

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



Department of Electrical Engineering

विद्युत अभियांत्रिकी विभाग

Advance Power Electronics & Drives Lab

एडवांस पावर इलेक्ट्रॉनिक्स एवं ड्राइव्स लैब

Lab Manual (M.Tech)

लैब मैनुअल (M.Tech)

Exp No 1:- Speed Control of 3- ϕ Induction Motor using V/f Method

AIM:-

- Study of V/ f control method of 3- ϕ induction motor.
- To measure speed, terminal voltage and line current at various frequency.
- To plot speed vs. torque characteristics.

INSTRUMENTS REQUIRED:-

Sl.No.	Name of Instruments	Type	Range	Quantity
01	DC Motor-Alternator Set	-	-	1
02	3 ϕ Induction Motor	-	-	1
03	3 ϕ Autotransformer	-	15A,0-400V	1
04	Ammeter	MI	0-20A	2
05	Voltmeter	MI	0-400V	2
06	Wattmeter	-	0-10/20A,0-200/400V	2
07	Tachometer	Digital	0-2000rpm	1
08	Frequency Meter	-	-	1

ADDITIONAL INSTRUMENTS REQUIRED FOR ELECTRICAL LOADING:-

Sl.No.	Name of Instruments	Type	Range	Quantity
09	Ammeter	MC	0-30A	1
10	Voltmeter	MC	0-300V	1
11	Lamp load	-	-	1

THEORY:-

Frequency control:

For a three phase induction m/c

$$N_s = \frac{120f}{P}$$

$$N_r = (1-s) N_s$$

Rotor speed can be changed by changing either slip (s) or synchronous speed (Ns). By frequency control Ns is changed and changes the rotor speed.

The three basic method by which variable frequency supply can be obtained are.

- Variable frequency motor alternator set.
- DC link inverter.
- Cycloconverter.

Voltage control:-

$$T \propto s V^2$$

For the constant torque.

$$sV^2 = \text{constant}$$

$$s \propto 1/V^2$$

The speed can therefore varied by stator voltage variation. A continues control of speed of induction motor can be obtained by step adjustment of stator voltage if its rotor resistance is high.

Constant- V/f:

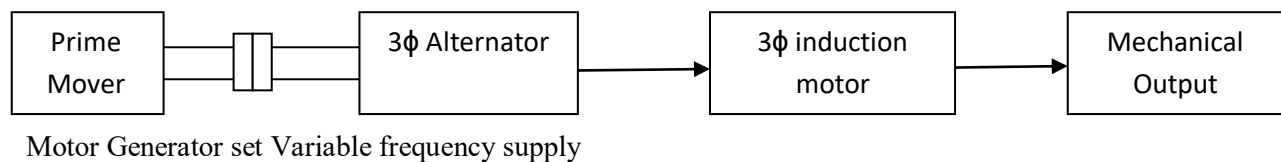
$$E = 4.44 K \phi f T_{ph}$$

$$E = V \text{ (neglecting stator impedance drop)}$$

$$V/f = 4.44 K T_{ph} \phi$$

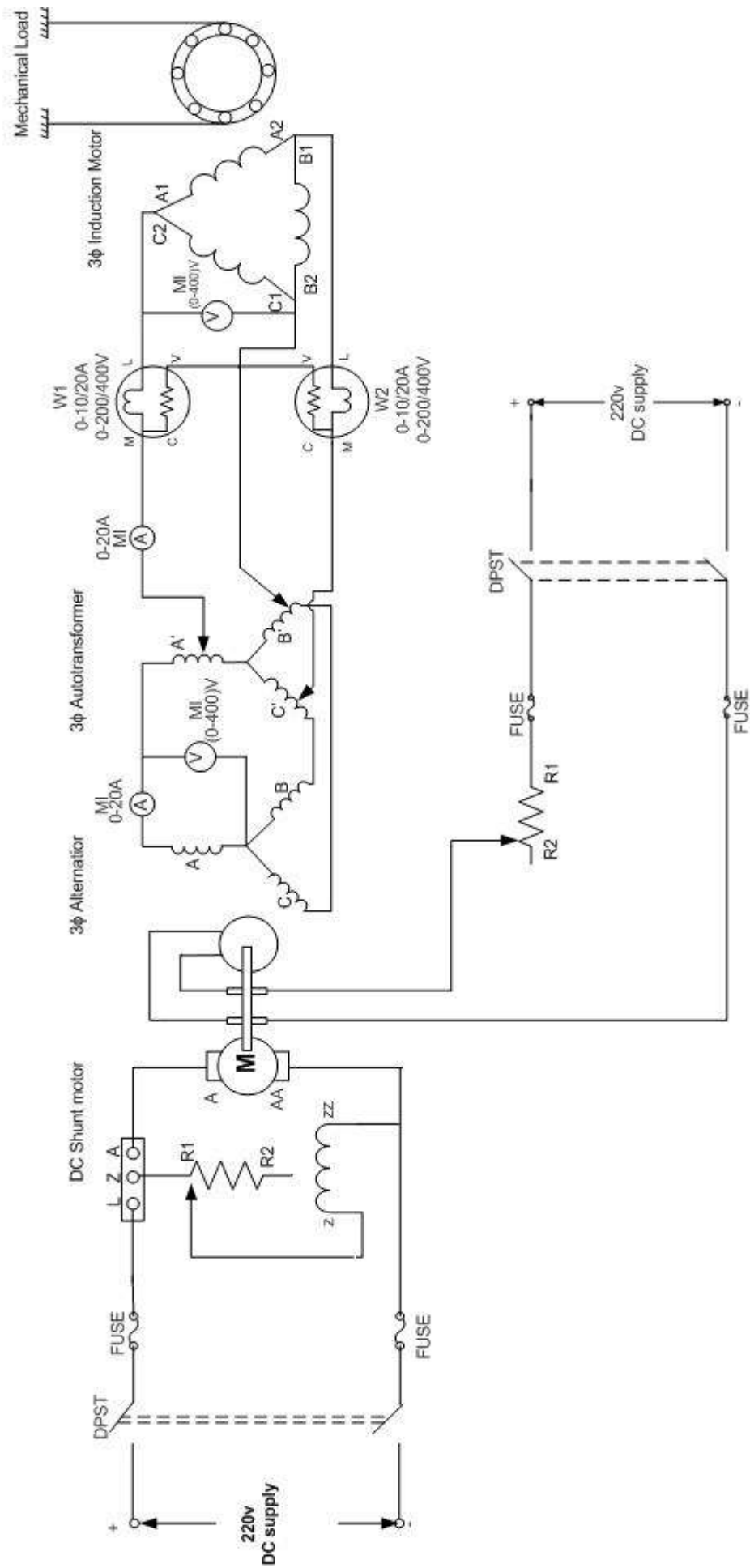
To maintain ϕ constant, voltage must be applied or must be changed proportionally as frequency is changed & also maximum torque is maintained constant. Otherwise core will get saturated & excessive core - loss will occur & magnetizing current will also increased.

V/f is maintained constant below base frequency (50Hz) for a change in frequency above 50 Hz. Voltage is maintained and at rated values of frequency is increased ϕ will decrease and maximum torque will also clean ease.

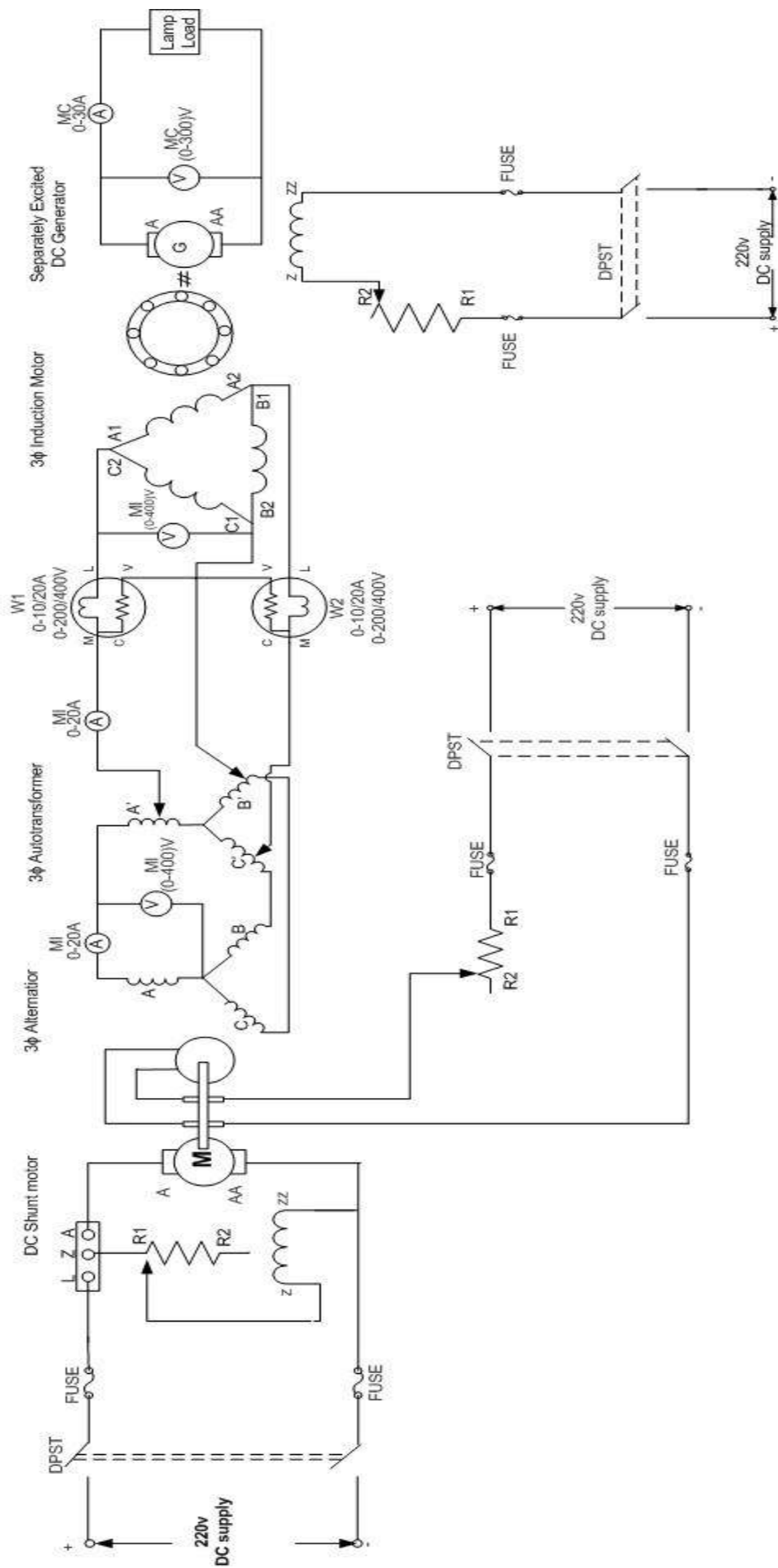


BLOCK DIAGRAM OF V/F CONTROL OF 3Φ INDUCTION MOTOR

V/F Control of 3 ϕ Induction Motor with Mechanical Loading



V/F Control of 3 ϕ Induction Motor with Electrical Loading

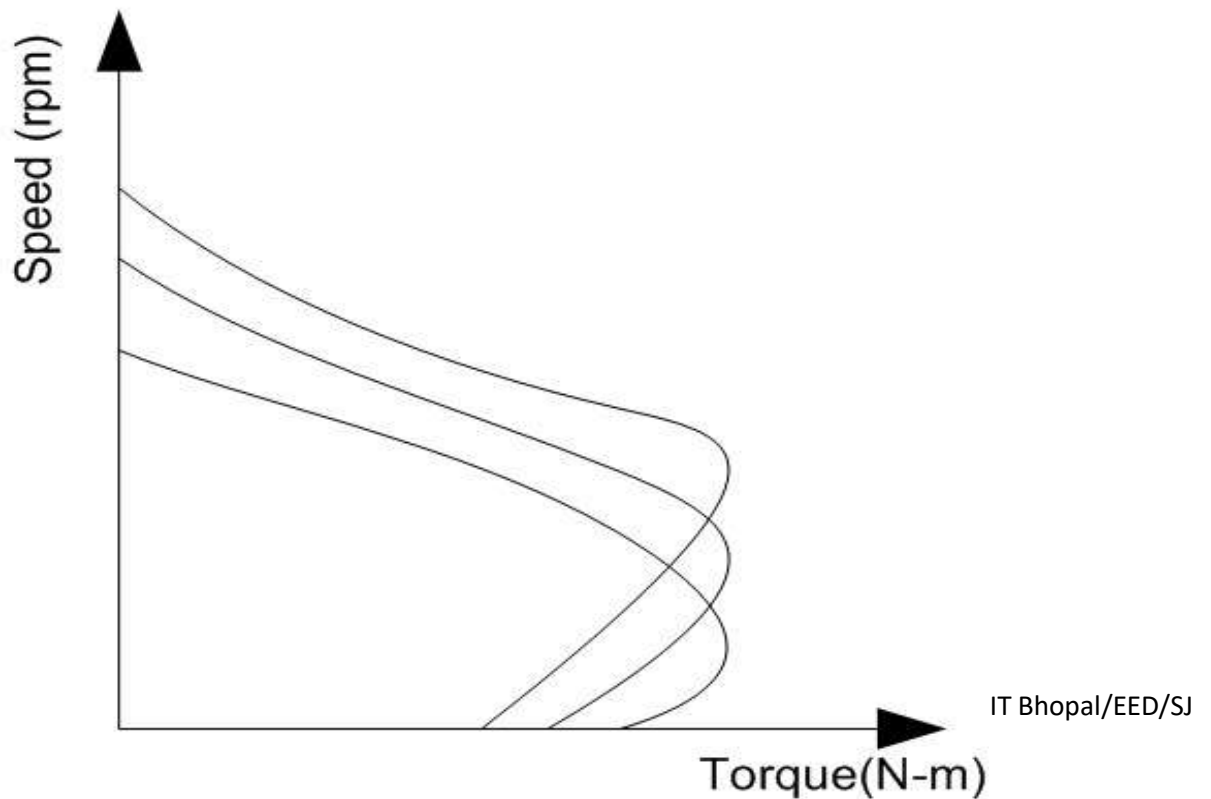


OBSERVATION TABLE:-

Sl.No.	V1 (Volt)	V2 (Volt)	I/P current (Amp.)	Frequency (Hz)	Rotor Speed (rpm)	W1 (Watts)	W2 (watts)	Torque (N-m)
1.	360	340	5.0	45	1350	240	180	--
		290	6.2		1300	400	100	9.26
		260	7.8		1260	480	-70	12.35
		230	8.8		1240	520	-100	15.44
2.	380	380	5.6	47.5	1425	320	240	--
		330	6.4		1375	440	60	6.174
		270	8.4		1340	520	-60	12.35
3.	390	360	4.8	49.5	1460	280	180	12.85

SPEED-TORQUE CHARACTERISTICS:-

(SAMPLE GRAPH)



PROCEDURE:-

1. Connect the circuit as shown in figure.
2. Ensure that the internal resistance in field of dc motor is practically zero.
3. Ensure that internal resistance in field of Alternator is maximum.
4. Switch on the DC supply to the motor and start it by starter adjusting that starter slowly till the motor builds up its speed.
5. Adjust the speed of the motor to rated Speed of the alternator by rheostat provided in field circuit of motor.
6. Switch on the DC supply to the field circuit of alternator.
7. Adjust the field current of alternator by rheostat provided in the field circuit so that the voltmeter reads the rated voltage. The induction motor is not yet supplied with this voltage.
8. With the help of a autotransformer supply the above voltage to the induction motor (rated values). Perform the load test, keeping terminal voltage constant.
9. Decrease the motors speed thereby decreasing the alternator speed which gives reduced frequency because of alternator, make ratio v/f constant by varying the field circuit of alternator. Under these conditions perform the load test.
10. In the case of electrical loading keep the terminal voltage of dc generator at rated value, by varying the field.
11. Repeat the procedure for different loads keeping v/f ratio constant.
12. Carefully cut off supply to induction motor through auto transformer , simultaneously taking care of alternator terminal voltage doesn't shoot up i.e. keep the field current decreasing. Cut off the supplied to DC motor and alternator.

PRECAUTIONS:-

1. Resistance in field of dc motor should be minimum.
2. Resistance in field of Alternator should be maximum.
3. Output voltage of 3 Phase variac is set at zero position.
4. For electrical loading the resistance in the dc separately excited generator should be minimum.

RESULT:-

Studied the speed control of 3 Phase induction motors using v/f control and measured speed, terminal voltage and line current at various frequency and plotted the speed vs. torque characteristics.

प्रयोग क्रमांक 1

V/f विधि का उपयोग करके 3- ϕ इंडक्शन मोटर का गति नियंत्रण

उद्देश्य:-

- 3- ϕ इंडक्शन मोटर की V/f नियंत्रण विधि का अध्ययन।
- विभिन्न आवृत्ति पर गति, टर्मिनल वोल्टेज और लाइन करंट को मापना।
- गति बनाम टॉर्क विशेषताओं को प्लॉट करना।

आवश्यक उपकरण :-

क्र.सं .	नाम	प्रकार	श्रेणी	मात्रा
01	डीसी मोटर-अल्टरनेटरसेट	-	-	1
02	3 ϕ प्रेरण मोटर	-	-	1
03	3 ϕ ऑटोट्रांसफार्मर	-	15ए,0-400वी	1
04	एम्मीटर	एमआई	0-20ए	2
05	वाल्टमीटर	एमआई	0-400 वी	2
06	वाटमीटर	-	0-10/20ए,0-200/400वी	2
07	टैकोमीटर	डिजिटल	0-2000आरपीएम	1
08	आवृत्ति मीटर	-	-	1

विद्युत लोडिंग के लिए आवश्यक अतिरिक्त उपकरण:-

क्र.सं .	नाम	प्रकार	श्रेणी	मात्रा
09	एम्मीटर	एम सी	0-30ए	1
10	वाल्टमीटर	एम सी	0-300 वी	1
11	लैंप लोड	-	-	1

लिखित:-

आवृत्ति नियंत्रण:

तीन चरण प्रेरण मशीन के लिए

$$N_s = \frac{120f}{P}$$

$$N_r = (1-s) N_s$$

रोटर की गति को स्लिप (s) या सिंक्रोनस गति (N_s) में से किसी एक को बदलकर बदला जा सकता है। आवृत्ति नियंत्रण द्वारा N_s को बदला जाता है और रोटर की गति को बदल दिया जाता है।

तीन बुनियादी विधियाँ जिसके द्वारा परिवर्तनीय आवृत्ति आपूर्ति प्राप्त की जा सकती है।

- परिवर्तनीय आवृत्ति मोटर अल्टरनेटर सेट।
- डीसी लिंक इन्वर्टर।
- साइक्लोकन्वर्टर।

वोल्टेज नियंत्रण:-

$$T \propto s V^2$$

निरंतर टॉर्क के लिए

$$sV^2 =$$

$$\text{स्थिरांक } S \propto$$

$$1/V^2$$

इसलिए स्टेटर वोल्टेज परिवर्तन द्वारा गति को बदला जा सकता है। यदि इसका रोटर प्रतिरोध उच्च है तो स्टेटर वोल्टेज के चरण समायोजन द्वारा इंडक्शन मोटर की गति का निरंतर नियंत्रण प्राप्त किया जा सकता है।

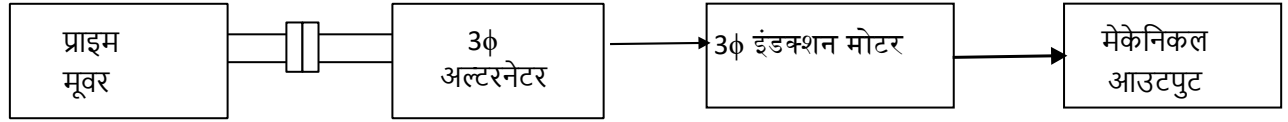
स्थिर- वी/एफ:

$$E = 4.44 K \phi f T_{ph}$$

$$E = V \text{ (स्टेटर प्रतिबाधा गिरावट की}$$

$$\text{उपेक्षा) } V/f = 4.44 K T_{ph} \phi$$

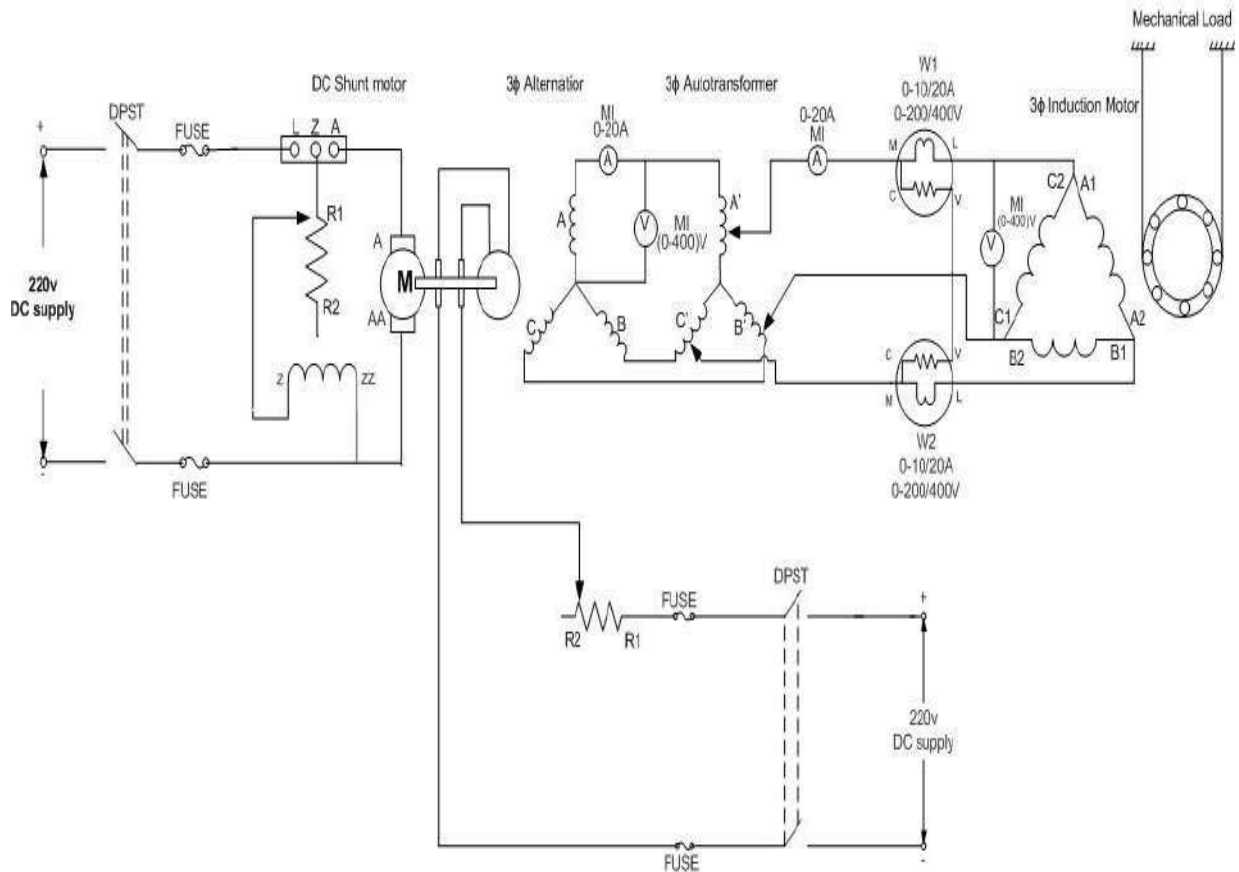
ϕ को स्थिर बनाए रखने के लिए, वोल्टेज लगाया जाना चाहिए या आवृत्ति के अनुसार आनुपातिक रूप से बदला जाना चाहिए और अधिकतम टॉर्क को भी स्थिर बनाए रखना चाहिए। अन्यथा कोर संतृप्त हो जाएगा और अत्यधिक कोर-हानि होगी और चुंबकीय धारा भी बढ़ जाएगी। 50 हर्ट्ज से ऊपर की आवृत्ति में परिवर्तन के लिए V/f को बेस फ्रीक्वेंसी (50 हर्ट्ज) से नीचे स्थिर रखा जाता है। वोल्टेज बनाए रखा जाता है और फ्रीक्वेंसी के रेटेड मानों में वृद्धि होती है ϕ घट जाएगी और अधिकतम टॉर्क भी आसानी से साफ हो जाएगा।



मोटर जनरेटर सेट परिवर्तनीय आवृत्ति आपूर्ति

3 ϕ इंडक्शन मोटर के V/F नियंत्रण का ब्लॉक आरेख

V/F Control of 3 ϕ Induction Motor with Mechanical Loading

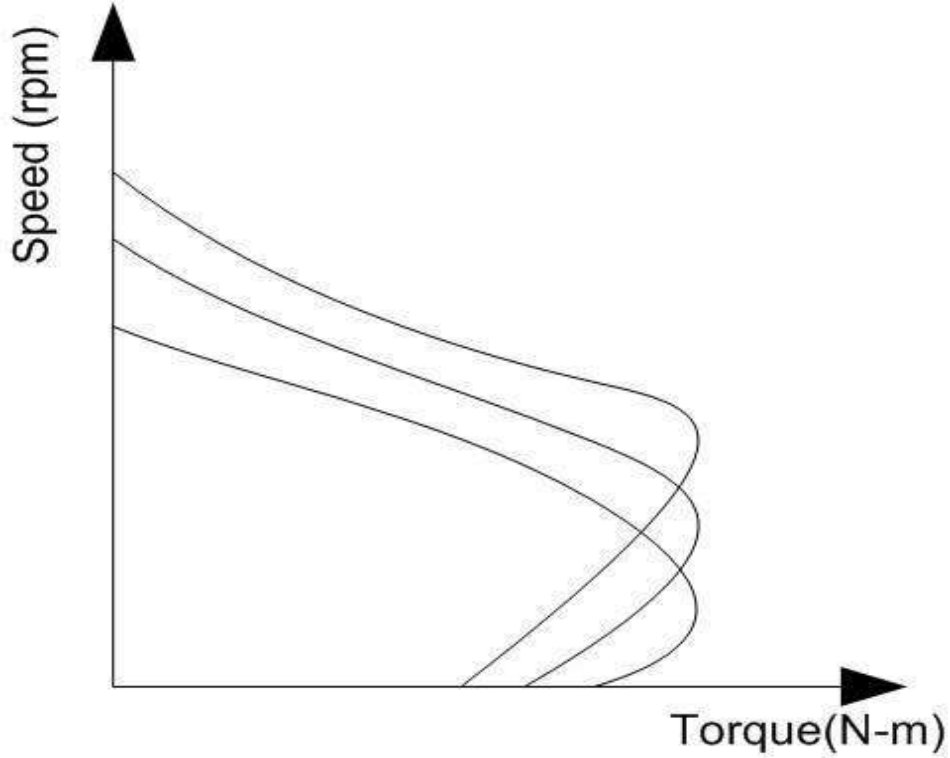


अवलोकन तालिका:-

क्र.सं.	V1 वोल्ट	V2 (वोल्ट)	आई/पी मौजूदा (एम्प.)	आवृत्ति (हर्ट्ज)	रोटर गति(आरपीएम)	W1 वाट	W 2 (वाट)	टॉर्क (NM)
1.	360	340	5.0	45	1350	240	180	--
		290	6.2		1300	400	100	9.
		260	7.8		1260	480	-70	26
		230	8.8		1240	520	-100	12.35
								15.44
2.	380	380	5.6	47.5	1425	320	240	--
		330	6.4		1375	440	60	6.17
		270	8.4		1340	520	-60	4
3.	390	360	4.8	49.5	1460	280	180	12.85

स्पीड-टोर्क विशेषताएँ:-

(नमूना ग्राफ)



प्रक्रिया:-

1. चित्र में दिखाए अनुसार सर्किट को कनेक्ट करें।
2. सुनिश्चित करें कि डीसी मोटर के क्षेत्र में आंतरिक प्रतिरोध व्यावहारिक रूप से शून्य है।
3. सुनिश्चित करें कि अल्टरनेटर के क्षेत्र में आंतरिक प्रतिरोध अधिकतम है।
4. मोटर को डीसी सप्लाय चालू करें और स्टार्टर द्वारा इसे स्टार्ट करें, स्टार्टर को धीरे-धीरे तब तक एडजस्ट करें जब तक कि मोटर अपनी गति न बना ले।
5. मोटर के फील्ड सर्किट में दिए गए रिओस्टेट द्वारा मोटर की गति को अल्टरनेटर की रेटेड गति पर समायोजित करें।
6. अल्टरनेटर के फील्ड सर्किट में डीसी सप्लाय चालू करें।
7. फील्ड सर्किट में दिए गए रिओस्टेट द्वारा अल्टरनेटर के फील्ड करंट को एडजस्ट करें ताकि वोल्टमीटर रेटेड वोल्टेज को पढ़ सके। इंडक्शन मोटर को अभी तक इस वोल्टेज की आपूर्ति नहीं की गई है।
8. ऑटोट्रांसफॉर्मर की मदद से इंडक्शन मोटर को उपरोक्त वोल्टेज (रेटेड मान) की आपूर्ति करें। टर्मिनल वोल्टेज को स्थिर रखते हुए लोड टेस्ट करें।
9. मोटर की गति कम करें जिससे अल्टरनेटर की गति कम हो जाए जो अल्टरनेटर के कारण कम आवृत्ति देता है, अल्टरनेटर के फील्ड सर्किट को बदलकर अनुपात v/f को स्थिर रखें। इन परिस्थितियों में लोड परीक्षण करें।
10. विद्युत लोडिंग के मामले में फील्ड को बदलकर डीसी जनरेटर के टर्मिनल वोल्टेज को रेटेड मूल्य पर रखें।
11. v/f अनुपात को स्थिर रखते हुए विभिन्न लोड के लिए प्रक्रिया को दोहराएं।
12. ऑटो ट्रांसफार्मर के माध्यम से इंडक्शन मोटर को आपूर्ति को सावधानीपूर्वक काटें, साथ ही अल्टरनेटर टर्मिनल वोल्टेज का ख्याल रखें कि वह ऊपर न जाए यानी फील्ड करंट को कम रखें। डीसी मोटर और अल्टरनेटर को आपूर्ति काट दें।

सावधानियां:-

1. डीसी मोटर के क्षेत्र में प्रतिरोध न्यूनतम होना चाहिए।
2. अल्टरनेटर के क्षेत्र में प्रतिरोध अधिकतम होना चाहिए।
3. फेज वैरिएक का आउटपुट वोल्टेज शून्य स्थिति पर सेट किया गया है।
4. विद्युत लोडिंग के लिए डीसी अलग से उत्तेजित जनरेटर में प्रतिरोध न्यूनतम होना चाहिए।

परिणाम:-

वी/एफ नियंत्रण का उपयोग करके 3 चरण प्रेरण मोटर्स के गति नियंत्रण का अध्ययन किया और विभिन्न आवृत्ति पर गति, टर्मिनल वोल्टेज और लाइन करंट को मापा और गति बनाम टॉर्क विशेषताओं को प्लॉट किया।

Exp No 2:- Speed Control of 3- ϕ Induction Motor using Kramer Control

AIM:-

- To study speed control of 3- ϕ induction motors using Kramer control.
- Plot the speed of the motor vs. field current of DC Motor.

INSTRUMENTS REQUIRED:-

Sl.No.	Name of Instruments	Type	Range	Quantity
01	3 ϕ uncontrolled Rectifier		20A,400V	1
02	Ammeter	MI	0-20A	1
03	Voltmeter	MI	0-400V	1
04	3 ϕ Autotransformer		15A,0-400V	1
05	Ammeter	MC	0-10A	1
06	Ammeter	MC	0-2A	1
07	Voltmeter	MC	0-300V	1
08	Rheostat	Single Tube	45 Ω , 5A	1
09	Rheostat	Single Tube	290 Ω , 1.7A	1
10	Tachometer	Digital	0-2000rpm	1

THEORY:-

This system of speed control of 3 Phase I.M. which investigated by Mr. Kramer who had used role converter of converting the slip power of phase wound rates induction motor into DC which then fed to a DC M/C since the solid state rectifiers are much cheaper, efficient and highly reliable these can replace the rotary converter earlier used by Kramer.

The main induction Motor whose speed is to be controlled mechanically coupled to DC M/C is connected to output terminal of 3-phase full wave uncontrolled rectifier. Earlier electrical power of Slip frequency available of ratio slip rings of 3-phase induction motor is fed as an input to 3- ϕ controlled rectifier which converts the 3-phase slip power to DC.As a result the DC M/c receiving power from solid state converter act as a motor and adds the slip over to the main induction motor. Shaft there by resulting in constant power drive.

In order to discuss, concept of speed control using above scheme. It is assumed that shaft load torque is constant & I.M. is running at noted space control field current of DC motor is increase which result into the increased back emf developed by the motor.

Thus the motor armature current drawn from the rectifier decreases.

$$\text{Armature current, } I_a = \frac{V_t - E_b}{R_a}$$

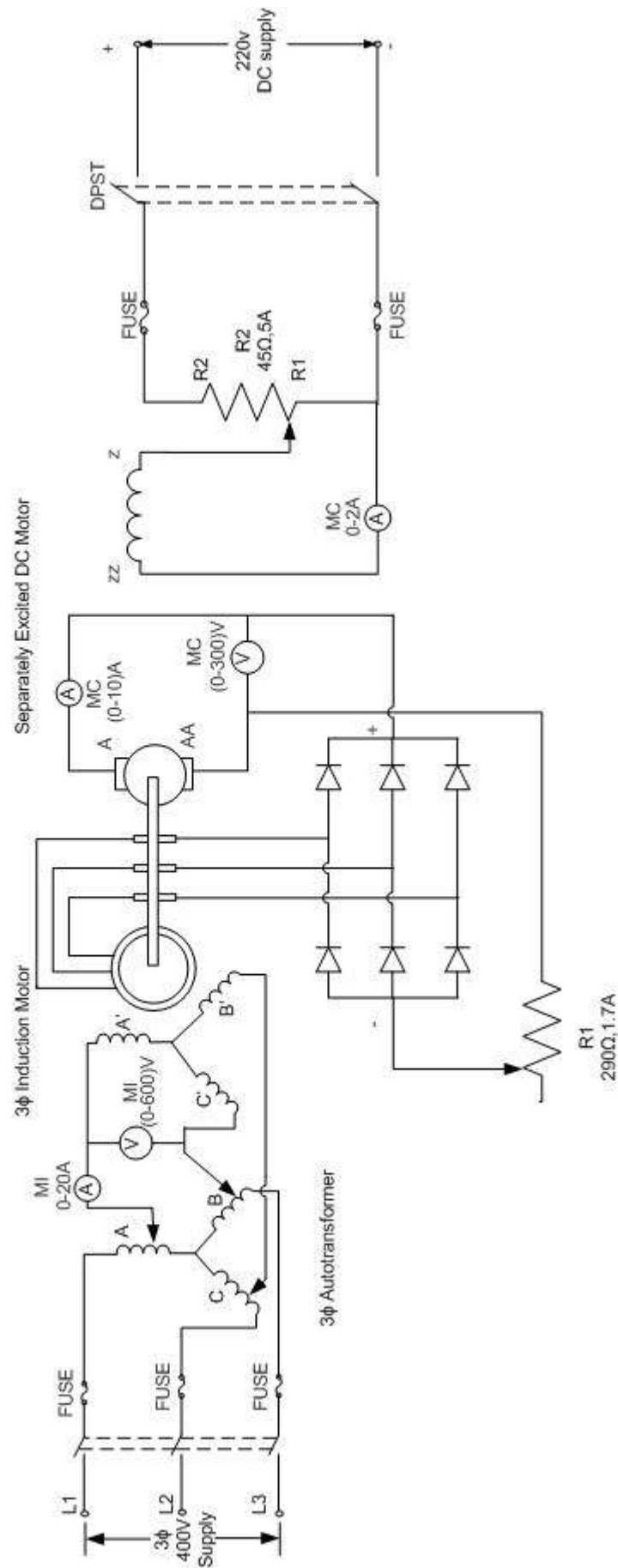
As a result, current drawn by the rectifier the rotor of main induction motor decreases which results into the reduced torque developed by main motor.

Thus for constant load torque speed of induction motor shaft decreasing and thus the slip increases causing an increased rotor emf. And current till electrical torque by I.M becomes equal to load torque wide range of speed below rated speed of I.M. can be obtained by increasing field current DC motor.

OBSERVATION TABLE:-

Sl.No.	Applied voltage(V)	Stator current (A)	Armature Voltage(v)	Armature current (A)	Field Current (A)	Speed (rpm)
1	405	6.2	0	1.5	0	1433
2	405	6.2	10	2.0	0.04	1460
3	405	6.2	16	2.5	0.05	1468
4	405	6.2	22	3.9	0.10	1472
5	405	6.2	30	5.0	0.12	1476
6	415	6.2	0	1.2	0	1300
7	415	6.2	16	1.2	0.08	1255
8	415	6.2	23	1.0	0.10	1220
9	415	6.2	31	0.9	0.15	1185

Kramer Control of 3 ϕ Induction Motor



PROCEDURE:-

1. Connect the circuit as per the diagram.
2. Adjust the position of Rheostat R_1 , so as to include maximum resistance in armature circuit of DC motor.
3. Ensure that output voltage of 3 Phase variac is set at zero position.
4. Ensure that the field circuit of DC motor is not energized.
5. Adjust the position of Rheostat R_2 so that field current will be minimum when field is energized.
6. Switch on 3 Phase supply to start Induction motor.
7. Apply reduced voltage to start Induction motor and then slowly increase the applied voltage to rated Voltage of Induction motor.
8. Cut out the complete resistance of Rheostat from armature circuit of DC motor.
9. Note down the speed of Induction motor which would be normal speed.
10. Switch on DC supply to field circuit of DC motor ensuring polarity.
11. Let the field current of DC motor to a particular value & observe the speed of Induction motor which would be below the normal speed of motor.
12. Repeat step 11 for different value of field current at different speeds.
13. Switch off DC supply to disconnected field circuit.

PRECAUTIONS:-

1. Position of Rheostat R_1 should be maximum resistance in armature circuit of DC motor.
2. Output voltage of 3 Phase variac is set at zero position.
3. The field circuit of DC motor is not energized.
4. Position of Rheostat R_2 should be minimum when field is energized

RESULT:-

Studied the speed control of 3-Phase induction motors using Kramer control and plotted the speed of the motor vs. field current of DC Motor.

