

**मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान**

**भोपाल 462003 (एम.पी.)**

**ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT विद्युत अभियांत्रिकी विभाग**

**SENIOR MACHINE LAB वरिष्ठ मशीन प्रयोगशाला**

**LIST OF EXPERIMENTS प्रयोगों की सूची**

**EMEC 3 LAB ईएमईसी 3 लैब**

- TO STUDY THE GENERALIZED MACHINE AND RUN IT AS A DC GENERATOR AND PLOT NO LOAD CHARACTERISTICS
- सामान्यीकृत मशीन का अध्ययन करना और इसे डीसी जेनरेटर के रूप में चलाना तथा प्लॉट-नो लोड विशेषताओं का आलेखन करना
- TO STUDY SPEED VARIATION VARIATION VERSUS BRUSH SEPARATION IN A SCHRAGE MOTOR
- एक श्रेज मोटर में गति भिन्नता बनाम ब्रश पृथक्करण का अध्ययन करना
- TO STUDY BEHAVIOR OF 3 PHASE INDUCTION MOTOR UNDER UNBALANCED OPERATION (SINGLE PHASING)
- असंतुलित संचालन (एकल चरण) के तहत 3 चरण इंडक्शन मोटर के व्यवहार का अध्ययन करना
- STUDY OF 3 PHASE SHORT CIRCUIT OSCILLOGRAM
- 3 चरण शॉर्ट सर्किट ऑसिलोग्राम का अध्ययन

## मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462003 (M.P)

### विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग

प्रयोग का उद्देश्य: सामान्यीकृत मशीन का अध्ययन करना और उसे डीसी जनरेटर के रूप में चलाना तथा बिना लोड विशेषताओं का आरेख बनाना।

आवश्यक उपकरण:

| क्र.सं | उपकरण     | श्रेणी      | प्रकार | मात्रा |
|--------|-----------|-------------|--------|--------|
| 1      | एम्मीटर   | (0-25/50) A | MC     | 2      |
| 2      | वोल्टमीटर | (0-30/60) V | MC     | 2      |
| 3      | भार       | 5 किलोवाट   | -      | -      |

लिखित:

एक ध्रुव युग्म के अंतर्गत धारा और फ्लक्स का वितरण ध्रुवों के अन्य सभी बिंदुओं के अंतर्गत स्वयं को दोहराता है, चाहे ध्रुव युग्मों की वास्तविक संख्या कुछ भी हो।

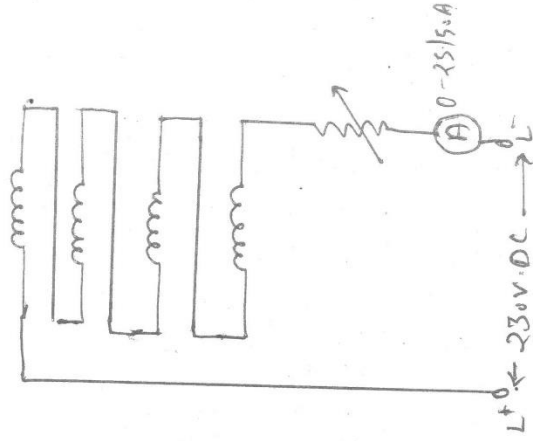
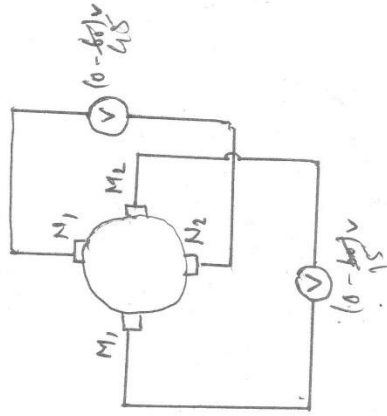
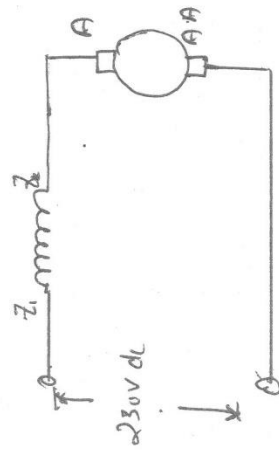
इसलिए, मशीन को एक समतुल्य दो ध्रुव मशीन द्वारा प्रतिस्थापित किया जा सकता है। सामान्यीकृत मशीन सिद्धांत दो ध्रुव मशीन के संदर्भ में विकसित किया गया है। यह विभिन्न विद्युत और यांत्रिक कोणों के साथ अस्पष्टता से बचने के लिए किया जाता है। मशीन के टॉर्क (बढ़े हुए) और गति (कम) को निर्धारित करने में ध्रुवों की संख्या को अवश्य शामिल किया जाना चाहिए।

वायु अंतराल में फ्लक्स परिमाण और वितरण हर पल वायु अंतराल के दोनों स्लॉट पर सभी वाइंडिंग में करंट पर निर्भर करता है। यदि अत्यधिक पारगम्य लौह सदस्य में फ्लक्स उत्पन्न करने के लिए उपयोग किए जाने वाले

एमएमएफ को अनदेखा किया जाता है, तो सभी एमएमएफ को वायु अंतराल में फ्लक्स उत्पन्न करने और केंद्रित होने में उपयोग किया जाता है। करंट एमएमएफ का एक खड़ी वक्र उत्पन्न करता है लेकिन जब करंट वितरण एक सतत 'करंट शीट' के विपरीत होता है, तो बड़ी संख्या में स्लॉट मान लेना अक्सर सुविधाजनक होता है। एमएमएफ स्थिति का एकल मूल्य वाला फ़ंक्शन है। फिर से इसे विद्युत कोण के संदर्भ में सबसे अच्छा व्यक्त किया जाता है।

वायु अंतराल स्थिति के कार्य के रूप में धारा, एमएमएफ और फ्लक्स घनत्व की अवधारणा किसी भी प्रकार की मशीन के सामान्यीकृत सिद्धांत का आधार बनती है। विभिन्न प्रकार की विद्युत मशीनों का व्यावहारिक रूप से उपरोक्त आधार पर निर्माण किया जाता है, जिसमें कंडक्टरों के सक्रिय भागों को एक साथ जोड़ने के विभिन्न तरीकों का उपयोग करके वाइंडिंग बनाई जाती है और रोटर के लिए बाहरी सर्किट से कनेक्शन बनाने के लिए कम्यूटेटर या स्लिप रिंग का उपयोग किया जाता है। अन्य भिन्नता इस बात पर निर्भर करती है कि मशीन किस उपयोग के लिए लगाई जाती है, जैसे जनरेटर या मोटर, डीसी या एसी, सिंक्रोनस या एसिंक्रोनस।

# CIRCUIT DIAGRAM:-



Generatized m/c as a seperately excited dc gen

### प्रक्रिया:

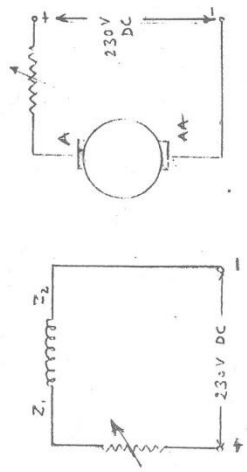
पृथक रूप से उत्तेजित डीसी जनरेटर के रूप में: जनरेटर पृथक रूप से उत्तेजित मोटर द्वारा संचालित होता है और जनरेटर के क्षेत्र धारा को क्षेत्र सर्किट में एक प्रतिरोध डालकर बदला जाता है। जनरेटर को चलाया जाता है और विभिन्न क्षेत्र उत्तेजना और संबंधित उत्पन्न ईएमएफ को मापा जाता है। उत्पन्न ईएमएफ और क्षेत्र धारा के बीच एक पायलट खींचा जाता है।

