

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 1 LAB ईएमईसी 1 लैब

- TO PERFORM MEASUREMENT OF 3 PHASE POWER USING TWO WATTMETER METHOD

दो वाटमीटर विधि का उपयोग करके 3 चरण बिजली का मापन करना

- TO PERFORM MEASUREMENT OF REACTIVE POWER USING SINGLE WATTMETER

एकल वाटमीटर का उपयोग करके प्रतिक्रियाशील शक्ति का मापन करना

- TO PERFORM SEPRATION OF CONSTANT LOSSES IN A DC SHUNT MACHINE

डीसी शंट मशीन में निरंतर हानियों का पृथक्करण करना

- DETERMINATION OF MAGNETIZATION CHARACTERISTICS OF SEPRATELY EXCITED DcC GENERATOR AT RATED SPEED

रेटेड गति पर अलग-अलग उत्तेजित डीसीसी जनरेटर की चुंबकीयकरण विशेषताओं का निर्धारण

- TO PERFORM SCOTT CONNECTION OF TRANSFORMER

ट्रांसफार्मर का स्कॉट कनेक्शन करने के लिए

- TO PERFORM SPEED CONTROL OF DC SHUNT MOTOR

डीसी शंट मोटर की गति नियंत्रण करने के लिए

- TO STUDY DC MOTOR STARTERS

डीसी मोटर स्टार्टर्स का अध्ययन करने के लिए

- TO STUDY PARALLEL OPERATION OF TRANSFORMERS

ट्रांसफार्मर के समानांतर संचालन का अध्ययन करना

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462003 (एम.पी.)

प्रयोग नं. 1

उद्देश्य: 2 वाटमीटर विधि का उपयोग करके 3 चरण शक्ति का मापन।

मशीन की विशिष्टताएँ: 3-चरण प्रेरण मोटर.

क्षमता: 5 एचपी

रेटेड वोल्टेज: 400/440V

रेटेड करंट: 7A

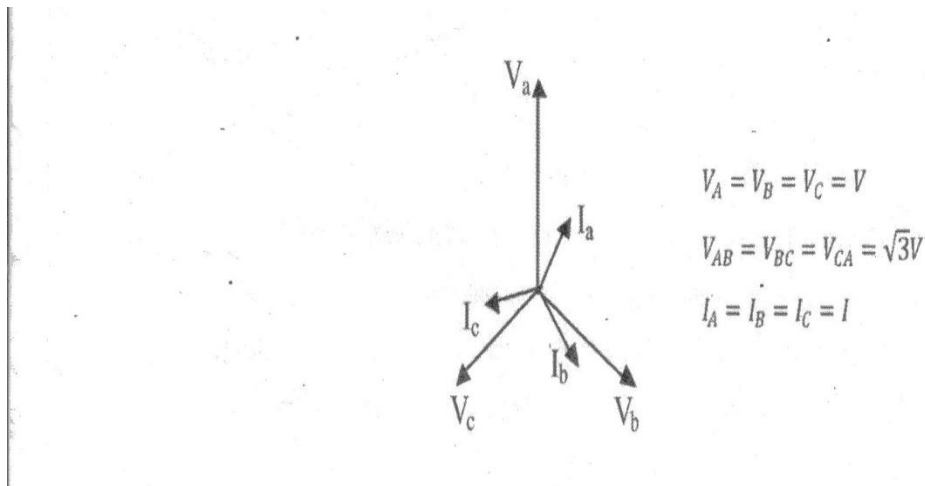
रेटेड आवृत्ति: 50Hz

रेटेड गति: 1500RPM

आवश्यक उपकरण:

क्र.सं	उपकरण	प्रकार	श्रेणी
1	वाटमीटर (2 संख्या)		5/10A, 200/400V
2	अमीटर	एमआई	0-10A
3	वोल्टमीटर	एमआई	0-600V
4	3-चरण वैरिएक		400/0-400V, 15A

सिद्धांत: तीन-चरणीय सर्किट में शक्ति मापने की यह विधि संतुलित और असंतुलित भार दोनों के लिए लागू है। संतुलित भार के लिए वेक्टर आरेख नीचे दिया गया है:



V_A, V_B और V_C चरण वोल्टेज को दर्शाने वाले सदिश हैं तथा I_A, I_B और I_C क्रमशः चरण A, B और C में चरण धाराएं हैं, जिनका पश्चगामी शक्ति गुणांक $\cos\Phi$ है।

वाटमीटर W_1 के लिए, धारा कुंडली में धारा I_A है और इसके पार वोल्टेज दाब कुंडली का मान V_{AB} है। इसलिए, इसका पाठ्यांक है

$$W_1 = \sqrt{3}VI \cos (30 + \Phi) \dots\dots\dots (1)$$

वाटमीटर W_2 के लिए, इसकी धारा कुंडली में धारा I_C है और दबाव कुंडली में वोल्टेज V_{BC} है। इसलिए,

$$W_2 = \sqrt{3}VI \cos (30 - \Phi) \dots\dots\dots (2)$$

अतः दो वाटमीटर द्वारा पढ़ी गई कुल शक्ति है,

$$W_1 + W_2 = \sqrt{3}VI \cos(30 + \Phi) + \sqrt{3}VI \cos (30 - \Phi)$$

$$= 3VI \cos \dots\dots\dots (3)$$

$$= 3 \times \text{प्रति फेज़ शक्ति} = \text{कुल}$$

इसी प्रकार,

$$W_1 - W_2 = \sqrt{3}VI \cos(30 + \Phi) - \sqrt{3}VI \cos (30 - \Phi)$$

$$W_1 - W_2 = \sqrt{3}VI \sin \Phi \dots\dots\dots (4)$$

समीकरण 3 और 4 से

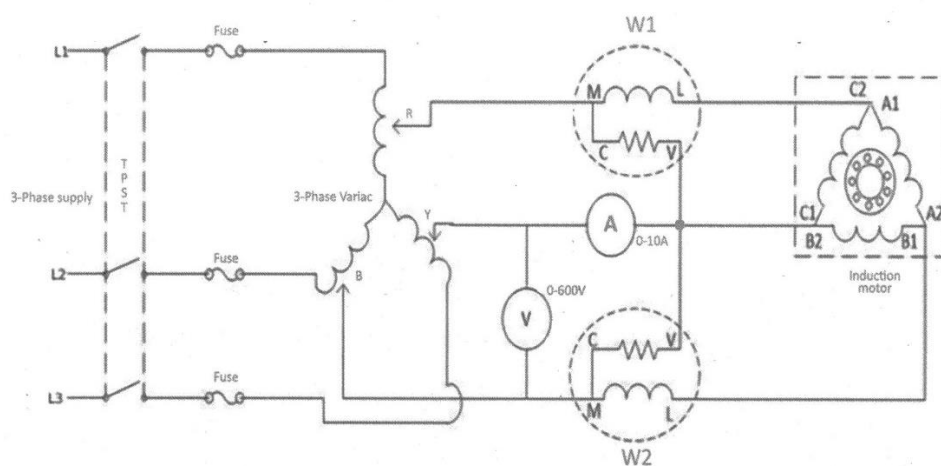
$$\tan \Phi = \sqrt{3} (W1 - W2) / (W1 + W2) \text{ या}$$

$$\cos = 1 / \sqrt{1 + \tan^2 \Phi}$$

प्रक्रिया:

1. कनेक्शन सर्किट आरेख के अनुसार बनाए जाते हैं।
2. सुनिश्चित करें कि 3-वेरिएक को न्यूनतम आउटपुट वोल्टेज स्थिति पर रखा गया है।
3. सप्लाई चालू करें। वोल्टमीटर में रेटेड वोल्टेज दिखाई देने तक वैरिएक आउटपुट वोल्टेज को धीरे-धीरे बढ़ाएँ। ध्यान दें कि इंडक्शन मोटर शुरू में बड़ी धारा लेती है, इसलिए, एमीटर पर नज़र रखें ताकि शुरुआती धारा 7 एम्पियर से ज़्यादा न हो।
4. जब गति निर्धारित मान प्राप्त कर ले, तो विभिन्न भारों पर वोल्टमीटर, एमीटर और वाटमीटर की रीडिंग नोट कर लें।
5. वैरिएक को शून्य आउटपुट वोल्टेज स्थिति में वापस लाएं और आपूर्ति बंद करें।

सर्किट आरेख



अवलोकन तालिका:

क्र.सं.	धारा (एम्पीयर)	वोल्टेज(वोल्ट)	वाटमीटर		$W=w_1+w_2$	$\tan \Phi$	$\cos \Phi$
			W1	W2			
1							
2							
3							
4							
5							
6							

W1 का गुणन कारक =

W2 का गुणन कारक =

गणना: विभिन्न लोड पर शक्ति ज्ञात करें $W = ?$ & शक्ति गुणक $\cos = ?$

परिणाम:

सावधानियां:

1. कनेक्शन मजबूत बनाये जाने चाहिए।
2. सर्किट बनाने या तोड़ने से पहले आपूर्ति बंद करनी होगी।

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462007 (एम.पी.)