प्रयोग क्रमांक 2

क्रेमर नियंत्रण का उपयोग करके 3- ϕ इंडक्शन मोटर का गति नियंत्रण

उद्देश:-

- क्रेमर नियंत्रण का उपयोग करके 3- ϕ प्रेरण मोटर के गति नियंत्रण का अध्ययन करना।
- मोटर की गति बनाम डीसी मोटर की क्षेत्र धारा का ग्राफ बनाएं।

आवश्यक उपकरण:-

क्र.सं.	नाम	प्रकार	रेंज	मात्रा
01	3 ϕ अनियंत्रित रेक्टिफायर		20A,400V	1
02	अमीटर	MI	0-20A	1
03	वोल्टमीटर	MI	0-400V	1
04	3 ϕ ऑटो ट्रान्सफ़ोर्मर		15A,0-400V	1
05	अमीटर	MC	0-10A	1
06	अमीटर	MC	0-2A	1
07	वोल्टमीटर	MC	0-300V	1
08	रियोस्टेट	सिंगल ट्यूब	45 Ω , 5A	1
09	रियोस्टेट	सिंगल ट्यूब	290 Ω , 1.7A	1
10	टेको मीटर	डिजिटल	0-2000rpm	1

लिखित:-

3 फेज आई.एम. की गति नियंत्रण की यह प्रणाली, जिसकी जांच श्री क्रेमर द्वारा की गई थी, जिन्होंने चरण-घाव दर प्रेरण मोटर की स्लिप शक्ति को डी.सी. में परिवर्तित करने के लिए रोल कनवर्टर का उपयोग किया था, जिसे फिर डी.सी. एम/सी. में भेजा जाता था, क्योंकि ठोस अवस्था वाले रेक्टिफायर्स बहुत सस्ते, कुशल और अत्यधिक विश्वसनीय होते हैं, ये क्रेमर द्वारा पहले उपयोग किए जाने वाले रोटरी कनवर्टर की जगह ले सकते हैं।

मुख्य प्रेरण मोटर जिसकी गति को नियंत्रित किया जाना है, डीसी एम/सी से यांत्रिक रूप से युग्मित है, 3-चरण पूर्ण तरंग अनियंत्रित रेक्टिफायर के आउटपुट टर्मिनल से जुड़ा हुआ है। 3-चरण प्रेरण मोटर के अनुपात स्लिप रिंगों की स्लिप आवृत्ति की पहले उपलब्ध विद्युत शक्ति को 3- ϕ नियंत्रित रेक्टिफायर में इनपुट के रूप में खिलाया जाता है जो 3-चरण

स्लिप पावर को डीसी में परिवर्तित करता है। परिणामस्वरूप डीसी एम/सी सॉलिड स्टेट कनवर्टर से शक्ति प्राप्त करके मोटर के रूप में कार्य करता है और स्लिप को मुख्य प्रेरण मोटर में जोड़ता है। शाफ्ट के परिणामस्वरूप निरंतर पावर ड्राइव होती है।

उपरोक्त योजना का उपयोग करके गति नियंत्रण की अवधारणा पर चर्चा करने के लिए। यह माना जाता है कि शाफ्ट लोड टॉर्क स्थिर है और I.M. नोट किए गए स्थान पर चल रहा है, डीसी मोटर का नियंत्रण क्षेत्र वर्तमान बढ़ जाता है जिसके परिणामस्वरूप मोटर द्वारा विकसित बैक ईएमएफ बढ़ जाता है।

इस प्रकार दिष्टकारी से ली गई मोटर आर्मेचर धारा कम हो जाती है।

$$\text{आर्मेचर धारा, } I_a = \frac{V_t - E_b}{R_a}$$

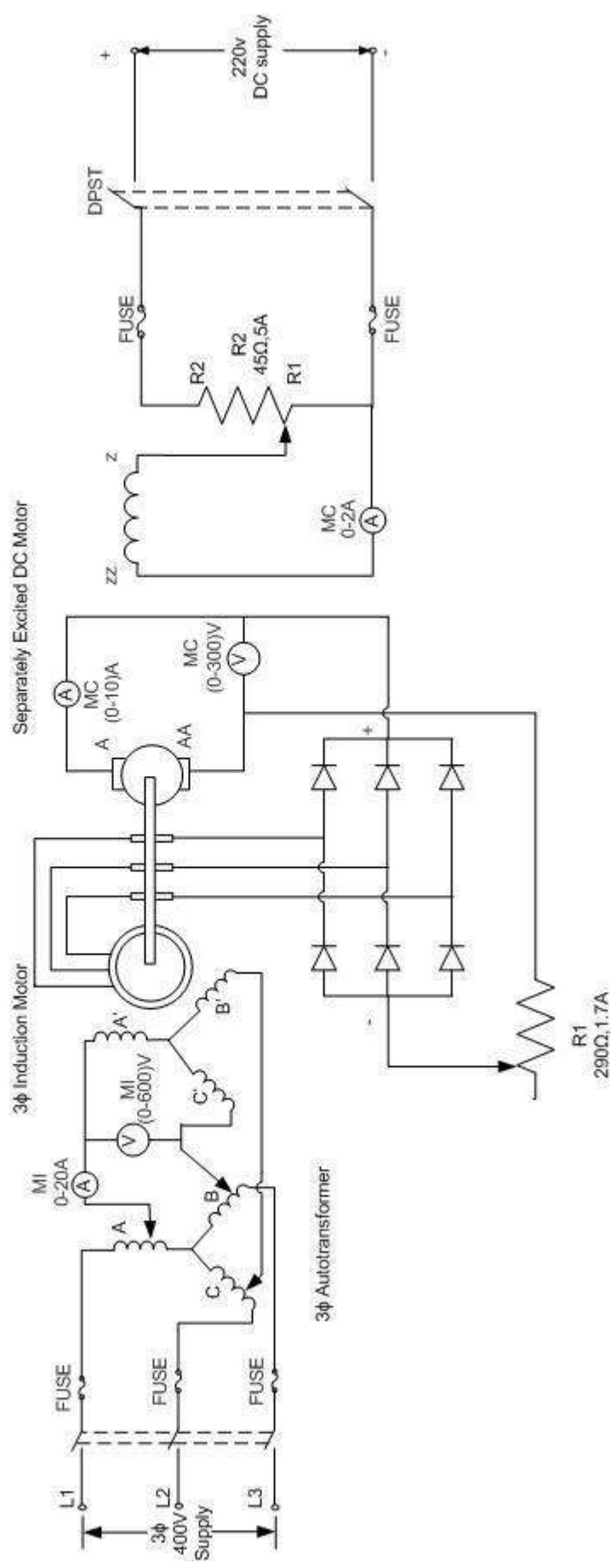
परिणामस्वरूप, मुख्य प्रेरण मोटर के रोटर द्वारा खींची गई धारा कम हो जाती है, जिसके परिणामस्वरूप मुख्य मोटर द्वारा उत्पन्न टॉर्क कम हो जाता है।

इस प्रकार निरंतर लोड टॉर्क के लिए इंडक्शन मोटर शाफ्ट की गति कम हो जाती है और इस प्रकार स्लिप बढ़ जाती है जिससे रोटर ईएमएफ बढ़ जाता है और जब तक विद्युत टॉर्क I.M द्वारा लोड टॉर्क के बराबर नहीं हो जाता तब तक I.M की रेटेड गति के नीचे गति की एक विस्तृत श्रृंखला क्षेत्र धारा डीसी मोटर को बढ़ाकर प्राप्त की जा सकती है।

अवलोकन तालिका:-

सरल क्र.	अप्लाईड वोल्टेज(V)	स्टर करंट (A)	आर्मेचर वोल्टेज(v)	आर्मेचर करंट (A)	फिल्ड करंट (A)	गति (rpm)
1	405	6.2	0	1.5	0	1433
2	405	6.2	10	2.0	0.04	1460
3	405	6.2	16	2.5	0.05	1468
4	405	6.2	22	3.9	0.10	1472
5	405	6.2	30	5.0	0.12	1476
6	415	6.2	0	1.2	0	1300
7	415	6.2	16	1.2	0.08	1255
8	415	6.2	23	1.0	0.10	1220
9	415	6.2	31	0.9	0.15	1185

Kramer Control of 3 ϕ Induction Motor



प्रक्रिया:-

1. आरेख के अनुसार सर्किट को कनेक्ट करें।
2. रिओस्टेट R1 की स्थिति को समायोजित करें, ताकि डीसी मोटर के आर्मेचर सर्किट में अधिकतम प्रतिरोध शामिल हो सके।
3. सुनिश्चित करें कि 3 फेज वेरिएक का आउटपुट वोल्टेज शून्य स्थिति पर सेट है।
4. सुनिश्चित करें कि डीसी मोटर का फील्ड सर्किट सक्रिय न हो।
5. रिओस्टेट R2 की स्थिति को समायोजित करें ताकि क्षेत्र सक्रिय होने पर क्षेत्र धारा न्यूनतम हो।
6. इंडक्शन मोटर चालू करने के लिए 3 फेज सप्लाई चालू करें।
7. इंडक्शन मोटर को चालू करने के लिए कम वोल्टेज लागू करें और फिर धीरे-धीरे लागू वोल्टेज को इंडक्शन मोटर के रेटेड वोल्टेज तक बढ़ाएं।
8. डीसी मोटर के आर्मेचर सर्किट से रिओस्टेट का पूरा प्रतिरोध काट लें।
9. इंडक्शन मोटर की गति नोट करें जो सामान्य गति होगी।
10. ध्रुवता सुनिश्चित करते हुए डीसी मोटर के क्षेत्र सर्किट में डीसी आपूर्ति चालू करें।
11. डीसी मोटर के क्षेत्र धारा को एक विशेष मान पर रखें और इंडक्शन मोटर की गति का निरीक्षण करें जो मोटर की सामान्य गति से कम होगी।
12. विभिन्न गति पर क्षेत्र धारा के विभिन्न मान के लिए चरण 11 को दोहराएं।
13. डिस्कनेक्टेड फील्ड सर्किट की डीसी आपूर्ति बंद करें।

सावधानियां:-

1. डीसी मोटर के आर्मेचर सर्किट में रिओस्टेट R1 की स्थिति अधिकतम प्रतिरोध होनी चाहिए।
2. 3 फेज वेरिएक का आउटपुट वोल्टेज शून्य स्थिति पर सेट किया गया है।
3. डी.सी. मोटर का क्षेत्र सर्किट सक्रिय नहीं है।
4. जब क्षेत्र सक्रिय हो तो रिओस्टेट R2 की स्थिति न्यूनतम होनी चाहिए

परिणाम:-

क्रमर नियंत्रण का उपयोग करके 3-फेज प्रेरण मोटरों के गति नियंत्रण का अध्ययन किया और डीसी मोटर के क्षेत्र धारा बनाम मोटर की गति का ग्राफ बनाया।

Exp No 3:- Speed Control of 3- ϕ Induction Motor using AC Voltage Controller

AIM:-

To study the AC voltage controller and the speed control of a 3- ϕ Induction Motor by Stator voltage control Method and to plot graph of output Voltage vs. Firing angle for R-load and Motor-load.

INSTRUMENTS REQUIRED:-

- 1) Three phase VOLTAGE REGULATOR kit [POWERCON]
- 2) C.R.O. Dual Trace (Unearthed CRO)
- 3) Three phase induction motor
- 4) Connection cords etc

THEORY:-

DC drives are extensively used in the industry for variable speed application. But as cage type induction motors are introduced, which are better machines (AC) than DC machines with improved ruggedness, low cost, smaller size & higher efficiency. No major maintenance is needed due to absence of commutators and brushes for AC machines. Speed of the AC machines can be varied by varying the stator voltage and frequency of supply voltage. To develop torque in AC machine the rotating magnetic field produced in air gap by three phase supply reacts with rotor. Thus torque in induction motor is created by stator induction effect. The various methods of speed control of an Induction Motor are as stated below:

1. Stator voltage control.
2. Variable voltage, variable frequency control
3. Variable current, variable frequency control
4. Slip power regulation

Besides all three methods, voltage control method is simple. The circuit used for this method is shown in figure 1 and its associated waveforms of output voltage (phase to phase, line to line) along with firing angle are shown in figure 2. In stator voltage, controller two thyristors are connected in anti-parallel configuration in each phase. The operation of the circuit with the inductive load is as follow: It is known that for firing angle. The individual load current per phase is sinusoidal and lags behind the corresponding phase voltage by ' $\pi/2$ '. The effective control takes place for $\pi/2 < \alpha < 3\pi/2$. For complete control, the trigger pulse width should be ' $\pi - \alpha$ ' and not less than $\pi/3$. The control action can be divided into two parts:

1. For $\pi/2 < \alpha < 2\pi/3$

2. For $\pi/2 < \alpha < 5\pi/6$

For $\pi/2 < \alpha < 2\pi/3$, either two or all the three phases conduct at any instant. The load voltage will assume wither the phase-voltage curve or half the line voltage depending upon the value of 'alpha'. The load voltage waveform of phase A is shown in fig. 2. Due to the purely inductive load, the current per phase per half-cycle flows from 'alpha' to '2 (pi-alpha)', hence the duration of current per phase per half-cycle is 2 (pi-alpha). SCR1 of phase R is triggered at 'alpha' and since both the phases Y and B are already in conduction, the load voltage follows the curve of ER. This continues up to the instant 1 when conduction in phase B reduces to zero. The current from phase R flows to phase Y only and load voltage assumes the curve of E (RY)/2. This will continue up to instant2 when SC-6 of phase B is triggered.

Now the current will flow from phase R to both phase Y and phase B. Hence the load voltage will assume the curve of EA. At the instant 3 the current in phase Y reduces to zero and current flows from phase R to B. This will continue up to instant 4 at which SCR-2 is triggered and current flows in all the three phases. Therefore the load voltage takes up the curve of EA in the negative half. This continues up to the instant 5 when current is phase 'R' reduces to zero. The phase R current remains zero until SCR-4 is triggered to allow current in the negative direction. If this is done at the instant 6, the current flows in all the three phases and the load voltage assumes the phase-voltage waveform. This continues upto the instant 7 when the current in phase B becomes zero and current flows from phase Y to R only. The load voltage takes up the waveform of E(R-Y)/2. This state will continue till the instant 8 when SCR-3 is triggered an all the three phases conduct. The load voltage follows the curve of ER.

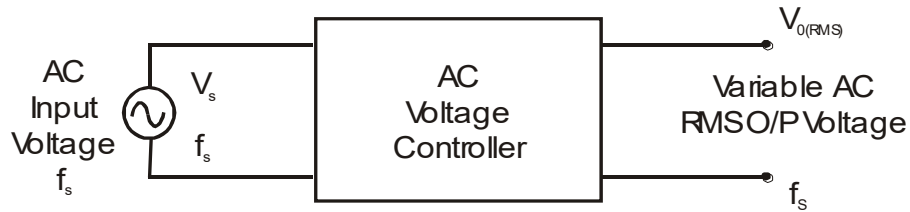
At the instant 9, the phase Y stops conduction and current flows from phase B to R. The load voltage takes up the curve E(R-B)/2 and continues up to the instant 10 when SCR-5 pf phase 6 is triggered. At this state, all the three phases conduct and the load voltage follows the curve of EA.

This continues till the instant 11, when conduction in phase R reduces to zero and current flows from phase B to phase Y only. During this period, since the current in phase B is zero, the load voltage of that phase is also zero. This continues upto the instant 12 when SCR-1 of the phase R is triggered and the whole cycle repeats. The waveform of the load current is the integration value of the load voltage, and since the voltage is composed of segments of sinusoids, the load current segments will also be sinusoids.

AC VOLTAGE CONTROLLER CIRCUITS:

AC voltage controllers (ac line voltage controllers) are employed to vary the RMS value of the alternating voltage applied to a load circuit by introducing Thyristors between the load and a constant voltage ac source. The RMS value of alternating voltage applied to a load circuit is controlled by controlling the triggering angle of the Thyristors in the ac voltage controller circuits. In brief, an ac voltage controller is a type

of thyristor power converter which is used to convert a fixed voltage, fixed frequency ac input supply to obtain a variable voltage ac output. The RMS value of the ac output voltage and the ac power flow to the load is controlled by varying (adjusting) the trigger angle ' α '.



There are two different types of thyristor control used in practice to control the ac power flow. These are the two ac output voltage control techniques.

- On-Off control
- Phase control

ON- OFF CONTROL

In On-Off control technique Thyristors are used as switches to connect the load circuit to the ac supply (source) for a few cycles of the input ac supply and then to disconnect it for few input cycles. The Thyristors thus act as a high speed contactor (or high speed ac switch).

PHASE CONTROL

In phase control the Thyristors are used as switches to connect the load circuit to the input ac supply, for a part of every input cycle. That is the ac supply voltage is chopped using Thyristors during a part of each input cycle. The thyristor switch is turned on for a part of every half cycle, so that input supply voltage appears across the load and then turned off during the remaining part of input half cycle to disconnect the ac supply from the load. By controlling the phase angle or the trigger angle ' α ' (delay angle), the output RMS voltage across the load can be controlled.

The trigger delay angle ' α ' is defined as the phase angle (the value of ωt) at which the thyristor turns on and the load current begins to flow. Thyristor ac voltage controllers use ac line commutation or ac phase commutation. Thyristors in ac voltage controllers are line commutated (phase commutated) since the input supply is ac. When the input ac voltage reverses and becomes negative during the negative half cycle the current flowing through the conducting thyristor decreases and falls to zero. Thus the ON thyristor naturally turns off, when the device current falls to zero. Phase control Thyristors which are relatively inexpensive, converter grade Thyristors which are slower than fast switching inverter grade Thyristors are normally used. For applications upto 400Hz, if Triacs are available to meet the voltage and current ratings of a particular application, Triacs are more commonly used.

Due to ac line commutation or natural commutation, there is no need of extra commutation circuitry or components and the circuits for ac voltage controllers are very simple. Due to the nature of the output waveforms, the analysis, derivations of expressions for performance parameters are not simple, especially for the phase controlled ac voltage controllers with RL load. But however most of the practical loads are of the RL type and hence RL load should be considered in the analysis and design of ac voltage controller circuits.

TYPE OF AC VOLTAGE CONTROLLERS:

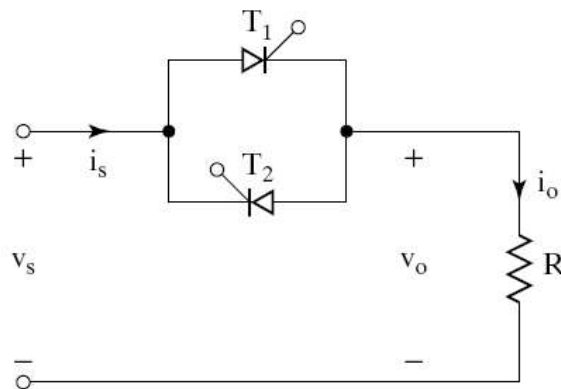
The ac voltage controllers are classified into two types based on the type of input ac supply applied to the circuit.

- Single Phase AC Controllers.
- Three Phase AC Controllers.

Single phase ac controllers operate with single phase ac supply voltage of 230V RMS at 50Hz in our country. Three phase ac controllers operate with 3 phase ac supply of 400V RMS at 50Hz supply frequency.

SINGLE PHASE FULL WAVE AC VOLTAGE CONTROLLER (AC REGULATOR) WITH R LOAD:

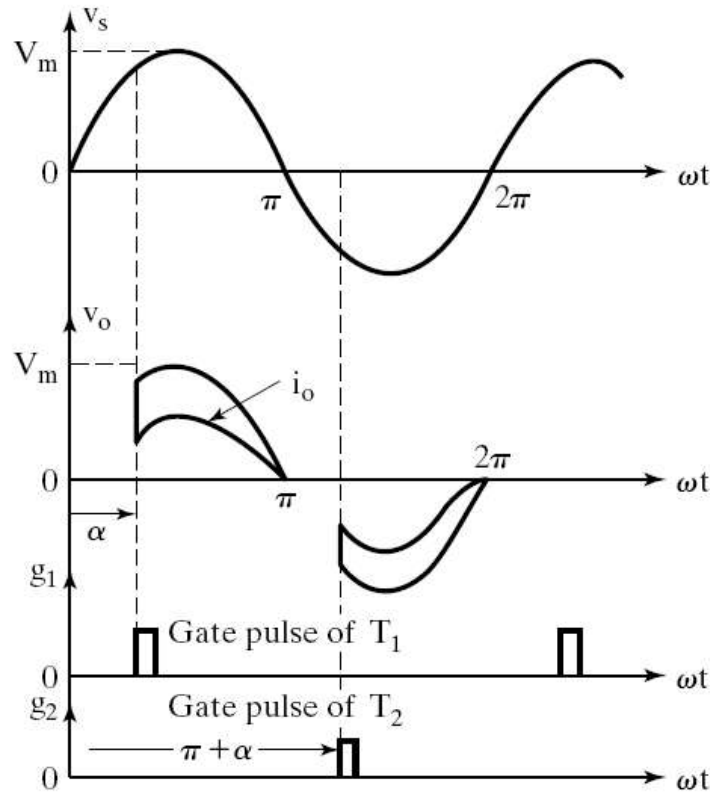
Single phase full wave ac voltage controller circuit using two SCRs or a single triac is generally used in most of the ac control applications. The ac power flow to the load can be controlled in both the half cycles by varying the trigger angle ' α '. The RMS value of load voltage can be varied by varying the trigger angle ' α '. The input supply current is alternating in the case of a full wave ac voltage controller and due to the symmetrical nature of the input supply current waveform there is no dc component of input supply current i.e., the average value of the input supply current is zero. A single phase full wave ac voltage controller with a resistive load is shown in the figure below. It is possible to control the ac power flow to the load in both the half cycles by adjusting the trigger angle ' α '. Hence the full wave ac voltage controller is also referred to as a bi-directional controller.



Single phase full wave ac voltage controller

The thyristor T_1 is forward biased during the positive half cycle of the input supply voltage. The thyristor T_1 is triggered at a delay angle of ' α ' ($0 \leq \alpha \leq \pi$ radians). Considering the ON thyristor T_1 as an ideal closed switch the input supply voltage appears across the load resistor R_L and the output voltage $v_o = v_s$ during $\omega t = \alpha$ to π radians. The load current flows through the ON thyristor T_1 and through the load resistor R_L in the downward direction during the conduction time of T_1 from $\omega t = \alpha$ to π radians.

At $\omega t = \pi$, when the input voltage falls to zero the thyristor current (which is flowing through the load resistor R_L) falls to zero and hence T_1 naturally turns off. No current flows in the circuit during $\omega t = \pi$ to $(\pi + \alpha)$. The thyristor T_2 is forward biased during the negative cycle of input supply and when thyristor T_2 is triggered at a delay angle $(\pi + \alpha)$, the output voltage follows the negative half cycle of input from $\omega t = (\pi + \alpha)$ to 2π . When T_2 is ON, the load current flows in the reverse direction (upward direction) through T_2 during $\omega t = (\pi + \alpha)$ to 2π radians. The time interval (spacing) between the gate trigger pulses of T_1 and T_2 is kept at π radians or 180° . At $\omega t = 2\pi$ the input supply voltage falls to zero and hence the load current also falls to zero and thyristor T_2 turn off naturally.



Waveforms of single phase full wave ac voltage controller

PERFORMANCE PARAMETERS OF SINGLE PHASE FULL WAVE AC VOLTAGE CONTROLLER WITH R LOAD:-

- **RMS Output Voltage** $V_{O(RMS)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left[(\pi - \alpha) + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right]}$; $\frac{V_m}{\sqrt{2}} = V_s$ = RMS input supply voltage.

- $I_{O(RMS)} = \frac{V_{O(RMS)}}{R_L}$ = RMS value of load current.

- $I_s = I_{O(RMS)}$ = RMS value of input supply current.

- **Output load power**

$$P_O = I_{O(RMS)}^2 \times R_L$$

- **Input Power Factor**

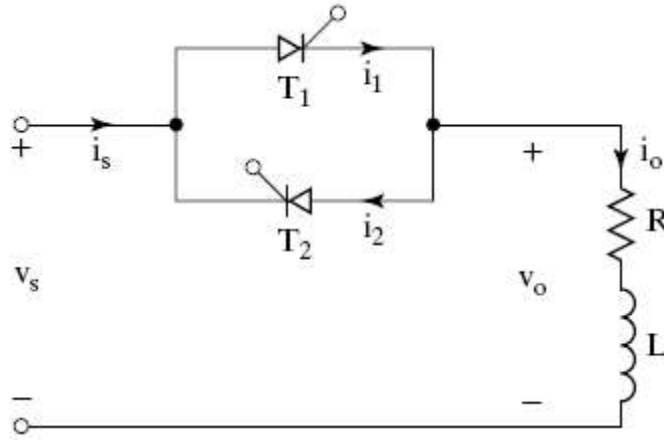
$$PF = \frac{P_O}{V_s \times I_s} = \frac{I_{O(RMS)}^2 \times R_L}{V_s \times I_{O(RMS)}} = \frac{I_{O(RMS)} \times R_L}{V_s}$$

$$PF = \frac{V_{O(RMS)}}{V_s} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \left[(\pi - \alpha) + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right]}$$

SINGLE PHASE FULL WAVE AC VOLTAGE CONTROLLER WITH RL LOAD:-

In practice most of the loads are of RL type. For example if we consider a single phase full wave ac voltage controller controlling the speed of a single phase ac induction motor, the load which is the induction motor winding is an RL type of load, where R represents the motor winding resistance and L represents the motor winding inductance.

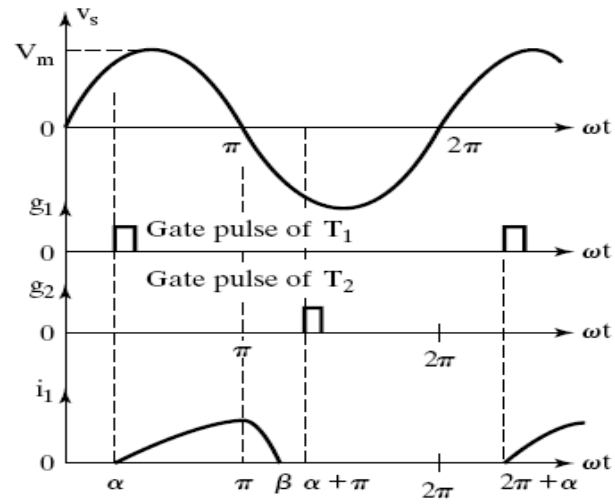
A single phase full wave ac voltage controller circuit (bidirectional controller) with an RL load using two thyristors T_1 and T_2 (T_1 and T_2 are two SCRs) connected in parallel is shown in the figure below. In place of two thyristors a single Triac can be used to implement a full wave ac controller, if a suitable Triac is available for the desired RMS load current and the RMS output voltage ratings.



Single phase full wave ac voltage controller with RL load

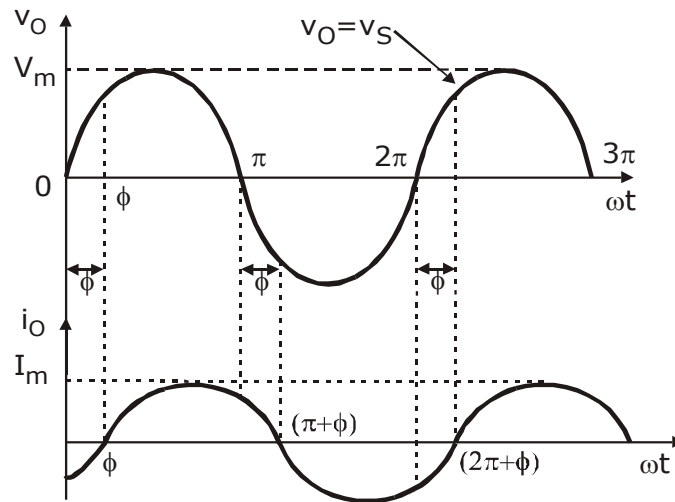
The thyristor T_1 is forward biased during the positive half cycle of input supply. Let us assume that T_1 is triggered at $\omega t = \alpha$, by applying a suitable gate trigger pulse to T_1 during the positive half cycle of input supply. The output voltage across the load follows the input supply voltage when T_1 is ON. The load current i_o flows through the thyristor T_1 and through the load in the downward direction. This load current pulse flowing through T_1 can be considered as the positive current pulse. Due to the inductance in the load, the load current i_o flowing through T_1 would not fall to zero at $\omega t = \pi$ when the input supply voltage starts to become negative. The thyristor T_1 will continue to conduct the load current until all the inductive energy stored in the load inductor L is completely utilized and the load current through T_1 falls to zero at $\omega t = \beta$, where β is referred to as the Extinction angle, (the value of ωt) at which the load current falls to zero. The extinction angle β is measured from the point of the beginning of the positive half cycle of input supply to the point where the load current falls to zero.

The thyristor T_1 conducts from $\omega t = \alpha$ to β . The conduction angle of T_1 is $\delta = \beta - \alpha$, which depends on the delay angle α and the load impedance angle ϕ . The waveforms of the input supply voltage, the gate trigger pulses of T_1 and T_2 , the thyristor current, the load current and the load voltage waveforms appear as shown in the figure below.



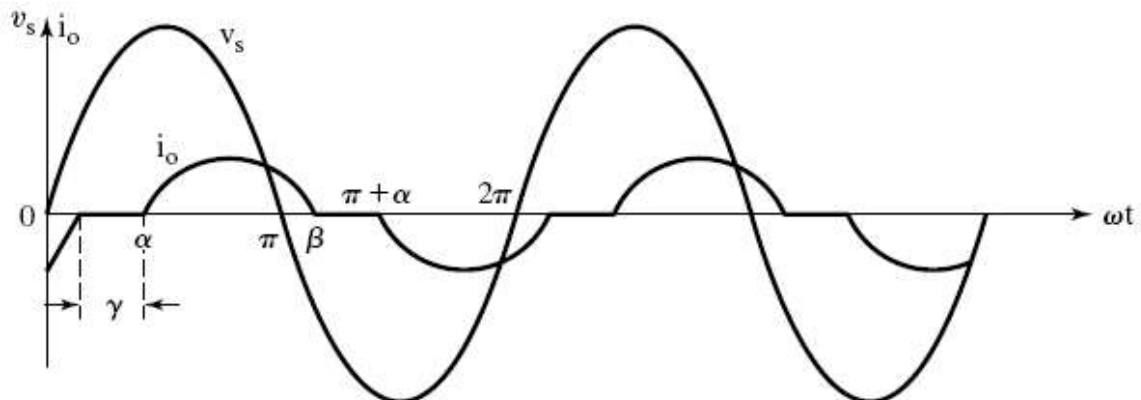
Input supply voltage & Thyristor current waveforms

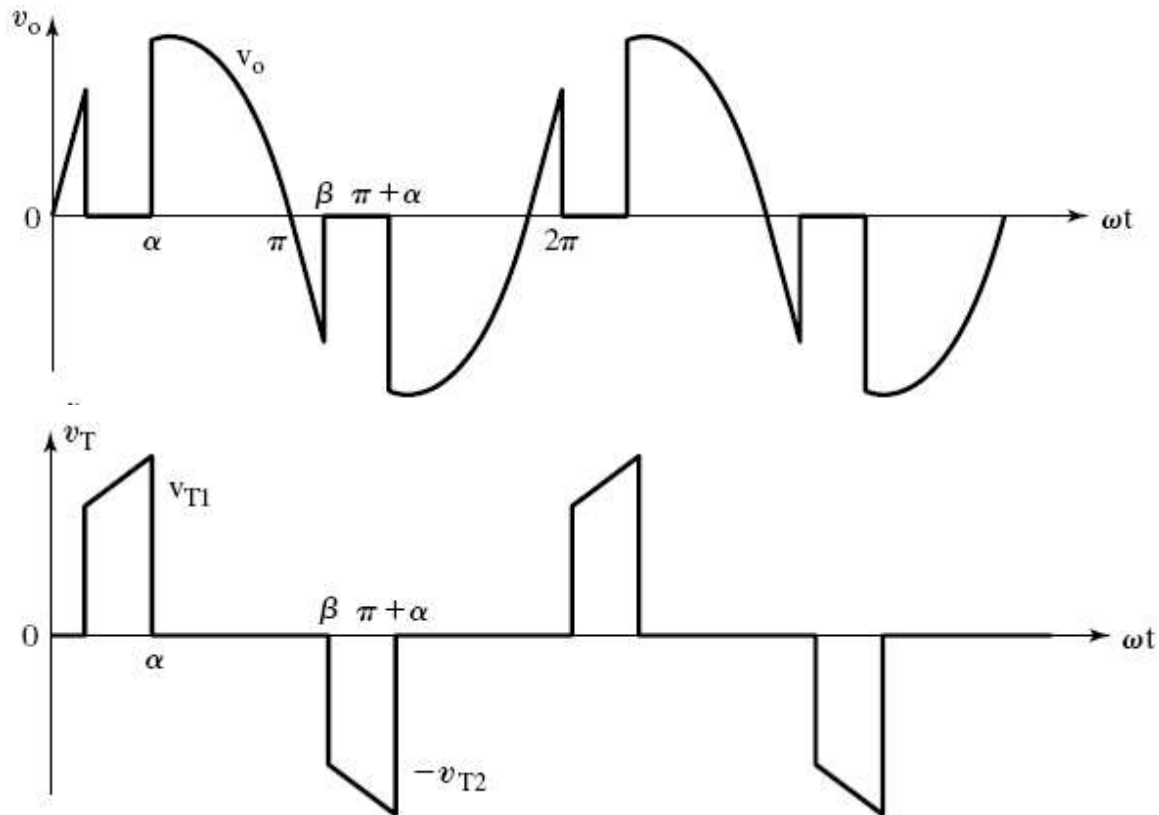
β is the extinction angle which depends upon the load inductance value.



Output voltage and output current waveforms for a single phase full wave ac voltage controller with RL load for $\alpha \leq \phi$

Waveforms of single phase full wave ac voltage controller with RL load for $\alpha > \phi$. Discontinuous load current operation occurs for $\alpha > \phi$ and $\beta < (\pi + \alpha)$; i.e. $(\beta - \alpha) < \pi$, conduction angle $< \pi$.





Waveforms of Input supply voltage, Load Current, Load Voltage and Thyristor Voltage across T₁

The RMS value of the output voltage and the load current may be varied by varying the trigger angle. This circuit, AC RMS voltage controller can be used to regulate the RMS voltage across the terminals of an ac motor (induction motor). It can be used to control the temperature of a furnace by varying the RMS output voltage. For very large load inductance 'L' the SCR may fail to commute, after it is triggered and the load voltage will be a full sine wave (similar to the applied input supply voltage and the output control will be lost) as long as the gating signals are applied to the thyristors T₁ and T₂. The load current waveform will appear as a full continuous sine wave and the load current waveform lags behind the output sine wave by the load power factor angle ϕ .

PERFORMANCE PARAMETERS OF 1-PHASE FULL WAVE AC VOLTAGE CONTROLLER WITH R-L LOAD:-

The Expression for the Output (Load) Current

The expression for the output (load) current which flows through the thyristor, during $\omega t = \alpha$ to β is given by

$$i_o = i_{T_1} = \frac{V_m}{Z} \left[\sin(\omega t - \phi) - \sin(\alpha - \phi) e^{\frac{-R}{\omega L}(\omega t - \alpha)} \right] ; \quad \text{For } \alpha \leq \omega t \leq \beta$$

Where,

$V_m = \sqrt{2}V_s$ = Maximum or peak value of input ac supply voltage.

$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ = Load impedance.

$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\omega L}{R}\right)$ = Load impedance angle (load power factor angle).

α = Thyristor trigger angle = Delay angle.

β = Extinction angle of thyristor, (value of ωt) at which the thyristor (load) current falls to zero.

β is calculated by solving the equation

$$\sin(\beta - \phi) = \sin(\alpha - \phi) e^{\frac{-R}{\omega L}(\beta - \alpha)}$$

Thyristor Conduction Angle $\delta = (\beta - \alpha)$

Maximum thyristor conduction angle $\delta = (\beta - \alpha) = \pi$ radians = 180° for $\alpha \leq \phi$.