### अवलोकन तालिका:

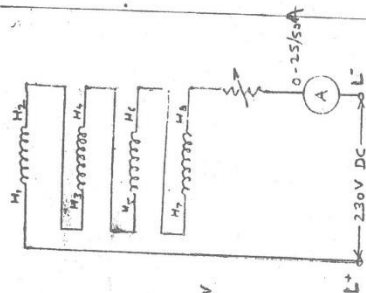
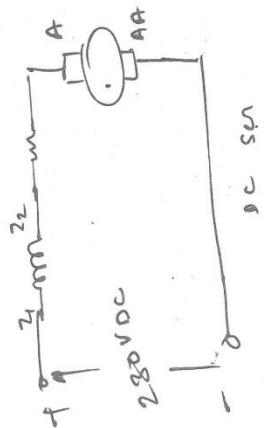
गति= 1150 आरपीएम

| क्र.सं. | प्रतिरोधक भार<br>(किलोवाट) | $I_f$ (एम्पीयर) | $V_{m1m2}$ (volt) | $V_{n1n2}$ (volt) |
|---------|----------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|         |                            |                 |                   |                   |
|         |                            |                 |                   |                   |
|         |                            |                 |                   |                   |

# CIRCUIT DIAGRAM:-



A Separately excited d.c. gen<sup>r</sup>



## मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462003 (एम.पी.)

### विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग

**प्रयोग का उद्देश्य: श्रेज मोटर में भिन्नता बनाम ब्रश पृथक्करण का अध्ययन करना।**

**आवश्यक उपकरण:**

| क्र.सं. | उपकरण     | श्रेणी                 | प्रकार                  | मात्रा |
|---------|-----------|------------------------|-------------------------|--------|
| 1       | वाटमीटर   | 0-10/20 A<br>300-600 A | शक्ति नापने<br>का यंत्र | 2      |
| 2       | एम्मीटर   | 0-10/20 A              | MI                      | 1      |
| 3       | वोल्टमीटर | 0-600 V                | MI                      | 1      |
| 4       | टैकोमीटर  | .....                  | .....                   | 1      |
|         |           |                        |                         |        |

### सिद्धांत:

श्रेज मोटर में एक घुमावदार रोटार होता है। रोटार पर, एक तीन चरण डेल्टा वाइंडिंग होती है जिसके डेल्टा के अंतर्बिंदु स्लिप रिंग पर लाए जाते हैं। तीन चरण की आपूर्ति इन स्लिप रिंग से जुड़ी होती है। रोटार पर, एक दूसरी डेल्टा जुड़ी हुई वाइंडिंग भी होती है जिसके टैपिंग को कम्यूटेटर पर लाया जाता है।

स्टेटर पर, 120 डिग्री से अलग तीन असतत वाइंडिंग हैं। इन वाइंडिंग के सिरों को ब्रश के दो सेटों द्वारा कम्यूटेटर से जोड़ा जाता है, इस प्रकार कि ब्रश का

एक सेट स्टेटर वाइंडिंग के शुरूआती हिस्से से जुड़ता है और दूसरा सेट स्टेटर वाइंडिंग के सिरों से जुड़ता है।

ब्रश के दो सेट को कम्यूटेटर पर एक ही बिंदु से जोड़ने के लिए ले जाया जा सकता है, या किसी भी दिशा में अलग किया जा सकता है। जब वे संरेखित होते हैं, तो स्टेटर वाइंडिंग शॉर्ट हो जाती है और मोटर रोटार और स्टेटर की अदला-बदली के साथ एक इंडक्शन मोटर की तरह व्यवहार करती है। जैसे ही ब्रश अलग होते हैं, सहायक रोटार वाइंडिंग से वोल्टेज स्टेटर वाइंडिंग से जुड़ जाता है। पृथक्करण की डिग्री और पृथक्करण की दिशा वोल्टेज और वोल्टेज की ध्रुवता को बदलती है। स्टेटर पर लागू वोल्टेज की आवृत्ति स्लिप पर निर्भर करती है। वास्तव में, स्टेटर में स्लिप से एक प्रेरित वोल्टेज होता है, साथ ही कम्यूटेटर से एक संचालित वोल्टेज होता है। इससे मोटर की गति बदल जाती है। 10 से एक तक की गति भिन्नता संभव है और मोटर सभी गति पर एक उच्च टॉर्क प्रदान कर सकती है।

### **प्रक्रिया:**

1. सर्किट आरेख के अनुसार मोटर्स को कनेक्ट करें।
2. सुनिश्चित करें कि ब्रश न्यूनतम गति स्थिति पर सेट हैं, ब्रश अक्ष तटस्थ स्थिति में है। स्टार्ट करते समय मोटर के शाफ्ट पर कभी भी कोई यांत्रिक भार नहीं होना चाहिए।
3. 3 फेज एसी सप्लाई चालू करें और डायरेक्ट ऑन लाइन स्टार्टर का उपयोग करके मोटर चालू करें।
4. मोटर की गति स्थिर हो जाने के बाद, विद्युत डिग्री और मोटर गति के संदर्भ में ब्रश पृथक्करण को रिकॉर्ड करें।
5. ब्रश पृथक्करण को कम करें, मोटर की गति के साथ-साथ ब्रश पृथक्करण को विद्युत डिग्री में रिकॉर्ड करें।

6. ब्रश पृथक्करण के विभिन्न मानों के लिए चरण संख्या 5 को तब तक दोहराएँ जब तक कि एक सेट के ब्रश एक ही कम्यूटेटर बार पर न आ जाएँ, यानी सेकेंडरी वाइंडिंग को शॉर्ट सर्किट कर दें। यह देखा जा सकता है कि इस स्थिति में मोटर को सिंक्रोनस गति से थोड़ी कम गति पर चलना चाहिए।

7. ब्रश पृथक्करण को चरण 4,5 और 6 के विपरीत दिशा में बढ़ाएँ, जिसमें श्रेज मोटर सुपर सिंक्रोनस गति के क्षेत्र में चलती है। अब अलग-अलग ब्रश पृथक्करण के लिए चरण संख्या 5 को दोहराएँ।

8. श्रेज मोटर की गति को वांछित मान पर समायोजित करें जिस पर लोड किया जाना है, अर्थात् उप-तुल्यकालिक गति, अधिमानतः तुल्यकालिक गति का  $2/3$ ।

9. जब मोटर बिना लोड के चल रही हो, तो डाउन करंट, लागू वोल्टेज, वाटमीटर रीडिंग और गति रिकॉर्ड करें।

**चित्र:(ए)**

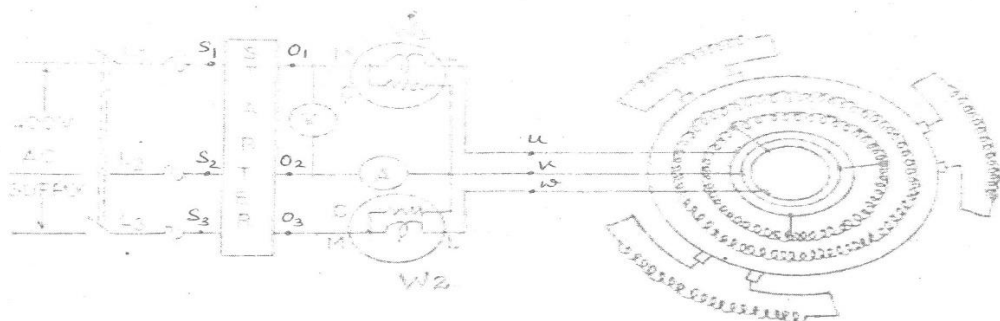


Fig.:(a)

अवलोकन:

