

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462007 (एम.पी.)

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT विद्युत अभियांत्रिकी विभाग

SENIOR MACHINE LAB वरिष्ठ मशीन प्रयोगशाला

LIST OF EXPERIMENTS प्रयोगों की सूची

EMEC 2 LAB ईएमईसी 2 लैब

- TO PERFORM NO LOAD & BLOCK ROTOR TEST ON SINGLE PHASE INDUCTION MOTOR & DETERMINE EQUIVLENT CIRCUIT
- एकल चरण प्रेरण मोटर पर कोई लोड और ब्लॉक रोटार परीक्षण करने और समतुल्य सर्किट निर्धारित करने के लिए
- TO PLOT V CURVES OF SYNCHRONOUS MOTOR ON NO LOAD 25% 50% & FULL LOAD
- सिंक्रोनस मोटर के वी कर्व्स को बिना लोड 25% 50% और फुल लोड पर प्लॉट करना
- TO PERFORM NO LOAD & BLOCK ROTOR TEST ON 3 PHASE INDUCTION MOTOR
- 3 चरण इंडक्शन मोटर पर बिना लोड और ब्लॉक रोटार परीक्षण करने के लिए
- TO PERFORM OC & SC TEST ON ALTERNATOR
- अल्टरनेटर पर ओसी और एससी परीक्षण करने के लिए
- SPEED CONTROL OF 3 PHASE INDUCTION MOTOR BY CASCADING
- कैस्केडिंग द्वारा 3 चरण इंडक्शन मोटर की गति नियंत्रण
- STUDY OF VARIOUS STARTERS FOR 3 PHASE INDUCTION MOTOR
- 3 चरण इंडक्शन मोटर के लिए विभिन्न स्टार्टर्स का अध्ययन
- STUDY OF INDUCTION GENERATOR
- इंडक्शन जेनरेटर का अध्ययन

प्रयोग क्रमांक:.....

उद्देश्य:

एकल-चरण प्रेरण मोटर (कैपेसिटर स्टार्ट प्रकार) पर कोई लोड नहीं और अवरुद्ध रोटार परीक्षण और समकक्ष सर्किट पैरामीटर निर्धारित करें।

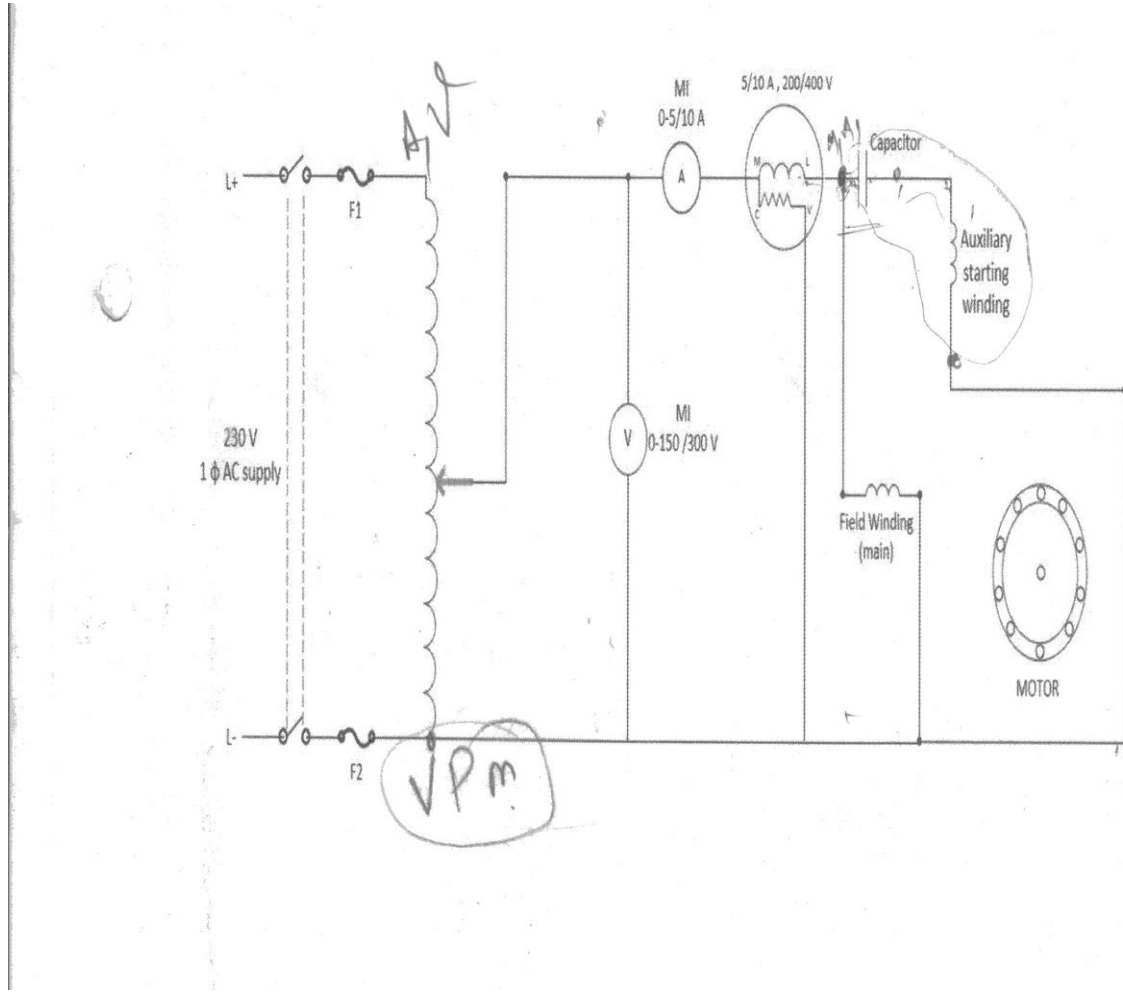
इंडक्शन मोटर की नेम प्लेट विशिष्टता:

230V, 7.4A, 1420 RPM सिंगल फेज़ इंडक्शन मोटर।

आवश्यक उपकरण:

क्र.सं.	उपकरण	विशेष विवरण	प्रकार	मात्रा
1	ऑटो ट्रांसफार्मर			1
2	एम्मीटर	0-5/10A	MI	1
3	वोल्टमीटर	0-15/300V	MI	1
4	वाटमीटर	5/10 A, 200/400V		1
5	टैकोमीटर			1

सर्किट आरेख:



लिखित:

नो-लोड और ब्लॉकड रोटार परीक्षण एकल-चरण प्रेरण मोटर पर किए जाने वाले दो महत्वपूर्ण परीक्षण हैं, जो इसकी प्रदर्शन विशेषताओं को निर्धारित करते हैं। ये परीक्षण आमतौर पर प्रयोगशाला या कारखाने में, मोटर की स्थापना से पहले किए जाते हैं, ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि यह वांछित विनिर्देशों और मानकों को पूरा करता है।

1. नो-लोड टेस्ट: नो-लोड टेस्ट में, मोटर को उसके शाफ्ट पर किसी भी लोड या मैकेनिकल लोड के बिना संचालित किया जाता है। इस परीक्षण का उद्देश्य मोटर के पावर इनपुट, नो-लोड करंट और नो-लोड पावर फैक्टर

2. को मापना है। इस परीक्षण के दौरान, मोटर को एक उपयुक्त एसी सप्लाई से जोड़ा जाता है
3. और उसे उसकी निर्धारित गति से चलने दिया जाता है। मोटर में पावर इनपुट को वाटमीटर का उपयोग करके मापा जाता है और नो-लोड करंट और पावर फैक्टर को क्रमशः एमीटर और पावर फैक्टर मीटर का उपयोग करके मापा जाता है।

2. ब्लॉकड रोटार टेस्ट: ब्लॉकड रोटार टेस्ट में, मोटर को उसके रोटार शाफ्ट को लॉक या ब्लॉक करके और स्टैटर वाइंडिंग पर रेटेड वोल्टेज लगाकर संचालित किया जाता है। इस परीक्षण का उद्देश्य पूर्ण लोड पर मोटर की इनपुट पावर, करंट, पावर फैक्टर और तापमान वृद्धि को मापना है। इस परीक्षण के दौरान, मोटर को एक उपयुक्त एसी सप्लाई से जोड़ा जाता है, और मोटर के शाफ्ट पर एक उपयुक्त यांत्रिक भार लगाया जाता है ताकि इसे घूमने से रोका जा सके। मोटर में पावर इनपुट को वाटमीटर का उपयोग करके मापा जाता है, और करंट और पावर फैक्टर को क्रमशः एमीटर और पावर फैक्टर मीटर का उपयोग करके मापा जाता है। मोटर के तापमान में वृद्धि को थर्मामीटर का उपयोग करके मापा जाता है, और इस जानकारी का उपयोग मोटर की दक्षता निर्धारित करने के लिए किया जाता है।

इन परीक्षणों से प्राप्त परिणामों के आधार पर, मोटर की प्रदर्शन विशेषताओं जैसे कि इसकी दक्षता, पावर फैक्टर और स्टार्टिंग टॉर्क का निर्धारण किया जा सकता है। ये परीक्षण मोटर में किसी भी दोष या समस्या की पहचान करने में भी मदद करते हैं और यह सुनिश्चित करते हैं कि उपयोग में लाने से पहले यह बेहतर तरीके से काम कर रहा है।

सिद्धांत के दौरान दोहरे विभेदन क्षेत्र के आधार पर एकल-चरण प्रेरण मोटर का समतुल्य सर्किट चित्र 2 में दर्शाया गया है।

इस समतुल्य सर्किट के पैरामीटर निर्धारित करने के लिए निम्नलिखित परीक्षण आवश्यक हैं।

1. कमरे के तापमान पर मुख्य वाइंडिंग के प्रतिरोध का मापन। यह वोल्टमीटर अमीटर विधि द्वारा किया जाता है।

प्रचालन तापमान पर इसका प्रतिरोध निम्न प्रकार दिया गया है-

$$R_1 = R_{10}[1 + \alpha(t - t_0)]$$

2. रेटेड धारा और आवृत्ति पर एक अवरुद्ध रोटार परीक्षण किया जाता है (प्रारंभिक वाइंडिंग खुली रखते हुए)। V_b , I_b और W_b की रीडिंग नोट की जाती है।

इस स्थिति के लिए $s=1$, समतुल्य सर्किट सरल होकर बन जाता है।

3. बिना लोड परीक्षण में, मोटर को रेटेड वोल्टेज और आवृत्ति पर चलाया जाता है। बिना लोड संचालन के तहत स्लिप बहुत कम होती है और इस प्रकार इन स्थितियों के तहत समतुल्य सर्किट सरलीकृत होकर बन जाता है। इस परीक्षण के साथ V_o , I_o और W_o को नोट किया जाता है।

प्रक्रिया:

नो लोड टेस्ट -

1. सर्किट को चित्र 1 में दिखाए अनुसार जोड़ें।
2. सर्किट में AC सप्लाई चालू करें।
3. वोल्टेज को समायोजित करें और फिर इसे मोटर के t -रेटेड वोल्टेज तक बढ़ाएं।
4. लागू वोल्टेज V_o , बिना लोड धारा I_o और बिना लोड शक्ति W_o को रिकॉर्ड करें।
5. लागू वोल्टेज को शून्य तक कम करें और मोटर को बंद करने के लिए आपूर्ति बंद कर दें।

अवरुद्ध रोटार परीक्षण -

1. सर्किट को ऊपर बताए अनुसार जोड़ें और सर्किट से स्टार्टिंग वाइंडिंग को अलग करें और सप्लाई चालू करें।
2. वेरिएक को इस प्रकार समायोजित करें कि मोटर में रेटेड धारा प्रवाहित हो।
3. लागू वोल्टेज V_{sc} , रेटेड इनपुट धारा I_{sc} और पावर W_{sc} रिकॉर्ड करें।
4. मोटर को बंद करने के लिए एसी मेन्स को बंद करें।

मुख्य वाइंडिंग का प्रतिरोध -

वोल्टमीटर एमीटर विधि का उपयोग करके मुख्य स्टैटर वाइंडिंग के डीसी प्रतिरोध को मापें।

कोई लोड परीक्षण नहीं			अवरुद्ध रोटार परीक्षण		
V_o	I_o	W_o	V_{sc}	I_{sc}	W_{sc}

गणना:

$$Z_{sc} = V_{sc} / I_{sc}$$

$$R_{sc} = W_{sc} / I_{sc}$$

$$X_{sc} = (Z_{sc}^2 - R_{sc}^2)^{1/2}$$

$$Z_o = V_o / I_o$$

$$\cos \phi_o = W_o / V_o I_o$$

परिणाम:

सावधानियां:

1. धीरे-धीरे वोल्टेज बढ़ाएं और रीडिंग को ध्यान से नोट करें।
2. एमीटर और वोल्टमीटर को सही ध्रुवता के साथ जोड़ें।

MANIT, Bhopal EMEC-II Lab Manual

प्रयोग संख्या:

उद्देश्य:

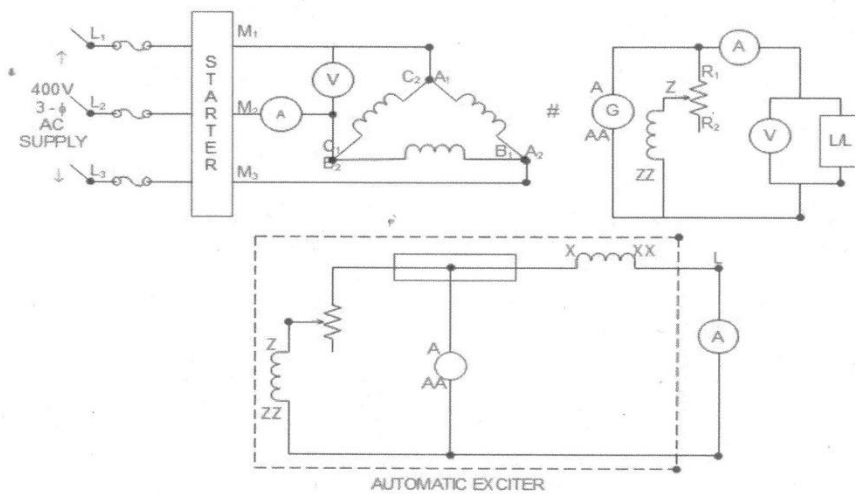
बिना लोड, 25%, 50% और पूर्ण लोड पर सिंक्रोनस मोटर के वी-वक्र को प्लॉट करना।

आवश्यक उपकरण:

क्रम सं	उपकरण	विशेष विवरण	मात्रा
1.	वोल्टमीटर	(0-600)V	1
2.	एमीटर (एमसी)	(15/30)A	1
3.	एमीटर (डीसी)	(25/50)A	1
4.	एमीटर (डीसी)	(10/20)A	1

सर्किट आरेख:

Circuit Diagram :



लिखित:

