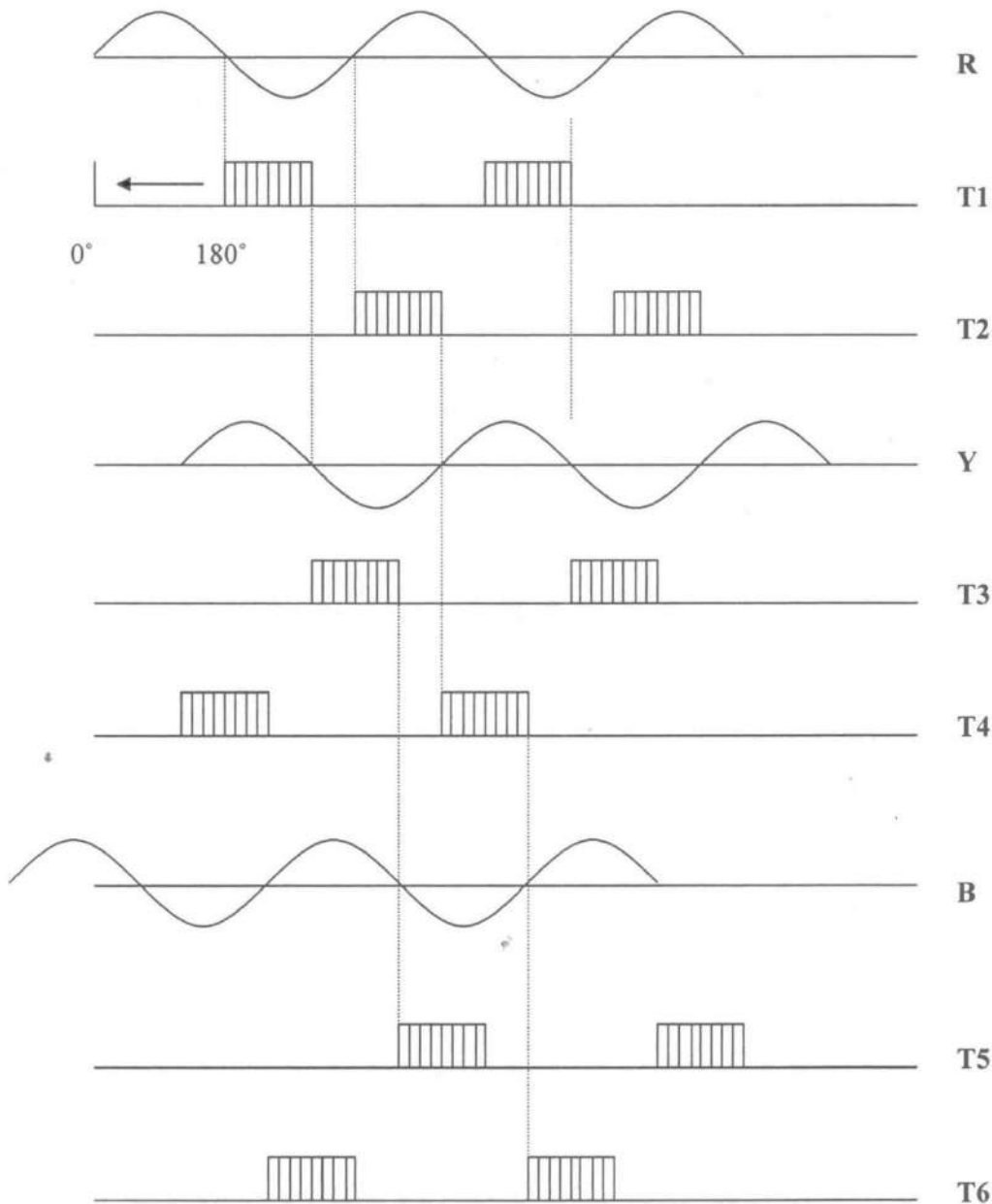
फ़्यूज़ : 2 एम्पियर ग्लास फ़्यूज़.

हीट सिंक : PI-46, 50 मिमी.

स्नबर : R-250 ओम/5 वॉट
सी-0.047 माइक्रोफैराड/630V.

क्षेत्र आपूर्ति : 4 एम्पस / 600V + 10%

स्विच : तीन पोल 16 एम्पस / 415V.



फ्रंट पैनल विवरण: -

3-फेज इनपुट आर, वाई, बी: तीन फेज आइसोलेशन ट्रांसफार्मर से 3-फेज एसी इनपुट को जोड़ने के लिए टर्मिनल।

आउटपुट : स्विच के बाद टर्मिनल को पावर सर्किट से जोड़ा जाना है।

स्विच: तीन पोल 16 एम्प्स. सर्किट में एसी पावर चालू/बंद

टी1,टी2,टी3, टी4,टी5,टी6 : एससीआर 25 टीटीएस12 -25 ए / 1200 वोल्ट

D2,D4,D6 : डायोड -SPR16 PB-16A/1200V

डीएम : फ्री व्हीलिंग डायोड - एसपीआर16पीबी - 16 ए/1200वी

क्षेत्र (+ और -) : मोटर नियंत्रण प्रयोगों के लिए डीसी मोटर हेतु क्षेत्र आपूर्ति।

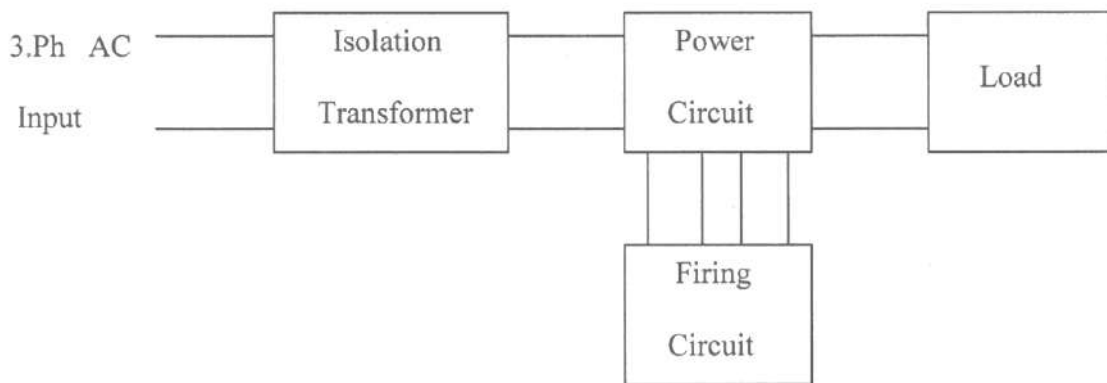
(संकेतक के साथ)

बैक पैनल विवरण:

मेन्स सॉकेट: फील्ड सप्लाइ ब्रिज रेक्टिफायर को 230V AC मेन्स सप्लाइ के लिए।

फ्यूज धारक: प्रत्येक एससीआर के साथ श्रृंखला में 6 ग्लास फ्यूज।

तीन चरणीय विद्युत परिपथ



तीन फेस प्रयोग ब्लॉक आरेख

1. **आइसोलेशन ट्रांसफॉर्मर:** तीन फेस 440V / 50Hz आपूर्ति अनुपात 1:1 KVA रेटिंग के अनुरूप विभिन्न वोल्टेज पर टेपिंग के साथ रेटिंग के अनुरूप। माप सर्किट के साथ मेन्स फेज और न्यूट्रल का अलगाव। एससीआर की डीवी/डीटी सुरक्षा और मेन्स के साथ इलेक्ट्रिक शोर के ऑसिलोस्कोप अलगाव का उपयोग करके तरंग रूपों के सुरक्षित माप के उद्देश्य को पूरा करता है।

2. **पावर सर्किट:** एससीआर और डायोड मॉड्यूल का उपयोग करके विभिन्न पावर सर्किट कॉन्फिगरेशन संभव है।

1. अर्ध तरंग परिवर्तक - 3 एससीआरएस.
2. अर्ध नियंत्रित कनवर्टर - 3 एससीआर और 3 डायोड।

3. पूर्णतः नियंत्रित कनवर्टर - 6 एस.सी.आर.

4. एसी फेज़ नियंत्रण - 6 एससीआर.

3. फायरिंग सर्किट: उपरोक्त पावर सर्किट के प्रत्येक एससीआर को तीन फेस कनवर्टर फायरिंग यूनिट का उपयोग करके स्वतंत्र रूप से पृथक आउटपुट का उपयोग करके ट्रिगर किया जाना चाहिए। पावर सर्किट से कनेक्ट करने से पहले ट्रिगर आउटपुट फेस अनुक्रम और भिन्नता की जाँच की जानी चाहिए। फेस अनुक्रम की तुलना पावर सर्किट के फेस अनुक्रम से की जानी चाहिए।

4. लोड: लोड कनेक्शन में करंट वेव फॉर्म माप के लिए एक एमीटर और करंट शंट शामिल होना चाहिए। जहाँ भी आवश्यक हो, फ्रीव्हीलिंग डायोड का उपयोग करें।

भार के प्रकार:-

a) प्रतिरोध - 'आर'

b) प्रतिरोध और प्रेरणिक भार 'आर' और 'एल'

c) मोटर और जनरेटर

नोट: डीसी मोटर नियंत्रण के मामले में, फील्ड उत्तेजना अलग है। आर्मेचर आपूर्ति देने से पहले फील्ड आपूर्ति चालू होनी चाहिए। आर्मेचर आपूर्ति बंद करने के बाद ही इसे बंद किया जाना चाहिए।

d) लैंप लोड: एससीआर की डीवी/डीटी सीमा के कारण और चूंकि प्रारंभिक अंतर्वाह धारा लैंप लोड में लोड धारा से 20 से 25 गुना अधिक होती है, इसलिए यह केवल बड़े सुरक्षा कारक के साथ ही किया जा सकता है।

सावधानियां: शुरुआत में इनपुट वोल्टेज कम रखें और फायरिंग कोण 180° पर रखें। धीरे-धीरे वोल्टेज को रेटेड वोल्टेज तक और कोण को 0° पर बढ़ाएँ।

निर्देश:

1. कनेक्शन बनाने से पहले सभी SCRS के प्रदर्शन की जाँच करें।
2. फायरिंग सर्किट ट्रिगर आउटपुट और उसके सापेक्ष फेस अनुक्रम की जाँच करें।
3. कोई नया प्रयोग करने से पहले नए संबंध बनाइये।
4. प्रत्येक नए कनेक्शन के लिए कम वोल्टेज (20-30V) पर काम करना बेहतर होगा। सावधानीपूर्वक जाँच के बाद इसे अधिकतम रेटिंग तक बढ़ाया जा सकता है। (यह गलत कनेक्शन और उच्च प्रारंभिक करंट समस्याओं के कारण होने वाले नुकसान को कम करने के लिए है)
5. थाइरिस्टर में मशीन की तुलना में बहुत कम थर्मल जड़त्व होता है और किसी भी ओवर लोड या शॉर्ट सर्किट से SCR तुरंत क्षतिग्रस्त हो जाएगा। इसलिए, जब तक प्रशिक्षक कनेक्शन की जाँच न कर ले, तब तक सप्लाई चालू न करें।
6. ऑसिलोस्कोप पर दो मापदंडों के तरंग रूपों का निरीक्षण करते समय, या तो अंतर इनपुट ऑसिलोस्कोप का उपयोग किया जाना चाहिए या सामान्य ऑसिलोस्कोप के साथ विशेष अंतर जांच का उपयोग किया जाना चाहिए। सामान्य ऑसिलोस्कोप पर तरंग रूपों का अवलोकन केवल एकल सामान्य बिंदु के संबंध में किया जा सकता है। अन्य जांच के ग्राउंड कनेक्शन से बचना चाहिए।

यदि दोनों जांचों के ग्राउंड कनेक्शन का उपयोग किया जाता है, तो इससे शॉर्ट सर्किट हो सकता है क्योंकि वे आंतरिक रूप से शॉर्ट होते हैं। किसी भी स्थिति में ऑसिलोस्कोप इनपुट ग्राउंड पॉइंट को डिस्कनेक्ट नहीं किया जाना चाहिए। यह एक खतरनाक अभ्यास है। उच्च वोल्टेज पर तरंग रूपों को देखने के लिए 10:1 ऑसिलोस्कोप जांच का उपयोग करें।

7. जब पावर सर्किट चालू हो तो गेट एवं कैथोड माप न करें।

मापदंड और अवलोकन:

1. इनपुट वोल्टेज तरंग रूप.
2. आउटपुट वोल्टेज तरंग रूप (पूरे लोड में)
3. आउटपुट धारा तरंग रूप (शंट के माध्यम से)
4. थाइरिस्ट्रों में वोल्टेज तरंग का निर्माण (यह माप केवल तभी करें जब पृथक्करण का उपयोग किया गया हो)
5. फायरिंग कोण की भिन्नता के साथ वोल्टेज और धारा तरंग रूपों की भिन्नता का अध्ययन।
6. प्रेरणिक भार के मामले में फ्रीव्हीलिंग डायोड के प्रभाव का अध्ययन।

प्रक्रिया:

तीन फेस कनवर्टर

1. फायरिंग सर्किट में मुख्य आपूर्ति चालू करें।
2. फेस समन्वयन के लिए 3-ph /415V AC सप्लाई को RYB 3-ph IN टर्मिनलों से फ्रंट पैनल में कनेक्ट करें। और 3-ph सप्लाई के न्यूट्रल पॉइंट को बैक पैनल में दिए गए ग्रीन टर्मिनलों से भी कनेक्ट करें।
3. अब 3-ph सप्लाई चालू करें। ग्राउंड के संबंध में RYB परीक्षण संकेतों का निरीक्षण करें। यदि सभी कनेक्शन उचित हैं तो हम परीक्षण बिंदु RY B पर 15V/3-ph संकेत देख सकते हैं।
4. फिर फायरिंग एंगल पोटेंशियोमीटर का उपयोग करके फायरिंग एंगल और ट्रिगर ओ/पी को बदलकर सभी परीक्षण बिंदुओं का निरीक्षण करें।
5. फिर ट्रिगर ओ/पीएस और तीन फेस अनुक्रम का निरीक्षण करें। सुनिश्चित करें कि पावर सर्किट से कनेक्ट करने से पहले सभी ट्रिगर ओ/पीएस उचित हैं। 6) ट्रिगर ओ/पी पल्स की चौड़ाई 6 मीटर सेकंड तय है और जैसे ही हम फायरिंग कोण बदलते हैं, इसकी स्थिति बदल जाती है। सिंगल फेज फायरिंग सर्किट की तरह पल्स की चौड़ाई की अवधि नहीं बदलेगी।
6. तीन फेस अलगाव ट्रांसफार्मर (24 वोल्ट) में प्राथमिक को स्टार में और द्वितीयक को स्टार या डेल्टा में कनेक्ट करें।
7. ट्रांसफार्मर सेकेंडरी की 24V टैपिंग को पावर सर्किट के RYB इनपुट से कनेक्ट करें।
8. लोड बिंदुओं के बीच लोड 100ohms/2Amps रिओस्टेट को कनेक्ट करें।
9. फायरिंग सर्किट से फायरिंग पल्स को पावर सर्किट में संबंधित एससीआर से कनेक्ट करें।

10.तीन पोल वाले ON/OFF स्विच को चालू करें, ट्रिगर o/ps को चालू करें और लोड और डिवाइस पर वोल्टेज तरंगों के रूपों को नोट करें। 12) विभिन्न फायरिंग कोणों के लिए लोड और डिवाइस पर तरंगों को ड्रा करें।

सारणीबद्ध स्तंभ

क्रम सं .	इनपुट वोल्टेज-Vin	फायरिंग कोण	आउटपुट वोल्टेज	आउटपुट करंट
1				
2				
3				
4				

प्रयोग का उद्देश्य: -

आर और आरएल लोड पर 3-फेस पूर्ण नियंत्रित ब्रिज रेक्टिफायर का अध्ययन करना

आवश्यक उपकरण: -

- क) नियंत्रण सर्किट: 3-फेस कनवर्टर फायरिंग सर्किट
- बी) पावर सर्किट: 3-फेस अर्ध और पूर्ण नियंत्रित कनवर्टर पावर सर्किट -24V/2A
- c) स्रोत : 3-फेस अलगाव ट्रांसफार्मर - 24V/2A
- d) लोड: प्रतिरोधक लोड -100 ओम/2 एम्प्स रिओस्टेट. एल-लोड 0- 150मिलिहेनरी/2ए
- ई) परीक्षण उपकरण: पावर स्कोप या सीआरओ।

प्रक्रिया: -

a) फायरिंग सर्किट का परीक्षण: -

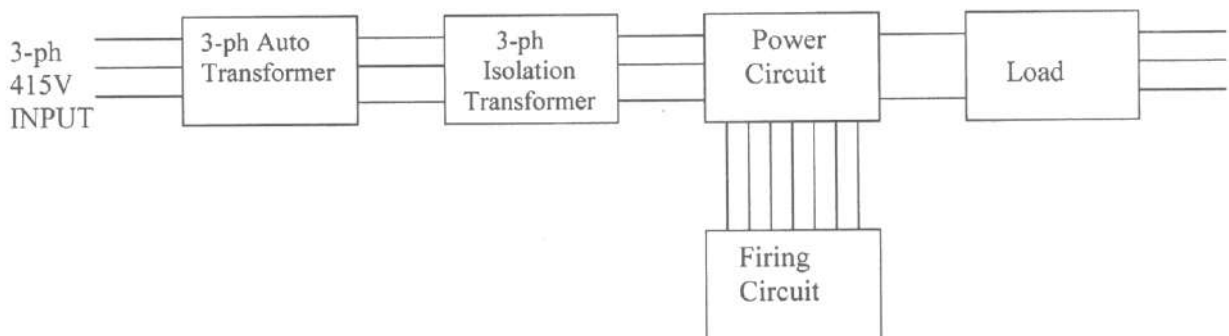
- 3-फेज/415 मेन सप्लाई को फ्रंट पैनल में दिए गए टर्मिनलों में RYB - 3ph से कनेक्ट करें।
- 3-फेज न्यूट्रल पॉइंट को बैक पैनल में दिए गए हरे टर्मिनल से कनेक्ट करें। 3 पिन मेन केबल को यूनिट से कनेक्ट करें।
- यूनिट की मुख्य आपूर्ति चालू करें। सिंक्रोनाइजेशन के लिए 3-फेज आपूर्ति चालू करें।
- अब ग्राउंड के संबंध में RY B सिग्नल की जाँच करें। यदि उचित न्यूट्रल पॉइंट बैक पैनल से जुड़ा हुआ है, तो हम 15V आयाम के साथ स्पष्ट RY B सिग्नल देख सकते हैं।
- ट्रिगर ओ/ पी को उनके फेस अनुक्रम के साथ जाँचें। इसकी तुलना सैद्धांतिक अनुक्रम से करें।

6. ट्रिगर ओ/पी पल्स की चौड़ाई 6 मीटर सेकंड निर्धारित है और निश्चित स्थिति तब बदलती है जब हम फायरिंग कोण पोटेंशियोमीटर बदलते हैं।
7. ट्रिगर पल्स को पावर सर्किट से जोड़ने से पहले सुनिश्चित करें कि ट्रिगर ऑपरेटिंग सिस्टम और उनका फेस अनुक्रम सही है।

b) पावर सर्किट का परीक्षण: -

1. प्रत्येक एससीआर के गेट कैथोड के बीच प्रतिरोध की जाँच करें।
2. इसे 20-2002 दिखाना चाहिए। यदि डिवाइस दोषपूर्ण है, तो यह K ओम के संदर्भ में शून्य प्रतिरोध या बहुत अधिक प्रतिरोध दिखाता है।
3. इसके बाद प्रत्येक SCR के एनोड और कैथोड के बीच प्रतिरोध की जाँच करें। यह बहुत उच्च प्रतिरोध दिखाएगा। यदि डिवाइस दोषपूर्ण है, तो यह शून्य प्रतिरोध दिखाएगा।
4. फ्रीव्हीलिंग डायोड के आगे के प्रतिरोध की जाँच करें। इसे 300 - 600 का कुछ प्रतिरोध दिखाना चाहिए। इसे विपरीत दिशा में K ओम के क्रम में बहुत अधिक प्रतिरोध दिखाना चाहिए।
5. बैक पैन में दिए गए फ्रयूज़ की निरंतरता की जाँच करें
6. इनपुट सप्लाई और फायरिंग पल्स को जोड़ने से पहले सुनिश्चित करें कि सभी डिवाइस और फ्रयूज़ सही हैं।

c) अंतर्संबंध: -



1. छह एससीआर का उपयोग करके तीन फेस पूर्णतः नियंत्रित कनवर्टर के लिए सर्किट आरेख में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाए जाते हैं।
2. फायरिंग सर्किट में फायरिंग पल्स T1, T2, T3, T4, T5, T6 को फायरिंग पल्स कनेक्शन के लिए प्रदान किए गए संबंधित SCR के गेट और कैथोड से कनेक्ट करें।
3. ब्रिज रेक्टिफायर के आउटपुट टर्मिनलों पर एक आर-लोड 100 ओम/2 एम्प्स कनेक्ट करें।

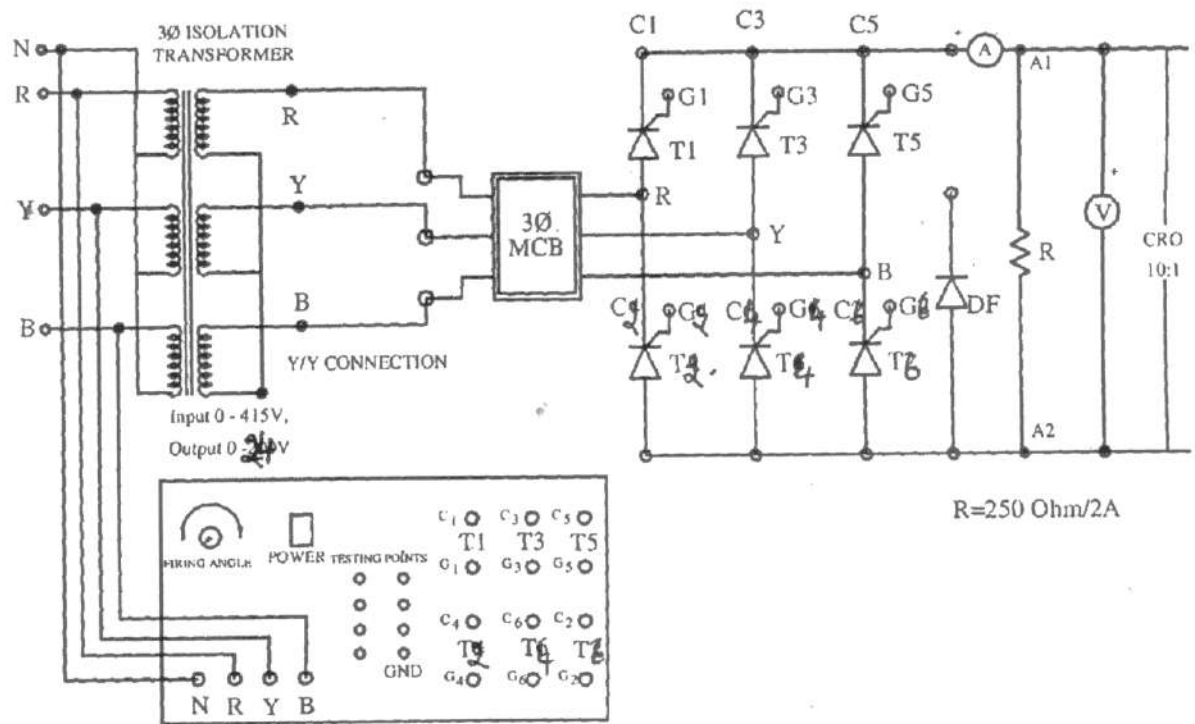
4. 3-फेज एसी इनपुट को पावर सर्किट से अधिमानतः 3-पीएच आइसोलेशन ट्रांसफार्मर के माध्यम से कनेक्ट करें।
5. इसे पावर सर्किट के फ्रंट पैनल में दिए गए RYB 3-ph IN टर्मिनल से कनेक्ट करें। आइसोलेशन ट्रांसफार्मर के प्राइमरी और सेकेंडरी को स्टार-स्टार कॉन्फिगरेशन में कनेक्ट करें।
6. फायरिंग सर्किट और पावर सर्किट दोनों के लिए समान RYB अनुक्रम का उपयोग करें।
7. 3-फेस फायरिंग सर्किट ट्रिगर पल्स को ऑफ स्थिति में तथा फायरिंग कोण 180° पर स्विच ऑन करें।
8. उपकरण चालू करने से पहले सभी कनेक्शनों की जांच कर लें तथा सुनिश्चित कर लें कि किए गए कनेक्शन सही हैं।
9. इसके बाद पावर सर्किट में 3-फेज आपूर्ति चालू करें।
10. तीन चरणीय ON/OFF स्विच को चालू करें।
11. फायरिंग पल्स ON/OFF स्विच को चालू करें।
12. फायरिंग कोण पोटेंशियोमीटर को बदलकर फायरिंग कोण में परिवर्तन करें और लोड पर वोल्टेज तरंगों का निरीक्षण करें।
13. यदि फायरिंग कोण में परिवर्तन या आउटपुट वोल्टेज में अचानक परिवर्तन के कारण आउटपुट में परिवर्तन नहीं हो रहा है, तो ट्रिगर पल्स को T1 से T2, T3 से T4, और T5 से T6 में बदलें, और इसके विपरीत।
14. यदि ब्रिज आउटपुट ठीक से आ रहा है, तो सारणीबद्ध कॉलम में दिए अनुसार रीडिंग को सारणीबद्ध करें। और अलग-अलग फायरिंग कोणों के लिए लोड और डिवाइस पर वोल्टेज तरंगों को ड्रा करें।
15. मापदंडों को सारणीबद्ध करें।
16. लोडिंग इंडक्टर (0-150mH) को रीओस्टेट के साथ श्रेणीक्रम में जोड़ें और फ्रीव्हीलिंग डायोड के साथ और उसके बिना RL लोड के प्रभाव का निरीक्षण करें तथा लोड और उपकरणों में वोल्टेज तरंगों का निरीक्षण करें।
17. फायरिंग कोण घुंटी को न्यूनतम (वामावर्त) स्थिति में लाएं।
18. तीन पोल स्विच, फायरिंग यूनिट और तीन फेस एसी मेन्स को बंद करें।

नोट: - 3-फेज आइसोलेशन ट्रांसफार्मर di/dt सीमा के लिए भी जमीन को अलग करके मापदंडों के सुरक्षित माप के लिए आवश्यक है।

प्रयोग आइसोलेशन ट्रांसफार्मर के बिना भी किया जा सकता है, यदि हमारे पास पावर स्कोप हो या सामान्य सीआरओ का ग्राउंड पिन हटा दिया जाए (लेकिन यह सुरक्षित अभ्यास नहीं है)।