RMS Output Voltage

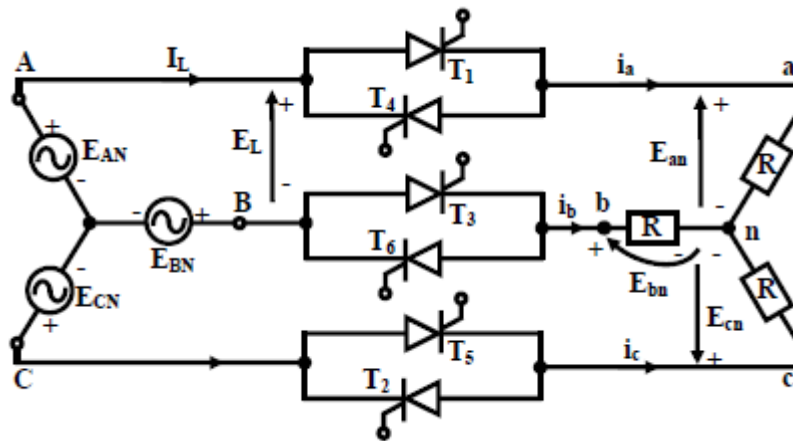
$$V_{O(RMS)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left[(\beta - \alpha) + \frac{\sin 2\alpha}{2} - \frac{\sin 2\beta}{2} \right]}$$

THREE-PHASE AC REGULATORS:

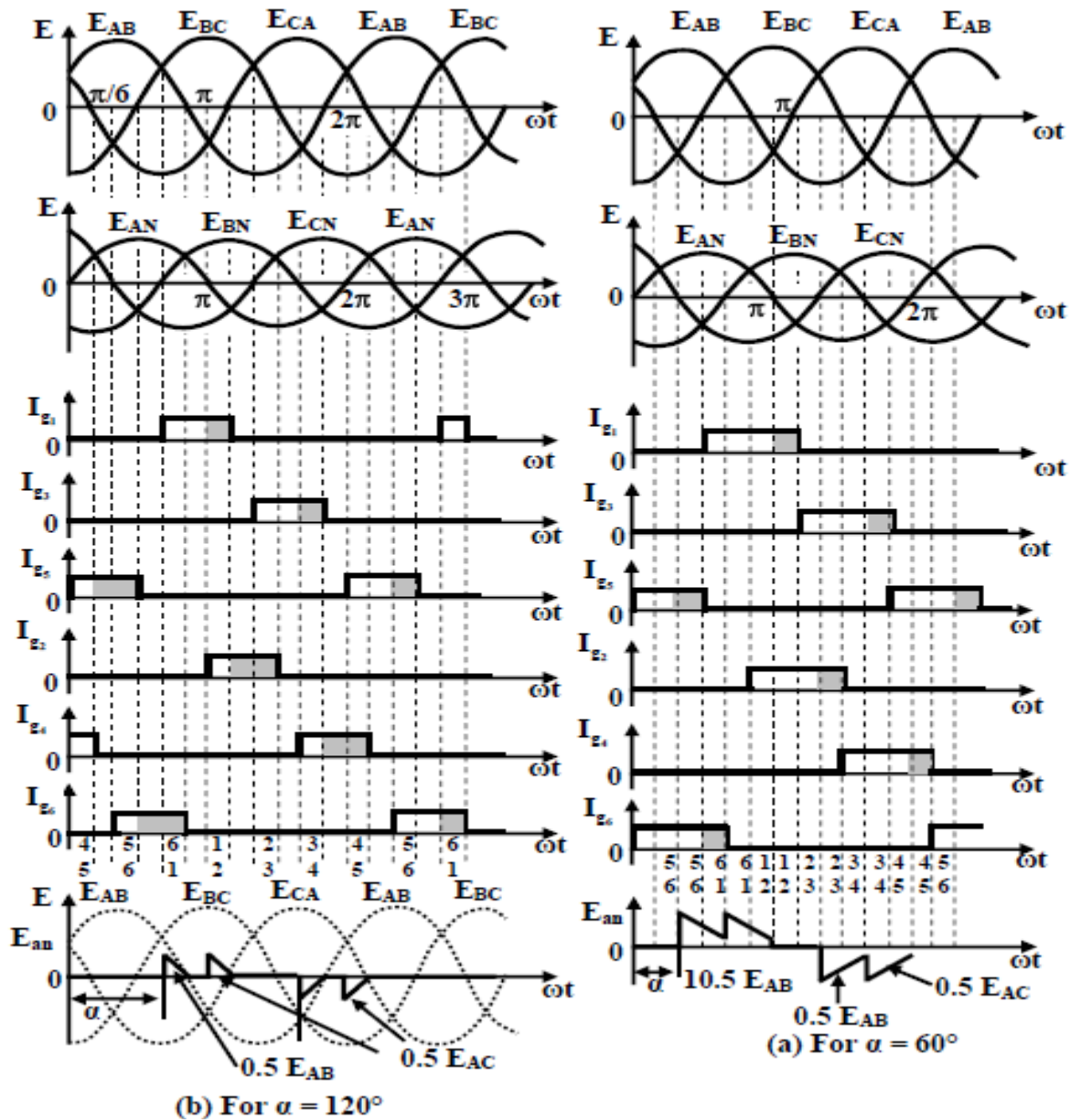
There are many types of circuits used for the three-phase ac regulators (ac to ac voltage converters), unlike single-phase ones. The three-phase loads (balanced) are connected in star or delta. Two thyristors connected back to back, or a Traic, is used for each phase in most of the circuits as described. Two circuits are first taken up, both with balanced resistive (R) load.

The circuit of a three-phase, three-wire ac regulator (termed as ac to ac voltage converter) with balanced resistive (star-connected) load is shown in Fig. It may be noted that the resistance connected in all three phases are equal. Two thyristors connected back to back are used per phase, thus needing a total of six thyristors. Please note the numbering scheme, which is same as that used in a three-phase full-wave bridge converter or inverter, described in module 2 or 5. The thyristors are fired in sequence (Fig.), starting from 1 in ascending order, with the angle between the triggering of thyristors 1 & 2 being (one-sixth of the time period

($60T$) of a complete cycle). The line frequency is 50 Hz, with $T = 1/f = 20$ ms. The thyristors are fired or triggered after a delay of α from the natural commutation point. The natural commutation point is the starting of a cycle with period, ($60^\circ = T/6$) of output voltage waveform, if six thyristors are replaced by diodes. Note that the output voltage is similar to phase-controlled waveform for a converter, with the difference that it is an ac waveform in this case. The current flow is bidirectional, with the current in one direction in the positive half, and then, in other (opposite) direction in the negative half. So, two thyristors connected back to back are needed in each phase. The turning off of a thyristor occurs, if its current falls to zero. To turn the thyristor on, the anode voltage must be higher than the cathode voltage, and also, a triggering signal must be applied at its gate.



Three-phase, three-wire ac regulator



Waveforms for three-phase three-wire ac regulator

The waveforms of the input voltages, the conduction angles of thyristors and the output voltage of one phase, for firing delay angles (α) of (a) 60° and (b) 120° are shown in above Fig. For $0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$, immediately before triggering of thyristor 1, two thyristors (5 & 6) conduct. Once thyristor 1 is triggered, three thyristors (1, 5 & 6) conduct. As stated earlier, a thyristor turns off, when the current through it goes to zero. The conditions alternate between two and three conducting thyristors.

At any time only two thyristors conduct for $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$. Although two thyristors conduct at any time for $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$, there are periods, when no thyristors are on. For $\alpha \geq 150^\circ$, there is no period for which two thyristors are on, and the output voltage becomes zero at $\alpha = 150^\circ$. The range of delay angle is $0^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$.

ABOUT THE CIRCUIT:

The control circuit consists of the total control circuitry required for firing the thyristors.

It has following major blocks:

- 1) Power supply soft starter and chopper
- 2) Synchronizing transformers.
- 3) Pulse generating circuit.
- 4) Pulse gating circuit.
- 5) Pulse amplifying & isolation pulse transformers.
- 6) POWER CARD

1) POWER SUPPLY, SOFT STARTER AND CHOPPER CIRCUIT CARD:

The power supply circuit provides the regulated DC power [$\pm 12V$] using IC 7812 & 7912 to the other control circuits & +18 V DC unregulated for the pulse amplifier circuit. The soft starter circuit consists of an integrating amplifier [IC 358]. The DC voltage from SPEED POT is applied to this circuit. Which slowly charges & discharges the capacitor with a predetermined rate set by the presets P1 & P2 (ACCELERATION & DECELERATION). The slowly changing voltage is applied to the comparators on the control card for generating the firing angle. The chopper circuit [IC 555] gives a continuous pulse train of 10 kHz (approx) to the firing circuitry.

2) SYNCHRONISING TRANSFORMERS:

There are three transformers of center-tapped secondary [6 – 0 – 6]. The primaries are connected to the three phase supply 440V [NEUTRAL CONNECTED] through a relay which energizes with ‘power on’. Transformer secondary voltages are available in phase and 180 degree out of phase for all the three phases [R+ R- Y+ Y- B+ B-]. These secondary outputs are the SYNCHRONIZING SIGNALS because they synchronize the SCR GATE PULSES with mains supply.

3) PULSE GENERATING CIRCUIT:

In this circuit the secondary voltages are compared with DC voltages (varied by pot) which give a square wave output as a gate pulse. The secondary voltages are applied in a sequence R+ B- Y+ B+ Y- in

which the SCRs come into action one after another [1 6 2 4 3 5 for LAGGING & 1 5 3 4 2 6 for LEADING sequence]. The square wave pulses are differentiated, rectified and applied to the monoshots for Generating fixed duration pulses for all firing angle positions. They are then chopped by the continuous pulse train so as to make a bunch of pulses for triggering instead of a single wide pulse. This reduces the gate dissipation & re-triggers the SCRs which are necessary for highly inductive loads. Thus we are ready with a bunch of pulses for each half cycle of the 3 phase supply [R+ B- etc].

4) PULSE GATING CIRCUIT:

Using diode OR GATES the pulses of each half are coupled to the next half to form a pair of two bunches. This pair makes two SCRs conduct at a time because first bunch of a pair for conducting SCR is common for outgoing SCR & the second is common for incoming SCR. The numbers of SCR for incoming & outgoing group are exactly opposite for positive [lagging] & negative [leading] sequences of the 3 phase supply.

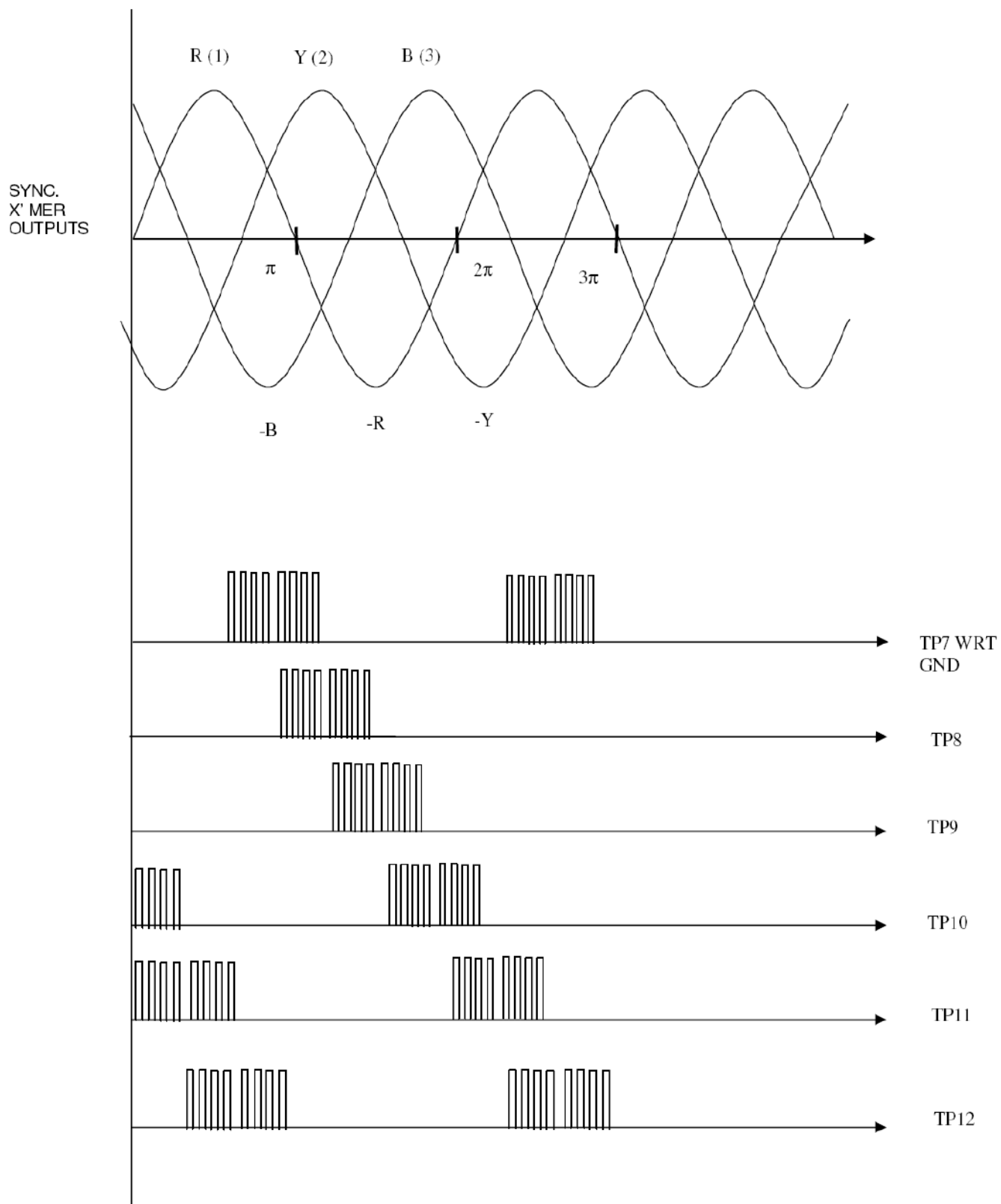
5) PULSE AMPLIFYING CIRCUIT:

Pulses available from gating circuit are at low voltage level; to trigger the thyristors gate signal must have sufficient amplitude [2 to 12 volts for diff. Types of SCRs]. So these pulses are amplified to the thyristors through pulse transformers. Pulse transformers are used to isolate control circuit from power circuit.

TEST POINT

TP WRT XXX	DESCRIPTION	WAVEFORM
TP1 WRT GND	Pot i/p	DC
TP2 WRT GND	Soft start	DC
TP3 WRT GND	Synchronizing signal	sine wave
TP4 WRT GND	Duty cycle	square wave
TP5 WRT GND	Mono-shot pulse	Mono-shot pulse
TP6 WRT GND	BC 547 (Emitter)	Pulse chopper o/p
TP7 WRT GND	Collector of R+	Gate Pulses
TP8 WRT GND	Collector of Y+	Gate Pulses
TP9 WRT GND	Collector of B+	Gate Pulses
TP10 WRT GND	Collector of Y-	Gate Pulses
TP11 WRT GND	Collector of B-	Gate Pulses
TP12 WRT GND	Collector of R-	Gate Pulses
TP13	R ph. i/p	Sine Wave
TP 14	Y ph. i/p	Sine Wave
TP 15	B ph. i/p	Sine Wave
TP16	Neutral	-
TP 17	R-ph o/p	-
TP18	Y-ph o/p	-
TP 19	B- ph o/p	-

TEST POINT WAVEFORMS





OBSERVATION TABLE:**FOR R-LOAD:-**

Pot position/ α	OUTPUT VOLTAGE (V)
2	100
4	200
6	290
8	350
10	400

FOR MOTOR LOAD:

Pot position	o/p voltage(V)	o/p current(A)	Speed(rpm)
2	130	0.4	1472
2.5	150	0.5	1478
3	280	0.6	1485
4	380	1	1490
5	400	1.2	1490

PROCEDURE:**FOR R LOAD:**

1. Please refer front panel for circuit.
2. Keep rocker switch to OFF position.
3. Connect 3 pin input supply to the unit in proper R-Y-B-N sequence.
4. Keep the α / speed pot at minimum position.
5. Connect three 40/60 w lamps on back panel holder.
6. Switch on the 3 phase supply (neon glows). Switch on the rocker switch. (Rocker glows).
7. Press start button, this will connect three phase supply to the scrs .

8. Vary pot slowly & observe load lamps glow slowly.
9. Observe all control test points on CRO as per the test point chart given.
10. Observe the converter output between any one phases and n point.
11. Vary the alpha / speed and see the change in arm voltage using 1:10 probe.
12. Vary the pot slowly and note down the output voltage on true R.M.S volt meter.
13. Fill up the observation table.
14. Switch off the supply to the converter unit.
15. Plot graph of output Voltage vs. Firing angle.

NOTE: Any change in phase sequence will cause malfunctioning of circuit. Check all the three phases are present or not. If not, then don't switch on the supply. Check the phase voltages with voltmeter and assure that each phase voltage is above 200 VAC.

FOR MOTOR LOAD:

- 1) Connect 4-pin john's plug of 3ph Induction Motor to the unit tightly.
- 2) Switch on the mains by rocker switch.
- 3) Rocker switch glows.
- 4) Press start button, output LED glows.
- 5) Wait for motor response increase the ALPHA / SPEED pot clockwise and observe the motor speed, motor starts running slowly by soft start action.
- 6) Fill corresponding readings in observation table.
- 7) Observe output voltage waveform between any two phases and observe the output waveforms.
- 8) Plot graph of speed vs. o/p voltage.

NOTE: While connecting the motor, remove the 3 lamps which are connected side panel of unit for resistive load, as motor is in delta mode, and lamps are in star mode, hence, Hunting will occur, to avoid hunting, remove the 3 lamps.

RESULT:

Studied the AC voltage controller and the speed control of a 3- ϕ Induction Motor by stator voltage control Method and plotted the graph of output Voltage vs. Firing angle for R-load and Motor-load.

प्रयोग क्रमांक 3

एसी वोल्टेज नियंत्रक का उपयोग करके 3- ϕ इंडक्शन मोटर का गति नियंत्रण

उद्देश्य:-

स्टेटर वोल्टेज नियंत्रण विधि द्वारा 3- ϕ इंडक्शन मोटर के एसी वोल्टेज नियंत्रक और गति नियंत्रण का अध्ययन करना और आर-लोड और मोटर-लोड के लिए आउटपुट वोल्टेज बनाम फायरिंग कोण का ग्राफ बनाना।

आवश्यक उपकरण:-

- 1) तीन चरण वोल्टेज रेगुलेटर किट [पॉवरकॉन]
- 2) सी.आर.ओ. डुअल ट्रेस (अनअर्थेड सी.आर.ओ.)
- 3) तीन चरण प्रेरण मोटर
- 4) कनेक्शन तार आदि

लिखित:-

डीसी ड्राइव का उपयोग उद्योग में बड़े पैमाने पर परिवर्तनीय गति अनुप्रयोग के लिए किया जाता है। लेकिन जैसे-जैसे पिंजरे प्रकार के इंडक्शन मोटर पेश किए जाते हैं, जो डीसी मशीनों की तुलना में बेहतर मशीन (एसी) होते हैं, जिनमें बेहतर मजबूती, कम लागत, छोटे आकार और उच्च दक्षता होती है। एसी मशीनों के लिए कम्यूटेटर और ब्रश की अनुपस्थिति के कारण किसी बड़े रखरखाव की आवश्यकता नहीं होती है। स्टेटर वोल्टेज और आपूर्ति वोल्टेज की आवृत्ति को बदलकर एसी मशीनों की गति को बदला जा सकता है। एसी मशीन में टॉर्क विकसित करने के लिए तीन चरण आपूर्ति द्वारा एयर गैप में उत्पादित घूर्णन चुंबकीय क्षेत्र रोटार के साथ प्रतिक्रिया करता है। इस प्रकार इंडक्शन मोटर में टॉर्क स्टेटर इंडक्शन प्रभाव द्वारा बनाया जाता है। इंडक्शन मोटर की गति नियंत्रण के विभिन्न तरीके नीचे बताए गए हैं:

1. स्टेटर वोल्टेज नियंत्रण.
2. परिवर्तनीय वोल्टेज, परिवर्तनीय आवृत्ति नियंत्रण
3. परिवर्तनीय धारा, परिवर्तनीय आवृत्ति नियंत्रण
4. स्लिप पावर विनियमन

तीनों विधियों के अलावा, वोल्टेज नियंत्रण विधि सरल है। इस विधि के लिए उपयोग किया जाने वाला सर्किट चित्र 1 में दिखाया गया है और आउटपुट वोल्टेज (चरण से चरण, लाइन से लाइन) के संबंधित तरंगों को फायरिंग कोण के साथ चित्र 2 में दिखाया गया है। स्टेटर वोल्टेज में, नियंत्रक दो थाइरिस्टर प्रत्येक चरण में एंटी-समानांतर विन्यास में जुड़े होते हैं। प्रेरक भार के साथ सर्किट का संचालन इस प्रकार है: यह ज्ञात है कि फायरिंग कोण के लिए। प्रति चरण व्यक्तिगत लोड धारा साइनसोइडल है और संबंधित चरण वोल्टेज से ' $\pi/2$ ' पीछे है। प्रभावी नियंत्रण $p_{1/2}$ अल्फा $p_{1/6}$ के लिए होता है।

पूर्ण नियंत्रण के लिए, ट्रिगर पल्स की चौड़ाई 'pi-अल्फा' होनी चाहिए और $\pi/3$ से कम नहीं होनी चाहिए। नियंत्रण क्रिया को दो भागों में विभाजित किया जा सकता है:

1. $\pi/2 < \alpha < 2\pi/3$ के लिए

2. $\pi/2 < \alpha < 5\pi/6$ के लिए

$\pi/2 < \alpha < 2\pi/3$ के लिए, किसी भी क्षण में या तो दो या तीनों चरण चालन करते हैं। लोड वोल्टेज चरण-वोल्टेज वक्र या 'अल्फा' के मान के आधार पर लाइन वोल्टेज के आधे में से कोई भी मान लेगा। चरण A का लोड वोल्टेज तरंगरूप चित्र 2 में दिखाया गया है। विशुद्ध रूप से प्रेरणिक भार के कारण, प्रति अर्ध-चक्र प्रति चरण धारा 'अल्फा' से '2 (pi-अल्फा) तक प्रवाहित होती है, इसलिए प्रति अर्ध-चक्र प्रति चरण धारा की अवधि 2 (pi-अल्फा) होती है। चरण R का SCR1 'अल्फा' पर चालू होता है और चूंकि चरण Y और B दोनों पहले से ही चालन में हैं, लोड वोल्टेज E_R के वक्र का अनुसरण करता है। यह क्षण 1 तक जारी रहता है जब चरण B में चालन शून्य हो जाता है। चरण R से धारा केवल चरण Y में प्रवाहित होती है

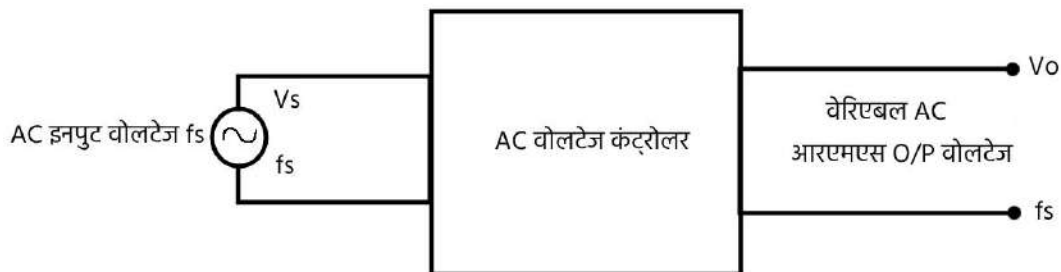
अब धारा चरण R से चरण Y और चरण B दोनों में प्रवाहित होगी। इसलिए लोड वोल्टेज E_A वक्र को ग्रहण करेगा। क्षण 3 पर चरण Y में धारा शून्य हो जाती है और चरण R से B में धारा प्रवाहित होती है। यह क्षण 4 तक जारी रहेगा जिस पर SCR-2 सक्रिय होता है और तीनों चरणों में धारा प्रवाहित होती है। इसलिए लोड वोल्टेज E_A वक्र को ऋणात्मक आधे भाग में ले लेता है। यह क्षण 5 तक जारी रहता है जब चरण 'R' में धारा शून्य हो जाती है। चरण R धारा तब तक शून्य रहती है जब तक SCR-4 को ऋणात्मक दिशा में धारा प्रवाहित करने के लिए सक्रिय नहीं किया जाता है। यदि यह क्षण 6 पर किया जाता है, तो तीनों चरणों में धारा प्रवाहित होती है और लोड वोल्टेज चरण-वोल्टेज तरंग रूप ग्रहण कर लेता है। यह क्षण 7 तक जारी रहता है जब चरण B में धारा शून्य हो जाती है और केवल चरण Y से R में धारा प्रवाहित होती है। लोड वोल्टेज $E_{(R-Y)/2}$ तरंग रूप ग्रहण कर लेता है। यह स्थिति क्षण 8 तक जारी रहेगी जब SCR-3 सक्रिय होता है और तीनों चरण संचालित होते हैं। लोड वोल्टेज E_R वक्र का अनुसरण करता है।

क्षण 9 पर, चरण Y चालन बंद कर देता है और धारा चरण B से R की ओर प्रवाहित होती है। लोड वोल्टेज वक्र $E_{(R-B)/2}$ को ग्रहण करता है और क्षण 10 तक जारी रहता है जब SCR-5 pf चरण 6 को ट्रिगर किया जाता है। इस स्थिति में, सभी तीन चरण चालन करते हैं और लोड वोल्टेज E_A के वक्र का अनुसरण करता है।

यह क्षण 11 तक जारी रहता है, जब चरण R में चालन शून्य हो जाता है और धारा चरण B से चरण Y तक ही प्रवाहित होती है। इस अवधि के दौरान, चूंकि चरण B में धारा शून्य है, इसलिए उस चरण का लोड वोल्टेज भी शून्य है। यह क्षण 12 तक जारी रहता है जब चरण R का SCR-1 चालू होता है और पूरा चक्र दोहराया जाता है। लोड करंट का तरंगरूप लोड वोल्टेज का एकीकरण मान है, और चूंकि वोल्टेज साइनसॉइड के खंडों से बना होता है, इसलिए लोड करंट खंड भी साइनसॉइड होंगे।

एसी वोल्टेज नियंत्रक सर्किट:

एसी वोल्टेज नियंत्रक (एसी लाइन वोल्टेज नियंत्रक) लोड और एक स्थिर वोल्टेज एसी स्रोत के बीच थाइरिस्टर को पेश करके लोड सर्किट पर लागू वैकल्पिक वोल्टेज के आरएमएस मूल्य को बदलने के लिए नियोजित होते हैं। एसी वोल्टेज नियंत्रक सर्किट में थाइरिस्टर के ट्रिगरिंग कोण को नियंत्रित करके लोड सर्किट पर लागू वैकल्पिक वोल्टेज का आरएमएस मूल्य नियंत्रित किया जाता है। संक्षेप में, एक एसी वोल्टेज नियंत्रक एक प्रकार का थाइरिस्टर पावर कनवर्टर है जिसका उपयोग एक निश्चित वोल्टेज, निश्चित आवृत्ति एसी इनपुट आपूर्ति को एक परिवर्तनीय वोल्टेज एसी आउटपुट प्राप्त करने के लिए परिवर्तित करने के लिए किया जाता है। एसी आउटपुट वोल्टेज का आरएमएस मूल्य और लोड में एसी पावर प्रवाह को ट्रिगर कोण ' α ' को बदलकर (समायोजित करके) नियंत्रित किया जाता है।



एसी पावर प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए व्यवहार में दो अलग-अलग प्रकार के थाइरिस्टर नियंत्रण का उपयोग किया जाता है। ये दो एसी आउटपुट वोल्टेज नियंत्रण तकनीकें हैं।

- चालू-बंद नियंत्रण
- फेस नियंत्रण

चालू-बंद नियंत्रण

ऑन-ऑफ नियंत्रण तकनीक में थाइरिस्टर का उपयोग लोड सर्किट को इनपुट एसी सप्लाई के कुछ चक्रों के लिए एसी सप्लाई (स्रोत) से जोड़ने और फिर कुछ इनपुट चक्रों के लिए इसे डिस्कनेक्ट करने के लिए स्विच के रूप में किया जाता है। इस प्रकार थाइरिस्टर एक उच्च गति संपर्ककर्ता (या उच्च गति एसी स्विच) के रूप में कार्य करते हैं।

फेस नियंत्रण

चरण नियंत्रण में थाइरिस्टर का उपयोग प्रत्येक इनपुट चक्र के एक भाग के लिए लोड सर्किट को इनपुट एसी आपूर्ति से जोड़ने के लिए स्विच के रूप में किया जाता है। यानी प्रत्येक इनपुट चक्र के एक भाग के दौरान थाइरिस्टर का उपयोग करके एसी आपूर्ति वोल्टेज को काट दिया जाता है। थाइरिस्टर स्विच को हर आधे चक्र के एक भाग के लिए चालू किया जाता है, ताकि इनपुट आपूर्ति वोल्टेज लोड पर दिखाई दे और फिर इनपुट आधे चक्र के शेष भाग के दौरान एसी आपूर्ति को लोड से डिस्कनेक्ट करने के लिए बंद कर दिया जाए। चरण कोण या ट्रिगर कोण ' α ' (विलंब कोण) को नियंत्रित करके, लोड पर आउटपुट RMS वोल्टेज को नियंत्रित किया जा सकता है।

ट्रिगर विलंब कोण ' α ' को चरण कोण (ωt का मान) के रूप में परिभाषित किया जाता है जिस पर थाइरिस्टर चालू होता है और लोड करंट प्रवाहित होना शुरू होता है। थाइरिस्टर एसी वोल्टेज नियंत्रक एसी लाइन कम्यूटेशन या एसी फेज कम्यूटेशन का उपयोग करते हैं। एसी वोल्टेज नियंत्रकों में थाइरिस्टर लाइन कम्यूटेड (चरण कम्यूटेड) होते हैं क्योंकि इनपुट आपूर्ति एसी होती है। जब इनपुट एसी वोल्टेज उलट जाता है और नकारात्मक अर्ध चक्र के दौरान नकारात्मक हो जाता है तो चालक थाइरिस्टर के माध्यम से बहने वाला करंट कम हो जाता है और शून्य हो जाता है। इस प्रकार चालू थाइरिस्टर स्वाभाविक रूप से बंद हो जाता है, जब डिवाइस करंट शून्य हो जाता है। चरण नियंत्रण थाइरिस्टर जो अपेक्षाकृत सस्ते होते हैं, कनवर्टर ग्रेड थाइरिस्टर जो तेज स्विचिंग इन्वर्टर ग्रेड थाइरिस्टर से धीमे होते हैं एसी लाइन कम्यूटेशन या प्राकृतिक कम्यूटेशन के कारण, अतिरिक्त कम्यूटेशन सर्किटरी या घटकों की आवश्यकता नहीं होती है और एसी वोल्टेज नियंत्रकों के लिए सर्किट बहुत सरल होते हैं। आउटपुट तरंगों की प्रकृति के कारण, प्रदर्शन मापदंडों के लिए अभिव्यक्तियों का विश्लेषण, व्युत्पन्न सरल नहीं है, विशेष रूप से आरएल लोड के साथ चरण नियंत्रित एसी वोल्टेज नियंत्रकों के लिए। लेकिन फिर भी अधिकांश व्यावहारिक भार आरएल प्रकार के होते हैं और इसलिए एसी वोल्टेज नियंत्रक सर्किट के विश्लेषण और डिजाइन में आरएल लोड पर विचार किया जाना चाहिए।

एसी वोल्टेज नियंत्रकों के प्रकार:

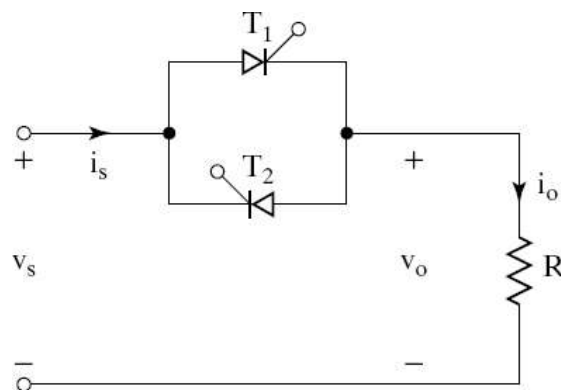
एसी वोल्टेज नियंत्रकों को सर्किट पर लागू इनपुट एसी आपूर्ति के प्रकार के आधार पर दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है।

- एकल चरण एसी नियंत्रक।
- तीन चरण एसी नियंत्रक।

हमारे देश में सिंगल फेज एसी कंट्रोलर 50Hz पर 230V RMS की सिंगल फेज एसी सप्लाई वोल्टेज के साथ काम करते हैं। थ्री फेज एसी कंट्रोलर 50Hz सप्लाई फ्रीक्वेंसी पर 400V RMS की 3 फेज एसी सप्लाई के साथ काम करते हैं।

आर लोड के साथ एकल चरण पूर्ण तरंग एसी वोल्टेज नियंत्रक (एसी नियामक):

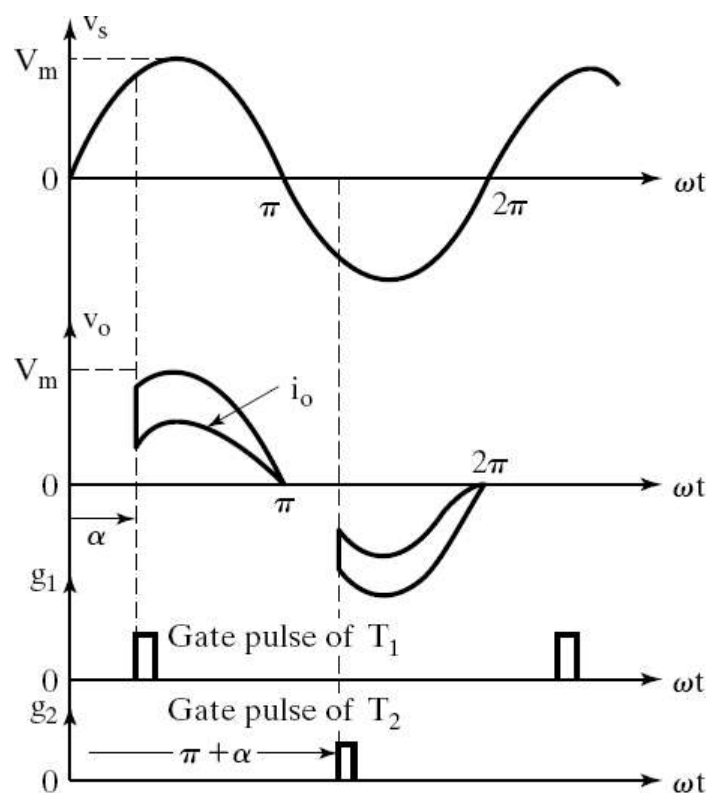
दो एससीआर या एकल ट्रायैक का उपयोग करने वाले एकल चरण पूर्ण तरंग एसी वोल्टेज नियंत्रक सर्किट का उपयोग आमतौर पर अधिकांश एसी नियंत्रण अनुप्रयोगों में किया जाता है। लोड में एसी बिजली प्रवाह को ट्रिगर कोण ' α ' को अलग-अलग करके दोनों आधे चक्रों में नियंत्रित किया जा सकता है। लोड वोल्टेज का आरएमएस मूल्य ट्रिगर कोण ' α ' को अलग करके बदला जा सकता है। पूर्ण तरंग एसी वोल्टेज नियंत्रक के मामले में इनपुट आपूर्ति धारा प्रत्यावर्ती होती है और इनपुट आपूर्ति धारा तरंग की सममित प्रकृति के कारण इनपुट आपूर्ति धारा का कोई डीसी घटक नहीं होता है, अर्थात् इनपुट आपूर्ति धारा का औसत मूल्य शून्य होता है। प्रतिरोधक भार के साथ एकल चरण पूर्ण तरंग एसी वोल्टेज नियंत्रक नीचे दिए गए चित्र में दिखाया गया है। ट्रिगर कोण ' α ' को समायोजित करके दोनों आधे चक्रों में लोड में एसी बिजली प्रवाह को नियंत्रित करना संभव है



सिंगल फेस फुल वेव AC वोल्टेज कंट्रोलर

थाइरिस्टर T1 इनपुट आपूर्ति वोल्टेज के सकारात्मक आधे चक्र के दौरान आगे की ओर बायस्ड होता है। थाइरिस्टर T1 को ' α ' ($0 \leq \alpha \leq \pi$ radians) के विलंब कोण पर ट्रिगर किया जाता है। ON थाइरिस्टर T1 को एक आदर्श बंद स्विच के रूप में मानते हुए इनपुट आपूर्ति वोल्टेज लोड रेसिस्टर RL पर दिखाई देता है और आउटपुट वोल्टेज v_O v_S t से रेडियन के दौरान होता है। लोड करंट ON थाइरिस्टर T1 से और लोड रेसिस्टर RL से होकर T1 के t से रेडियन तक के चालन समय के दौरान नीचे की दिशा में बहता है।

t पर, जब इनपुट वोल्टेज शून्य हो जाता है तो थाइरिस्टर करंट (जो लोड रेसिस्टर RL से बह रहा है t से के दौरान सर्किट में कोई करंट प्रवाहित नहीं होता है। थाइरिस्टर T2 इनपुट सप्लाय के नेगेटिव चक्र के दौरान फॉरवर्ड बायस्ड होता है और जब थाइरिस्टर T2 को देरी कोण पर ट्रिगर किया जाता है, तो आउटपुट वोल्टेज t से 2 रेडियन तक इनपुट के नेगेटिव आधे चक्र का अनुसरण करता है। जब T2 चालू होता है, तो लोड करंट t से 2 रेडियन के दौरान T2 के माध्यम से विपरीत दिशा (ऊपर की दिशा) में प्रवाहित होता है। T1 और T2 के गेट ट्रिगर पल्स के बीच समय अंतराल (अंतराल) रेडियन या 180° पर रखा जाता है। t 2 पर इनपुट आपूर्ति वोल्टेज शून्य हो जाती है और इसलिए लोड धारा भी शून्य हो जाती है और थाइरिस्टर T2 स्वाभाविक रूप से बंद हो जाता है।



एकल चरण पूर्ण तरंग एसी वोल्टेज नियंत्रक के तरंगरूप

आर लोड के साथ सिंगल फेज फुल वेव एसी वोल्टेज नियंत्रक के प्रदर्शन पैरामीटर:-

- RMS आउटपुट वोल्टेज $V_{O(RMS)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left[(\pi - \alpha) + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right]}$; $\frac{V_m}{\sqrt{2}} = V_s = \text{RMS इनपुट सप्लाइ वोल्टेज}$

- $I_{O(RMS)} = \frac{V_{O(RMS)}}{R_L} = \text{लोड करंट की आरएमएस वैल्यू}$

- $I_s = I_{O(RMS)} = \text{इनपुट सप्लाइ करंट की आरएमएस वैल्यू}$

- आउटपुट लोड पॉवर

$$P_O = I_{O(RMS)}^2 \times R_L$$

- इनपुट पॉवर फैक्टर

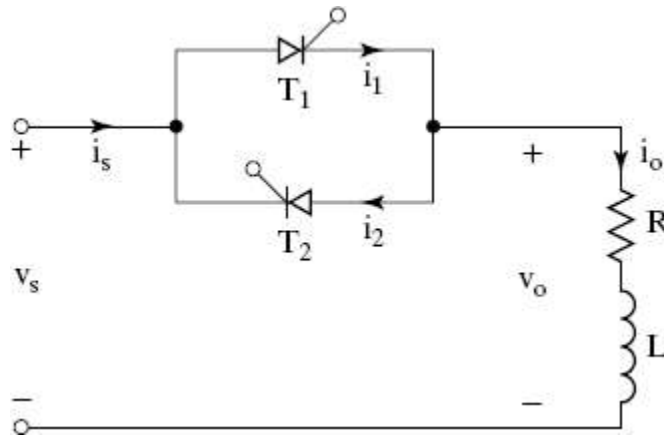
$$PF = \frac{P_O}{V_s \times I_s} = \frac{I_{O(RMS)}^2 \times R_L}{V_s \times I_{O(RMS)}} = \frac{I_{O(RMS)} \times R_L}{V_s}$$

$$PF = \frac{V_{O(RMS)}}{V_s} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \left[(\pi - \alpha) + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right]}$$

आरएल लोड के साथ सिंगल फेज फुल वेव एसी वोल्टेज नियंत्रक:-

व्यवहार में अधिकांश भार RL प्रकार के होते हैं। उदाहरण के लिए यदि हम एक सिंगल फेज फुल वेव एसी वोल्टेज नियंत्रक पर विचार करते हैं जो सिंगल फेज एसी इंडक्शन मोटर की गति को नियंत्रित करता है, तो लोड जो कि इंडक्शन मोटर वाइंडिंग है, वह RL प्रकार का लोड है, जहाँ R मोटर वाइंडिंग प्रतिरोध को दर्शाता है और L मोटर वाइंडिंग इंडक्टेंस को दर्शाता है।