(1) बिना किसी लोड के

| क्र.सं | वोल्टेज<br>volt | धारा<br>amps | वाटमीटर<br>W1(watts) | वाटमीटर<br>W2(watts) | ब्रश की<br>स्थिति<br>(विद्युत<br>डिग्री) | गति<br>rpm |
|--------|-----------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------------------------|------------|
|        |                 |              |                      |                      |                                          |            |
|        |                 |              |                      |                      |                                          |            |
|        |                 |              |                      |                      |                                          |            |
|        |                 |              |                      |                      |                                          |            |
|        |                 |              |                      |                      |                                          |            |
|        |                 |              |                      |                      |                                          |            |

लोड पर,  $V = 400\text{ v}$ ,  $I = 5\text{ A}$ , गति = 170 rpm

| क्र.सं | वोल्टेज<br>(वोल्ट) | धारा | वाटमीटर | वाटमीटर | ब्रश की<br>स्थिति<br>(विद्युत<br>डिग्री) | गति<br>rpm |
|--------|--------------------|------|---------|---------|------------------------------------------|------------|
|        |                    |      |         |         |                                          |            |
|        |                    |      |         |         |                                          |            |
|        |                    |      |         |         |                                          |            |
|        |                    |      |         |         |                                          |            |
|        |                    |      |         |         |                                          |            |
|        |                    |      |         |         |                                          |            |

प्रश्न:

- श्रेज मोटर की प्राथमिक वाइंडिंग रोटार पर क्यों रखी जाती है?
- श्रेज मोटर में प्रदान की गई तृतीयक वाइंडिंग का प्रमुख कार्य क्या है?

# मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462003

## विद्युत अभियांत्रिकी विभाग

प्रयोग का उद्देश्य: 3-चरण प्रेरण मोटर के व्यवहार का अध्ययन करना असंतुलित संचालन (एकल चरणबद्धता)।

आवश्यक उपकरण:

| क्र.सं | उपकरण        | प्रकार    | मात्रा |
|--------|--------------|-----------|--------|
| 1.     | एम्मीटर      | एमआई/एमसी | 3/1    |
| 2.     | वोल्टमीटर    | एमआई/एमसी | 3/1    |
| 3.     | वाटमीटर      | .....     | 3या2   |
| 4.     | टैकोमीटर     | डिजिटल    | 1      |
| 5.     | 3 चरण वैरिएक | .....     | 1      |

नाम प्लेट विनिर्देश:

3 चरण प्रेरण मोटर

400V, 12A, 7.5HP, 1400rpm

## लिखित:

सिंगल फेजिंग के तहत 3-फेज इंडक्शन मोटर के संचालन का वास्तव में मतलब है कि एक ही मोटर केवल दो फेज के साथ काम कर रही है जबकि इसका एक फेज मोटर की सामान्य रनिंग स्थिति के दौरान एसी स्रोत से डिस्कनेक्ट हो गया है। 3-फेज इंडक्शन मोटर के सिंगल फेजिंग का सबसे आम कारण एक फेज में फ्यूज का उड़ना है। मोटर को चालू करने के लिए इस्तेमाल किए जाने वाले स्टार डेल्टा या ऑटोट्रांसफॉर्मर स्टार्टर के रन साइड में दोषपूर्ण संपर्क के कारण भी सिंगल फेजिंग हो सकती है।

सिंगल फेजिंग पर काम करते समय पूरी तरह से लोडेड 3-फेज इंडक्शन मोटर के स्टेटर वाइंडिंग और मोटर द्वारा खींची गई धारा 3-फेज संतुलित आपूर्ति के साथ इसके संचालन की तुलना में लगभग दोगुनी होती है। ऐसे में इंडक्शन मोटर के स्टेटर और रोटार गंभीर रूप से अधिक गर्म हो जाते हैं। यदि स्टेटर स्टार से जुड़ा हुआ है, तो दो चरण अधिक गर्म हो जाते हैं, जबकि स्टेटर डेल्टा से जुड़ा होने पर केवल एक चरण में तापमान काफी अधिक होता है।

सिंगल फेजिंग के तहत मोटर द्वारा विकसित टॉर्क इसके 3-फेज संतुलित संचालन की तुलना में बहुत कम है। नतीजतन, मोटर सिंगल फेजिंग के साथ पूर्ण लोड स्थितियों से निपटने के लिए वांछित टॉर्क विकसित करने की स्थिति में नहीं हो सकती है और इस तरह मोटर खतरे में पड़ जाएगी स्टॉलिंग की। यदि 3 फेज इंडक्शन मोटर का संचालन सिंगल फेजिंग पर लंबे समय तक जारी रखा जाता है, तो अत्यधिक ओवरहीटिंग के कारण 3 फेज इंडक्शन मोटर की स्टार वाइंडिंग के इंसुलेशन के जलने की काफी संभावना होती है। सिंगल फेजिंग होने की स्थिति में, जबकि मोटर को केवल आधे रेटेड मूल्य तक लोड किया जाता है, मोटर वाइंडिंग के अत्यधिक गर्म होने के बिना संचालन जारी रख सकती है।

## सर्किट आरेख:

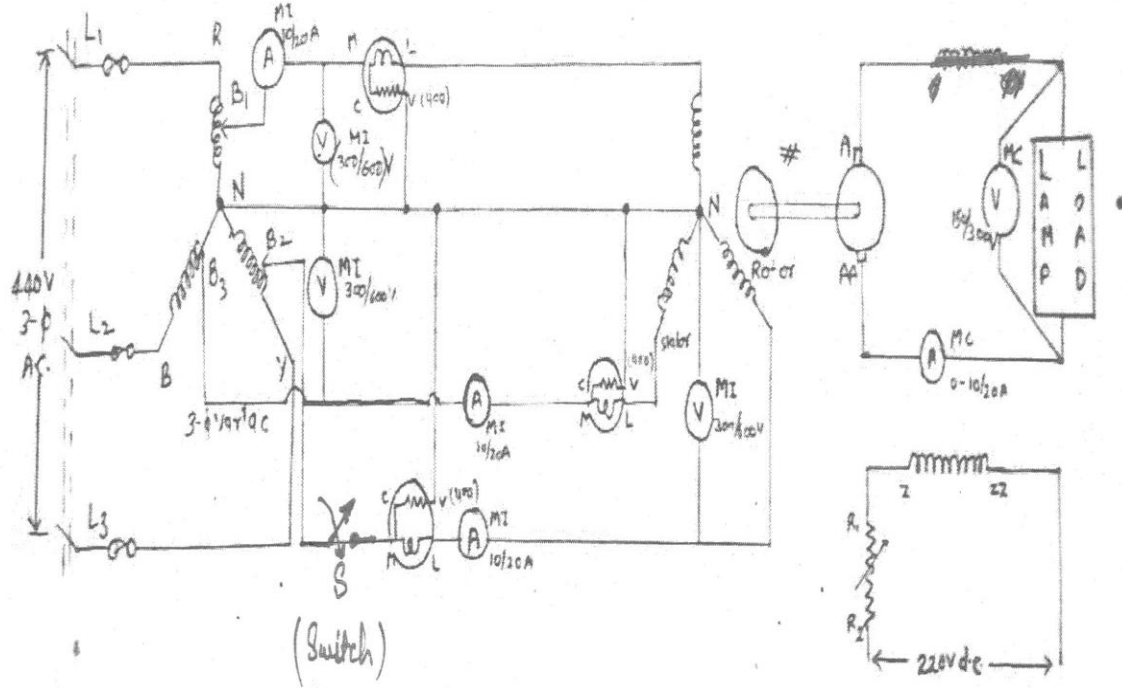


Fig. 1

## प्रक्रिया:

1. चित्र 1 में दिखाए गए सर्किट आरेख के अनुसार मोटर को कनेक्ट करें।
2. तीन चरण वैरिएक को समायोजित करें, ताकि इसका आउटपुट वोल्टेज प्रारंभिक स्तर पर शून्य हो।
3. तीन चरण एसी मेन्स को चालू करें और 3-चरण वैरिएक का उपयोग करके इंडक्शन मोटर शुरू करें। मोटर पर लागू वोल्टेज को धीरे-धीरे बढ़ाएँ और अंत में इसे रेटेड मूल्य पर समायोजित करें।
4. सर्किट में जुड़े सभी मीटरों की नो लोड रीडिंग और नो लोड स्थिति में गति को नोट करें।