प्रयोग नं. 2

उद्देश्य: एकल वाटमीटर विधि का उपयोग करके एक प्रेरणिक भार की प्रतिक्रियाशील शक्ति का मापन।

आवश्यक उपकरण:

क्र.सं	उपकरण	प्रकार	श्रेणी
1	वाटमीटर	शक्ति नापने का यंत्र	5/10A, 200/400V
2	अमीटर	एमआई	0-10A
3	वोल्टमीटर	एमआई	0-600 V
4	3-चरण प्रेरणिक भार		

सिद्धांत:

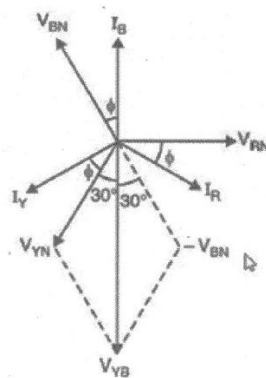
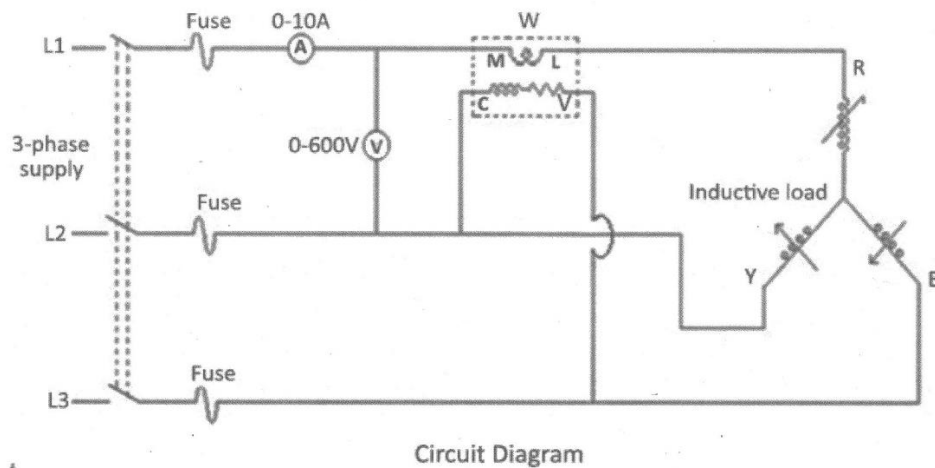
यदि 3-चरण लोड संतुलित है, तो लोड द्वारा ली गई प्रतिक्रियाशील शक्ति को एक एकल वाटमीटर का उपयोग करके निर्धारित किया जा सकता है।

इस उद्देश्य के लिए, वाटमीटर की धारा कुंडली को एक पंक्ति में जोड़ा जाता है और विभव कुंडली को अन्य दो पंक्तियों में जोड़ा जाता है जैसा कि चित्र (a) में दिखाया गया है। यह साबित किया जा सकता है कि लोड द्वारा खींची गई कुल प्रतिक्रियाशील शक्ति वाटमीटर के रीडिंग के $\sqrt{3}$ गुना के बराबर है।

चित्र (a) में 3-फेज संतुलित भार में प्रतिक्रियाशील शक्ति को मापने के लिए एकल वाटमीटर के कनेक्शन को दिखाया गया है, जिसका लैगिंग $p.f. \cos \phi$ है। यहाँ वाटमीटर की धारा कुंडली R-लाइन में जुड़ी हुई है और विभव कुंडली Y और B रेखाओं से जुड़ी हुई है।

अतः, धारा कुण्डली से प्रवाहित धारा = IR

और विभव कुंडली में P.D., $V_{YB} = V_{YN} - V_{BN}$ (फेजर अंतर)



V_{YB} प्राप्त करने के लिए, V_{YN} और V_{BN} का फेजर योग ज्ञात करें जैसा कि चित्र (b) में फेजर आरेख में दिखाया गया है। फेजर आरेख से यह स्पष्ट है कि V_{YB} और I_R के बीच का फेज कोण $(90^\circ - \Phi)$ है।

इसलिए, वाटमीटर रीडिंग, $W = V_{YB} I_R \cos(90^\circ - \Phi) = V_{YB} I_R \sin \Phi$

चूंकि लोड संतुलित है, $V_{YB} = V_L$, लाइन वोल्टेज है और $I_R = I_L$, लाइन करंट है।

इसलिए,

$$W = V_L I_L \sin \Phi$$

चूंकि, लोड की कुल प्रतिक्रियाशील शक्ति (Q) $Q = \sqrt{3} V_L I_L \sin \Phi$ है

$$\text{इसलिए } Q = \sqrt{3} V_L I_L \sin \Phi = \sqrt{3} W$$

प्रतिक्रियाशील शक्ति = $\sqrt{3} \times$ वाटमीटर रीडिंग या

इस प्रकार, यदि हम वाटमीटर रीडिंग को $\sqrt{3}$ से गुणा करते हैं, तो हमें 3-चरण संतुलित लोड द्वारा ली गई कुल प्रतिक्रियाशील शक्ति प्राप्त होती है।

प्रक्रिया:

1. सर्किट आरेख के अनुसार सर्किट को कनेक्ट करें।
2. तीन चरण वेरिएक को शून्य-वोल्ट स्थिति पर और प्रेरणिक लोड को न्यूनतम स्थिति पर रखें।
3. तीन-चरण बिजली आपूर्ति चालू करें।
4. अब तीन फेज वेरिएक को धीरे-धीरे उसके निर्धारित वोल्टेज (400V) पर बदलें और एमीटर, वोल्टमीटर और वाटमीटर के रीडिंग को नोट करें।
5. प्रेरणिक भार को बढ़ाकर एमीटर, वोल्टमीटर और वाटमीटर के रीडिंग को रेटेड धारा तक सारणीबद्ध किया जाता है।

6. अब प्रेरणिक लोड और तीन चरण वेरिएक को उसकी न्यूनतम स्थिति पर सेट करें।

7. तीन-चरण की आपूर्ति बंद करें।

8. तीन-चरण प्रतिक्रियाशील शक्ति की गणना करें।

अवलोकन तालिका:

क्र.सं.	धारा(एम्पीयर)	वोल्टेज(वोल्ट)	वॉटमीटर रीडिंग w	WX गुणन कारक	प्रतिक्रियाशील शक्ति

वाटमीटर का गुणन कारक =

गणना: प्रतिक्रियाशील शक्ति (Q) = ?

पावर फैक्टर $\cos = ?$

परिणाम:

सावधानियां:

1. सक्रिय टर्मिनलों को नहीं छूना चाहिए।
2. सर्किट को बिना किसी ढीले कनेक्शन के जोड़ें।
3. लोड करंट रेटेड करंट मान से अधिक नहीं होना चाहिए।

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462007 (एम.पी.)

प्रयोग क्रमांक 3

उद्देश्य: एक डीसी मशीन के स्थिर नुकसानों को अलग करना और निम्नलिखित ग्राफ बनाना:

- हिस्टैरिसिस बनाम गति
- भंवर धारा बनाम गति
- यांत्रिक हानि बनाम गति

आवश्यक उपकरण:

क्र.सं.	उपकरण	प्रकार	श्रेणी	मात्रा
1	वोल्टमीटर	एम सी	0-300 v	1
2	एमीटर	एम सी	0-5 A	1
3	एमीटर	एम सी	0-2 A	1
4	रिओस्टेट	एकल ट्यूब	450 ओम, 5 A	1
5	रिओस्टेट	एकल ट्यूब	270ओम, 1.7A	1
6	टैकोमीटर	डिजिटल	0-2000 आरपीएम	1

लिखित:

डीसी मशीनों में स्थिर हानियाँ हिस्टैरिसिस हानि, एडी करंट हानि, घर्षण हानि, वाइंडिंग हानि हैं। यदि मशीन की गति N है, तो

$$\text{घर्षण हानि} = AN + BN^2$$

हिस्टैरिसिस हानि = CN, यदि उत्तेजना स्थिर रखी जाए।

निरंतर उत्तेजना के लिए भंवर धारा हानि DN^2 ,

जहाँ A, B, C, D स्थिरांक हैं।

P = कुल स्थिर हानि = बिना लोड के आर्मेचर सर्किट में इनपुट - बिना लोड के आर्मेचर कॉपर हानि

तब,

$$P = AN + BN^2 + CN + DN^2$$

$$P/N = A + BN + C + DN$$

$$P/N = (A+C) + (B+D)N \dots\dots\dots(1)$$

उपरोक्त समीकरण सरल रेखा को दर्शाता है।

सभी घटक A, B, C, D को निर्धारित करने के लिए प्रयोग कम उत्तेजना के साथ किया जाता है।

घर्षण हानि में कोई परिवर्तन नहीं होगा, लेकिन हिस्टैरिसिस और भंवर धारा हानि कम हो जाएगी और स्थिरांक C और D, C' & D' में बदल जाएगा।

कम उत्तेजना पर समीकरण होगा

$$P/N = (A + C') + (B + D')N \dots\dots\dots (2)$$

ग्राफ़िक रूप से $(A+C)$, $(B+D)$, $(A+C')$, $(B+D')$ निर्धारित करें

A, B, C, D की गणना करने के लिए दो और समीकरणों की आवश्यकता है,

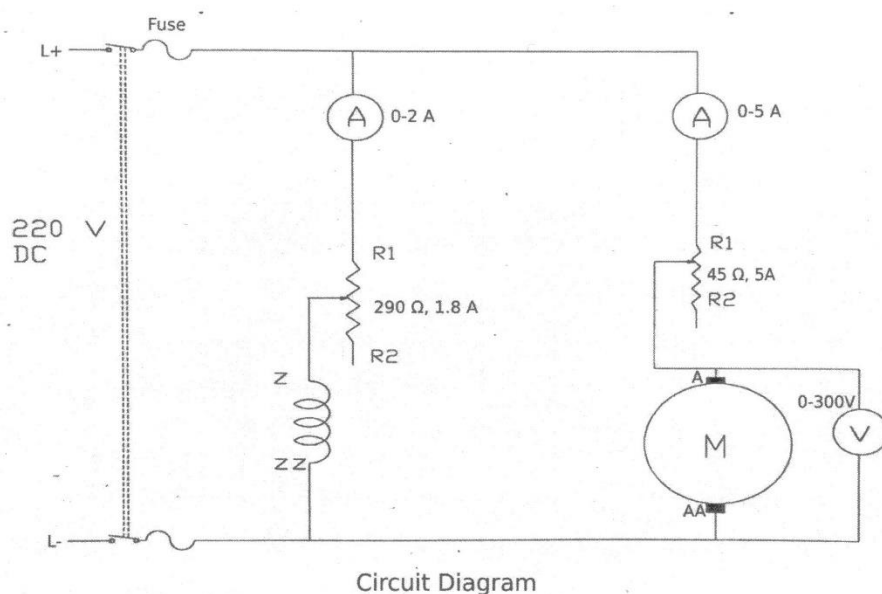
$$C/C' = (B'/B'')^{1.6} = (I_f'/I_f'')^{1.6}$$

$$D/D' = (B'/B'')^2 = (I_f'/I_f'')^2$$

जहाँ, I_f और I_s प्रयोग करने के लिए लिए गए उत्तेजना के दो मान हैं और B' और B'' I_f और I_s के संगत फ्लक्स घनत्व के मान हैं।