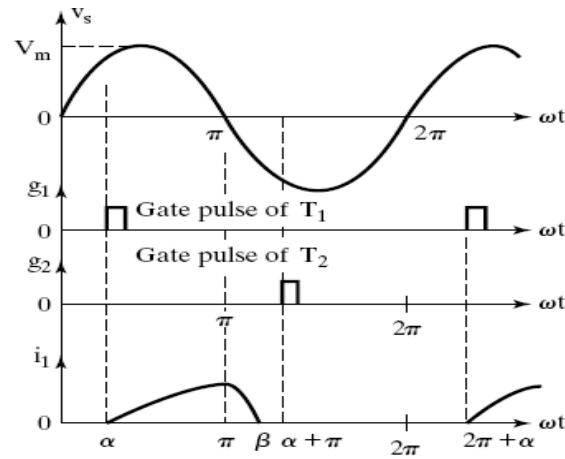
नीचे दिए गए चित्र में समानांतर रूप से जुड़े दो थाइरिस्टर T1 और T2 (T1 और T2 दो SCR हैं) का उपयोग करके RL लोड के साथ एक सिंगल फेज फुल वेव एसी वोल्टेज कंट्रोलर सर्किट (द्विदिशात्मक नियंत्रक) दिखाया गया है। दो थाइरिस्टर के स्थान पर एक सिंगल ट्रायैक का उपयोग फुल वेव एसी कंट्रोलर को लागू करने के लिए किया जा सकता है, यदि वांछित RMS लोड करंट और RMS आउटपुट वोल्टेज रेटिंग के लिए उपयुक्त ट्रायैक उपलब्ध है।



Single phase full wave ac voltage controller with RL load

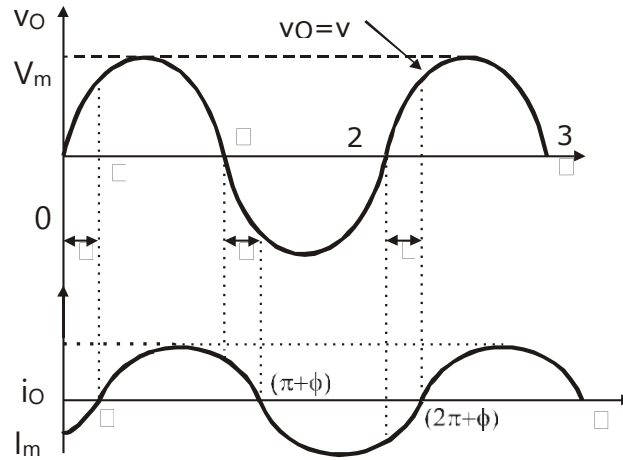
थाइरिस्टर T_1 इनपुट सप्लाय के सकारात्मक आधे चक्र के दौरान आगे की ओर बायस्ड होता है। आइए हम मान लें कि इनपुट सप्लाय के सकारात्मक आधे चक्र के दौरान T_1 पर उपयुक्त गेट ट्रिगर पल्स लगाकर T_1 को $\omega t = \alpha$ पर ट्रिगर किया जाता है। जब T_1 चालू होता है, तो लोड पर आउटपुट वोल्टेज इनपुट सप्लाय वोल्टेज का अनुसरण करता है। लोड करंट i_o थाइरिस्टर T_1 और लोड के माध्यम से नीचे की दिशा में कम होता है। T_1 से बहने वाले इस लोड करंट पल्स को पॉजिटिव करंट पल्स माना जा सकता है। लोड में इंडक्शन के कारण, T_1 से बहने वाला लोड करंट i_o , $\omega t = \pi$ पर शून्य नहीं होगा जब इनपुट सप्लाय वोल्टेज नेगेटिव होना शुरू हो जाता है। थाइरिस्टर T_1 तब तक लोड करंट का संचालन करता रहेगा जब तक कि लोड इंडक्टर L में संग्रहीत सभी प्रेरक ऊर्जा का पूरी तरह से उपयोग नहीं हो जाता और T_1 के माध्यम से लोड करंट $\omega t = \beta$ पर शून्य हो जाता है, जहाँ β को विलुप्ति कोण (ωt का मान) कहा जाता है, जिस पर लोड करंट शून्य हो जाता है। विलुप्ति कोण β को इनपुट आपूर्ति के सकारात्मक आधे चक्र की शुरुआत के बिंदु से उस बिंदु तक मापा जाता है जहाँ लोड करंट शून्य हो जाता है।

थाइरिस्टर T_1 $\omega t = \alpha$ से β तक संचालित होता है। T_1 का चालन कोण $\delta = \beta - \alpha$ है, जो विलंब कोण α और लोड प्रतिबाधा कोण ϕ पर निर्भर करता है। इनपुट सप्लाय वोल्टेज, T_1 और T_2 के गेट ट्रिगर पल्स, थाइरिस्टर करंट, लोड करंट और लोड वोल्टेज वेवफॉर्म के तरंगरूप नीचे दिए गए चित्र में दिखाए गए अनुसार दिखाई देते हैं।



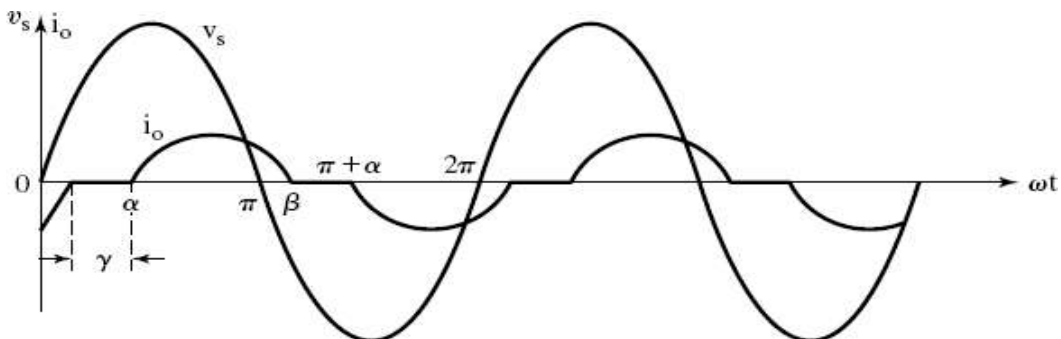
इनपुट आपूर्ति वोल्टेज और थाइरिस्टर धारा तरंगरूप

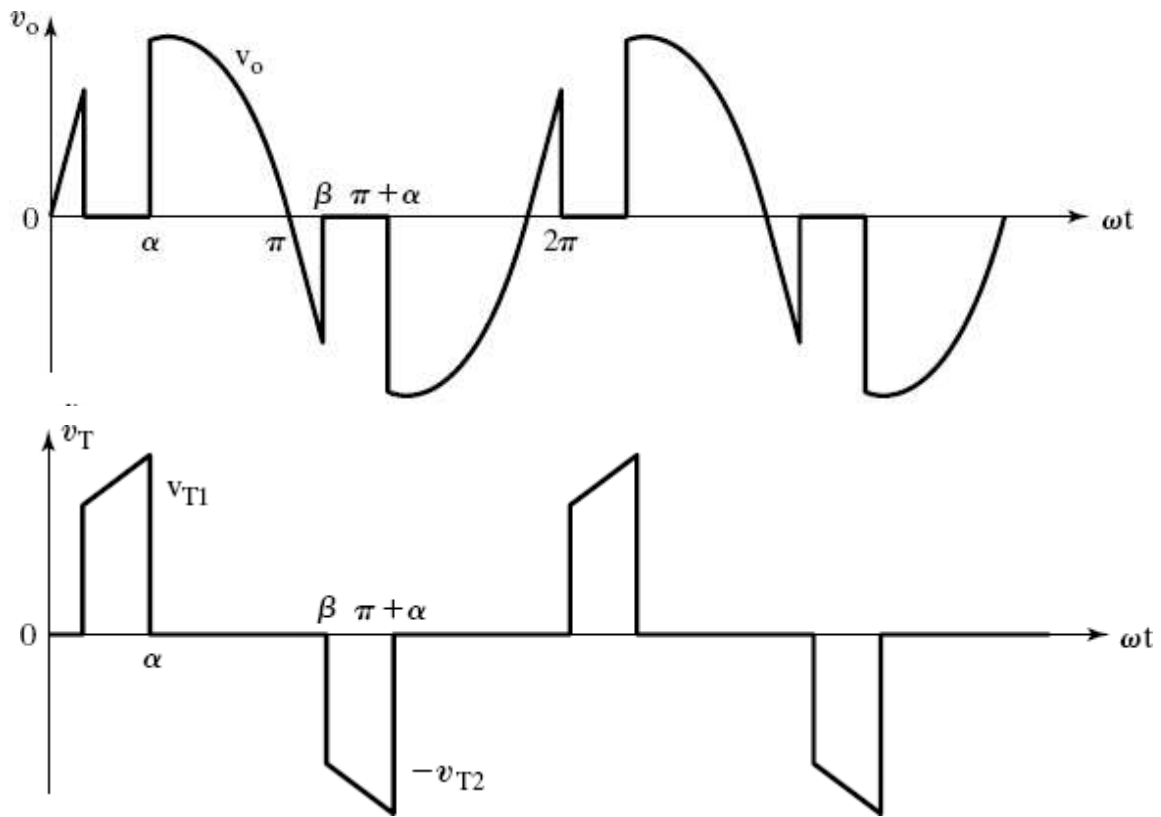
β विलुप्ति कोण है जो लोड प्रेरकत्व मान पर निर्भर करता है।



एकल चरण पूर्ण तरंग एसी वोल्टेज नियंत्रक के लिए आउटपुट वोल्टेज और आउटपुट वर्तमान तरंग $\alpha \leq \phi$ के लिए आरएल लोड के साथ

$\alpha > \phi$ के लिए RL लोड के साथ एकल चरण पूर्ण तरंग एसी वोल्टेज नियंत्रक के तरंगरूप। असंतत लोड धारा संचालन $\alpha > \phi$ और $\beta < (\pi + \alpha)$ के लिए होता है; यानी $(\beta - \alpha) < \pi$, चालन कोण $< \pi$ ।





T1 पर इनपुट आपूर्ति वोल्टेज, लोड करंट, लोड वोल्टेज और थाइरिस्टर वोल्टेज के तरंगरूप

आउटपुट वोल्टेज और लोड करंट के RMS मान को ट्रिगर एंगल को बदलकर बदला जा सकता है। इस सर्किट, AC RMS वोल्टेज कंट्रोलर का उपयोग AC मोटर (इंडक्शन मोटर) के टर्मिनलों पर RMS वोल्टेज को विनियमित करने के लिए किया जा सकता है। इसका उपयोग RMS आउटपुट वोल्टेज को बदलकर भट्टी के तापमान को नियंत्रित करने के लिए किया जा सकता है। बहुत बड़े लोड इंडक्टेंस 'L' के लिए SCR ट्रिगर होने के बाद कम्प्यूट करने में विफल हो सकता है और लोड वोल्टेज एक पूर्ण साइन वेव होगा (लागू इनपुट सप्लाय वोल्टेज के समान और आउटपुट कंट्रोल खो जाएगा) जब तक कि गेटिंग सिग्नल थाइरिस्टर T1 और T2 पर लागू होते हैं। लोड करंट वेवफॉर्म एक पूर्ण निरंतर साइन वेव के रूप में दिखाई देगा और लोड करंट वेवफॉर्म लोड पावर फैक्टर एंगल ϕ द्वारा आउटपुट साइन वेव से पीछे रहेगा।

आर-एल लोड के साथ 1-फेज पूर्ण तरंग एसी वोल्टेज नियंत्रक के प्रदर्शन पैरामीटर:-

आउटपुट (लोड) करंट के लिए अभिव्यक्ति

आउटपुट (लोड) धारा के लिए अभिव्यक्ति जो $\omega t = \alpha$ से β के दौरान थाइरिस्टर के माध्यम से बहती है, द्वारा दी गई है

$$i_0 = i_{T1} = \frac{V_m}{Z} \left[\sin(\omega t - \Phi) - \sin(\alpha - \Phi) e^{\frac{-R}{\omega L}(\omega t - \alpha)} \right] \quad \alpha \leq \omega t \leq \beta \text{ के लिए}$$

$V_m = \sqrt{2}V_s$ = इनपुट एसी आपूर्ति वोल्टेज का अधिकतम या शिखर मान

$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ = लोड प्रतिबाधा

$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\omega L}{R}\right)$ = लोड प्रतिबाधा कोण (लोड पावर फैक्टर कोण)

α = थाइरिस्टर ट्रिगर कोण = विलंब कोण

β = थाइरिस्टर का विलुप्ति कोण, (f_t का मान) जिस पर थाइरिस्टर (लोड) धारा शून्य हो जाती है

$$\sin(\beta - \phi) = \sin(\alpha - \phi) e^{\frac{-R}{\omega L}(\beta - \alpha)}$$

थाइरिस्टर चालन कोण $\delta = (\beta - \alpha)$

अधिकतम थाइरिस्टर चालन कोण $\delta = (\beta - \alpha) = \pi$ radians = 180° for $\alpha \leq \phi$.

आरएमएस आउटपुट वोल्टेज

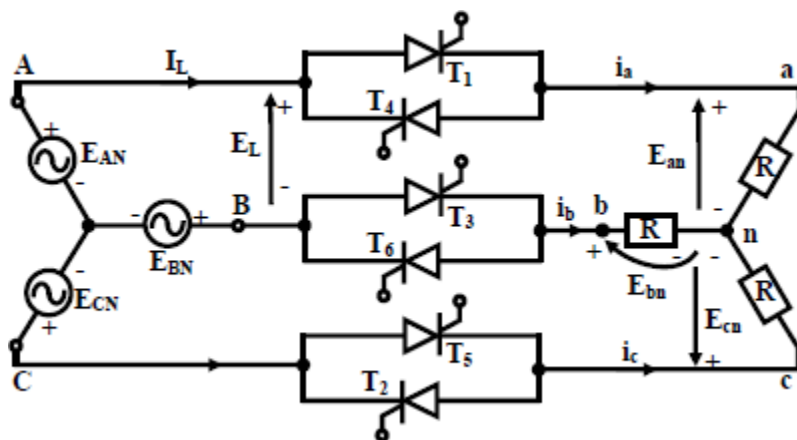
$$V_{O(RMS)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left[(\beta - \alpha) + \frac{\sin 2\alpha}{2} - \frac{\sin 2\beta}{2} \right]}$$

तीन-चरण एसी विनियामक:

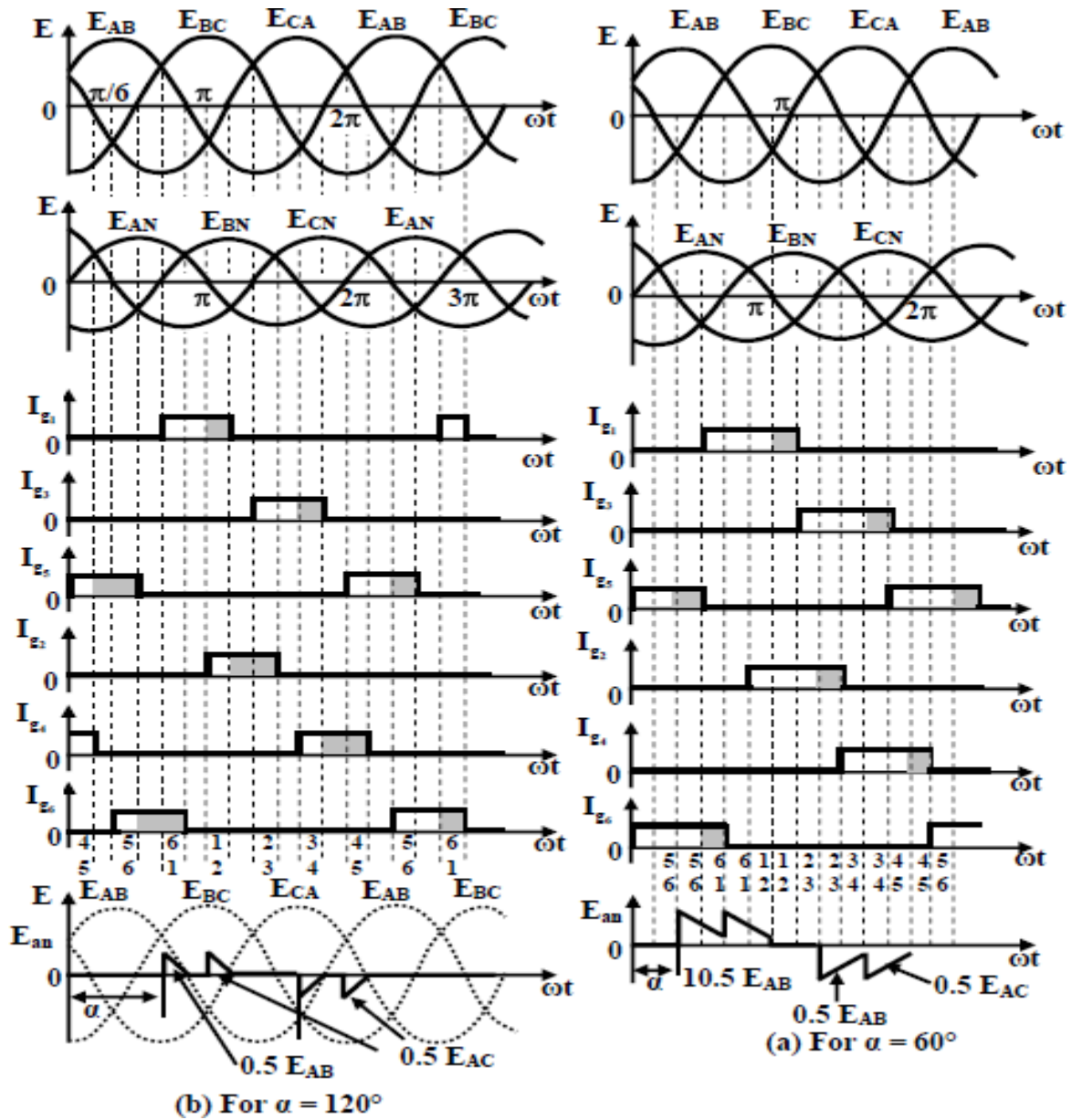
तीन-चरण एसी रेगुलेटर (एसी से एसी वोल्टेज कन्वर्टर) के लिए कई प्रकार के सर्किट का उपयोग किया जाता है, जो सिंगल-फेज वाले से अलग होते हैं। तीन-चरण लोड (संतुलित) स्टार या डेल्टा में जुड़े होते हैं। वर्णित अधिकांश सर्किट में प्रत्येक चरण के लिए दो थाइरिस्टर एक दूसरे के पीछे जुड़े होते हैं, या एक ट्राईक का उपयोग किया जाता है। पहले दो सर्किट लिए जाते हैं, दोनों में संतुलित प्रतिरोधक (R) लोड होता है।

संतुलित प्रतिरोधक (स्टार-कनेक्टेड) लोड के साथ तीन-चरण, तीन-तार एसी रेगुलेटर (जिसे एसी से एसी वोल्टेज कनवर्टर कहा जाता है) का सर्किट चित्र में दिखाया गया है। यह ध्यान दिया जा सकता है कि तीनों चरणों में जुड़े प्रतिरोध बराबर हैं। प्रत्येक चरण में पीछे से पीछे जुड़े दो थाइरिस्टर का उपयोग किया जाता है, इस प्रकार कुल छह थाइरिस्टर की आवश्यकता होती है। कृपया नंबरिंग योजना पर ध्यान दें, जो मॉड्यूल 2 या 5 में वर्णित तीन-चरण पूर्ण-तरंग ब्रिज कनवर्टर या इन्वर्टर में उपयोग की जाने वाली योजना के समान है। थाइरिस्टर को अनुक्रम में फायर किया जाता है (चित्र), 1 से बढ़ते क्रम में शुरू करते हुए, थाइरिस्टर 1 और 2 के ट्रिगरिंग के बीच का कोण (एक पूर्ण चक्र की समय अवधि (60°) का छठा भाग) होता है। लाइन आवृत्ति 50 हर्ट्ज है, जिसमें $T = 1/f = 20$ ms है। थाइरिस्टर को प्राकृतिक कम्प्यूटेशन बिंदु से α की देरी के बाद फायर या ट्रिगर किया जाता है। प्राकृतिक विनिमय बिंदु, आउटपुट वोल्टेज तरंग की अवधि ($600 = T/6$) के

साथ एक चक्र की शुरुआत है, यदि छह थाइरिस्टर को डायोड द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है। ध्यान दें कि आउटपुट वोल्टेज कनवर्टर के लिए चरण-नियंत्रित तरंग के समान है, अंतर यह है कि इस मामले में यह एक एसी तरंग है। करंट का प्रवाह द्विदिशात्मक है, जिसमें करंट एक दिशा में सकारात्मक आधे हिस्से में और फिर दूसरी (विपरीत) दिशा में नकारात्मक आधे हिस्से में होता है। इसलिए, प्रत्येक चरण में एक दूसरे से जुड़े दो थाइरिस्टर की आवश्यकता होती है। थाइरिस्टर का बंद होना तब होता है, जब उसका करंट शून्य हो जाता है। थाइरिस्टर को चालू करने के लिए, एनोड वोल्टेज कैथोड वोल्टेज से अधिक होना चाहिए, और साथ ही, इसके गेट पर एक ट्रिगरिंग सिग्नल लगाया जाना चाहिए।



तीन-चरण, तीन-तार एसी नियामक



तीन-चरण तीन-तार एसी विनियामक के लिए तरंगरूप

इनपुट वोल्टेज, थाइरिस्टर के चालन कोण और एक चरण के आउटपुट वोल्टेज के तरंगरूप, फायरिंग विलंब कोण (α) (a) 600 और (b) 1200 के लिए ऊपर दिए गए चित्र में दिखाए गए हैं। $0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ के लिए, थाइरिस्टर 1 के ट्रिगर होने से ठीक पहले, दो थाइरिस्टर (5 और 6) चालन करते हैं। एक बार थाइरिस्टर 1 ट्रिगर होने के बाद, तीन थाइरिस्टर (1, 5 और 6) चालन करते हैं। जैसा कि पहले बताया गया है, एक थाइरिस्टर बंद हो जाता है, जब इसके माध्यम से करंट शून्य हो जाता है। दो और तीन चालन करने वाले थाइरिस्टर के बीच स्थितियाँ बारी-बारी से बदलती रहती हैं।

किसी भी समय केवल दो थाइरिस्टर $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ के लिए संचालित होते हैं। हालाँकि दो थाइरिस्टर किसी भी समय $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$ के लिए संचालित होते हैं, लेकिन कुछ अवधियाँ ऐसी होती हैं, जब कोई थाइरिस्टर चालू नहीं होता है। $\alpha \geq 150^\circ$ के लिए, ऐसी कोई अवधि नहीं होती है जिसके लिए दो थाइरिस्टर चालू हों, और आउटपुट वोल्टेज $\alpha = 150^\circ$ पर शून्य हो जाता है। विलंब कोण की सीमा $0^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$ है।

सर्किट के बारे में:

नियंत्रण सर्किट में थाइरिस्टर को फायर करने के लिए आवश्यक कुल नियंत्रण सर्किटरी शामिल होती है। इसमें निम्नलिखित प्रमुख ब्लॉक हैं:

- 1) बिजली की आपूर्ति नरम स्टार्टर और हेलिकॉप्टर
- 2) ट्रांसफॉर्मरों का समन्वयन.
- 3) पल्स उत्पन्न करने वाला सर्किट.
- 4) पल्स गेटिंग सर्किट.
- 5) पल्स प्रवर्धन एवं पृथक्करण पल्स ट्रांसफार्मर।
- 6) पावर कार्ड

1) बिजली आपूर्ति, सॉफ्ट स्टार्टर और चॉपर सर्किट कार्ड:

पावर सप्लाई सर्किट आईसी 7812 और 7912 का उपयोग करके अन्य नियंत्रण सर्किटों को विनियमित डीसी पावर $[+/- 12V]$ और पल्स एम्पलीफायर सर्किट के लिए $+18 V$ डीसी अनियमित प्रदान करता है। सॉफ्ट स्टार्टर सर्किट में एक एकीकृत एम्पलीफायर [IC 358] होता है। स्पीड पॉट से डीसी वोल्टेज इस सर्किट पर लागू होता है। जो प्रीसेट P1 और P2 (त्वरण और मंदी) द्वारा निर्धारित पूर्व निर्धारित दर के साथ संधारित्र को धीरे-धीरे चार्ज और डिस्चार्ज करता है। फायरिंग एंगल बनाने के लिए धीरे-धीरे बदलते वोल्टेज को कंट्रोल कार्ड पर तुलनित्रों पर लागू किया जाता है। चॉपर सर्किट [IC 555] फायरिंग सर्किटरी को 10 kHz (लगभग) की निरंतर पल्स ट्रेन देता है।

2) ट्रांसफॉर्मर को सिंक्रोनाइज़ करना:

सेंटर-टैप्ड सेकेंडरी $[6 - 0 - 6]$ के तीन ट्रांसफॉर्मर हैं। प्राइमरी तीन फेज सप्लाई 440V [न्यूट्रल कनेक्टेड] से एक रिले के माध्यम से जुड़े हुए हैं जो 'पावर ऑन' के साथ सक्रिय होते हैं।

ट्रांसफॉर्मर सेकेंडरी वोल्टेज तीनों फेज के लिए फेज में और 180 डिग्री आउट ऑफ फेज में उपलब्ध हैं

$[R+ R- Y+ Y- B+ B-]$ । ये सेकेंडरी आउटपुट सिंक्रोनाइज़िंग सिग्नल हैं क्योंकि वे SCR गेट पल्स को मेन सप्लाई के साथ सिंक्रोनाइज़ करते हैं।

3) पल्स जनरेटिंग सर्किट:

इस सर्किट में सेकेंडरी वोल्टेज की तुलना डीसी वोल्टेज (पॉट के अनुसार अलग-अलग) से की जाती है जो गेट पल्स के रूप में स्क्रायर वेव आउटपुट देते हैं। सेकेंडरी वोल्टेज को एक क्रम में लगाया जाता है $R+ B- Y+ B+ Y-$ जिसमें SCR एक के बाद एक क्रियाशील होते हैं [1 6 2 4 3 5 LAGGING के लिए और 1 5 3 4 2 6 LEADING क्रम के लिए]। स्क्रायर वेव पल्स को विभेदित, सुधारा जाता है और सभी फायरिंग एंगल स्थितियों के लिए निश्चित अवधि के पल्स उत्पन्न करने के लिए मोनोशॉट पर लगाया जाता है। फिर उन्हें निरंतर पल्स ट्रेन द्वारा काटा जाता है ताकि एक एकल विस्तृत पल्स के बजाय ट्रिगरिंग के लिए पल्स का एक गुच्छा बनाया जा सके। यह गेट अपव्यय को कम करता है और SCR को फिर से ट्रिगर करता है जो अत्यधिक प्रेरक भार के लिए आवश्यक है। इस प्रकार हम 3 चरण आपूर्ति [$R+ B-$ आदि] के प्रत्येक आधे चक्र के लिए पल्स के एक समूह के साथ तैयार हैं।

4) पल्स गेटिंग सर्किट:

डायोड या गेट्स का उपयोग करके प्रत्येक आधे हिस्से के पल्स को अगले आधे हिस्से से जोड़ा जाता है ताकि दो बंच की जोड़ी बनाई जा सके। यह जोड़ी एक समय में दो SCR को संचालित करती है क्योंकि संचालन SCR के लिए एक जोड़ी का पहला गुच्छा आउटगोइंग SCR के लिए सामान्य है और दूसरा इनकमिंग SCR के लिए सामान्य है। इनकमिंग और आउटगोइंग समूह के लिए SCR की संख्या 3 चरण आपूर्ति के सकारात्मक [पिछड़े] और नकारात्मक [अग्रणी] अनुक्रमों के लिए बिल्कुल विपरीत है।

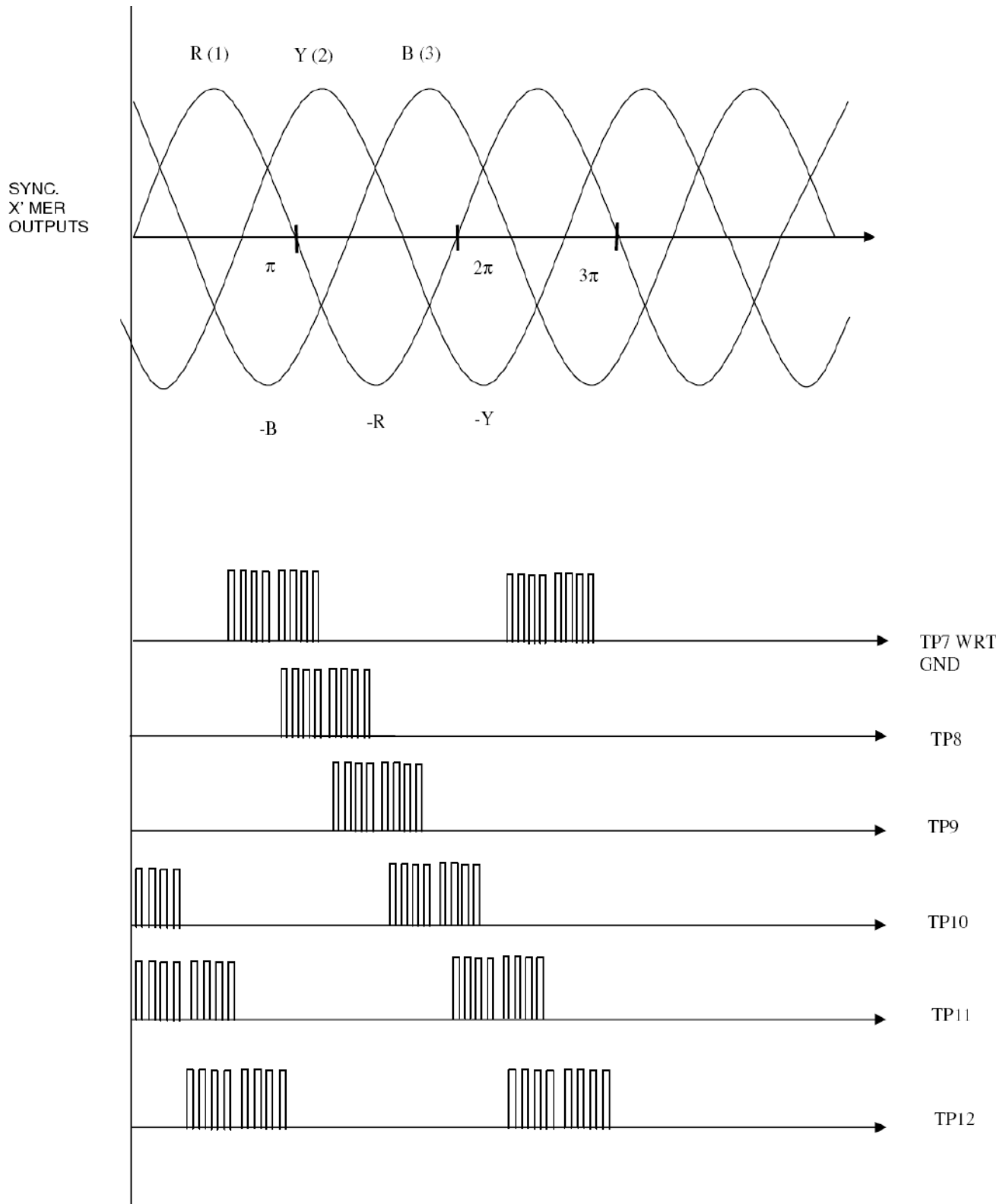
5) पल्स प्रवर्धक सर्किट:

गेटिंग सर्किट से उपलब्ध पल्स कम वोल्टेज स्तर पर होते हैं; थाइरिस्टर को ट्रिगर करने के लिए गेट सिग्नल में पर्याप्त आयाम होना चाहिए [विभिन्न प्रकार के SCR के लिए 2 से 12 वोल्ट]। इसलिए इन पल्स को पल्स ट्रांसफॉर्मर के माध्यम से थाइरिस्टर में प्रवर्धित किया जाता है। पल्स ट्रांसफॉर्मर का उपयोग नियंत्रण सर्किट को पावर सर्किट से अलग करने के लिए किया जाता है।

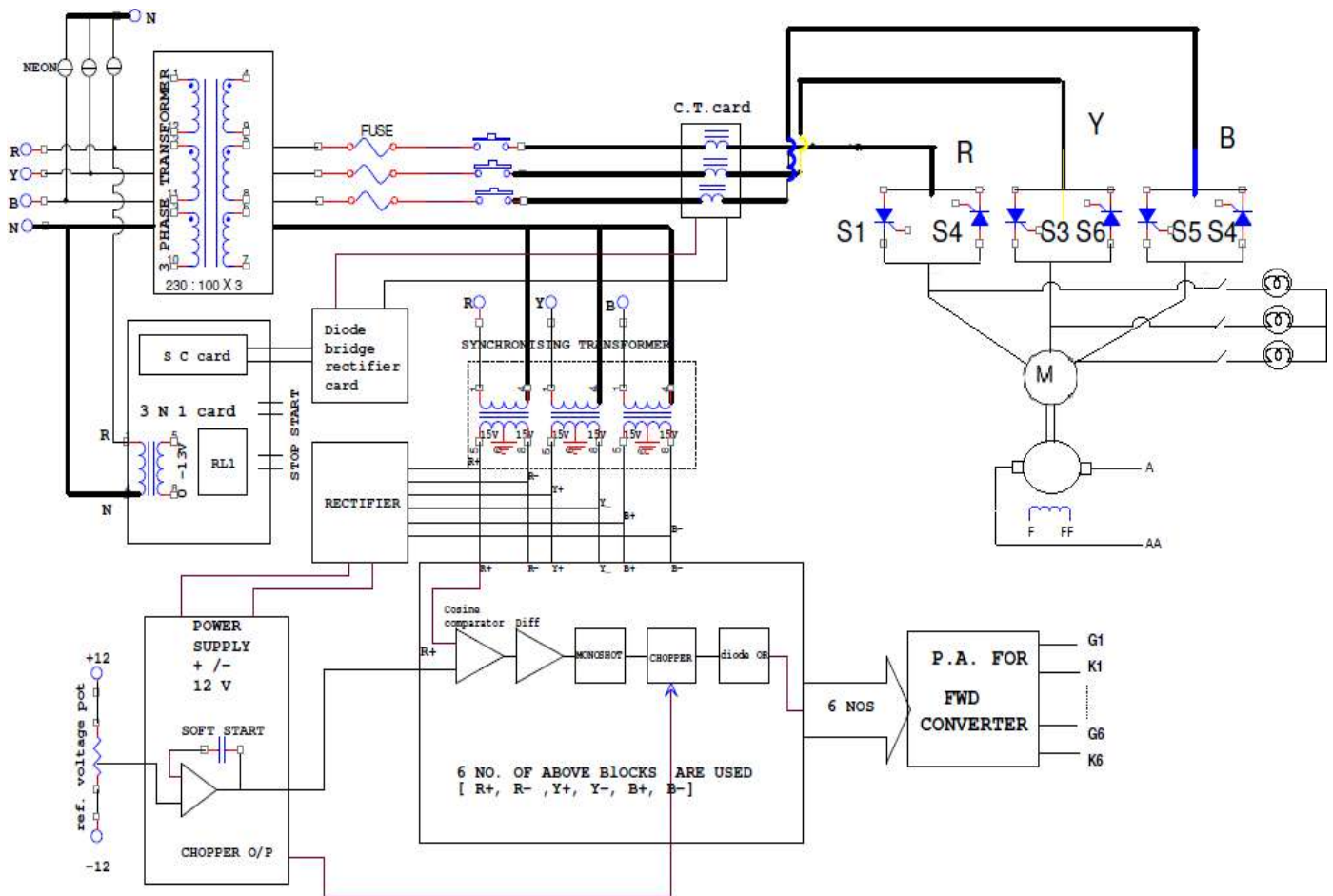
परीक्षण बिंदु

TP WRT XXX	DESCRIPTION	WAVEFORM
TP1 WRT GND	Pot i/p	DC
TP2 WRT GND	Soft start	DC
TP3 WRT GND	Synchronizing signal	sine wave
TP4 WRT GND	Duty cycle	square wave
TP5 WRT GND	Mono-shot pulse	Mono-shot pulse
TP6 WRT GND	BC 547 (Emitter)	Pulse chopper o/p
TP7 WRT GND	Collector of R+	Gate Pulses
TP8 WRT GND	Collector of Y+	Gate Pulses
TP9 WRT GND	Collector of B+	Gate Pulses
TP10 WRT GND	Collector of Y-	Gate Pulses
TP11 WRT GND	Collector of B-	Gate Pulses
TP12 WRT GND	Collector of R-	Gate Pulses
TP13	R ph. i/p	Sine Wave
TP 14	Y ph. i/p	Sine Wave
TP 15	B ph. i/p	Sine Wave
TP16	Neutral	-
TP 17	R-ph o/p	-
TP18	Y-ph o/p	-
TP 19	B- ph o/p	-

परीक्षण बिंदु तरंगरूप



सर्किट आरेख:



अवलोकन तालिका:

आर-लोड के लिए:-

पॉट स्थिति/ α	आउटपुट वोल्टेज (V)
2	100
4	200
6	290
8	350
10	400

मोटर लोड के लिए:

पॉट की स्थिति	o/p voltage(V)	o/p current(A)	Speed(rpm)
2	130	0.4	1472
2.5	150	0.5	1478
3	280	0.6	1485
4	380	1	1490
5	400	1.2	1490

प्रक्रिया:

आर लोड के लिए:

1. कृपया सर्किट के लिए फ्रंट पैनल देखें।
2. रॉकर स्विच को बंद स्थिति में रखें।
3. 3 पिन इनपुट सप्लाय को उचित R-Y-B-N अनुक्रम में यूनिट से कनेक्ट करें।
4. अल्फा/स्पीड पॉट को न्यूनतम स्थिति पर रखें।
5. तीन 40/60 वाट लैंप को बैक पैनल होल्डर पर कनेक्ट करें।
6. 3 फेज़ सप्लाय चालू करें (नीयन चमकता है)। रॉकर स्विच चालू करें। (रॉकर चमकता है)।

7. स्टार्ट बटन दबाएं, यह तीन चरण की आपूर्ति को स्क्रीन से जोड़ देगा।
8. बहुत धीरे धीरे गर्म और एलईडी लैंप धीरे धीरे चमक का निरीक्षण.
9. दिए गए परीक्षण बिंदु चार्ट के अनुसार सीआरओ पर सभी नियंत्रण परीक्षण बिंदुओं का निरीक्षण करें।
10. किसी एक चरण और n बिंदु के बीच कनवर्टर आउटपुट का निरीक्षण करें।
11. अल्फा/गति में परिवर्तन करें और 1:10 जांच का उपयोग करके आर्म वोल्टेज में परिवर्तन देखें।
12. पॉट को धीरे-धीरे बदलें और आउटपुट वोल्टेज को टू आर.एम.एस. वोल्ट मीटर पर नोट करें।
13. अवलोकन तालिका भरें.
14. कनवर्टर यूनिट की आपूर्ति बंद करें।
15. आउटपुट वोल्टेज बनाम फायरिंग कोण का ग्राफ बनाएं।

नोट: फेज अनुक्रम में कोई भी बदलाव सर्किट में खराबी का कारण बनेगा। जाँच करें कि तीनों फेज मौजूद हैं या नहीं। अगर नहीं, तो सप्लाय चालू न करें। वोल्टमीटर से फेज वोल्टेज की जाँच करें और सुनिश्चित करें कि प्रत्येक फेज वोल्टेज 200 VAC से ऊपर है।

मोटर लोड के लिए:

- 1) 3ph इंडक्शन मोटर के 4-पिन जॉन प्लग को यूनिट से कसकर कनेक्ट करें।
- 2) रॉकर स्विच द्वारा मुख्य लाइन चालू करें।
- 3) रॉकर स्विच चमकता है.
- 4) स्टार्ट बटन दबाएं, आउटपुट एलईडी चमकती है।
- 5) मोटर प्रतिक्रिया की प्रतीक्षा करें, अल्फा/स्पीड पॉट को दक्षिणावर्त बढ़ाएं और मोटर की गति का निरीक्षण करें, मोटर सॉफ्ट स्टार्ट क्रिया द्वारा धीरे-धीरे चलना शुरू कर देती है।
- 6) अवलोकन तालिका में संगत रीडिंग भरें।
- 7) किसी भी दो चरणों के बीच आउटपुट वोल्टेज तरंग का निरीक्षण करें और आउटपुट तरंगों का निरीक्षण करें।
- 8) गति बनाम ओ/पी वोल्टेज का ग्राफ बनाएं।

नोट: मोटर को जोड़ते समय, प्रतिरोधक लोड के लिए इकाई के साइड पैनल से जुड़े 3 लैंप को हटा दें, क्योंकि मोटर डेल्टा मोड में है, और लैंप स्टार मोड में हैं, इसलिए, हंटिंग होगी, हंटिंग से बचने के लिए, 3 लैंप को हटा दें।

परिणाम:

स्टेटर वोल्टेज नियंत्रण विधि द्वारा 3- ϕ इंडक्शन मोटर के एसी वोल्टेज नियंत्रक और गति नियंत्रण का अध्ययन किया और आर-लोड और मोटर-लोड के लिए आउटपुट वोल्टेज बनाम फायरिंग कोण का ग्राफ तैयार किया।

Exp No 4:- Speed control of PWM Inverter fed 3-phase Induction Motor Drive

AIM:-

- To study the Speed control of 3- ϕ Induction Motor by using IGBT based PWM Inverter.
- To get the different waveforms and harmonic spectrum of voltage and current.