5. मोटर पर लैंप लोड के द्वारा विद्युत भार डालें। फिर सभी मीटरों और गति की रीडिंग नोट करें।
6. मोटर के रेटेड करंट तक, लोड करंट के विभिन्न मानों के लिए चरण 5 को दोहराएं।
7. मोटर पर से विद्युत भार पूरी तरह हटा दें। ताकि मोटर बिना किसी भार के चले।
8. इनपुट चरणों में से किसी एक में दिए गए सिंगल वे कुंजी को खोलकर सिंगल फेजिंग बनाएं।
9. एकल फेजिंग के साथ मोटर के बिना लोड के चलने पर गति सहित सभी मीटरों की रीडिंग लें।
10. सिंगल फेजिंग के साथ चरण 5 और 6 को दोहराएँ। स्टेटर वाइंडिंग के किसी भी चरण में करंट रेटेड करंट वैल्यू से अधिक नहीं होना चाहिए।
11. मोटर को बंद करने के लिए एसी मेन्स को बंद करें।

अवलोकन तालिका:

### कोई लोड स्थिति नहीं:

क) संतुलित संचालन के लिए:

| चरण<br>वोल्टेज | गति | Ia (एम्प) | Ib (एम्प) | Ic (एम्प) | W1 | W2 | W3 |
|----------------|-----|-----------|-----------|-----------|----|----|----|
|                |     |           |           |           |    |    |    |

ख) असंतुलित संचालन के लिए :

| चरण<br>वोल्टेज | गति | Ia (एम्प) | Ib (एम्प) | Ic (एम्प) | W1 | W2 | W3 |
|----------------|-----|-----------|-----------|-----------|----|----|----|
|                |     |           |           |           |    |    |    |

**लोड हालत:**

ग) संतुलित संचालन के लिए:

[illegible]

d) असंतुलित संचालन के लिए

[illegible]

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान भोपाल 462003

विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग

**प्रयोग का उद्देश्य: 3-चरण शॉर्ट सर्किट ऑसिलोग्राम का विश्लेषण**

**लिखित:**

रेटेड गति पर चलने वाले सिंक्रोनस जनरेटर के टर्मिनलों पर चरण शॉर्ट सर्किट, जनरेटर के टर्मिनल पर होने वाले अन्य सभी प्रकार के दोषों में सबसे गंभीर है। यह परीक्षण जनरेटर पर किया जाता है (i) मशीन के यांत्रिक डिजाइन को सुनिश्चित करने के लिए, यानी यह शॉर्ट सर्किट और संबंधित असामान्य परिचालन स्थिति के कारण तनाव को झेलने के लिए पर्याप्त है और (ii) विभिन्न प्रत्यक्ष अक्ष प्रतिक्रिया और समय स्थिरांक निर्धारित करने के लिए।

परीक्षण कम वोल्टेज पर किया जाना चाहिए, जो कि रेटेड वोल्टेज का लगभग 50 प्रतिशत होना चाहिए।

आर्मेचर धारा का ऑसिलोग्राम रिकॉर्ड किया जाना चाहिए।

आर्मेचर के प्रत्येक फेज करंट में दो तरह के घटक होते हैं, अर्थात् (i) एसी घटक (ii) डी घटक। सभी 3-फेज में शॉर्ट सर्किट करंट के प्रत्यावर्ती घटक बराबर होते हैं, जबकि डी घटक वोल्टेज तरंग के तात्कालिक मूल्य पर निर्भर करता है, जिस पर शॉर्ट सर्किट होता है।

खींचे गए असममित दोलनचित्र से, डी घटक को अलग कर दिया जाता है ताकि इसे बिन्दुयुक्त रेखा के सापेक्ष सममित बनाया जा सके।

शॉर्ट सर्किट करंट में तीन घटक होते हैं:

1. स्थिर अवस्था सर्किट वर्तमान घटक
2. तेजी से क्षय होने वाला घटक, जिसे उपक्षणिक धारा घटक कहा जाता है
3. धीमी गति से क्षय होने वाला घटक, जिसे क्षणिक धारा घटक कहा जाता है

के टर्मिनलों पर 3-फेज शॉर्ट सर्किट के दौरान शॉर्ट सर्किट करंट का प्रत्यावर्ती घटक निम्नलिखित समीकरण द्वारा दिया गया है

$$\text{शॉर्ट सर्किट करंट, } I_a = E/X_a + [E/X_d' - E/X_a] e^{-t/T_d'} + [E/X_a'' - E/X_a] e^{-t/T_d''}$$

$[E/X_a' - E/X_a] e^{T_d}$  = शॉर्ट सर्किट करंट का क्षणिक घटक।

$[E/X - E/X_d'] e^{T_d}$  = शॉर्ट सर्किट करंट का उप क्षणिक घटक

$E$  = 3-फेज शॉर्ट सर्किट से ठीक पहले आर्मचर फेज वोल्टेज

$X_a$  प्रत्यक्ष अक्ष तुल्यकालिक प्रतिघात

$X_a'$  = प्रत्यक्ष अक्ष क्षणिक प्रतिक्रिया

$X_d''$  = प्रत्यक्ष अक्ष उप-क्षणिक प्रतिक्रिया

$T_a'$  = प्रत्यक्ष अक्ष लघु परिपथ क्षणिक समय स्थिरांक

$T_a''$  प्रत्यक्ष अक्ष लघु उप-सर्किट क्षणिक समय स्थिरांक

यहां लघु परिपथ धारा के घटक में एक स्थिर पद और दो घातांकीय क्षयकारी पद शामिल हैं, जबकि समीकरण का तीसरा पद, दूसरे पद की तुलना में बहुत तेजी से क्षयकारी है।

### शॉर्ट सर्किट ऑसिलोग्राम का विश्लेषण

ऊपर वर्णित विभिन्न प्रतिघातों और समय स्थिरांकों की गणना 3-फेज अल्टरनेटर पर लिए गए सममित लघु परिपथ ऑसिलोग्राम से की जा सकती है।

#### (a) प्रत्यक्ष अक्ष तुल्यकालिक प्रतिघात, $X_d$ का निर्धारण

तीन चरण लघु परिपथ के दौरान आर्मचर धारा अंततः स्थिर अवस्था मान  $I_a$ ,

\*प्राप्त कर लेती है, जो कि बराबर है,

स्थिर अवस्था शॉर्ट सर्किट,  $I = E/X_d$

इस प्रकार, प्रत्यक्ष अक्ष तुल्यकालिक प्रतिघात,  $X_d = E/I$

इसका मान 0.9 से 1.4 प्रति इकाई तक है।

#### (b) प्रत्यक्ष अक्ष क्षणिक प्रतिक्रिया, $X_d'$

I. 3-चरण लघु परिपथ सममित दोलन से प्रत्यक्ष अक्ष क्षणिक प्रतिघात का सटीक मान ज्ञात करने के लिए, नीचे दिए गए चरण का पालन करें।

II. सममित लघु परिपथ धारा ऑसिलोग्राम से स्थिर अवस्था लघु परिपथ धारा  $I$  को घटाएँ।

शॉर्ट सर्किट करंट के शेष को समय के फंक्शन के रूप में सेमी-लॉगरिदमिक पेपर पर प्लॉट करें। परिणामी वक्र तेजी से घटते हुए अवधि के बाद सीधी रेखा है जिसे घटती हुई बिंदीदार रेखाओं द्वारा दिखाया गया है।