इन समीकरणों को दर्शाकर ABCD निर्धारित किया जा सकता है।

सर्किट आरेख



प्रक्रिया:

1. सर्किट को चित्र में दिखाए अनुसार जोड़ें।
2. प्रारंभ करते समय आर्मेचर सर्किट रिओस्टेट को अधिकतम पर समायोजित करें।
3. प्रारंभ करते समय क्षेत्र सर्किट रिओस्टेट को न्यूनतम पर समायोजित करें।
4. डीसी सप्लाई चालू करें।
5. क्षेत्र धारा को स्थिर बनाए रखें और आर्मेचर सर्किट प्रतिरोध को चरणों में काटते समय गति सहित सभी मीटरों की रीडिंग रिकॉर्ड करें।

6. मशीन को बंद करें और फील्ड सर्किट में रिओस्टेट द्वारा फील्ड करंट को कम मूल्य (पहले मूल्य का लगभग 70%) पर समायोजित करते हुए चरण 2 से 5 को दोहराएं।

7. मोटर की गति नोट करें और सभी मीटरों की रीडिंग रिकॉर्ड करें।

8. मोटर को बंद करने के लिए डीसी सप्लाई बंद करें।

9. वोल्टमीटर एमीटर विधि द्वारा आर्मेचर वाइंडिंग का प्रतिरोध मापें।

अवलोकन तालिका:

If =A (रेटेड value)						If =A (70%रेटेड value)					
क्र.सं	Ia Amps	v (volt)	N (rpm)	P=VI	P/ N	क्र. सं	Ia (Amps)	v (volt)	N (rpm)	P = V * I	P/N
1											
2											
3											
4											
5											
6											

ग्राफ़:

प्लॉट E बनाम I विशेषताएं

P/N बनाम N अभिलक्षणों का प्लॉट बनाएं

गणना:

घर्षण हानि: ?

हिस्टैरिसिस हानि: ?

भ्रंवर धारा हानि: ?

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।

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462007 (एम.पी.)

प्रयोग क्रमांक 4

उद्देश्य: निर्धारित गति पर पृथक रूप से उत्तेजित डीसी जनरेटर की चुंबकीय विशेषताओं का निर्धारण।

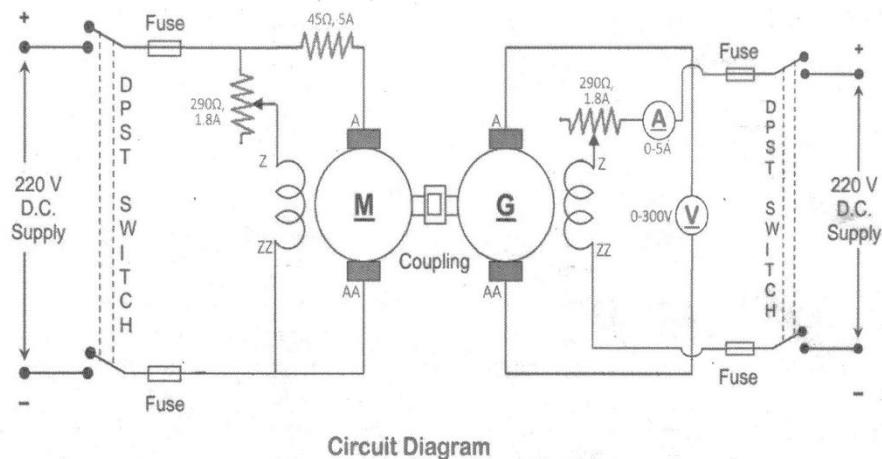
आवश्यक उपकरण:

क्र.सं.	उपकरण	प्रकार	श्रेणी	मात्रा
1	वोल्टमीटर	एम सी	0-300 V	1
2	एमीटर	एम सी	0-5 A	1
3	रिओस्टेट	एकल ट्यूब	45 ओम, 5 A	1
4	रिओस्टेट	एकल ट्यूब	290ओम, 1.8	1
5	टैकोमीटर	डिजिटल	0-2000 आरपीएम	1

मशीन की विशिष्टता

	डीसी शंट मोटर	डीसी शंट जनरेटर
क्षमता	5 HP	3KW
रेटेड वोल्टेज	220V	220V
रेटेड धारा	17 A	20.5A
रेटेड गति	1500 RPM	1500 RPM

सिद्धांत: एक जनरेटर की चुंबकीयकरण विशेषता या खुला सर्किट विशेषता (OCC) बिना लोड पर प्रेरित EMF और क्षेत्र धारा के बीच संबंध को दर्शाती है।



अवलोकन तालिका:

क्र.सं.	फील्ड करंट (A)	प्रेरित ईएमएफ (V)	गति (आरपीएम)
1			
2			
3			

डीसी जनरेटर के आर्मेचर में प्रेरित ईएमएफ द्वारा दिया जाता है

$$E_g = \frac{P\phi ZN}{60A}$$

ϕ = प्रति ध्रुव उपयोगी फ्लक्स Wb में है

Z = आर्मेचर कंडक्टर की कुल संख्या है

P = एक जनरेटर में ध्रुवों की संख्या है

A= आर्मेचर के भीतर समानांतर लेन की संख्या है

N_p =RPM में आर्मेचर का घूर्णन है

जब फील्ड वाइंडिंग में कोई करंट प्रवाहित नहीं होता है, तो मशीन में मौजूद अवशिष्ट फ्लक्स के कारण EMF प्रेरित होता है। यदि फील्ड करंट को धीरे-धीरे बढ़ाया जाता है, तो फ्लक्स पहले रैखिक रूप से बढ़ता है, जिसके परिणामस्वरूप EMF में रैखिक वृद्धि होती है, लेकिन फील्ड करंट के एक निश्चित मान के बाद, चुंबकत्व की संतृप्ति फील्ड करंट में धीमी वृद्धि का कारण बनती है, जिसके परिणामस्वरूप चुंबकत्व वक्र का झुकाव होता है।

प्रक्रिया:

1. कनेक्शन सर्किट आरेख के अनुसार बनाए जाते हैं।
2. आर्मेचर सर्किट में अधिकतम प्रतिरोध और मोटर के क्षेत्र सर्किट में न्यूनतम प्रतिरोध के साथ, आपूर्ति चालू की जाती है।
3. आर्मेचर सर्किट में प्रतिरोध धीरे-धीरे कम किया जाता है।
4. जैसे-जैसे मोटर गति पकड़ती है, मोटर की निर्धारित गति पूरे प्रयोग में स्थिर रहती है।
5. डीसी जनरेटर में शून्य क्षेत्र धारा के अनुरूप वोल्टेज रीडिंग दर्ज की जाती है।
6. जनरेटर फील्ड वाइंडिंग में प्रवाहित होने वाली न्यूनतम धारा के साथ विभव विभाजक सर्किट व्यवस्था को डीसी आपूर्ति दी जाती है। यह धारा जाँकी विभव विभाजक को एक दिशा में घुमाने पर धीरे-धीरे बढ़ेगी।
7. केवल वोल्टमीटर और अमीटर की रीडिंग तब तक दर्ज की जाती है जब तक कि सभी वोल्टमीटर जनरेटर के रेटेड वोल्टेज का 125% नहीं पढ़ लेते।

ग्राफ: क्षेत्र धारा और प्रेरित ईएमएफ के बीच ग्राफ प्लॉट करें।

परिणाम:

सावधानियाँ:

1. किसी भी टर्मिनल या स्विच को बिना यह सुनिश्चित किए न छुएँ 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 बड़ी मात्रा में 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।

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462007 (एम.पी.)