एक निश्चित वोल्टेज और आवृत्ति पर काम करने वाले एक सिंक्रोनस मोटर के लिए, एयरगैप फ्लक्स एक स्थिरांक होता है, जो आर्मेचर और फील्ड धाराओं दोनों द्वारा योगदान दिया जाता है। फील्ड करंट का वह मान जिस पर एयरगैप फ्लक्स पूरी तरह से फील्ड द्वारा स्थापित होता है, उसे 'सामान्य' उत्तेजना कहा जाता है। यदि फील्ड करंट को इस मान से कम कर दिया जाता है, तो आर्मेचर करंट चुंबकीय होता है और इसका मान ऐसा होता है कि कुल एयरगैप फ्लक्स स्थिर रहता है। इसी तरह यदि फील्ड करंट को सामान्य से ऊपर बढ़ाया जाता है, तो आर्मेचर करंट विचुंबकीय होता है और इसका मान ऐसा होगा कि एयरगैप फ्लक्स फिर से स्थिर रहेगा। बिना लोड के, फील्ड करंट में बदलाव से आर्मेचर करंट में बदलाव आएगा। लोड पर, फील्ड करंट में बदलाव आर्मेचर करंट के केवल रिएक्टिव घटक को प्रभावित करेगा, V कर्व सिंक्रोनस मोटर के आर्मेचर करंट और फील्ड करंट के बीच एक ग्राफिकल संबंध देता है।

V वक्र विभिन्न स्थिर भारों के लिए स्टैटर करंट बनाम फील्ड करंट का एक प्लॉट है। बिना लोड के आर्मेचर करंट (I_a) और फील्ड करंट (I_f) के बीच प्लॉट किया गया ग्राफ वक्र को V कर्व के रूप में जाना जाता है। चूंकि इन वक्रों का आकार अक्षर "V" के समान है, इसलिए इन्हें सिंक्रोनस मोटर का V कर्व कहा जाता है।

सिंक्रोनस मोटर के पावर फैक्टर को फील्ड करंट को बदलकर नियंत्रित किया जा सकता है। जैसा कि हम जानते हैं।

जान लें कि आर्मेचर करंट I_a फील्ड करंट में बदलाव के साथ बदलता है। मान लें कि मोटर बिना किसी लोड के चल रही है। यदि फील्ड करंट को इस छोटे से मान से बढ़ा दिया जाए, तो आर्मेचर करंट I_a तब तक कम होता जाता है जब तक आर्मेचर करंट न्यूनतम नहीं हो जाता। इस न्यूनतम बिंदु पर, मोटर एक यूनिटी पावर फैक्टर पर काम कर रही है। मोटर एक लैगिंग पावर फैक्टर पर तब तक काम करती है जब तक कि यह ऑपरेशन के इस बिंदु तक नहीं पहुंच

जाती। यदि अब, फील्ड करंट को और बढ़ा दिया जाए, तो आर्मेचर करंट बढ़ जाता है और मोटर लीडिंग पावर फैक्टर के रूप में काम करना शुरू कर देता है। आर्मेचर करंट और फील्ड करंट के बीच खींचा गया ग्राफ हैइसे V वक्र के नाम से जाना जाता है। यदि इस प्रक्रिया को विभिन्न बड़े हुए भारों के लिए दोहराया जाता है, तो वक्रों का एक परिवार प्राप्त होता है।

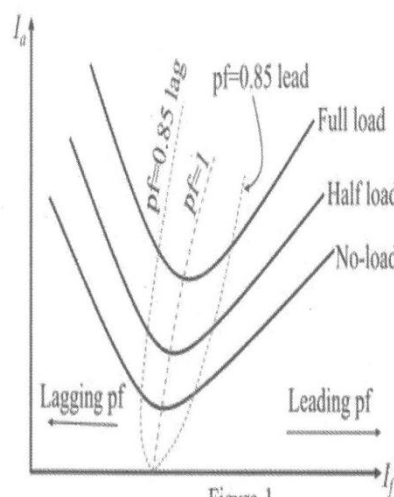


Fig1. V curves of a synchronous motor

चित्रा 1. तुल्यकालिक मोटर का वक्र V

V वक्र फील्ड करंट को समायोजित करने में उपयोगी होते हैं। न्यूनतम आर्मेचर करंट के स्तर से परे फील्ड करंट को बढ़ाने से लीडिंग पावर फैक्टर बनता है। इसी तरह न्यूनतम आर्मेचर करंट से नीचे फील्ड करंट को कम करने से लैगिंग पावर फैक्टर बनता है। यह देखा गया है कि पूर्ण भार पर यूनिटी पावर फैक्टर के लिए फील्ड करंट, बिना लोड के यूनिटी पावर फैक्टर के लिए फील्ड करंट से अधिक होता है।

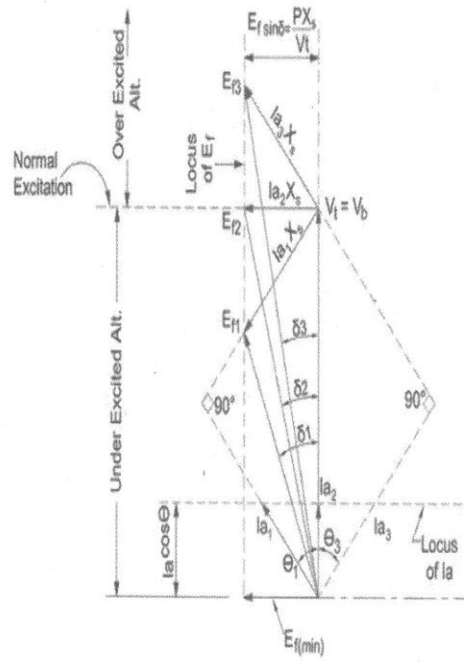


Fig 2. Phasor Diagram

चित्र 2. फेजर आरेख

प्रक्रिया:

1. कनेक्शन चित्र में दिखाए अनुसार बनाए जाते हैं।
2. सिंक्रोनस मोटर को स्टार्टर की मदद से चालू किया जाता है। जब मोटर सिंक्रोनस गति के करीब गति प्राप्त कर लेती है तो फील्ड एक्साइटेशन अपने आप लागू हो जाता है और मोटर 'पुल इन' हो जाती है।
3. युग्मित डी.सी. जनरेटर का उत्तेजना समायोजित किया जाता है ताकि यह रेटेड वोल्टेज का निर्माण कर सके।
4. बिना लोड के सिंक्रोनस मोटर के साथ 1, और I के रीडिंग का एक सेट लिया जाता है।
5. फिर डी.सी. जनरेटर सेट को लोड करके सिंक्रोनस मोटर को लोड किया जाता है। मोटर पर 25% 50%, 75% और 100% लोड के लिए if, और ia की रीडिंग नोट

की जाती है। अलग-अलग लोड स्थितियों के लिए रीडिंग को सारणीबद्ध किया जाता है।

अवलोकन तालिका :

क्र.सं	भार रहित		25% लोड		50% लोड	
	फील्ड करंट(I_f)	आर्मेचर करंट(I_a)	फील्ड करंट(I_f)	आर्मेचर करंट(I_a)	फील्ड करंट(I_f)	आर्मेचर करंट(I_a)
1						
2						
3						
4						
5						
6						

परिणाम:

सावधानियां:

1. किसी भी टर्मिनल या स्विच को बिना यह सुनिश्चित किए न छुएं कि वह बंद है।
2. प्रयोगशाला में कभी भी अकेले काम न करें।
3. किसी भी सर्किट को चालू करने से पहले सुनिश्चित करें कि सभी कनेक्शन सही हैं, दोषपूर्ण कनेक्शन के कारण अधिक बिजली की खपत हो सकती है, जिसके परिणामस्वरूप उपकरणों के कुछ हिस्सों को नुकसान हो सकता है।
4. किसी भी कनेक्शन को बदलने से पहले सर्किट को डी-एनर्जाइज़ किया जाना चाहिए।

प्रयोग क्रमांक-

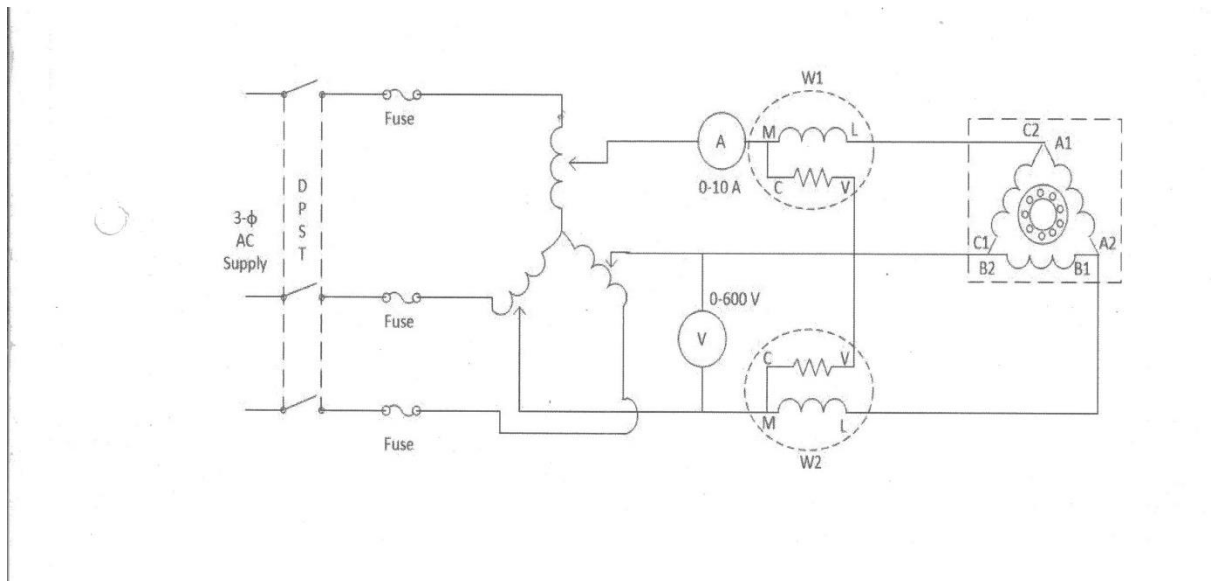
उद्देश्य:

3 फेज इंडक्शन मोटर पर नो लोड और ब्लॉकड रोटर परीक्षण करना।

आवश्यक उपकरण:

क्र.सं.	उपकरण	प्रकार	श्रेणी	मात्रा
1	एमीटर	एम आई	0-10/20A	1
2	वोल्टमीटर	एम आई	0- 300/600 V	1
3	वाटमीटर	-	10/20A 200/400 V	2
4	3 चरण वैरिएक	-	15A 0- 400V	1

सर्किट आरेख:



लिखित:

3-फेज इंडक्शन मोटर का प्रदर्शन और अन्य विशेषता वक्र लोड के तहत मशीन का परीक्षण करके प्राप्त किया जा सकता है। हालाँकि, वास्तविक लोडिंग के तहत परीक्षण करना कई मामलों में कठिन होता है और कुछ मामलों में अव्यवहारिक भी होता है, जैसे कि विद्युत विनिर्माण उद्योगों में निर्मित बड़ी क्षमता वाली मशीनों के साथ ऐसे मामलों में विशेषताओं को अपेक्षाकृत सरल बिना लोड और अवरुद्ध रोटार परीक्षण पर आधारित एक वृत्त आरेख की मदद से प्राप्त किया जा सकता है। वृत्त आरेख प्रेरण मोटर के अनुमानित समतुल्य परिपथ पर आधारित है (जहां बिना भार प्रवेश शाखा को आपूर्ति टर्मिनलों पर स्थानांतरित कर दिया जाता है) और यह मशीन के प्राथमिक धारा सदिश के बिन्दुपथ को दर्शाता है।

कोई लोड परीक्षण नहीं:

नो लोड टेस्ट ट्रांसफॉर्मर पर ओपन सर्किट टेस्ट के समान है। यह इंडक्शन मशीन समतुल्य सर्किट में मैग्नेटाइजिंग ब्रांच पैरामीटर (शंट पैरामीटर) प्राप्त करने के लिए किया जाता है। इस परीक्षण में, मोटर को उसके टर्मिनलों पर रेटेड आवृत्ति के रेटेड वोल्टेज पर नो-लोड के साथ चलने दिया जाता है। मशीन लगभग समकालिक गति से घूमेगी, जिससे स्लिप लगभग शून्य के बराबर हो जाती है। इससे समतुल्य रोटार प्रतिबाधा बहुत बड़ी हो जाती है (सैद्धांतिक रूप से घर्षण और घूर्णी नुकसान की उपेक्षा करते हुए अनंत)। इसलिए, रोटार समतुल्य प्रतिबाधा को एक खुला सर्किट माना जा सकता है। यदि i_o , V_o , W_{o1} , W_{o2} बिना लोड परीक्षण के दौरान रीडिंग हैं,

तो, $\tan\phi_o = \sqrt{3}(W_{o1} - W_{o2}) / (W_{o1} + W_{o2})$ इस प्रकार, बिना लोड शक्ति कारक कोण की गणना की जा सकती है।

अवरुद्ध रोटर परीक्षण:

ब्लॉकड रोटर परीक्षण ट्रांसफॉर्मर पर शॉर्ट सर्किट परीक्षण के समान है। यह इंडक्शन मशीन के श्रृंखला मापदंडों यानी इसके रिसाव प्रतिबाधा की गणना करने के लिए किया जाता है। रोटर को घुमाव को रोकने के लिए ब्लॉक किया जाता है और स्टेटर टर्मिनलों पर रेटेड आवृत्ति के 25 प्रतिशत की आवृत्ति पर संतुलित वोल्टेज लागू किया जाता है, जिस वोल्टेज पर रेटेड करंट प्राप्त होता है। कम वोल्टेज की स्थिति और रेटेड करंट के तहत, कोर लॉस और करंट का मैग्नेटाइजिंग घटक कुल करंट का काफी छोटा प्रतिशत होता है।

यदि अवरुद्ध रोटर परीक्षण के दौरान i_{sc} , V_{sc} , W_{sc} , W_{se} रीडिंग हैं, तो $\tan \phi_{sc} = \sqrt{3}(W_{sc1} - W_{sc2}) / (W_{sc1} + W_{sc2})$

इस प्रकार, शॉर्ट सर्किट पावर फैक्टर की गणना की जा सकती है।

दोनों परीक्षण स्थितियों में मोटर का पावर फैक्टर काफी कम है। इसलिए सर्किट में एक वाटमीटर नकारात्मक रीडिंग देगा, जिसे दबाव या करंट कॉइल के टर्मिनलों को उलट कर रिकॉर्ड किया जा सकता

प्रक्रिया:

प्रयोग करने के चरण.

1. कनेक्शन चित्र में दिखाए अनुसार बनाए जाते हैं।
2. मोटर को तीन फेज वेरिएक की सहायता से बिना लोड के (बेल्ट ढीला होने पर) चालू किया जाता है।
3. अनलोडेड तीन चरण प्रेरण मोटर पर लागू वोल्टेज को रेटेड वोल्टेज में समायोजित किया जाता है और इनपुट पावर, करंट और वोल्टेज की रीडिंग रिकॉर्ड की जाती है। बिजली की आपूर्ति बंद कर दें मोटर.