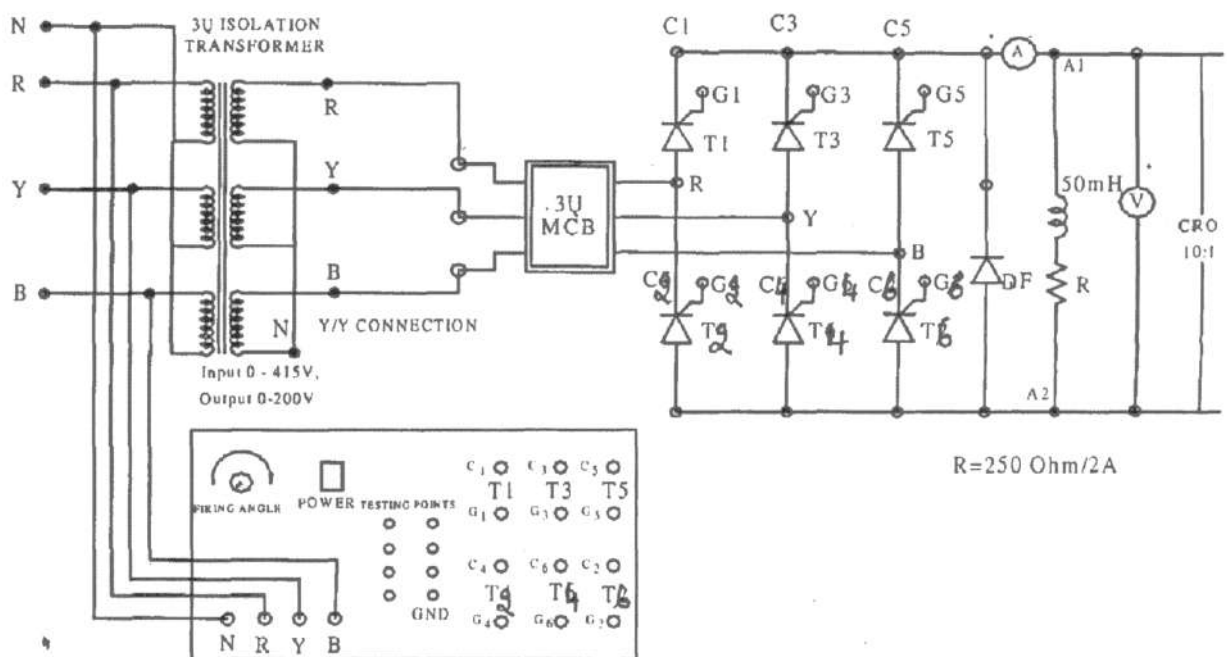
टिप्पणी: -

1. लोड वोल्टेज और इनपुट वोल्टेज को एक साथ देखने का प्रयास न करें, यदि ऐसा होता है तो इनपुट वोल्टेज टर्मिनल सीधे लोड टर्मिनल से जुड़ा होता है क्योंकि CRO के दोनों चैनल अलग-थलग नहीं होते हैं। CRO पर दोहरे चैनल का उपयोग करते समय सुनिश्चित करें कि दोनों ग्राउंड टर्मिनल एक ही बिंदु से जुड़े होने चाहिए।
2. जब विद्यार्थी प्रयोग कर रहे हों तो बिजली के झटके से बचने के लिए कम एसी वोल्टेज का उपयोग करने की सिफारिश की जाती है।
3. सीआरओ पर उच्च वोल्टेज लागू न करें। उच्च वोल्टेज माप करते समय 10:1 जांच का उपयोग किया जा सकता है या पावर स्कोप का उपयोग किया जा सकता है।
4. प्रयोग आइसोलेशन ट्रांसफार्मर के बिना भी किया जा सकता है, यदि हमारे पास पावर स्कोप हो या सामान्य सीआरओ का ग्राउंड पिन हटा दिया जाए (लेकिन यह सुरक्षित अभ्यास नहीं है)



आर लोड के साथ तीन फेस पूर्णतः नियंत्रित ब्रिज कनवर्टर

आर-लोड के साथ 3 फेस पूर्णतः नियंत्रित कनवर्टर के लिए कनेक्शन आरेख



आरएल लोड के साथ तीन फेस पूर्णतः नियंत्रित ब्रिज

3ph के लिए कनेक्शन आरेख। RL-लोड के साथ पूर्ण नियंत्रित कनवर्टर

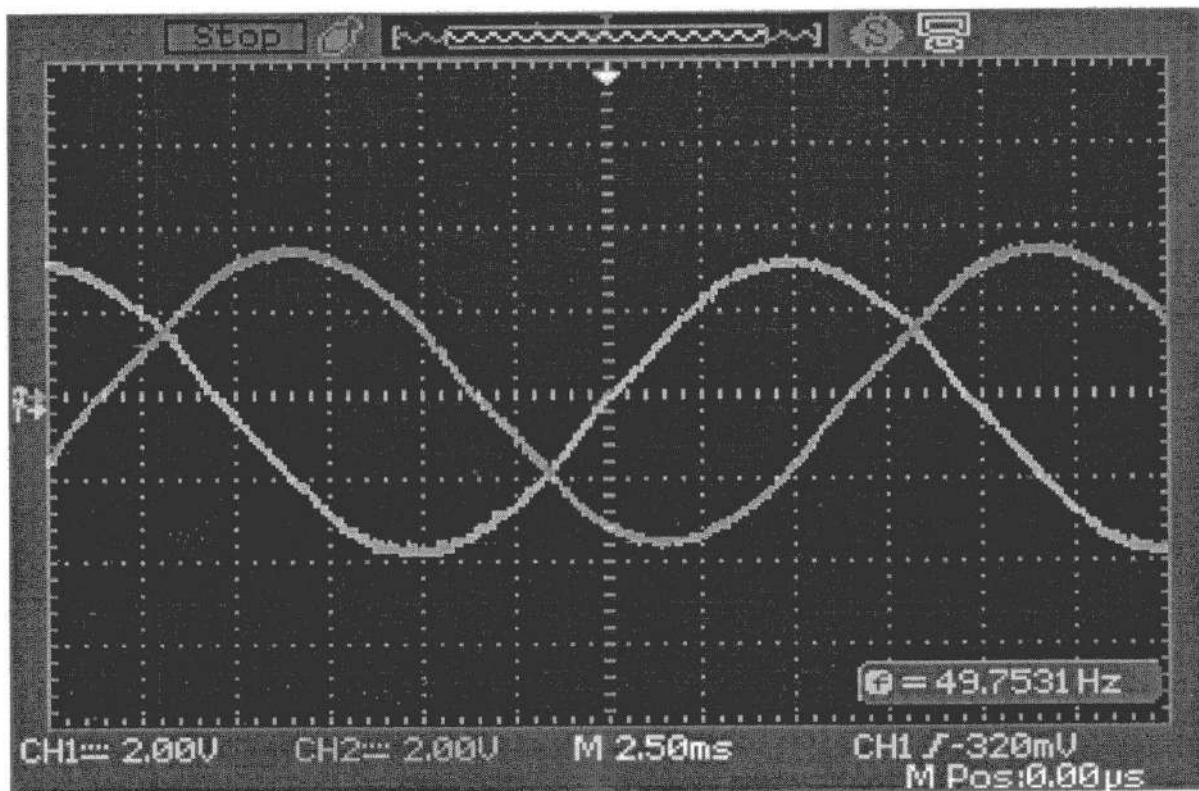
आर-लोड के लिए सारणीबद्ध कॉलम:

क्रम सं.	इनपुट वोल्टेज V_{in} एसी वोल्ट	फायरिंग कोण	आउटपुट वोल्टेज V_o डीसी वोल्ट	आउटपुट करंट I_o DC एम्प्स

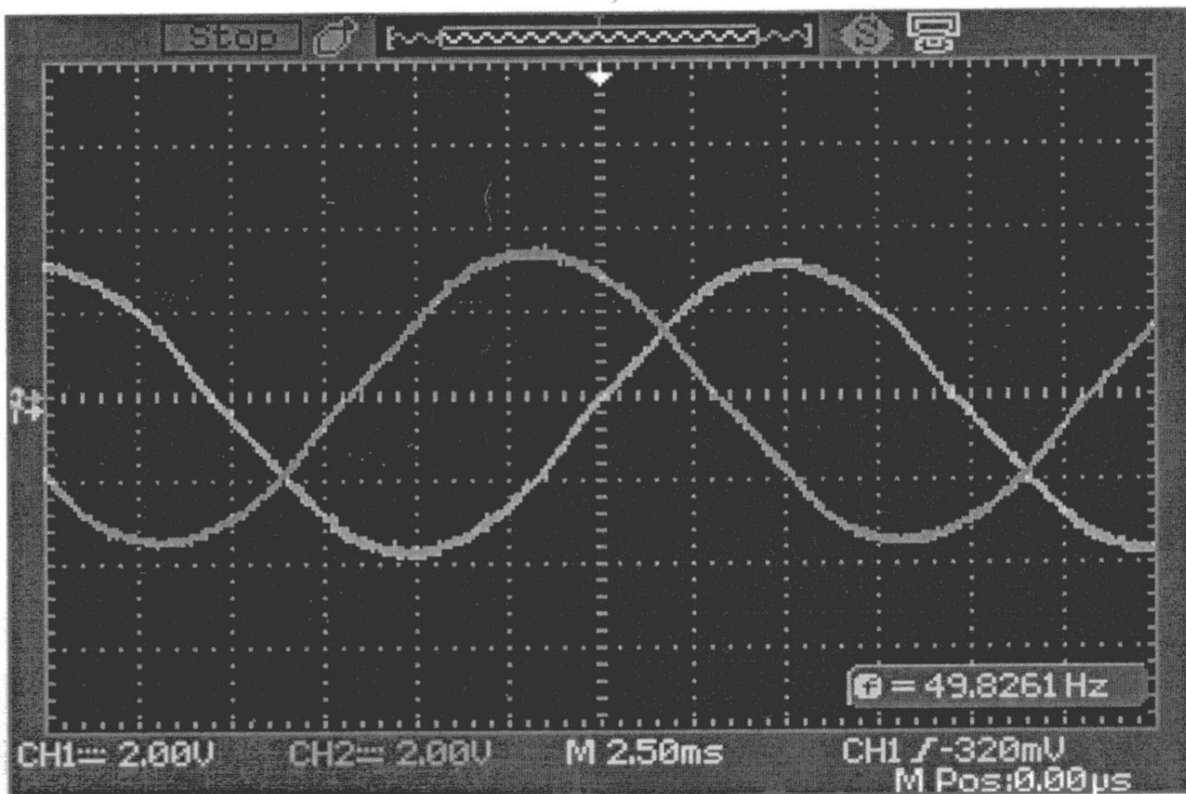
आरएल लोड के लिए सारणीबद्ध कॉलम:

क्रम सं.	इनपुट वोल्टेज V_{in} एसी वोल्ट	फायरिंग कोण	आउटपुट वोल्टेज V_o डीसी वोल्ट	आउटपुट करंट I_o DC एम्प्स

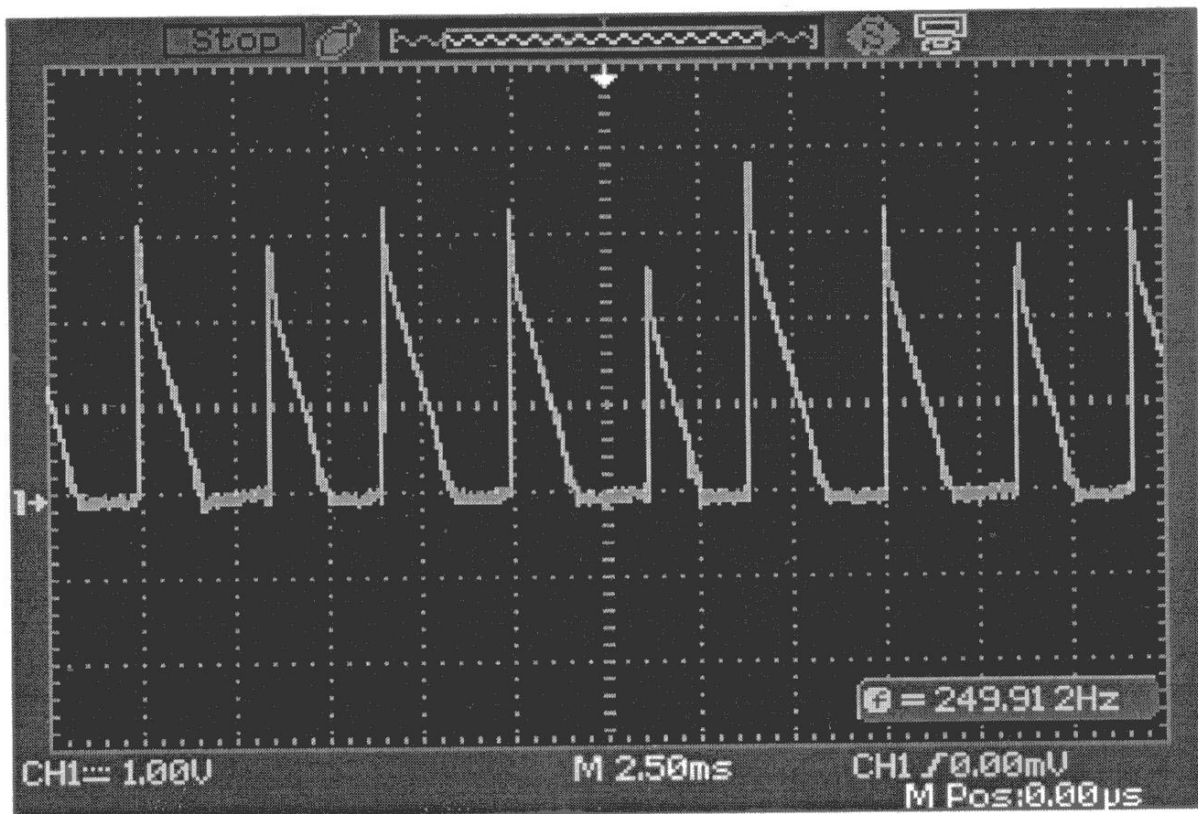
3 फेस पूर्ण नियंत्रित कनवर्टर के लिए वास्तविक तरंगरूप।



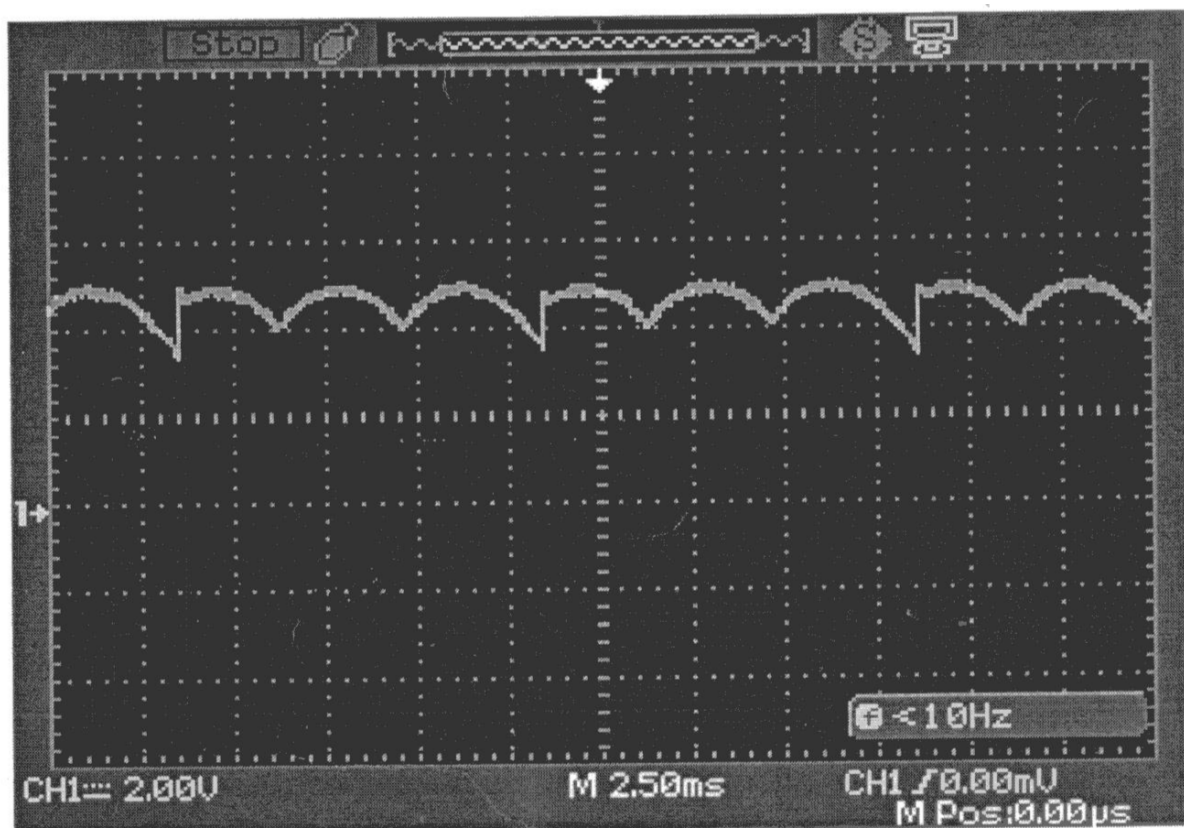
आर-वाई फेस के बीच इनपुट तरंग



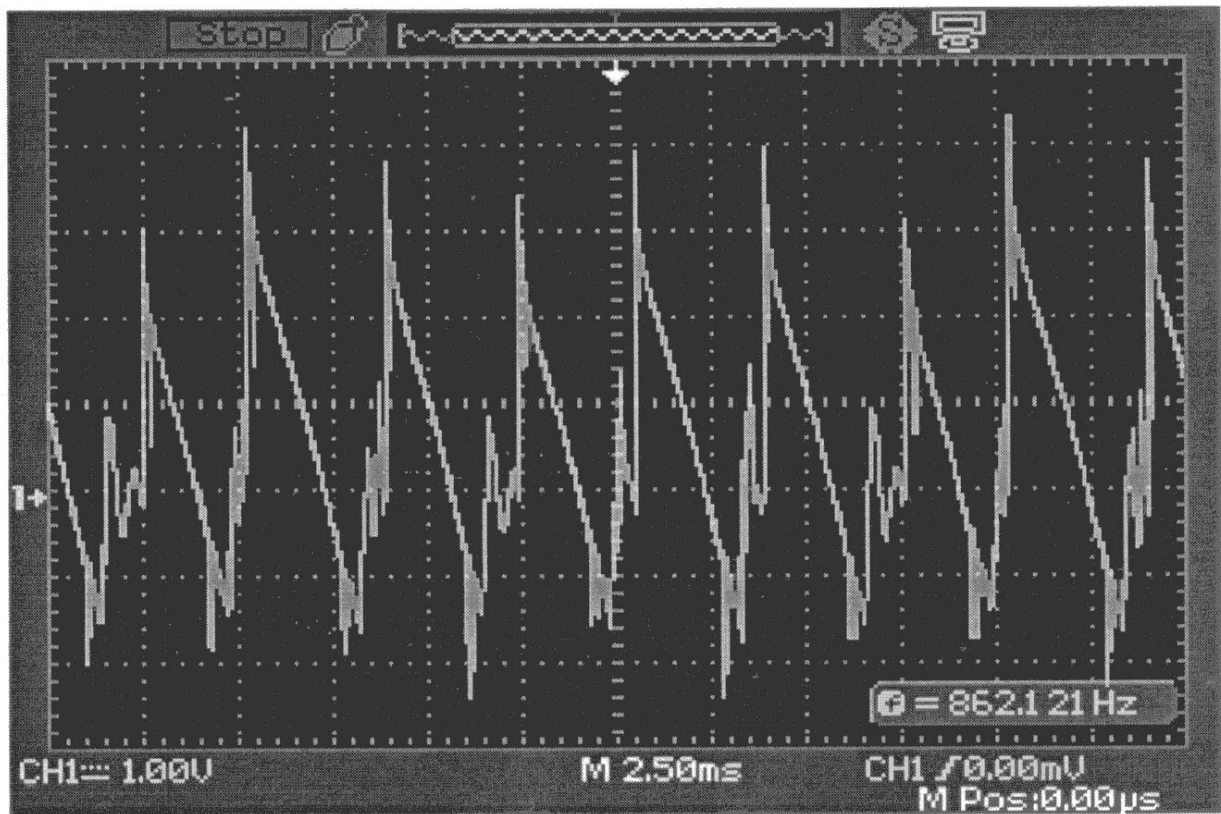
आर-बी फेस के बीच इनपुट तरंग



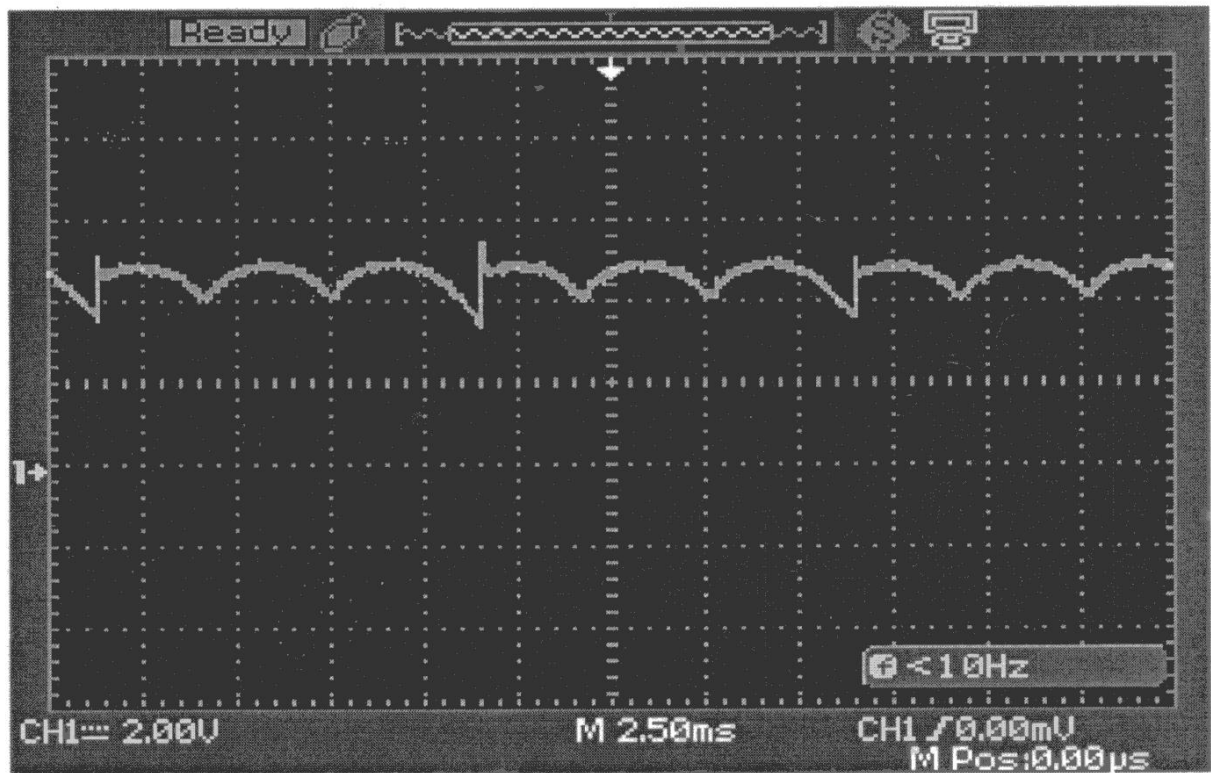
आर-लोड के लिए लोड वोल्टेज तरंग ($\alpha = 90^\circ$)



आर-लोड के लिए लोड वोल्टेज तरंग ($\alpha = 0^\circ$)



आर-एल लोड के लिए आउटपुट तरंग ($\alpha = 90^\circ$)



आर-एल लोड के लिए आउटपुट तरंग ($\alpha = 0^\circ$)

प्रयोग का उद्देश्य: R और RL लोड पर 3-फेस अर्ध-नियंत्रित ब्रिज रेक्टिफायर का अध्ययन करना।

आवश्यक उपकरण: -

- क) नियंत्रण सर्किट: 3-फेस कनवर्टर फायरिंग सर्किट
- बी) पावर सर्किट: 3-फेस अर्ध और पूर्ण नियंत्रित कनवर्टर पावर सर्किट -24V/2A
- c) स्रोत : 3-फेस अलगाव ट्रांसफार्मर -24V/2A
- d) लोड: प्रतिरोधक लोड -100 ओम/2 एम्प्लिफायर रिओस्टेट. एल-लोड
0- 150मिलिहेनरी/2ए
- ई) परीक्षण उपकरण: पावर स्कोप या सीआरओ।

प्रक्रिया:

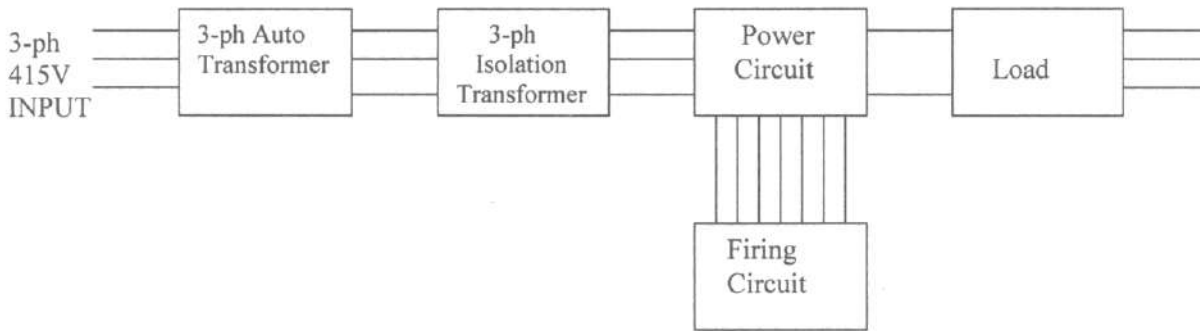
a) फायरिंग सर्किट का परीक्षण: -

- 1) 3-फेज/415 मेन सप्लाइ को फ्रंट पैनल में दिए गए टर्मिनलों में RYB - 3ph से कनेक्ट करें।
- 2) 3-फेज न्यूट्रल पॉइंट को बैक पैनल में दिए गए हरे टर्मिनल से कनेक्ट करें। 3 पिन मेन केबल को यूनिट से कनेक्ट करें।
- 3) यूनिट की मुख्य आपूर्ति चालू करें। सिंक्रोनाइजेशन के लिए 3-फेज आपूर्ति चालू करें।
- 4) अब ग्राउंड के संबंध में RYB सिग्नल की जाँच करें। यदि उचित न्यूट्रल पॉइंट बैक पैनल से जुड़ा हुआ है तो हम 15V आयाम के साथ स्पष्ट RYB सिग्नल देख सकते हैं।
- 5) ट्रिगर ओ/ पी को उनके फेस अनुक्रम के साथ जाँचें। इसकी तुलना सैद्धांतिक अनुक्रम से करें।
- 6) ट्रिगर ओ/पी पल्स की चौड़ाई 6 मीटर सेकंड निर्धारित है और निश्चित स्थिति तब बदलती है जब हम फायरिंग कोण पोटेंशियोमीटर बदलते हैं।
- 7) ट्रिगर पल्स को पावर सर्किट से जोड़ने से पहले सुनिश्चित करें कि ट्रिगर ऑपरेटिंग सिस्टम और उनका फेस अनुक्रम सही है।

b) विद्युत सर्किट का परीक्षण :