प्रयोग क्रमांक 5

उद्देश्य: स्कॉट कनेक्शन द्वारा तीन-चरण से दो-चरण रूपांतरण प्राप्त करना।

आवश्यक उपकरण:

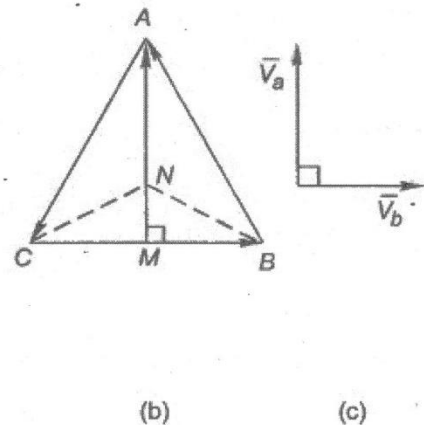
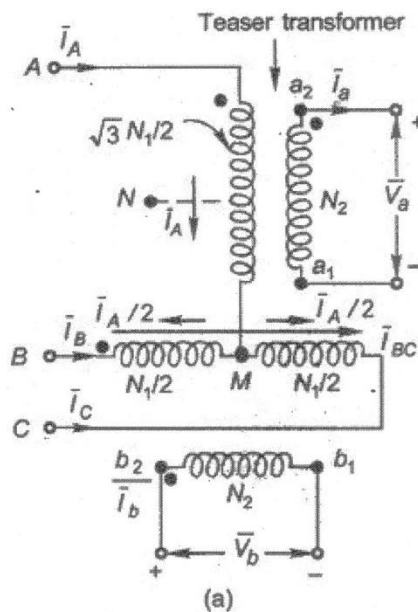
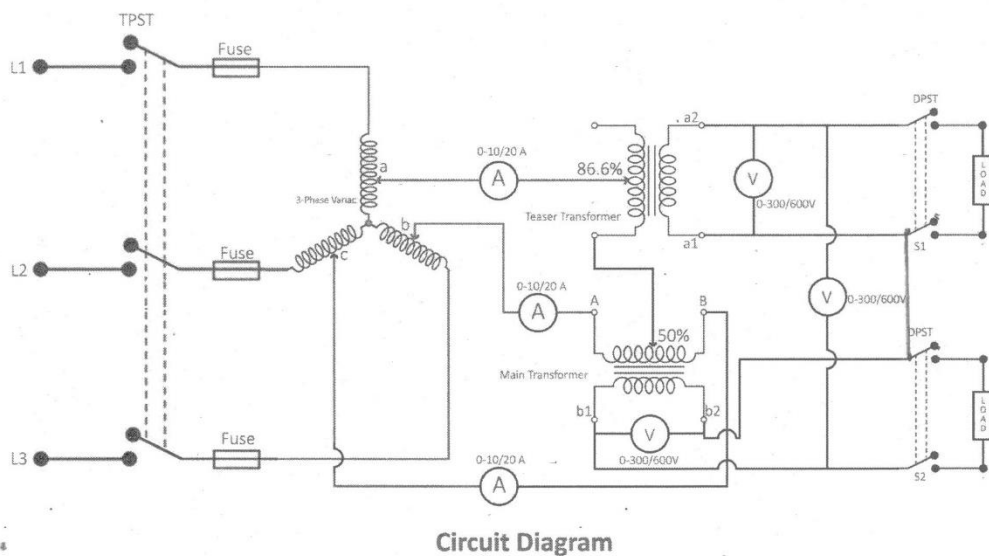
क्र.सं	उपकरण	श्रेणी	प्रकार	मात्रा
1	3-चरण वैरिएक	25A, 415/0-470V		1
2	एमीटर	0-10/20A	एमआई	3
3	वोल्टमीटर	0-300/600V	एमआई	3

लिखित:

विशेष मामलों में तीन से दो चरण में चरण रूपांतरण की आवश्यकता होती है, जैसे कि 2-चरण इलेक्ट्रिक आर्क भट्टियों की आपूर्ति में। 3/2-चरण रूपांतरण की अवधारणा चित्र 3.61 (बी) में दिखाए गए संतुलित 3-चरण आपूर्ति के वोल्टेज चरण आरेख से अनुसरण करती है। यदि V_{BC} पर बिंदु M मध्य में स्थित हो सकता है, तो V_{AM} V_{BC} से 90° आगे है। इस प्रकार ट्रांसफार्मर के माध्यम से 2-चरण की आपूर्ति प्राप्त की जा सकती है; एक AM से जुड़ा है, जिसे टीज़र ट्रांसफार्मर कहा जाता है और दूसरा लाइन B और C से जुड़ा है।

चूँकि $V_{AM} = (\sqrt{3}/2) V_{BC}$ है, ट्रांसफार्मर प्राइमरी में $\sqrt{3} N_1/2$ (टीज़र) और N_1 मोड़ होने चाहिए; इसका मतलब प्रत्येक ट्रांसफार्मर में समान वोल्टेज/टर्न होगा।

एक संतुलित 2-चरण आपूर्ति तब आसानी से प्राप्त की जा सकती है जब दोनों द्वितीयक समान संख्या में घुमावों, N_2 के साथ हों। बिंदु M, लाइन B और C से जुड़े ट्रांसफार्मर के प्राइमरी पर मध्य में स्थित है। ऐसे दो ट्रांसफार्मर का कनेक्शन, जिसे स्कॉट कनेक्शन के रूप में जाना जाता है, चित्र 3.61 में दिखाया गया है, जबकि 2-चरण आपूर्ति का चरण आरेख द्वितीयक पक्ष को चित्र में दिखाया गया है। 3-चरण पक्ष पर तटस्थ बिंदु, यदि आवश्यक हो, बिंदु N पर स्थित हो सकता है जो तृतीयक की प्राथमिक वाइंडिंग को 1:2 के अनुपात में विभाजित करता है।



(c)

प्रक्रिया:

1. कनेक्शन सर्किट आरेख के अनुसार किया जाता है।
2. 3-फेज ऑटो ट्रांसफार्मर का उपयोग करके सर्किट पर अलग-अलग वोल्टेज लागू करें।
3. विभिन्न मीटर रीडिंग का अवलोकन करें और उन्हें अवलोकन तालिका में नोट करें।

अवलोकन तालिका:

	3- ϕ आपूर्ति			2- ϕ आपूर्ति		
क्र.सं	V_a (वोल्ट)	V_b (वोल्ट)	V_c (वोल्ट)	V_a (वोल्ट)	V_b (वोल्ट)	V_c (वोल्ट)
1						
2						
3						
4						
5						

परिणाम:

सावधानियां:

1. किसी भी टर्मिनल या स्विच को बिना यह सुनिश्चित किए न छुएं कि वह बंद है।
2. 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।

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462007 (एम.पी.)

प्रयोग क्रमांक- 6

उद्देश्य: डीसी शंट मोटर का गति नियंत्रण करना।

1. आर्मेचर प्रतिरोध नियंत्रण विधि द्वारा सामान्य सीमा से नीचे डीसी शंट मोटर के गति नियंत्रण का अध्ययन करना और गति बनाम आर्मेचर वोल्टेज विशेषताओं को प्लॉट करना।

2. क्षेत्र प्रतिरोध नियंत्रण विधि द्वारा सामान्य सीमा से ऊपर डीसी शंट मोटर के गति नियंत्रण का अध्ययन करना और गति बनाम क्षेत्र धारा विशेषताओं को प्लॉट करना।

आवश्यक उपकरण:

क्र.सं.	उपकरण	प्रकार	श्रेणी	मात्रा
1	वोल्टमीटर	एम सी	0-300	1
2	एमीटर	एम सी	0-2A और 0-5A	1
3	रिओस्टेट	एकल ट्यूब	45 ओम, 5 A	1
4	रिओस्टेट	एकल ट्यूब	290ओम; 1.8 A	1
5	टैकोमीटर	डिजिटल	0-2000 आरपीएम	1

लिखित:

डीसी मोटर के लिए बैक ईएमएफ इस प्रकार दिया जाता है,

$$\text{Back emf } E_b = \frac{P\phi NZ}{60A}$$

बैक ईएमएफ

किसी विशेष मशीन के लिए ध्रुवों की संख्या, P आर्मेचर कंडक्टर, Z और समानांतर पथों की संख्या, A स्थिर होती है। इस प्रकार DC मोटर की गति निम्न प्रकार से दी जाती है, मोटर की गति=

$$\text{Speed of the motor, } N = K \frac{E_b}{\phi} = K \frac{V - I_a R_a}{\phi}$$

मोटर की गति का समीकरण स्पष्ट रूप से निम्नलिखित को इंगित करता है:

- डीसी मोटर की गति को एक परिवर्ती प्रतिरोध (आर्मेचर नियंत्रण) के रूप में रिओस्टेट के रूप में शामिल आर्मेचर सर्किट में प्रतिरोध को परिवर्तित करके, गति की सामान्य सीमा से ऊपर नियंत्रित किया जा सकता है।
- डीसी मोटर की गति को फ्लक्स को कम करके, अर्थात् रिओस्टेट के रूप में बाह्य प्रतिरोध को परिवर्तनीय प्रतिरोध (क्षेत्र नियंत्रण) के रूप में शामिल करके क्षेत्र परिपथ में धारा को कम करके, गति की सामान्य सीमा से ऊपर नियंत्रित किया जा सकता है।

आर्मेचर नियंत्रण

मान लें कि डीसी शंट मोटर के आर्मेचर सर्किट में बाहरी प्रतिरोध R ओम है, तो गति समीकरण संशोधित हो जाता है,

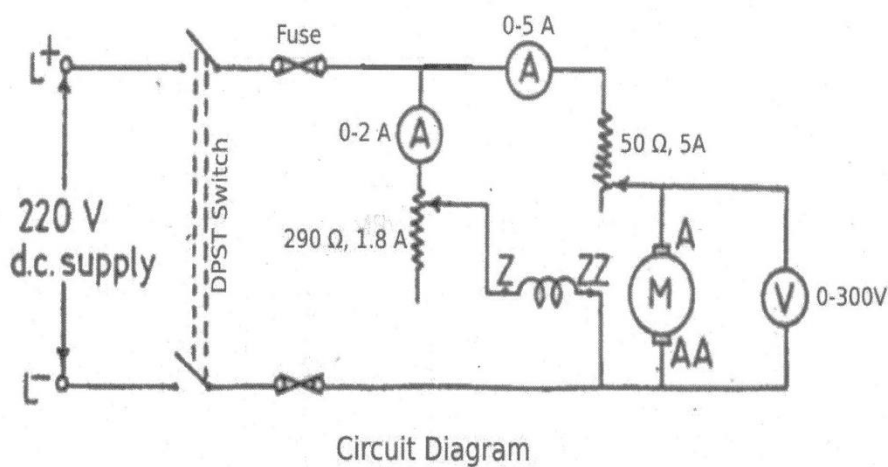
$$N = K \frac{V - I_a (R_a + R)}{\phi} \text{ RPM}$$