4. ब्लॉक रोटर परीक्षण के लिए कनेक्शन मूलतः बिना लोड परीक्षण के समान ही होते हैं, सिवाय इसके कि एमीटर और वाटमीटर को मोटर की रेटेड धारा के रूप में चुना जाता है।

5. ब्लॉक रोटर परीक्षण में रोटर को मजबूती से पकड़ कर रखा जाता है ताकि वह घूमे नहीं, तीन फेज वेरिएक की मदद से कम वोल्टेज लगाया जाता है ताकि स्टेटर वाइंडिंग में रेटेड करंट प्रवाहित हो और इनपुट पावर करंट और वोल्टेज की रीडिंग रिकॉर्ड की जा सके।

6. स्टेटर वाइंडिंग का प्रति फेज डी-प्रतिरोध वोल्टमीटर अमीटर विधि से मापा जाता है तथा इसके प्रति फेज प्रभाव मान की गणना संबंध से की जाती है।

7. प्रभावी प्रतिरोध = एक चरण के प्रतिरोध का 1.8 गुना।

टिप्पणियाँ:

कोई लोड परीक्षण नहीं:

क्र.सं.	वोल्टेज (V)	धारा (A)	शक्ति(W)		COS ϕ
			W1	W2	
1					

अवरुद्ध रोटर परीक्षण:

क्र.सं.	वोल्टेज V	धारा	शक्ति		COS ϕ
			W1	W2	
1					

गणना: (यदि आवश्यक हो तो सावधानी बरतते हुए गणना करें)

परिणाम:

ब्लॉक रोटर परीक्षण के बाद गणना किया गया पावर फैक्टर है

नो लोड परीक्षण के बाद गणना किया गया पावर फैक्टर है

सावधानियां:

1. धीरे-धीरे वोल्टेज बढ़ाएं और रीडिंग को ध्यान से नोट करें।
2. एमीटर और वोल्टमीटर को सही ध्रुवता के साथ जोड़ें।
3. वाटमीटर के गुणन कारक की उचित जांच की जानी चाहिए
4. लोडिंग स्प्रिंग वाल्व को घुमाकर धीरे-धीरे और सटीक रूप से किया जाना चाहिए।
5. सभी कनेक्शन मजबूत होने चाहिए।
6. मोटर चालू करते समय रोटर को उचित रूप से ब्लॉक किया जाना चाहिए।
7. यह ध्यान में रखना चाहिए कि स्टैटर टर्मिनलों पर लगाया गया वोल्टेज कम होना चाहिए अन्यथा सामान्य वोल्टेज स्टैटर की वाइंडिंग को नुकसान पहुंचा सकता है।

प्रयोग क्रमांक- 04.....

उद्देश्य:

अल्टरनेटर पर OC और SC परीक्षण करने के लिए..

आवश्यक उपकरण:

क्र.सं.	आवश्यक उपकरण	रेटिंग	मात्रा
1	डीसी कंपाउंड मोटर	220 V 16 किलोवाट 85 A 750-2250 आरपीएम	1
2	3 साइन वेव अल्टरनेटर	400 V 15 केवीए 1500 आरपीएम	1
3	अमीटर	10/20 A एमआई, एमसी	1प्रत्येक
4	वोल्टमीटर	400 V एमआई, एमसी	1प्रत्येक
5	टैकोमीटर		1

लिखित:

ओपन-सर्किट परीक्षण या नो-लोड परीक्षण, जनरेटर को उसकी निर्धारित गति पर चलाकर किया जाता है जबकि आर्मेचर वाइंडिंग को खुला छोड़ दिया जाता है। फील्ड करंट को उपयुक्त चरणों में बदला जाता है और ओपन-सर्किट वोल्टेज के संगत मानों को उपयुक्त चरणों में बदला जाता है और आर्मेचर वाइंडिंग के टर्मिनलों के किसी भी दो जोड़े के बीच ओपन-सर्किट वोल्टेज के संगत मानों को रिकॉर्ड किया जाता है।

जब तक सिंक्रोनस जनरेटर का चुंबकीय परिपथ संतृप्त नहीं होता, तब तक OCC एक सीधी रेखा के संबंध का अनुसरण करता है। रैखिक क्षेत्र में, लागू MMF का अधिकांश भाग वायु अंतराल द्वारा खपत किया जाता है; सीधी रेखा को उचित रूप से वायु-अंतराल रेखा कहा जाता है। जैसे ही संतृप्ति आती है, OCC वायु-अंतराल रेखा से विचलित होने लगती है। शॉर्ट-सर्किट परीक्षण सिंक्रोनस जनरेटर की वर्तमान क्षमताओं के बारे में जानकारी प्रदान करता है। यह जनरेटर को उसकी निर्धारित गति पर चलाकर किया जाता है जब आर्मेचर वाइंडिंग के टर्मिनल शॉर्ट हो जाते हैं। एक एमीटर को तीन शॉर्ट लाइनों में से एक के साथ श्रृंखला में रखा जाता है। फील्ड करंट को धीरे-धीरे बढ़ाया जाता है और आर्मेचर करंट का संगत मान रिकॉर्ड किया जाता है। जब प्रति-चरण शॉर्ट-सर्किट करंट को फील्ड करंट के एक फंक्शन के रूप में प्लॉट किया जाता है, तो ग्राफ को जनरेटर की शॉर्ट सर्किट विशेषता कहा जाता है।

वोल्टेज विनियमन:

एक अल्टरनेटर के वोल्टेज विनियमन को "पूर्ण-भार से शून्य-भार तक वोल्टेज में वृद्धि और (क्षेत्र उत्तेजना और गति समान रहने पर) रेटेड टर्मिनल वोल्टेज से विभाजित" के रूप में परिभाषित किया जाता है।

$$\text{प्रतिशत विनियमन} = (E_o - V) / V * 100$$

जहाँ E_o और V क्रमशः बिना लोड के ईएमएफ और पूर्ण लोड वोल्टेज हैं।

सूत्र:

तुल्यकालिक प्रतिबाधा, $Z_s = OA/OB = \text{क्षेत्र धारा } I_{sc} \text{ के लिए [ग्राफ से प्लॉट } OA/OB = V_o / I_{sc}]$

I_{sc} का चयन OCC के रैखिक भाग पर किया जाता है, सामान्यतः यह रेटेड आर्मेचर धारा के अनुरूप होता है। तुल्यकालिक प्रतिघात, $X_s = V (Z_s^2 - R_a^2)$, जहाँ R_a -अल्टरनेटर का आर्मेचर प्रतिरोध (प्रति चरण)

पूर्ण-लोड के लिए उत्तेजना ईएमएफ ईओ और वोल्टेज विनियमन की गणना करें

1. 0.8 पिछड़ा हुआ पी.एफ.

2. यूपीएफ

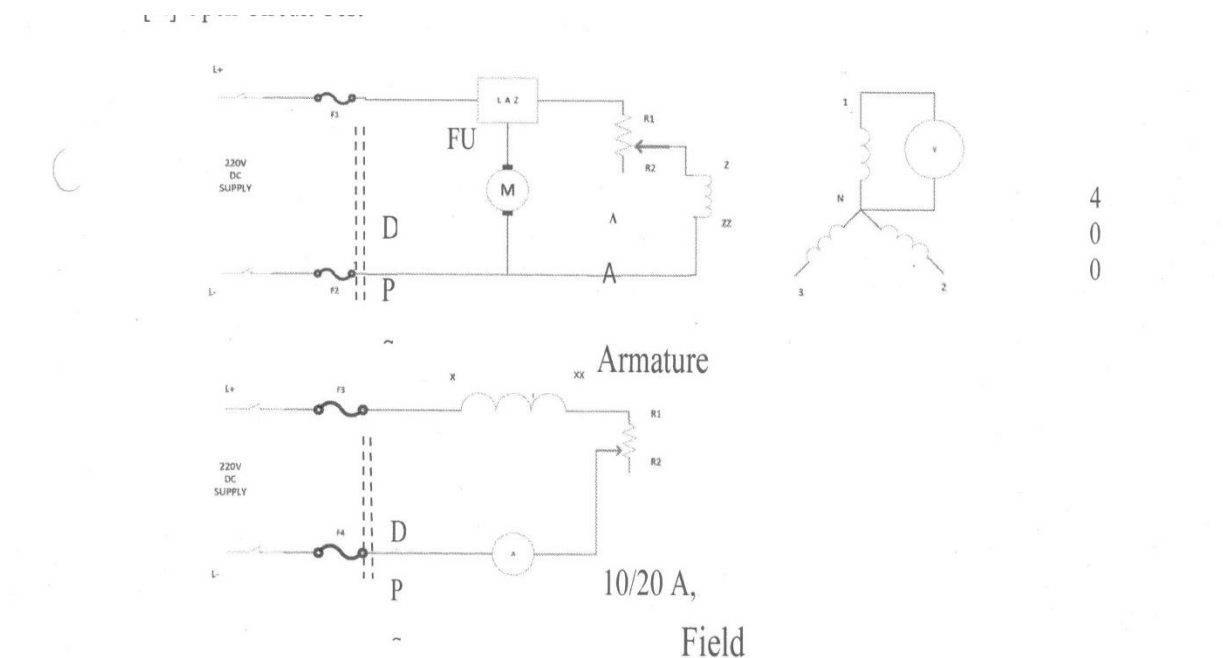
3. 0.8 अग्रणी पी.एफ.

$E_o = [(V \cos \phi + I_a R_a)^2 + (V \sin \phi + I_a X_s)^2]^{1/2}$ (+ चिन्ह पश्चगामी pf लोड के लिए है, - चिन्ह अग्रगामी pf लोड के लिए है) जहाँ V = अल्टरनेटर के प्रति फेज़ रेटेड टर्मिनल वोल्टेज

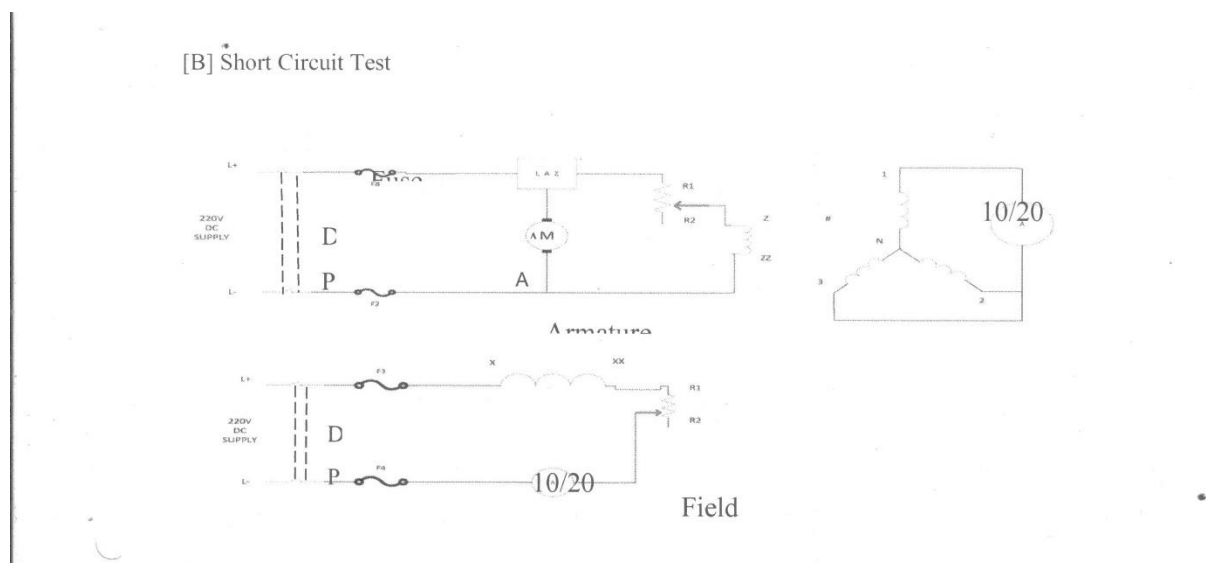
$$\% \text{ विनियमन} = (E_o - V) / V * 100$$

सर्किट आरेख:

[A] ओपन सर्किट टेस्ट



[B] शॉर्ट सर्किट टेस्ट



प्रक्रिया:

[A] ओपन सर्किट टेस्ट

- चित्र में दिखाए अनुसार सर्किट को जोड़ें।
- विभव विभाजक को शून्य आउटपुट स्थिति पर तथा मोटर क्षेत्र रिओस्टेट को न्यूनतम मान पर सेट करें।
- डीसी सप्लाई चालू करें और मोटर चालू करें।
- मोटर फील्ड रिओस्टेट द्वारा मोटर की गति को सिंक्रोनस मान पर समायोजित करें और मीटर रीडिंग नोट करें।
- अल्टरनेटर के क्षेत्र उत्तेजना को बढ़ाएं और संबंधित रीडिंग को नोट करें।

f. अल्टरनेटर के रेटेड टर्मिनल वोल्टेज से 10% ऊपर तक चरण 5 को दोहराएँ। छ. सभी रीडिंग के लिए रोटर की गति स्थिर बनाए रखें।

[B] शॉर्ट सर्किट टेस्ट

- चित्र में दिखाए अनुसार सर्किट को जोड़ें।
- मोटर को उसके क्षेत्र रिओस्टेट के साथ न्यूनतम प्रतिरोध स्थिति पर प्रारंभ करें और विभव विभाजक को शून्य आउटपुट पर सेट करें।
- मोटर की गति को तुल्यकालिक मान पर समायोजित करें।
- अल्टरनेटर क्षेत्र उत्तेजना बढ़ाएँ और एमीटर रीडिंग नोट करें।
- उत्तेजनाओं (फील्ड करंट) के विभिन्न मानों के लिए चरण 4 को दोहराएँ। रेटेड आर्मचर करंट तक रीडिंग लें। सभी रीडिंग के लिए निरंतर गति बनाए रखें।
- मल्टीमीटर या अमीटर-वोल्टमीटर विधि द्वारा प्रति फेज आर्मचर प्रतिरोध R_a का मान मापें।
- अभिलक्षणों को आलेखित करें और तुल्यकालिक प्रतिबाधा ज्ञात करें।

टिप्पणियाँ:

[A] ओपन सर्किट टेस्ट

क्र.सं.	फील्ड करंट $I_f(\text{amp})$	लाइन वोल्टेज $V_L (V)$	प्रति फेज वोल्टेज $= V_{LV3} (V)$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

[B] शॉर्ट सर्किट टेस्ट

क्र.सं.	फील्ड करंट $I_f(\text{amp})$	शॉर्ट सर्किट करंट $I_{sc}(\text{AMP})$
1		
2		
3		
4		
5		
6		

प्रति फेज़ अल्टरनेटर आर्मेचर प्रतिरोध $R_a = \dots\dots\dots \Omega$ रोटार गति = $\dots\dots\dots \text{RPM}$

ग्राफ़:

निम्नलिखित ग्राफ़ बनाने के लिए रीडिंग को प्लॉट करें। दोनों वक्रों के लिए एक ही ग्राफ़ पेपर का उपयोग करें।