1. प्रत्येक एससीआर के कैथोड के बीच प्रतिरोध की जाँच करें।

c) अंतर्संबंध:-

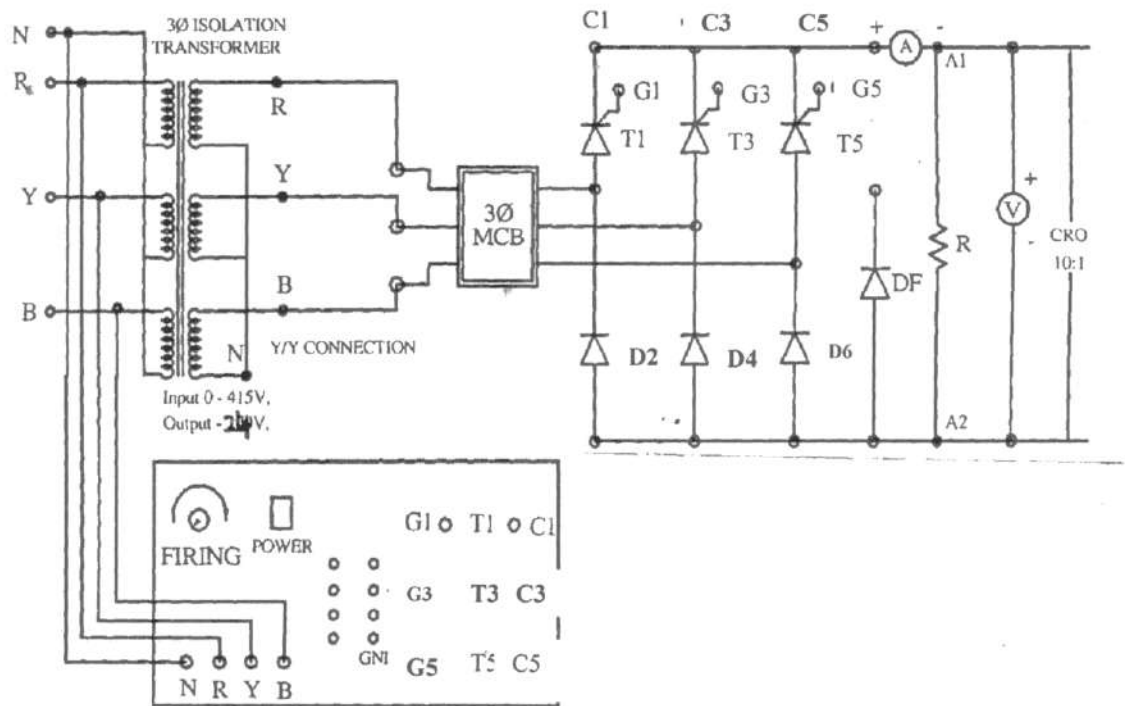


- 1) तीन एससीआरएस और तीन डायोड का उपयोग करके तीन फेस अर्ध-नियंत्रित कनवर्टर के लिए सर्किट आरेख में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाए जाते हैं।
- 2) फायरिंग सर्किट में फायरिंग पल्स T1, T3, T5 को फायरिंग पल्स कनेक्शन के लिए प्रदान किए गए संबंधित SCR के गेट और कैथोड से कनेक्ट करें।
- 3) ब्रिज रेक्टिफायर के आउटपुट टर्मिनलों पर एक आर-लोड 100 ओम/2 एम्पियर रिओस्टेट कनेक्ट करें।
- 4) 3-फेज एसी इनपुट को पावर सर्किट से अधिमानतः 3-पीएच आइसोलेशन ट्रांसफार्मर (24V/2A) के माध्यम से कनेक्ट करें।
- 5) इसे पावर सर्किट के फ्रंट पैनल में दिए गए RYB 3-ph IN टर्मिनल से कनेक्ट करें।
आइसोलेशन ट्रांसफॉर्मर के प्राइमरी और सेकेंडरी को स्टार-स्टार कॉन्फिगरेशन में कनेक्ट करें।
- 6) फायरिंग सर्किट और पावर सर्किट दोनों के लिए समान RYB अनुक्रम का उपयोग करें।
- 7) 3-फेस फायरिंग सर्किट ट्रिगर पल्स को ऑफ स्थिति में तथा फायरिंग कोण 180° पर स्विच ऑन करें।
- 8) इसके बाद पावर सर्किट में 3-फेज आपूर्ति चालू करें।
- 9) तीन चरणीय ON/OFF स्विच को चालू करें।
- 10) फायरिंग पल्स ON/OFF स्विच को चालू करें।
- 11) फायरिंग कोण पोटेंशियोमीटर को बदलकर फायरिंग कोण में परिवर्तन करें, तथा लोड पर वोल्टेज तरंग रूपों का निरीक्षण करें।
- 12) यदि फायरिंग कोण में परिवर्तन या आउटपुट वोल्टेज में अचानक परिवर्तन के कारण आउटपुट में परिवर्तन नहीं हो रहा है, तो ट्रिगर पल्स को T1 से T2, T3 से T4, और T5 से T6 में बदलें।
- 13) यदि ब्रिज आउटपुट ठीक से आ रहा है, तो सारणीबद्ध कॉलम में दिए अनुसार रीडिंग को सारणीबद्ध करें।
- 14) और विभिन्न फायरिंग कोणों के लिए लोड और डिवाइस पर वोल्टेज तरंगों को भी आरेखित करें।

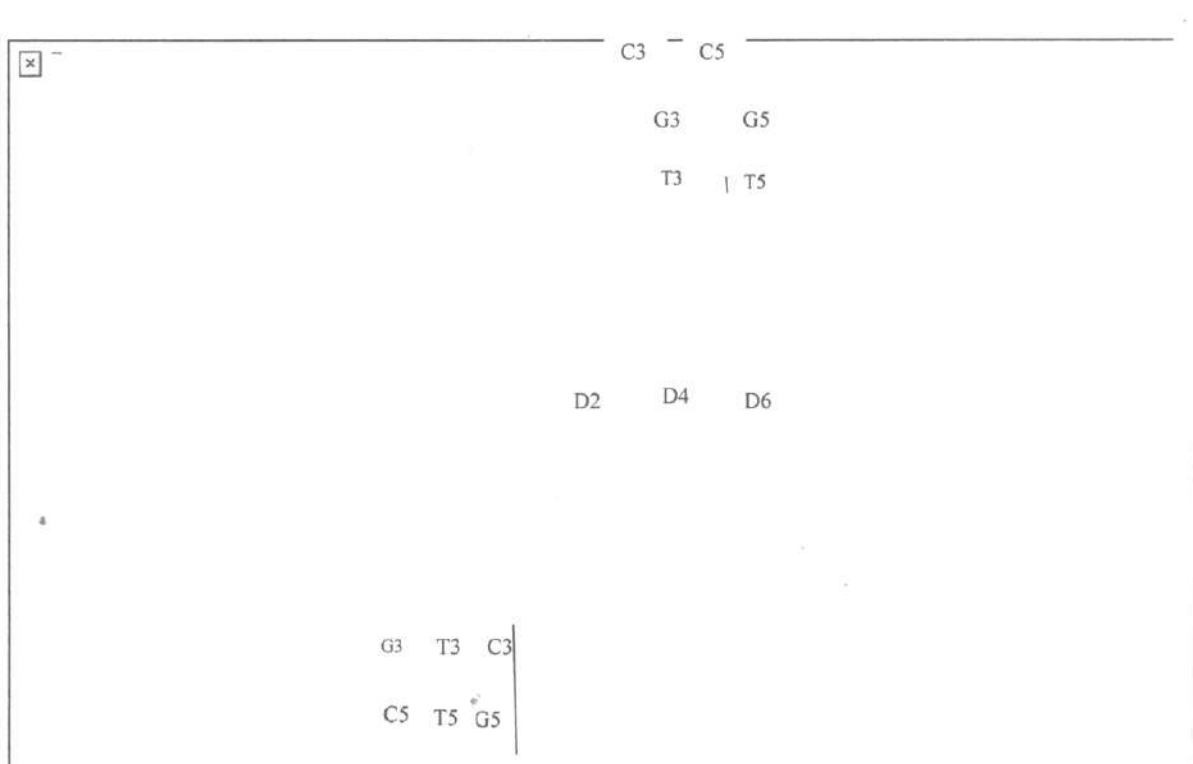
- 15) फ्री व्हीलिंग डायोड को जोड़ने के साथ और बिना जोड़ने के पैरामीटर और वोल्टेज तरंगों को सारणीबद्ध करें ।
- 16) मापदंडों को सारणीबद्ध करें।
- 17) इंडक्टेंस के विभिन्न मानों के लिए R - L लोड के लिए इसे दोहराएं। लोडिंग इंडक्टर (0-150mH/5A) को R-लोड के साथ श्रृंखला में कनेक्ट करें। मापदंडों को सारणीबद्ध करें और फ्रीव्हीलिंग डायोड को जोड़ने के साथ और बिना वोल्टेज तरंगों का निरीक्षण करें।
- 18) फायरिंग कोण घुंटी को न्यूनतम (वामावर्त) स्थिति में लाएं।
- 19) तीन पोल स्विच, फायरिंग यूनिट और तीन फेस एसी मेन का स्विच..

टिप्पणी: -

1. लोड वोल्टेज और इनपुट वोल्टेज को एक साथ देखने का प्रयास न करें, यदि ऐसा होता है तो इनपुट वोल्टेज टर्मिनल सीधे लोड टर्मिनल से जुड़ा होता है क्योंकि CRO के दोनों चैनल अलग-थलग नहीं होते हैं। CRO पर दोहरे चैनल का उपयोग करते समय सुनिश्चित करें कि दोनों ग्राउंड टर्मिनल एक ही बिंदु से जुड़े होने चाहिए।
2. जब विद्यार्थी प्रयोग कर रहे हों तो बिजली के झटके से बचने के लिए कम एसी वोल्टेज का उपयोग करने की सिफारिश की जाती है।
3. सीआरओ पर उच्च वोल्टेज लागू न करें। उच्च वोल्टेज माप करते समय 10:1 जांच का उपयोग किया जा सकता है या पावर स्कोप का उपयोग किया जा सकता है।
4. प्रयोग आइसोलेशन ट्रांसफार्मर के बिना भी किया जा सकता है, यदि हमारे पास पावर स्कोप हो या सामान्य सीआरओ का ग्राउंड पिन हटा दिया जाए (लेकिन यह सुरक्षित अभ्यास नहीं है)



चित्र 1 आर लोड के साथ तीन फेस अर्ध-नियंत्रित ब्रिज
आर-लोड के साथ तीन फेस अर्ध-नियंत्रित कनवर्टर के लिए कनेक्शन आरेख



चित्र 2 आरएल लोड के साथ तीन फेस अर्ध-नियंत्रित ब्रिज
आरएल-लोड के साथ तीन फेस अर्ध-नियंत्रित कनवर्टर के लिए कनेक्शन आरेख

आर-लोड के लिए सारणीबद्ध कॉलम:

क्रम सं.	इनपुट वोल्टेज V_{in} एसी वोल्ट	फायरिंग कोण	आउटपुट वोल्टेज V_o डीसी वोल्ट	आउटपुट करंट I_o DC एम्प्स

आरएल लोड के लिए सारणीबद्ध कॉलम:

क्रम सं.	इनपुट वोल्टेज V_{in} एसी वोल्ट	फायरिंग कोण	आउटपुट वोल्टेज V_o डीसी वोल्ट	आउटपुट करंट I_o DC एम्प्स

Experiment no.7

SINGLE PHASE AC VOLTAGE CONTROLLER: -

This unit consists of two parts: -

- (a) 24V/ 1A step down Transformer.
- (b) Firing unit and
- (c) Power circuit sufficient to study the AC Voltage controller using SCR and TRIAC.

1) FIRING UNIT: - This unit generates two pairs of pulse transformer isolated trigger pulses to trigger two SCR's and a triac. Firing angle can be varied from 180^0 to 0^0 on a graduated scale using potentiometer. ON/OFF switch is provided for trigger outputs with soft start facility. A selector switch is provided for selecting SCR and Triac triggering.

FRONT PANEL DETAILS: -

- 1. Firing Angle : Potentiometer to vary the firing angle from 180^0 to 0^0
- 2. ON/OFF : ON/OFF switch for trigger outputs with soft start feature
- 3. Trigger outputs : TRIG1 – SCR .
TRIG2 – SCR/TRIAC
- 4. Power : Mains ON/OFF switch to the unit with builtin indicator.

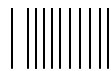
2) POWER CIRCUIT: - This unit consists of 2 SCR's and a triac. All the devices are mounted on proper heat sink and protected by snubber circuit for dv/dt protection. All the terminals are brought out to front panel. A switch is provided to switch ON/OFF the input supply to the power circuit from step down transformer.

FRONT PANEL DETAILS: -

- 1. STEP DOWN TRANSFORMER : 24 V @ 1 Amps terminals to connect AC input to the power circuit
- 2. T1 and T2 : SCR's – 12 Amps / 600V.
- 3. TRIAC : Triac – 12A / 600V.
- 4, LOAD : 220 ohm/25W

PROCEDURE: -

- 1) Switch on the mains supply to the firing circuit. And observe the trigger outputs by varying the firing angle potentiometer and by operating ON/OFF switch.
- 2) Make sure that the trigger pulses are coming properly before connecting to the power circuit. Two different power circuit can be build as given below.
- 3) Make the connections as given in the circuit diagram for single phase AC voltage using SCR/TRIAC.
- 4) Then connect the trigger outputs T1 & T2 from firing circuit to corresponding SCR's /TRIAC.
- 5) Connect AC supply to the power circuit through step down transformer.



- 6) Connect the load of 220 Ohms LOAD.
- 7) Switch ON the step down transformer supply and trigger outputs and observe the output voltage waveform across load. And not down output voltage, firing angle, input voltage.
- 8) Note down output AC voltage

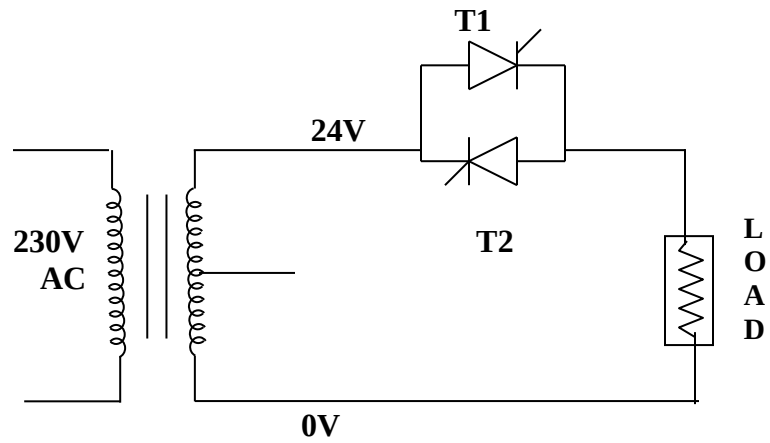
NOTE: - If there is no output even after all the proper connections, switch OFF the Supply and just interchange the connections at step down transformer terminals. This is to make the power circuit and firing to synchronize.

TABULAR COLUMN:-

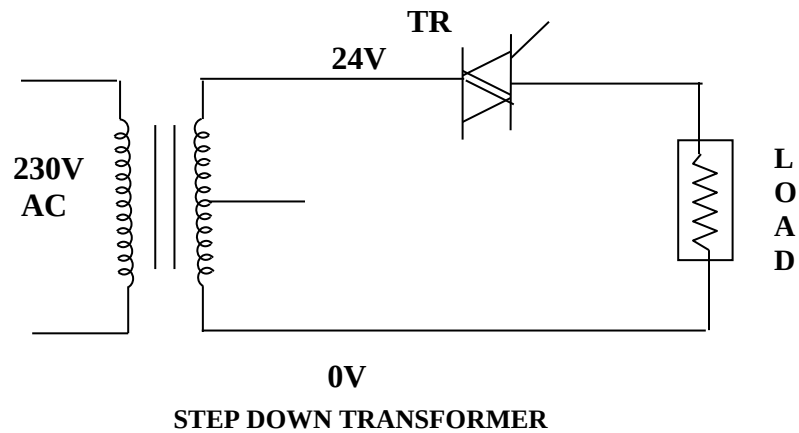
Sl. No.	Input Voltage	Firing angle	Output voltage

DIFFERENT CIRCUITS: -

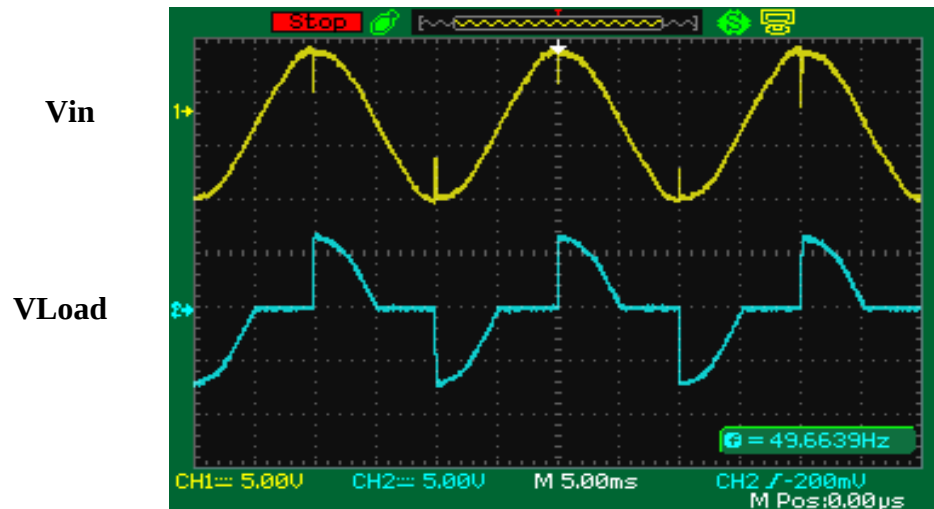
1.1Ph.AC voltage controller USING SCRS: -



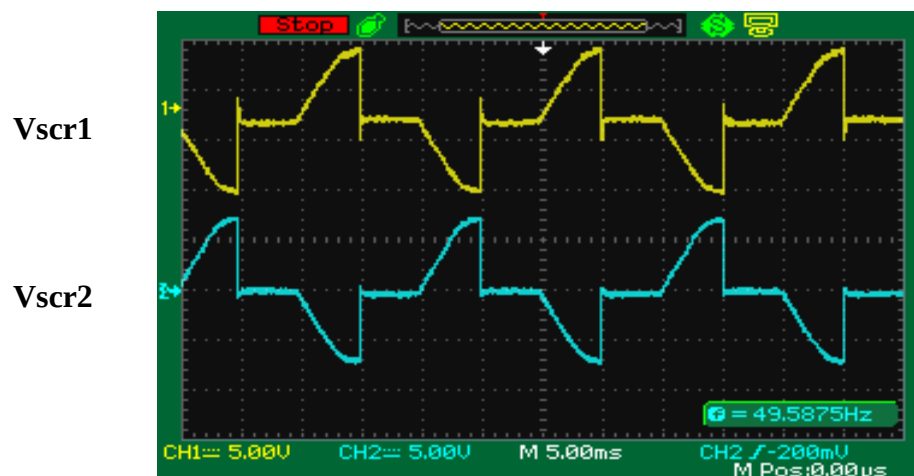
2. 1Ph.AC voltage controller USING TRIAC: -



Actual waveforms for single phase AC voltage controller using SCR

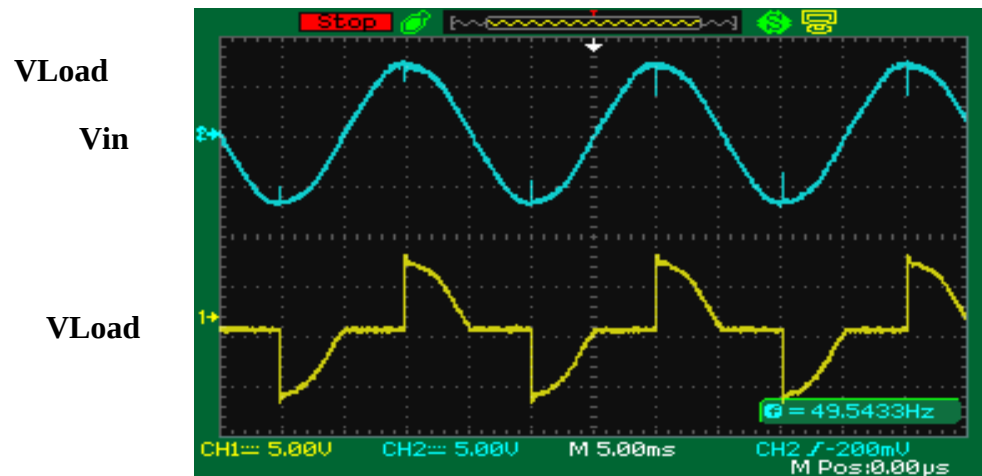


Input and Load voltage waveforms for R-Load($\alpha=90^\circ$)

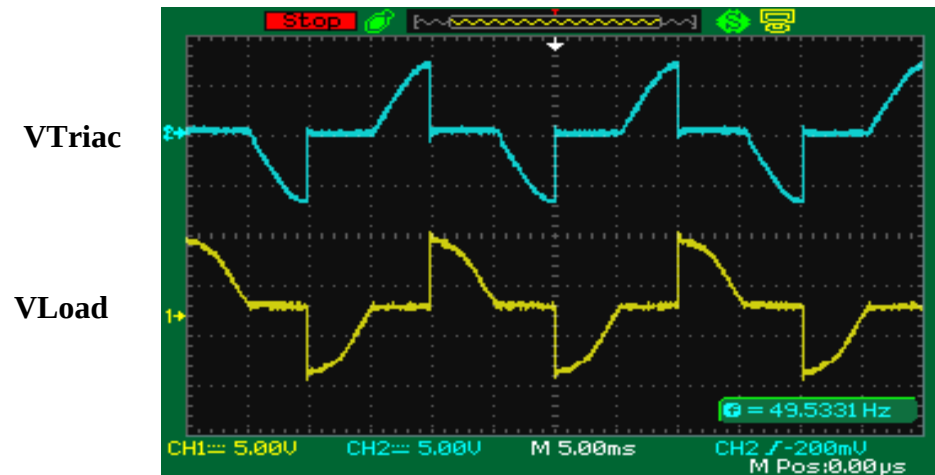


Voltage waveforms across SCR1 and SCR2 for R-Load($\alpha=90^\circ$)

Actual waveforms for single phase AC voltage controller using TRIAC



Input and Load voltage waveforms for R-Load($\alpha=90^\circ$)



Voltage waveforms across Triac & Load for R-Load($\alpha=90^\circ$)

प्रयोग क्रमांक - 7

एक फेस आवर्ती धारा वोल्टेज नियंत्रक का निष्पादन करना।

एक फेस एसी वोल्टेज नियंत्रक: -

इस इकाई में दो भाग हैं: -

- (a) 24V/ 1A स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर.
- (b) फायरिंग यूनिट और
- (c) एसी वोल्टेज नियंत्रक का अध्ययन करने के लिए पर्याप्त पावर सर्किट एससीआर और TRIAC का उपयोग करना।

1) **फायरिंग यूनिट:** - यह यूनिट पल्स दो एससीआर और एक ट्रायैक को ट्रिगर करने के लिए ट्रांसफॉर्मर पृथक ट्रिगर पल्स के दो जोड़े उत्पन्न करती है। पोटेंशियोमीटर का उपयोग करके अंशांकित पैमाने पर फायरिंग कोण 180° से 0° तक बदला जा सकता है। सॉफ्ट स्टार्ट सुविधा के साथ ट्रिगर आउटपुट के लिए ON/OFF स्विच प्रदान किया गया है। एससीआर और ट्रायैक ट्रिगरिंग का चयन करने के लिए एक चयनकर्ता स्विच प्रदान किया गया है।

फ्रंट पैनल विवरण: -

- 1. फायरिंग कोण : फायरिंग कोण को 180° से 0° तक बदलने के लिए पोटेंशियोमीटर
- 2. चालू/बंद : सॉफ्ट स्टार्ट सुविधा के साथ ट्रिगर आउटपुट के लिए चालू/बंद स्विच
- 3. ट्रिगर आउटपुट : TRIG1 - SCR .
TRIG2 - एससीआर/ट्रायैक
- 4. पावर : अंतर्निहित सूचक के साथ यूनिट के लिए मेन्स चालू/बंद स्विच।

2) **पावर सर्किट:** - इस यूनिट में 2 एससीआर और एक ट्रायैक होता है। सभी डिवाइस हैं उचित हीट सिंक पर स्थापित और स्नबर सर्किट द्वारा संरक्षित डीवी/डीटी सुरक्षा के लिए। सभी टर्मिनलों को सामने लाया जाता है पैनल। इनपुट सप्लाय को चालू/बंद करने के लिए एक स्विच प्रदान किया गया है स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर से पावर सर्किट तक।

फ्रंट पैनल विवरण: -

- 1. स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर : 24 V @ 1 एम्प्स टर्मिनल कनेक्ट करने के लिए
पावर सर्किट में AC इनपुट
- 2. टी1 और टी2 : एस.सी.आर. - 12 एम्प्स / 600 वी.
- 3. ट्रायैक : ट्रायैक - 1 2A / 600V.
- 4. लोड : 220 ओम/25W

प्रक्रिया: -

- 1) फायरिंग सर्किट में मेन सप्लाई चालू करें। और फायरिंग एंगल पोटेंशियोमीटर को बदलकर और ON/OFF स्विच को चलाकर ट्रिगर आउटपुट का निरीक्षण करें।
- 2) पावर सर्किट से कनेक्ट करने से पहले सुनिश्चित करें कि ट्रिगर पल्स ठीक से आ रहे हैं। नीचे दिए गए अनुसार दो अलग-अलग पावर सर्किट बनाए जा सकते हैं।
- 3) एससीआर/ट्राईएसी का उपयोग करके एक फेज एसी वोल्टेज के लिए सर्किट आरेख में दिए अनुसार कनेक्शन बनाएं।
- 4) फिर फायरिंग सर्किट से ट्रिगर आउटपुट T1 और T2 को संबंधित SCR/TRIAC से कनेक्ट करें।
- 5) एसी सप्लाई को स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर के माध्यम से पावर सर्किट से जोड़ें।
- 6) 220 ओम लोड का कनेक्शन करें।
- 7) Switch ON स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर सप्लाई और ट्रिगर आउटपुट और लोड के पार आउटपुट वोल्टेज वेवफॉर्म का निरीक्षण करें। और आउटपुट वोल्टेज, फायरिंग एंगल, इनपुट वोल्टेज को कम न करें।
- 8) आउटपुट एसी वोल्टेज नोट करें