इसलिए बाहरी प्रतिरोध R के मान में वृद्धि के साथ मोटर की गति कम हो जाती है। इस प्रकार, इस विधि द्वारा बिना लोड की गति से कम गति प्राप्त की जा सकती है। हालाँकि, अतिरिक्त प्रतिरोध में शक्ति की अत्यधिक बर्बादी होती है, जो मोटर की दक्षता को काफी कम कर देती है।

फील्ड नियंत्रण

शंट फील्ड सर्किट में बाहरी प्रतिरोध डालकर डीसी मोटर की गति को बिना लोड की गति से भी अधिक बढ़ाया जा सकता है। बाहरी प्रतिरोध में धारा बहुत कम होती है, इसलिए अतिरिक्त प्रतिरोध में होने वाली हानियाँ काफी कम होती हैं।

सर्किट आरेख:



प्रक्रिया:

1. सर्किट आरेख के अनुसार डीसी मोटर को कनेक्ट करें।
2. सुनिश्चित करें कि आर्मेचर सर्किट में फील्ड रीओस्टेट प्रतिरोध अधिकतम है और फील्ड सर्किट में फील्ड रीओस्टेट प्रतिरोध न्यूनतम है।

3. इसके बाद डीसी सप्लाई चालू करें, परिणामस्वरूप मोटर कम गति से चलने लगेगी।
4. आर्मेचर सर्किट के बाहरी प्रतिरोध को धीरे-धीरे काटें और क्षेत्र को समायोजित करें करंट को इस तरह से रखें कि मोटर की गति रेटेड गति बन जाए।
5. फील्ड करंट को उपरोक्त मान पर स्थिर रखा जाता है। वोल्टेज में बदलाव करें आर्मेचर में बाह्य प्रतिरोध को बदलकर आर्मेचर पर लागू किया जाता है सर्किट में प्रयुक्त वोल्टेज और संगत गति को रिकॉर्ड करें।
6. रेटेड वोल्टेज तक आर्मेचर पर लागू वोल्टेज के विभिन्न मानों के लिए चरण 5 को दोहराएं।
7. आर्मेचर पर लागू वोल्टेज को उसके निर्धारित मान पर स्थिर रखें। फील्ड सर्किट में स्टर्नल प्रतिरोध को बदलकर मोटर की गति बदलें। फील्ड करंट और संबंधित गति को रिकॉर्ड करें।
8. क्षेत्र धारा के विभिन्न मानों के लिए चरण 7 को तब तक दोहराएं जब तक मोटर की गति निर्धारित गति से लगभग 1.4 गुना न हो जाए।
9. मोटर को बंद करने के लिए मुख्य आपूर्ति बंद करें।

अवलोकन तालिका:

आर्मेचर नियंत्रण विधि $I = \dots\dots\dots A$				फील्ड नियंत्रण विधि $V = \dots\dots\dots V$			
क्र.सं.	आर्मेचर करंट	आर्मेचर वोल्टेज	गति (आरपीएम)	क्र.सं.	फील्ड करंट	फील्ड वोल्टेज	गति (आरपीएम)
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			

ग्राफ़:

गति बनाम आर्मेचर वोल्टेज विशेषताओं का प्लॉट बनाएं

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।

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462007 (एम.पी.)

प्रयोग क्रमांक- 7

उद्देश्य: डीसी मोटर स्टार्टर्स का अध्ययन करना।

लिखित:

डीसी मोटर के मामले में, आर्मेचर वाइंडिंग में विकसित बैक ईएमएफ रोटेशन की गति के सीधे आनुपातिक होता है। जब मोटर को डीसी सप्लाई से जोड़ा जाता है, तो बैक ईएमएफ शून्य होता है क्योंकि गति शून्य होती है जिससे वाइंडिंग के माध्यम से करंट प्रवाहित होता है।

R_a , आर्मेचर वाइंडिंग का प्रतिरोध 0.5 से 1 ओम के क्रम का काफी कम है। स्टार्टर के रूप में बाहरी प्रतिरोध जोड़कर इस धारा को सुरक्षित मान तक सीमित किया जा सकता है। एक डीसी मोटर स्टार्टर में उचित रूप से ग्राउंडेड स्टार्टिंग प्रतिरोध होता है। इसे सुरक्षात्मक उपकरणों के साथ भी प्रदान किया जाता है।

तीन बिंदु स्टार्टर:

डीसी शंट मोटर के लिए तीन-बिंदु स्टार्टर जिसमें नौ चरणों में ग्रेडेड स्टार्टिंग प्रतिरोध होता है और मोटर को विभिन्न संभावित खतरों से बचाने के लिए नो-वोल्ट और ओवरलोड रिलीज प्रदान किया जाता है। मोटर L, Z और A के तीन टर्मिनल क्रमशः पॉजिटिव टर्मिनल, शंट फील्ड टर्मिनल और आर्मेचर टर्मिनल से जुड़े होते हैं। स्टार्टर आर्म को ऑफ स्टेट के दौरान ऑफ पोजीशन पर रखा जाता है।

मोटर को आपूर्ति पक्ष पर दिए गए फील्ड मेन स्विच द्वारा शुरू किया जा सकता है और फिर स्टार्टर आर्म को पहले चरण पर स्थानांतरित किया जा

सकता है, जिसमें आर्मेचर सर्किट में सभी नौ चरणों का पूरा प्रतिरोध शामिल होता है, जिससे स्थिरता को पुनर्निर्देशित किया जाता है।

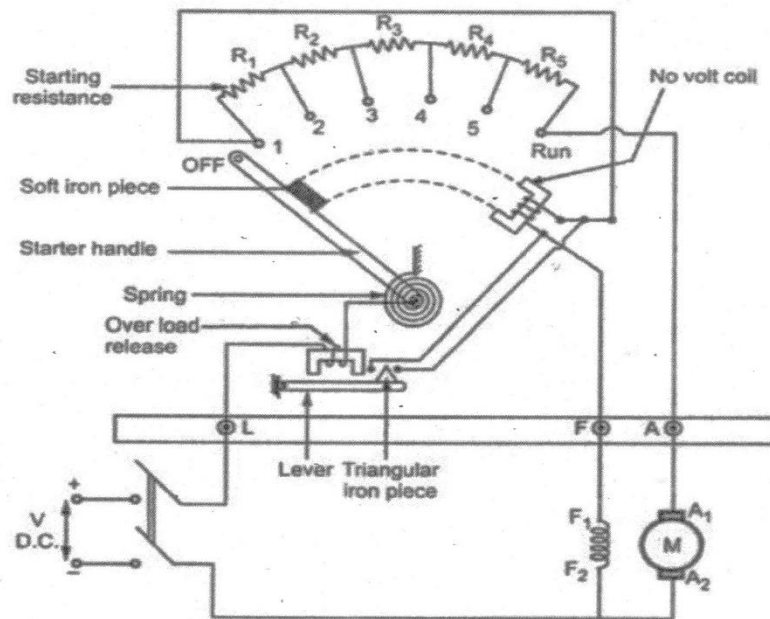
$$I_s = \frac{V}{R + \sum R_s}$$

जहाँ $\sum R_s$ केवल स्टार्टर में सभी चरणों के प्रतिरोध का योग है।

नो-लोड रिलीज़

नो वोल्ट रिलीज में एक इलेक्ट्रोमैग्नेट होता है जिस पर उचित वाइंडिंग होती है। इसलिए बिजली की विफलता या गलती से फील्ड सर्किट खुलने की स्थिति में।

3 पॉइंट स्टार्टर सर्किट आरेख



3 Point Starter Circuit Diagram

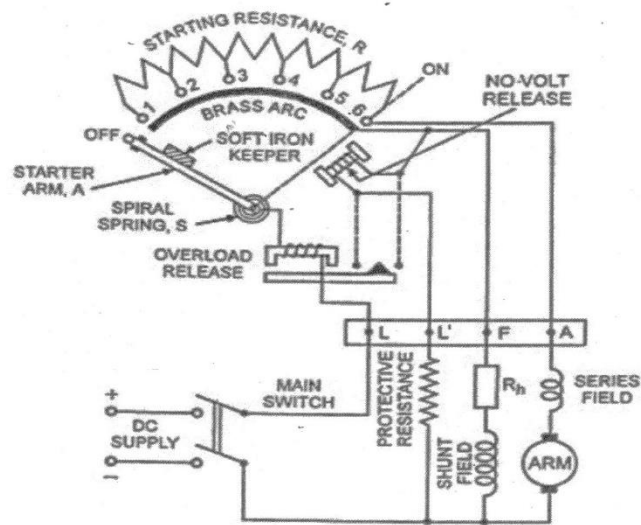
ओवरलोड रिलीज

इसमें एक इलेक्ट्रोमैग्नेट होता है जिस पर उचित वाइंडिंग होती है। इसे आर्मेचर सर्किट के साथ सीरीज में जोड़ा जाता है ताकि इलेक्ट्रोमैग्नेटिक वाइंडिंग में प्रवाहित

करंट आर्मेचर करंट के बराबर हो। अगर मोटर ओवरलोड हो जाती है और लाइन से ओवरलोड करंट खींचती है तो इलेक्ट्रोमैग्नेट रिलीज हो जाएगा।

फोर-पॉइंट स्टार्टर: थ्री-पॉइंट स्टार्टर की तुलना में फोर-पॉइंट स्टार्टर के सर्किट में बुनियादी अंतर यह है कि होल्डिंग कॉइल को शंट फील्ड सर्किट से हटा दिया गया है और इसे सीधे मेन से जोड़ा गया है जिसमें करंट लिमिटिंग रेजिस्टेंस सीरीज में है जैसे कि एक व्यवस्था तीन समानांतर सर्किट बनाती है। एक में ओवरलोड रिलीज स्टार्टिंग रेजिस्टेंस और आर्मेचर वाइंडिंग रेजिस्टेंस होता है, दूसरे में शंट फील्ड का वैरिएबल रेजिस्टेंस होता है और तीसरे में होल्डिंग कॉइल होता है।

4 पॉइंट स्टार्टर सर्किट आरेख



4 Point Starter Circuit Diagram

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान

भोपाल 462007 (एम.पी.)