1. I_f बनाम V_o (OC परीक्षण से) अगले पृष्ठ पर ग्राफ़ प्लॉट करें
2. I_f बनाम I_{sc} (SC परीक्षण से) अगले पृष्ठ पर ग्राफ़ प्लॉट करें

गणना:

परिणाम:

पूर्ण लोड पर अल्टरनेटर का विनियमन पाया जाता है,

एक पर पीएफ=

0.8 पिछड़ते हुए

0.8 से आगे

तुल्यकालिक प्रतिबाधा उत्तेजना के विभिन्न मानों के लिए भिन्न होती है।

सावधानियां:

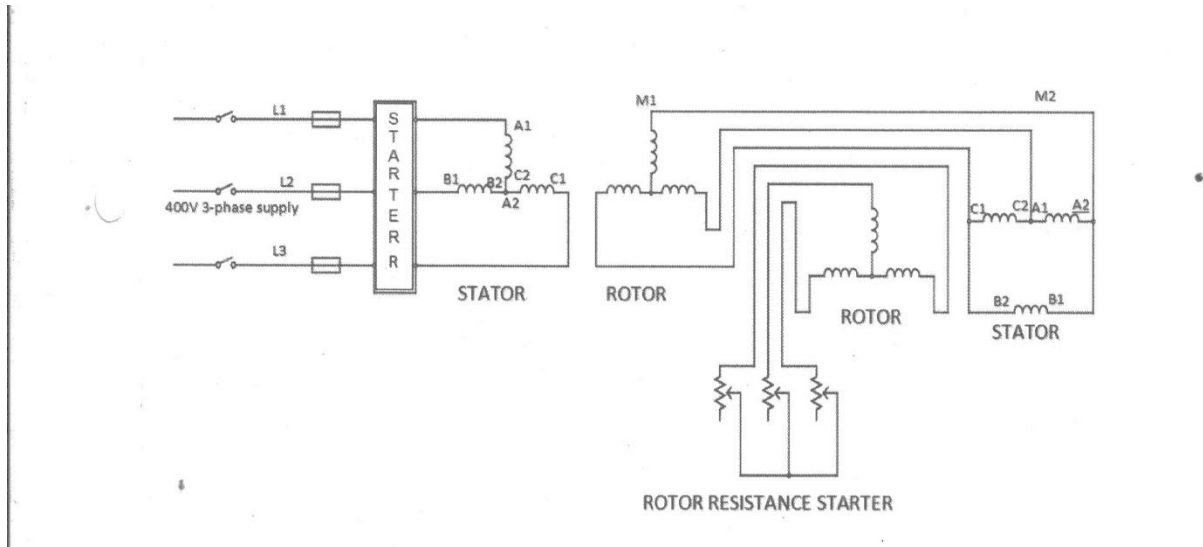
1. सभी कनेक्शन पूरी तरह से कसे हुए होने चाहिए और कार्य-टेबल पर कोई भी ढीला तार नहीं होना चाहिए।
2. DC-सप्लाई चालू करने से पहले यह सुनिश्चित कर लें कि स्टार्टर का चलायमान आर्म अपनी अधिकतम प्रतिरोध स्थिति पर है।
3. जब तक शिक्षक द्वारा कनेक्शन की जांच न कर ली जाए, तब तक सप्लाई चालू न करें
4. मीटर पढ़ते समय पैरालैक्स के कारण होने वाली त्रुटियों से बचें।
5. टैकोमीटर को दोनों हाथों से स्थिर रखें और मोटर शाफ्ट की सीध में रखें ताकि रीडिंग सही आए।
6. सुनिश्चित करें कि वाइंडिंग धाराएं उनके निर्धारित मान से अधिक न हों।

प्रयोग क्रमांक-.....

उद्देश्य:

कैस्केडिंग द्वारा 3-Øइंडक्शन मोटर की गति नियंत्रण।

सर्किट आरेख:



लिखित:

एक इंडक्शन मोटर मूल रूप से लोड रेंज पर एक स्थिर गति मोटर है जहां दो इंडक्शन मोटर उपलब्ध हैं (उनमें से एक स्लिप रिंग प्रकार होना चाहिए), उन्हें चार अलग-अलग गति प्राप्त करने के लिए एक साथ कैस्केड किया जाता है जो लोड रेंज पर काफी स्थिर रहते हैं। यदि P_1 और P_2 दो मोटरों के ध्रुवों की संख्या हैं, तो चार अलग-अलग गति हैं;

$$N_1 = 120f/P_1$$

$$N_2 = 120f/p_2$$

$$N_3 = 120f/P_1 + P_2$$

$$N_4 = 120f/P_1 - P_2 \{ \text{जहाँ } P_1 \neq P_2 \}$$

कैस्केडिंग में, मशीनों में से एक का रोटार (स्लिप-रिंग) अन्य दोनों मोटरों के स्टेटर से यांत्रिक रूप से युग्मित होता है और दूसरी मोटर पहले की स्लिप आवृत्ति और रोटार वोल्टेज पर खुलेगी।

यदि घूर्णन चुंबकीय क्षेत्र और टॉर्क दोनों एक ही दिशा में हैं तो मोटरों को संचयी रूप से कॉपी किया हुआ कहा जाता है। इससे गति $N3$ मिलती है, यदि दो मोटरों में घूमने वाला चुंबकीय क्षेत्र विपरीत दिशा में है, तो उन्हें भिन्न रूप से युग्मित कहा जाता है। इससे गति $N4$ मिलती है, जो आमतौर पर बहुत अधिक होती है और कम टॉर्क आउटपुट को देखते हुए आमतौर पर इसे पसंद नहीं किया जाता है।

प्रक्रिया:

1. कनेक्शन चित्र में दिखाए अनुसार बनाए गए हैं।
2. यह सुनिश्चित करने के बाद कि M2 के रोटार सर्किट में प्रतिरोध का एक बड़ा मान शामिल है, स्टार्टर की मदद से M को शुरू करें (यह केवल तभी लागू होता है जब M2 स्लिप रिंग प्रकार का हो)।
3. यह स्टार्टिंग के दौरान करंट को सीमित करने में मदद करेगा। रोटार प्रतिरोध को चरणों में काटा जाता है और गति में वृद्धि को नोट किया जाता है।
4. दूसरी मोटर में इनपुट के चरण अनुक्रम को उलट दिया जाता है और प्रयोग को दोहराया जाता है।
5. फिर मशीनों को अलग-अलग शुरू किया जाता है और गति को नोट किया जाता है। रीडिंग को तालिका में दिखाए अनुसार सारणीबद्ध किया जाता है।

अवलोकन तालिका:

मोटर नं।	इस प्रकार चलाएँ	सैद्धांतिक गति	मापी गई गति
M1	व्यक्तिगत		
M2	व्यक्तिगत		
M3	संचयी कैस्केड		
M4	विभेदक कैस्केड		

निष्कर्ष:

1. विभेदक कैस्केड विधि में, हमें अधिकतम गति मिलती है।
2. संचयी कैस्केड में, हमें न्यूनतम गति मिलती है।

सावधानियाँ:

- 7) कनेक्शन सर्किट आरेख के अनुसार किया जाना चाहिए।
- 8) उपकरणों की सही रेंज को जोड़ा जाना चाहिए।
- 9) ट्रांसफार्मर के सेकेंडरी के माध्यम से लगाया गया वोल्टेज शुरुआत में कम रखा जाना चाहिए।
- 10) यदि रीडिंग नेगेटिव आ रही हो तो वाटमीटर की करंट कॉइल का कनेक्शन रिवर्स कर देना चाहिए।
- 11) करंट रेटेड करंट से अधिक नहीं होना चाहिए।
- 12) लोड टेस्ट के दौरान वोल्टेज को स्थिर रखना चाहिए।

प्रयोग क्रमांक-.....

उद्देश्य

3-φ इंडक्शन मोटर के लिए विभिन्न स्टार्टर्स का अध्ययन।

लिखित

1. स्टार्टर एक विद्युत उपकरण है जो मोटर को चालू करने के लिए विद्युत शक्ति को नियंत्रित करता है।

2. मोटर के साथ-साथ अन्य समीपवर्ती उपकरणों को होने वाली क्षति से बचाने के लिए इस प्रारंभिक धारा को सीमित करने के लिए स्टार्टर आवश्यक है।

3. स्टार्टर्स के कार्य

A) धारा सीमित करना- सर्किट में लागू वोल्टेज को कम करके या प्रतिरोध को बढ़ाकर किया जा सकता है।

B) ओवरलोड प्रोटेक्शन - यह इसलिए ज़रूरी है क्योंकि ओवरलोड की स्थिति में मोटर ज़्यादा करंट खींचती है और इससे वाइंडिंग में अत्यधिक गर्मी पैदा होती है। यह अतिरिक्त गर्मी मोटर की लाइफ को कम करती है और इससे वाइंडिंग जल सकती है और आग लग सकती है।

ग) ओवरहीटिंग से सुरक्षा - ओवरलोड के दौरान उच्च धारा को सीमित करें।

4. स्टार्टर के प्रकार

a) ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर

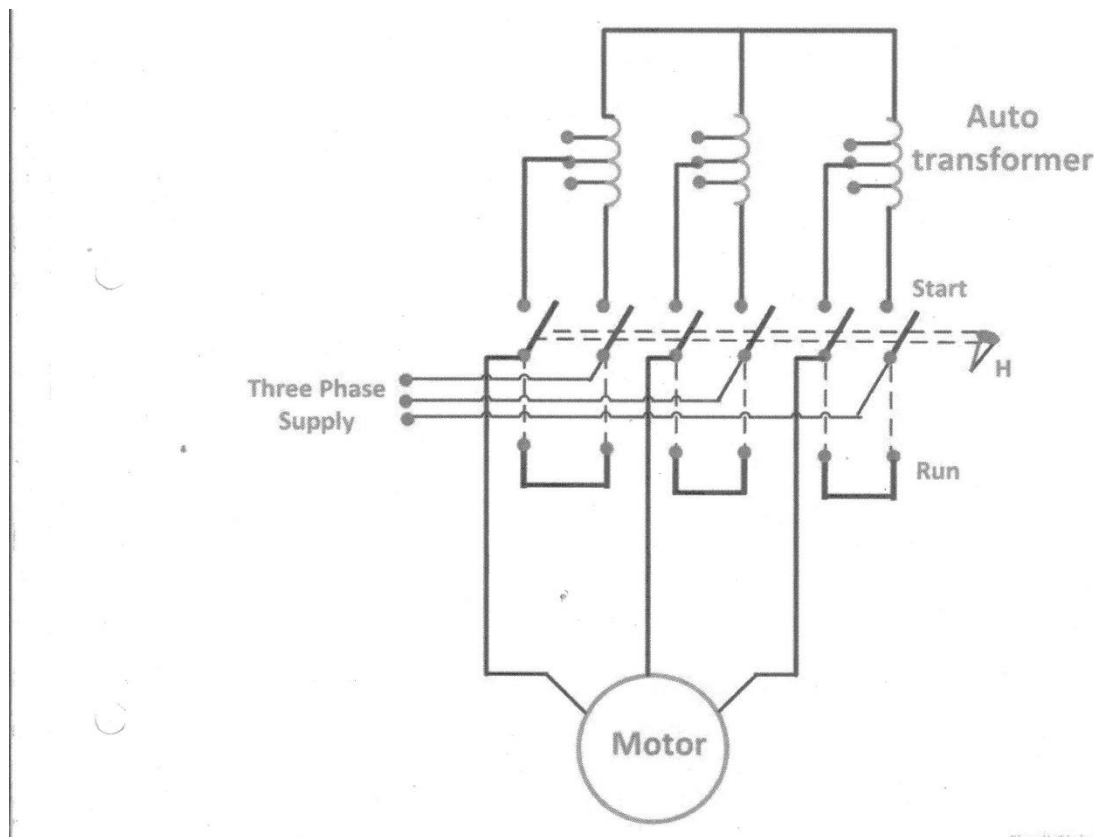
b) डायरेक्ट ऑन-लाइन स्टार्टर

c) स्टार-डेल्टा स्टार्टर

d) स्टेटर प्रतिरोध स्टार्टर

A) ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर:

ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर के लिए सर्किट आरेख नीचे दिया गया है:-



1. ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर के साथ, ट्रांसफार्मर प्राथमिक वोल्टेज का एक निश्चित प्रतिशत ट्रांसफार्मर के द्वितीयक वोल्टेज को आपूर्ति करता है।
2. ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार विन्यास में जुड़ा हुआ है।
3. इस प्रकार के स्टार्टर में ट्रांसफार्मर की तीन टैप की गई सेकेंडरी कॉइल तीन मोटर फेज से जुड़ी होती हैं। इससे मोटर टर्मिनल पर लगाए जाने वाले वोल्टेज को कम करने में मदद मिलती है।

❖ ऑटो ट्रांसफार्मर मोटर स्टार्टर का उपयोग करने के लाभ:

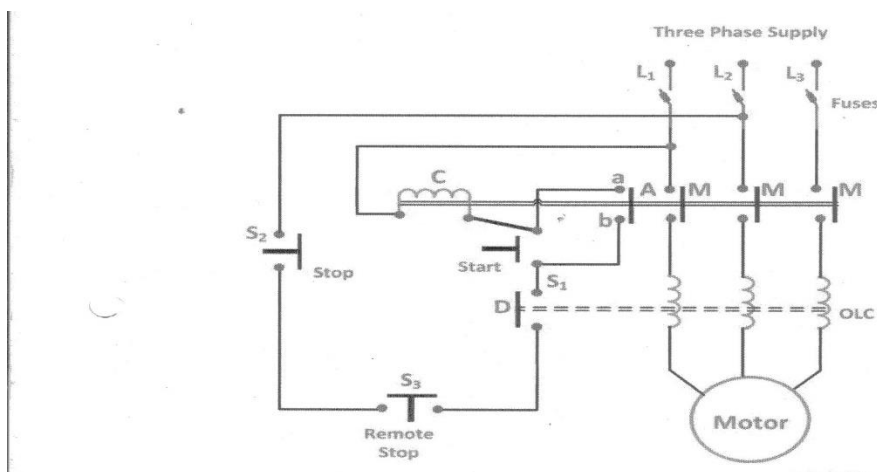
- ❖ इनका उपयोग मैनुअल गति नियंत्रण के लिए किया जा सकता है, लेकिन विकल्प सीमित हैं।
- ❖ इनमें अत्यंत लचीली प्रारंभिक विशेषताएं होती हैं।
- ❖ इनका आउटपुट टॉर्क उच्च होता है।
- ❖ इनका उपयोग 20HP से अधिक क्षमता वाले इंडक्शन मोटरों के लिए किया जाता है।

ऑटो ट्रांसफार्मर मोटर स्टार्टर का उपयोग करने के नुकसान:

- यह सर्किट जटिल है और इसमें अपेक्षाकृत महंगा ऑटोट्रांसफार्मर शामिल है
- ऑटोट्रांसफार्मर स्टार्टर के आकार के कारण, बहुत बड़े नियंत्रण पैनल की आवश्यकता होती है जिससे कीमत बढ़ जाती है।
- यदि स्थान सीमित है, तो स्टार्टर को उसके भौतिक आकार के कारण मौजूदा मशीन से जोड़ना संभव नहीं हो सकता है।
- इसकी एक बड़ी खामी इसके संचालन की आवृत्ति बाधा है। उचित रूप से रेटेड ऑटोट्रांसफार्मर का चयन करने के लिए संचालन आवृत्ति को जानना हमेशा आवश्यक होता है।