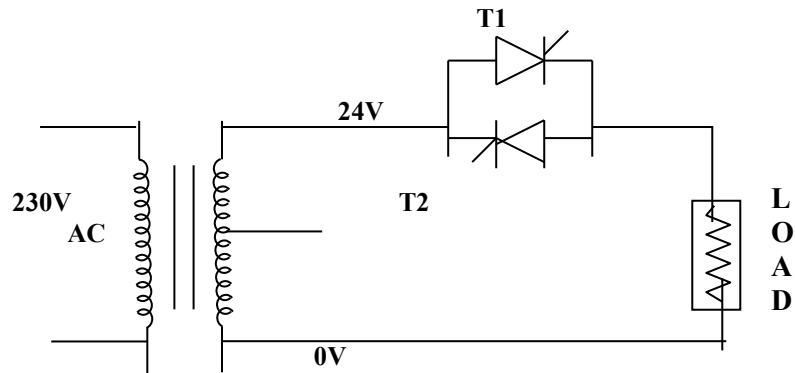
टिप्पणी: - यदि सभी उचित कनेक्शन के बाद भी कोई आउटपुट नहीं है, तो स्विच ऑफ करें स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर टर्मिनलों पर आपूर्ति करें और कनेक्शनों को आपस में बदलें। ऐसा पावर सर्किट और फायरिंग को समन्वयित करने के लिए किया जाता है।

सारणीबद्ध स्तम्भ:-

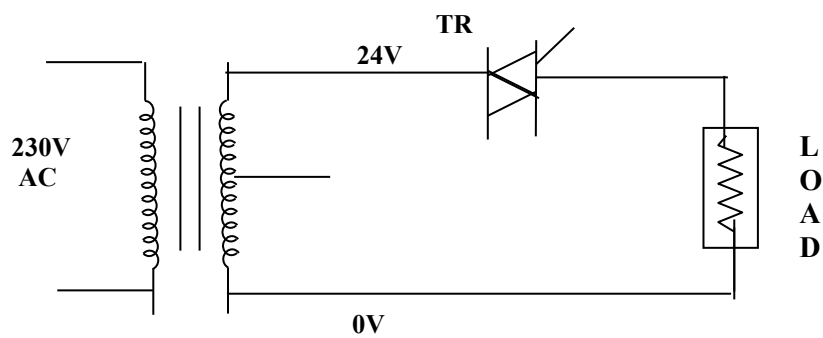
क्रम सं.	इनपुट वोल्टेज	फायरिंग कोण	आउटपुट वोल्टेज

विभिन्न सर्किट: -

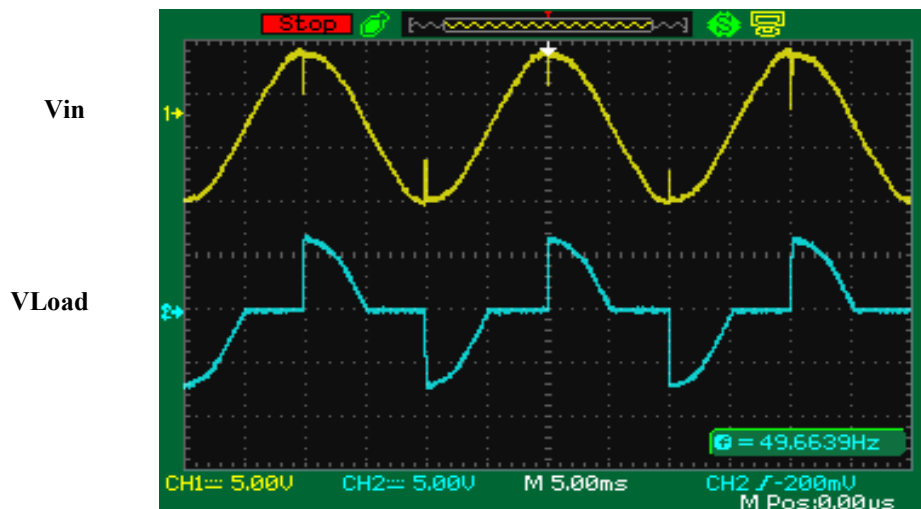
1.1Ph.AC वोल्टेज नियंत्रक SCRS का उपयोग: -



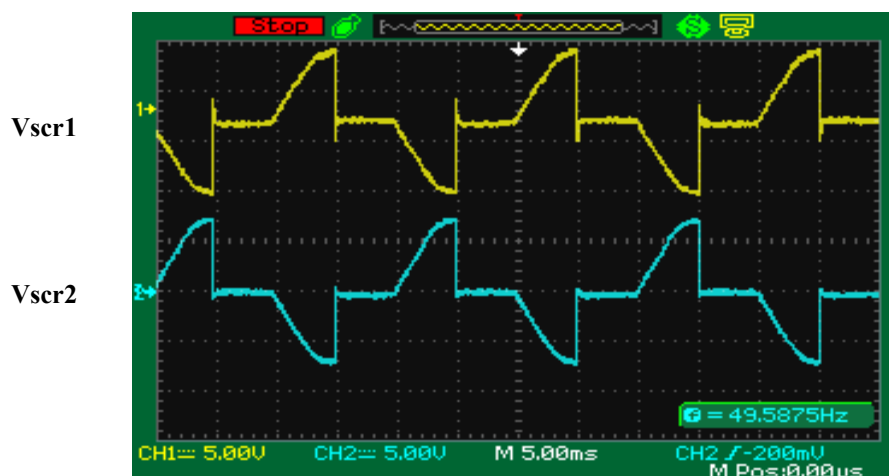
2. 1Ph.AC वोल्टेज नियंत्रक TRIAC का उपयोग कर: -



एससीआर का उपयोग करके एक फेस एसी वोल्टेज नियंत्रक के लिए वास्तविक तरंगरूप

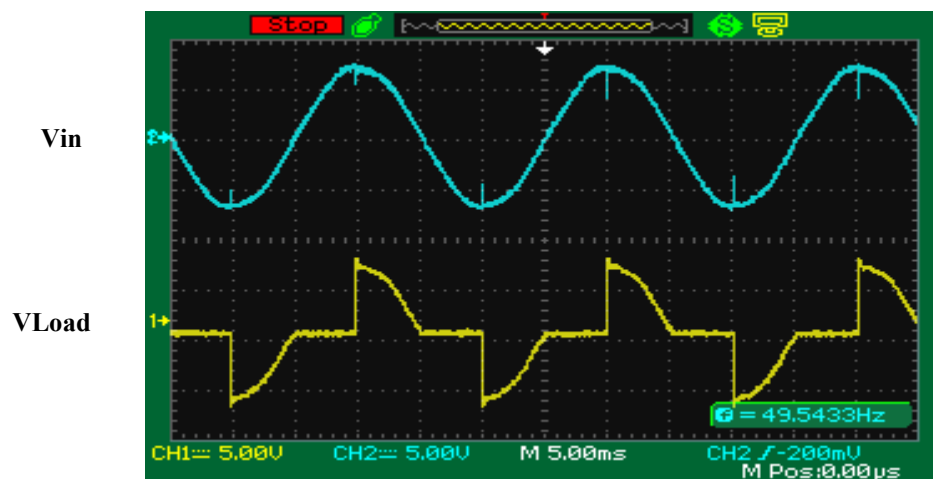


आर-लोड($\alpha=90^\circ$) के लिए इनपुट और लोड वोल्टेज तरंगरूप

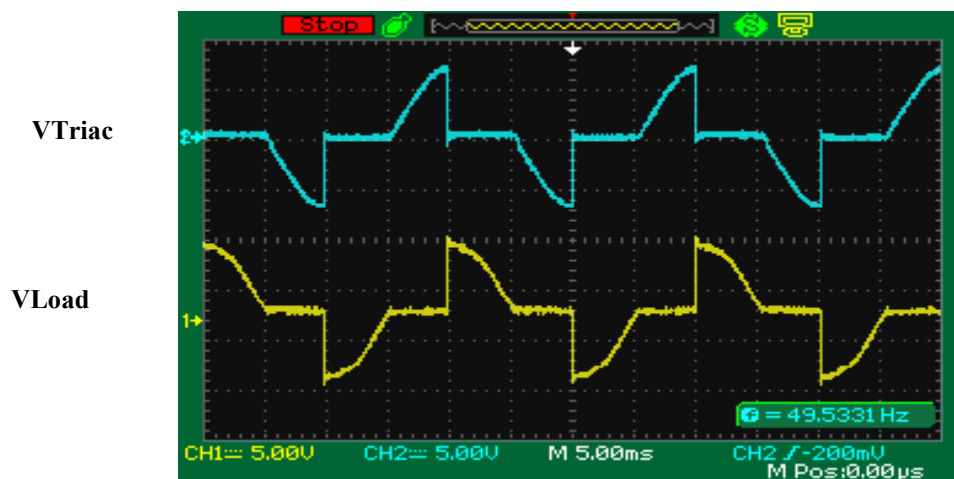


आर-लोड ($\alpha=90^\circ$) के लिए SCR1 और SCR2 में वोल्टेज तरंगरूप

TRIAC का उपयोग करके एक फेस AC वोल्टेज नियंत्रक के लिए वास्तविक तरंगरूप



आर-लोड($\alpha=90^\circ$) के लिए इनपुट और लोड वोल्टेज तरंगरूप



आर-लोड ($\alpha=90^\circ$) के लिए ट्रायैक और लोड में वोल्टेज तरंगरूप

Experiment no. 8

Objective: To perform Buck and Boost chopper circuit.

EXPERIMENTS ON DC-DC CHOPPER:

The Chopper is used to convert a DC voltage of fixed amplitude to the DC of variable pulse width. The output voltage is controlled by controlling the duty cycle of the chopper. These choppers find application in variable voltage DC power supplies, battery chargers, electric traction etc.

HOW TO CONDUCT THE EXPERIMENT:

Aim: To construct a chopper circuit and study its time ratio (TRC) controls. **Apparatus:** Chopper module, CRO, connecting wires, Multimeter etc.,

Theory: Chopper converts fixed DC voltage to variable DC voltage through the use of semiconductor devices. The DC to DC converters have gained popularity in modern industry. Some practical applications of DC to DC converter include armature voltage control of DC motors converting one DC voltage level to another level, and controlling DC power for wide variety of industrial processes. The time ratio controller (TRC) is a form of control for DC to DC conversion.

Time ratio controller (TRC) or chopper is basically a semiconductor switch as shown in fig. MOSFET is connected between the source and the load. The switch is closed and opened periodically such that the load is connected to, and disconnected from, the supply alternatively. Thus the average voltage impressed on the load is controlled by controlling the ratio of ON state interval to one cycle duration.

The most important factor that governs the performance of the chopper is the duty ratio. The duty ratio can be controlled by changing the on period duration by keeping frequency constant. changing the frequency of the chopper introduces different harmonics at different frequencies. At some frequency of operation the harmonic contents are larger than the tolerable limits. Therefore fixed frequency choppers with a variable on period technique are generally used. Two types of choppers can be constructed using a MOSFET. One is step up chopper and other one is step- down chopper.

POWER MOSFET STEPUP/STEP DOWN CHOPPER - 24V/1A

This unit consists of two parts:

- Control Circuit
 - Power Circuit
- a. **CONTROL CIRCUIT:** This Unit generates pulse Width modulated (PWM) based gate drive for the POWER MOSFET. Frequency of the chopper can be varied from 200Hz to 1KHz approximately. Duty cycle of the chopper can be varied from 0% to 80%. ON/OFF switch is provided for output with soft start feature.
- b. **POWER CIRCUIT:** - This unit consist of a POWER MOSEFET mounted on a proper heat sink protected by snubber circuit for dv/dt protection. A fuse is provided for short circuit protection. And also consists of two diodes, one inductor and one electrolytic capacitor.

FRONT PANEL DETAILS: -

1. **FREQUENCY** : Potentiometer to vary the frequency from 100Hz to 500Hz approximately.
2. **DUTY CYCLE** : Potentiometer to vary the Duty Cycle fro 0% to 80% approximately.
3. **ON/OFF** : Switch for driver output pulse with soft start.
4. **+,-** : Driver output to connect base and emitter of POWER MOSEFET.
5. **G, D, S** : Gate, Drain & Source terminals of POWER MOSFET. IRF 740-10A/400V.
6. **D1, D2** : Diodes 6A
7. **POWER** : Mains switch for control circuit.
8. **VDC IN** : DC Power supply
9. **ON** : Switch for DC Supply to the Power Circuit.
10. **L** : Inductor - 40mH/2Amps.
11. **C** : Capacitor-470 μ f/200V.
12. **R** : Load Resistor- 2200ohms/25 Watts

PROCEDURE FOR POWER MOSFET STEP UP CHOPPER

1. Switch ON the mains by the control circuit and observe the output by varying the frequency duty cycle, potentiometer.
2. Then connect the driver Output to Gate and Source of POWER MOSFET .
3. Make the step-up Chopper power circuit as shown in figure.
4. Connect DC input
5. Connect R-Load of 2.2/ 25W Resistor provided in the unit.
6. Switch ON the input switch in series with the DC input.
7. Apply driver output Pulses to the POWER MOSEFET And observe the wave form at different points like across Load, Inductor, across capacitor and across Device with R - Load. And observe the effect of changing in ton and toff periods of the Power Mosfet (At particular frequency) by varying the Duty cycle potentiometer.
8. Note down the voltage wave form across the load,POWER MOSFET, and across inductor.
9. Change the frequency and repeat the experiment.

Note:- Duty cycle can be measure by taking Ton and Toff periods at Driver output terminals on CRO.

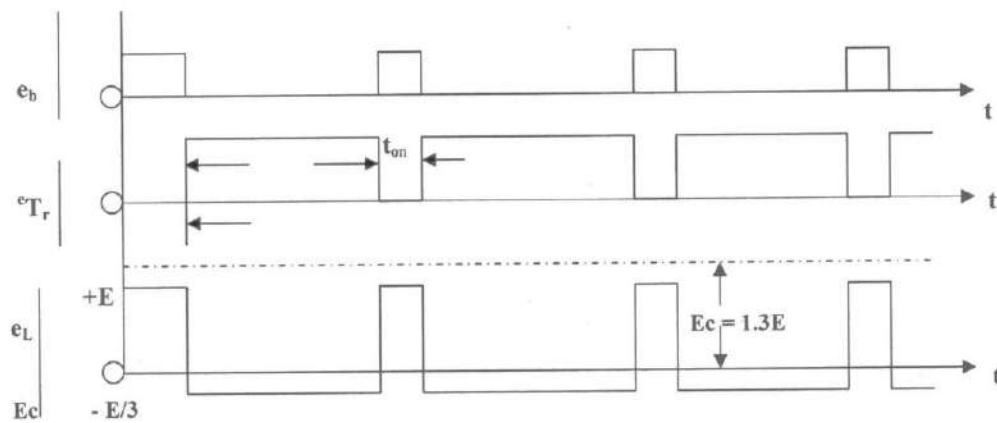
Tabular Column F= Hz

Sl No.	V _{DC} IN	VL	T _{ON} msec	T _{OFF} msec	Duty Cycle %
1	10V				

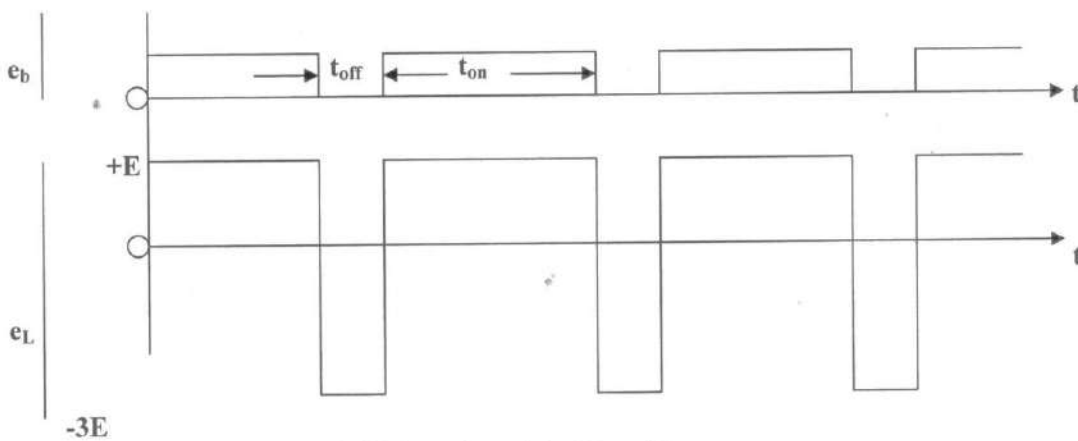
$$\text{Duty Cycle} = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} \times 100 . \quad V_o = V_s / 1 - D.\text{Cycle}$$

For I/P 30 V ,If Duty cycle is 50% $V_o = 30 / 1 - 0.5 = 60V$.

MOSFET BASED STEP-UP CHOPPER



$$(\text{DUTY CYCLE}) = 0.25 \quad (3.t_{on} = t_{off})$$



$$\delta = 0.75 \quad (t_{on} = 3.t_{off}) \text{ i.e. } E_c = 4E$$

STEADY STATE WAVEFORMS OF THE CIRCUIT

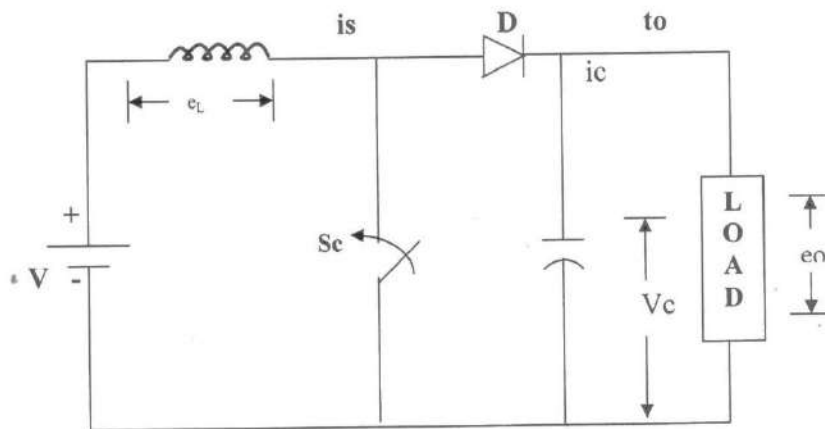
During toff- period the inductor voltage is $E_L = V_c - V$. Under steady-state operation, the voltage across the capacitor (V_c) is assumed constant due to a large value of capacitance. And also for steady operation there must be zero average voltage across L-during the time period T ($T = t_{on} + t_{off}$)

Theory:-

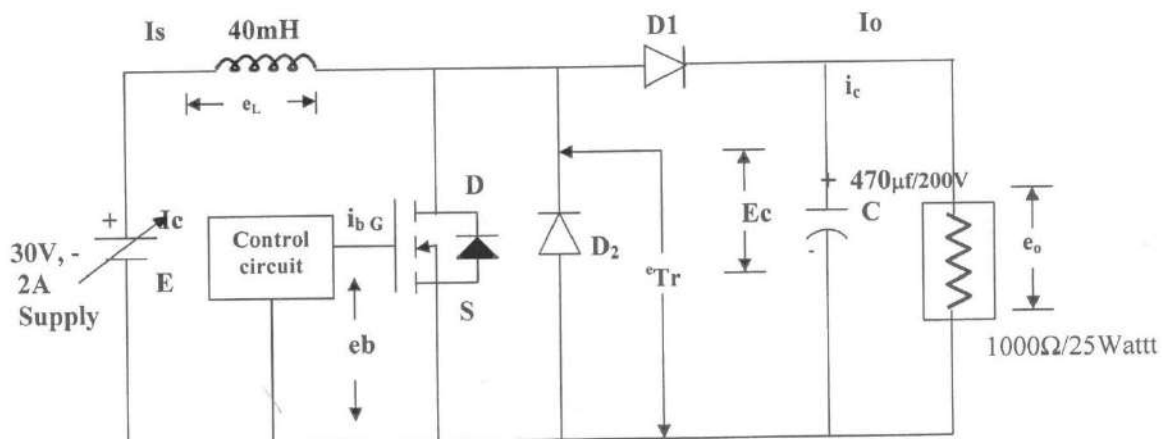
STEP-UP MOSFET BASED DC CHOPPER

Description

In the basic step-up chopper, The energy is stored in the inductor in the on-period of the switch S_c . The current flows in the inductor L through the switch during T_{on} - period and the voltage el across inductor is equal to V . When switch S , is opened, the stored energy in the inductance is discharged into the capacitor C and the load.



BASIC CIRCUIT DIAGRAM OF THE STEP-UP CHOPPER



$$\frac{(V_c - V)t_{off} - Vt_{on}}{T} = 0 \quad (1)$$

$$\text{Or } V_c = \frac{V(t_{on} + t_{off})}{t_{off}} = \frac{V.T.}{t_{off}} \quad (2)$$

$$\text{And duty cycle, } \delta = \frac{t_{on}}{T} \quad (3)$$

$$\text{Or } \delta = \frac{T - t_{off}}{T} = 1 - \frac{t_{off}}{T}$$

$$\text{Or } \frac{T}{t_{off}} = \frac{1}{1 - \delta} \quad (4)$$

From eq. (2) and (4)

$$V_c = \frac{V}{1 - \delta} \quad (5)$$

If duty cycle approaches zero ($t_{on} = 0$) then from eq.5

$$V_c = V$$

And when d approaches unity ($t_{on} = T$)

$$\text{Then } V_c = \frac{V}{0} = \infty$$

Thus, theoretically the output voltage can be varied from V to as δ is changed from 0 to 1. Generally δ is varied from 0 to 0.7.

A step-up power mosfet chopper as shown in the figure. The waveforms across different components, diode D2 protects the mosfet against the negative surge voltage and the capacitor C protects it against a positive voltage surge. So no additional protection circuit (snubber circuit) is required for operating power mosfet as a switch in the step-up chopper.

The power delivered by the source is equal to the power consumed in the load and control circuit of the transistor (T_r). Neglecting losses in the circuit,

$$VI_s = e_0 I_0 + VI$$

A 100W, 250V bulb is used as load. If the voltage across the bulb is now 100V, then the power consumed by the load can be calculated as follows:

$$\text{Resistance of lamp } (R_L) = \frac{V^2}{W} = \frac{250^2}{100} = 625 \text{ ohms}$$

For a load voltage of 100V,

$$\text{Power consumed } (W_s) = \frac{100^2}{625} = 16 \text{ watts}$$

Neglecting chopper losses,

$$I_s = \frac{W_s}{V_s} = \frac{16 \text{ watts}}{12 \text{ volts}} = 1.34 \text{ amps}$$

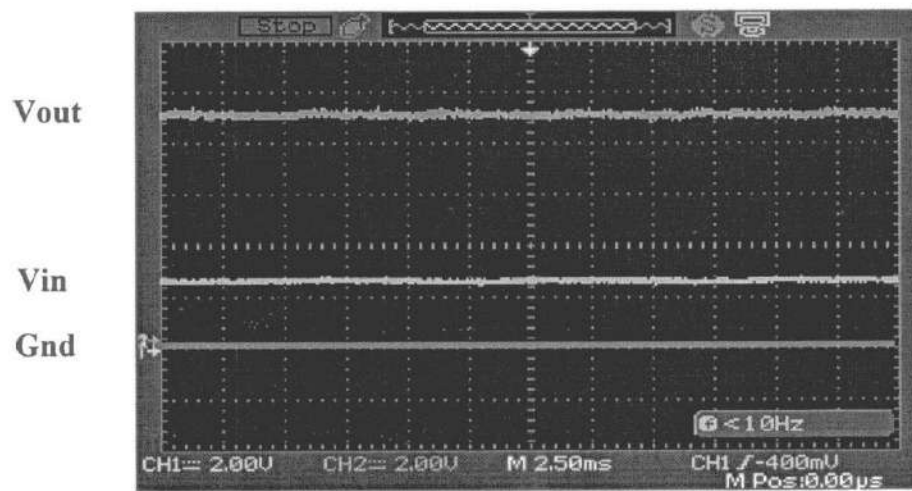
Since the same supply gives power (about ~ 2A) to the gate of the MOSFET, the total current drawn from the power supply is around 3.5 amps.

Note that the chopper is operated at the higher possible frequency in order to minimize the size of the filter.

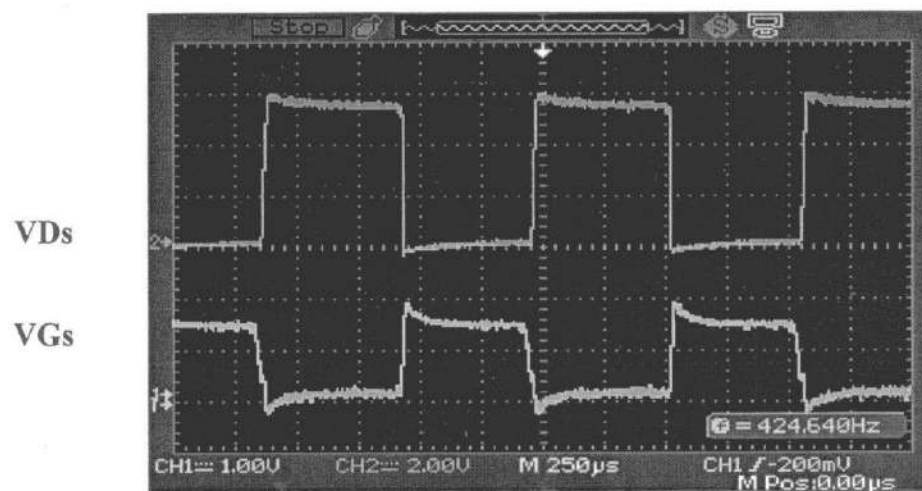
PRECAUTIONS

1. Duty cycle should not exceed beyond 80%.
2. The total current drawn from the power supply must be monitored and should be within the current rating of the power supply.

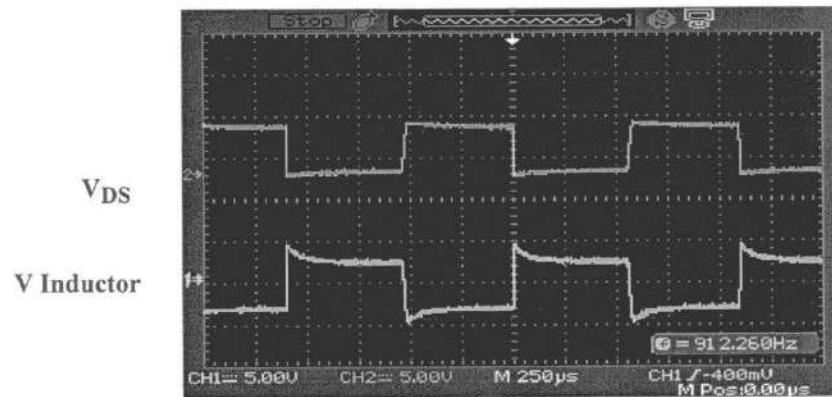
Different waveforms for MOSFET stepup chopper as observed on DSO



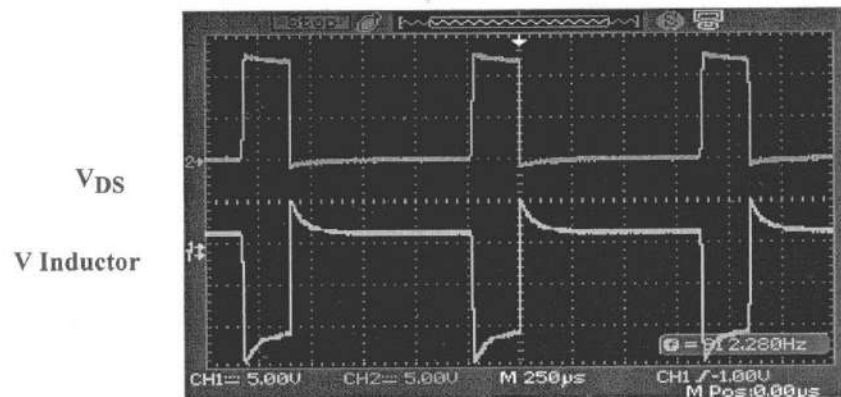
Voltage waveforms across I/P and O/P



Voltage waveforms across Vgs and Vds



Voltage waveforms across inductor and V_{DS} (Duty cycle=50%)



Voltage waveform across inductor and V_{DS} (Duty cycle=80%)

MOSFET BASED STEP DOWN CHOPPER :-

A Chopper is a high speed on/off semiconductor switch. It connects source to load and disconnects the load from source at a fast speed. A step down chopper using MOSFET is shown in fig. During T_{ON} chopper is ON and load voltage is equal to source voltage V_s . During the interval T_{off} , chopper is off, load current flows through freewheeling diode and load voltage is zero during T_{off} . In this manner chopper load voltage is produced at the load terminals. In Buck converter the average output voltage V_o is less than the Input voltage V_s .