प्रयोग क्रमांक- 8

उद्देश्य: ट्रांसफार्मरों के समान्तर संचालन का अध्ययन करना।

लिखित:

पावर ट्रांसफॉर्मर किसी भी पावर सिस्टम में सबसे महत्वपूर्ण और उतना ही महंगा घटक है। ऐसा हो सकता है कि समय के साथ, अपने सेवा क्षेत्र में लोड बढ़ने के कारण, मौजूदा ट्रांसफॉर्मर अपनी दीर्घकालिक MVA रेटिंग को पार किए बिना पीक-ऑवर्स के दौरान मांग का सामना करने में सक्षम न हो। इस तरह से ट्रांसफॉर्मर को चलाने से ओवरहीटिंग हो सकती है और इसकी अपेक्षित लाइफ कम हो सकती है।

ज़्यादातर मामलों में, पूरी तरह से नई उच्च क्षमता वाली इकाई चालू करने के बजाय, मौजूदा इकाई के पूरक के रूप में समानांतर में एक छोटी इकाई जोड़ना एक अधिक व्यवहार्य विकल्प है। दूसरे शब्दों में, एक नया छोटी क्षमता वाला ट्रांसफॉर्मर अब मौजूदा इकाई के समानांतर जोड़ा जा सकता है, ताकि दोनों एक विशिष्ट अनुपात में एक बड़ा पीक लोड साझा करें और सीमा के निकट काम करने वाले को बोझ से मुक्त किया जा सके। साथ ही, हल्के लोड की स्थिति के दौरान, यदि वांछित हो तो योगात्मक क्षमता को ऑफ़लाइन रखा जा सकता है।

दो या अधिक एकल-फेज ट्रांसफार्मरों के संतोषजनक समानांतर संचालन के लिए विभिन्न शर्तें पूरी होनी चाहिए, जो इस प्रकार हैं:

- (A) ट्रांसफार्मरों में समान वोल्टेज अनुपात होना चाहिए, अर्थात् प्राथमिक ट्रांसफार्मरों को एक ही वोल्टेज स्रोत से जोड़ने पर, सभी ट्रांसफार्मरों के द्वितीयक वोल्टेज का परिमाण बराबर होना चाहिए।

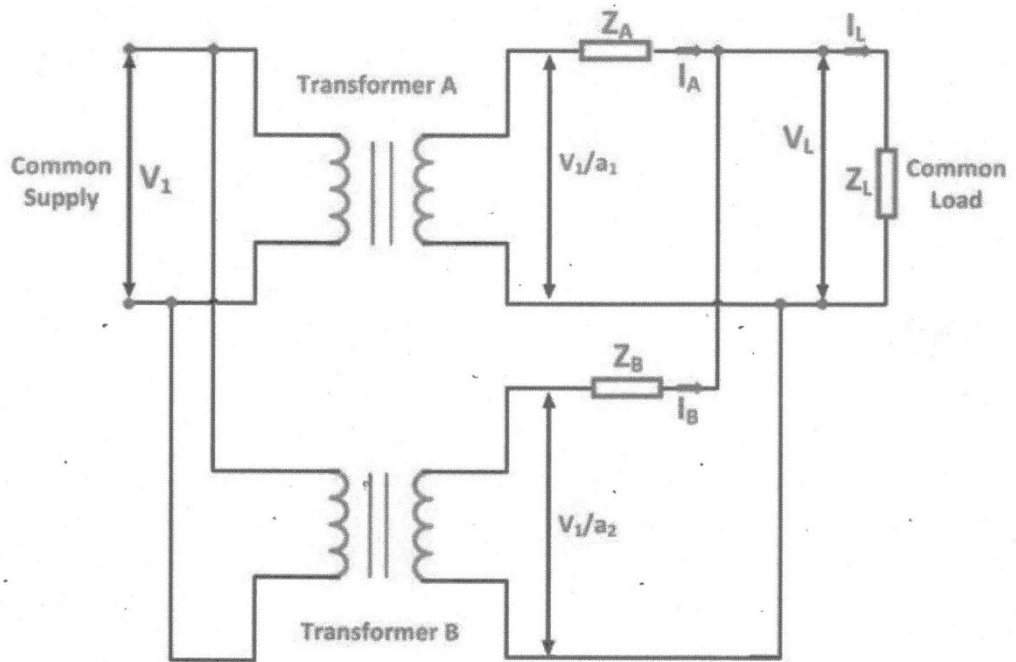
(B) ओम में समतुल्य रिसाव प्रतिबाधा उनकी संबंधित केवीए रेटिंग के व्युत्क्रमानुपाती होनी चाहिए। दूसरे शब्दों में, ट्रांसफार्मर की अपनी केवीए रेटिंग के आधार पर प्रति यूनिट रिसाव प्रतिबाधा बराबर होनी चाहिए।

(C) समतुल्य रिसाव प्रतिघात और समतुल्य प्रतिरोध का अनुपात, अर्थात् x/r सभी ट्रांसफार्मरों के लिए समान होना चाहिए।

(D) जहां तक ट्रांसफार्मरों की ध्रुवताओं का संबंध है, उन्हें उचित रूप से जोड़ा जाना चाहिए।

समानांतर में जुड़े दो एकल-चरण ट्रांसफार्मर A और B का सर्किट आरेख नीचे दिखाया गया है:

सर्किट आरेख



Circuit Diagram

ENGLISH

Experiment no. 1

Aim: Measurement of 3 phase power by using 2 wattmeter method.

Specifications of machine: 3-Phase induction motor.

Capacity: 5 HP

Rated voltage: 400/440V

Rated current: 7A

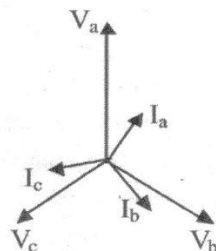
Rated Frequency: 50Hz

Rated Speed: 1500RPM

Instruments Required:

Sl.no	Name	Type	Range
1	Wattmeter (2 Nos.)	Dynamometer	5/10A, 200/400V
2	Ammeter	MI	0-10A
3	Voltmeter	MI	0-600V
4	3-Phase Variac		400/0-400V, 15A

Theory: This method of measuring power in a three-phase circuit is applicable for balanced as well as unbalanced loads. The vector diagram for balanced load is given below:



$$V_A = V_B = V_C = V$$

$$V_{AB} = V_{BC} = V_{CA} = \sqrt{3}V$$

$$I_A = I_B = I_C = I$$

V_A, V_B and V_C are the vectors representing phase voltages and I_A, I_B and I_C are the phase currents in phase A, B and C respectively at a lagging power factor of $\cos\phi$.

For wattmeter W_1 , the current is I_A in the current coil and the voltage across its pressure coil is V_{AB} . Therefore, its reading is

$$W_1 = \sqrt{3}VI \cos(30 + \Phi) \text{ ----- (1)}$$

For wattmeter W_2 , the current in its current coil is I_C and the voltage across the pressure coil is V_{BC} . Therefore,

$$W_2 = \sqrt{3}VI \cos(30 - \Phi) \text{ ----- (2)}$$

Hence, total power read by two wattmeter is,

$$\begin{aligned} W_1 + W_2 &= \sqrt{3}VI \cos(30 + \Phi) + \sqrt{3}VI \cos(30 - \Phi) \\ &= 3VI \cos \Phi \text{ ----- (3)} \\ &= 3 \times \text{power per phase} = \text{Total} \end{aligned}$$

Similarly,

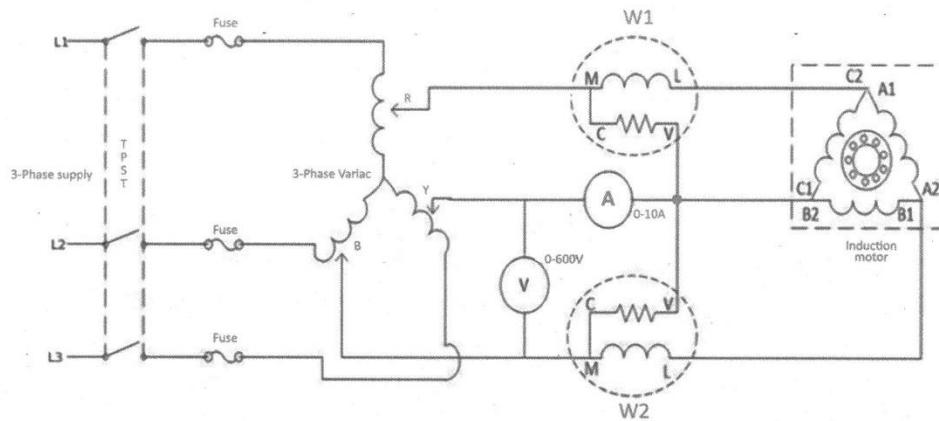
$$\begin{aligned} W_1 - W_2 &= \sqrt{3}VI \cos(30 + \Phi) - \sqrt{3}VI \cos(30 - \Phi) \\ W_1 - W_2 &= \sqrt{3}VI \sin \Phi \text{ ----- (4)} \end{aligned}$$

From eq. 3 and 4

$$\begin{aligned} \tan \Phi &= \sqrt{3} \frac{(W_1 - W_2)}{(W_1 + W_2)} \text{ or} \\ \cos \Phi &= \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \Phi}} \end{aligned}$$

Procedure:

1. Connections are made as per the circuit diagram.
2. Ensure that the 3- ϕ variac is kept at minimum output voltage position.
3. Switch ON the supply. Increase the variac output voltage gradually until rated voltage is observed in voltmeter. Note that the induction motor takes large current initially, so, keep an eye on the ammeter such that the starting current should not exceed 7 Amp.
4. By the time speed gains rated value, note down the readings of voltmeter, ammeter, and wattmeter at different loads.
5. Bring back the variac to zero output voltage position and switch OFF the supply.