INSTRUMENT REQUIRED:-

- IGBT Based Panel
- 3-Phase Induction Motor 50 Hz,1.05A,1380 RPM,0.37KW,415V,star-connected,0.74p.f

Sl.No	INSTRUMENTS	TYPE	RANGE	QUANTITY
1.	3-Phase Induction Motor	Sq.Cage	415V,1.05A	1
2.	PWM Inverter Set	3-Phase	0-230V	1
3.	A.C. Supply	-	230V	1
4.	Power Quality Analyser	Digital	-	1

THEORY:-

Voltage control:-

$$T \propto s V^2$$

For the constant torque.

$$sV^2 = \text{constant}$$

$$s \propto 1/V^2$$

The speed can therefore varied by stator voltage variation. A continues control of speed of induction motor can be obtained by step adjustment of stator voltage if its rotor resistance is high.

Frequency control:

For a three phase induction m/c

$$N_s = \frac{120f}{P}$$

$$N_r = (1-s) N_s$$

Rotor speed can be changed by changing either slip (s) or synchronous speed (N_s).By frequency control N_s is changed and changes the rotor speed.

The three basic method by which variable frequency supply can be obtained are.

- Variable frequency motor alternator set.
- DC link inverter.
- Cycloconverter.

Constant- V/f:

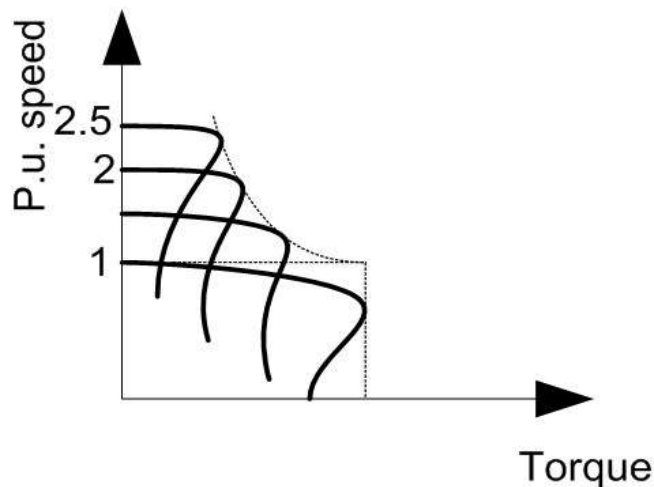
$$E = 4.44 K \phi f T_{ph}$$

$$E = V \text{ (neglecting stator impedance drop)}$$

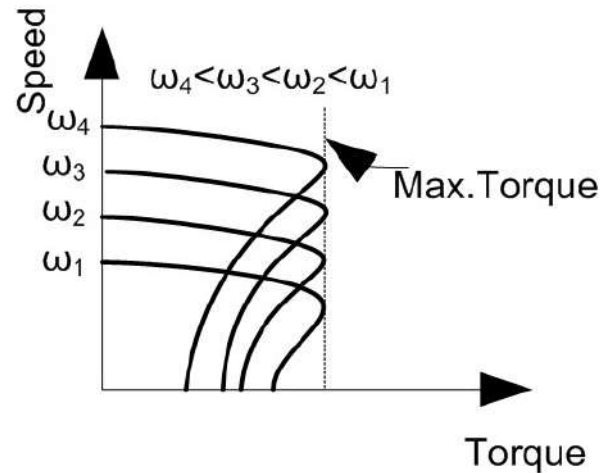
$$V/f = 4.44 K T_{ph} \phi$$

The expression shows that under rated voltage and frequency operation, the flux will be rated. In the case supply frequency is reduced with V constant, the air gap flux increases and the magnetic circuit gets saturated. The motor parameters will change leading to inaccurate speed-torque characteristics. Further at low frequencies, reactance will be low leading to high motor current, more losses and reduced efficiency.

With constant voltage, if the supply frequency is increased, the synchronous speed and therefore motor speed rises. But, with increase in the frequencies, flux and torque also get reduced. With constant voltage and increased frequency operation, air gap flux gets reduced; therefore, during this control the induction motor is working in field-weakening mode.



Speed-torque characteristics with frequency control with constant supply voltage



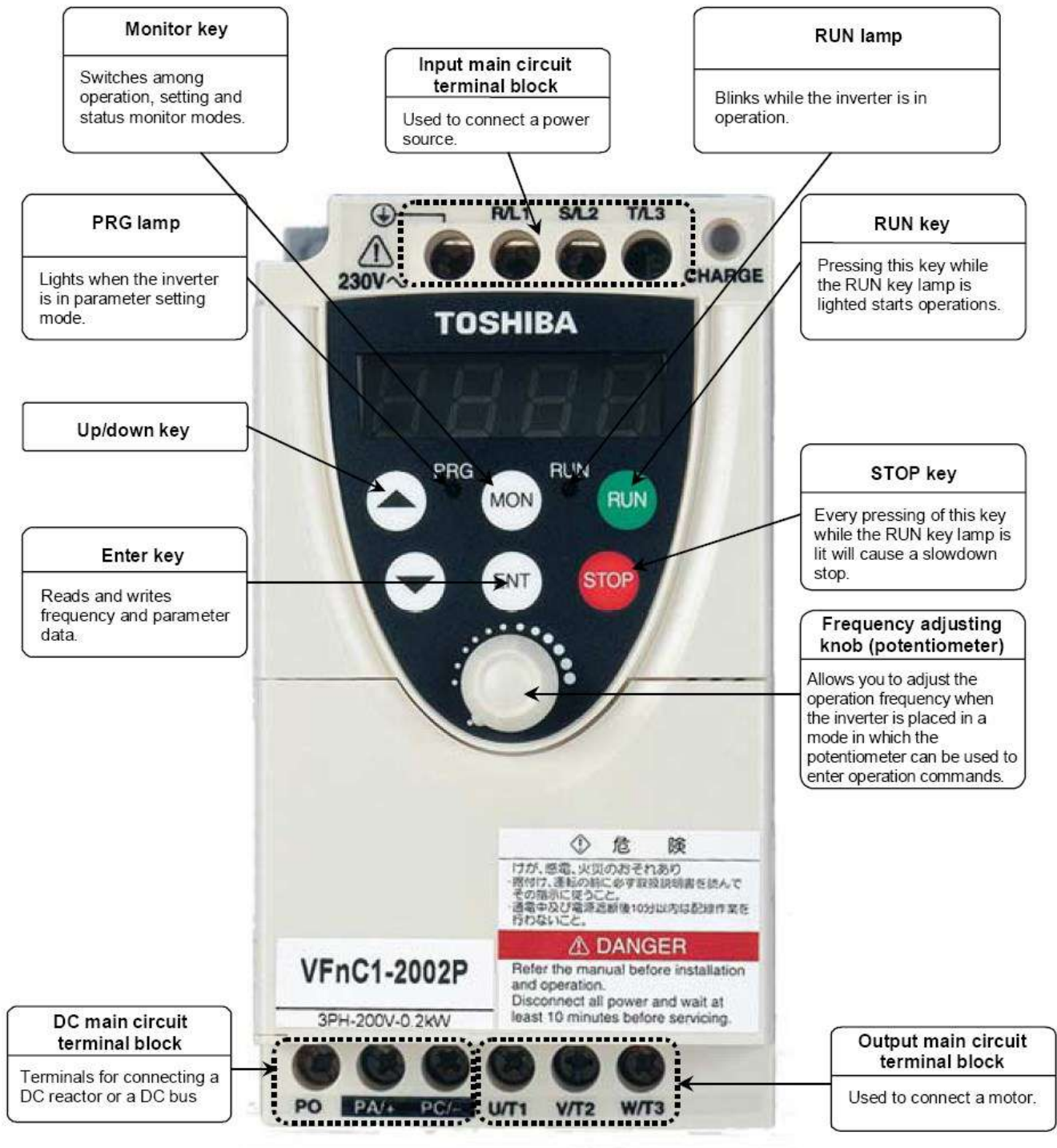
Speed-torque characteristics with V/F control

To maintain ϕ constant, voltage must be applied or must be changed proportionally as frequency is changed & also maximum torque is maintained constant. The speed of Induction motor is controlled by varying its supply frequency keeping v/f ratio constant. An IGBT based PWM inverter is used as a variable voltage variable frequency drive. Variable voltage variable frequency AC is directly obtained from field voltage DC when the IGBT based inverter is controlled by pulse width modulation. A 230 V 1-Phase ac supply is given to the full wave bridge rectifier to get DC output. This DC output is filtered at first and supplied to the IGBT based PWM inverter the output voltage of this type of inverter is a number of pulses of varying period in any cycle. The ON and OFF periods are controlled in each cycle by different modulation techniques.

- (i) Multiple Pulse
- (ii) Single Pulse Modulation
- (iii) Sinusoidal Pulse

TOSHBA VF_nC1-2007P

TOSHBA VF_nC1-2007P Industrial Inverter is rated for 0.75KW, 200V three-phase inductive motors drives.



BASIC OPERATIONS

1. Start and stop using the operation panel keys

Use the RUN and STOP keys on the operation panel to start and stop the motor.



: Motor starts

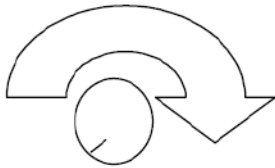


: Motor stops (slowdown stop)

2. Setting the frequency

a. Setting the frequency using the potentiometer on the inverter main unit

Set the frequency with the notches on the potentiometer.



Move clockwise through the higher notches for the higher frequencies.

Since the potentiometer has hysteresis, its settings may change to some degree after the power is turned off and turned back on.

b. Setting the frequency using the operation panel

Set the frequency from the operation panel.

Key operated	LED display	Operation
	0.0	Displays the operation frequency. (When standard monitor display selection $F710=0$ is set to 0 [operation frequency])
 	50.0	Set the operation frequency.
	50.0 $\leftrightarrow$ FL	Press the ENTER key to save the operation frequency setting. FL and the frequency are displayed alternately.
 	60.0	Pressing the Δ key or the ∇ key will change the operation frequency even during operation.

Press the ENTER key after changing the operation frequency, otherwise it will not be saved, although it is displayed.

MONITORING THE OPERATION STATUS

Status monitor mode

In this mode, we can monitor the operation status of the inverter. To display the operation status during normal operation:

Press the  key twice.

Setting procedure (eg. operation at 60Hz)

	Item displayed	Key operated	LED display	Communication No.	Description
Note 1			60.0		The operation frequency is displayed (during operation). (When the standard monitor display selection parameter <i>F 7 10</i> is set at 0 [operation frequency])
	Parameter setting mode		RUH		The first basic parameter "History (<i>RUH</i>)" is displayed.
	Direction of rotation		<i>F r - F</i>	FE01	The direction of rotation is displayed. (<i>F</i> : forward run, <i>r</i> : reverse run)
	Operation frequency command		<i>F 60.0</i>	FE02	The operation frequency command value is displayed.
Note 2	Load current		<i>c 80</i>	FE03	The inverter output current (load current) is displayed. (Default setting : unit %)
Note 3	Input voltage		<i>y 100</i>	FE04	The inverter input (DC) voltage is displayed. (Default setting: unit %)
Note 3	Output voltage		<i>P 100</i>	FE05	The inverter output voltage is displayed. (Default setting: unit %)
	Torque current		<i>c 80</i>	FE20	The torque current at the occurrence of a trip is displayed in %.
	PI feedback		<i>d 50</i>	FE22	The PI feedback value at the occurrence of a trip is displayed. (Unit: frequency)
	Inverter load factor		<i>L 80</i>	FE27	The inverter load factor is displayed in %.
	Output power		<i>H 80</i>	FE30	The inverter output power is displayed in %.
	Operation frequency		<i>o 60.0</i>	FE00	The operation frequency is displayed.
	CPU1 version		<i>u 11</i>	FE08	The version of the CPU1 is displayed.
	CPU2 version		<i>uc 01</i>	FE73	The version of the CPU2 is displayed.
	Memory version		<i>uE 01</i>	FE09	The version of the memory mounted is displayed.

Note 4	Past trip 1		$OC3 \Leftrightarrow 1$	FE10	Past trip 1 (displayed alternately at 0.5-sec. intervals)
Note 4	Past trip 2		$OH \Leftrightarrow 2$	FE11	Past trip 2 (displayed alternately at 0.5-sec. intervals)
Note 4	Past trip 3		$OP3 \Leftrightarrow 3$	FE12	Past trip 3 (displayed alternately at 0.5-sec. intervals)
Note 4	Past trip 4		$nErr \Leftrightarrow 4$	FE13	Past trip 4 (displayed alternately at 0.5-sec. intervals)
Note 5	Cumulative operation time		$t0.01$	FE14	The cumulative operation time is displayed. (0.01 corresponds to 1 hours.)
	Default display mode		50.0		The operation frequency is displayed (during operation).

Note 1: Press the  or  key to change items displayed in the status monitor mode.

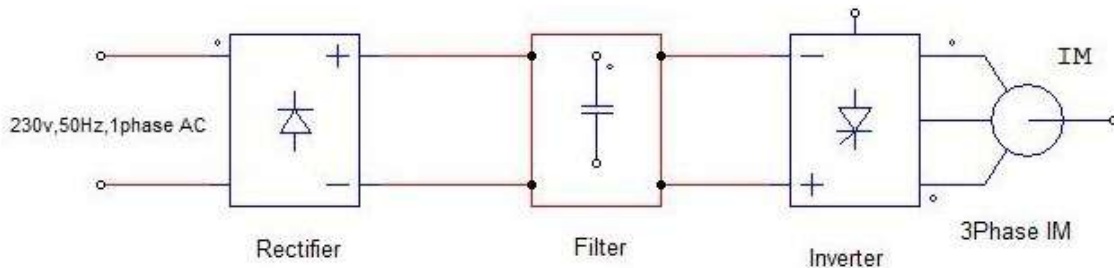
Note 2: With the current unit selection parameter or voltage unit selection parameter, you can choose between percentage and ampere (A) for current or between percentage and volt (V) for voltage, respectively.

Note 3: The input (DC) voltage displayed is $1/\sqrt{2}$ times as large as the rectified d.c. input voltage.

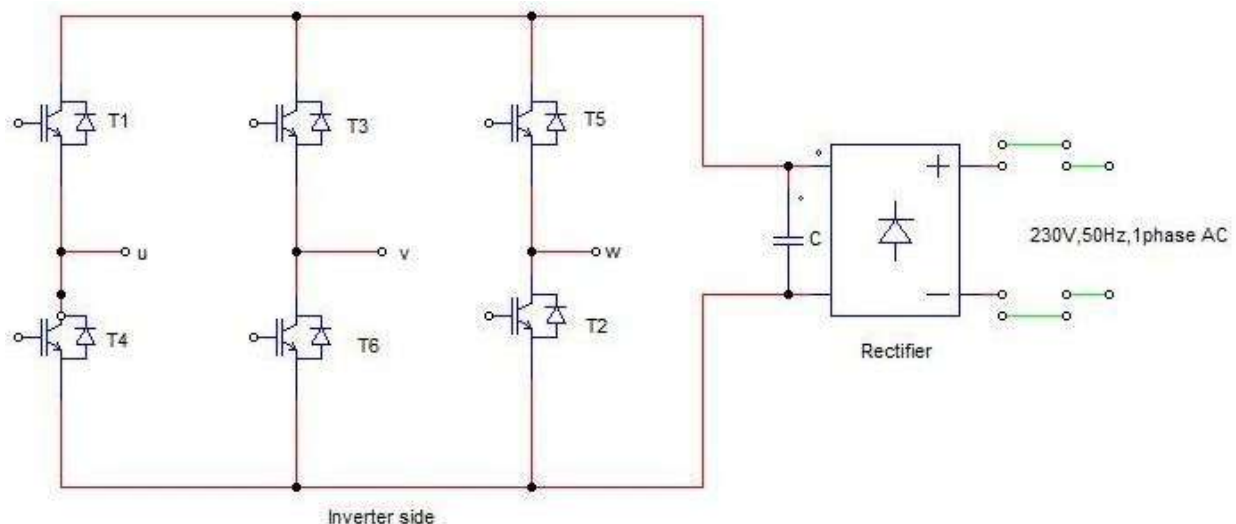
Note 4: $nErr$ is displayed to show the absence of error.

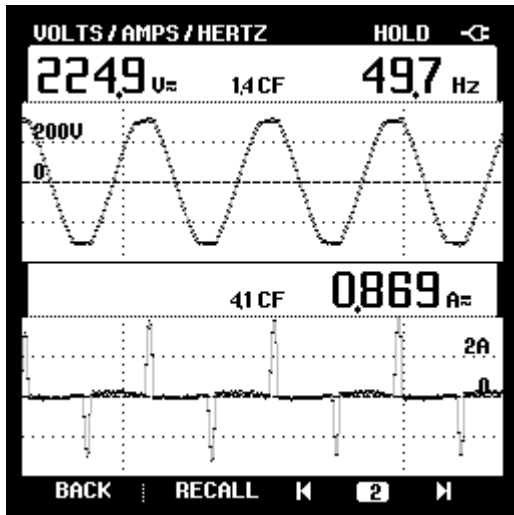
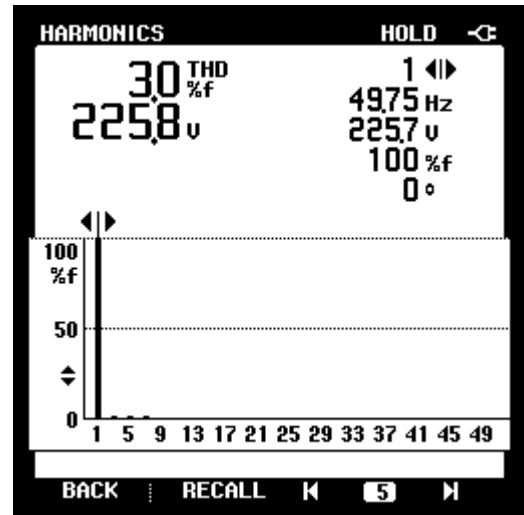
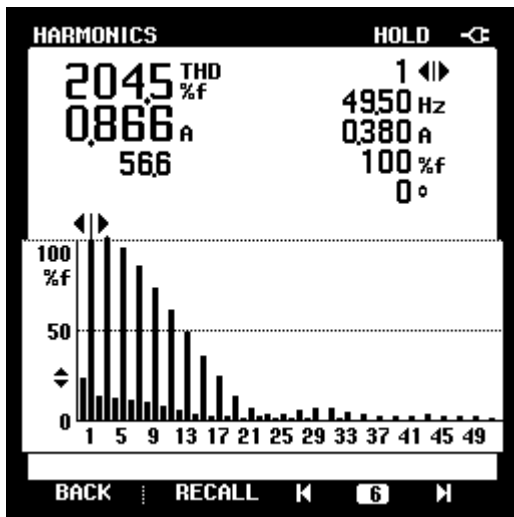
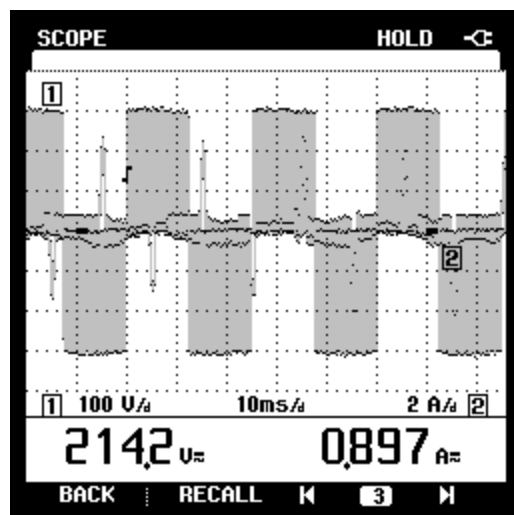
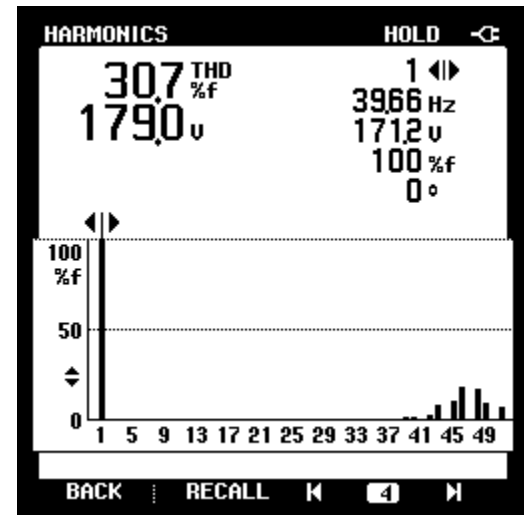
Note 5: The cumulative operation time increments only when the machine is in operation.

BLOCK DIAGRAM



CIRCUIT DIAGRAM



Fig.1. V_s and I_s Fig.2. Harmonic Spectrum of V_s Fig.3. Harmonic Spectrum of I_s Fig.4. V_o at 40 HzFig.5. Harmonic Spectrum of V_o at 40Hz

OBSERVATION TABLE:-

Sl.No	V _s (V)	I _s (A)	I _s THD (%)	f _s (Hz)	V _{uv} (V)	V _{uv} THD (%)	f _o (Hz)	Speed (rpm)
1.	223	0.2475	196	49.5	224	20.5	50	1498
2.	225	0.2242	204	49.7	214	30.7	40	1180
3.	224	0.2125	208	49.8	146	12	30	900
4.	224	0.2	212	49.9	103.5	10	20	610
5.	225	0.1725	222	50	69	7	10	310

PROCEDURE:-

- (i) Study the front Panel of IGBT based PWM inverter.
- (ii) Connect the circuit.
- (iii) Connect 230V Ac supply to 230 V AC input terminal in the drive.
- (iv) Keep the speed potentiometer at minimum speed.
- (v) Switch on the MCB and drive display will show.
- (vi) Press own switch and vary the speed potentiometer.
- (vii) Note down the readings of ammeter and voltmeters.
- (viii) Get the waveforms and harmonic spectrum by using Power Quality analyser.

RESULT:-

Studied the Speed control of 3- ϕ Induction Motor by using IGBT based PWM Inverter and obtained the different waveforms and harmonic spectrum of voltage and current.

प्रयोग क्रमांक 4

पीडब्ल्यूएम इन्वर्टर से संचालित 3-फेज इंडक्शन मोटर ड्राइव का गति नियंत्रण

उद्देश्य:-

- आईजीबीटी आधारित पीडब्ल्यूएम इन्वर्टर का उपयोग करके 3- ϕ इंडक्शन मोटर के गति नियंत्रण का अध्ययन करना।
- वोल्टेज और धारा के विभिन्न तरंगरूप और हार्मोनिक स्पेक्ट्रम प्राप्त करना।

आवश्यक उपकरण:-

- आईजीबीटी आधारित पैनल
- 3-फेज इंडक्शन मोटर 50 हर्ट्ज, 1.05A, 1380 RPM, 0.37KW, 415V, स्टार-कनेक्टेड, 0.74p.f

क्र.सं.	उपकरण	प्रकार	रेंज	संख्या
1.	3-फेज इंडक्शन मोटर	स्किरल. केज	415V,1.05A	1
2.	पीडब्ल्यूएम इन्वर्टर सेट	3-फेस	0-230V	1
3.	ए.सी. सप्लाय	-	230V	1
4.	पावर क्वालिटीविश्लेषक	डिजिटल	-	1

लिखित:-

वोल्टेज नियंत्रण:-

$$T \propto s V^2$$

निरंतर टॉर्क के लिए,

$$sV^2 = \text{कांस्टेंट}$$

$$s \propto 1/V^2$$

इसलिए स्टेटर वोल्टेज परिवर्तन द्वारा गति को बदला जा सकता है। यदि इसका रोटर प्रतिरोध उच्च है तो स्टेटर वोल्टेज के चरण समायोजन द्वारा इंडक्शन मोटर की गति का निरंतर नियंत्रण प्राप्त किया जा सकता है।

आवृत्ति नियंत्रण:

तीन चरण प्रेरण मशीन के लिए

$$N_s = \frac{120f}{P}$$

$$N_r = (1-s) N_s$$

रोटर की गति को स्लिप (s) या सिंक्रोनस गति (Ns) में परिवर्तन करके बदला जा सकता है। आवृत्ति नियंत्रण द्वारा

N_s को बदला जाता है और रोटार की गति में परिवर्तन होता है।

तीन बुनियादी विधियाँ हैं जिनके द्वारा परिवर्तनीय आवृत्ति आपूर्ति प्राप्त की जा सकती है।

- चर आवृत्ति मोटर अल्टरनेटर सेट.
- डीसी लिंक इन्वर्टर.
- साइक्लोकन्वर्टर.

स्थिरांक- V/f :

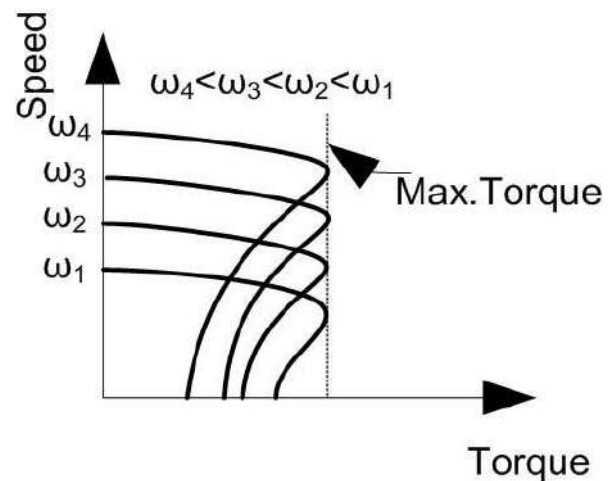
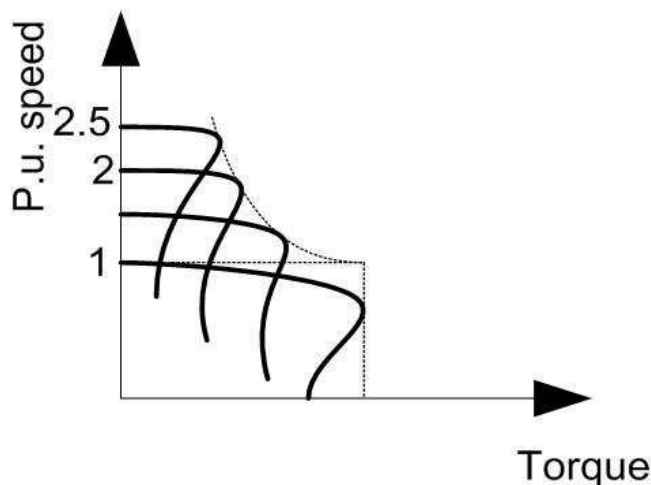
$$E = 4.44 K \phi f T_{ph}$$

$$E = V \text{ (स्टेटर प्रतिबाधा गिरावट की उपेक्षा)}$$

$$V/f = 4.44 K T_{ph} \phi$$

अभिव्यक्ति दर्शाती है कि रेटेड वोल्टेज और आवृत्ति संचालन के तहत, फ्लक्स रेटेड होगा। मामले में आपूर्ति आवृत्ति V स्थिरांक के साथ कम हो जाती है, वायु अंतराल प्रवाह बढ़ जाता है और चुंबकीय सर्किट संतृप्त हो जाता है। मोटर पैरामीटर गलत गति-टोर्क विशेषताओं के कारण बदल जाएंगे। इसके अलावा कम आवृत्तियों पर, प्रतिक्रिया कम होगी जिससे उच्च मोटर धारा, अधिक नुकसान और कम दक्षता होगी।

निरंतर वोल्टेज के साथ, यदि आपूर्ति आवृत्ति बढ़ाई जाती है, तो तुल्यकालिक गति और इसलिए मोटर की गति बढ़ जाती है। लेकिन, आवृत्तियों में वृद्धि के साथ, फ्लक्स और टॉर्क भी कम हो जाते हैं। निरंतर वोल्टेज और बढ़ी हुई आवृत्ति संचालन के साथ, एयर गैप फ्लक्स कम हो जाता है; इसलिए, इस नियंत्रण के दौरान इंडक्शन मोटर फील्ड-वीकनिंग मोड में काम कर रही है।



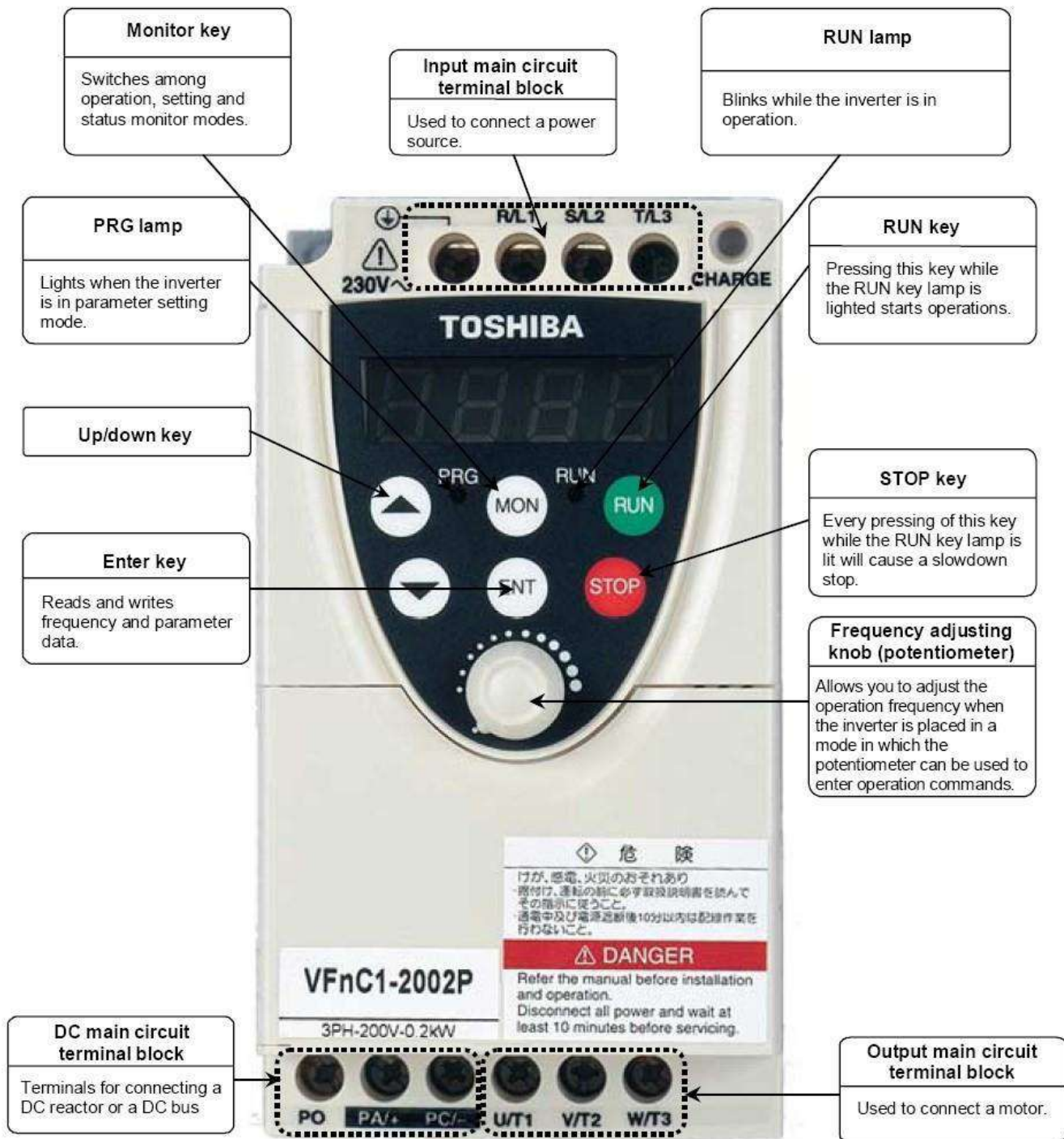
ϕ को स्थिर बनाए रखने के लिए, वोल्टेज को लागू किया जाना चाहिए या आवृत्ति बदलने के अनुपात में बदला जाना चाहिए और अधिकतम टॉर्क को भी स्थिर बनाए रखा जाना चाहिए। इंडक्शन मोटर की गति को v/f अनुपात स्थिर रखते हुए इसकी आपूर्ति आवृत्ति को अलग-अलग करके नियंत्रित किया जाता है। एक IGBT आधारित PWM इन्वर्टर का उपयोग एक परिवर्तनीय वोल्टेज परिवर्तनीय आवृत्ति ड्राइव के रूप में किया जाता है। परिवर्तनीय वोल्टेज परिवर्तनीय आवृत्ति ऐसी

को फील्ड वोल्टेज डीसी से सीधे प्राप्त किया जाता है जब IGBT आधारित इन्वर्टर को पल्स चौड़ाई मॉड्यूलेशन द्वारा नियंत्रित किया जाता है। डीसी आउटपुट प्राप्त करने के लिए फुल वेव ब्रिज रेक्टिफायर को 230 V 1-फेज एसी आपूर्ति दी जाती है। इस डीसी आउटपुट को पहले फ़िल्टर किया जाता है और IGBT आधारित PWM इन्वर्टर को आपूर्ति की जाती है

- (i) मल्टीपल पल्स
- (ii) एकल पल्स मॉड्यूलन
- (iii) साइनसॉइडल पल्स

तोशिबा VFnc1s-2007P

TOSHIBA VFnc1s-2007P औद्योगिक इन्वर्टर 0.75KW, 200V तीन-चरण प्रेरक मोटर्स ड्राइव के लिए रेट किया गया है।



बुनियादी संचालन

1. ऑपरेशन पैनल कुंजियों का उपयोग करके प्रारंभ और बंद करें

मोटर को चालू और बंद करने के लिए ऑपरेशन पैनल पर RUN और STOP कुंजियों का उपयोग करें।



: मोटर चालू हो जाती है

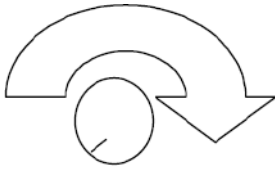


: मोटर रुक जाती है (धीमी गति से रुक जाती है)

2. आवृत्ति सेट करना

a. इन्वर्टर मुख्य इकाई पर पोटेंशियोमीटर का उपयोग करके आवृत्ति सेट करना

पोटेंशियोमीटर पर नॉच के साथ आवृत्ति सेट करें।



Move clockwise through the higher notches for the higher frequencies.

Since the potentiometer has hysteresis, its settings may change to some degree after the power is turned off and turned back on.

b. ऑपरेशन पैनल का उपयोग करके आवृत्ति सेट करना

ऑपरेशन पैनल से आवृत्ति सेट करें.

Key operated	LED display	Operation
	0.0	Displays the operation frequency. (When standard monitor display selection $F \ 7 \ 10 = 0$ is set to 0 [operation frequency])
 	50.0	Set the operation frequency.
	50.0 $\leftrightarrow$ FL	Press the ENTER key to save the operation frequency setting. FL and the frequency are displayed alternately.
 	60.0	Pressing the Δ key or the ∇ key will change the operation frequency even during operation.