Hence the name "BUCK" a popular converter. The circuit diagram using POWER MOSFET is shown in fig. and this is like a step down converter.

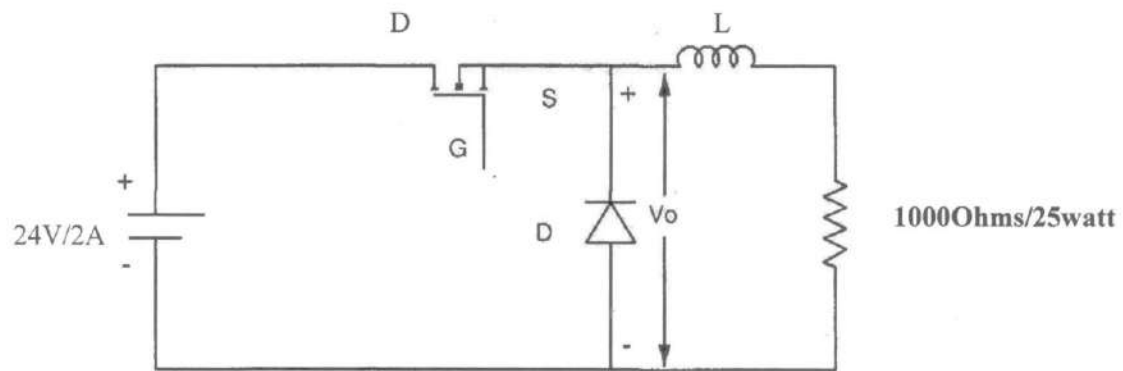
The step down chopper requires only one MOSFET, is simple and has high efficiency greater than 90%. The di/dt of the load current is limited by inductor L . However, the input current is discontinuous and a smoothing input filter is normally required. It provides one polarity of output voltage and unidirectional output current.

PROCEDURE FOR MOSFET BASED STEP DOWN

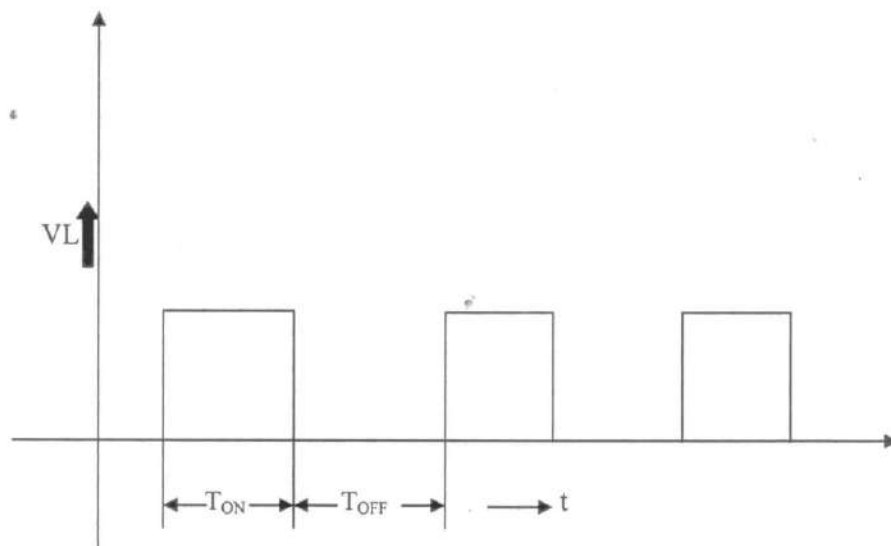
CHOPPER :-

1. Switch on the mains supply for control circuit. And observe the Driver output by Varying the frequency, and duty cycle potentiometer
2. Make the step-down chopper circuit as shown in figure.
3. Then connect the driver Output to Gate and Source of POWER MOSFET as shown in figure. Connect R-Load of 25W Resistor provided in the unit.
4. Connect DC input
5. Check all the connections and confirm connections made are correct before switching on the equipment.
6. Switch ON the input switch in series with the DC input.
7. Apply driver output pulses to MOSFET and observe the load voltage waveform by varying frequency and duty cycle.
8. Observe the Voltage Waveform across LOAD and the MOSFET by varying frequency and duty cycle.
9. Output voltage & Current can be measured using DC voltmeter or digital multimeter across Load points and DC ammeter or digital multi meter in series with load points.

POWER MOSFET STEPDOWN CHOPPER

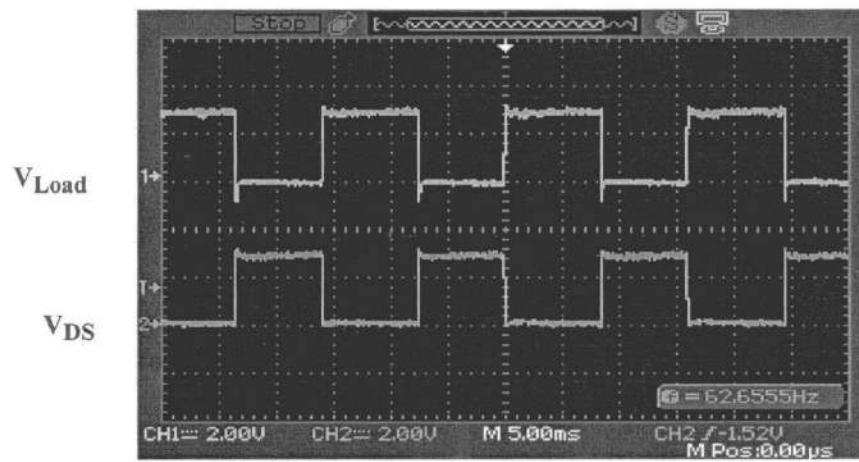


CIRCUIT DIAGRAM:-

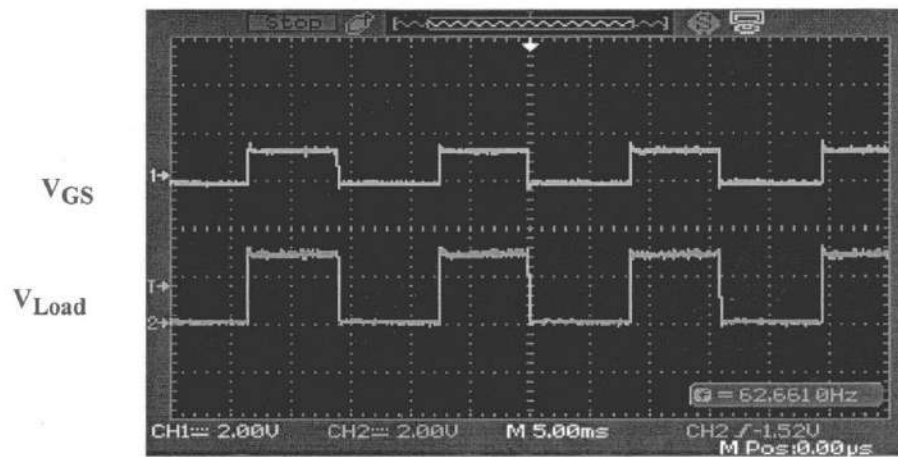


OUTPUT WAVEFORM

Different waveforms for MOSFET stepdown chopper as observed on DSO



Voltage waveforms across V_{DS} and V_{Load}



Voltage waveforms across V_{gs} and V_{Load}

Tabular Column F= Hz

Sl. No.	V_{DCIN}	VL	T_{ON} msec	T_{OFF} msec	Duty cycle %

$$\text{Duty cycle} = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} \times 100$$

$$V_o = \text{D.cycle} \times V_s$$

For I/P 30V, if duty cycle is 50% $V_o = 0.5 \times 30 = 15 \text{ V}$

बक और बूस्ट चॉपर परिपथ का निष्पादन करना।

डीसी-डीसी चॉपर पर प्रयोग:

चॉपर का उपयोग निश्चित आयाम के डीसी वोल्टेज को परिवर्तनीय पल्स चौड़ाई के डीसी में बदलने के लिए किया जाता है। आउटपुट वोल्टेज को चॉपर के ड्यूटी साइकिल को नियंत्रित करके नियंत्रित किया जाता है। इन चॉपर का उपयोग परिवर्तनीय वोल्टेज डीसी पावर सप्लाई, बैटरी चार्जर, इलेक्ट्रिक ट्रेक्शन आदि में किया जाता है।

प्रयोग कैसे करें:

उद्देश्य: चॉपर सर्किट का निर्माण करना तथा इसके समय अनुपात (टीआरसी) नियंत्रण का अध्ययन करना।

उपकरण: चॉपर मॉड्यूल, सीआरओ, कनेक्टिंग तार, मल्टीमीटर आदि।

सिद्धांत: चॉपर सेमीकंडक्टर उपकरणों के उपयोग के माध्यम से स्थिर डीसी वोल्टेज को परिवर्तनीय डीसी वोल्टेज में परिवर्तित करता है। डीसी से डीसी कन्वर्टर ने मॉडेम उद्योग में लोकप्रियता हासिल की है। डीसी से डीसी कनवर्टर के कुछ व्यावहारिक अनुप्रयोगों में डीसी मोटर्स के आर्मेचर वोल्टेज नियंत्रण शामिल हैं जो एक डीसी वोल्टेज स्तर को दूसरे स्तर में परिवर्तित करते हैं, और विभिन्न औद्योगिक प्रक्रियाओं के लिए डीसी पावर को नियंत्रित करते हैं। समय अनुपात नियंत्रक (टीआरसी) डीसी से डीसी रूपांतरण के लिए नियंत्रण का एक रूप है।

समय अनुपात नियंत्रक (TRC) या चॉपर मूल रूप से एक अर्धचालक स्विच है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। MOSFET स्रोत और लोड के बीच जुड़ा हुआ है। स्विच को समय-समय पर बंद और खोला जाता है ताकि लोड वैकल्पिक रूप से आपूर्ति से जुड़ा और डिस्कनेक्ट हो जाए। इस प्रकार लोड पर लगाए गए औसत वोल्टेज को एक चक्र अवधि के लिए चालू अवस्था अंतराल के अनुपात को नियंत्रित करके नियंत्रित किया जाता है।

चॉपर के प्रदर्शन को नियंत्रित करने वाला सबसे महत्वपूर्ण कारक ड्यूटी अनुपात है। आवृत्ति को स्थिर रखते हुए ऑन पीरियड अवधि को बदलकर ड्यूटी अनुपात को नियंत्रित किया जा सकता है। चॉपर की आवृत्ति बदलने से विभिन्न आवृत्तियों पर अलग-अलग हार्मोनिक उत्पन्न होते हैं। संचालन की कुछ आवृत्ति पर हार्मोनिक सामग्री सहनीय सीमा से बड़ी होती है। इसलिए आम तौर पर एक परिवर्तनशील ऑन पीरियड तकनीक के साथ निश्चित आवृत्ति वाले चॉपर का उपयोग किया जाता है। MOSFET का उपयोग करके दो प्रकार के चॉपर बनाए जा सकते हैं। एक स्टेप अप चॉपर है और दूसरा स्टेप-डाउन चॉपर है।

पावर मोसफेट स्टेपअप/स्टेप डाउन चॉपर - 24V/1A

इस इकाई में दो भाग हैं:

- नियंत्रण सर्किट
 - पावर सर्किट
- a. **नियंत्रण सर्किट:** यह यूनिट पावर MOSFET के लिए पल्स विड्थ मॉड्युलेटेड (PWM) आधारित गेट ड्राइव उत्पन्न करता है। चॉपर की आवृत्ति लगभग 200Hz से 1KHz तक भिन्न हो सकती है। चॉपर का ड्यूटी साइकिल 0% से 80% तक भिन्न हो सकता है। सॉफ्ट स्टार्ट फीचर के साथ आउटपुट के लिए ON/OFF स्विच दिया गया है।
- b. **पावर सर्किट:** - इस यूनिट में एक पावर मोसफेट होता है जो डीवी/ डीटी सुरक्षा के लिए स्नबर सर्किट द्वारा संरक्षित एक उचित हीट सिंक पर लगा होता है। शॉर्ट सर्किट सुरक्षा के लिए एक फ़्यूज़ प्रदान किया जाता है। और इसमें दो डायोड, एक इंडक्टर और एक इलेक्ट्रोलाइटिक कैपेसिटर भी होता है।

फ्रंट पैनल विवरण: -

1. **आवृत्ति:** पोटेंशियोमीटर, आवृत्ति को लगभग 100Hz से 500Hz तक परिवर्तित करने के लिए।
2. **ड्यूटी साइकिल:** ड्यूटी साइकिल को लगभग 0% से 80% तक बदलने के लिए पोटेंशियोमीटर ।
3. **चालू/ बंद:** सॉफ्ट स्टार्ट के साथ ड्राइवर आउटपुट पल्स के लिए स्विच।
4. **+,- :** पावर मोसफेट के बेस और एमिटर को जोड़ने के लिए ड्राइवर आउटपुट।
5. **G, D, S :** पावर MOSFET के गेट, ड्रेन और सोर्स टर्मिनल। IRF 740-10A/400V.
6. **D1, D 2 :** डायोड 6A
7. **पावर:** नियंत्रण सर्किट के लिए मुख्य स्विच।
8. **वीडीसी इन:** डीसी पावर सप्लाई
9. **चालू :** पावर सर्किट को डीसी आपूर्ति के लिए स्विच।
10. **एल :** प्रेरक - 40mH/2Amps.
11. **सी :** संधारित्र-470μf/200V.
12. **आर :** लोड रेजिस्टर- 2200ohms/25 वाट

पावर मोसफेट स्टेप अप चॉपर की प्रक्रिया

1. नियंत्रण सर्किट द्वारा मुख्य स्विच को चालू करें और आवृत्ति ड्यूटी चक्र, पोटेंशियोमीटर को बदलकर आउटपुट का निरीक्षण करें।
2. फिर ड्राइवर आउटपुट को पावर MOSFET के गेट और स्रोत से कनेक्ट करें।
3. चित्र में दिखाए अनुसार स्टेप-अप चॉपर पावर सर्किट बनाएं।
4. डीसी इनपुट कनेक्ट करें
5. यूनिट में दिए गए 2.2/25W प्रतिरोधक के R-लोड को कनेक्ट करें।
6. डीसी इनपुट के साथ श्रृंखला में इनपुट स्विच चालू करें।
7. पावर मोसफेट पर ड्राइवर आउटपुट पल्स लागू करें और लोड, इंडक्टर, कैपेसिटर और आर-लोड वाले डिवाइस जैसे विभिन्न बिंदुओं पर तरंग रूप का निरीक्षण करें। और ड्यूटी साइकिल पोटेंशियोमीटर को बदलकर पावर मोसफेट (विशेष आवृत्ति पर) के टन और टॉफ अवधि में परिवर्तन के प्रभाव का निरीक्षण करें।
8. लोड, पावर MOSFET, और प्रारंभक के पार वोल्टेज तरंग रूप को नोट करें ।
9. आवृत्ति बदलें और प्रयोग दोहराएं।

नोट:- ड्यूटी चक्र को सीआरओ पर ड्राइवर आउटपुट टर्मिनलों पर टन और टॉफ अवधि लेकर मापा जा सकता है।

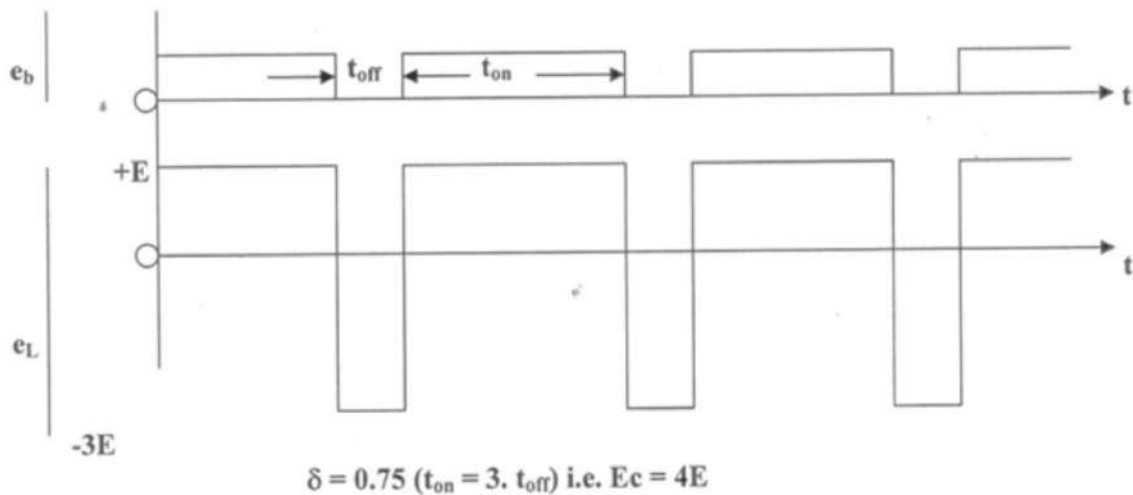
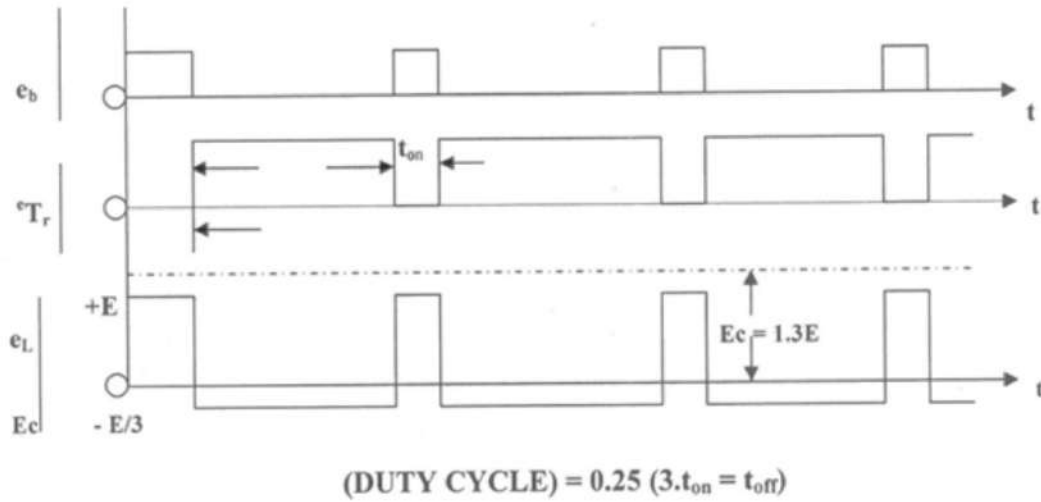
सारणीबद्ध स्तंभ F= हर्ट्ज

SI No.	V _{DC} IN	VL	T _{ON} msec	T _{OFF} msec	Duty Cycle %
1	10V				

$$\text{Duty Cycle} = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} \times 100. \quad V_o = V_s / 1 - D.Cycle$$

For I/P 30 V ,If Duty cycle is 50% $V_o = 30 / 1 - 0.5 = 60V$.

मॉसफेट आधारित स्टेप-अप चॉपर

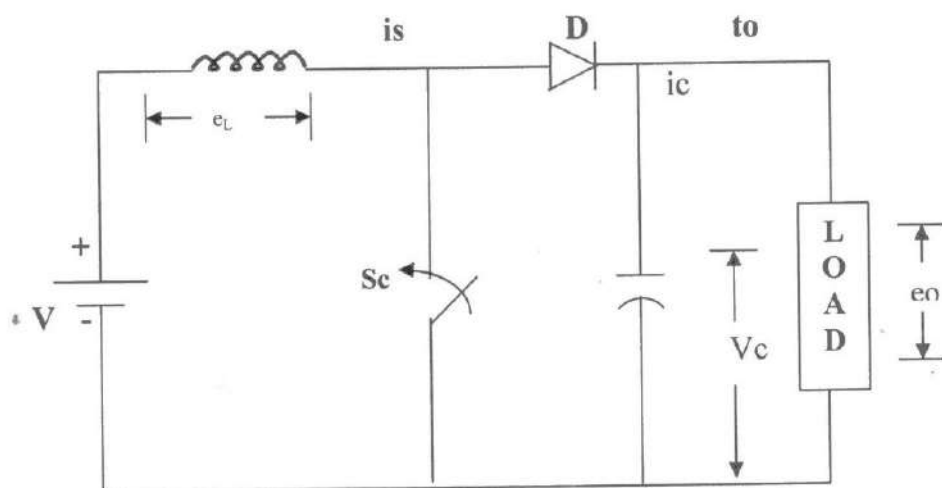


सर्किट की स्थिर अवस्था तरंगरूप

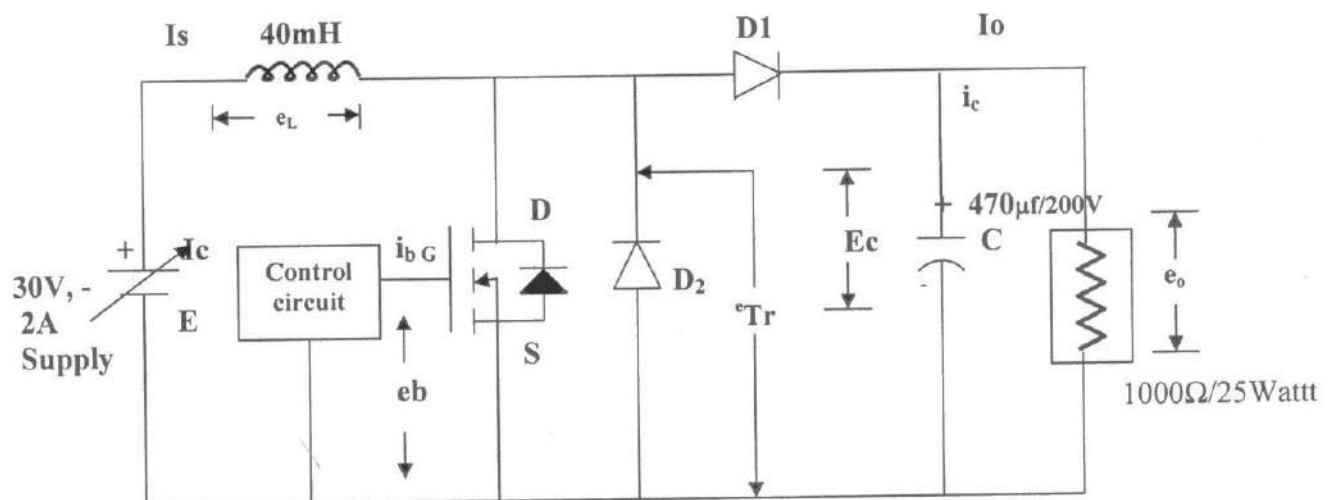
T_{off} अवधि के दौरान प्रेरक वोल्टेज $E_L = V_c - V$ होता है। स्थिर अवस्था संचालन के तहत, कैपेसिटर (V_c) में वोल्टेज को कैपेसिटेंस के बड़े मान के कारण स्थिर माना जाता है। और स्थिर संचालन के लिए भी समय अवधि T के दौरान L - में औसत वोल्टेज शून्य होना चाहिए ($T = T_{on} + T_{off}$)

स्टेप-अप मोसफेट आधारित डीसी चॉपर

बुनियादी स्टेप-अप चॉपर में, ऊर्जा स्विच S_c के चालू-अवधि में प्रेरक में संग्रहित होती है। चालू-अवधि के दौरान स्विच के माध्यम से प्रेरक L में धारा प्रवाहित होती है और प्रेरक के आर-पार वोल्टेज e_L , V के बराबर होता है। जब स्विच S को खोला जाता है, तो प्रेरक में संग्रहित ऊर्जा संधारित्र C और लोड में डिस्चार्ज हो जाती है।



BASIC CIRCUIT DIAGRAM OF THE STEP-UP CHOPPER



$$\frac{(V_c - V)t_{off} - Vt_{on}}{T} = 0 \quad (1)$$

$$\text{या } V_c = \frac{V(t_{on} + t_{off})}{t_{off}} = \frac{V.T.}{t_{off}} \quad (2)$$

$$\text{और कर्तव्य चक्र, } \delta = \frac{t_{on}}{T} \quad (3)$$

$$\text{या } \delta = \frac{T - t_{off}}{T} = 1 - \frac{t_{off}}{T}$$

$$\text{या } \frac{T}{t_{off}} = \frac{1}{1 - \delta} \quad (4)$$

समीकरण (2) और (4) से

$$V_c = \frac{V}{1 - \delta} \quad (5)$$

यदि ड्यूटी साइकिल शून्य ($t_{on} = 0$) के करीब पहुंचती है तो समीकरण 5 से

$$V_c = V$$

और जब d यूनिटी के करीब पहुंचता है ($t_{on} = T$)

$$\text{तब } V_c = \frac{V}{0} = \infty$$

इस प्रकार, सैद्धांतिक रूप से आउटपुट वोल्टेज को V से 8 तक बदला जा सकता है क्योंकि 0 से 1 तक 8 को बदला जाता है। आम तौर पर 8 को 0 से 0.7 तक बदला जाता है।

चित्र में दिखाए अनुसार एक स्टेप-अप पावर मॉसफेट चॉपर। विभिन्न घटकों में तरंगरूप, डायोड D2 मॉसफेट को नकारात्मक वृद्धि वोल्टेज से बचाता है और कैपेसिटर C इसे सकारात्मक वोल्टेज वृद्धि से बचाता है। इसलिए स्टेप-अप चॉपर में स्विच के रूप में पावर मॉसफेट को संचालित करने के लिए किसी अतिरिक्त सुरक्षा सर्किट (स्नबर सर्किट) की आवश्यकता नहीं होती है।