B) प्रत्यक्ष ऑन-लाइन स्टार्टर:

डायरेक्ट-ऑन-लाइन स्टार्टर के लिए सर्किट आरेख नीचे दिया गया है:-



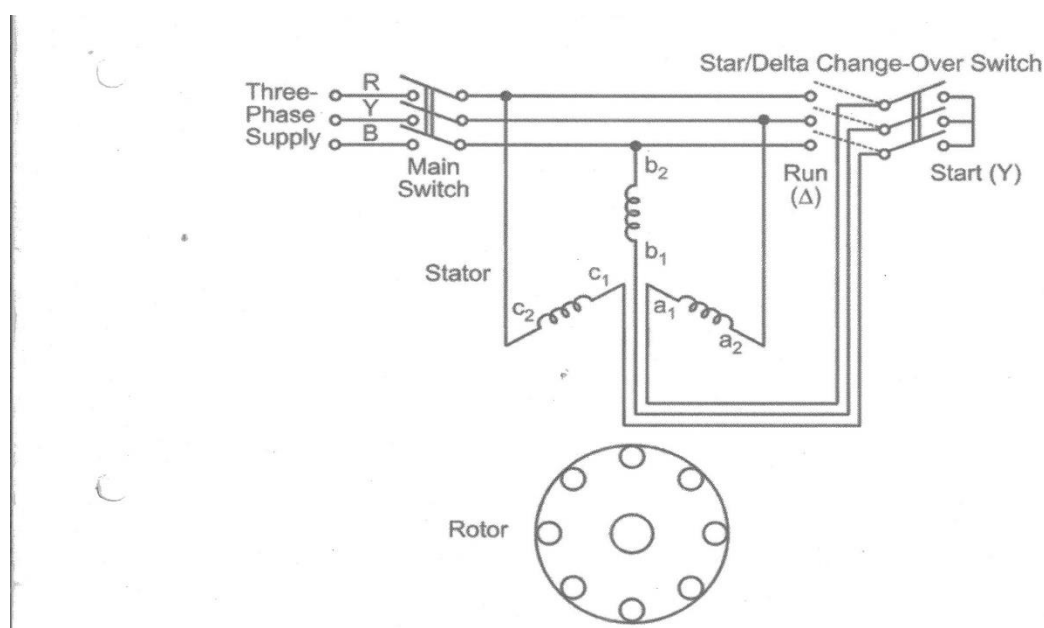
1. डीओएल स्टार्टर आपूर्ति को सीधे मोटर के संपर्कों पर स्विच करता है।
2. चूंकि एक प्रेरण मोटर की प्रारंभिक धारा, चालू धारा से 6-8 गुना हो सकती है, इसलिए डीओएल स्टार्टर का उपयोग आमतौर पर केवल 5 किलोवाट से कम रेटिंग वाले मोटरों के लिए किया जाता है।
3. अल्प अवधि की बड़ी धाराएं विद्युत आपूर्ति में आपत्तिजनक वोल्टेज गिरावट का कारण बनती हैं, जिससे आपूर्ति लाइन वोल्टेज में अवांछनीय गिरावट होती है; परिणामस्वरूप, अन्य उपकरणों का संचालन भी प्रभावित होता है।

डायरेक्ट-ऑन-लाइन मोटर स्टार्टर का उपयोग करने के लाभ:

- एक कॉम्पैक्ट डिज़ाइन है
- लागत प्रभावी हैं.
- एक साधारण निर्माण है.
- इनका उपयोग 5HP तक की मोटरों के लिए किया जाता है।

C) स्टार-डेल्टा स्टार्टर:

स्टार-डेल्टा स्टार्टर के लिए सर्किट आरेख नीचे दिया गया है:-



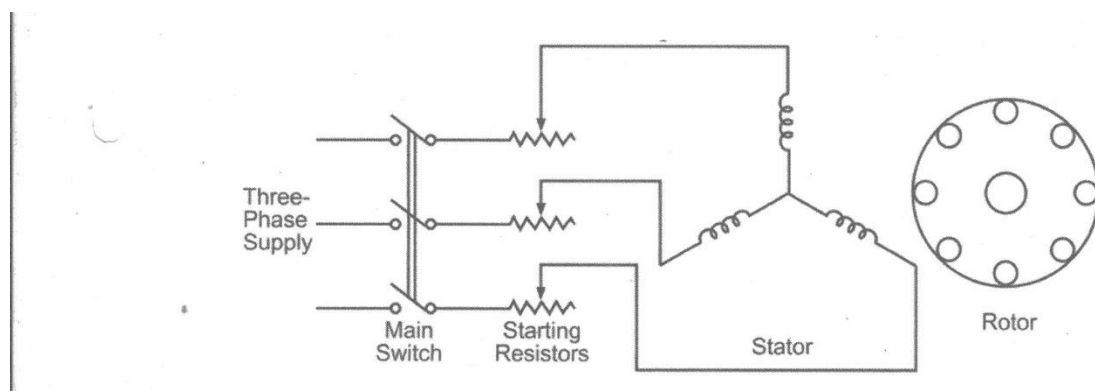
1. अन्य प्रकार के स्टार्टर्स की तुलना में स्टार डेल्टा स्टार्टर का उपयोग बड़े पैमाने पर किया जाता है।
2. जैसा कि नाम से पता चलता है, स्टार डेल्टा स्टार्टर्स में तीन वाइंडिंग्स एक स्टार कनेक्शन में जुड़े होते हैं।
3. टाइमर या किसी अन्य नियंत्रक सर्किट द्वारा एक निश्चित समय निर्धारित किया जाता है।
4. यह समय बीत जाने के बाद, वाइंडिंग को डेल्टा कनेक्शन में जोड़ दिया जाता है। स्टार कनेक्शन में चरण वोल्टेज 58% तक कम हो जाता है, और कुल खींचा गया करंट सामान्य करंट का 58% होता है। इसके परिणामस्वरूप टॉर्क कम हो जाता है।

स्टार डेल्टा मोटर स्टार्टर्स के उपयोग के लाभ:

- लम्बे त्वरण समय के लिए आदर्श हैं।
- अन्य स्टार्टर्स की तुलना में इनमें इनपुट सर्ज करंट कम होता है।
- अन्य स्टार्टर्स की तुलना में इनका निर्माण सरल है।
- इनका उपयोग 10HP से अधिक क्षमता वाली मोटरों के लिए किया जाता है।

D) स्टेटर प्रतिरोध स्टार्टर:

स्टेटर प्रतिरोध स्टार्टर के लिए सर्किट आरेख नीचे दिया गया है: -



1. स्टेटर प्रतिरोध स्टार्टर में तीन प्रतिरोधक होते हैं, जो स्टेटर वाइंडिंग के प्रत्येक चरण के साथ श्रृंखला में जुड़े होते हैं।
2. प्रत्येक प्रतिरोधक पर वोल्टेज में गिरावट होती है, इसलिए प्रत्येक चरण पर कम वोल्टेज लागू करना आवश्यक हो जाता है।
3. ये प्रतिरोध मोटर स्टार्ट चरण के दौरान प्रारंभ या अधिकतम स्थिति पर सेट किए जाते हैं।
4. इस प्रकार के स्टार्टर में स्टार्टिंग करंट को न्यूनतम रखा जाता है। साथ ही, मोटर को स्टार्टिंग टॉर्क भी बनाए रखना पड़ता है।

स्टेटर प्रतिरोध मोटर स्टार्टर का उपयोग करने के लाभ:

- गति नियंत्रण अनुप्रयोगों में उपयोग के लिए उपयुक्त हैं।
- इनमें अत्यंत लचीली प्रारंभिक विशेषताएं होती हैं।
- सहज त्वरण प्रदान करते हैं।

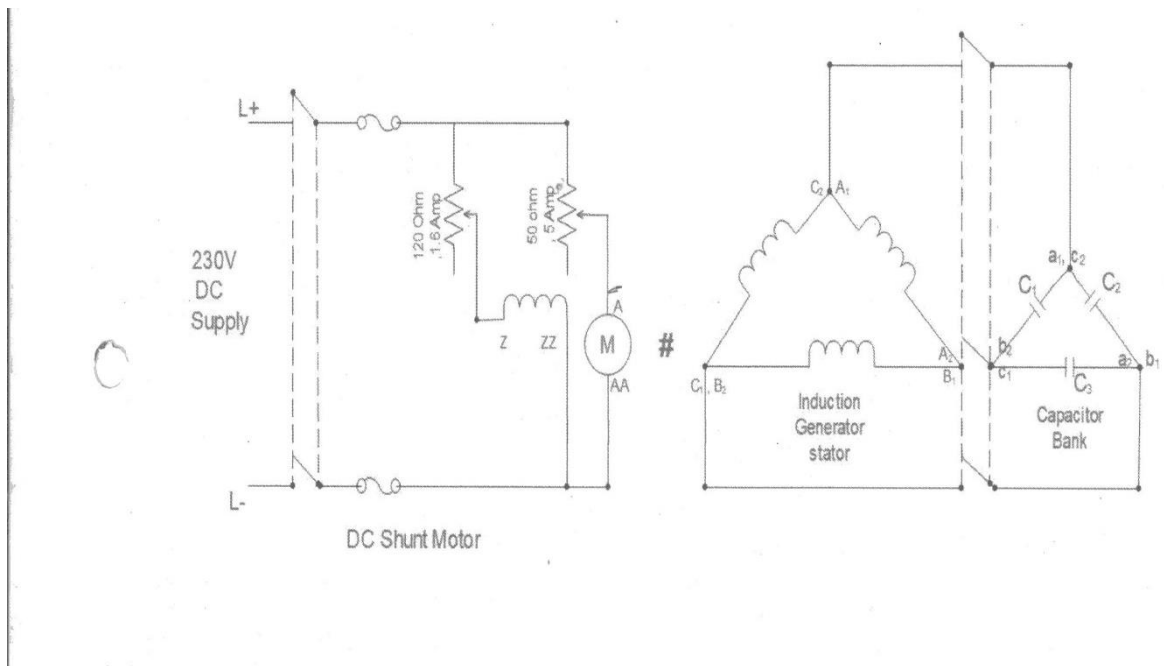
प्रयोग क्रमांक-.....

उद्देश्य: प्रेरण जनरेटर अध्ययन

आवश्यक उपकरण:

क्रम सं	उपकरण	विशेष विवरण	मात्रा
1	रिओस्टेट	50 Ω , 5A	1
2	रिओस्टेट	120 Ω , 1.6A	1
3	संधारित्र	36 μ F, $\pm$ 15%	3
4	वोल्टमीटर	0-600 V	1
5	टैकोमीटर		1

सर्किट आरेख:



लिखित:

यदि हम इंडक्शन मोटर के रोटर को प्राइम मूवर द्वारा N_s से अधिक गति से घुमाएं तो इसे जनरेटर के रूप में कार्य करने के लिए बनाया जा सकता है। इस प्रयोग में हम DC शंट मोटर को DC आपूर्ति द्वारा उत्तेजित प्राइम मूवर के रूप में उपयोग करते हैं।

$$N_s = 120f/p$$

जहाँ f : इनपुट आवृत्ति

p : पोल प्रति चरण

N_s : तुल्यकालिक गति

प्रेरण ईएमएफ के स्टेटर वाइंडिंग में उपरोक्त तुल्यकालिक गति बहुत कम है, इसलिए इस प्रेरित ईएमएफ को बढ़ाने के लिए हम स्टेटर वाइंडिंग में एक संधारित्र बैंक को जोड़ते हैं, संधारित्र को जोड़ने से पावर फैक्टर बढ़ने पर रोटर की गति कम हो जाती है।

प्रक्रिया:

1. चित्र में दिखाए अनुसार कनेक्शन बनाएं।
2. अब आर्मेचर रिओस्टेट को काट लें क्योंकि इसे शुरू में पूर्ण लोड प्रतिरोध पर रखा गया है।
3. अब क्षेत्र प्रतिरोध बढ़ाएँ, शुरू में इसे कम प्रतिरोध पर रखा जाता है ताकि उत्तेजक फ्लक्स (ϕ) कम हो जाए और डी शंट मोटर तुल्यकालिक गति से ऊपर घूम जाए $N(s)$

$$N \propto E_b / \phi$$

4. डी शंट मोटर यांत्रिक रूप से इंडक्शन मोटर से जुड़ी होती है जो डी मोटर के साथ घूमती है तथा दोनों तरफ की गति समान होती है।

5. अब क्रमिक रीडिंग के लिए संधारित्र को जोड़कर और बिना संधारित्र के रोटार वाइंडिंग में ईएमएफ को मापें। अब क्रमिक रीडिंग के लिए संधारित्र को जोड़कर और बिना संधारित्र के रोटार वाइंडिंग में ईएमएफ को मापें।

6. क्रमिक रीडिंग के लिए अतिरिक्त प्रतिरोध बदलें और संगत कम वोल्टेज पर अलग गति प्राप्त करें।

7. अब मोटर बंद कर दें।

अवलोकन तालिका:

क्र.सं.	संधारित्र के साथ		संधारित्र के बिना	
	वोल्टेज (V)	गति (आरपीएम)	वोल्टेज (V)	गति (आरपीएम)
1				
2				
3				
4				

परिणाम:

प्राप्त रीडिंग से पता चलता है कि दिए गए स्व-उत्तेजित जनरेटर के लिए संधारित्र बैंक जोड़ने पर विकसित वोल्टेज और गति क्रमशः बढ़ती और घटती है।

सावधानियां:

1. किसी भी टर्मिनल या स्विच को बिना यह सुनिश्चित किए न छुएं कि वह बंद है।
2. प्रयोगशाला में कभी भी अकेले काम न करें।

3. किसी भी सर्किट को चालू करने से पहले सुनिश्चित करें कि सभी कनेक्शन सही हैं, दोषपूर्ण कनेक्शन के कारण अधिक बिजली की खपत हो सकती है, जिसके परिणामस्वरूप उपकरणों के कुछ हिस्सों को नुकसान हो सकता है।

4. किसी भी कनेक्शन को बदलने से पहले सर्किट को डी-एनर्जाइज़ किया जाना चाहिए

Experiment No: 1

Aim:

No load and blocked rotor test on a single-phase induction motor (capacitor start type) and determine equivalent circuit parameters.