Circuit Diagram

Observation Table:

Sl.no.	Current (in amp)	Voltage (in volt)	Wattmeter reading		W=W ₁ +W ₂	tan Φ	cos Φ
			W ₁	W ₂			
1							
2							
3							
4							

Multiplying factor of W₁=

Multiplying factor of W₂=

Calculations: Find power at different load $W = ?$ & Power factor $\cos \Phi = ?$

Result:

Precautions:

1. Connections must be made tight.
2. Before making or breaking the circuit, supply must be switched off.

Experiment no. 2

Aim: Measurement of reactive power of an inductive load using single wattmeter method.

Instruments Required:

Sl.no	Name	Type	Range
1	Wattmeter	Dynamometer	5/10A, 200/400V
2	Ammeter	MI	0-10A
3	Voltmeter	MI	0-600V
4	3-Phase inductive load		

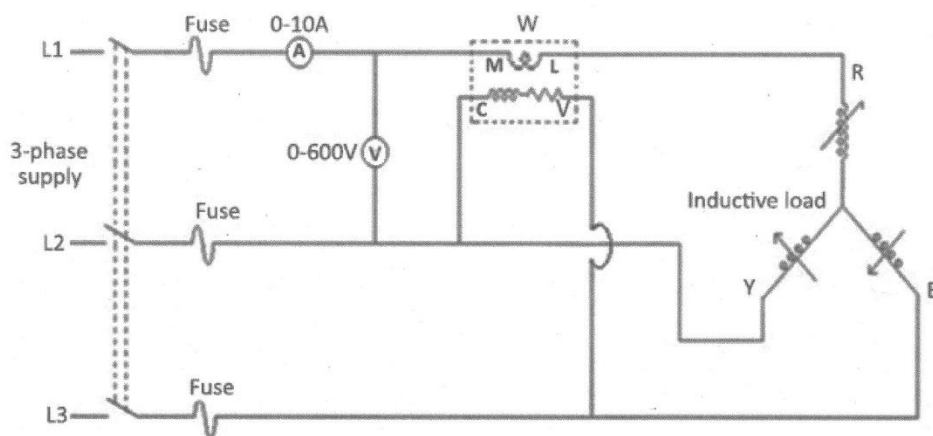
Theory: If the 3-phase load is balanced, then the reactive power drawn by the load can be determined by using a single wattmeter.

For this purpose, the current coil of the wattmeter is connected in one line and the potential coil is connected across the other two lines as shown in Fig. (a). It can be proved that the total reactive power drawn by the load is equal to $\sqrt{3}$ times the reading of the wattmeter.

Fig. (a) shows the connections of a single wattmeter for measuring reactive power in a 3-phase balanced load having lagging p.f. $\cos \Phi$. Here current coil of the wattmeter is connected in the R-line and the potential coil is connected across the lines Y and B.

So, current through current coil = I_R

And P.D. across potential coil, $V_{YB} = V_{YN} - V_{BN}$ ----- (phasor difference)



Circuit Diagram

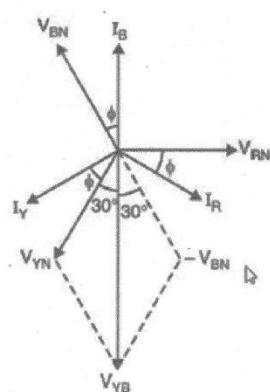


Fig.2 Phasor Diagram

To obtain V_{YB} , find the phasor sum of V_{YN} and V_{BN} as shown in the phasor diagram in Fig. (b). It is clear from the phasor diagram that the phase angle between V_{YB} and I_R is $(90^\circ - \Phi)$.

Therefore, Wattmeter reading, $W = V_{YB} I_R \cos(90^\circ - \Phi) = V_{YB} I_R \sin\Phi$

Since the load is balanced, $V_{YB} = V_L$, the line voltage and $I_R = I_L$, the line current.

Therefore, $W = V_L I_L \sin\Phi$

Since, total reactive power (Q) of load is $Q = \sqrt{3} V_L I_L \sin\Phi$

so $Q = \sqrt{3} V_L I_L \sin\Phi = \sqrt{3} W$

or Reactive power = $\sqrt{3} \times$ Wattmeter reading

Thus, if we multiply the wattmeter reading by $\sqrt{3}$, we get the total reactive power drawn by the 3-phase balanced load.

Procedure:

1. Connect the circuit as per the circuit diagram.
2. Keep the three phase variac at zero-volt position and inductive load at minimum position.
3. Switch on the three-phase power supply.
4. Now slowly vary the three phase variac to its rated voltage (400V) and note down the readings of the ammeter, voltmeter and wattmeter.
5. By increasing the inductive load and tabulates the readings of ammeter, voltmeter and Wattmeter up-to the rated current.
6. Now set the inductive load and three phase variac to its minimum position.
7. Switch off the three-phase supply.
8. Calculate the three-phase reactive power.

Observation Table:

Sl.no.	Current (in amp)	Voltage (in volt)	Wattmeter reading W	W X multiplying factor	Reactive power
1					
2					
3					
4					

Multiplying factor of Wattmeter=

Calculations: Reactive power (Q) = ?

Power factor $\cos\phi$ = ?

Result:

Precautions:

1. Live terminals should not be touched.
2. Connect the circuit without any loose connection.
3. Load current should not exceed rated current value.

Experiment No. 3

Aim: To separate the constant losses of a DC machine and plot the following graph:

- Hysteresis v/s Speed
- Eddy current v/s Speed
- Mechanical loss v/s Speed

Required Instruments:

Sl.no.	Name	Type	Range	Quantity
1	Voltmeter	MC	0-300 V	1 no.
2	Ammeter	MC	0-5 A	1 no.
3	Ammeter	MC	0-2 A	1 no.
4	Rheostat	Single Tube	450 ohm, 5 A	1 no.
5	Rheostat	Single Tube	270 ohm, 1.7 A	1 no.
6	Tachometer	Digital	0-2000 RPM	1 no.

Theory:

The constant losses in DC machines are hysteresis loss, eddy current loss, friction loss, winding loss. If speed of machine is N , then

$$\text{Friction loss} = AN + BN^2$$

Hysteresis loss = CN , if excitation is kept constant.

Eddy current loss = DN^2 for constant excitation,

Where A, B, C, D are constants.

$$P = \text{Total constant loss} = \text{Input to armature circuit at no load} - \text{armature copper losses at no load}$$

1

Then,

$$P = AN + BN^2 + CN + DN^2$$

$$\frac{P}{N} = A + BN + C + DN$$

$$\frac{P}{N} = (A + C) + (B + D)N \text{ ----- (1)}$$

The above equation denotes straight line.

To determine all component A, B, C, D the experiment is performed with reduced excitation.

The friction losses does not changes, but hysteresis and eddy current loss will reduce and constant C & D will change to C' and D'.

The equation at the reduced excitation will be

$$\frac{P}{N} = (A + C') + (B + D')N \text{ ----- (2)}$$

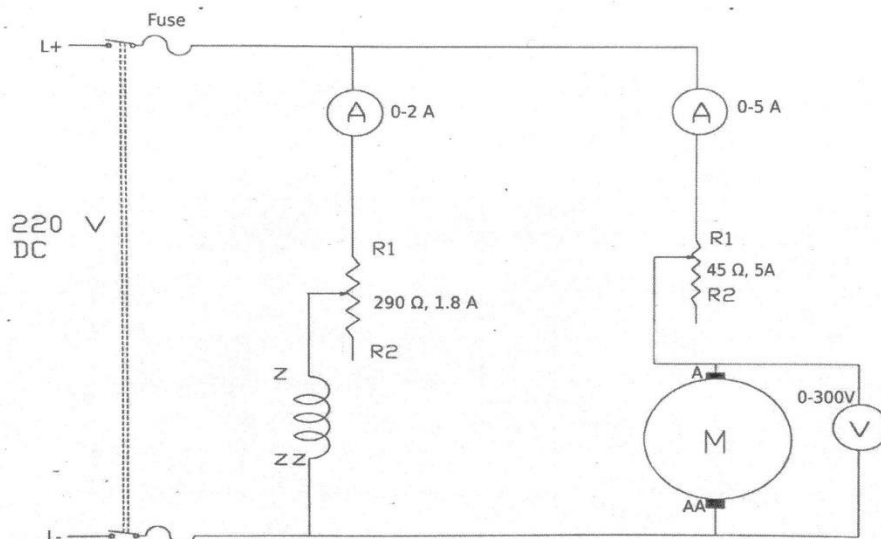
Graphically determine (A+C), (B+D), (A+C'), (B+D')

To calculate A, B, C, D the two more equations are required;

$$\begin{aligned} C/C' &= (B'/B'')^{1.6} = (I_f'/I_f'')^{1.6} \\ D/D' &= (B'/B'')^2 = (I_f'/I_f'')^2 \end{aligned}$$

Where, I_f' and I_f'' are the two values of excitation taken to perform the experiment and B' and B'' are the values of flux density corresponding to I_f' and I_f'' .

Showing these equations ABCD can be determined.



Circuit Diagram

Procedure:

1. Connect the circuit as shown in figure.
2. Adjust the armature circuit rheostat to maximum at the instant of starting.
3. Adjust the field circuit rheostat to minimum at the instant of starting.
4. Switch on the DC supply.
5. Maintain the field current constant and record the readings of all meters including speed while cutting out the armature circuit resistance in steps.
6. Switch off the machine and repeat step 2 to 5 while adjusting the field current to a reduced value (approx. 70% of earlier value) by the rheostat in the field circuit.
7. Note the speed of the motor and record all the reading of all meters.
8. Switch off the DC supply to stop the motor.
9. Measure the resistance of armature winding by voltmeter ammeter method.