स्रोत द्वारा प्रदान की गई शक्ति ट्रांजिस्टर के लोड और नियंत्रण सर्किट में खपत की गई शक्ति के बराबर होती है (T_r)। सर्किट में नुकसान की उपेक्षा करते हुए,

$$VI_s = e_0 I_0 + VI$$

100W, 250V बल्ब को लोड के रूप में उपयोग किया जाता है। यदि बल्ब में वोल्टेज अब 100V है, तो लोड द्वारा खपत की गई बिजली की गणना निम्न प्रकार से की जा सकती है:

लैंप का प्रतिरोध(R_L) = $\frac{V^2}{W} = \frac{250^2}{100} = 625 \text{ ohms}$

100V के लोड वोल्टेज के लिए,

बिजली की खपत(W_s) = $\frac{100^2}{625} = 16 \text{ watts}$

कॉपर हानि को हटाने के बाद ,

$$I_s = \frac{W_s}{V_s} = \frac{16 \text{ watts}}{12 \text{ volts}} = 1.34 \text{ amps}$$

चूँकि वही आपूर्ति MOSFET के गेट को शक्ति (लगभग $\sim 2A$) देती है, कुल धारा

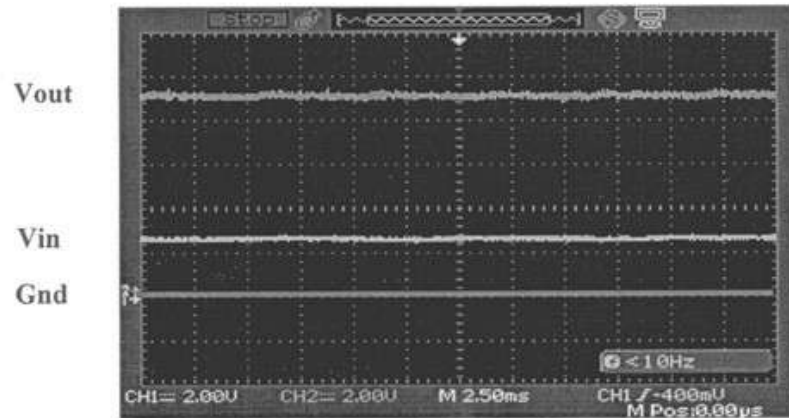
विद्युत आपूर्ति से प्राप्त ऊर्जा लगभग 3.5 एम्पियर है।

ध्यान दें कि चॉपर को अधिकतम संभव आवृत्ति पर संचालित किया जाता है ताकि फ़िल्टर का आकार न्यूनतम किया जा सके।

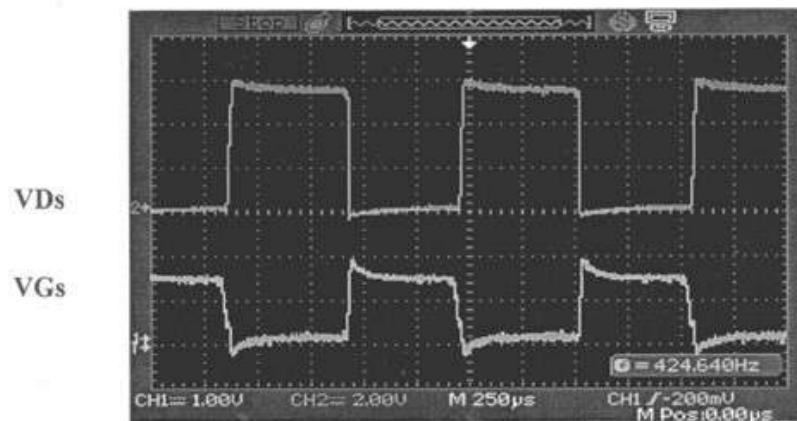
सावधानियां

1. ड्यूटी चक्र 80% से अधिक नहीं होना चाहिए।
2. विद्युत आपूर्ति से प्राप्त कुल धारा की निगरानी की जानी चाहिए और वह विद्युत आपूर्ति की वर्तमान रेटिंग के भीतर होनी चाहिए।

DSO पर देखा गया MOSFET स्टेप-अप चॉपर के विभिन्न तरंग रूप

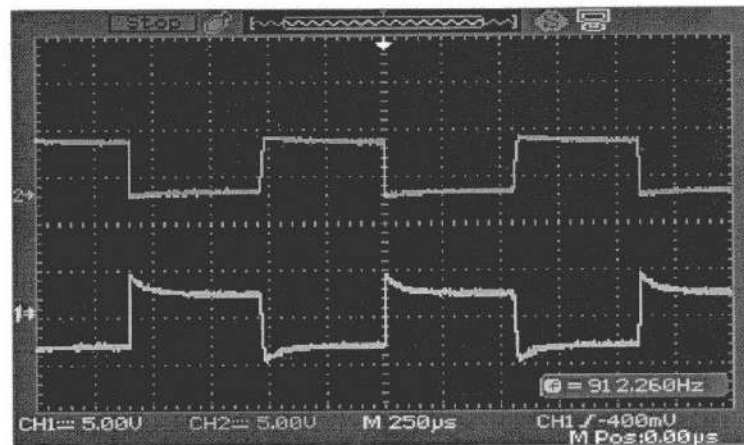


I/P और O/P पर वोल्टेज तरंग रूप



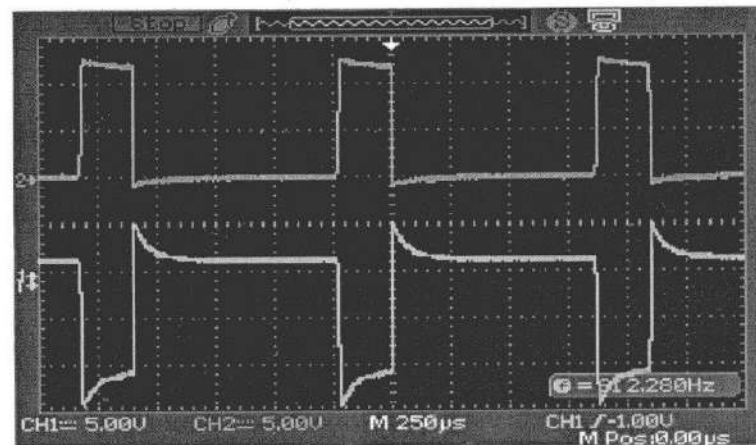
Vgs और Vds पर वोल्टेज तरंग रूप

V_{DS}
V Inductor



इंडक्टर और V_{ds} पर वोल्टेज तरंगरूप (ड्यूटी साइकिल 50%)

V_{DS}
V Inductor



इंडक्टर और V_{ds} पर वोल्टेज तरंगरूप (ड्यूटी साइकिल 80%)

मोसफेट आधारित स्टेप डाउन चॉपर: -

चॉपर एक हाई स्पीड ऑन/ऑफ सेमीकंडक्टर स्विच है। यह स्रोत को लोड से जोड़ता है और तेज़ गति से लोड को स्रोत से डिस्कनेक्ट करता है। MOSFET का उपयोग करने वाला एक स्टेप डाउन चॉपर चित्र में दिखाया गया है। TON के दौरान चॉपर चालू रहता है और लोड वोल्टेज स्रोत वोल्टेज V_s के बराबर होता है। Toff अंतराल के दौरान, चॉपर बंद रहता है, लोड करंट फ्रीव्हीलिंग डायोड से बहता है और Toff के दौरान लोड वोल्टेज शून्य होता है। इस तरह से लोड टर्मिनलों पर चॉपर लोड वोल्टेज उत्पन्न होता है। बक कनवर्टर में औसत आउटपुट वोल्टेज V_o इनपुट वोल्टेज V_s से कम होता है।

इसलिए इसका नाम "बक" रखा गया जो एक लोकप्रिय कनवर्टर है। पावर MOSFET का उपयोग करने वाला सर्किट आरेख चित्र में दिखाया गया है और यह एक स्टेप डाउन कनवर्टर की तरह है।

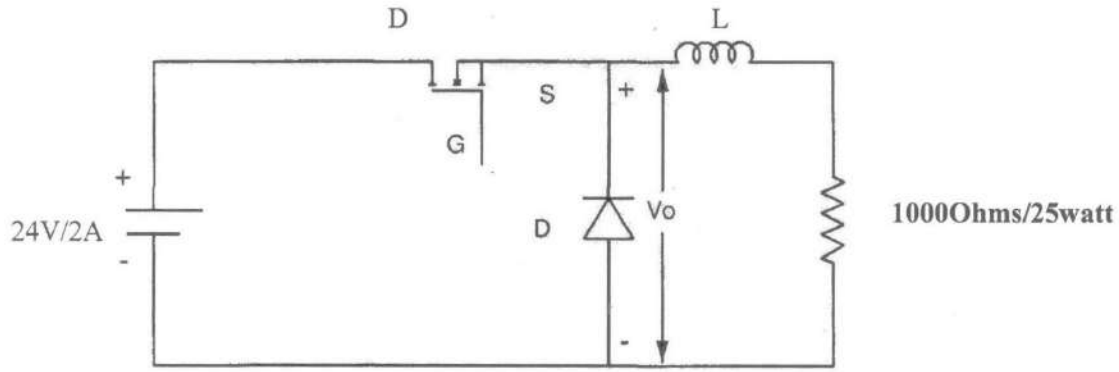
स्टेप डाउन चॉपर को केवल एक MOSFET की आवश्यकता होती है, यह सरल है और इसकी उच्च दक्षता 90% से अधिक है। लोड करंट का di/dt इंडक्टर L द्वारा सीमित है। हालाँकि, इनपुट करंट असंतत है और एक स्मूथिंग इनपुट फ़िल्टर की सामान्य रूप से आवश्यकता होती है। यह आउटपुट वोल्टेज की एक ध्रुवता और एकदिशात्मक आउटपुट करंट प्रदान करता है।

MOSFET आधारित स्टेप डाउन की प्रक्रिया

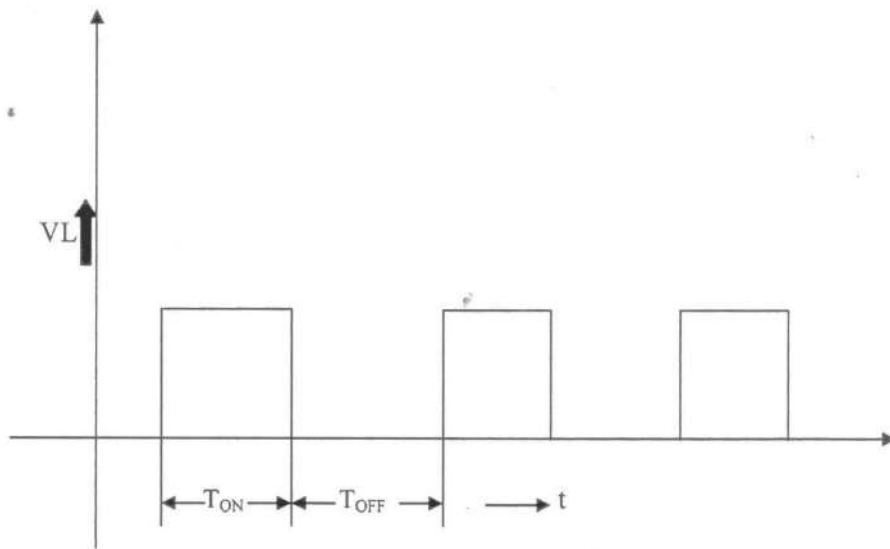
चोपर: -

1. नियंत्रण सर्किट के लिए मुख्य आपूर्ति चालू करें। और आवृत्ति और ड्यूटी साइकिल पोटेन्शियोमीटर को बदलकर ड्राइवर आउटपुट का निरीक्षण करें
2. चित्र में दिखाए अनुसार स्टेप-डाउन चॉपर सर्किट बनाएं।
3. फिर ड्राइवर आउटपुट को गेट और पॉवर MOSFET के स्रोत से कनेक्ट करें जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। यूनिट में दिए गए 25W रेसिस्टर के R-लोड को कनेक्ट करें।
4. डीसी इनपुट कनेक्ट करें
5. उपकरण चालू करने से पहले सभी कनेक्शनों की जांच कर लें। पुष्टि कर लें कि किए गए कनेक्शन सही हैं।
6. डीसी इनपुट के साथ श्रृंखला में इनपुट स्विच चालू करें।
7. MOSFET पर ड्राइवर आउटपुट पल्स लागू करें और आवृत्ति और ड्यूटी चक्र को बदलकर लोड वोल्टेज तरंग का निरीक्षण करें।
8. आवृत्ति और ड्यूटी चक्र को बदलकर लोड और MOSFET में वोल्टेज तरंग का निरीक्षण करें।
9. आउटपुट वोल्टेज और करंट को लोड बिंदुओं पर डीसी वोल्टमीटर या डिजिटल मल्टीमीटर और लोड बिंदुओं के साथ श्रृंखला में डीसी अमीटर या डिजिटल मल्टीमीटर का उपयोग करके मापा जा सकता है।

पावर MOSFET स्टेपडाउन चॉपर

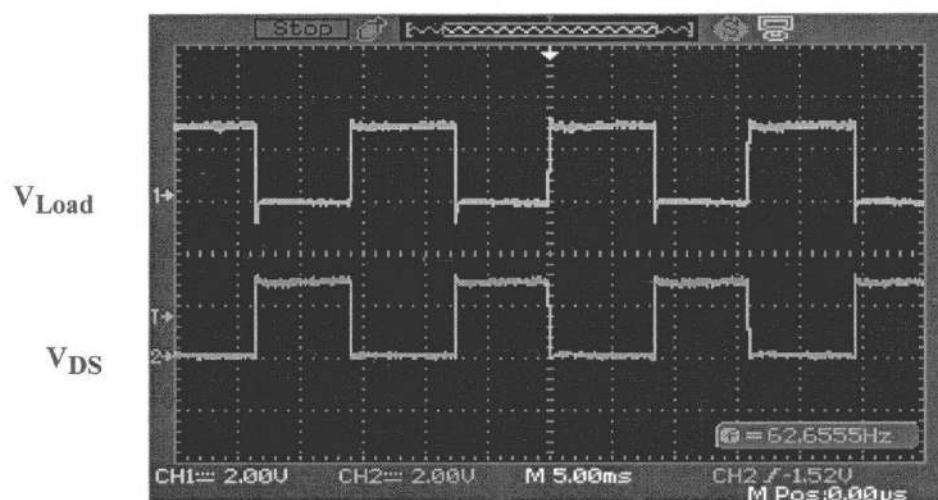


सर्किट आरेख

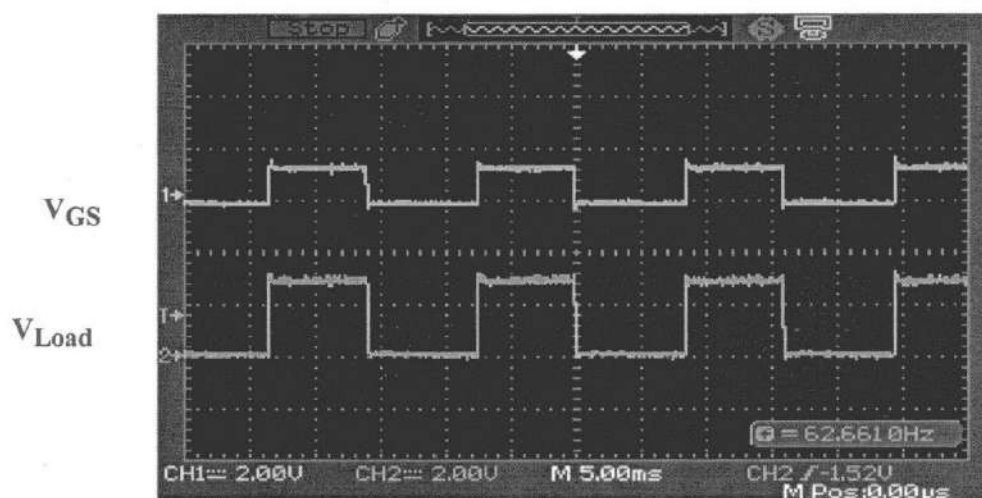


आउटपुट तरंगरूप

डीएसओ पर देखा गया MOSFET स्टेप डाउन चॉपर के विभिन्न तरंग रूप



V_{ds} और V_{load} पर वोल्टेज तरंगरूप



V_{GS} और V_{load} पर वोल्टेज तरंगरूप

सारणीबद्ध स्तम्भ F= हर्ट्ज

क्रम सं.	V_{DCIN}	वीएल	T_{ON} एमएसईसी	T_{OFF} एमएसईसी	साइकिल शुल्क %

$$\text{ड्यूटी साइकिल} = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} \times 100$$

$$V_o = D \cdot \text{cycle} \times V_s$$

I/P 30V के लिए, यदि ड्यूटी साइकिल 50% है तो $V_o = 0.5 \times 30 = 15 \text{ V}$ होगा।

Experiment no. 9

Experiment A

Objective: Study of Variable DC Voltage Section

Equipment Needed:

1. Oscilloscope: 20 MHz; ST201/Caddo 802 or equivalent
1. 2 Multimeter: Scientech 4011 Handheld or equivalent
2. 3 ST2720 single-phase bridge inverter
3. 4 Patch cords and operating manual
4. 5 BNC to test probe

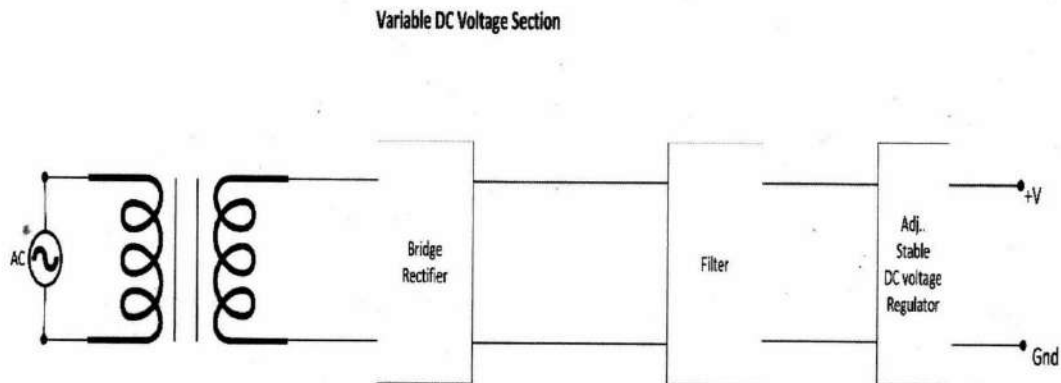


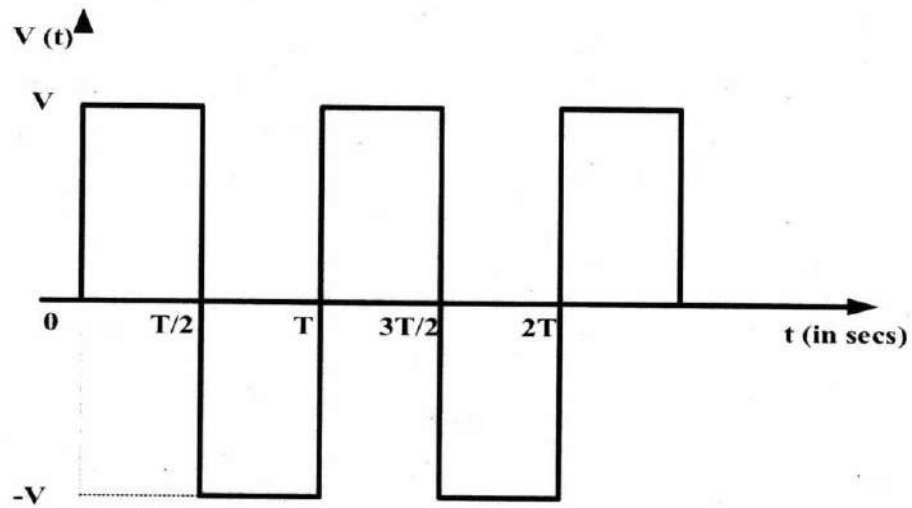
Figure 1

Procedure

Make sure that there is no connection on the board initially.

1. Connect the V+ and Gnd at their indicated position.
2. Connect the gate pulse from G1 & K1 to the G1 & K1 of SCR T1.
3. Connect the gate pulse from G2 & K2 to the G2 & K2 of SCR T2.
4. Connect the gate pulse from G3 & K3 to the G3 & K3 of SCR T3.
5. Connect the gate pulse from G4 & K4 to the G4 & K4 of SCR T4.
6. Connect the RLC load at its indicated position.
7. Switch 'on' the power supply.
8. Set the input DC Voltage above 6V and take the observation.

9. Set the input DC Voltage and observe the output waveform and output AC Voltage across the load.
10. Connect the CHI of the oscilloscope to the RLC load and observe the output waveform at the load terminals.
11. Observe the waveform of the single-phase bridge inverter as shown in the figure.



Output waveform

Experiment B

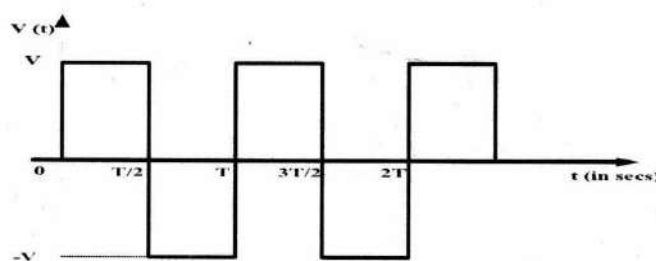
Objective: Study of single-phase Bridge inverter with resistive capacitive load

Equipment needed:

1. Oscilloscope: 20 MHz; ST201/ Caddo 802 or equivalent
2. Multimeter: Scientech 4011 Handheld or equivalent
3. ST2720 single-phase bridge inverter
4. Patch cords & operating manual
5. BNC to test probe

Make sure that there is no connection on the board initially.

1. Connect the V+ and Gnd at their indicated position.
2. Connect the gate pulse from G1 & K1 to the G1 & K1 of SCR T1.
3. Connect the gate pulse from G2 & K2 to the G2 & K2 of SCR T2.
4. Connect the gate pulse from G3 & K3 to the G3 & K3 of SCR T3.
5. Connect the gate pulse from G4 & K4 to the G4 & K4 of SCR T4.
6. Connect the RC load at its indicated position.
7. Switch 'on' the power supply.
8. Set the input DC Voltage above 6V and take the observation.
9. Set the input DC Voltage and observe the output waveform and output AC Voltage across the load.
10. Connect the CH1 of the oscilloscope to the RC load and observe the output waveform at the load terminals.
11. Observe the waveform of the single-phase bridge inverter as shown in the figure.



Output waveform

Experiment C

Objective: Study of single-phase Bridge inverter with LC load.

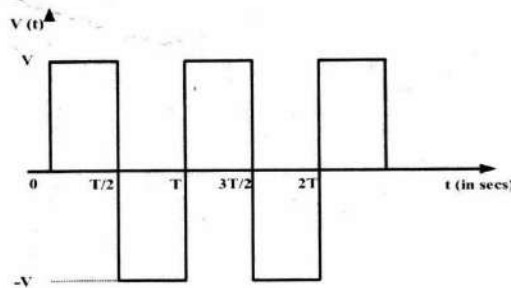
Equipment needed:

1. Oscilloscope: 20 MHz; ST201/Caddo 802 or equivalent
2. 2 Multimeter: Scientech 4011 Handheld or equivalent
3. 3 ST2720 single-phase bridge inverter
4. 4 Patch cords & operating manual
5. 5 BNC to test probe

Procedure

Make sure that there is no connection on the board initially.

1. Connect the V+ and Gnd at their indicated position.
2. Connect the gate pulse from G1 & K1 to the G1 & K1 of SCR T1.
3. Connect the gate pulse from G2 & K2 to the G2 & K2 of SCR T2.
4. Connect the gate pulse from G3 & K3 to the G3 & K3 of SCR T3.
5. Connect the gate pulse from G4 & K4 to the G4 & K4 of SCR T4.
6. Connect the LC load at its indicated position.
7. Switch 'on' the power supply.
8. Set the input DC Voltage above 6V and take the observation.
9. Set the input DC Voltage and observe the output waveform and output AC Voltage across the load.
10. Connect the CH1 of the oscilloscope to the LC load and observe the output waveform at the load terminals.
11. Observe the waveform of the single-phase bridge inverter as shown in the figure.