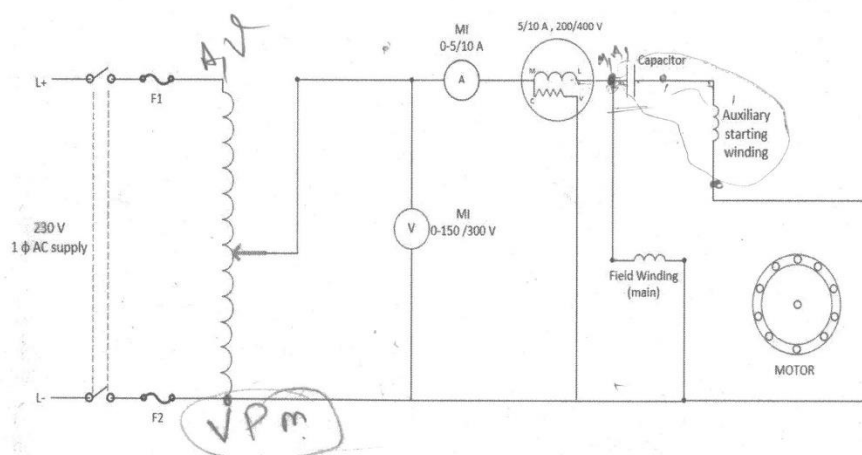
Name Plate Specification of Induction Motor:

230V, 7.4A, 1420 RPM Single phase Induction motor.

Apparatus Required:

S. No.	Apparatus	Specifications	Type	Quantity
1	Auto Transformer			1
2	Ammeter	0-5/10 A	MI	1
3	Voltmeter	0-15/300V	MI	1
4	Wattmeter	5/10 A, 200 /400 V	Dynamometer	1
5	Tachometer			1

Circuit Diagram:



Theory:

No-load and blocked rotor tests are two important tests conducted on a single-phase induction motor to determine its performance characteristics. These tests are usually performed in the laboratory or factory, prior to the motor's installation, to ensure that it meets the desired specifications and standards.

1. No-load test: In a no-load test, the motor is operated without any load or mechanical load on its shaft. The purpose of this test is to measure the power input, no-load current, and no-load power factor of the motor. During this test, the motor is connected to a suitable AC supply and allowed to run at its rated speed. The power input to the motor is measured using a wattmeter and the no-load current and power factor are measured using an ammeter and power factor meter, respectively.
2. Blocked rotor test: In a blocked rotor test, the motor is operated with its rotor shaft locked or blocked, and with rated voltage applied to the stator winding. The purpose of this test is to measure the motor's input power, current, power factor, and temperature rise at full load. During this test, the motor is connected to a suitable AC supply, and a suitable mechanical load is applied to the motor's shaft to prevent it from rotating. The power input to the motor is measured using a wattmeter, and the current and power factor are measured using an ammeter and power factor meter, respectively. The temperature rise of the motor is measured using a thermometer, and this information is used to determine the motor's efficiency.

Based on the results obtained from these tests, the motor's performance characteristics such as its efficiency, power factor, and starting torque can be determined. These tests also help in identifying any defects or issues in the motor and ensure that it is functioning optimally before it is put to use.

The Equivalent circuit of the single-phase induction motor on the basis of double revolving field during theory is shown in figure 2.

To determine the parameters of this equivalent circuit the following tests are necessary.

1. Measurement of dc resistance r_{10} of the main winding at the room temperature t_0 . This is done by voltmeter ammeter method.
Its resistance at the operating temperature is given by-
$$r_1 = r_{10} [1 + \alpha(t - t_0)]$$
2. A blocked rotor test is performed at rated current and frequency (with the starting winding open). The reading of V_b , I_b and W_b are noted.
For this condition as $s=1$, the equivalent circuit simplifies to figure 3.
3. In no load test, the motor is run at rated voltage and frequency. The slip is extremely small under no load operations and thus the equivalent circuit under these conditions simplifies to figure 4. V_0 , I_0 , and W_0 are noted down with this test.

Procedure:**NO LOAD TEST –**

1. Connect the circuit as shown in figure 1.
2. Switch ON the AC supply to the circuit.
3. Adjust the voltage and then increase it to the rated voltage of the motor.
4. Record the applied voltage V_0 , no load current I_0 and no load power W_0 .
5. Reduce the applied voltage to zero and switch OFF the supply to stop the motor.

BLOCKED ROTOR TEST –

1. Connect the circuit as above and disconnect starting winding from circuit and switch ON the supply.
2. Adjust the variac such that rated current flows in the motor.
3. Record applied voltage V_{sc} , rated input current I_{sc} and Power W_{sc} .
4. Switch OFF the AC mains to stop the motor.

RESISTANCE OF MAIN WINDING –

Measure the dc resistance of the main stator winding using voltmeter ammeter method.

Observations:

NO LOAD TEST			BLOCKED ROTOR TEST		
V_0	I_0	W_0	V_{sc}	I_{sc}	W_{sc}

Calculations:

$$Z_{sc} = V_{sc}/I_{sc}$$

$$R_{sc} = W_{sc}/I_{sc}$$

$$X_{sc} = (Z_{sc}^2 - R_{sc}^2)^{1/2}$$

$$Z_0 = V_0/I_0$$

$$\cos\phi_0 = W_0/V_0I_0$$

Result:**Precautions:**

1. Slowly increase the voltage and note the readings carefully.
2. Connect the ammeter and voltmeter with correct polarity.

Experiment No: 2

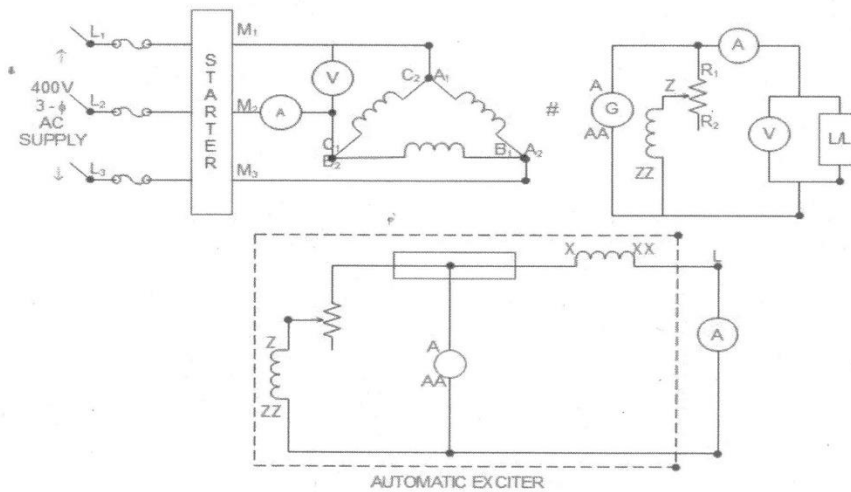
Aim:

To plot V-curves of Synchronous motor on no-load, 25%, 50% & full load.

Apparatus Required:

S. NO.	INSTRUMENTS	SPECIFICATIONS	QUANTITY
1.	VOLTMETER (MI)	(0-600V)	1
2.	AMMETER (MC)	(15/30A)	1
3.	AMMETER (DC)	(25/50A)	1
4.	AMMETER (DC)	(10/20A)	1

Circuit Diagram :



Theory:

For a synchronous motor working on a fixed voltage and frequency, the airgap flux is a constant, being contributed by both armature and field currents. The value of the field current at which the airgap flux is totally established by the field is referred to as 'normal' excitation. If the field current is reduced below this value, the armature current is magnetizing and its value is such as to keep the total airgap flux a constant. Similarly if the field current is increased above normal the armature current is demagnetizing and its value will be such as to keep the air gap flux again a constant.

On no load, a variation of field current will thus cause & variation of armature current. On load, the variation of the field current will affect only the reactive component of the armature current, V curve gives a graphical relationship between the armature current and field current of the synchronous motor.

V curve is a plot of the stator current versus field current for different constant loads. The Graph plotted between the armature current (I_a) and field current (I_f) at no load the curve is obtained known as V Curve. Since the shape of these curves is similar to the letter "V", thus they are called the V curve of a synchronous motor.

The power factor of the synchronous motor can be controlled by varying the field current I_f . As we know that the armature current I_a changes with the change in the field current I_f . Let us assume that the motor is running at NO load. If the field current is increased from this small value, the armature current I_a decreases until the armature current becomes minimum. At this minimum point, the motor is operating at a unity power factor. The motor operates at a lagging power factor until it reaches up to this point of operation.

If now, the field current is increased further, the armature current increases and the motor starts operating as a leading power factor. The graph drawn between armature current and field current is

known as the V curve. If this procedure is repeated for various increased loads, a family of curves is obtained.

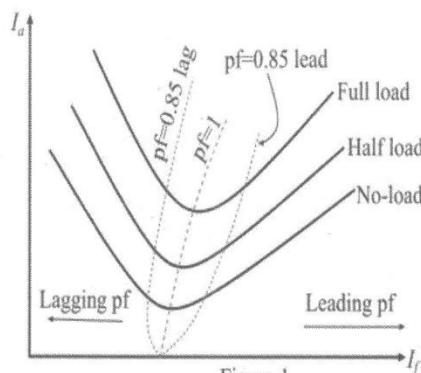


Figure-1
Fig1. V curves of a synchronous motor

The V curves are useful in adjusting the field current. Increasing the field current, if beyond the level for minimum armature current results in leading power factor. Similarly decreasing the field current below the minimum armature current results in a lagging power factor. It is seen that the field current for the unity power factor at full load is more than the field current for unity power factor at no load.

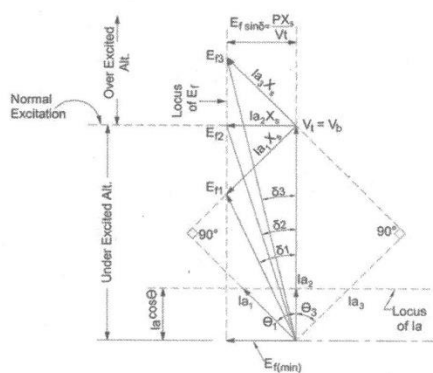


Fig 2. Phasor Diagram

Procedure:

1. Connections are made as shown in diagram.

2. The synchronous motor is started with the help of starter. When the motor attains a speed near about synchronous speed the field excitation is applied automatically and the motor 'pull in'.
3. The excitation of the coupled d.c. generator is adjusted so that It builds up rated voltage.
4. A set of readings of I_f and I_a are taken with the synchronous motor on no load.
5. The synchronous motor is then loaded by loading the d.c. generator sets of readings of I_f and I_a are noted for 25% 50%, 75% and 100% load on the motor. The readings are tabulated for the different load conditions.

Observation table :

S.no.	no load		25% load		50% load	
	Field current (I_f)	Armature Current (I_a)	Field current (I_f)	Armature Current (I_a)	field current(I_a)	armature current (I_f)
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

Result:**Graph: On Next Page**

Precautions:

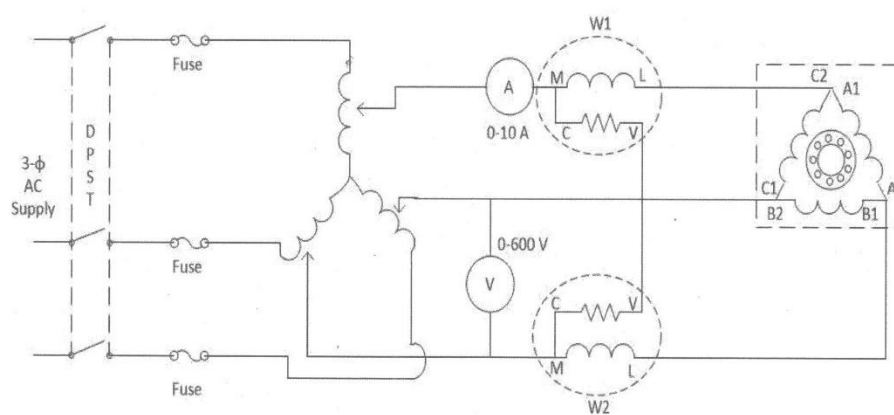
1. Do not touch any terminal or switch without ensuring that it is dead.
2. Never work alone in the laboratory.
3. Make sure that all the connections are right, before switching on any circuit , faulty connections may cause drawing large power resulting in damage of parts of instruments .
4. The circuit should be de-energized before changing any connections.

Experiment No- 3**Aim:**

To perform no load and blocked rotor test on 3 phase Induction Motor .

Apparatus Required:

S. No.	Apparatus/Accessories	Type	Range	Quantity
1	Ammeter	MI	0 - 10/20A	1
2	Voltmeter	MI	0 - 300/600V	1
3	Wattmeter	-	10/20A 200/400V	2
4	3 phase variac	-	15A 400/0-400V	1

Circuit Diagram:

Theory:

The performance and other characteristics curve of a 3-phase induction motor may be obtained by testing the machine under load. However, the test under actual loading is in many cases difficult to carry out and in some cases even impracticable as for instance with large capacity machines built in electrical manufacturing industries in such cases characteristics can be obtained with the help of a circle diagram based on relatively simple on no load and blocked rotor test.

The circle diagram is based on the approximate equivalent circuit of the induction motor (where the no load admittance branch is shifted to the supply terminals) and represents the locus of the primary current vector of the machine.

No load test:

The no load test is similar to the open circuit test on a transformer. It is performed to obtain the magnetizing branch parameters (shunt parameters) in the induction machine equivalent circuit. In this test, the motor is allowed to run with no-load at the rated voltage of rated frequency across its terminals. Machine will rotate at almost synchronous speed, which makes slip nearly equal to zero. This causes the equivalent rotor impedance to be very large (theoretically infinite neglecting the frictional and rotational losses). Therefore, the rotor equivalent impedance can be considered to be an open circuit.

If i_0 , V_0 , W_{01} , W_{02} are the readings during no load test then,

$$\tan\phi_0 = \sqrt{3}(W_{01} - W_{02}) / (W_{01} + W_{02})$$

Thus, no load power factor angle can be calculated.

Blocked rotor test:

Blocked rotor test is similar to the short circuit test on a transformer. It is performed to calculate the series parameters of the induction machine i.e., its leakage impedances. The rotor is blocked to prevent rotation and balanced voltages are applied to the stator terminals at a frequency of 25 percent of the rated frequency at a voltage where the rated current is achieved. Under the reduced voltage condition and rated current, core loss and magnetizing component of the current are quite small percent of the total current.

If i_{sc} , V_{sc} , W_{sc1} , W_{sc2} are the readings during blocked rotor test, then

$$\tan\phi_{sc} = \sqrt{3}(W_{sc1} - W_{sc2}) / (W_{sc1} + W_{sc2})$$

Thus, short circuit power factor can be calculated.

The power factor of the motor is quite low under both test conditions. Thus one wattmeter in the circuit will give negative reading, which may be recorded by reversing the terminals of pressure or current coil.

Procedure:

Steps to perform the experiment.

1. Connections are made as shown in the diagram.
2. The motor is started on no load (with belt loose) with the aid of a three phase variac.
3. The applied voltage to the unloaded three phase induction motor is adjusted to rated voltage and readings of Input power, current and voltage are recorded .Switch off the supply to the motor.
4. The connections for the block rotor test are essentially the same as those of the no load test except the ammeter and wattmeter are chosen to be able to as the rated current of the motor.
5. In block rotor test the rotor is held firmly so that it does not rotate, A reduced voltage is applied with the help of a three phase variac so that rated current flow in the stator winding and readings of input power current and voltage are recorded.
6. The dc resistance of stator winding per phase is measured by voltmeter ammeter method and its per phase effect value is calculated from the relation.
7. Effective resistance= 1.8 times dc resistance of one phase.