ऑपरेशन आवृत्ति बदलने के बाद ENTER कुंजी दबाएं, अन्यथा यह सहेजा नहीं जाएगा, हालांकि यह प्रदर्शित होगा।

परिचालन स्थिति की निगरानी

स्थिति मॉनिटर मोड

इस मोड में, हम इन्वर्टर की संचालन स्थिति की निगरानी कर सकते हैं। सामान्य संचालन के दौरान संचालन स्थिति प्रदर्शित करने के लिए:

Setting procedure (eg. operation at 60Hz)

	Item displayed	Key operated	LED display	Communication No.	Description
Note 1			60.0		The operation frequency is displayed (during operation). (When the standard monitor display selection parameter F 7 10 is set at 0 [operation frequency])
	Parameter setting mode		RUH		The first basic parameter "History (RUH)" is displayed.
	Direction of rotation		F r - F	FE01	The direction of rotation is displayed. (F : forward run, r : reverse run)
	Operation frequency command		F 60.0	FE02	The operation frequency command value is displayed.
Note 2	Load current		c 80	FE03	The inverter output current (load current) is displayed. (Default setting : unit %)
Note 3	Input voltage		y 100	FE04	The inverter input (DC) voltage is displayed. (Default setting: unit %)
Note 3	Output voltage		P 100	FE05	The inverter output voltage is displayed. (Default setting: unit %)
	Torque current		c 80	FE20	The torque current at the occurrence of a trip is displayed in %.
	PI feedback		d 50	FE22	The PI feedback value at the occurrence of a trip is displayed. (Unit: frequency)
	Inverter load factor		L 80	FE27	The inverter load factor is displayed in %.
	Output power		H 80	FE30	The inverter output power is displayed in %.
	Operation frequency		o 60.0	FE00	The operation frequency is displayed.
	CPU1 version		u 11	FE08	The version of the CPU1 is displayed.
	CPU2 version		uc 01	FE73	The version of the CPU2 is displayed.
	Memory version		uE 01	FE09	The version of the memory mounted is displayed.

Note 4	Past trip 1		OC3 ⇔ 1	FE10	Past trip 1 (displayed alternately at 0.5-sec. intervals)
Note 4	Past trip 2		OH ⇔ 2	FE11	Past trip 2 (displayed alternately at 0.5-sec. intervals)
Note 4	Past trip 3		OP3 ⇔ 3	FE12	Past trip 3 (displayed alternately at 0.5-sec. intervals)
Note 4	Past trip 4		Err ⇔ 4	FE13	Past trip 4 (displayed alternately at 0.5-sec. intervals)
Note 5	Cumulative operation time		t0.01	FE14	The cumulative operation time is displayed. (0.01 corresponds to 1 hours.)
	Default display mode		60.0		The operation frequency is displayed (during operation).

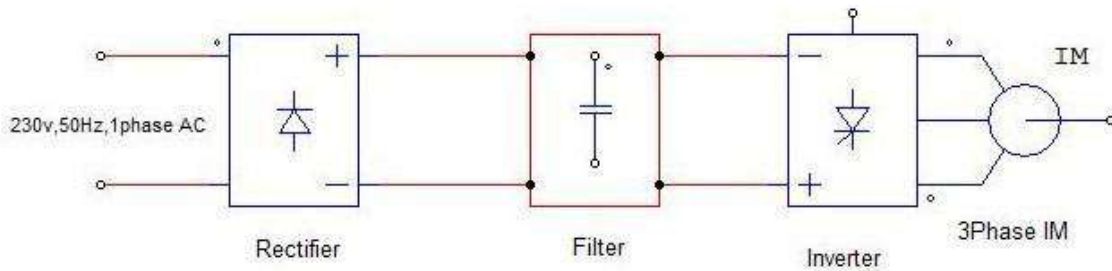
नोट 1: स्थिति मॉनिटर मोड में प्रदर्शित आइटम बदलने के लिए या कुंजी दबाएँ।

नोट 2: वर्तमान इकाई चयन पैरामीटर या वोल्टेज इकाई चयन पैरामीटर के साथ, आप क्रमशः प्रतिशत और एम्पीयर (ए) के बीच करंट के लिए या प्रतिशत और वोल्ट (वी) के बीच वोल्टेज के लिए चुन सकते हैं।

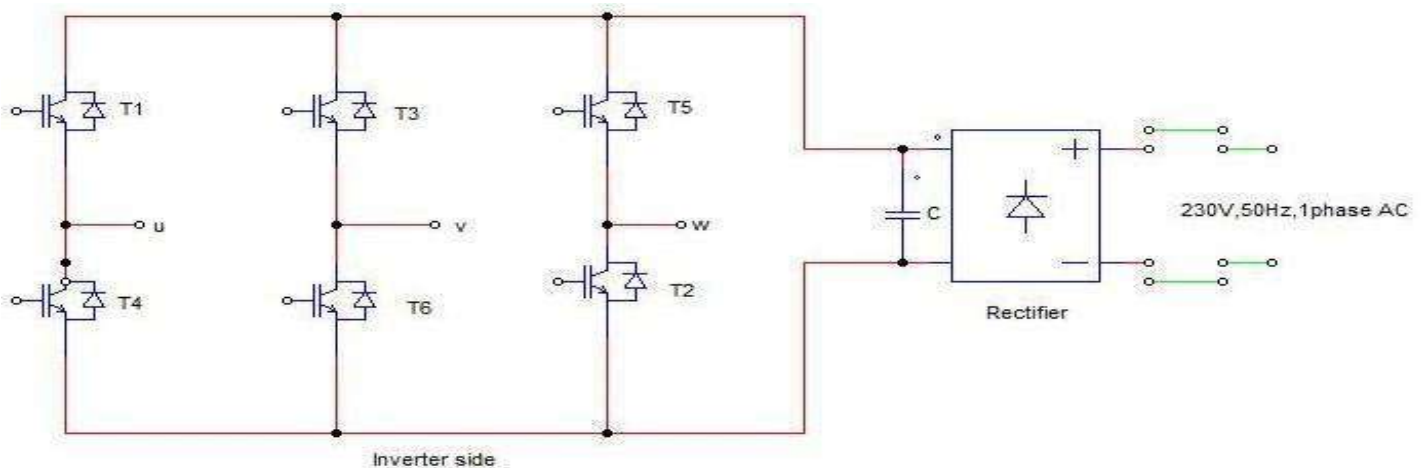
नोट 3: प्रदर्शित इनपुट (डीसी) वोल्टेज रेक्टिफाइड डीसी इनपुट वोल्टेज से $1/\sqrt{2}$ (2) गुना बड़ा है। नोट 4: त्रुटि की अनुपस्थिति दिखाने के लिए प्रदर्शित किया जाता है।

नोट 5: संचयी संचालन समय केवल तभी बढ़ता है जब मशीन चालू होती है।

ब्लॉक आरेख



सर्किट आरेख



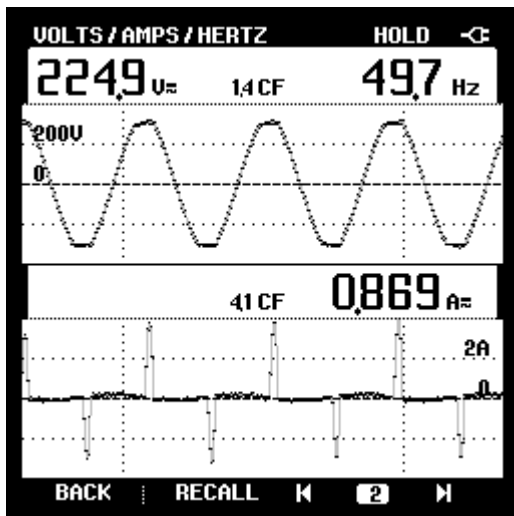


Fig.1. Vs and Is

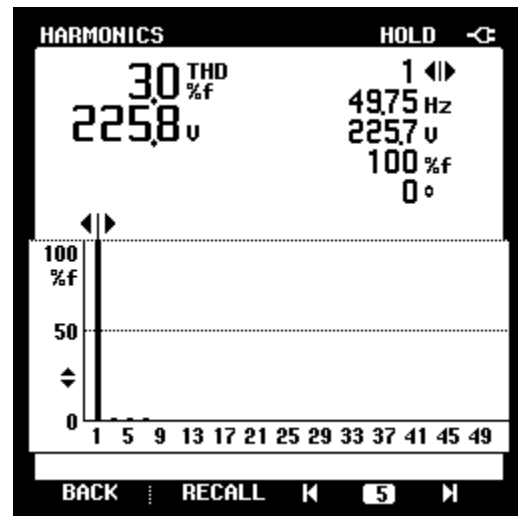


Fig.2. Harmonic Spectrum of Vs

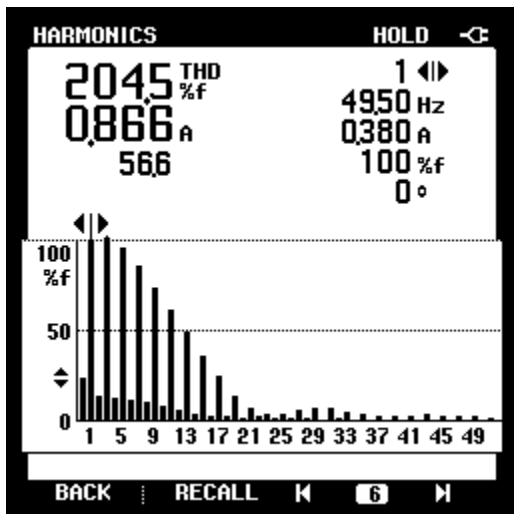


Fig.3. Harmonic Spectrum of Is

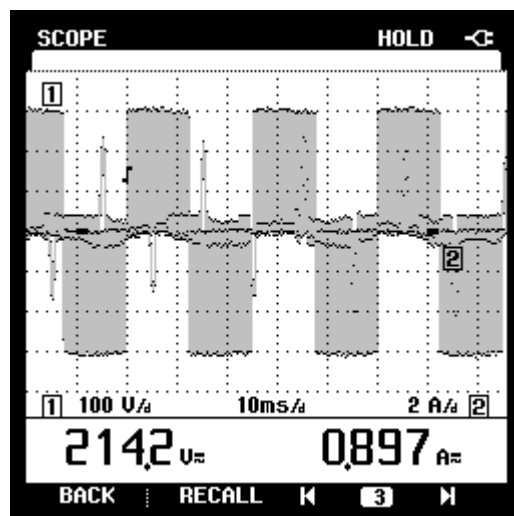


Fig.4. VO at 40 Hz

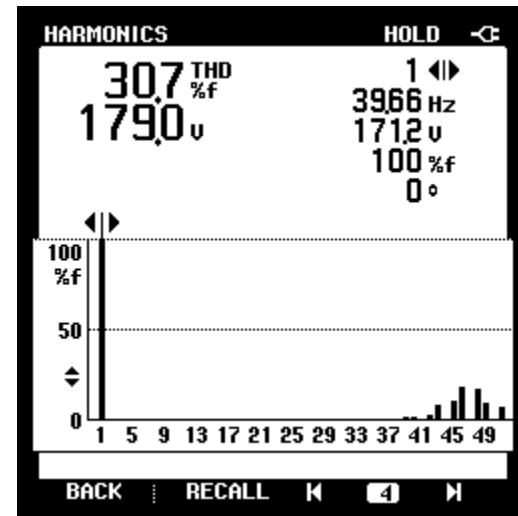


Fig.5. Harmonic Spectrum of VO at 40Hz

अवलोकन तालिका:-

Sl.No	Vs (V)	Is (A)	Is THD (%)	fs (Hz)	Vuv (V)	Vuv THD (%)	fo (Hz)	Speed (rpm)
1.	223	0.2475	196	49.5	224	20.5	50	1498
2.	225	0.2242	204	49.7	214	30.7	40	1180
3.	224	0.2125	208	49.8	146	12	30	900
4.	224	0.2	212	49.9	103.5	10	20	610
5.	225	0.1725	222	50	69	7	10	310

प्रक्रिया:-

- आईजीबीटी आधारित पीडब्ल्यूएम इन्वर्टर के फ्रंट पैनल का अध्ययन करें।
- सर्किट को जोड़ें।
- ड्राइव में 230V AC इनपुट टर्मिनल से 230V Ac आपूर्ति को कनेक्ट करें।
- स्पीड पोटेंशियोमीटर को न्यूनतम गति पर रखें।
- एमसीबी चालू करें और ड्राइव डिस्प्ले दिखाई देगा।
- अपना स्विच दबाएं और गति पोटेंशियोमीटर बदलें।
- अमीटर और वोल्टमीटर की रीडिंग नोट करें।
- पावर क्वालिटी विश्लेषक का उपयोग करके तरंगरूप और हार्मोनिक स्पेक्ट्रम प्राप्त करें।

परिणाम:-

आईजीबीटी आधारित पीडब्ल्यूएम इन्वर्टर का उपयोग करके 3- ϕ इंडक्शन मोटर के गति नियंत्रण का अध्ययन किया और वोल्टेज और करंट के विभिन्न तरंगों और हार्मोनिक स्पेक्ट्रम प्राप्त किए।

Exp no. 5:- Study and operation of Siemens SIMOREG DC master drive.

TABLE OF CONTENTS

1. INTRODUCTION	2
1.1 OPERATOR CONTROL PANEL	2
1.2 LED DISPLAYS	3
2. PARAMETERIZATION PROCEDURE	4
2.1 PARAMETER TYPES	4
2.1.1 Parameterization on simple operator control panel	4
2.2 RESET TO DEFAULT VALUE AND ADJUST OFFSET	6
2.2.1 Execution of function	6
3. WORKING	7
3.1 START UP PROCEDURE	7
3.2 MANUAL OPTIMIZATION	12
3.2.1 Manual setting of armature resistance R_a & armature inductance L_a	12
3.2.2 Manual setting of field circuit resistance R_f	14
4. TECHNICAL DATA	15
APPENDIX EMC	17

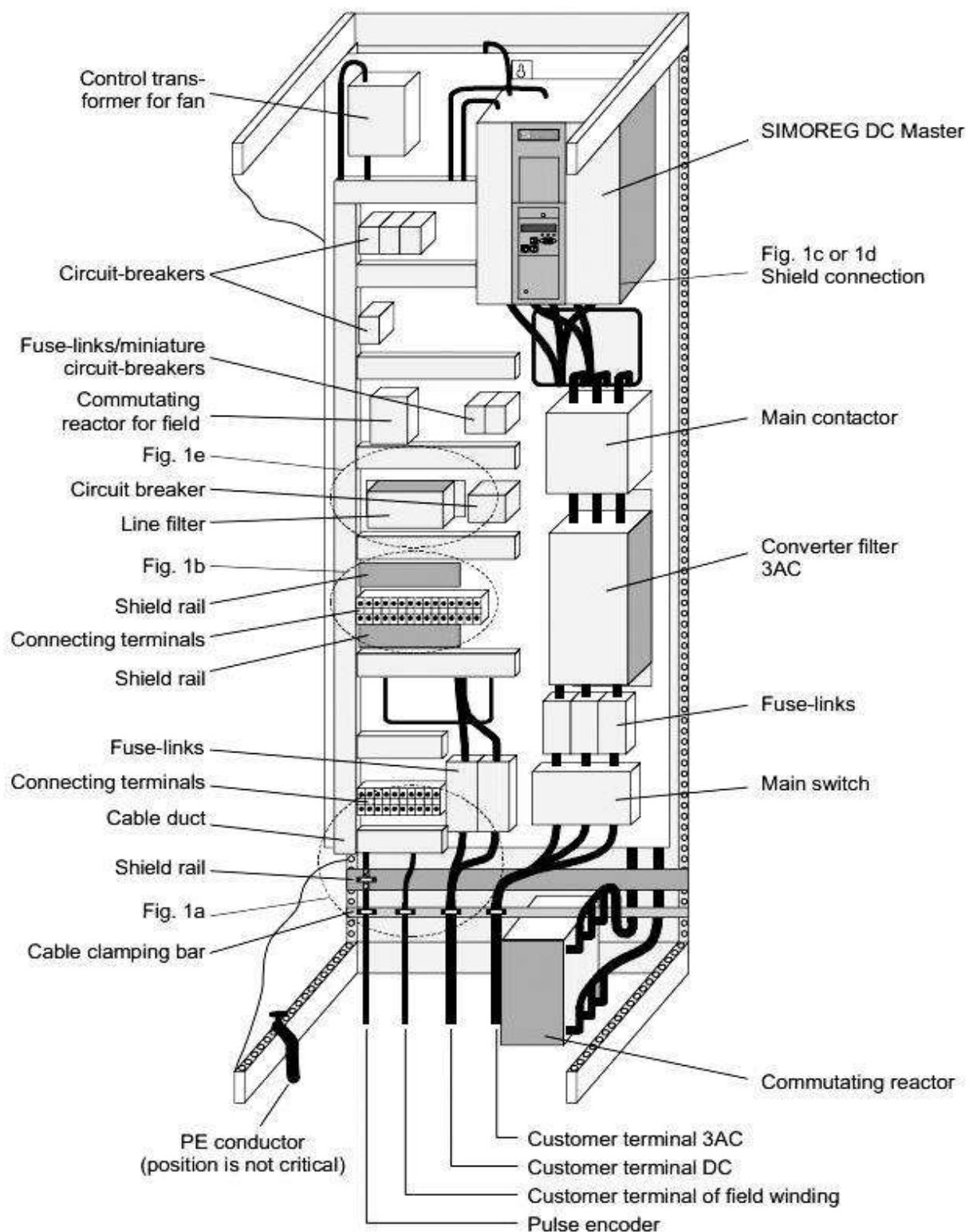
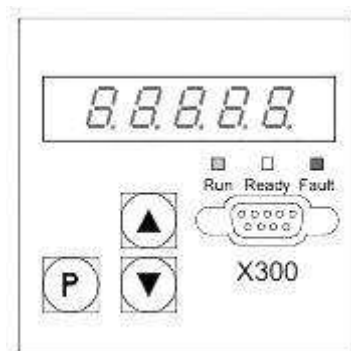


FIG.1. Example of a cabinet design with a SIMOREG DC Master 15 A to 850 A

1. INTRODUCTION

1.1 OPERATOR CONTROL PANELS

The simple operator control panel is mounted in the converter door and consists of a 5-digit, 7-segment display with three status display LEDs and three parameterization keys below. All adjustments and settings that need to be undertaken for the purpose of start-up can be made on the simple control panel.



Pkey:-

- Switches over between parameter number (parameter mode), parameter value (value mode) and index number (index mode) on indexed parameters.
- Acknowledges active fault messages.
- P and RAISE keys to switch a fault message and alarm to the background.
- P and LOWER key to switch a fault message and alarm from the background back to the foreground display on the

UP key (▲):-

- Selects a higher parameter number in parameter mode. When the highest number is displayed, the key can be pressed again to return to the other end of the number range (i.e. the highest number is thus adjacent to the lowest number).
- Increases the selected and displayed parameter value in value mode.
- Increases the index in index mode (for indexed parameters)
- Accelerates an adjustment process activated with the DOWN key (if both keys are pressed at the same time).

DOWN key (▼):-

- Selects a lower parameter number in parameter mode. When the lowest number is displayed, the key can be pressed again to return to the other end of the number range (i.e. the lowest number is thus adjacent to the highest number).
- Decreases the selected and displayed parameter value in value mode.
- Decreases the index in index mode (for indexed parameters)

- Accelerates an adjustment process activated with the UP key (if both keys are pressed at the same time).

1.2 LED displays

Run green LED

LED illuminated —————> in “Torque direction active” state (MI, MII, and M0).

Ready yellow LED

LED illuminated —————> in “Ready” state

Fault red LED

LED illuminated —————> in “Fault signal present”

LED flashing —————> an alarm is active

M0 —————> No torque direction active

MI —————> Torque direction I active (MI)

MII —————> Torque direction II active (MII)

2. PARAMETERIZATION PROCEDURE

Parameterization is the process of changing setting values (parameters) via the operator panel, activating converter functions or displaying measured values. Parameters for the basic converter are called P, r, U or n parameters. Parameters for an optional supplementary board are called H, d, L or c parameters. The basic unit parameters are displayed first on the PMU, followed by the technology board parameters (if such a board is installed). Depending on how parameter P052 is set, only some parameter numbers are displayed. Selection of display parameters based on the value

If set to **0** displays only parameters that are not set to original factory settings

If set to **1** displays only parameters for simple applications

If set to **3** displays all parameters used

2.1 PARAMETER TYPES:

Display parameters are used to display current quantities such as the main setpoint, armature voltage, set point/actual value difference of speed controller, etc. The values of display parameters are read-only values and cannot be changed.

Setting parameters are used to display and change quantities such as the rated motor current, thermal motor time constant, speed controller P gain, etc.

Indexed parameters are used to both display and change several parameter values which are all assigned to the same parameter number.

2.1.1 Parameterization on simple operator control panel

After the electronics supply voltage has been switched on, the PMU is either in the operational display state and indicating the current operating status of the SIMOREG 6RA70 (e.g. o7.0), or in the fault/alarm display state and indicating a fault or alarm (e.g. F021).

1. To reach the parameter number level from the operational display state (e.g. o7.0), press the P key and then the <Up> or <Down> key to select individual parameter numbers.
2. To reach the parameter index level (for indexed parameters) from the parameter number level, press P and then the <Up> or <Down> key to select individual indices. If you press P when a non-indexed parameter is displayed, you go directly to the parameter value level.
3. To reach the parameter value level from the parameter index level (for indexed parameters), press P.
4. On the parameter value level, you can change the setting of a parameter value by pressing the <Up> or <Down> key.

NOTE:-

Parameters can be altered only if the following conditions are fulfilled:

- The appropriate access authorization is set in key parameter P051, e.g. "40"

- The converter is the correct operational state. Parameters with characteristic “offline” cannot be changed when the converter is in the “Run” (online) state. To change parameters with this characteristic, switch the converter to the ≥ 0.0 status (“Ready”).
- The values of display parameters can never be changed (read only)

5. Manual shifting

If the 5 existing digits on the 7-segment display are not sufficient to display a parameter value, the display first shows just 5 digits (see Fig. 2). To indicate that digits are concealed to the right or left of this “window”, the right-hand or left-hand digit flashes. By pressing the <P> + <Down> or <P> + <Up> key, you can shift the window over the remaining digits of the parameter value. As an orientation guide, the position of the right-hand digit within the overall parameter value is displayed briefly during manual shifting.

Example:- Parameter value “208.173”

“208.17” is displayed when the parameter is selected. When the P and LOWER keys are pressed, “1” appears briefly followed by “08.173”, i.e. the right-hand digit 3 is the 1st position in the parameter value. When the P and RAISE keys are pressed, “2” appears briefly followed by “208.17”, i.e. the right-hand digit 7 is the 2nd position in the parameter value.

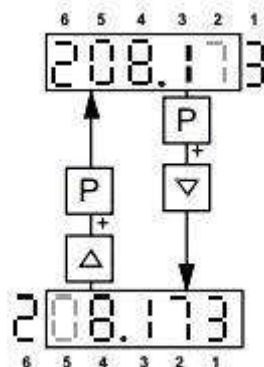


FIG.2. Shifting the PMU display for parameter values with more than 5 digits

6. Press the P key to return to the parameter number level from the parameter value level. Tables 1 and 2 show an overview of displays which may appear on the PMU:

		Parameter number e. g.	Index e. g.	Parameter value e. g.
Display parameters	Basic unit	r000 or n000	, 00	°0009
	Technology	d000 or c000		
Setting parameters	Basic unit	P05 or U05	, 00	-2.08
	Technology	H002 or L002		

TABLE 1: Display of visualization and setting parameters on the PMU

	Actual value	Parameter value not (currently) possible	Alarm	Fault
Display	-208	----	R022	F006

TABLE 2: Status displays on the PMU

2.2 RESET TO DEFAULT VALUE AND ADJUST OFFSET

Restoring parameters values to defaults (works settings) and performing an internal converter offset adjustment. The "Restore factory setting" function must be executed after every software update if the converter software has been updated from version 1.0 or 1.1. With converter SW version 1.2 and later, it is no longer necessary to execute "Restore factory settings" after a software update because the parameter settings prior to the update remain valid. The "Restore to default" function can be executed if a defined basic setting is to be established, e.g. in order to carry out a complete new start-up operation.

NOTE:-

When the "Restore to default" function is activated, all parameters set for a specific installation are overwritten (deleted). We therefore recommend that all old settings be read out beforehand with Drive Monitor and stored on a PC or programmer. "Restore to default" must be followed by a completely new start-up operation or else the converter will not be "ready" with respect to safety.

2.2.1 Execution of function:-

1. Set parameter P051 = 21
2. Transfer parameter values to the non-volatile memory. The parameter values are stored in non-volatile storage (EEPROM) so that they will still be available when the converter is switched off. This operation takes at least 5 s (but may also last several minutes). The number of the parameter currently being processed is displayed on the PMU during the process. The electronics power supply must remain connected while this operation is in progress.
3. Offset adjustments Parameter P825.ii is set (takes approx. 10 s). The offset adjustment can also be activated as an individual function by means of parameter P051 = 22.

3. WORKING

3.1 START UP PROCEDURE

1. Access authorization

P051 . . . Key parameter

0 Parameter cannot be changed

40 Parameter can be changed

P052 . . . Selection of parameters to be displayed

0 Only parameters that are not set to default are visible

3 All parameters are visible

2. Adjustment of converter rated currents

The rated converter armature DC current must be adapted by the setting in parameter P076.001 (in %) or parameter P067, if:

$$\frac{\text{Max. armature current}}{\text{Rated armature current}} < 0.5$$

The rated converter field DC current must be adjusted by the setting in parameter P076.002 (in %)if:

$$\frac{\text{Max. field current}}{\text{Rated converter field DC current}} < 0.5$$

3. Adjustment to actual converter supply voltage

P078.001 . . . Supply voltage for armature circuit (in volts)

P078.002 . . . Supply voltage for field circuit (in volts)

4. Input of motor data

The motor data as given on the motor rating plate must be entered in parameters P100, P101, P102, P114.

P100 . . . Rated armature current (in amps)

P101 . . . Rated armature voltage (in volts)

P102 . . . Rated field current (in amps)

P114 . . . Thermal time constant of motor (in minutes)

5. Actual speed sensing data

5.1 operation with analog tacho

P083 = 1: The actual speed is supplied from the “Main actual value” channel (K0013) (terminals XT.103, XT.104)

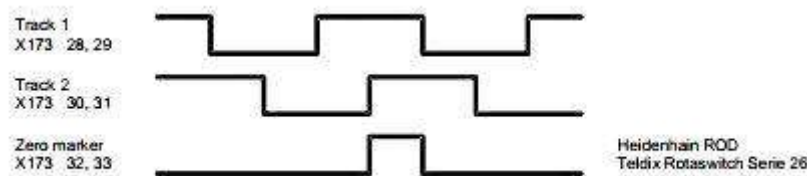
P741 Tacho voltage at maximum speed (– 270,00V to +270,00V)

5.2 operation with pulse encoder

- P083 = 2: The actual speed is supplied by the pulse encoder (K0040)
- P140 Selecting a pulse encoder type (pulse encoder types see below)
- 0 No encoder/"Speed sensing with pulse encoder" function not selected
 - 1 Pulse encoder type 1
 - 2 Pulse encoder type 1a
 - 3 Pulse encoder type 2
 - 4 Pulse encoder type 3

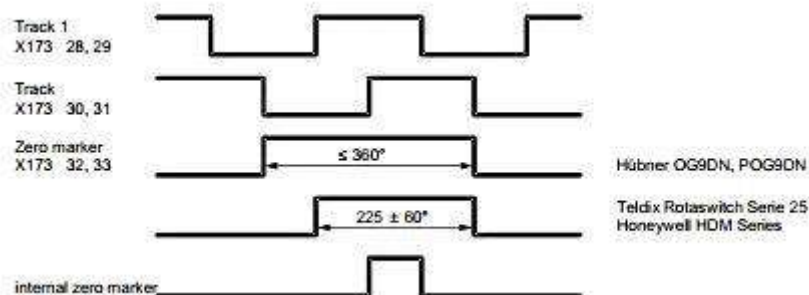
Pulse encoder type1

Encoder with two pulse tracks mutually displaced by 90° (with/without zero marker)



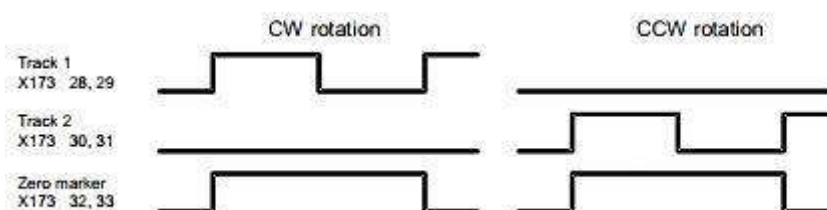
Pulse encoder type 1a

Encoder with two pulse tracks mutually displaced by 90° (with/without zero marker). Zero marker is converted internally to a signal in the same way as on encoder type 1.



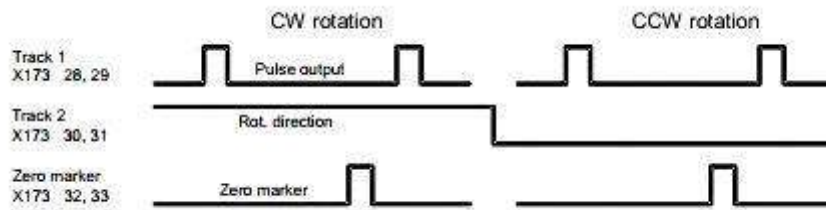
Pulse encoder type 2

Encoder with one pulse track per direction of rotation (with/without zero marker).



Pulse encoder type 3

Encoder with one pulse track and one output for direction of rotation (with/without zero marker).



P141 Number of pulses of pulse encoder (in pulses/rev)

P142 Matching to pulse encoder signal voltage

0 Pulse encoder outputs 5 V signals

1 Pulse encoder outputs 15V signals

P143 Setting the maximum speed for pulse encoder operation (in pulses/rev). The speed set in this parameter corresponds to an actual speed (K0040) of 100%. Matching of internal operating points to signal voltage of incoming pulse encoder signals.

5.3 operation without tacho(EMF control)

P083 = 3: The actual speed is supplied from the “Actual EMF” channel (K0287), but weighted with P.

P115 EMF at maximum speed (1.00 to 140.00% of rated converter supply voltage (r078.001))

5.4 freely wired actual value

P083 = 4: The actual value input is defined with P609.

P609 Number of connector to which actual speed controller value is connected.

6. Field data

6.1 field control

P082 = 0: Internal field is not used (e.g. with permanent-field motors)

P082=1:The field is switched together with the line contactor (field pulses are enabled/disabled when line contactor closes/opens)

P082 = 2: Automatic connection of standstill field set via P257 after a delay parameterized via P258, after operating status o7 or higher has been reached

P082 = 3: Field current permanently connected

6.2 field weakening

P081 = 0: No field weakening as a function of speed or EMF

P081 = 1: Field weakening operation as a function of internal EMF control so that, in the field weakening range, i.e. at speeds above rated motor speed (= “threshold speed”), the motor EMF is maintained constantly at set point $EMF_{set} (K289) = P101 - P100 * P110$.

7. Selection of basic technological functions

7.1 current limits

P171 Motor current limit in torque direction I (in% of P100)

P172 Motor current limit in torque direction II (in% of P100)

7.2 torque limits

P180 Torque limit 1 in torque direction I (in % of rated motor torque)

P181 Torque limit 1 in torque direction II (in % of rated motor torque)

7.3 ramp function generator

P303 Acceleration time 1 (in seconds)

P304 Deceleration time 1 (in seconds)

P305 Initial rounding 1 (in seconds)

P306 Final rounding 1 (in seconds)

8. execution of optimization runs

8.1 the drive must be in operating state o7.0 or o7.1(enter shutdown

8.2 select one of the following optimization runs in key parameter P051:

P051 = 25 Optimization run for precontrol and current controller for armature and field.

P051 = 26 Speed controller optimization run can be preceded by selection of the degree of dynamic response of the speed control loop with P236, where lower values produce a softer controller setting.

P051 = 27 Optimization run for field weakening.

P051 = 28 Optimization run for compensation of friction moment and moment of inertia.

8.3 the SIMOREG converter switches to operating state o7.4 for several seconds and then to o7.1 and waits for the input of SWITCH-ON and OPERATING ENABLE.

Enter the commands SWITCH-ON and OPERATING ENABLE.

The flashing of the decimal point in the operational status display on the PMU (simple operator control panel) indicates that an optimization run will be performed after the

switch-on command. If the switch-on command is not given within 30 s, this waiting status is terminated and fault message F052 displayed.

- 8.4** As soon as the converter reaches operating status $< 0.1.0$ (RUN), the optimization run is executed. An activity display appears on the PMU, consisting of two 2-digit numbers, separated by a bar that moves up and down. These two numbers indicate (for SIEMENS personnel) the current status of the optimization run.

P051 = 25 Optimization run for precontrol and current controller for armature and field (process lasts approximately 40s). The current controller optimization run may be executed without a mechanical load coupled to the motor; it may be necessary to lock the rotor. The following parameters are set automatically: P110, P111, P112, P155, P156, P255, P256, P826.

NOTE:

Permanently field motors (and motors with an extremely high remanence) must be mechanically locked during this optimization run.

P051 = 26 Speed controller optimization run (process lasts approximately 6s). P228. The following parameters are set automatically: P225, P226 and P228.

NOTE:

The speed controller optimization run takes only the filtering of the actual speed controller value parameterized in P200 into account and, if P083=1, filtering of the main actual value parameterized in P745. When $P200 < 20\text{ms}$, P225 (gain) is limited to a value of 30.00. The speed controller optimization run sets P228 (speed setpoint filter) to the same value as P226 (speed controller integration time) (for the purpose of achieving an optimum control response to abrupt setpoint changes).

If field weakening is selected ($P081 = 1$), if closed-loop torque control ($P170=1$) or torque limiting ($P169=1$) is selected or if a variable field current setpoint is applied.

P051 = 27 Optimization run for field weakening (process lasts approx. 1min) . The following parameters are set automatically: P117 to P139, P275 and P276.

NOTE:

In order to determine the magnetization characteristic, the field current setpoint is reduced during the optimization run from 100% of the motor rated field current as set in P102 down to a minimum of 8%. The field current setpoint is limited to a minimum according to P103 by parameterizing P103 to values $< 50\%$ of P102 for the duration of the run. This might be necessary in the case of uncompensated motors with a very high armature reaction.

The magnetizing characteristic is approximated linearly to 0, starting from the measuring point, at a minimum field current setpoint. To execute this optimization run, the minimum field current (P103) must be parameterized to less than 50% of the rated motor field current (P102).

P051 = 28 Optimization run for compensation of friction moment and moment of inertia (if desired) (process lasts approx. 40s). The following parameters are set automatically: P520 to P530, P540. On completion of this run, the friction and inertia moment compensation function must be activated manually by setting P223=1. When the operating mode is switched from current control to torque control with P170, the optimization run for friction and inertia moment compensation must be repeated.

NOTE :

The speed controller may not be parameterized as a pure P controller or as a controller with droop when this optimization run is executed.

8.5 At the end of the optimization run, P051 is displayed on the operator panel and the drive switches to operating state o7.2.

3.2 MANUAL OPTIMIZATION (if required)

3.2.1 Manual setting of armature resistance R_a (p110) & armature inductance L_a (P111)

- **Setting of armature circuit parameters according to motor list**

Disadvantage: The data is very inaccurate and/or the actual values deviate significantly. The feeder resistances are not taken into account in the armature circuit resistance. Additional smoothing reactors and feeder resistances are not taken into account in the armature circuit inductance.

- **Rough estimation of armature circuit parameters from motor and supply data**

Armature circuit resistance P110

$$R_a(\Omega) = \frac{\text{Rated armature voltage[V]}(P101)}{10 * \text{Rated motor armature current[A]}(P100)}$$

The basis for this formula is that 10% of the rated armature voltage drops across armature circuit resistor R_a at rated armature current.

Armature circuit inductance P111

$$L_a(\text{mH}) = \frac{1.4 * \text{Rated converter supply voltage of armature power sec. [V]}(P071)}{\text{Rated motor armature current[A]}(P100)}$$

The basis for this formula is the empirical value: The transition from discontinuous to continuous current is at approx. 30% of the rated motor armature current.

- **Calculation of armature circuit parameters based on current/voltage measurement**

- Select current-controlled operation: P084=2
- Set parameter P153=0 (precontrol deactivated)
- The field must be switched off by setting P082=0 and, in the case of excessively high residual flux, the rotor of the DC motor locked so that it cannot rotate.
- Set the overspeed protection threshold P354=5%
- Enter a main setpoint of 0
- If "ENABLE OPERATION" is applied and the "SWITCH ON" command entered, an armature current of approximately 0% now flows.

- **Calculation of armature circuit resistance P110 from measured armature current and armature voltage values**

- Increase the main setpoint (displayed at r001) slowly until the actual armature current value (r019 in % of rated converter armature current) reaches approximately 70% of the rated motor armature current.
- Read out r019 (actual armature current value) and convert to amps (using P100).
- Read out r038 (actual armature voltage in volts).
- Calculate the armature circuit resistance:

$$R_a(\Omega) = \frac{r038}{r019(\text{converted to amps})}$$

- Set the armature circuit resistance in parameter P110

- **Calculation of armature circuit inductance P111 from measured armature current at transition from discontinuous to continuous current**

- Make an oscilloscope trace of the armature current (e.g. at terminal 12) Increase the main setpoint (displayed at r001) slowly starting from 0 until the armature current reaches the transition from discontinuous to continuous current.
- Measure armature current at transition (at standstill EMF=0) I_{LG} , EMF=0 or read out the value of r019 and convert to amps using P100.
- Measure the phase-to-phase voltage of the armature power section U_{supply} or read out the value of r015.
- Calculate the armature circuit inductance using the following formula:

$$L_a(\text{mH}) = \frac{0.4 * U_{supply}[\text{V}]}{I_{LG, EMF = 0}[\text{A}]}$$

- Set the armature circuit inductance in parameter P111.

3.2.2 Manual setting of field circuit resistance $R_f(P112)$

- **Rough estimation of field circuit resistance $R_f(P112)$ from motor rated field data**

$$R_f(\Omega) = \frac{\text{Rated motor field voltage}}{\text{Rated motor field current}(P102)}$$

- **Adapt the field circuit resistance $R_f(P112)$ using a field current setpoint/actual value comparison**
 - Set parameter **P112=0** to produce a 180° field precontrol output, and thus an actual field current value = 0
 - Set parameter **P082=3** to ensure that the field remains permanently energized, even when the line contactor has dropped out
 - Set parameters **P254=0** and **P264=0**, i.e. only field precontrol active and field current controller disabled
 - Set parameter **P102** to the rated field current
 - **Increase** parameter **P112** until the actual field current (r035 converted to amps by means of r073.002) is equal to the required setpoint (P102).
 - Reset parameter **P082** to the plant operating value.