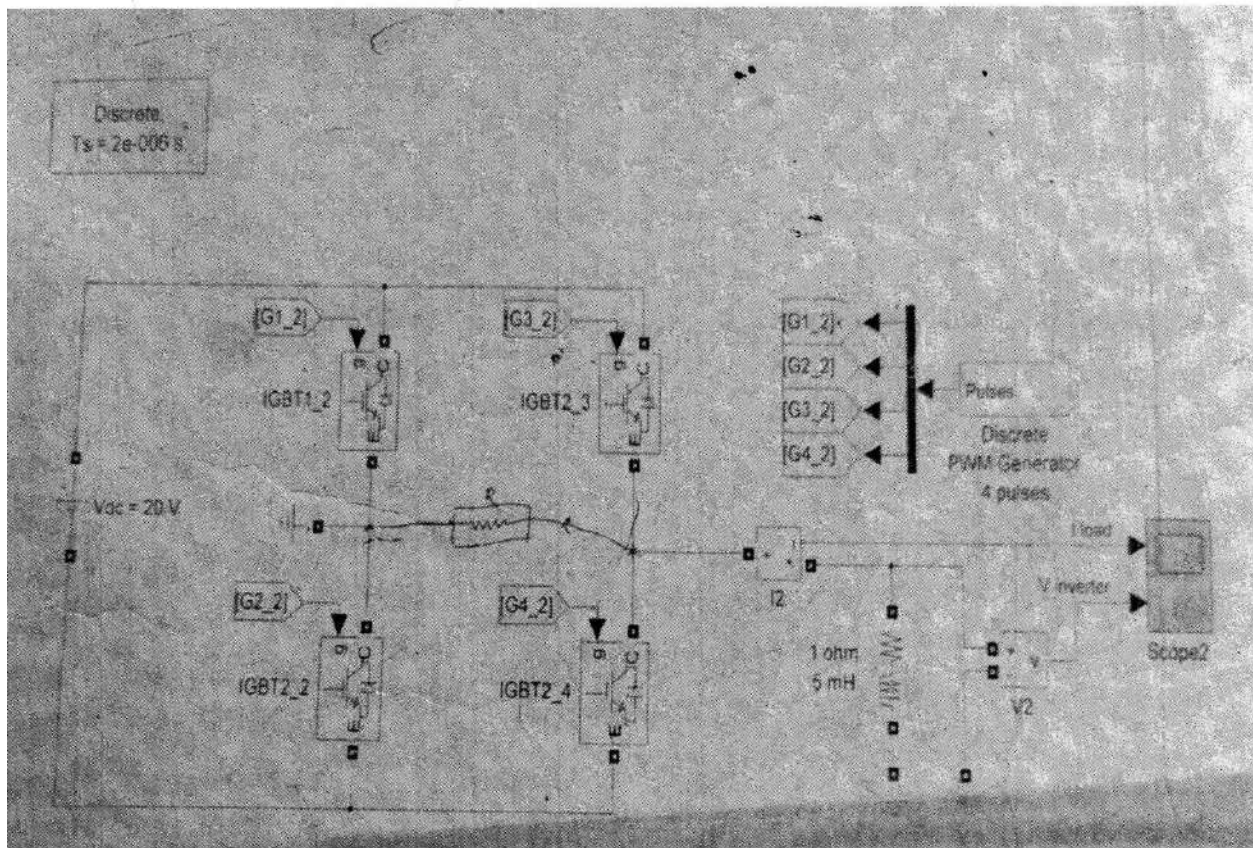
Output waveform

Experiment D

Objective: Study of single-phase Bridge inverter with RLC load

Equipment needed:

1. Oscilloscope: 20 MHz; ST201/ Caddo 802 or equivalent
2. Multimeter: Sciencetech 4011 Handheld or equivalent
3. ST2720 single-phase bridge inverter
4. Patch cords & operating manual
5. BNC to test probe



प्रयोग क्रमांक-9
एक फेस इन्वर्टर का निष्पादन और विश्लेषण करना।

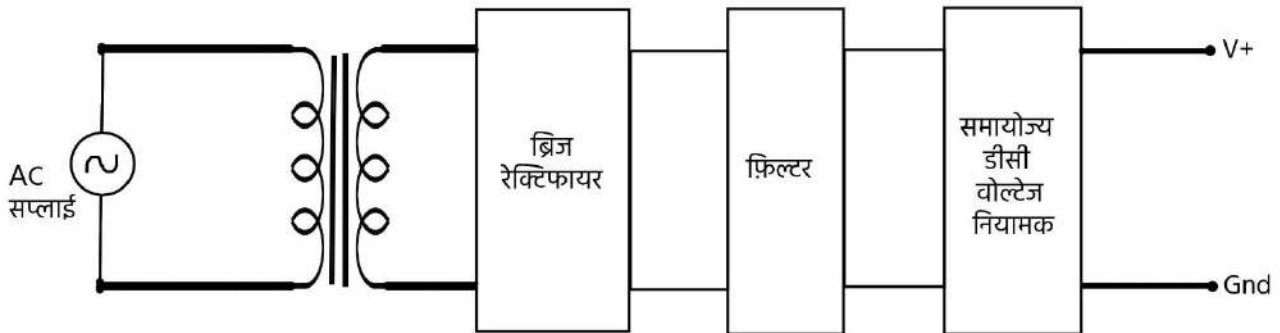
प्रयोग - अ

उद्देश्य : परिवर्तनीय डीसी वोल्टेज अनुभाग का अध्ययन

आवश्यक उपकरण:

1. ऑसिलोस्कोप: 20 मेगाहर्ट्ज; ST201/कैडो 802 या समतुल्य
2. मल्टीमीटर: साइंटिक 4011 हैंडहेल्ड या समकक्ष
3. ST2720 सिंगल-फेज ब्रिज इन्वर्टर
4. पैच कॉर्ड और ऑपरेटिंग मैनुअल
5. बीएनसी जांच परिक्षण के लिए

परिवर्तनीय डीसी वोल्टेज अनुभाग

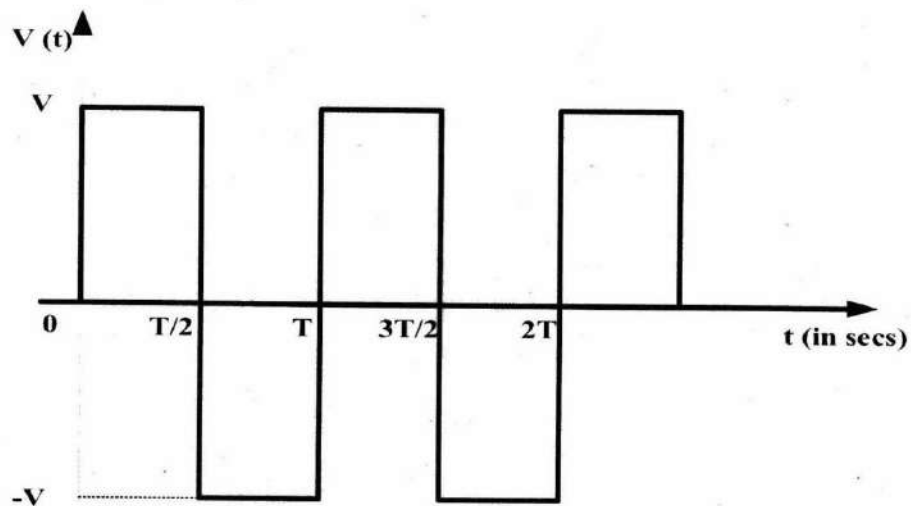


प्रक्रिया

प्रारंभ में यह सुनिश्चित करें कि बोर्ड पर कोई कनेक्शन न हो।

1. V+ और Gnd को उनके संकेतित स्थान पर जोड़ें।
2. G1 और K1 से गेट पल्स को SCR T1 के G1 और K1 से कनेक्ट करें।
3. G2 और K2 से गेट पल्स को SCR T2 के G2 और K2 से कनेक्ट करें।
4. G3 और K3 से गेट पल्स को SCR T3 के G3 और K3 से कनेक्ट करें।
5. G4 और K4 से गेट पल्स को SCR T4 के G4 और K4 से कनेक्ट करें।

6. आरएलसी लोड को उसके संकेतित स्थान पर कनेक्ट करें।
7. बिजली की आपूर्ति चालू करें।
8. इनपुट डीसी वोल्टेज को 6V से ऊपर सेट करें और अवलोकन करें।
9. इनपुट डीसी वोल्टेज सेट करें और लोड पर आउटपुट तरंग और आउटपुट एसी वोल्टेज का निरीक्षण करें।
10. ऑसिलोस्कोप के CHI को RLC लोड से जोड़ें और लोड टर्मिनलों पर आउटपुट तरंग का निरीक्षण करें।
11. चित्र में दिखाए अनुसार एकल-फेज ब्रिज इन्वर्टर के तरंगरूप का निरीक्षण करें।



आउटपुट तरंगरूप

प्रयोग-ब

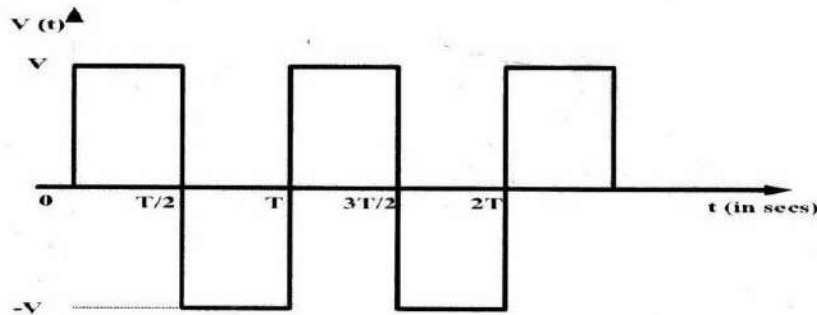
उद्देश्य: प्रतिरोधक कैपेसिटिव लोड के साथ एकल-चरण ब्रिज इन्वर्टर का अध्ययन

आवश्यक उपकरण:

1. ऑसिलोस्कोप: 20 मेगाहर्ट्ज; ST201/ कैडो 802 या समतुल्य
2. मल्टीमीटर: साइंटेक 4011 हैंडहेल्ड या समकक्ष
3. ST2720 सिंगल-फेज ब्रिज इन्वर्टर
4. पैच कॉर्ड और संचालन मैनुअल
5. बीएनसी जांच परिक्षण के लिए

प्रारंभ में यह सुनिश्चित करें कि बोर्ड पर कोई कनेक्शन न हो।

1. V+ और Gnd को उनके संकेतित स्थान पर जोड़ें।
2. G1 और K1 से गेट पल्स को SCR T1 के G1 और K1 से कनेक्ट करें।
3. G2 और K2 से गेट पल्स को SCR T2 के G2 और K2 से कनेक्ट करें।
4. G3 और K3 से गेट पल्स को SCR T3 के G3 और K3 से कनेक्ट करें।
5. G4 और K4 से गेट पल्स को SCR T4 के G4 और K4 से कनेक्ट करें।
6. आर.सी. लोड को उसके संकेतित स्थान पर कनेक्ट करें।
7. बिजली की आपूर्ति चालू करें।
8. इनपुट डीसी वोल्टेज को 6V से ऊपर सेट करें और अवलोकन करें।
9. इनपुट डीसी वोल्टेज सेट करें और लोड पर आउटपुट तरंग और आउटपुट एसी वोल्टेज का निरीक्षण करें।
10. ऑसिलोस्कोप के CH1 को RC लोड से जोड़ें और लोड टर्मिनलों पर आउटपुट तरंग का निरीक्षण करें।
11. चित्र में दिखाए अनुसार एकल-फेज ब्रिज इन्वर्टर के तरंगरूप का निरीक्षण करें।



आउटपुट तरंगरूप

प्रयोग- स

उद्देश्य: एलसी लोड के साथ एकल-चरण ब्रिज इन्वर्टर का अध्ययन।

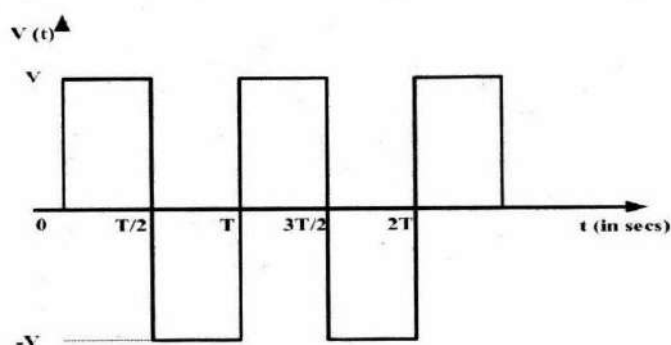
आवश्यक उपकरण:

1. ऑसिलोस्कोप: 20 मेगाहर्ट्ज; ST201/कैडो 802 या समतुल्य
2. मल्टीमीटर: साइंटिक 4011 हैंडहेल्ड या समकक्ष
3. ST2720 सिंगल-फेज ब्रिज इन्वर्टर
4. पैच कॉर्ड और ऑपरेटिंग मैनुअल
5. बीएनसी जांच परिक्षण के लिए

प्रक्रिया

प्रारंभ में यह सुनिश्चित करें कि बोर्ड पर कोई कनेक्शन न हो।

1. V+ और Gnd को उनके संकेतित स्थान पर जोड़ें।
2. G1 और K1 से गेट पल्स को SCR T1 के G1 और K1 से कनेक्ट करें।
3. G2 और K2 से गेट पल्स को SCR T2 के G2 और K2 से कनेक्ट करें।
4. G3 और K3 से गेट पल्स को SCR T3 के G3 और K3 से कनेक्ट करें।
5. G4 और K4 से गेट पल्स को SCR T4 के G4 और K4 से कनेक्ट करें।
6. एलसी लोड को उसके संकेतित स्थान पर कनेक्ट करें।
7. बिजली की आपूर्ति चालू करें।
8. इनपुट डीसी वोल्टेज को 6V से ऊपर सेट करें और अवलोकन करें।
9. इनपुट डीसी वोल्टेज सेट करें और लोड पर आउटपुट तरंग और आउटपुट एसी वोल्टेज का निरीक्षण करें।
10. ऑसिलोस्कोप के CH1 को LC लोड से जोड़ें और लोड टर्मिनलों पर आउटपुट तरंग का निरीक्षण करें।
11. चित्र में दिखाए अनुसार एकल-फेज ब्रिज इन्वर्टर के तरंगरूप का निरीक्षण करें।



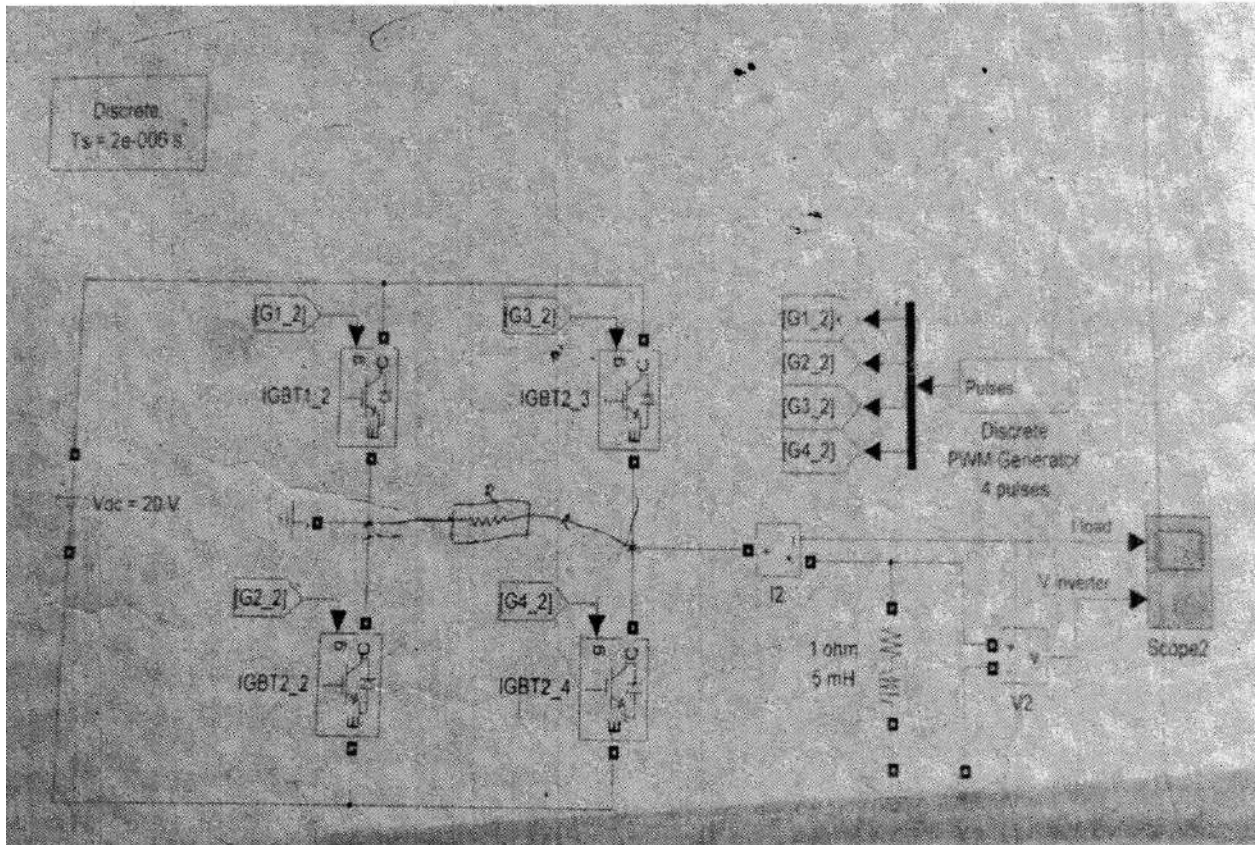
आउटपुट तरंगरूप

प्रयोग-द

उद्देश्य: आरएलसी लोड के साथ सिंगल-फेज ब्रिज इन्वर्टर का अध्ययन

आवश्यक उपकरण:

1. ऑसिलोस्कोप: 20 मेगाहर्ट्ज; ST201/ कैडो 802 या समतुल्य
2. मल्टीमीटर: साइंटेक 4011 हैंडहेल्ड या समकक्ष
3. ST2720 सिंगल-फेज ब्रिज इन्वर्टर
4. पैच कार्ड और संचालन मैनुअल
5. बीएनसी जांच परिक्षण के लिए



Experiment no. 10

Objective: To do performance analysis of cyclo-converter.

SINGLE PHASE TO SINGLE PHASE CYCLO CONVERTER - 24V/2A : -

This unit consists of a Firing circuit and Power circuit sufficient to study single phase Center tap transformer type cyclo converter.

A) FIRING CIRCUIT: -

This unit generates 4 line synchronized trigger pulses to trigger SCR's connected in Center tap transformer type cyclo converter power circuit. The firing circuit is based on Ramp-comparator method and frequency division using 89C2051 Microcontroller.

Features: -

1. Works directly on 230V AC mains.
2. Gate drive current of 200mA.
3. Firing angle variation from 180° to 0°.
4. Frequency division:- 1,2,3,4,5,6,7,8,9 and 10.
5. Soft start and stop facility.

Front panel details : -

1. Mains: Power ON/OFF switch to the unit with built in indicator.
2. Firing angle: Potentiometer to vary the firing angle from 180° to 0° on a graduated scale.
3. Frequency division: Thumb wheel to select frequency division by 1 to 10.
4. Si : ON/OFF switch for trigger outputs with soft start feature.
5. T1/T2/T3/T4 GATE-CAT: Trigger outputs to be connected to Gate and Cathode of respective SCR's

Back panel details:

1. 2 pin Mains cable.
2. Fuse holder with glass fuse for mains supply.
3. Big fuse holder with glass fuses for 24-0-24V AC supply.

B. POWER CIRCUIT: -This unit consists of 4 SCR's. The SCR's are mounted on a proper heat sink for heat dissipation. Protected by snubber circuit for dv/dt. All the terminals were brought

out on the front panel for inter connections. A separate gate and cathode terminals are provided for firing pulse connection from firing circuit. These SCR's can be interconnected to build Center tap transformer type cyclo converters. They can also be used independently to construct any other power circuits. A 24-0-24V/2A center tap transformer is provided as input to the cyclo converter. A switch is provided for the Center tap AC Supply. Fuses are also provided for the AC supply.

Front panel details: -

1. Center tap transformer 24V-0-24V : 24V-0-24V/2A Center tap transformer as input to the cyclo converter.
2. S2 : Power ON/OFF switch for Center tap transformer.
3. T1, T2, T3, T4 : SCR's - TYN616 - 16A/600V SCR.

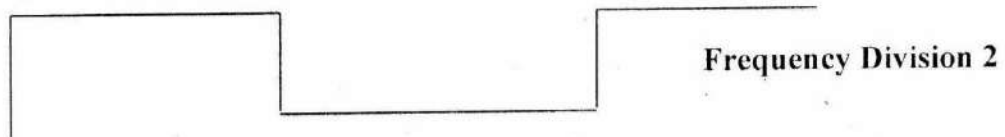
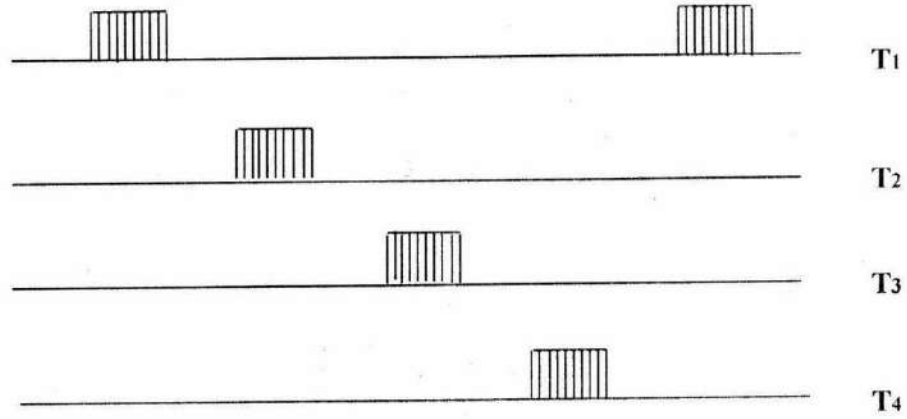
PROCEDURE :-

1. Switch ON the mains supply to the firing circuit.
2. Observe the trigger outputs by changing frequency division and by varying the firing angle.
3. Make sure that the firing pulses are proper before connecting to the power circuit.
4. Next make the power circuit connections as given in the circuit.
5. Connect the firing pulses from the firing circuit to the respective SCR's in the power circuit.
6. Connect R-load (50 Ohms/25 Watt) or 24V lamp at the output.
7. Connect 24-0-24V input AC supply from the Center tap transformer.
8. Switch ON the AC supply to the power circuit.
9. Keep the firing angle at 180° and frequency division at 2. Switch ON the trigger outputs.
10. Vary the firing angle and note down the AC voltage across load using a multimeter And tabulate the readings.
11. Draw the voltage waveforms for different firing angles. Repeat the same for different frequency divisions.
12. The circuit works as a single phase AC voltage controller when the frequency division is at 1. It works as a cyclo converter from 2-10 division.

NOTE:-

1. If the output is zero even after all proper connections, switch OFF the supply to 24-0-24V Transformer and interchange AC input connections to the power circuit. This is to make the firing circuit and power circuit synchronized.
2. Change the frequency division only when the trigger pulse switches at OFF position.

TRIGGER OUTPUTS



TABULAR COLUMN

Sl.No	Vin Volts.	Frequency Division - n	Firing Angle- α	Vo Volts.

CYCLO CONVERTERS

THEORY:-

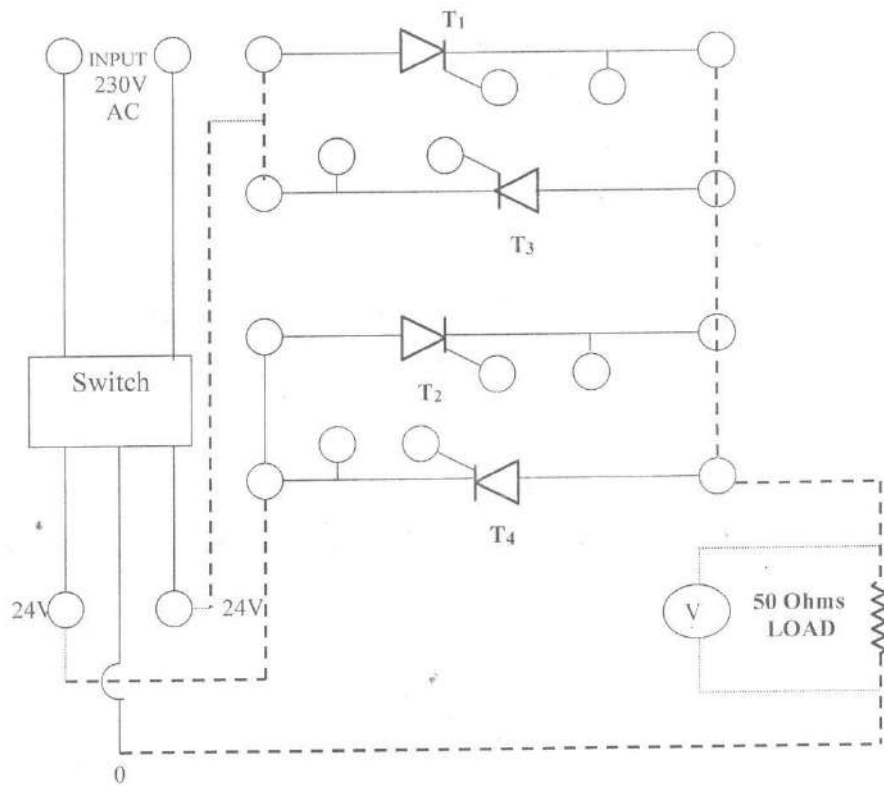
A cyclo converter is a direct frequency changer that converts AC power at one frequency to AC power at a lower frequency by AC- AC conversion without an intermediate conversion link. The majority of cyclo converters are naturally controlled to be commutated and the maximum output frequency is limited to a value that is only a fraction of the source frequency. As a result the major applications of cyclo converters are low speed. AC motor drives in the range up to 15,000 KW with frequencies from 0 to 25 Hz.

SINGLE PHASE CYCLO CONVERTER: -

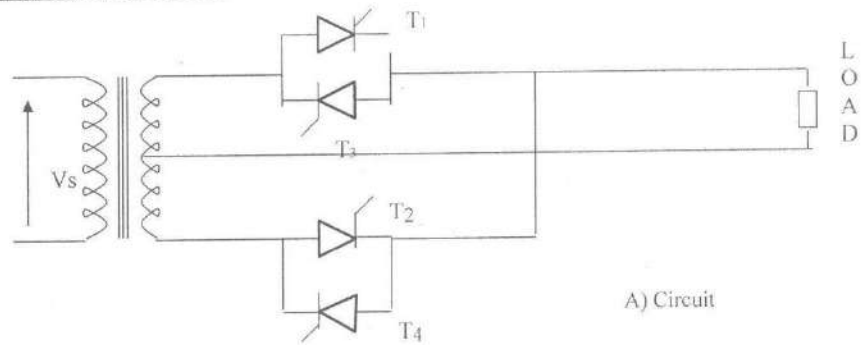
Fig (a) shows the schematic of a single phase cycloconverter. It consists of a full wave rectifier circuit equipped with two sets of SCR's which would give opposite output polarities. Thus if SCR1 and SCR2 are triggered, the DC output would be in the polarity shown on the left side of the output voltage waveform in fig (b). If SCR3 and SCR4 were triggered instead, the output polarity would be reversed as shown. Thus by alternatively triggering the SCR pairs at a frequency lower than the supply frequency a square wave of current would flow in the load resistor. (A filter would be needed to eliminate the ripple).

If SCR1 and SCR2 pair is triggered continuously for 'n' half cycles followed by SCR3 and SCR4 pair for next 'n' half cycles, then the frequency of the output voltage would be f_{in}/n .