IV. आर्मचर धारा के क्षणिक घटक को दर्शाने वाली सीधी रेखा को शून्य समय तक वापस बढ़ाया जाता है। शून्य समय पर आर्मचर धारा का क्षणिक घटक ज्ञात किया जाता है। इसे  $I'$  मान लें।

V. लघु परिपथ धारा के स्थिर अवस्था घटक  $I$  को क्षणिक घटक  $I'$  में जोड़कर क्षणिक धारा  $I'$  ज्ञात कीजिए। अर्थात्

क्षणिक धारा  $I' = I + i'$

इस प्रकार, प्रत्यक्ष अक्ष क्षणिक प्रतिघात,  $X_d' = E/I'$

इसका मान प्रत्यक्ष अक्ष तुल्यकालिक प्रतिघात  $X_d$  के 20 से 30% तक होता है

#### (c) प्रत्यक्ष अक्ष उप क्षणिक प्रतिक्रिया, $X_d''$

लघु परिपथ दोलनलेख से प्रत्यक्ष अक्ष उप क्षणिक प्रतिघात,  $X_d''$  ज्ञात करने के लिए, निम्नानुसार आगे बढ़ें।

1. उप क्षणिक भाग का प्रतिनिधित्व करने वाले वक्र B और क्षणिक घटक का प्रतिनिधित्व करने वाली रेखा C के निर्देशांकों के बीच कई बिंदुओं पर अंतर ज्ञात करें।

11. धारा के उपरोक्त मानों को समय के साथ अर्ध लॉग ग्राफ पर अंकित करें, रेखा D दें, जो उप क्षणिक घटक को दर्शाता है।

रेखा D को शून्य समय तक वापस बढ़ाएं, इस प्रकार शॉर्ट सर्किट करंट के उप क्षणिक घटक,  $I'$  का प्रारंभिक मान प्राप्त करें।

IV. प्रारंभिक उप क्षणिक घटक  $I'$  और लघु परिपथ धारा के स्थिर अवस्था घटक को जोड़कर उप क्षणिक धारा (प्रारंभिक मान) ज्ञात करें।

इस प्रकार उप क्षणिक धारा का प्रारंभिक मान,  $I'' = I'' + I' + i$  प्रत्यक्ष अक्ष उप क्षणिक प्रतिघात,  $X_a'' = E/I''$  इसका मान प्रत्यक्ष-अक्ष तुल्यकालिक प्रतिघात  $X_a$  के 12 से 25% तक होता है

#### **(d) प्रत्यक्ष-अक्ष लघु परिपथ क्षणिक समय स्थिरांक, $T_a'$ का निर्धारण**

शॉर्ट सर्किट के दौरान शॉर्ट सर्किट करंट के क्षणिक प्रत्यावर्ती घटक को प्रारंभिक मान के 0.368 गुना तक कम होने में लगने वाले समय को प्रत्यक्ष-अक्ष शॉर्ट सर्किट क्षणिक समय स्थिरांक कहा जाता है। प्रत्यावर्ती सीमा के लिए इसका मान 0.4 से 2.8 सेकंड तक होता है, जो स्पष्ट रूप से दर्शाता है कि क्षणिक करंट धीरे-धीरे कम होता है और अंततः कुछ समय बीतने के बाद स्थिर अवस्था शॉर्ट सर्किट मान प्राप्त करता है।

#### **(e) प्रत्यक्ष-अक्ष लघु परिपथ उप-क्षणिक समय स्थिरांक, $T_a''$ का निर्धारण**

इस समय स्थिरांक को शॉर्ट सर्किट करंट के उप क्षणिक एसी घटक के लिए आवश्यक सेकंड में समय के रूप में परिभाषित किया जाता है, जो इसके प्रारंभिक मान से 0.368 गुना कम हो जाता है।  $T_a''$  का मान  $T_a'$  की तुलना में बहुत कम है। इसका मान 0.02 से 0.05 सेकंड तक होता है, जो उप क्षणिक घटना को इंगित करता है, जो काफी तेजी से कम हो जाता है।

### प्रक्रिया:

1. सर्किट आरेख के अनुसार सर्किट को कनेक्ट करें।
2. सुनिश्चित करें कि मोटर के क्षेत्र सर्किट (अल्टरनेटर के लिए प्राइम मूवर के रूप में कार्य करना) में बाह्य प्रतिरोध शून्य है।
3. अल्टरनेटर के क्षेत्र सर्किट में रिओस्टेट R2 को उसकी अधिकतम प्रतिरोध स्थिति पर समायोजित करें।
4. डी.सी. मोटर की डी.ई. सप्लाई चालू करें और स्टार्टर से इसे चालू करें। जब तक मोटर की गति न बढ़ जाए, तब तक धीरे-धीरे आर्म्स को घुमाएँ और अंत में स्टार्टिंग प्रतिरोधों के सभी चरणों को समाप्त करें।
5. अल्टरनेटर के फील्ड सर्किट में रिओस्टेट R<sub>1</sub> को इस तरह से समायोजित करें कि अल्टरनेटर का नो लोड वोल्टेज उसके रेटेड मूल्य का लगभग 50% हो। नो लोड वोल्टेज को रिकॉर्ड करें।
6. तीन फेज स्विच S को बंद करें, जिससे अल्टरनेटर के टर्मिनल शॉर्ट सर्किट हो जाएं और आर्मेचर धाराओं का ऑसिलोग्राम रिकॉर्ड हो जाए।
7. सर्किट में जुड़े एमीटर द्वारा स्थिर अवस्था शॉर्ट सर्किट धारा को रिकॉर्ड करें।
8. शॉर्ट सर्किट की स्थिति को दूर करने के लिए स्विच S खोलें।
9. दोनों सर्किटों यानी डीसी मोटर और अल्टरनेटर के फील्ड सर्किट से डी सप्लाई बंद करें।

ENGLISH

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
BHOPAL 462007 (M.P)**

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING**

**AIM OF THE EXPERIMENT:** To study the generalized machine and run it as a DC generator and plot no load characteristics.

**APPARATUS REQUIRED:**

| SL. NO | PARTICULARS | RANGE       | TYPE | QUANTITY |
|--------|-------------|-------------|------|----------|
| 1.     | Ammeter     | (0-25/50) A | MC   | 2        |
| 2.     | Voltmeter   | (0-30/60) V | MC   | 2        |
| 3.     | Load        | 5kW         | -    | -        |