Observations:**No load test:**

S. No.	voltage(v)	current(i)	power		$\cos\phi$
			W1	W2	
1.					

Blocked rotor test :

S. No.	voltage(v)	current(i)	power		$\cos\phi$
			W1	W2	
1.					

Calculation: (Do Calculations after precautions, if required)

Result:

The Power factor calculated after conducting the Block Rotor test is

The Power factor calculated after conducting the No Load test is

Precautions:

1. Slowly increase the voltage and note the readings carefully.
2. Connect the ammeter and voltmeter with correct polarity.
3. Multiplying factor of wattmeter should be checked properly
4. Loading should be done slowly and precisely by rotating the spring valve.
5. All connections should be tight.
6. The rotor should be blocked properly at the starting of the motor.
7. It should be kept in mind that the applied voltage on the stator terminals should be low otherwise normal voltage could damage the winding of the stator.

Experiment No- 4

Aim:

To perform OC & SC test on alternator.

Apparatus Required:

S no	Instruments Required	Rating	Quantity
1	DC Compound Motor	220 V 16 KW 85 A 750 - 2250 rpm	1
2	3 ϕ sine wave Alternator	400 V 15 KVA 1500 rpm	1
3	Ammeter	10/20 Amp MI, MC	1 each
4	Voltmeter	400 V MI, MC	1 each
5	Tachometer	0-2500 rpm	1

Theory:

The open-circuit test or the no-load test, is performed by driving the generator at its rated speed while the armature winding is left open. The field current is varied in suitable steps and the corresponding values of the open-circuit voltage varied in suitable steps and corresponding values of the open-circuit voltage between any two pairs of terminals of the armature windings are recorded.

The OCC follows a straight-line relation as long as the magnetic circuit of the synchronous generator does not saturate. In the linear region, most of the applied MMF is consumed by the air gap; the straight line is appropriately called the air-gap line. As the saturation sets in, the OCC starts deviating from the air-gap line.

The short-circuit test provides information about the current capabilities of a synchronous generator. It is performed by driving the generator at its rated speed when the terminals of the armature winding are shorted. An ammeter is placed in series with one of the three short lines. The field current is gradually increased and the corresponding value of the armature current is recorded. When the per-phase short-circuits current is plotted as a function of the field current, the graph is called the short circuit characteristic of a generator.

Voltage Regulation:

The voltage regulation of an alternator is defined as " the rise in voltage from full-load to no-load and (field excitation and speed remaining the same) divided by the rated terminal voltage".

$$\text{Percent regulation} = (E_o - V)/V * 100$$

Where E_o and V are respectively the no load emf and full load voltage.

Formulas:

Synchronous impedance, $Z_s = OA/OB$ = for field current I_{sc} [plot from graph $OA/OB = V_o / I_{sc}$]

I_{sc1} is selected over the linear part of OCC, generally, it corresponds to rated armature current.

Synchronous reactance, $X_s = \sqrt{(Z_s^2 - R_a^2)}$, where R_a =Armature resistance of alternator (per phase)

Calculate the excitation emf E_o and voltage regulation for full-load and

1. .0.8 lagging p.f.
2. UPF
3. 0.8 leading p.f.

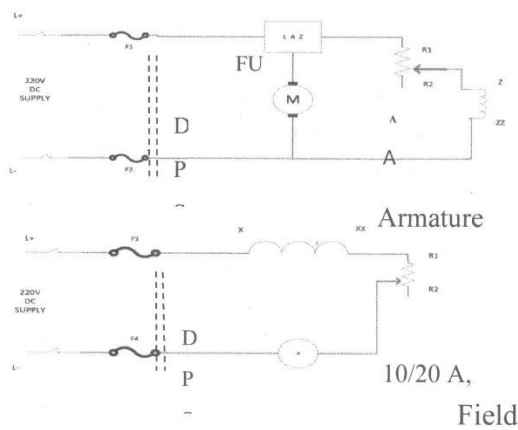
$$E_o = [(V \cos \phi + I_a R_a)^2 \mp (V \sin \phi + I_a X_s)^2]^{1/2} \quad (+ \text{ sign is for lagging pf load, - sign is for leading pf load})$$

where V = rated terminal voltage per phase of alternator

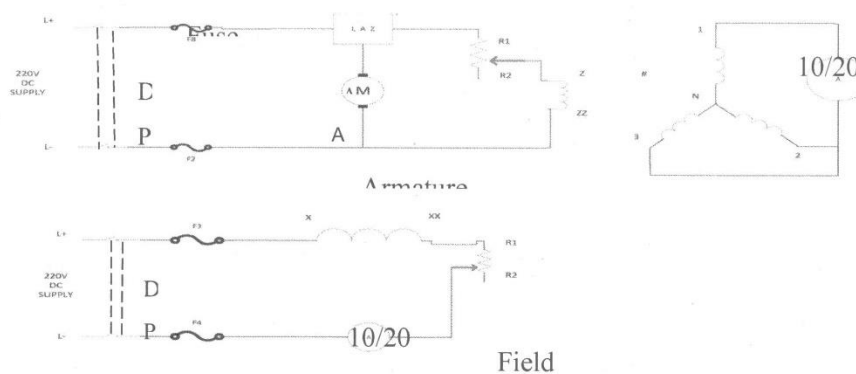
$$\% \text{Regulation} = (E_o - V) / V * 100$$

Circuit Diagram:

[A] Open Circuit Test



[B] Short Circuit Test



Procedure:

[A] Open Circuit Test

- Connect the circuit as shown in the figure.
- Set the potential divider to zero output position and motor field rheostat to the minimum value.
- Switch on the DC supply and start the motor.
- Adjust motor speed to synchronous value by motor field rheostat and note the meter readings.
- Increase the field excitation of the alternator and note the corresponding readings.
- Repeat step 5 till 10% above the rated terminal voltage of the alternator.
- Maintain constant rotor speed for all readings.

[B] Short Circuit Test

- Connect the circuit as shown in the figure.
- Star the motor with its field rheostat at minimum resistance position and the potential divider set to zero output.
- Adjust the motor speed to synchronous value.
- Increase the alternator field excitation and note ammeter readings.
- Repeat step 4 for different values of excitations (field current). Take readings up to the rated armature current. Maintain constant speed for all readings.
- Measure the value of armature resistance per phase R_a by multimeter or by the ammeter-voltmeter method.
- Plot the characteristics and find the synchronous impedance.

Observations:**[A] Open Circuit Test**

Sno	Field current I_f (in Amp)	Line Voltage supplied V_L (in V)	Voltage per phase = $V_L/\sqrt{3}$ (in V)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

[B] Short Circuit Test

Sno	Field Current I_f (in Amp)	Short Circuit Current I_{sc} (in Amp)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Alternator armature resistance per phase R_a = ----- Ω Rotor speed = ----- RPM

Experiment No- 5

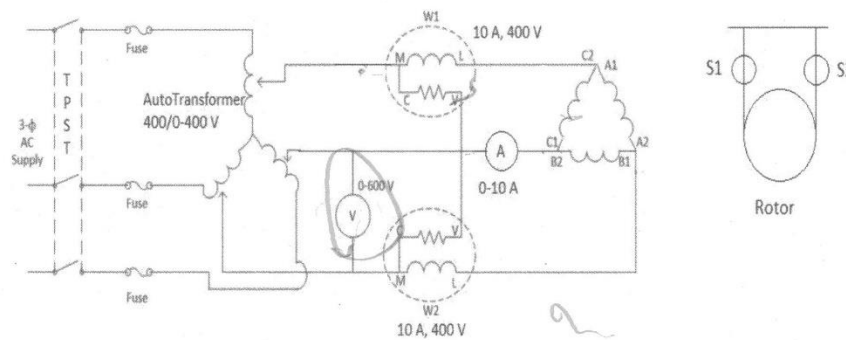
Aim:

To perform load test on 3- ϕ Induction motor

Apparatus Required:

S. No.	Apparatus/Accessories	Specifications	Quantity
1	Ammeter	0-10/20A, MI	1
2	Voltmeter	0-300/600V, MI	1
3	Wattmeter	10/20A, 200/400V	2
4	3- ϕ Variac	15A, 400/0-400V	1
5	Tachometer	0-2000 rpm	1

Circuit Diagram:



Theory:

The load test on induction motor is performed to compute its complete performance i.e., torque, slip, efficiency, power factor etc.

In this test the motor is operated for different loads and the applied voltage, current and input power measured along with the slip of the motor. Again, the connections are made as per the circuit diagram. For all the load conditions the applied voltage should be same and equal to the rated voltage. In case the supply voltage remains constant during the experiment the auto transformer may be removed the load should be varied from a low value to an overload value the load applied to the motor may be an electrical load or a mechanical load. For electrical loading a generator (AC or DC) is coupled to the motor either directly or by belt. The output of the generator is measured. The efficiency of the generator at various loads must be known so that the output of the motor or the generator input can be calculated when the generator is coupled by a belt an allowance must be made for the loss in the belt.

In the mechanical loading some form of brake is used. A simple method consists in loading up the motor by means of a simple band brake with a spring balance on each side to measure the pull on the tight and slack sides of the belt. In another method mechanical load replaces the tight side spring balance. If S_1 is the weight applied (or the pull on the tight side spring balance) in kg and S_2 is the pull in kg on the slack side spring balance then the net force applied at the rim of the pulley is $(S_1 - S_2) \times 9.81$ in Newton and the developed torque is $T = (S_1 - S_2) \times 9.81 \times R$ N-m where R is the radius of the pulley in metre and the gravitational force g is taken as 9.81 m/s^2 . To be more accurate half of the thickness of the belt is added in the radius of the pulley.

*Therefore, for determining the output, speed and torque must be known. For this the speed of the motor and the values of S_1 and S_2 must be obtained. The radius of the pulley and the thickness of the belt must also be measured thus the observations for complete range of loads are obtained. Efficiencies, power factors and slips for the range of loads are calculated and these and input current measured or plotted against the output these curves are the performance curves of the motor. The disadvantage of this method of testing is that the pulley and the belt very soon get extremely hot so that the observations have to be taken quickly. Some methods of cooling the pulley should there for be used to keep the pulley and belt cool. The performance can be calculated, following the steps given below.

Slip:

The speed of rotor, N_r drops slightly as the load on the motor is increased. The synchronous speed, N_s of the rotating magnetic field is calculated, based on the number of poles p , and the supply frequency f , i.e.

$$\text{Synchronous speed } N_s = \frac{120f}{P} \text{ r.p.m}$$

$$\text{Then, slip } s = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 \text{ Percent}$$

Normally, the range of slip at full load is from 2 to 5 percent.

Torque:

Mechanical loading is the most common type of method employed in laboratories. A brake drum is coupled to the shaft of the motor and the load is applied by tightening the belt, provided on the brake drum. The net force exerted at the brake drum in kg is obtained from the readings S_1 and S_2

Procedure:

1. Connect the circuit as per circuit diagram in figure 1.
2. Ensure that the motor is unloaded and the variac is set at zero output voltage.
3. Switch-on 3 phase ac mains and start the motor at reduced applied voltage. Increase the voltage, till its rated value.
4. Take-down the readings of all the meters and the speed.
5. Increase the load on the motor gradually by turning hand wheels. Record the readings of all the meters and the speed at every setting of the load. Observation may be continued upto the full load current rating of the motor.
6. Reduce the load on the motor and finally unload it completely.
7. Reduce the applied voltage to zero gradually then switch-off the supply to stop the motor.

Observation Table:

S. No.	V(volts)	I(Amp)	W_1 (watts)	W_2 (watts)	Speed
1					
2					
3					
4					
5					

Calculations:

of the spring balances i.e.

Net force exerted, $W = (S_1 - S_2)$ kg

Then, load torque, $T = W \times d/2$ kg-m

$$= W \times d/2 \times 9.8 \text{ Nw-m}$$

where, d is the effective diameter of the brake drum in meters.

Output power, (P_o) :

The output power in watts developed by the motor is given by,

$$\text{Output power, } P_o = \frac{2\pi NT}{60} \text{ watts}$$

where, N is the speed of the motor in r. p. m.

This is the most important parameter because this will be the reference variable for each quantity to be plotted in curves.

Input power:

Input power is measured by the two wattmeters, properly connected in the circuit i.e.

$$\text{Input power} = (W_1 + W_2) \text{ watts}$$

where, W_1 and W_2 are the readings of the two wattmeters obtained after multiplying them with the respective wattmeter's multiplying factors.

Power factor:

Power factor of induction motor on no load is very low because of the high value of magnetizing current due to presence of air gap between the stator and rotor. With the increase in load, the power factor increases because the active power component of the current is increased. To reduce the magnetizing current in Induction motors the air-gap is kept as small as possible. Input power factor can also be calculated from the readings of two wattmeter for balanced load.

If p is the power factor angle, then

$$\tan^{-1} p = \sqrt{3} \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2}$$

Knowing the power factor angle p , power factor $\cos(p)$ can be calculated.

Efficiency:

Percentage efficiency of the motor, $\eta = (\text{Output power} / \text{Input power}) \times 100$

Efficiency of a three-phase induction motor lies in the range of 75 % - 85 % under the full load condition.

Result:

Precautions:

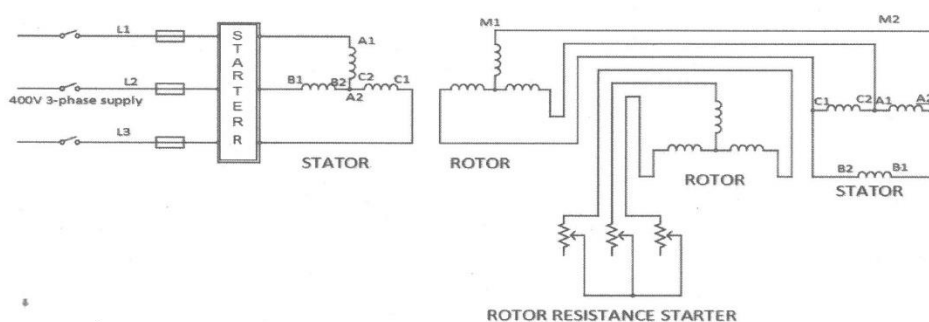
- 1) Connections must be done as per circuit diagram.
- 2) Correct range of instruments must be connected.
- 3) Voltage applied through secondary of transformer must be kept low in the starting.
- 4) Connection of current coil of wattmeter must be reversed if reading in negative.
- 5) Current must not exceed the rated current.
- 6) Voltage must be kept constant during the load test.

Experiment No- 6

Aim:

Speed control of 3-Ø Induction motor by cascading.

Circuit diagram:



Theory:

An induction motor is basically a constant speed motor over the load range where two induction motors are available (one of them must be slip ring type), they are cascaded together to obtain four different speeds which remain fairly constant over the load range. If P_1 and P_2 are the number of poles of the two motors, the four different speeds are;

$$N_1 = 120f/P_1$$

$$N_2 = 120f/P_2$$

$$N_3 = 120f/P_1 + P_2$$

$$N_4 = 120f/P_1 - P_2 \quad \{\text{where } P_1 \neq P_2\}$$

In cascading, the rotor of one of the machines (slip-ring) is connected to the stator of the other. Both motors mechanically coupled and the second motor will open at the slip frequency and rotor voltage of the first.