4. TECHNICAL DATA

30A to 125A converters, 3AC 400V/575V,1Q

Order no.	6RA70..-6S22					
	18-6D	25-6D	28-6D	31-6D	25-6G	31-6G
Rated supply voltage V	3AC 400 (+15% / -20%)				3AC 575 (+10% / -20%)	
Rated input armatre current A	25	50	75	104	50	104
Rated supply voltage V Electronics power supply	2 AC 380(-25%) to 460(+15%) ; I _n =1A or 1AC 190(-25%) to 230(+15%) ; I _n =2A or (-35% for 1min)					
Rated supply voltage field V	2 AC 400(+15% /-20%) 2AC 460(+10%)					
Rated frequency Hz	Converters self adapt to the frequency of the available supply voltage in the range of 45Hz to 65Hz (armature and field are independent)					
Rated DC voltage V	485				690	
Rated DC current A	30	60	90	125	60	125
Over load capabilty	Max. 150% of rated DC current					
Rated output Kw	14.5	29	44	61	41	86
Power loss at radted DC current W	163	240	347	400	265	454
Rated DC voltage field V	Max.325/375					
Rated DC field current A	5	10				
Operational ambient temp °C	0 to 45 at I _{rated} , self cooled					
Storage and transport temp °C	-25 to 70					
Installation altitude above sea level	≤ 1000m at rated DC current					
Control stability	Δn = 0.006% of rated motor speed, va;id for pulde encoder operation and digital set point Δn = 0.1% of rated motor speed, valid for analog tachometer or analog set point					
Environmental class DIN IEC 721-3-3	3k3					
Degree of protect. DIN 40050 IEC 144	IP00					
Weights Kg	11	14	14	16	14	16

15A to 125 A converters, 3AC 400V/575V,4Q

Order no.	6RA70..-6.V62 13-6D 18-6D 25-6D 28-6D 31-6D 25-6G 31-6G							
Rated supply voltage V	3AC 400 (+15% / -20%)						3AC 575 (+10% / -20%)	
Rated input armatre current A	13	25	50	75	104	50	104	
Rated supply voltage V Electronics power supply	2 AC 380(-25%) to 460(+15%) ; I _n =1A or 1AC 190(-25%) to 230(+15%) ; I _n =2A or (-35% for 1min)							
Rated supply voltage field V	2 AC 400(+15% /-20%) 2AC 460(+10%)							
Rated frequency Hz	Converters self adapt to the frequency of the available supply voltage in the range of 45 to 65Hz (armature and field are independent)							
Rated DC voltage V	420					600		
Rated DC current A	15	30	60	90	125	60	125	
Over load capabilty	Max. 150% of rated DC current							
Rated output Kw	6.3	12.6	25	38	52.5	36	75	
Power loss at radted DC current W	117	163	240	312	400	265	4550	
Rated DC voltage field V	Max.325/375							
Rated DC field current A	3	5	10					
Operational ambient temp °C	0 to 45 at I _{rated} , self cooled							
Storage and transport temp °C	-25 to 70							
Installation altitude above sea level	≤ 1000m at rated DC current							
Control stability	Δn = 0.006% of rated motor speed, va;id for pulde encoder operation and digital set point Δn = 0.1% of rated motor speed, valid for analog tacho or analog set point							
Environmental class DIN IEC 721-3-3	3k3							
Degree of protect. DIN 40050 IEC 144	IP00							
Weights Kg	11	11	14	14	16	14	16	

APPENDIX

EMC:

EMC stands for "electromagnetic compatibility" and defines the capability of a piece of equipment to operate satisfactory in an electromagnetic environment without itself causing electromagnetic disturbances that would adversely affect other items of equipment in its vicinity. Thus, different items of equipment must not adversely affect one another.

EMC is dependent on two characteristics of the equipment/units involved, i.e. radiated noise and noise immunity. Items of electrical equipment can either be fault sources (transmitters) and/or noise receivers. Electromagnetic compatibility exists if the fault sources do not adversely affect the function of the noise receivers. An item of equipment can be both a fault source and a fault receiver. For example, the power section of a converter must be regarded as a fault source and the control section as a noise receiver.

LIMIT VALUES

Electrical drives are governed by Product Standard EN 61800-3. According to this standard, it is not necessary to implement all EMC measures for industrial supply networks. Instead, a solution adapted specifically to the relevant environment can be applied. Accordingly, it may be more economical to increase the interference immunity of a sensitive device rather than implementing noise suppression measures for the converter. Thus, solutions are selected depending on their cost-effectiveness.

SIMOREG CONVERTERS IN INDUSTRIAL APPLICATIONS

SIMOREG DC Master Converters are designed for industrial applications (industrial low-voltage supply system, i.e. a system that does not supply domestic households). Noise immunity defines the behaviour of a piece of equipment when subjected to electromagnetic disturbance. The Product Standard regulates the requirements and assessment criteria for the behaviour of equipment in industrial environments.

In an industrial environment, equipment must have a high level of noise immunity whereas lower demands are placed on noise radiation. SIMOREG DC Master converters are components of an electrical drive system in the same way as contactors and switches. Properly qualified personnel must integrate them into a drive system. Limit values can only be maintained if these components are installed and mounted in the correct way. In order to limit the radiated noise according to limit value "A1", the appropriate radio interference suppression filter and a commutating reactor are required in addition to the converter itself. Without an RI suppression filter, the noise radiated by SIMOREG DC Master Converters exceeds limit value "A1" as defined by EN55011.

NOTE

- ❖ If the drive forms part of a complete installation, it does not initially have to fulfill any requirements regarding radiated noise. However, EMC legislation requires the installation as a whole to be electromagnetically compatible with its environment.
- ❖ If all control components in the installation (e.g. PLCs) have noise immunity for industrial environments, it is not necessary for each drive to meet limit value "A1" in its own right.

Generally non-grounded supply systems are used in a number of industrial sectors in order to increase plant availability and also in the event of a ground fault, no fault current flows so that the plant can still produce. When RI suppression filters are installed, however, a ground fault does cause a fault current to flow, resulting in shutdown of the drives and, in some cases, destruction of the suppression filter. For this reason, the Product Standard does not define limit values for these supply systems. From the economic viewpoint, RI suppression should, if required, be implemented on the grounded primary side of the supply transformer.

EMC PLANNING

If two units are not electromagnetically compatible, you can either reduce the noise radiated by the noise source, or increase the noise immunity of the noise receiver. Noise sources are generally power electronics units with high power consumption. To reduce the radiated noise from these units, complex, costly filters are required. Noise receivers are predominantly control equipment and sensors including evaluation circuitry. Increasing the noise immunity of less powerful equipment is generally easier and cheaper. In industrial environments, the EMC of the equipment used must be based on a well-balanced mixture of noise radiation and noise immunity. The most cost-effective RI suppression measure is the physical separation of noise sources and noise receivers, assuming that it has already been taken into account when designing the machine/plant. The first step is to define whether each unit is a potential noise source (noise radiator or noise receiver). Fig.1. shows an example component layout in a control cabinet.

RULES FOR PROPER EMC INSTALLATION

Rule 1: All the metal components in the cabinet must be conductively connected over a large surface area with one another (not paint on paint!). Serrated or contact washers must be used where necessary. The cabinet door should be connected to the cabinet through the shortest possible grounding straps

Rule 2: Contactors, relays, solenoid valves, electromechanical hour's counters, etc. in the cabinet, and, if applicable, in adjacent cabinets, must be provided with quenching elements, for example, RC elements, varistors, and diodes. These devices must be connected directly at the coil.

Rule 3: Signal cables should enter the cabinet at only one level wherever possible.

Rule 4: Unshielded cables in the same circuit (incoming and outgoing conductors) must be twisted where possible, or the area between them kept as small as possible in order to prevent unnecessary coupling effects.

Rule 5: Connect spare conductors to the cabinet ground at both ends to obtain an additional shielding effect.

Rule 6: Avoid any unnecessary cable lengths in order to reduce coupling capacitances and inductances.

Rule 7: Crosstalk can generally be reduced if the cables are installed close to the cabinet chassis ground. For this reason, wiring should not be routed freely in the cabinet, but as close as possible to the cabinet frame and mounting panels. This applies equally to spare cables.

Rule 8: Signal and power cables must be routed separately from one another (to prevent noise from being coupled in). A minimum 20 cm clearance should be maintained. If the encoder cables and motor cables cannot be routed separately, then the encoder cable must be decoupled by means of a metal partition or installation in a metal pipe or duct. The partition or metal duct must be grounded at several points.

Rule 9: The shields of digital signal cables must be connected to ground at both ends (source and destination). If there is poor potential bonding between the shield connections, an additional potential bonding cable of at least 10 mm² must be connected in parallel to the shield to reduce the shield current. Generally speaking, the shields can be connected to the cabinet housing at several points. The shields may also be connected at several locations outside the cabinet. Foil-type shields should be avoided. Their shielding effect is poorer by a factor of 5 as compared to braided shields.

Rule 10: The shields of analog signal cables may be connected to ground at both ends, if the potential bonding is good. Potential bonding can be assumed to be good if all metal parts are well connected and all the electronic components involved are supplied from the same source. The single-ended shield connection prevents low-frequency, capacitive noise from being coupled in (e.g. 50 Hz hum). The shield connection should then be made in the cabinet. In this case, the shield may be connected by means of a sheath wire.

Rule 11: The RI suppression filter must always be mounted close to the suspected noise source. The filter must be mounted over the largest possible area with the cabinet housing, mounting plate, etc. Incoming and outgoing cables must be routed separately.

Rule 12: To ensure adherence to limit value class A1, the use of RI suppression filters is obligatory. Additional loads must be connected on the line side of the filter. The control system used and the other wiring in the cubicle determine whether an additional line filter needs to be installed.

Rule 13: A commutating reactor must be installed in the field circuit for controlled field supplies.

Rule 14: A commutating reactor must be installed in the converter armature circuit.

Rule 15: Unshielded motor cables may be used in SIMOREG drive systems. The line supply cable must be routed at a distance of at least 20 cm from the motor cables (field, armature). Use a metal partition if necessary.

The cabinet design illustrated in Fig.1 is intended to make the user aware of EMC-critical components.

प्रयोग क्रमांक 5
सीमेंस सिमोरेग डीसी मास्टर ड्राइव का अध्ययन और संचालन

अंतर्वस्तु

1. परिचय	2
1.1 ऑपरेटर कंट्रोल पैनल	2
1.2 एलईडी डिस्प्ले	3
2. पैरामीटरीकरण प्रक्रिया	4
2.1 पैरामीटर प्रकार	4
2.1.1 सरल ऑपरेटर नियंत्रण पैनल पर पैरामीटरीकरण	4
2.2 डिफ़ॉल्ट मान पर रीसेट करें और ऑफ़सेट समायोजित करें	6
2.2.1 कार्य का निष्पादन	6
3. कार्य प्रणाली	7
3.1 स्टार्ट अप प्रक्रिया	7
3.2 नियमावली अनुकूलन	12
3.2.1 आर्मेचर प्रतिरोध R_a और आर्मेचर प्रेरकत्व L_a की मैनुअल सेटिंग	12
3.2.2 क्षेत्र सर्किट प्रतिरोध $R_f(P112)$ की मैनुअल सेटिंग	14
4. तकनीकी डेटा	15
परिशिष्ट ईएमसी	17

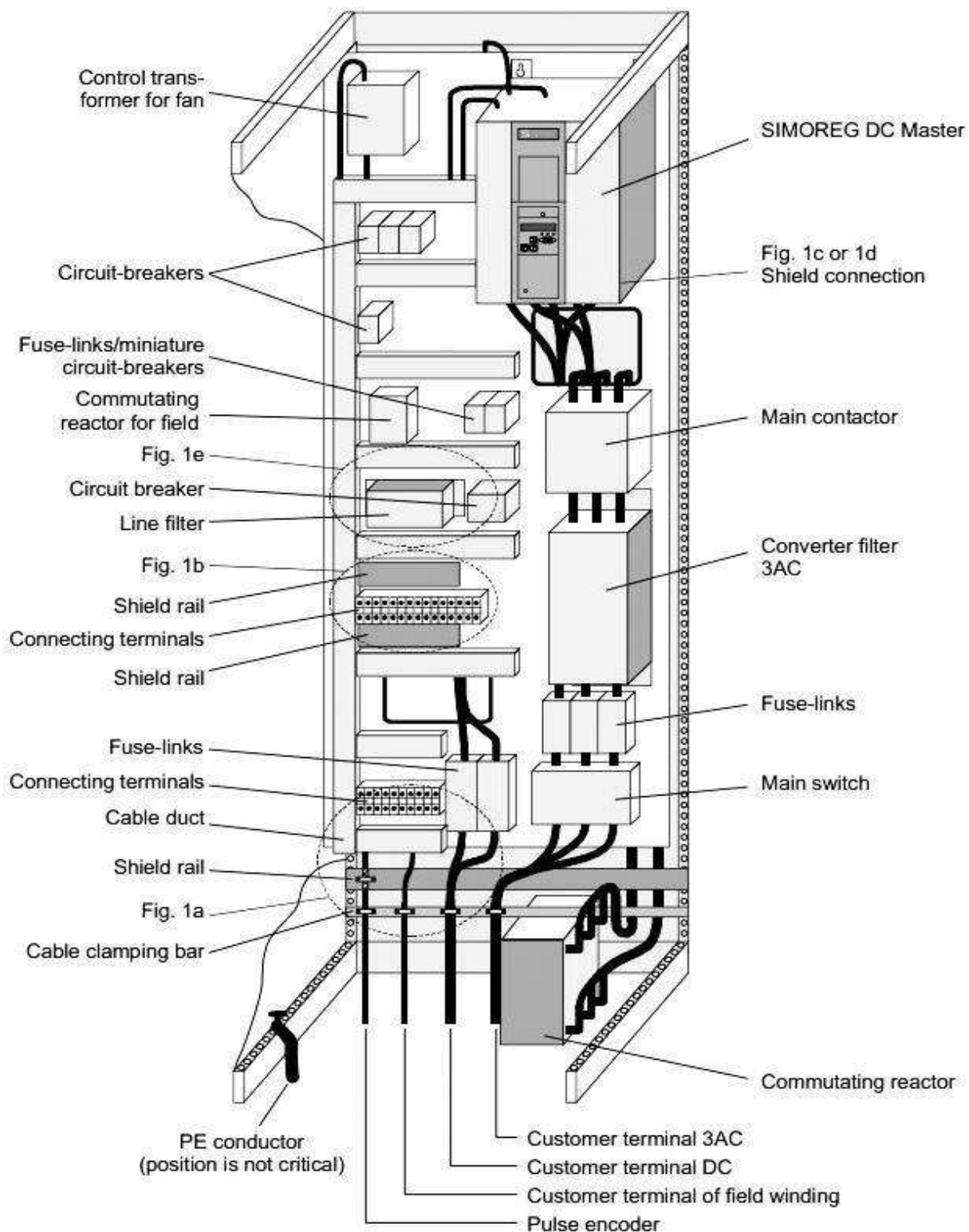
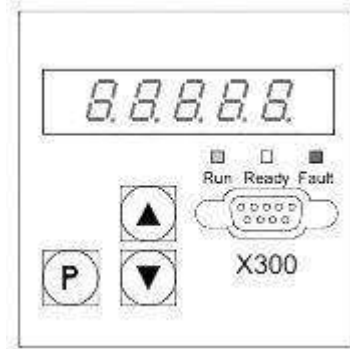


FIG.1. SIMOREG DC मास्टर 15 A से 850 A वाले कैबिनेट डिज़ाइन का उदाहरण

1. परिचय

1.1 ऑपरेटर नियंत्रण पैनल

सरल ऑपरेटर नियंत्रण पैनल कनवर्टर दरवाजे में लगा होता है और इसमें 5-अंकीय, 7-खंड डिस्प्ले होता है जिसमें तीन स्थिति प्रदर्शन एलईडी और नीचे तीन पैरामीटराइजेशन कुंजियाँ होती हैं। स्टार्ट-अप के उद्देश्य से किए जाने वाले सभी समायोजन और सेटिंग्स सरल नियंत्रण पैनल पर किए जा सकते हैं।



Pkey:-

- स्विच ऊपर बीच में पैरामीटर संख्या (पैरामीटर तरीका), पैरामीटर कीमत (कीमत मोड) और अनुक्रमित पैरामीटर पर सूचकांक संख्या (सूचकांक मोड)।
- सक्रियता को स्वीकार करता है गलती संदेश।
- P और RAISE कुंजियाँ को स्विच a fault संदेश और अलार्म पृष्ठभूमि ।
- P और Lower Key को बदलना a fault संदेश और खतरे की घंटी से पृष्ठभूमि पीछे को अग्रभूमि प्रदर्शन पर

UP key (▲):-

- पैरामीटर मोड में उच्चतर पैरामीटर संख्या का चयन करता है। जब उच्चतम संख्या प्रदर्शित होती है, तो संख्या श्रेणी के दूसरे छोर पर लौटने के लिए कुंजी को फिर से दबाया जा सकता है (अर्थात उच्चतम संख्या इस प्रकार निम्नतम संख्या के समीप होती है)।
- बढ़ जाती है चयनित और दिखाया पैरामीटर कीमत में कीमत तरीका।
- बढ़ जाती है अनुक्रमणिका सूचकांक में तरीका (के लिए अनुक्रमित पैरामीटर)
- DOWN कुंजी के साथ सक्रिय समायोजन प्रक्रिया को गति प्रदान करता है (यदि दोनों कुंजियाँ एक साथ दबाई जाती हैं) (एक ही समय)।

DOWN key (▼):-

- पैरामीटर मोड में कम पैरामीटर संख्या का चयन करता है। जब सबसे कम संख्या प्रदर्शित होती है, तो संख्या सीमा के दूसरे छोर पर लौटने के लिए कुंजी को फिर से दबाया जा सकता है (यानी सबसे कम संख्या इस प्रकार सबसे अधिक संख्या के निकट होती है)।
- वैल्यू मोड में चयनित और पैरामीटर वैल्यू कम हो जाती है

- अनुक्रमणिका मोड में अनुक्रमणिका कम हो जाती है (अनुक्रमित पैरामीटर के लिए)
- UP कुंजी से सक्रिय समायोजन प्रक्रिया को गति प्रदान करता है (यदि दोनों कुंजियाँ दबाई जाती हैं) एक ही समय पर)।

1.2 एलईडी डिस्प्ले

Run हरी LED

LED प्रकाशित —————> टॉर्क दिशा सक्रिय" स्थिति में (एमआई, एमआईआई, और एम0).

Ready पीला LED

LED प्रकाशित —————> "Ready" अवस्था में

Fault लाल LED

LED प्रकाशित —————> "Fault संकेत मौजूद है"

LED चमकती हुई —————> अलार्म सक्रिय है

M0 —————> कोई टॉर्क दिशा सक्रिय नहीं

MI —————> टॉर्क दिशा I सक्रिय (MI)

MII —————> टॉर्क दिशा द्वितीय सक्रिय (एमआईआई)

2. पैरामीटरीकरण प्रक्रिया

पैरामीटराइजेशन ऑपरेटर पैनल के माध्यम से सेटिंग मान (पैरामीटर) बदलने, कनवर्टर फ़ंक्शन को सक्रिय करने या मापे गए मान प्रदर्शित करने की प्रक्रिया है। मूल कनवर्टर के लिए पैरामीटर को P, r, U या n पैरामीटर कहा जाता है। वैकल्पिक पूरक बोर्ड के लिए पैरामीटर को H, d, L या c पैरामीटर कहा जाता है। मूल इकाई पैरामीटर पहले PMU पर प्रदर्शित होते हैं, उसके बाद प्रौद्योगिकी बोर्ड पैरामीटर (यदि ऐसा बोर्ड स्थापित है)। पैरामीटर P052 को कैसे सेट किया जाता है, इसके आधार पर केवल कुछ पैरामीटर संख्याएँ प्रदर्शित की जाती हैं। मान के आधार पर प्रदर्शन मापदंडों का चयन

यदि 0 पर सेट किया जाता है तो केवल उन मापदंडों को प्रदर्शित करता है जो मूल फैक्टरी सेटिंग्स पर सेट नहीं हैं यदि 1 पर सेट किया जाता है तो केवल सरल अनुप्रयोगों के लिए मापदंडों को प्रदर्शित करता है यदि 3 पर सेट किया जाता है तो उपयोग किए गए सभी मापदंडों को प्रदर्शित करता है

2.3 पैरामीटर प्रकार:

प्रदर्शन मापदंडों का उपयोग वर्तमान मात्राओं को प्रदर्शित करने के लिए किया जाता है, जैसे कि मुख्य सेटपॉइंट, आर्मेचर वोल्टेज, गति नियंत्रक का सेट पॉइंट/वास्तविक मूल्य अंतर, आदि। प्रदर्शन मापदंडों के मान केवल पढ़ने योग्य मान हैं और इन्हें बदला नहीं जा सकता है।

सेटिंग पैरामीटर का उपयोग रेटेड मोटर करंट, थर्मल मोटर समय स्थिरांक, गति नियंत्रक पी लाभ आदि जैसी मात्राओं को प्रदर्शित करने और बदलने के लिए किया जाता है।

अनुक्रमित पैरामीटरों का उपयोग कई पैरामीटर मानों को प्रदर्शित करने और बदलने के लिए किया जाता है, जिन्हें एक ही पैरामीटर संख्या को सौंपा गया है।

2.3.1 सरल ऑपरेटर नियंत्रण पैनल पर पैरामीटरीकरण

इलेक्ट्रॉनिक्स आपूर्ति वोल्टेज चालू होने के बाद, PMU या तो परिचालन प्रदर्शन स्थिति में होता है और SIMOREG 6RA70 की वर्तमान परिचालन स्थिति को इंगित करता है (उदाहरण के लिए 07.0), या दोष/अलार्म प्रदर्शन स्थिति में होता है और दोष या अलार्म को इंगित करता है (उदाहरण के लिए F021)।

1. परिचालन प्रदर्शन स्थिति (जैसे 07.0) से पैरामीटर संख्या स्तर तक पहुंचने के लिए, P कुंजी दबाएं और फिर व्यक्तिगत पैरामीटर संख्याओं का चयन करने के लिए <ऊपर> या <नीचे> कुंजी दबाएं। पैरामीटर संख्या स्तर से पैरामीटर इंडेक्स स्तर (इंडेक्स किए गए पैरामीटर के लिए) तक पहुंचने के लिए, P दबाएं और फिर अलग-अलग इंडेक्स चुनने के लिए <ऊपर> या <नीचे> कुंजी दबाएं। यदि आप गैर-इंडेक्स किए गए पैरामीटर के प्रदर्शित होने पर P दबाते हैं, तो आप सीधे पैरामीटर मान स्तर पर चले जाते हैं।
2. पैरामीटर सूचकांक स्तर (अनुक्रमित पैरामीटरों के लिए) से पैरामीटर मान स्तर तक पहुंचने के लिए, P दबाएं।
3. पैरामीटर मान स्तर पर, आप <ऊपर> या <नीचे> कुंजी दबाकर पैरामीटर मान की सेटिंग बदल सकते हैं।

टिप्पणी:-

पैरामीटर्स को केवल तभी बदला जा सकता है जब निम्नलिखित शर्तें पूरी हों:

- उपयुक्त पहुँच प्राधिकरण कुंजी पैरामीटर P051 में सेट किया गया है, उदाहरण के लिए "40"
- कनवर्टर सही परिचालन स्थिति में है। जब कनवर्टर "रन" (ऑनलाइन) स्थिति में होता है, तो "ऑफ़लाइन" विशेषता वाले पैरामीटर नहीं बदले जा सकते। इस विशेषता वाले पैरामीटर बदलने के लिए, कनवर्टर को ≥ 01.0 स्थिति ("तैयार") पर स्विच करें।
- प्रदर्शन मापदंडों के मान कभी नहीं बदले जा सकते (केवल पढ़ने के लिए)

5. मैनुअल शिफ्टिंग

यदि 7-खंड डिस्प्ले पर 5 मौजूदा अंक पैरामीटर मान प्रदर्शित करने के लिए पर्याप्त नहीं हैं, तो डिस्प्ले पहले केवल 5 अंक दिखाता है (चित्र 2 देखें)। यह इंगित करने के लिए कि अंक इस "विंडो" के दाईं या बाईं ओर छिपे हुए हैं, दायाँ या बायाँ अंक चमकता है। <P> + <नीचे> या <P> + <ऊपर> कुंजी दबाकर, आप पैरामीटर मान के शेष अंकों पर विंडो को स्थानांतरित कर सकते हैं। एक अभिविन्यास गाइड के रूप में, मैनुअल शिफ्टिंग के दौरान समग्र पैरामीटर मान के भीतर दाएँ हाथ के अंक की स्थिति को संक्षेप में प्रदर्शित किया जाता है।

उदाहरण:- पैरामीटर मान "208.173"

"पैरामीटर चुने जाने पर "208.17" प्रदर्शित होता है। जब P और LOWER कुंजियाँ दबाई जाती हैं, तो "1" कुछ समय के लिए दिखाई देता है, उसके बाद "08.173" आता है, यानी दायाँ हाथ का अंक 3 पैरामीटर मान में पहला स्थान है। जब P और RAISE कुंजियाँ दबाई जाती हैं, तो "2" कुछ समय के लिए दिखाई देता है, उसके बाद "208.17" आता है, यानी दायाँ हाथ का अंक 7 पैरामीटर मान में दूसरा स्थान है।

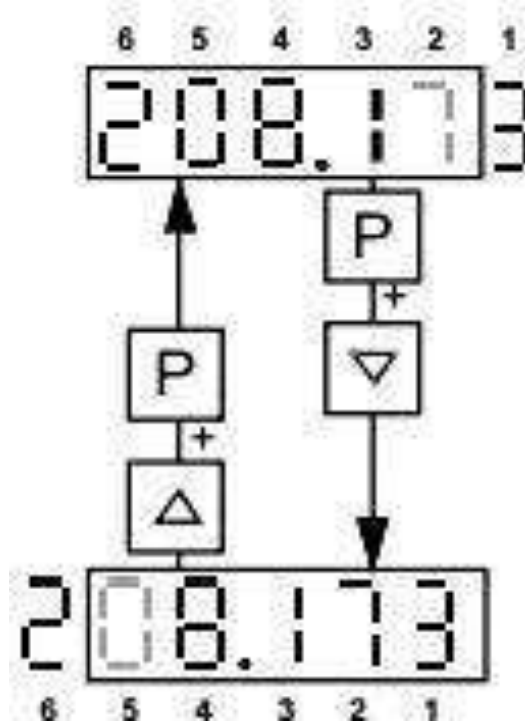


FIG.2. 5 से अधिक अंकों वाले पैरामीटर मानों के लिए PMU डिस्प्ले को स्थानांतरित करना

4. पैरामीटर मान स्तर से पैरामीटर संख्या स्तर पर वापस जाने के लिए P कुंजी दबाएँ। तालिका 1 और 2 में PMU पर प्रदर्शित होने वाले डिस्प्ले का अवलोकन दिखाया गया है:

		Parameter number e. g.	Index e. g.	Parameter value e. g.
Display parameters	Basic unit	r000 or n000	1 00 1	0009
	Technology	d000 or c000		
Setting parameters	Basic unit	P051 or U051	1 00 1	-2.08
	Technology	H002 or L002		

टेबल 1: पीएमयू पर विजुअलाइज़ेशन और सेटिंग पैरामीटर का प्रदर्शन

	Actual value	Parameter value not (currently) possible	Alarm	Fault
Display	-2.08	----	A022	F006

टेबल 2: पीएमयू पर स्थिति प्रदर्शित होती है

2.2 डिफ़ॉल्ट मान पर रीसेट करें और ऑफ़सेट समायोजित करें

पैरामीटर मानों को डिफ़ॉल्ट (कार्य सेटिंग) पर पुनर्स्थापित करना और आंतरिक कनवर्टर ऑफ़सेट समायोजन करना। यदि कनवर्टर सॉफ़्टवेयर को संस्करण 1.0 या 1.1 से अपडेट किया गया है, तो "फ़ैक्टरी सेटिंग पुनर्स्थापित करें" फ़ंक्शन को प्रत्येक सॉफ़्टवेयर अपडेट के बाद निष्पादित किया जाना चाहिए। कनवर्टर SW संस्करण 1.2 और बाद के साथ, सॉफ़्टवेयर अपडेट के बाद "फ़ैक्टरी सेटिंग पुनर्स्थापित करें" निष्पादित करना अब आवश्यक नहीं है क्योंकि अपडेट से पहले पैरामीटर सेटिंग मान्य रहती हैं। "डिफ़ॉल्ट पर पुनर्स्थापित करें" फ़ंक्शन को तब निष्पादित किया जा सकता है जब एक परिभाषित बुनियादी सेटिंग स्थापित की जानी हो, उदाहरण के लिए एक पूर्ण नया स्टार्ट-अप ऑपरेशन करने के लिए।

टिप्पणी:-

जब "डिफ़ॉल्ट पर पुनर्स्थापित करें" फ़ंक्शन सक्रिय होता है, तो किसी विशिष्ट इंस्टॉलेशन के लिए सेट किए गए सभी पैरामीटर ओवरराइट (हटाए गए) हो जाते हैं। इसलिए हम अनुशंसा करते हैं कि ड्राइव मॉनिटर के साथ सभी पुरानी सेटिंग्स को पहले ही पढ़ लिया जाए और पीसी या प्रोग्रामर पर संग्रहीत कर लिया जाए। "डिफ़ॉल्ट पर पुनर्स्थापित करें" के बाद पूरी तरह से नया स्टार्ट-अप ऑपरेशन होना चाहिए अन्यथा कनवर्टर सुरक्षा के संबंध में "तैयार" नहीं होगा।

2.2.1 कार्य का निष्पादन:-

1. पैरामीटर P051 = 21 सेट करें
2. पैरामीटर मानों को नॉन-वोलेटाइल मेमोरी में ट्रांसफर करें। पैरामीटर मान नॉन-वोलेटाइल स्टोरेज

(EEPROM) में संग्रहीत किए जाते हैं ताकि वे कनवर्टर बंद होने पर भी उपलब्ध रहें। इस ऑपरेशन में कम से कम 5 सेकंड लगते हैं (लेकिन कई मिनट भी चल सकते हैं)। वर्तमान में संसाधित किए जा रहे पैरामीटर की संख्या प्रक्रिया के दौरान PMU पर प्रदर्शित होती है। जब तक यह ऑपरेशन चल रहा है, तब तक इलेक्ट्रॉनिक्स पावर सप्लाई कनेक्टेड रहनी चाहिए।

3. ऑफसेट समायोजन पैरामीटर P825.ii सेट है (लगभग 10 सेकंड लगते हैं)। ऑफसेट समायोजन को पैरामीटर P051 = 22 के माध्यम से एक व्यक्तिगत फ़ंक्शन के रूप में भी सक्रिय किया जा सकता है।

3 कार्य प्रणाली

3.1 स्टार्ट अप प्रक्रिया

1. पहुँच प्राधिकरण

P051 ... मुख्य पैरामीटर

0 पैरामीटर बदला नहीं जा सकता

40 पैरामीटर बदला जा सकता है

P052 ... प्रदर्शित किये जाने वाले मापदंडों का चयन

0 केवल वे पैरामीटर दिखाई देंगे जो डिफ़ॉल्ट पर सेट नहीं हैं

3 सभी पैरामीटर दृश्यमान हैं

2. कनवर्टर रेटेड धाराओं का समायोजन

रेटेड कनवर्टर आर्मेचर डीसी करंट को पैरामीटर P076.001 (% में) या पैरामीटर P067 में सेटिंग द्वारा अनुकूलित किया जाना चाहिए, यदि:

$$\frac{\text{अधिकतम आर्मेचर धारा}}{\text{रेटेड आर्मेचर धारा}} < 0.5$$

रेटेड कनवर्टर फ़ील्ड डीसी करंट को पैरामीटर P076.002 (% में) में सेटिंग द्वारा समायोजित किया जाना चाहिए यदि:

$$\frac{\text{अधिकतम क्षेत्र धारा}}{\text{रेटेड कनवर्टर क्षेत्र डीसी करंट}} < 0.5$$

3. वास्तविक कनवर्टर आपूर्ति वोल्टेज में समायोजन

P078.001 ... आर्मेचर सर्किट के लिए आपूर्ति वोल्टेज (वोल्ट में)

P078.002 ... क्षेत्र सर्किट के लिए आपूर्ति वोल्टेज (वोल्ट में)

4. मोटर डेटा का इनपुट

मोटर रेटिंग प्लेट पर दिए गए मोटर डेटा को पैरामीटर P100, P101, P102, P114 में दर्ज किया जाना चाहिए.

P100 ... रेटेड आर्मेचर धारा (एम्पीयर में)

P101 ... रेटेड आर्मेचर वोल्टेज (वोल्ट में)

P102 ... रेटेड क्षेत्र धारा (एम्पीयर में)

P114 ... मोटर का तापीय समय स्थिरांक (मिनटों में)

5. वास्तविक गति संवेदन डेटा

5.1 एनालॉग टैको के साथ संचालन

P083 = 1: वास्तविक गति "मुख्य वास्तविक मान" चैनल (K0013) (टर्मिनल XT.103, XT.104) से आपूर्ति की जाती है

P741 अधिकतम गति पर टैको वोल्टेज ($-270,00V$ से $+270,00V$)

5.2 पल्स एनकोडर के साथ संचालन

P083 = 2: वास्तविक गति पल्स एनकोडर (K0040) द्वारा प्रदान की जाती

है P140 पल्स एनकोडर प्रकार का चयन करना (पल्स एनकोडर प्रकार नीचे देखें)

0 कोई एनकोडर नहीं/"पल्स एनकोडर के साथ गति संवेदन" फ़ंक्शन चयनित नहीं है

1 पल्स एनकोडर टाइप 1

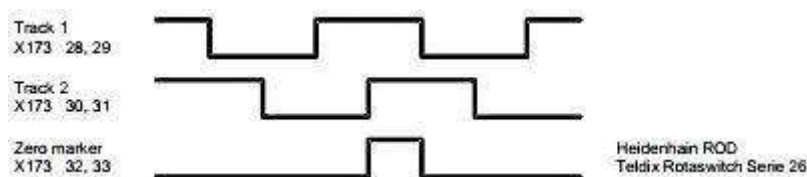
2 पल्स एनकोडर टाइप 1a

3 पल्स एनकोडर टाइप 2

4 पल्स एनकोडर टाइप 3

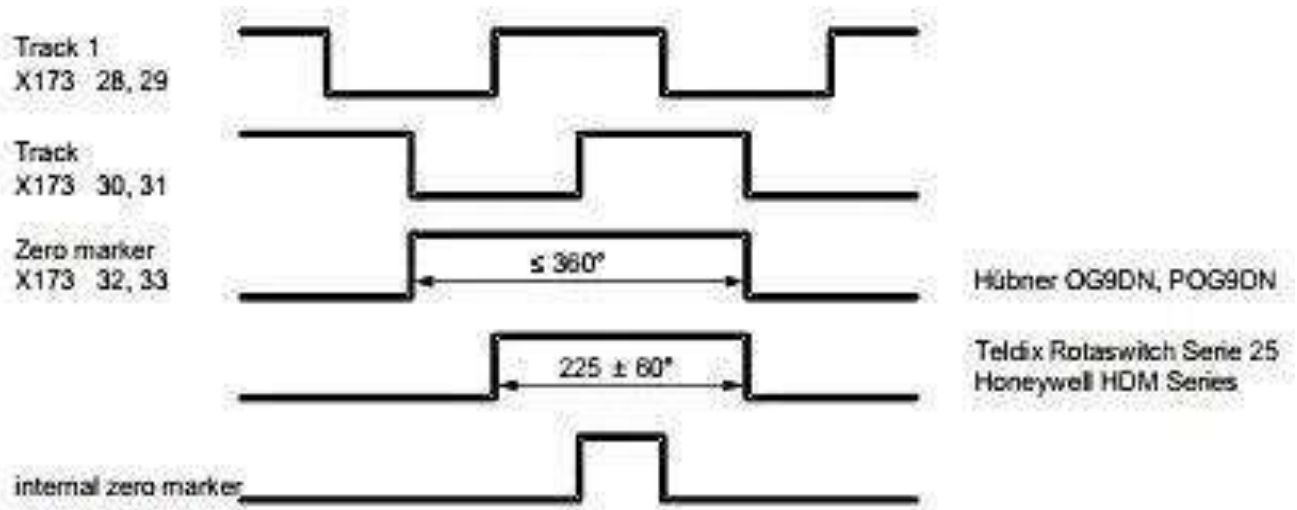
पल्स एनकोडर टाइप 1

दो पल्स ट्रेक्स वाला एनकोडर जो परस्पर 90° विस्थापित हो (शून्य मार्कर के साथ/बिना)



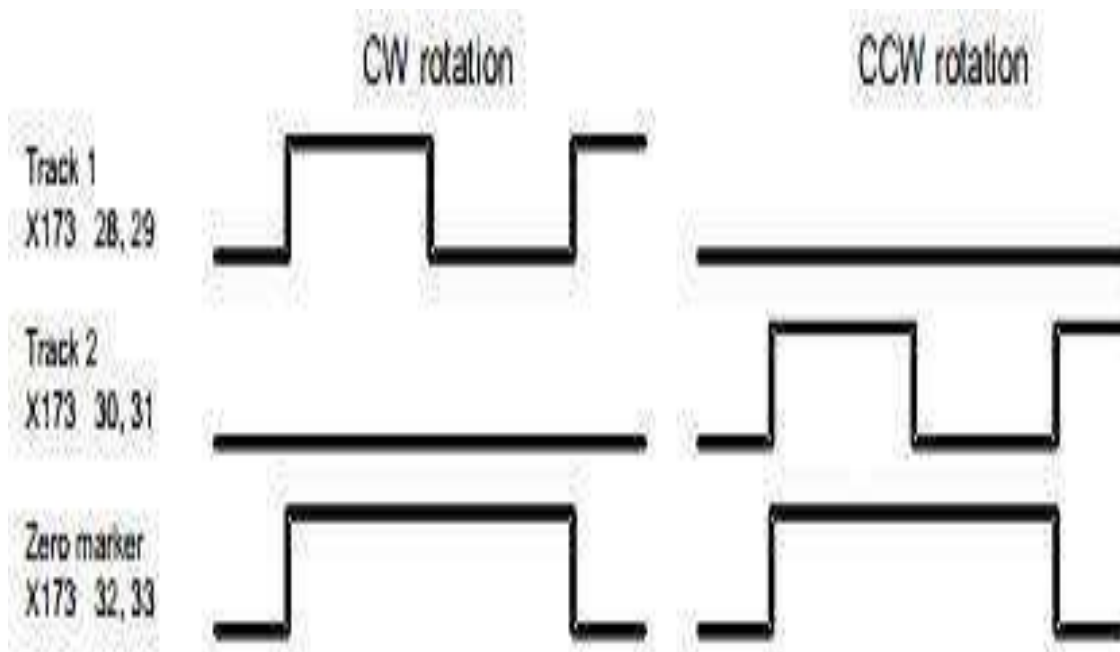
पल्स एनकोडर टाइप 1a

एनकोडर जिसमें दो पल्स ट्रैक परस्पर 90° विस्थापित होते हैं (शून्य मार्कर के साथ/बिना)। शून्य मार्कर को आंतरिक रूप से सिग्नल में उसी तरह परिवर्तित किया जाता है जैसे एनकोडर टाइप 1 पर होता है।



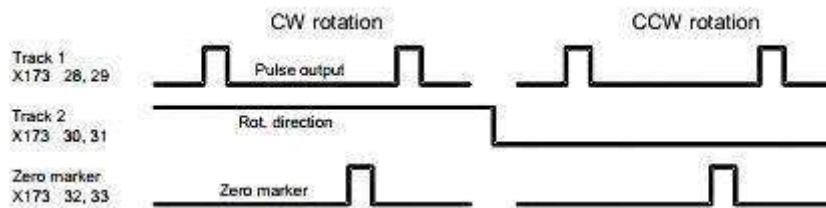
पल्स एनकोडर टाइप 2

घूर्णन की प्रत्येक दिशा में एक पल्स ट्रैक वाला एनकोडर (शून्य मार्कर के साथ/बिना)।



पल्स एनकोडर टाइप 3

एक पल्स ट्रैक और घूर्णन दिशा के लिए एक आउटपुट के साथ एनकोडर (शून्य मार्कर के साथ/बिना).