**THEORY:**

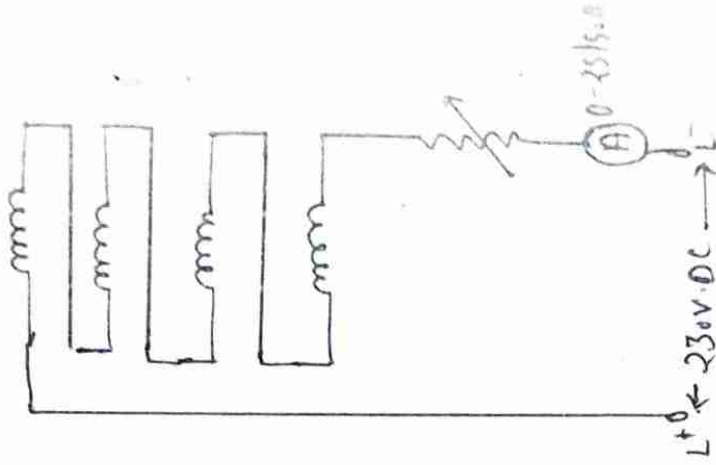
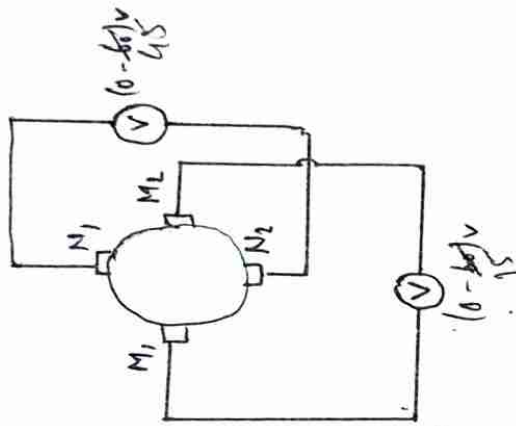
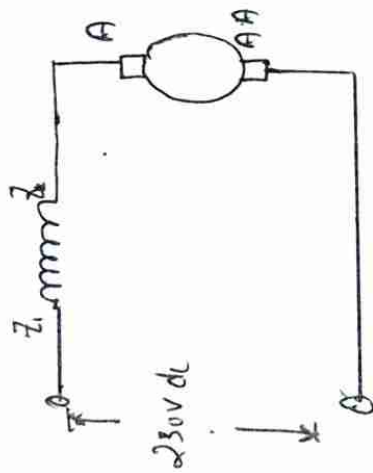
The distribution of current and flux under one pole pair repeats itself under all other points of poles whatever be the actual number of pole pairs.

Hence, machine can be replaced by an equivalent two pole machine. The generalized machine theory is developed in terms of two pole machine. This is done in order to avoid ambiguity with different electrical and mechanical angles. The number of poles must of course be introduced in determining the torque (increased) and speed (reduced) of the machine.

The flux magnitude and distribution in air gap depends at every instant on the current in all windings on both slots of air gap. If the mmf used to produce flux in highly permeable iron member is ignored, all mmf may be assumed to be used in producing flux across air gap and to be concentrated. The current produce a steep curve of mmf but it is often convenient to assume a large number of slots, when current distribution opposite to a continuous 'current sheet' moving. The mmf is single valued function of position. Again it is best expressed in terms of electrical angle.

The concept of current, mmf and flux density as function of air gap position form the basis of generalized theory of any type of machine. The different types of electrical machine are practically constructed on the above basis by using different methods of connecting together the active parts of conductors to form the windings and for the rotor by using a commutator or slip rings to make the connections to the external circuits. Other variation depends upon the use to which the machine is put, as generator or motor, DC or AC, synchronous or asynchronous.

# CIRCUIT DIAGRAM:-



Generatized M/C as a seperately excited dc. gen

**PROCEDURE:**

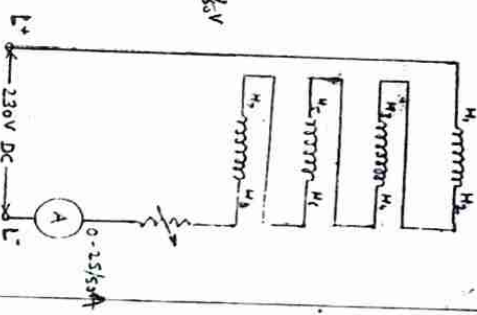
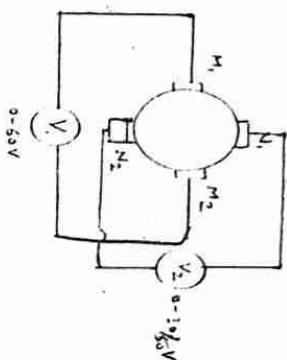
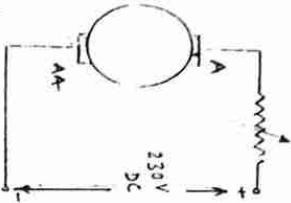
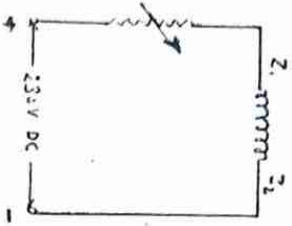
As separately excited DC generator: Generator is driven by separately excited motor and field current of generator is varied by inserting a resistance in field circuit. The generator is driven and different field excitation and corresponding generated emf is measured. A plot between generated emf and field current is drawn.

**OBSERVATION TABLE:**

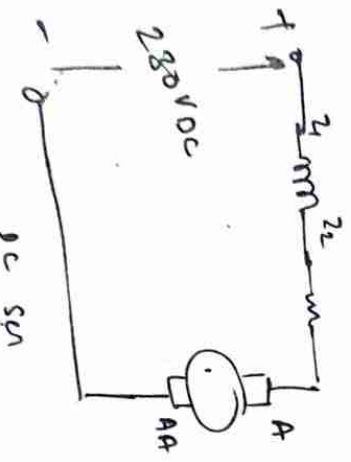
Speed= 1150 rpm

| SL. NO. | Resistive load (kW) | $I_f$ (ampere) | $V_{m1m2}$ (volt) | $V_{n1n2}$ (volt) |
|---------|---------------------|----------------|-------------------|-------------------|
|         |                     |                |                   |                   |
|         |                     |                |                   |                   |
|         |                     |                |                   |                   |
|         |                     |                |                   |                   |
|         |                     |                |                   |                   |

# CIRCUIT DIAGRAM:-



A Generalised M/C as a Separately excited d.c. gen



4

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
BHOPAL 462007 (M.P)**

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING**

**AIM OF THE EXPERIMENT:** To study variation versus brush separation in a Schrage motor.

**INSTRUMENTS REQUIRED:**

| S.No. | Instrument | Range                  | Type        | Quantity |
|-------|------------|------------------------|-------------|----------|
| 1     | Wattmeter  | 0-10/20 A<br>300-600 A | dynamometer | 2        |
| 2     | Ammeter    | 0-10/20 A              | MI          | 1        |
| 3     | Voltmeter  | 0-600 V                | MI          | 1        |
| 4     | Tachometer | -----                  | -----       | 1        |

**THEORY:** The Schrage motor has a wound rotor. On the rotor, there is a three phase delta winding with the endpoints of the delta brought out on to slip rings. The three phase supply is connected to these slip rings. Also on the rotor, there is a second delta connected winding with tapings brought out to a commutator.

On the stator, there are three discrete windings separated by 120 degrees. The ends of these windings are connected to the commutator by two sets of brushes such that one set of brushes connects to the starts of the stator windings and the other set connects to the ends of the stator windings.

The two sets of brushes can be moved to connect to the same point on the commutator, or moved apart in either direction. When they are in alignment, the stator windings are shorted and the motor behaves like an induction motor with the rotor and stator swapped. As the brushes are separated, voltage from auxiliary rotor winding is coupled to the stator winding. The degree of separation and the direction of separation varies the voltage and polarity of the voltage. The frequency of the voltage applied to the stator is dependent on the slip. In effect, the stator has an induced voltage from the slip, plus a driven voltage from the commutator. This causes the speed of the motor to change. Speed variations of up to 10 to one are possible and the motor can provide a high torque at all speeds.

### PROCEDURE:

1. Connect the motors as per the circuit diagram.
2. Ensure that the brushes are set to a minimum speed position, with the brush axis in the neutral position. Moreover should not be any mechanical load on the motor's shaft at time of starting.
3. Switch on the 3 phase ac supply and start the motor, using the direct on line starter.
4. Record the brush separation, preferable in terms of electrical degrees and motor speed, after the speed of motor become steady.
5. Reduce the brush separation, record the speed of motor as well as the brush separation in electrical degrees.
6. Repeat step no.5 for various values of brush separation, till the brushes of one set are on same commutator bar i.e. short circuiting the secondary winding. It may be observed that under this condition the motor should run at speed slightly lower than the synchronous speed.
7. Increase the brush separation in the direction opposite to that in step 4,5 and 6 that the Schrage motor runs in the region of super synchronous speed. Now repeat step no.5 for different brush separation.
8. Adjust the speed of Schrage motor to the desired value at which load is to be performed i.e. sub synchronous speed preferably  $2/3$  of synchronous speed.
9. With the motor running on no load, record current down, applied voltage, wattmeter readings and speed.