The motors are said to be cumulatively coupled if the rotating magnetic field and torque are both in same direction. This gives speed N_3 , if the rotating magnetic field in the two motors are in opposite direction, they are said to be differentially coupled. This gives the speed N_4 , which is usually very high and is not generally preferred in view of the low torque output.

Procedure:

1. Connections are made as shown in figure.

2. Start M with the help of a starter after ensuring that a large value of resistance is included in the rotor circuit of M2 (this is applied only if M2 is of the slip ring type).
3. This will help to limit the current during starting. The rotor resistance is cut in steps and increase in speed is noted.
4. The phase sequence of the input to the second motor is reversed and the experiment is repeated.
5. The machines are then started individually and the speeds are noted. The readings are tabulated as shown in table.

Observation table:

Motor no.	Run As	Theoretical speed	Measured speed
M1	Individual		
M2	Individual		
M3	Cumulative Cascade		
M4	Differential Cascade		

Conclusion:

1. In differential cascade method, we get maximum speed.
2. In cumulative cascade, we get minimum speed.

Precautions:

- 7) Connections must be done as per circuit diagram.
- 8) Correct range of instruments must be connected.
- 9) Voltage applied through secondary of transformer must be kept low in the starting.
- 10) Connection of current coil of wattmeter must be reversed if reading is negative.
- 11) Current must not exceed the rated current.
- 12) Voltage must be kept constant during the load test.

Experiment No- 7

Aim:

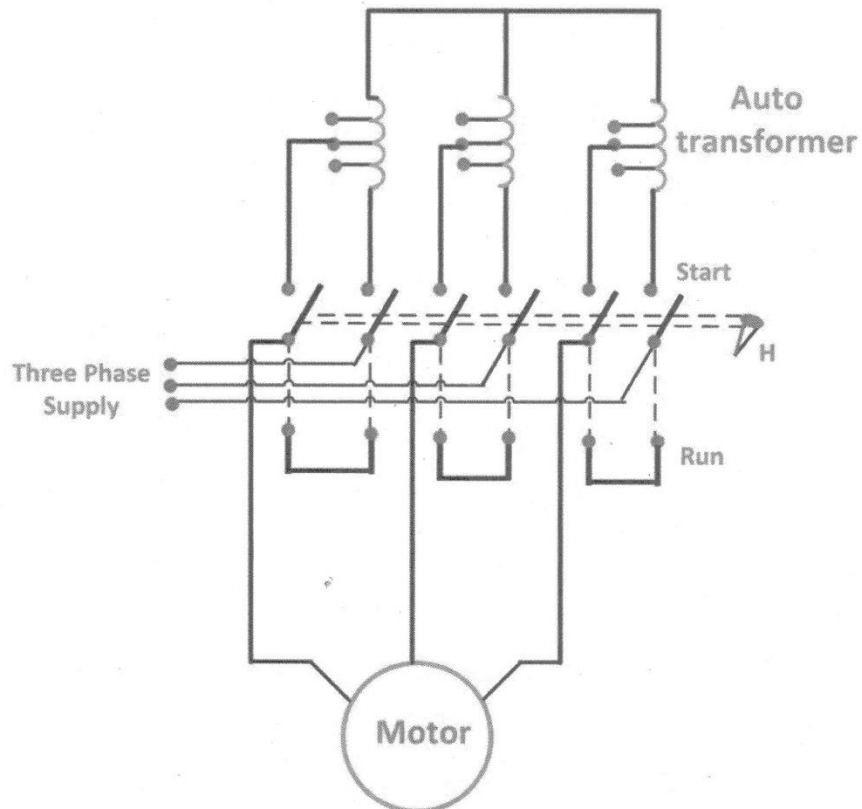
Study of various starters for 3- ϕ Induction motor.

Theory:

1. A starter is an electrical device which controls the electrical power for starting a motor.
2. A starter is necessary to limit this starting current to avoid damage to the motor as well as to other adjoining equipment.
3. Functions of Starters:
 - a) Current Limiting: - can be done by reducing the applied voltage or increasing the resistance in the circuit.
 - b) Overload Protection: - it is necessary because the motor draws more current during overload condition and it causes excessive heat in the windings. This extra heat reduces the motor's life and may cause burning of windings and hence fire.
 - c) Overheating Protection: - limit high current during overload.
4. Types of Starters:
 - a) Auto Transformer starter
 - b) Direct On-line starter
 - c) Star-Delta starter
 - d) Stator resistance starter

A) Auto-transformer starter:

Circuit diagram for Auto Transformer starter is given below:-



Circuit Globe

1. With an auto transformer starter, the transformer supplies a certain percentage of the primary voltage to the secondary of the transformer.
2. The auto transformer is connected in a star configuration.
3. The three tapped secondary coils of the transformer are connected to the three motor phases in this type of starter. This helps in reducing the voltage that is being applied to the motor terminals.

The Advantages of Using Auto Transformer Motor Starters:

- They can be used for manual speed control, but with limited options.

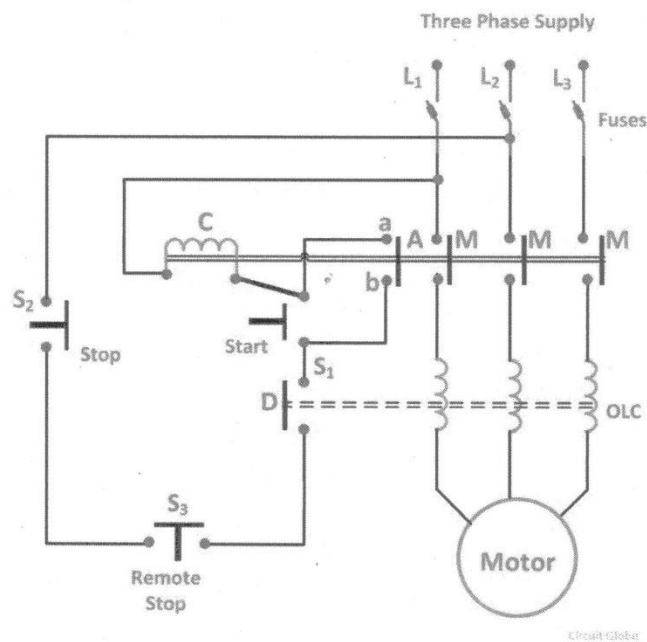
- They have extremely flexible starting characteristics.
- They have a high output torque.
- They are used for induction motors rated above 20HP.

Disadvantages of using Auto Transformer Motor Starters:

- The circuit is complex and involves a relatively expensive autotransformer
- Due to the size of the autotransformer starter, a much larger control, the panel is required which increases the price.
- If space is limited, it might not be possible to connect the starter to an existing machine due to its physical size.
- One of its major drawbacks is the frequency constraint of its operation. It is always necessary to know the operation frequency in order to select an autotransformer that is appropriately rated.

B) Direct on-line starter:

Circuit diagram for Direct-On-Line starter is given below:-



1. The DOL starter switches the supply directly on to the contacts of the motor.
2. As the starting current of an induction motor can be 6-8 times the running current the DOL starter is typically only used for motors with a rating of less than 5kW.

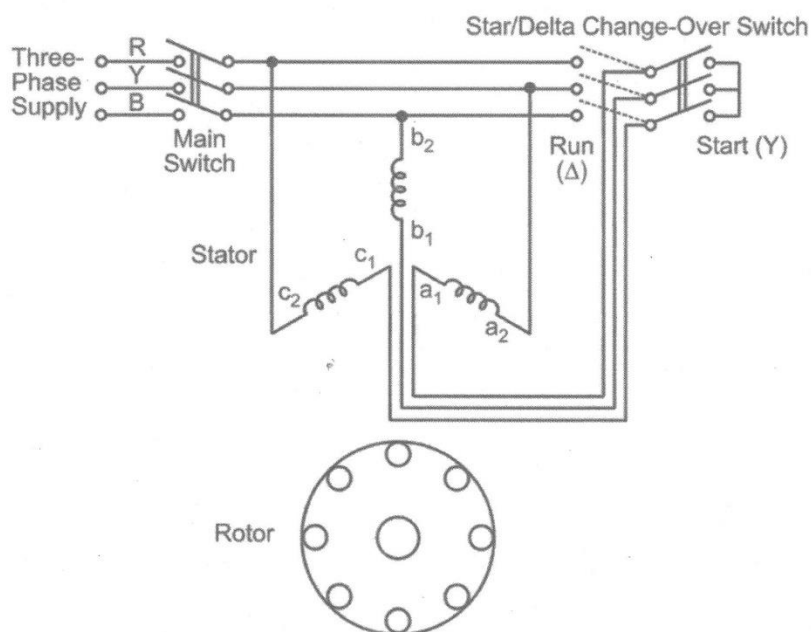
- Large currents of short duration cause objectionable voltage drop in the power supply which cause undesirable dip in the supply line voltage; consequently, the operation of other equipment's is also affected.

The Advantages of Using Direct-On-Line Motor Starters:

- They have a compact design.
- They are cost-effective.
- They have a simple construction.
- They are used for motors rated upto 5HP.

C) Star – delta starter:

Circuit diagram for Star-Delta Starter is given below:-



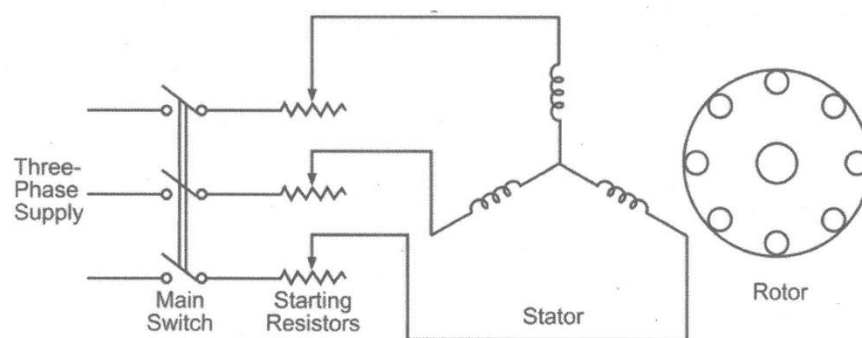
- Compared to the other types of starters, the star delta starter is used on a large scale.
- As the name suggests, the three windings are connected in a star connection in the star delta starters.
- A certain time is set by the timer or any other controller circuit.
- After this time is passed, the windings are then connected in the delta connection. The phase voltage in the star connection is reduced to 58%, and the total current drawn is 58% of normal current. This results in a reduced torque.

The Advantages of Using Star Delta Motor Starters:

- They are ideal for long acceleration times.
- They have a lower input surge current when compared to other starters.
- They have a simpler construction as compared to other starters.
- They are used for motors rated above 10HP.

D) Stator Resistance Starter:

Circuit diagram for Stator Resistance Starter is given below:-



1. The stator resistance starter consists of three resistors, which are connected in series with each phase of the stator windings.
2. At each resistor, a voltage drop is caused, so it becomes necessary to apply low voltage to each phase.
3. These resistances are set at the start or maximum position during the motor start stage.
4. The starting current is kept at a minimum in this type of starter. Also, the starting torque to the motor needs to be maintained.

The Advantages of Using Stator Resistance Motor Starters:

- They are suitable for use in speed control applications.
- They have extremely flexible starting characteristics.
- They provide smooth acceleration.

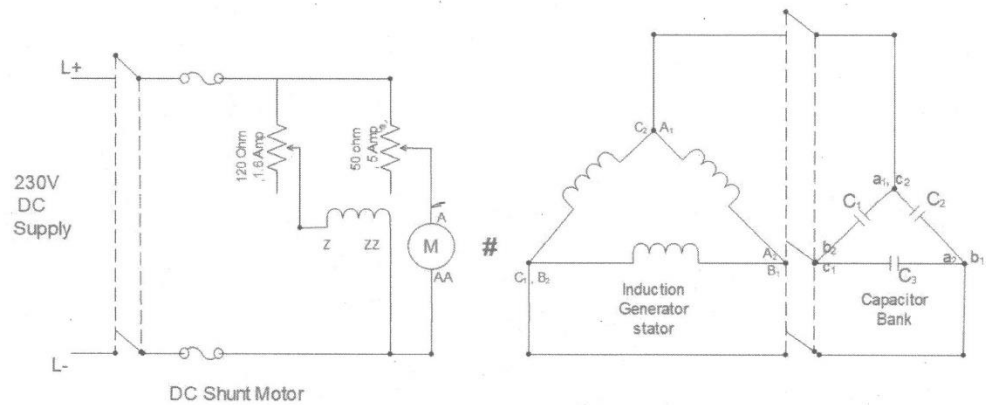
Experiment No- 8

Aim:

Apparatus Required:

S. NO.	INSTRUMENTS	SPECIFICATIONS	QUANTITY
1.	RHEOSTAT	50Ω , 5A	1
2.	RHEOSTAT	120Ω , 1.6A	1
3.	CAPACITOR	36μF , +- 15%	3
4.	VOLTMETER	0-600V	1
5.	TACHOMETER		1

Circuit Diagram :



Theory:

Induction motor can be made to work as a generator if we rotate its rotor by a prime mover at a speed greater than N_s . In this experiment we use DC shunt motor as a prime mover excited by a DC supply.

$$N_s = 120 \cdot f / P \quad \text{where } f : \text{input frequency}$$

P : pole per phase

N_s : synchronous speed

The above synchronous speed across the stator winding of the induction emf is very low so as to increase this induced emf we connect a capacitor bank across the stator winding, by connecting the capacitor the rotor speed is decreased as power factor increases.

Procedure:

1. Make connection as shown in figure.
2. Now cut out the armature rheostat as it is initially placed at a full load resistance.
3. Now increase field resistance, initially it is kept at low resistance so that the excitor flux (ϕ) decreases and dc shunt motor rotates above the synchronous speed $N(s)$

$$\uparrow N \propto \frac{Eb}{\phi \downarrow}$$

4. The dc shunt motor is mechanically coupled to induction motor which also rotates with dc motor the speed of both side is same.
5. Now measure the emf across the rotor winding by connecting capacitor and without capacitor for successive reading, now measure the emf across the rotor winding with connecting capacitor and without capacitor.
6. For successive reading change the additional resistance and obtain different speed at corresponding reduced voltage.
7. Now shut down the dc motor.

Observation Table :

S.NO.	WITH CAPACITOR		WITHOUT CAPACITOR	
	VOLTAGE (V)	SPEED (RPM)	VOLTAGE (V)	SPEED (RPM)
1.				
2.				
3.				
4.				

Result:

The obtained readings show that for the given self excited generator voltage developed and speed increases and decreases respectively on adding capacitor bank .

Precautions:

1. Do not touch any terminal or switch without ensuring that it is dead .
2. Never work alone in the laboratory.
3. Make sure that all the connections are right, before switching on any circuit , faulty connections may cause drawing large power resulting in damage of parts of instruments .
4. The circuit should be de-energized before changing any connections