P141 पल्स एनकोडर के पल्स की संख्या (पल्स/rev में)

P142 पल्स एनकोडर सिग्नल वोल्टेज से मिलान

0 पल्स एनकोडर 5 V सिग्नल आउटपुट करता है

1 पल्स एनकोडर 15V सिग्नल आउटपुट करता है

P143 पल्स एनकोडर ऑपरेशन के लिए अधिकतम गति सेट करना (पल्स/रेव में)। इस पैरामीटर में सेट की गई गति 100% की वास्तविक गति (K0040) के अनुरूप है। आने वाले पल्स एनकोडर सिग्नल के सिग्नल वोल्टेज के लिए आंतरिक ऑपरेटिंग पॉइंट का मिलान

5.3 टैको के बिना संचालन(ईएमएफ नियंत्रण)

P083 = 3: वास्तविक गति "वास्तविक ईएमएफ" चैनल (K0287) से आपूर्ति की जाती है, लेकिन पी के साथ भारित होती है.

P115 अधिकतम गति पर EMF (रेटेड कनवर्टर आपूर्ति वोल्टेज (r078.001) का 1.00 से 140.00%)

5.4 स्वतंत्र रूप से वायर्ड वास्तविक मूल्य

P083 = 4: वास्तविक मूल्य इनपुट P609 के साथ परिभाषित किया गया है.

P609 कनेक्टर की संख्या जिससे वास्तविक गति नियंत्रक मान जुड़ा हुआ है.

6. फ़ील्ड डाटा

6.1 फ़ील्ड कण्ट्रोल

P082 = 0: आंतरिक क्षेत्र का उपयोग नहीं किया जाता है (उदाहरण के लिए स्थायी-क्षेत्र मोटर्स के साथ))

P082=1: फ़ील्ड को लाइन संपर्ककर्ता के साथ स्विच किया जाता है (फ़ील्ड पल्स तब सक्षम/अक्षम

होते हैं जब लाइन संपर्ककर्ता बंद/खुलता है)

P082 = 2: ऑपरेटिंग स्थिति 07 या उच्चतर पर पहुंचने के बाद, P258 के माध्यम से विलंबित पैरामीटर के बाद P257 के माध्यम से सेट किए गए स्टैंडस्टिल फ़ील्ड का स्वचालित कनेक्शन

P082 = 3: क्षेत्र धारा स्थायी रूप से जुड़ी हुई है

6.2 क्षेत्र दुर्बलता

P081 = 0: गति या ईएमएफ के कारण क्षेत्र में कोई कमजोरी नहीं

P081 = 1: आंतरिक ईएमएफ नियंत्रण के एक कार्य के रूप में क्षेत्र क्षीणन प्रचालन ताकि, क्षेत्र क्षीणन सीमा में, अर्थात् निर्धारित मोटर गति (= "थ्रेसहोल्ड गति") से ऊपर की गति पर, मोटर ईएमएफ को लगातार सेट बिंदु ईएमएफसेट (के289) = पी101 - पी100 * पी110 पर बनाए रखा जाए.

7. बुनियादी तकनीकी कार्यों का चयन

7.1 करंट लिमिट

P171 टॉर्क दिशा I में मोटर धारा सीमा (P100 के % में)

P172 टॉर्क दिशा II में मोटर धारा सीमा (P100 के % में)

7.2 टार्क लिमिट

P180 टॉर्क सीमा 1 टॉर्क दिशा I में (रेटेड मोटर टॉर्क के % में) P181 टॉर्क सीमा 1 टॉर्क दिशा II में (रेटेड मोटर टॉर्क के % में)

7.3 रैम्प फंक्शन जनरेटर

P303 त्वरण समय 1 (सेकंड में)

P304 मंदी का समय 1 (सेकंड में)

P305 प्रारंभिक राउंडिंग 1 (सेकंड में)

P306 अंतिम राउंडिंग 1 (सेकंड में)

8. अनुकूलन रन का निष्पादन

8.1 ऑपरेटिंग स्थिति 07.0 या 07.1 में होना चाहिए (शटडाउन दर्ज करें)

8.2 कुंजी पैरामीटर P051 में निम्नलिखित अनुकूलन रन में से एक का चयन करें:

P051 = 25 आर्मचर और क्षेत्र के लिए प्रीकंट्रोल और वर्तमान नियंत्रक के लिए अनुकूलन रन

P051 = 26 गति नियंत्रक अनुकूलन रन को P236 के साथ गति नियंत्रण लूप की गतिशील प्रतिक्रिया की डिग्री के चयन से पहले किया जा सकता है, जहां कम मूल्य एक नरम नियंत्रक सेटिंग का उत्पादन करते हैं।

P051 = 27 क्षेत्र दुर्बलीकरण के लिए अनुकूलन रन।

P051 = 28 घर्षण आघूर्ण और जड़त्व आघूर्ण की क्षतिपूर्ति के लिए अनुकूलन रन।

- 8.3** सिमोरेग कनवर्टर कई सेकंड के लिए ऑपरेटिंग स्थिति 07.4 पर और फिर 07.1 पर स्विच करता है और स्विच-ऑन और ऑपरेटिंग इनेबल के इनपुट की प्रतीक्षा करता है।

SWITCH-ON और OPERATING ENABLE कमांड दर्ज करें।

PMU (सरल ऑपरेटर नियंत्रण पैनल) पर परिचालन स्थिति डिस्प्ले में दशमलव बिंदु का चमकना यह दर्शाता है कि स्विच-ऑन कमांड के बाद ऑप्टिमाइज़ेशन रन किया जाएगा। यदि स्विच-ऑन कमांड 30 सेकंड के भीतर नहीं दिया जाता है, तो यह प्रतीक्षा स्थिति समाप्त हो जाती है और फॉल्ट संदेश F052 प्रदर्शित होता है।

- 8.4** जैसे ही कनवर्टर ऑपरेटिंग स्थिति <01.0(RUN) पर पहुँचता है, ऑप्टिमाइज़ेशन रन निष्पादित होता है। PMU पर एक गतिविधि डिस्प्ले दिखाई देता है, जिसमें दो 2-अंकीय संख्याएँ होती हैं, जो एक बार द्वारा अलग होती हैं जो ऊपर और नीचे चलती है। ये दो संख्याएँ (SIEMENS कर्मियों के लिए) ऑप्टिमाइज़ेशन रन की वर्तमान स्थिति को दर्शाती हैं।

P051 = 25 आर्मेचर और फील्ड के लिए प्रीकंट्रोल और करंट कंट्रोलर के लिए ऑप्टिमाइज़ेशन रन (प्रक्रिया लगभग 40 सेकंड तक चलती है)। करंट कंट्रोलर ऑप्टिमाइज़ेशन रन को मोटर से जुड़े मैकेनिकल लोड के बिना निष्पादित किया जा सकता है; रोटार को लॉक करना आवश्यक हो सकता है। निम्नलिखित पैरामीटर स्वचालित रूप से सेट किए जाते हैं: P110, P111, P112, P155, P156, P255, P256, P826।

टिप्पणी:

इस अनुकूलन रन के दौरान स्थायी रूप से फील्ड मोटर्स (और अत्यधिक उच्च रिमेनेंस वाली मोटर्स) को यांत्रिक रूप से लॉक किया जाना चाहिए।

P051 = 26 गति नियंत्रक अनुकूलन रन (प्रक्रिया लगभग 6 सेकंड तक चलती है)। P228. निम्नलिखित पैरामीटर स्वचालित रूप से सेट किए जाते हैं: P225, P226 और P228.

टिप्पणी:

गति नियंत्रक अनुकूलन रन केवल P200 में पैरामीट्रीकृत वास्तविक गति नियंत्रक मान की फ़िल्टरिंग को ध्यान में रखता है और, यदि P083=1 है, तो P745 में पैरामीट्रीकृत मुख्य वास्तविक मान की फ़िल्टरिंग करता है। जब P200 < 20ms, P225 (लाभ) 30.00 के मान तक सीमित है। गति नियंत्रक अनुकूलन रन P228 (गति सेटपॉइंट फ़िल्टर) को P226 (गति नियंत्रक एकीकरण समय) के समान मान पर सेट करता है (अचानक सेटपॉइंट परिवर्तनों के लिए एक इष्टतम नियंत्रण प्रतिक्रिया प्राप्त करने के उद्देश्य से)।

यदि क्षेत्र क्षीणन का चयन किया जाता है (P081 = 1), यदि बंद-लूप टॉर्क नियंत्रण (P170 = 1) या टॉर्क सीमित (P169 = 1) का चयन किया जाता है या यदि एक परिवर्तनीय क्षेत्र धारा सेटपॉइंट लागू किया जाता है।

P051 = 27 क्षेत्र क्षीणन के लिए अनुकूलन चलाया जाता है (प्रक्रिया लगभग 1 मिनट तक चलती है)। निम्नलिखित पैरामीटर स्वचालित रूप से सेट किए जाते हैं: P117 से P139, P275 और P276।

टिप्पणी:

चुंबकत्व विशेषता निर्धारित करने के लिए, ऑप्टिमाइज़ेशन रन के दौरान फ़ील्ड करंट सेटपॉइंट को P102 में निर्धारित मोटर रेटेड फ़ील्ड करंट के 100% से घटाकर न्यूनतम 8% कर दिया जाता है। रन की अवधि के लिए P103 को P102 के <50% मानों पर पैरामीटराइज़ करके फ़ील्ड करंट सेटपॉइंट को P103 के अनुसार न्यूनतम तक सीमित किया जाता है। बहुत उच्च आर्मेचर प्रतिक्रिया वाले अप्रतिपूरित मोटरों के मामले में यह आवश्यक हो सकता है।

चुंबकीयकरण विशेषता को माप बिंदु से शुरू करके, न्यूनतम क्षेत्र धारा सेटपॉइंट पर रैखिक रूप से 0 के करीब अनुमानित किया जाता है। इस अनुकूलन रन को निष्पादित करने के लिए, न्यूनतम क्षेत्र धारा (P103) को रेटेड मोटर क्षेत्र धारा (P102) के 50% से कम पर पैरामीटराइज़ किया जाना चाहिए।

P051 = 28 घर्षण आघूर्ण और जड़त्व आघूर्ण (यदि वांछित हो) के मुआवजे के लिए अनुकूलन रन (प्रक्रिया लगभग 40 सेकंड तक चलती है)। निम्नलिखित पैरामीटर स्वचालित रूप से सेट किए जाते हैं: P520 से P530, P540. इस रन के पूरा होने पर, घर्षण और जड़त्व आघूर्ण मुआवजा फ़ंक्शन को P223=1 सेट करके मैनुअल रूप से सक्रिय किया जाना चाहिए। जब ऑपरेटिंग मोड को P170 के साथ करंट कंट्रोल से टॉर्क कंट्रोल में स्विच किया जाता है, तो घर्षण और जड़त्व आघूर्ण मुआवजे के लिए अनुकूलन रन को दोहराया जाना चाहिए।

टिप्पणी:

जब यह अनुकूलन रन निष्पादित किया जाता है, तो गति नियंत्रक को शुद्ध P नियंत्रक या ड्रूप वाले नियंत्रक के रूप में पैरामीटराइज़ नहीं किया जा सकता है।

8.5 अनुकूलन रन के अंत में, ऑपरेटर पैनल पर **P051** प्रदर्शित होता है और ड्राइव ऑपरेटिंग स्थिति **o7.2** पर स्विच हो जाता है

3.2 मैनुअल अनुकूलन (यदि आवश्यक हो)

3.2.1 आर्मेचर प्रतिरोध R_a (P110) और आर्मेचर प्रेरकत्व L_a (P111) की मैनुअल सेटिंग

- मोटर सूची के अनुसार आर्मेचर सर्किट मापदंडों की सेटिंग

नुकसान: डेटा बहुत गलत है और/या वास्तविक मान काफी हद तक विचलित हैं। आर्मेचर सर्किट प्रतिरोध में फीडर प्रतिरोधों को ध्यान में नहीं रखा जाता है। आर्मेचर सर्किट इंडक्शन में अतिरिक्त स्मूथिंग रिएक्टर और फीडर प्रतिरोधों को ध्यान में नहीं रखा जाता है।

- मोटर और आपूर्ति डेटा से आर्मेचर सर्किट मापदंडों का मोटा अनुमान

$$R_a(\Omega) = \frac{\text{आर्मेचर सर्किट प्रतिरोध P110} \times \text{रेटेड आर्मेचर वोल्टेज}[V](P101)}{10 * \text{रेटेड मोटर आर्मेचर करंट}[A](P100)}$$

इस सूत्र का आधार यह है कि रेटेड आर्मेचर धारा पर आर्मेचर सर्किट प्रतिरोधक R_a में रेटेड आर्मेचर वोल्टेज का 10% गिरता है।

आर्मेचर सर्किट प्रेरण P111

$$L_a(\text{mH}) = \frac{1.4 * \text{आर्मेचर पावर सेकण्ड का रेटेड कनवर्टर सप्लाय वोल्टेज [V](P071)}}{\text{रेटेड मोटर आर्मेचर धारा [A](P100)}}$$

इस सूत्र का आधार अनुभवजन्य मूल्य है: असंतत से निरंतर धारा में संक्रमण रेटेड मोटर आर्मेचर धारा के लगभग 30% पर होता है।

- **धारा/वोल्टेज माप के आधार पर आर्मेचर सर्किट मापदंडों की गणना**

- वर्तमान-नियंत्रित संचालन का चयन करें: P084=2
- पैरामीटर P153=0 सेट करें (प्रीकंट्रोल निष्क्रिय)
- क्षेत्र को P082=0 पर सेट करके बंद कर देना चाहिए, तथा अत्यधिक उच्च अवशिष्ट फलक्स की स्थिति में, डीसी मोटर के रोटार को लॉक कर देना चाहिए, ताकि वह घूम न सके। Set the overspeed protection threshold P354=5%
- 0 का मुख्य सेटपॉइंट दर्ज करें
- यदि "सक्षम ऑपरेशन" लागू किया जाता है और "स्विच ऑन" कमांड दर्ज किया जाता है, तो अब लगभग 0% आर्मेचर धारा प्रवाहित होती है।

- **मापी गई आर्मेचर धारा और आर्मेचर वोल्टेज मानों से आर्मेचर सर्किट प्रतिरोध P110 की गणना**

- मुख्य सेटपॉइंट (r001 पर प्रदर्शित) को धीरे-धीरे बढ़ाएं जब तक कि वास्तविक आर्मेचर करंट मान (रेटेड कनवर्टर आर्मेचर करंट के % में r019) रेटेड मोटर आर्मेचर करंट के लगभग 70% तक न पहुंच जाए
- r019 (वास्तविक आर्मेचर धारा मान) पढ़ें और एम्पीयर में परिवर्तित करें (P100 का उपयोग करके)। Read out r038 (actual armature voltage in volts).
- आर्मेचर सर्किट प्रतिरोध की गणना करें:

$$R_a(\Omega) = \frac{r_{038}}{r_{019}(\text{एम्पस में परिवर्तित})}$$

- पैरामीटर P110 में आर्मेचर सर्किट प्रतिरोध सेट करें
- **असंतत धारा से निरंतर धारा में संक्रमण पर मापी गई आर्मेचर धारा से आर्मेचर सर्किट प्रेरकत्व P111 की गणना**

- आर्मेचर धारा का ऑसिलोस्कोप ट्रेस बनाएं (उदाहरण के लिए टर्मिनल 12 पर) मुख्य सेटपॉइंट (r001 पर प्रदर्शित) को 0 से शुरू करके धीरे-धीरे बढ़ाएं जब तक कि आर्मेचर धारा असंतत से निरंतर धारा में संक्रमण तक न पहुंच जाए.
- संक्रमण पर आर्मेचर धारा को मापें (स्थिर EMF = 0 पर) ILG, EMF = 0 या r019 का मान पढ़ें और P100 का उपयोग करके एम्पीयर में परिवर्तित करें.
- आर्मेचर पावर सेक्शन के चरण-दर-चरण वोल्टेज को मापें या r015 का मान पढ़ें.
- निम्नलिखित सूत्र का उपयोग करके आर्मेचर सर्किट प्रेरकत्व की गणना करें:

$$L_a(\text{mH}) = \frac{0.4 * U_{\text{supply}}[\text{V}]}{I_{LG, \text{EMF} = 0}[\text{A}]}$$

- पैरामीटर P111 में आर्मेचर सर्किट इंडक्टेंस सेट करें.

3.2.2 क्षेत्र सर्किट प्रतिरोध $R_f(P112)$ की मैनुअल सेटिंग

- मोटर रेटेड फ़ील्ड डेटा से फ़ील्ड सर्किट प्रतिरोध **RF(P112)** का मोटा अनुमान

$$R(\Omega) = \frac{\text{Rated motor field voltage}}{\text{Rated motor field current}(P102)}$$

- **फ़ील्ड करंट सेटपॉइंट/वास्तविक मान तुलना का उपयोग करके फ़ील्ड सर्किट प्रतिरोध RF(P112) को अनुकूलित करें**
 - 3.2.2.1.1 180° फ़ील्ड प्रीकंट्रोल आउटपुट उत्पन्न करने के लिए पैरामीटर P112=0 सेट करें, और इस प्रकार वास्तविक फ़ील्ड करंट मान = 0
 - 3.2.2.1.2 यह सुनिश्चित करने के लिए पैरामीटर P082=3 सेट करें कि क्षेत्र स्थायी रूप से सक्रिय बना रहे, तब भी जब लाइन संपर्ककर्ता बाहर हो गया हो
 - 3.2.2.1.3 पैरामीटर P254=0 और P264=0 सेट करें, अर्थात केवल फ़ील्ड प्रीकंट्रोल सक्रिय और फ़ील्ड करंट कंट्रोलर अक्षम
 - 3.2.2.1.4 पैरामीटर P102 को रेटेड फ़ील्ड करंट पर सेट करें
 - 3.2.2.1.5 पैरामीटर **P112** को तब तक बढ़ाएँ जब तक वास्तविक क्षेत्र धारा (**r035** को **r073.002** के माध्यम से एम्पियर में परिवर्तित किया जाता है) आवश्यक सेटपॉइंट (**P102**) के बराबर न हो जाए।
 - 3.2.2.1.6 पैरामीटर P082 को संयंत्र प्रचालन मान पर रीसेट करें।

4. तकनीकी डाटा

30A से 125A कन्वर्टर्स, 3AC 400V/575V,1Q

आदेश संख्या।	6RA70..-6S22					
	18-6D	25-6D	28-6D	31-6D	25-6G	31-6G
रेटेड आपूर्ति वोल्टेज V	3AC 400 (+15% / -20%)				3AC 575 (+10% / -20%)	
रेटेड इनपुट आर्मेचर करंट A	25	50	75	104	50	104
रेटेड आपूर्ति वोल्टेज V इलेक्ट्रॉनिक्स बिजली आपूर्ति	2 AC 380(-25%) to 460(+15%) ; I _n =1A or 1AC 190(-25%) to 230(+15%) ; I _n =2A or (-35% for 1min)					
रेटेड आपूर्ति वोल्टेज क्षेत्र V	2 AC 400(+15% /-20%) 2AC 460(+10%)					
रेटेड आवृत्ति हर्ट्ज	कन्वर्टर्स 45Hz से 65Hz की रेंज में उपलब्ध आपूर्ति वोल्टेज की आवृत्ति के लिए खुद को अनुकूलित करते हैं (आर्मेचर और फ़्रील्ड स्वतंत्र हैं)					
रेटेड डीसी वोल्टेज V	485				690	
रेटेड डीसी करंट A	30	60	90	125	60	125
अधिभार क्षमता	रेटेड डीसी करंट का अधिकतम 150%					
रेटेड आउटपुट किलोवाट	14.5	29	44	61	41	86
रेटेड डीसी करंट पर बिजली की हानि W	163	240	347	400	265	454
रेटेड डीसी वोल्टेज क्षेत्र V	Max.325/375					
रेटेड डीसी क्षेत्र धारा A	5	10				
परिचालन परिवेश तापमान °C	0 to 45 at I _{rated} , सेल्फ कूल्ड					
भंडारण और परिवहन तापमान °C	-25 to 70					
समुद्र तल से स्थापना की ऊंचाई	≤ रेटेड डीसी करंट पर 1000 मीटर					
नियंत्रण स्थिरता	Δn = रेटेड मोटर गति का 0.006%, पल्स एनकोडर संचालन और डिजिटल सेट पॉइंट के लिए मान्य Δn = रेटेड मोटर गति का 0.1%, एनालॉग टैको या एनालॉग सेट पॉइंट के लिए मान्य					
पर्यावरण वर्ग DIN IEC 721-3-3	3k3					
सुरक्षा की डिग्री. DIN 40050 IEC 144	IP00					
वजन किलोग्राम	11	14	14	16	14	16

15A to 125 A कन्वर्टर, 3AC 400V/575V,4Q

आदेश संख्या।	6RA70..- 6.V62 13-6D 18-6D 25-6D 28-6D 31-6D 25-6G 31-6G						
रेटेड आपूर्ति वोल्टेज V	3AC 400 (+15% / -20%)					3AC 575 (+10% / -20%)	
रेटेड इनपुट आर्मेचर करंट A	13	25	50	75	104	50	104
रेटेड आपूर्ति वोल्टेज V इलेक्ट्रॉनिक्स बिजली आपूर्ति	2 AC 380(-25%) to 460(+15%) ; I _n =1A or 1AC 190(-25%) to 230(+15%) ; I _n =2A or (-35% for 1min)						
रेटेड आपूर्ति वोल्टेज क्षेत्र V	2 AC 400(+15% /-20%) 2AC 460(+10%)						
रेटेड आवृत्ति हर्ट्ज	कन्वर्टर्स 45Hz से 65Hz की रेंज में उपलब्ध आपूर्ति वोल्टेज की आवृत्ति के लिए खुद को अनुकूलित करते हैं (आर्मेचर और फ़्रील्ड स्वतंत्र हैं)						
रेटेड डीसी वोल्टेज V	420					600	
रेटेड डीसी करंट A	15	30	60	90	125	60	125
अधिभार क्षमता	Max. 150% of rated DC current						
रेटेड आउटपुट किलोवाट	6.3	12.6	25	38	52.5	36	75
रेटेड डीसी करंट पर बिजली की हानि W	117	163	240	312	400	265	4550
रेटेड डीसी वोल्टेज क्षेत्र V	Max.325/375						
रेटेड डीसी क्षेत्र धारा A	3	5	10				
परिचालन परिवेश तापमान °C	0 to 45 at I _{rated} , सेल्फ कूल्ड						
भंडारण और परिवहन तापमान °C	-25 to 70						
समुद्र तल से स्थापना की ऊंचाई	≤ 1000m रेटेड DC करंट पर						
नियंत्रण स्थिरता	Δn = रेटेड मोटर गति का 0.006%, पल्स एनकोडर संचालन और डिजिटल सेट पॉइंट के लिए मान्य Δn = रेटेड मोटर गति का 0.1%, एनालॉग टैको या एनालॉग सेट पॉइंट के लिए मान्य						
पर्यावरण वर्ग DIN IEC 721-3-3	3k3						
सुरक्षा की डिग्री. DIN 40050 IEC 144	IP00						
वजन किलोग्राम	11	11	14	14	16	14	16

परिशिष्ट ईएमसी :

ईएमसी का मतलब है "इलेक्ट्रोमैग्नेटिक कम्पैटिबिलिटी" और यह किसी उपकरण की विद्युत चुम्बकीय वातावरण में संतोषजनक ढंग से काम करने की क्षमता को परिभाषित करता है, बिना खुद विद्युत चुम्बकीय गड़बड़ी पैदा किए जो इसके आसपास के उपकरणों के अन्य मदों को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करेगा। इस प्रकार, उपकरणों के विभिन्न मदों को एक दूसरे को प्रतिकूल रूप से प्रभावित नहीं करना चाहिए।

ईएमसी शामिल उपकरणों/इकाइयों की दो विशेषताओं पर निर्भर करता है, यानी विकिरणित शोर और शोर प्रतिरक्षा। विद्युत उपकरण के आइटम या तो दोष स्रोत (ट्रांसमीटर) और/या शोर रिसीवर हो सकते हैं। विद्युत चुम्बकीय संगतता तब मौजूद होती है जब दोष स्रोत शोर रिसीवर के कार्य को प्रतिकूल रूप से प्रभावित नहीं करते हैं। उपकरण का एक आइटम दोष स्रोत और दोष रिसीवर दोनों हो सकता है। उदाहरण के लिए, एक कनवर्टर के पावर सेक्शन को दोष स्रोत और नियंत्रण अनुभाग को शोर रिसीवर के रूप में माना जाना चाहिए।

लिमिट वैल्यू

विद्युत ड्राइव उत्पाद मानक EN 61800-3 द्वारा नियंत्रित होते हैं। इस मानक के अनुसार, औद्योगिक आपूर्ति नेटवर्क के लिए सभी EMC उपायों को लागू करना आवश्यक नहीं है। इसके बजाय, प्रासंगिक वातावरण के लिए विशेष रूप से अनुकूलित समाधान लागू किया जा सकता है। तदनुसार, कनवर्टर के लिए शोर दमन उपायों को लागू करने के बजाय संवेदनशील डिवाइस की हस्तक्षेप प्रतिरक्षा को बढ़ाना अधिक किफायती हो सकता है। इस प्रकार, समाधानों का चयन उनकी लागत-प्रभावशीलता के आधार पर किया जाता है।

औद्योगिक अनुप्रयोगों में सिमोरेग कन्वर्टर्स

सिमोरेग डीसी मास्टर कन्वर्टर्स औद्योगिक अनुप्रयोगों (औद्योगिक कम वोल्टेज आपूर्ति प्रणाली, यानी एक ऐसी प्रणाली जो घरेलू घरों को आपूर्ति नहीं करती है) के लिए डिज़ाइन किए गए हैं। शोर प्रतिरक्षा विद्युत चुम्बकीय गड़बड़ी के अधीन होने पर उपकरण के एक टुकड़े के व्यवहार को परिभाषित करती है। उत्पाद मानक औद्योगिक वातावरण में उपकरणों के व्यवहार के लिए आवश्यकताओं और मूल्यांकन मानदंडों को नियंत्रित करता है।

औद्योगिक वातावरण में, उपकरणों में शोर प्रतिरोधक क्षमता का उच्च स्तर होना चाहिए जबकि शोर विकिरण पर कम मांग की जाती है। SIMOREG DC मास्टर कन्वर्टर संपर्ककर्ताओं और स्विचों की तरह ही विद्युत ड्राइव सिस्टम के घटक हैं। उचित रूप से योग्य कर्मियों को उन्हें ड्राइव सिस्टम में एकीकृत करना चाहिए। सीमा मान केवल तभी बनाए रखा जा सकता है जब इन घटकों को सही तरीके से स्थापित और माउंट किया गया हो। सीमा मान "A1" के अनुसार विकिरणित शोर को सीमित करने के लिए, कनवर्टर के अलावा उपयुक्त रेडियो हस्तक्षेप दमन फ़िल्टर और एक कम्प्यूटिंग रिएक्टर की आवश्यकता होती है। R1 दमन फ़िल्टर के बिना, SIMOREG DC मास्टर कन्वर्टर्स द्वारा विकिरणित शोर EN55011 द्वारा परिभाषित सीमा मान "A1" से अधिक हो जाता है।

टिप्पणी

- ❖ यदि ड्राइव किसी पूर्ण इंस्टॉलेशन का हिस्सा है, तो उसे शुरू में विकिरणित शोर के संबंध में किसी भी आवश्यकता को पूरा करने की आवश्यकता नहीं है। हालाँकि, EMC कानून के अनुसार इंस्टॉलेशन को अपने पर्यावरण के साथ विद्युत चुम्बकीय रूप से संगत होना चाहिए।
- ❖ यदि स्थापना में सभी नियंत्रण घटकों (जैसे पीएलसी) में औद्योगिक वातावरण के लिए शोर प्रतिरक्षा है, तो प्रत्येक ड्राइव के लिए अपने आप में सीमा मूल्य "A1" को पूरा करना आवश्यक नहीं है।

आम तौर पर गैर-ग्राउंडेड आपूर्ति प्रणालियों का उपयोग कई औद्योगिक क्षेत्रों में संयंत्र की उपलब्धता बढ़ाने के लिए किया जाता है और साथ ही ग्राउंड फॉल्ट की स्थिति में, कोई फॉल्ट करंट प्रवाहित नहीं होता है ताकि संयंत्र अभी भी उत्पादन कर सके। जब आरआई दमन फ़िल्टर स्थापित किए जाते हैं, तो ग्राउंड फॉल्ट के कारण फॉल्ट करंट प्रवाहित होता है, जिसके परिणामस्वरूप ड्राइव बंद हो जाते हैं और कुछ मामलों में, दमन फ़िल्टर नष्ट हो जाता है। इस कारण से, उत्पाद मानक इन आपूर्ति प्रणालियों के लिए सीमा मान परिभाषित नहीं करता है। आर्थिक दृष्टिकोण से, आरआई दमन, यदि आवश्यक हो, तो आपूर्ति ट्रांसफार्मर के ग्राउंडेड प्राथमिक पक्ष पर लागू किया जाना चाहिए।

ईएमसी योजना

यदि दो इकाइयाँ विद्युत चुम्बकीय रूप से संगत नहीं हैं, तो आप या तो शोर स्रोत द्वारा विकीर्ण शोर को कम कर सकते हैं, या शोर रिसीवर की शोर प्रतिरक्षा को बढ़ा सकते हैं। शोर स्रोत आम तौर पर उच्च बिजली खपत वाली पावर इलेक्ट्रॉनिक्स इकाइयाँ होती हैं। इन इकाइयों से विकीर्ण शोर को कम करने के लिए जटिल, महंगे फिल्टर की आवश्यकता होती है। शोर रिसीवर मुख्य रूप से नियंत्रण उपकरण और मूल्यांकन सर्किटरी सहित सेंसर होते हैं। कम शक्तिशाली उपकरणों की शोर प्रतिरक्षा को बढ़ाना आम तौर पर आसान और सस्ता होता है। औद्योगिक वातावरण में, उपयोग किए जाने वाले उपकरणों की ईएमसी शोर विकिरण और शोर प्रतिरक्षा के एक संतुलित मिश्रण पर आधारित होनी चाहिए। सबसे अधिक लागत प्रभावी आरआई दमन उपाय शोर स्रोतों और शोर रिसीवरों का भौतिक पृथक्करण है,

उचित ईएमसी स्थापना के लिए नियम

नियम 1: कैबिनेट में सभी धातु घटकों को एक दूसरे के साथ एक बड़े सतह क्षेत्र पर सुचालक रूप से जोड़ा जाना चाहिए (पेंट पर पेंट नहीं!)। जहाँ आवश्यक हो वहाँ दाँतेदार या संपर्क वाँशर का उपयोग किया जाना चाहिए। कैबिनेट के दरवाज़े को सबसे छोटी संभव ग्राउंडिंग पट्टियों के माध्यम से कैबिनेट से जोड़ा जाना चाहिए।

नियम 2: कैबिनेट में संपर्ककर्ता, रिले, सोलनॉइड वाल्व, इलेक्ट्रोमैकेनिकल घंटे के काउंटर, आदि, और, यदि लागू हो, तो आसन्न कैबिनेट में, शमन तत्वों के साथ प्रदान किया जाना चाहिए, उदाहरण के लिए, आरसी तत्व, वैरिस्टर और डायोड। इन उपकरणों को सीधे कॉइल से जोड़ा जाना चाहिए।

नियम 3: सिग्नल केबल को जहाँ भी संभव हो, कैबिनेट में केवल एक ही स्तर पर प्रवेश करना चाहिए।

नियम 4: एक ही सर्किट (आने वाले और बाहर जाने वाले कंडक्टर) में असंरक्षित केबलों को जहाँ तक संभव हो मोड़ दिया जाना चाहिए, या अनावश्यक युग्मन प्रभाव को रोकने के लिए उनके बीच के क्षेत्र को यथासंभव छोटा रखा जाना चाहिए।

नियम 5: अतिरिक्त परिरक्षण प्रभाव प्राप्त करने के लिए अतिरिक्त कंडक्टरों को दोनों सिरों पर कैबिनेट ग्राउंड से जोड़ें।

नियम 6: युग्मन धारिता और प्रेरकत्व को कम करने के लिए अनावश्यक केबल लंबाई से बचें।

नियम 7: यदि केबल को कैबिनेट चेसिस ग्राउंड के करीब स्थापित किया जाए तो क्रॉसटॉक को आम तौर पर कम किया जा सकता है। इस कारण से, वायरिंग को कैबिनेट में स्वतंत्र रूप से रूट नहीं किया जाना चाहिए, बल्कि कैबिनेट फ्रेम और माउंटिंग पैनल के जितना संभव हो सके उतना करीब होना चाहिए। यह अतिरिक्त केबलों पर भी समान रूप से लागू होता है।

नियम 8: सिग्नल और पावर केबल को एक दूसरे से अलग-अलग रूट किया जाना चाहिए (ताकि शोर को आपस में जोड़ा न जा सके)। कम से कम **20** सेमी की दूरी बनाए रखी जानी चाहिए। यदि एनकोडर केबल और मोटर केबल को अलग-अलग रूट नहीं किया जा सकता है, तो एनकोडर केबल को धातु के विभाजन या धातु के पाइप या डक्ट में इंस्टॉलेशन के माध्यम से अलग किया जाना चाहिए। विभाजन या धातु डक्ट को कई बिंदुओं पर ग्राउंड किया जाना चाहिए।

नियम 9: डिजिटल सिग्नल केबल की शील्ड को दोनों सिरों (स्रोत और गंतव्य) पर जमीन से जोड़ा जाना चाहिए। यदि शील्ड कनेक्शन के बीच खराब संभावित बॉन्डिंग है, तो शील्ड करंट को कम करने के लिए कम से कम **10** मिमी² की एक अतिरिक्त संभावित बॉन्डिंग केबल को शील्ड के समानांतर जोड़ा जाना चाहिए। आम तौर पर, शील्ड को कई बिंदुओं पर कैबिनेट हाउसिंग से जोड़ा जा सकता है। कैबिनेट के बाहर कई स्थानों पर भी शील्ड को जोड़ा जा सकता है। फ़ॉइल-प्रकार की शील्ड से बचना चाहिए। ब्रेडेड शील्ड की तुलना में उनका परिरक्षण प्रभाव **5** गुना कम होता है।

नियम 10: एनालॉग सिग्नल केबल की शील्ड को दोनों सिरों पर ग्राउंड से जोड़ा जा सकता है, अगर पोटेंशियल बॉन्डिंग अच्छी हो। पोटेंशियल बॉन्डिंग को अच्छा माना जा सकता है अगर सभी धातु के हिस्से अच्छी तरह से जुड़े हुए हों और इसमें शामिल सभी इलेक्ट्रॉनिक घटकों को एक ही स्रोत से आपूर्ति की जाती हो। सिंगल-एंडेड शील्ड कनेक्शन कम-आवृत्ति, कैपेसिटिव शोर को युग्मित होने से रोकता है (उदाहरण के लिए **50** हर्ट्ज ह्यूम)। फिर कैबिनेट में शील्ड कनेक्शन बनाया जाना चाहिए। इस मामले में, शील्ड को एक म्यान तार के माध्यम से जोड़ा जा सकता है।

नियम 11: आरआई दमन फ़िल्टर को हमेशा संदिग्ध शोर स्रोत के करीब लगाया जाना चाहिए। फ़िल्टर को कैबिनेट हाउसिंग, माउंटिंग प्लेट आदि के साथ सबसे बड़े संभव क्षेत्र पर लगाया जाना चाहिए। आने वाली और बाहर जाने वाली केबलों को अलग-अलग रूट किया जाना चाहिए।

नियम 12: सीमा मान वर्ग **A1** का पालन सुनिश्चित करने के लिए, **RI** दमन फ़िल्टर का उपयोग अनिवार्य है। अतिरिक्त भार फ़िल्टर के लाइन साइड पर कनेक्ट किया जाना चाहिए। उपयोग की जाने वाली नियंत्रण प्रणाली और क्यूबिकल में अन्य वायरिंग यह निर्धारित करती है कि अतिरिक्त लाइन फ़िल्टर स्थापित करने की आवश्यकता है या नहीं।

नियम 13: नियंत्रित क्षेत्र आपूर्ति के लिए क्षेत्र सर्किट में एक कम्प्यूटिंग रिएक्टर स्थापित किया जाना चाहिए।

नियम 14: कनवर्टर आर्मेचर सर्किट में एक कम्प्यूटिंग रिएक्टर स्थापित किया जाना चाहिए।

नियम **15: SIMOREG** ड्राइव सिस्टम में बिना परिरक्षित मोटर केबल का उपयोग किया जा सकता है। लाइन सप्लाय केबल को मोटर केबल (फ़ील्ड, आर्मेचर) से कम से कम **20** सेमी की दूरी पर रखा जाना चाहिए। यदि आवश्यक हो तो धातु विभाजन का उपयोग करें।

चित्र 1 में दर्शाए गए कैबिनेट डिजाइन का उद्देश्य उपयोगकर्ता को EMC-महत्वपूर्ण घटकों के बारे में जागरूक करना है।