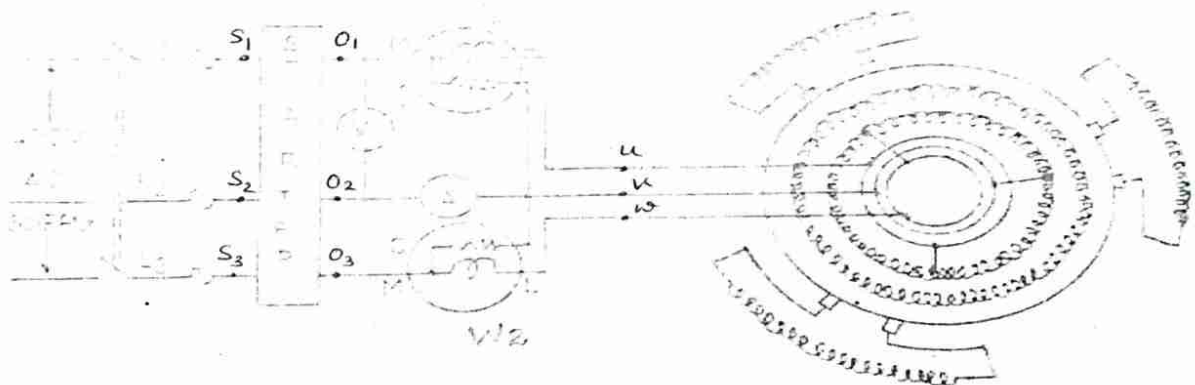


Fig.:(a)

**OBSERVATION:**

(i). On no load

| S.No | Voltage<br>(volts) | Current<br>(Amps) | Wattmeter<br>$W_1$ (Watts) | Wattmeter<br>$W_2$ (Watts) | Brush position<br>(Electrical<br>degrees) | Speed<br>(rpm) |
|------|--------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------|
|      |                    |                   |                            |                            |                                           |                |
|      |                    |                   |                            |                            |                                           |                |
|      |                    |                   |                            |                            |                                           |                |
|      |                    |                   |                            |                            |                                           |                |
|      |                    |                   |                            |                            |                                           |                |

(ii). On load,  $V = 400$  v,  $I = 5$  A, speed = 170 rpm

| S.No | Voltage<br>(volts) | Current<br>(Amps) | Wattmeter<br>$W_1$ (Watts) | Wattmeter<br>$W_2$ (Watts) | Brush position<br>(Electrical<br>degrees) | Speed<br>(rpm) |
|------|--------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------|
|      |                    |                   |                            |                            |                                           |                |
|      |                    |                   |                            |                            |                                           |                |
|      |                    |                   |                            |                            |                                           |                |
|      |                    |                   |                            |                            |                                           |                |
|      |                    |                   |                            |                            |                                           |                |

**QUESTIONS:**

1. Why the primary winding of Schrage motor is placed on the rotor?
2. What is the major function of tertiary winding, provided in Schrage motor?

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
BHOPAL 462007 (M.P)**

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING**

**AIM OF THE EXPERIMENT:** To study the behavior of a 3-phase Induction Motor under unbalanced operation (single phasing).

**INSTRUMENT REQUIRED:**

| S.no | Instruments    | Types       | Quantity |
|------|----------------|-------------|----------|
| 1.   | Ammeter        | MI/MC       | 3/1      |
| 2.   | Voltmeter      | MI/MC       | 3/1      |
| 3.   | Wattmeter      | Dynamometer | 3or2     |
| 4.   | Tachometer     | Digital     | 1        |
| 5.   | 3 phase Variac | -           | 1        |

**NAME PLATE SPECIFICATIONS:**

3 phase induction motor

400V, 12A, 7.5HP, 1400rpm

**THEORY:**

The operation of 3-phase induction motor under single phasing really means that the same motor is working with two phases only while one of its phase disconnected from the ac source during the normal running condition of the motor. The most of usual cause of single phasing of a 3-phase induction motor is the blowing of a fuse in any one phase. Single phasing may also occur due to the defective contact in the run side of star delta or autotransformer starter used to start the motor.

The current drawn by the stator winding and the motor of a fully loaded 3-phase induction motor when operating on single phasing is approximately twice as compared to its operation with 3-phase balanced supply. As such stator and rotor of the induction motor get seriously over heated. In case, the stator is star connected, two phases get over heated, whereas temperature is quite excessive in one phase only, when the stator is delta connected.

The torque developed by the motor under single phasing is very low compared to its 3-phase balanced operation. As a result, motor may not be in a position to develop the desired torque to cope with the full load conditions with single phasing and as such the motor will be on the verge

of stalling. If the operation of a 3 phase induction motor is continued for a long time on single phasing, there are the fair chances of burning of insulation of the star winding of the 3 phase induction motor because of excessive overheating. In case of single phasing occur, while the motor is loaded to only half the rated value, the motor may continue operating without excessive heating of the windings.

#### CIRCUIT DIAGRAM:

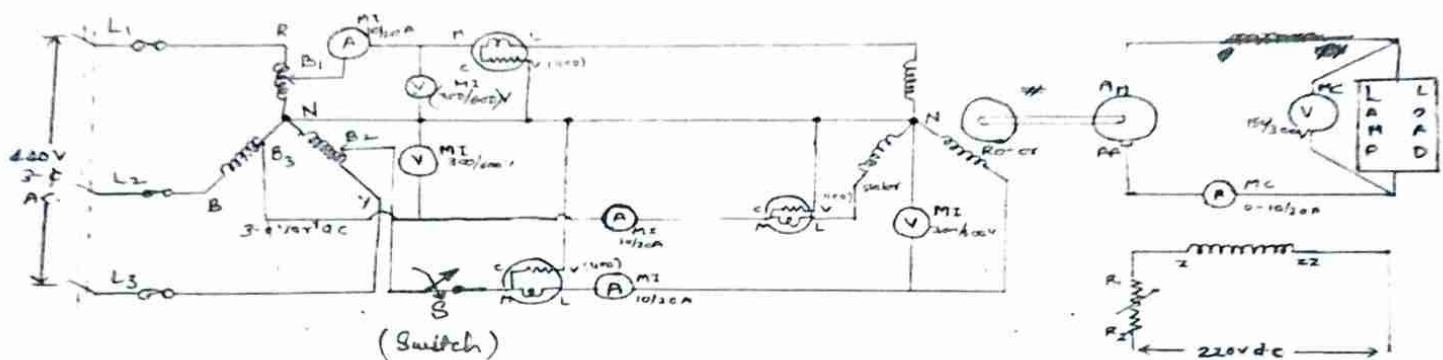


Fig. 1

#### PROCEDURE:

1. Connect the motor as per circuit diagram shown in fig1.
2. Adjust the three phase variac, so that's its output voltage is zero at initial.
3. Switch on the three phase ac mains and start the induction motor using 3-phase variac. Increase the applied voltage to motor slowly and finally adjust the same to rated value.
4. Take down the no load readings of all the meters connected in the circuit and the speed at no load condition.
5. Apply electrical load on the motor by lamp load. Then note down the reading of all meters and speed.
6. Repeat step5 for various values of load current, till the rated current of the motor.
7. Remove the electrical load on the motor completely. So that the motor run at no load.
8. Create single phasing by opening the single way key provided in one of the input phases.
9. Take down the readings of all the meters including speed under no load running of the motor with single phasing.
10. Repeat step 5 and 6 with single phasing. The current in any phase of the stator winding should not exceed the rated current value.
11. Switch off the ac mains to stop the motor.