SINGLE PHASE CYCLOCONVERTER

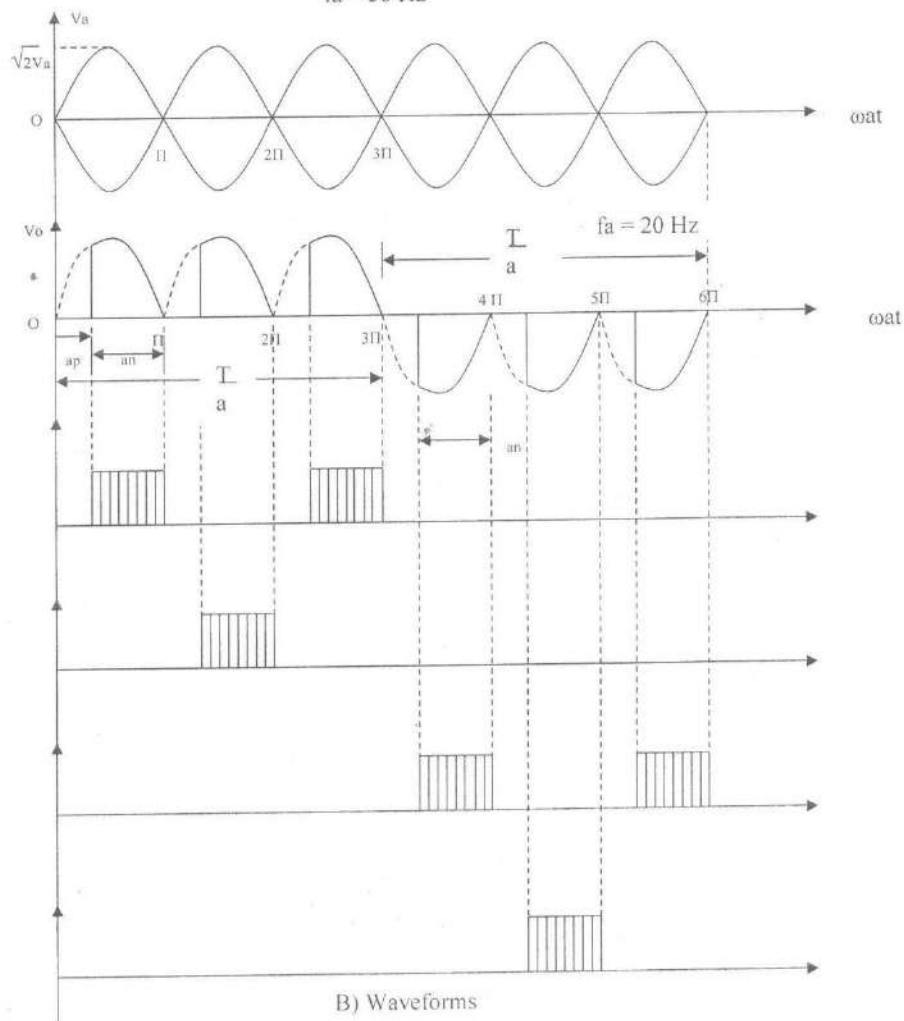


Connection diagram



A) Circuit

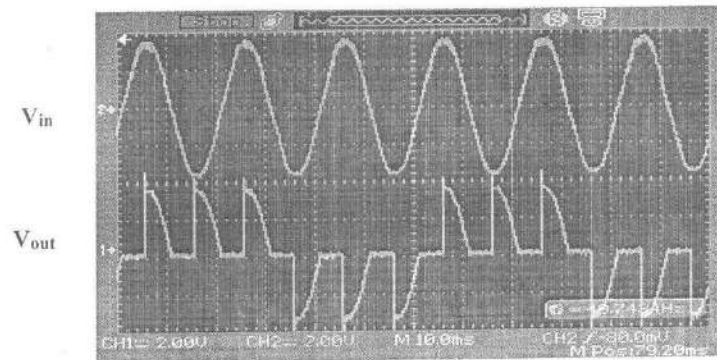
$f_a = 50 \text{ Hz}$



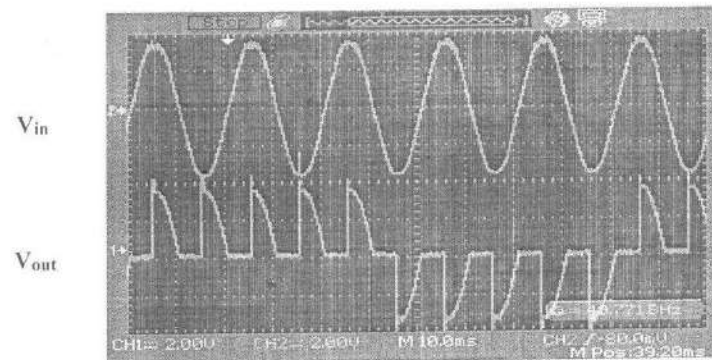
B) Waveforms

Single – phase / Single – phase Cyclo Converter

Different waveforms for single phase cyclo converter for R-load



Input and Output waveforms for frequency division-3($\alpha=90^\circ$)



Input and Output waveforms for frequency division-5($\alpha=90^\circ$)

Result:- Single phase cycloconverter is constructed and drawn the waveforms across load.

प्रयोग क्रमांक- 10

साइक्लो कनवर्टर का निष्पादन और विश्लेषण करना।

सिंगल फेज से सिंगल फेज साइक्लो कनवर्टर - 24V/2A : -

इस इकाई में एक फायरिंग सर्किट और पावर सर्किट शामिल है जो एक फेस केंद्र टैप ट्रांसफार्मर प्रकार साइक्लो कनवर्टर का अध्ययन करने के लिए पर्याप्त है।

ए) फायरिंग सर्किट: -

यह यूनिट सेंटर टैप ट्रांसफॉर्मर टाइप साइक्लो कनवर्टर पावर सर्किट में जुड़े SCR को ट्रिगर करने के लिए 4 लाइन सिंक्रोनाइज्ड ट्रिगर पल्स उत्पन्न करती है। फायरिंग सर्किट 89C2051 माइक्रोकंट्रोलर का उपयोग करके रैंप-तुलनित्र विधि और आवृत्ति विभाजन पर आधारित है।

विशेषताएँ: -

1. 230V AC मेन्स पर सीधे काम करता है।
2. गेट ड्राइव धारा 200mA.
3. फायरिंग कोण में 180° से 0° तक का परिवर्तन।
4. आवृत्ति विभाजन:- 1,2,3,4,5,6,7,8,9 और 10.
5. सॉफ्ट स्टार्ट और स्टॉप सुविधा।

फ्रंट पैनल विवरण: -

1. मुख्य: अंतर्निहित सूचक के साथ यूनिट में पावर चालू/बंद स्विच।
2. फायरिंग कोण: फायरिंग कोण को अंशांकित पैमाने पर 180° से 0° तक परिवर्तित करने के लिए पोटेंशियोमीटर।
3. आवृत्ति विभाजन: 1 से 10 तक आवृत्ति विभाजन का चयन करने के लिए अंगूठे का पहिया।
4. Si: सॉफ्ट स्टार्ट सुविधा के साथ ट्रिगर आउटपुट के लिए चालू/बंद स्विच।
5. T1/T2/T3/T4 गेट-कैट: ट्रिगर आउटपुट को संबंधित एससीआर के गेट और कैथोड से जोड़ा जाना चाहिए

बैक पैनल विवरण:

1. 2 पिन मेन्स केबल.
2. मुख्य आपूर्ति के लिए ग्लास फ्यूज के साथ फ्यूज धारक।

3. 24-0-24V एसी आपूर्ति के लिए ग्लास फ्यूज के साथ बड़ा फ्यूज होल्डर।

बी. पावर सर्किट: -

इस यूनिट में 4 SCR हैं। SCR को ऊष्मा अपव्यय के लिए उचित हीट सैंक पर लगाया गया है। DV/dt के लिए स्नबर सर्किट द्वारा संरक्षित। सभी टर्मिनलों को इंटर कनेक्शन के लिए फ्रंट पैनल पर लाया गया था। फायरिंग सर्किट से फायरिंग पल्स कनेक्शन के लिए एक अलग गेट और कैथोड टर्मिनल प्रदान किए गए हैं। इन SCR को सेंटर टैप ट्रांसफॉर्मर टाइप साइकलो कनवर्टर बनाने के लिए आपस में जोड़ा जा सकता है। इनका उपयोग किसी अन्य पावर सर्किट के निर्माण के लिए स्वतंत्र रूप से भी किया जा सकता है। साइकलो कनवर्टर के इनपुट के रूप में 24-0-24V/2A सेंटर टैप ट्रांसफॉर्मर प्रदान किया जाता है। सेंटर टैप AC सप्लाई के लिए एक स्विच प्रदान किया जाता है। AC सप्लाई के लिए फ्यूज भी प्रदान किए जाते हैं।

फ्रंट पैनल विवरण: -

1. सेंटर टैप ट्रांसफार्मर 24V-0-24V : 24V-0-24V/2A सेंटर टैप ट्रांसफार्मर साइकलो कनवर्टर के इनपुट के रूप में।
2. S2 : सेंटर टैप ट्रांसफार्मर के लिए पावर ऑन/ऑफ स्विच।
3. टी1, टी2, टी3, टी4 : एससीआर - TYN616 - 16A/600V एससीआर.

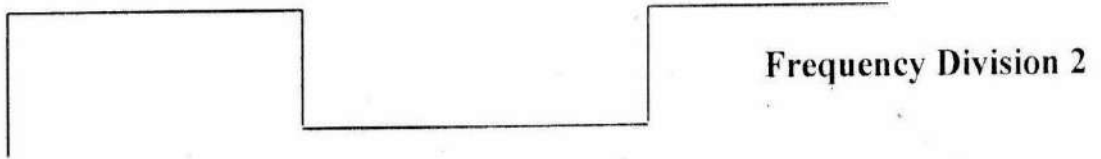
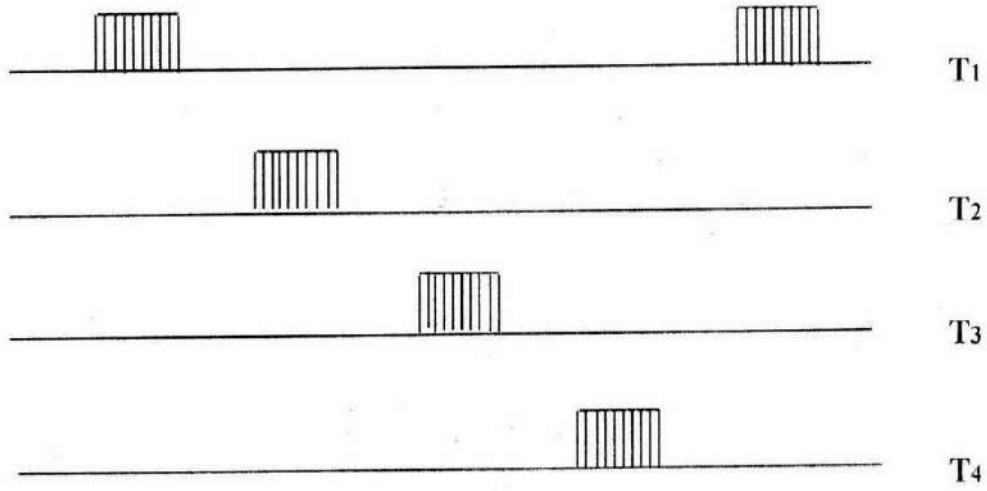
प्रक्रिया :-

1. फायरिंग सर्किट में मुख्य आपूर्ति चालू करें।
2. आवृत्ति विभाजन को बदलकर और फायरिंग कोण को बदलकर ट्रिगर आउटपुट का निरीक्षण करें।
3. पावर सर्किट से कनेक्ट करने से पहले सुनिश्चित करें कि फायरिंग पल्स उचित हैं।
4. इसके बाद सर्किट में दिए अनुसार पावर सर्किट कनेक्शन बनाएं।
5. फायरिंग सर्किट से फायरिंग पल्स को पावर सर्किट में संबंधित एससीआर से कनेक्ट करें।
6. आउटपुट पर आर-लोड (50 ओम/25 वाट) या 24V लैंप कनेक्ट करें।
7. सेंटर टैप ट्रांसफार्मर से 24-0-24V इनपुट एसी सप्लाई कनेक्ट करें।
8. पावर सर्किट में AC सप्लाई चालू करें।
9. फायरिंग कोण 180° और आवृत्ति विभाजन 2 पर रखें। ट्रिगर आउटपुट चालू करें।
10. फायरिंग कोण में परिवर्तन करें और मल्टीमीटर का उपयोग करके लोड पर एसी वोल्टेज को नोट करें और रीडिंग को सारणीबद्ध करें।
11. विभिन्न फायरिंग कोणों के लिए वोल्टेज तरंगरूप बनाएं। विभिन्न आवृत्ति विभाजनों के लिए भी यही दोहराएं।
12. जब आवृत्ति विभाजन 1 पर होता है तो सर्किट एक फेस एसी वोल्टेज नियंत्रक के रूप में काम करता है। यह 2-10 डिवीजन से साइकलो कनवर्टर के रूप में काम करता है।

टिप्पणी:-

1. यदि सभी उचित कनेक्शन के बाद भी आउटपुट शून्य है, तो 24-0-24V ट्रांसफॉर्मर की आपूर्ति बंद कर दें और AC इनपुट कनेक्शन को पावर सर्किट से बदल दें। ऐसा फायरिंग सर्किट और पावर सर्किट को सिंक्रोनाइज़ करने के लिए किया जाता है।
2. आवृत्ति विभाजन को केवल तभी बदलें जब ट्रिगर पल्स ऑफ स्थिति पर स्विच हो जाए।

ट्रिगर आउटपुट



सारणीबद्ध स्तंभ

Sl.No	Vin Volts.	Frequency Division - n	Firing Angle- α	Vo Volts.

साइक्लो कन्वर्टर

लिखित:-

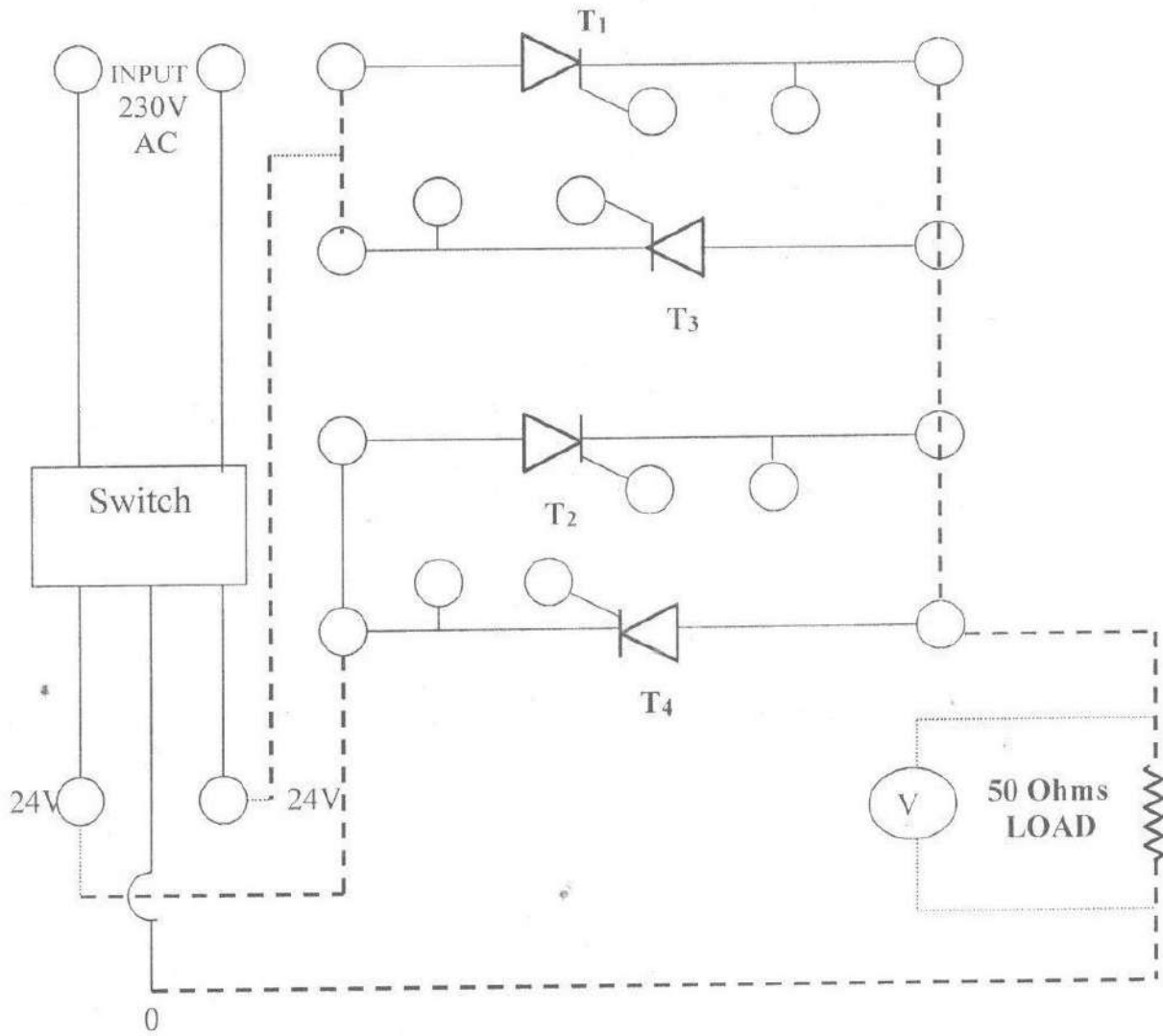
साइक्लो कन्वर्टर एक प्रत्यक्ष आवृत्ति परिवर्तक है जो एक आवृत्ति पर एसी पावर को एसी-एसी रूपांतरण द्वारा बिना किसी मध्यवर्ती रूपांतरण लिंक के कम आवृत्ति पर एसी पावर में परिवर्तित करता है। अधिकांश साइक्लो कन्वर्टर को स्वाभाविक रूप से नियंत्रित किया जाता है और अधिकतम आउटपुट आवृत्ति उस मान तक सीमित होती है जो स्रोत आवृत्ति का केवल एक अंश होता है। परिणामस्वरूप साइक्लो कन्वर्टर के प्रमुख अनुप्रयोग कम गति हैं। 0 से 25 हर्ट्ज तक की आवृत्तियों के साथ 15,000 किलोवाट तक की रेंज में एसी मोटर ड्राइव।

एक फेस साइक्लो कन्वर्टर: -

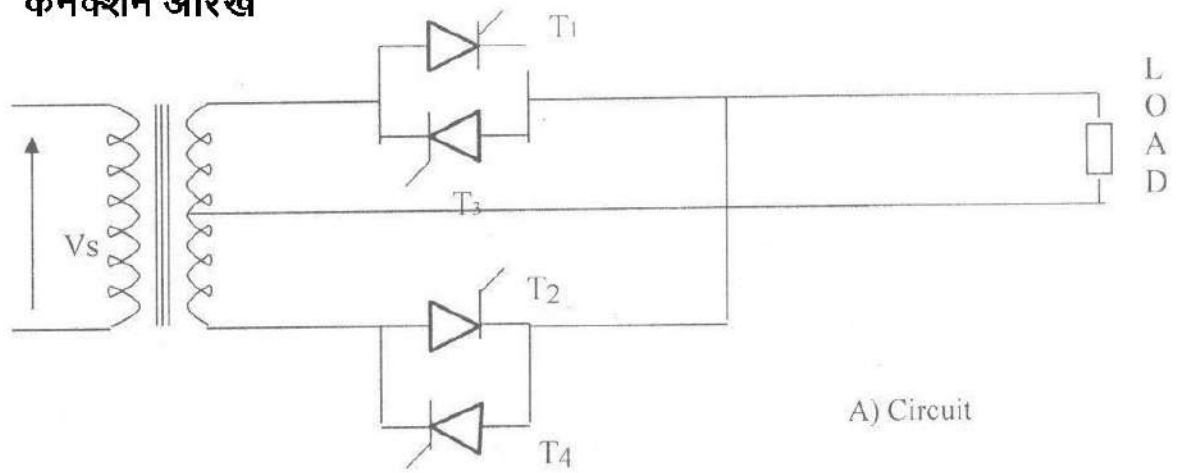
चित्र (ए) एक फेस साइक्लोकन्वर्टर का योजनाबद्ध दिखाता है। इसमें एक पूर्ण तरंग रेक्टिफायर सर्किट होता है जो SCR के दो सेटों से सुसज्जित होता है जो विपरीत आउटपुट ध्रुवता प्रदान करेगा। इस प्रकार यदि SCR1 और SCR2 को ट्रिगर किया जाता है, तो DC आउटपुट चित्र (बी) में आउटपुट वोल्टेज तरंग के बाईं ओर दिखाए गए ध्रुवता में होगा। यदि इसके बजाय SCR3 और SCR4 को ट्रिगर किया जाता है, तो आउटपुट ध्रुवता को उलट दिया जाएगा जैसा कि दिखाया गया है। इस प्रकार वैकल्पिक रूप से SCR जोड़े को आपूर्ति आवृत्ति से कम आवृत्ति पर ट्रिगर करके लोड प्रतिरोधक में करंट की एक वर्ग तरंग प्रवाहित होगी। (तरंग को खत्म करने के लिए एक फिल्टर की आवश्यकता होगी)।

यदि SCR1 और SCR2 जोड़ी को लगातार 'n' अर्ध चक्रों के लिए ट्रिगर किया जाता है, उसके बाद SCR3 और SCR4 जोड़ी को अगले 'n' अर्ध चक्रों के लिए ट्रिगर किया जाता है, तो आउटपुट वोल्टेज की आवृत्ति fin/n होगी।

सिंगल फेस साइक्लो कनवर्टर

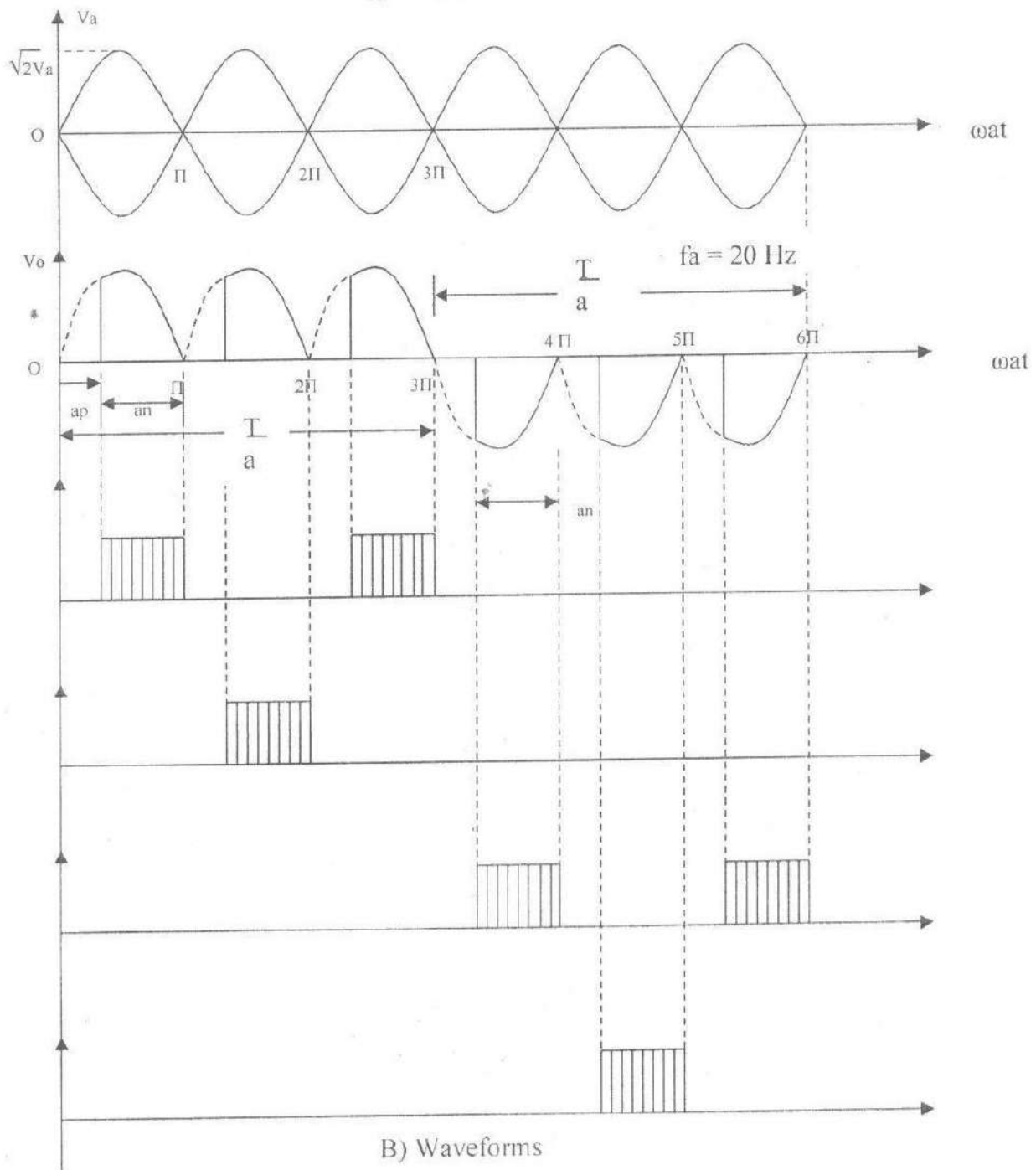


कनेक्शन आरेख



A) Circuit

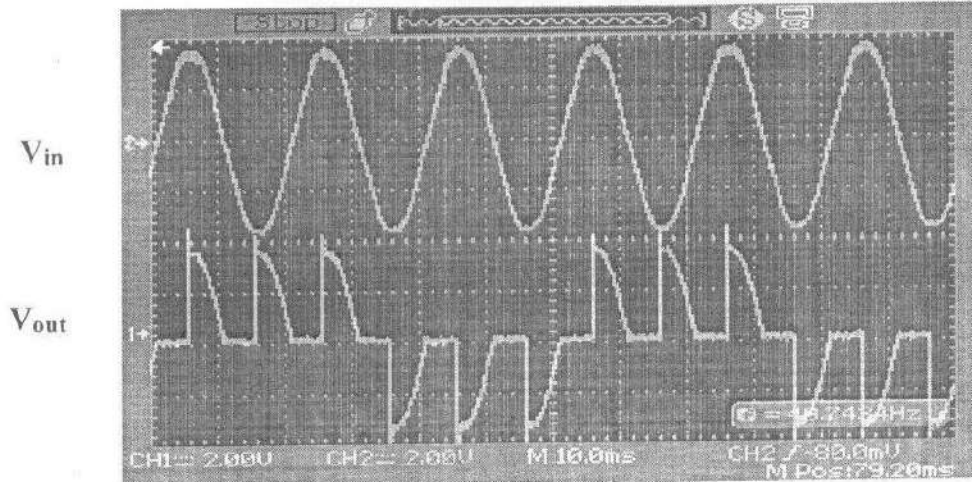
$$f_a = 50 \text{ Hz}$$



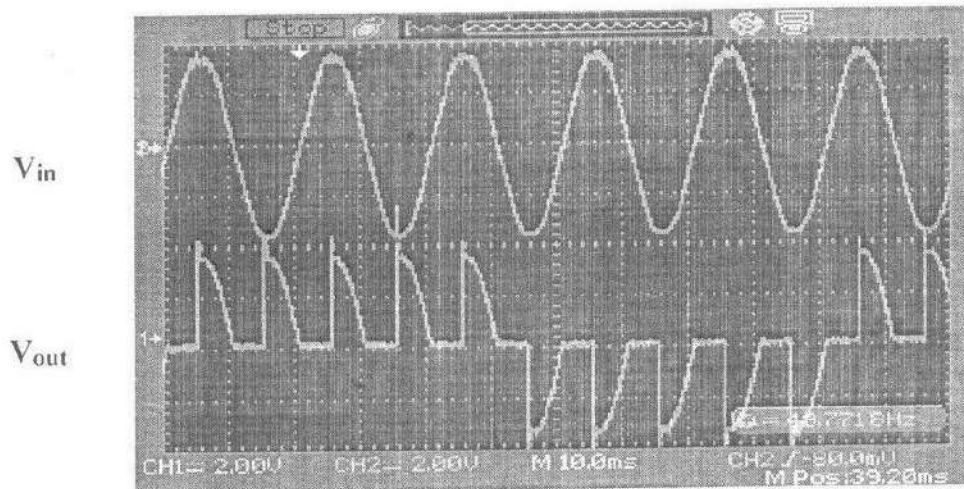
B) Waveforms

सिंगल फेस / सिंगल फेस साइक्लो कनवर्टर

R-लोड के लिए सिंगल फेस साइक्लो कनवर्टर के विभिन्न तरंगरूप



आवृत्ति विभाजन - 3 के लिए इनपुट और आउटपुट तरंगरूप ($\alpha = 90^\circ$)



आवृत्ति विभाजन - 3 के लिए इनपुट और आउटपुट तरंगरूप ($\alpha = 90^\circ$)

परिणाम: एक फेस साइक्लो कनवर्टर का निर्माण किया गया और लोड पर तरंगरूपों को खींचा गया है।