**OBSERVATION TABLE:****No Load Condition:**

a) For balanced operation:

| Phase voltages | Speed | Ia(amp) | Ib(amp) | Ic(amp) | W1 | W2 | W3 |
|----------------|-------|---------|---------|---------|----|----|----|
|                |       |         |         |         |    |    |    |

b) For unbalanced operation:

| Phase voltages | Speed | Ia(amp) | Ib(amp) | Ic(amp) | W1 | W2 | W3 |
|----------------|-------|---------|---------|---------|----|----|----|
|                |       |         |         |         |    |    |    |

**Loading Condition:**

c) For balanced operation:

| Phase voltages | Speed | Ia(amp) | Ib(amp) | Ic(amp) | W1 | W2 | W3 | Vdc | Idc |
|----------------|-------|---------|---------|---------|----|----|----|-----|-----|
|                |       |         |         |         |    |    |    |     |     |
|                |       |         |         |         |    |    |    |     |     |
|                |       |         |         |         |    |    |    |     |     |
|                |       |         |         |         |    |    |    |     |     |

d) For unbalanced operation

| Phase voltages | Speed | Ia(amp) | Ib(amp) | Ic(amp) | W1 | W2 | W3 | Vdc | Idc |
|----------------|-------|---------|---------|---------|----|----|----|-----|-----|
|                |       |         |         |         |    |    |    |     |     |
|                |       |         |         |         |    |    |    |     |     |
|                |       |         |         |         |    |    |    |     |     |
|                |       |         |         |         |    |    |    |     |     |
|                |       |         |         |         |    |    |    |     |     |

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
BHOPAL 462007 (M.P)**

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING**

**AIM OF THE EXPERIMENT:** Analysis of 3-phase short circuit oscillogram.

**THEORY:**

The phase short circuit on the terminals of a synchronous generator running at rated speed is the most sever among all other types of faults that can occur on the terminal of the generator. This test is performed on the generator (i) to ensure the mechanical design of the machine, i.e. it is adequate to withstand the stress due to short circuit and related abnormal operating condition and (ii) to determine various direct axis reactance and time constants.

The test should be performed at low voltage approximately 50 percent of rated voltage.

The oscillogram of armature current should be recorded.

Each phase current of the armature has two kinds of components, namely (i) ac component (ii) dc component. The alternating components of short circuit current in all the 3-phases are equal, whereas the dc component depends upon the instant value of voltage wave, at which the short circuit occurs.

From the asymmetrical oscillogram drawn, the dc component is separated out to make it symmetrical w.r.t. the dotted line.

Short circuit current consists of three components:

1. Steady state circuit current component
2. Fast decaying component, called subtransient current component
3. Slow decaying component, called transient current component

All these component of short circuit current have been shown. The alternating component of short circuit current during a 3-phase short circuit on the terminals of unloaded alternator is given by the following equation

Short circuit current,  $I_a = E/X_d + [E/X_d' - E/X_d] e^{-t/T_d'} + [E/X_d'' - E/X_d] e^{-t/T_d''}$

$[E/X_d' - E/X_d] e^{t/T_d'} = \text{Transient component of short circuit current.}$

$[E/X_d'' - E/X_d'] e^{t/T_d''} = \text{Sub transient component of short circuit current}$

E = Armature phase voltage just before the 3-phase short circuit

$X_d$  = direct axis synchronous reactance

$X_d'$  = direct axis transient reactance

$X_d''$  = direct axis sub-transient reactance

$T_d'$  = direct axis short circuit transient time constant

$T_d''$  = direct axis short sub-circuit transient time constant

Here the component of short circuit current consists of a constant term and two exponentially decaying terms while third term of the equation decaying much faster compared to the second term.

### ANALYSIS OF SHORT CIRCUIT OSCILLOGRAM

Various reactances and time constants mentioned above can be calculated from the symmetrical short circuit oscillogram taken on a 3-phase alternator.

#### (a) Determination of Direct axis synchronous reactance, $X_d$

During three phase short circuit the armature current finally attains the steady state value,  $I$ , which is equal to,

Steady state short circuit,  $I = E/X_d$

Thus, direct axis synchronous reactance,  $X_d = E/I$

Its value range from 0.9 to 1.4 per unit.

#### (b) Direct axis transient reactance, $X_d'$

- I. To find out an accurate value for direct axis transient reactance from the 3-phase short circuit symmetrical oscillogram, follow the step given below.
- II. Subtract steady state short circuit current,  $I$  from the symmetrical short circuit current oscillogram.
- III. Plot the remainder of short circuit current on semi-logarithmic paper as a function of time. The resultant curve is straight line after the rapidly decaying term shown by decreasing dotted lines.
- IV. The straight line representing the transient component of armature current is extended back to zero time. The transient component of armature current at zero time is found out. Let it be  $i'$ .
- V. Find out the transient current,  $I'$  by adding steady state component of short circuit current,  $I$  to the transient component  $i'$ . i.e.

Transient current  $I' = I + i'$

Thus, direct axis transient reactance,  $X_d' = E/I'$

Its value range from 20 to 30% of direct axis synchronous reactance  $X_d$

**(c) Direct axis sub transient reactance,  $X_d''$**

To find the direct axis sub transient reactance,  $X_d''$  from the short circuit oscillogram, proceed as follows.

- I. Find out the difference at several points between the ordinates of curve B representing the sub transient portion and the line C, representing the transient component.
- II. Plot the above values of current with time on a semi log graph, giving the line D, which represent the sub transient component.
- III. Extend the line D back to zero time, thus obtaining the initial value of the sub transient component of short circuit current,  $I''$ .
- IV. Find out the sub transient current (initial value), by adding the initial sub transient component,  $I''$  and the steady state component of short circuit current,  $I$ .

thus initial value of sub transient current,  $I'' = I'' + I + i$

direct axis sub transient reactance,  $X_d'' = E/I''$

Its value range from 12 to 25% of direct – axis synchronous reactance  $X_d$

**(d) Determination of direct – axis short circuit transient time constant,  $T_d'$**

Time required for the transient alternating component of short circuit current during short circuit to decrease to 0.368 time of initial value is called the direct- axis short circuit transient time constant. Its value for alternating range from 0.4 to 2.8 seconds, indicating clearly that the transient's current decrease slowly and finally attains the steady state short circuit value, after the lapse of some time.

**(e) Determination of direct- axis short circuit sub-transient time constant,  $T_d''$**

This time constant is defined as the time in second required for the sub transient ac component of short circuit current to decreases to 0.368time its initial value. The value of  $T_d''$  is much lesser compared to  $T_d'$ . Its value range from 0.02 to 0.05 seconds, which indicates the sub transient phenomenon, dies down quite fast.

**PROCEDURE:**

1. Connect the circuit as per circuit diagram.
2. Ensure the external resistance in the field circuit of dc motor (acting as prime mover for the alternator) is zero.
3. Adjust the rheostat  $R_2$  in the field circuit of alternator to its maximum resistance position.

4. Switch on the dc supply to the dc motor and start it with starter. Move the arms slowly till the motor build up the speed and finally cut out all the steps of starting resistances.
5. Adjust the rheostat  $R_1$  in the field circuit of alternator, so that the no load voltage of the alternator is approximately 50% of its rated value. Record the no load voltage.
6. Close the three phase switch  $S$ , as to short circuit the terminals of the alternator and record the oscillogram of armature currents.
7. Record the steady state short circuit current by the ammeter connected in circuit.
8. Open the switch  $S$ , in order to remove the short circuit conditions.
9. Switch off the dc supply from the both circuits i.e. dc motor and the field circuit of alternator.