Observation Table:

$I_f = \dots\dots\dots$ A (rated value)						$I_f = \dots\dots\dots$ A (70% rated value)					
S.no	I_a	V	N	P=VI	P/N	S.no	I_a	V	N	P=VI	P/N
	Amps	volts	rpm				Amps	volts	rpm		
1											
2											
3											
4											

Graph:

- Plot E v/s I characteristics
- Plot P/N v/s N characteristics

Calculations: Friction loss: ? Hysteresis loss: ? Eddy current loss: ?

Result:

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. 44

Aim: Determination of magnetizing characteristics of a separately excited DC generator at rated speed.

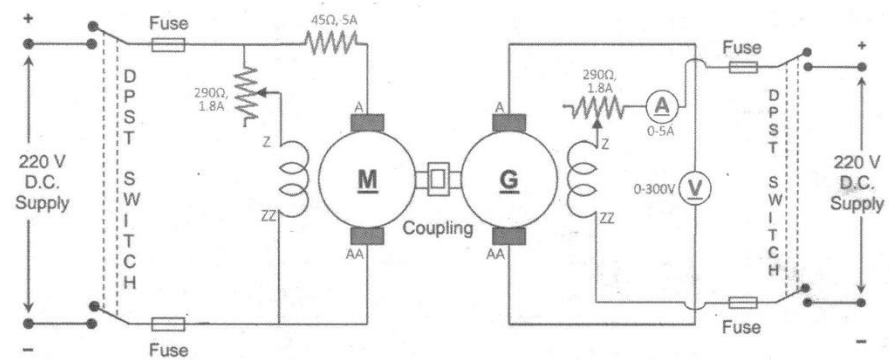
Instruments Required:

Sl.no.	Name	Type	Range	Quantity
1	Voltmeter	MC	0-300 V	1 no.
2	Ammeter	MC	0-5 A	1 no.
3	Rheostat	Single Tube	45 ohm, 5 A	1 no.
4	Rheostat	Single Tube	290 ohm, 1.8 A	1 no.
5	Tachometer	Digital	0-2000 RPM	1 no.

Specification of machine

	DC shunt motor	DC shunt generator
Capacity	5 HP	3 KW
Rated voltage	220V	220V
Rated current	17S	20.5A
Rated speed	1500 RPM	1500 RPM

Theory: The magnetization characteristics or the open circuit characteristics (OCC) of a generator shows the relation between the induced EMF at no-load and the field current.



Circuit Diagram

Observation Table:

S.no.	Field Current (A)	Induced EMF (V)	Speed (RPM)

The EMF induced in the armature of a DC generator is given by

$$E_g = \frac{P\phi ZN}{60A}$$

Where

ϕ is the useful flux per pole in Wb

Z is the total number of armature conductor

P is the number of poles in a generator

A is the number of parallel lanes within the armature

N is the rotation of armature in RPM

When there is no current is flowing in the field winding, the EMF induced due to the residual flux present in the machine. If the field current is slowly increased the flux first increases linearly resulting in the linear increase in the EMF but after a certain value of the field current, the saturation of magnetism causes a slower increase in the field current resulting in the bending of magnetization curve.

Procedure:

1. Connections are made as per the circuit diagram.
2. With maximum resistance in the armature circuit and minimum resistance in the field circuit of the motor, supply is switched on.
3. The resistance in the armature circuit is slowly cut out.
4. As motor picks up the speed, the rated speed of the motor is obtained constant throughout experiment.
5. The voltage reading is recorded corresponding to the zero field current in the DC generator.
6. DC supply is given to the potential divider circuit arrangement with minimum current flowing the generator field winding. This current will slowly increase with moving of jockey potential divider in one direction.
7. Only the reading of voltmeter and ammeter are recorded till all voltmeter reads 125% of rated voltage of generator.

Graph: Plot graph between field current and induced emf.

Result:

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.- 5

Aim: To obtain Three-phase to Two-phase conversion by Scott connection.

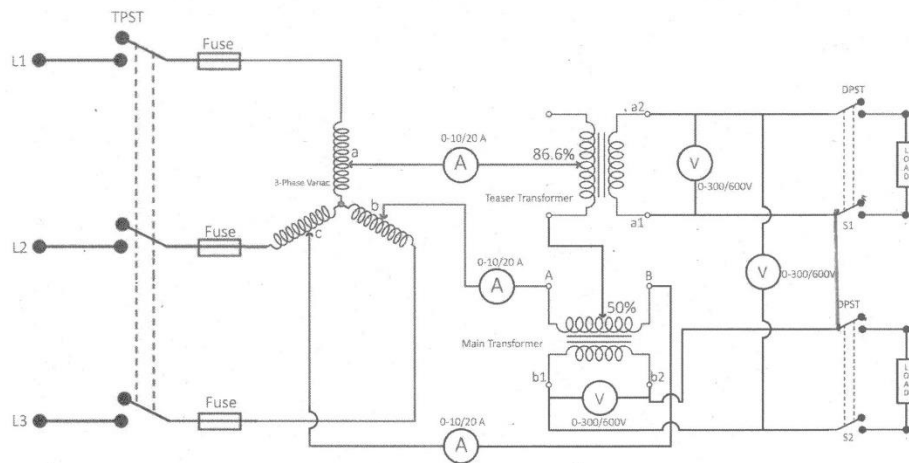
Instruments Required:

Sl.no.	Name	Range	Type	Quantity
1	3-Phase Variac	25A, 415/0-470V		1
2	Ammeter	0-10/20A	MI	3
3	Voltmeter	0-300/600V	MI	3

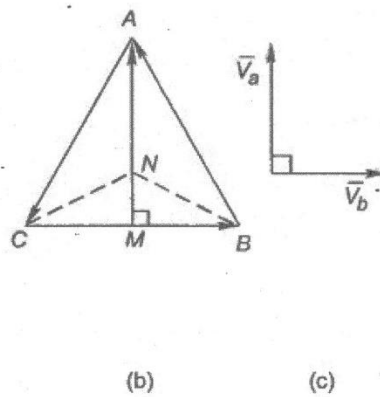
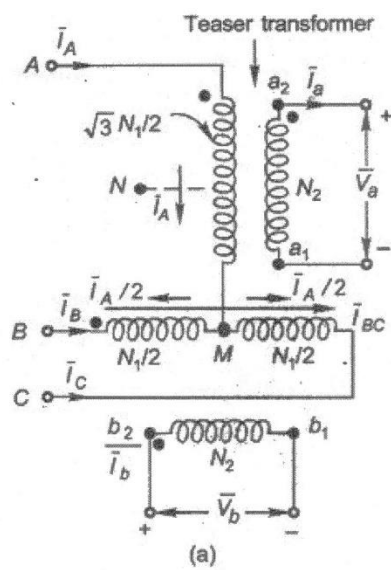
Theory:

Phase conversion from three to two phase is needed in special cases, such as in supplying 2-phase electric arc furnaces. The concept of 3/2-phase conversion follows from the voltage phasor diagram of balanced 3-phase supply shown in Fig. 3.61(b). If the point M midway on V_{BC} could be located, then V_{AM} leads V_{BC} by 90° . A 2-phase supply could thus be obtained by means of transformers; one connected across AM, called the **teaser transformer** and the other connected across the lines B and C. Since $V_{AM} = (\sqrt{3}/2) V_{BC}$, the transformer primaries must have $\sqrt{3} N1/2$ (teaser) and $N1$ turns; this would mean equal voltage/turn in each transformer.

A balanced 2-phase supply could then be easily obtained by having both secondaries with equal number of turns, $N2$. The point M is located midway on the primary of the transformer connected across the lines B and C. The connection of two such transformers, known as the Scott connection, is shown in Fig. 3.61, while the phasor diagram of the 2-phase supply on the secondary side is shown in Fig. The neutral point on the 3-phase side, if required, could be located at the point N which divides the primary winding of the tertiary in the ratio 1:2 (refer Fig.).



Circuit Diagram



Procedure:

1. Connections are done as per the circuit diagram.
2. By using 3-Phase auto transformer apply different voltages to the circuit.
3. Observe different meter readings and note them in observation table.

Observation Table:

S.no	3-Ø Supply			2-Ø Supply		
	V_a (volt)	V_b (volt)	V_c (volt)	V_a (volt)	V_b (volt)	V_c (volt)
1						
2						
3						
4						
5						

Result:

Precautions:

1. Do not touch any terminal or switch without ensuring that it is dead.
2. 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.
3. The circuit should be de-energized before changing any connections.

Experiment No.- 6

Aim: To perform speed control of DC shunt motor.

1. To study the speed control of a DC shunt motor below normal range by armature resistance control method and to plot speed vs armature voltage characteristics.
2. To study the speed control of a DC shunt motor above the normal range by field resistance control method and to plot speed vs field current characteristics.

Required Instruments:

Sl.no.	Name	Type	Range	Quantity
1	Voltmeter	MC	0-300 V	1 no.
2	Ammeter	MC	0-2 A & 0-5 A	1 no. each
3	Rheostat	Single Tube	45 ohm, 5 A	1 no.
4	Rheostat	Single Tube	290 ohm, 1.8 A	1 no.
5	Tachometer	Digital	0-2000 RPM	1 no.

Theory:

The back emf for a DC motor is given by,

$$\text{Back emf } E_b = \frac{P\phi NZ}{60A}$$

The number of poles, P the armature conductors, Z and the number of parallel paths, A are constant for a particular machine. Thus the speed of DC motor is given by,

$$\text{Speed of the motor, } N = K \frac{E_b}{\phi} = K \frac{V - I_a R_a}{\phi}$$

The equation for the speed of the motor clearly indicates the following:

- Speed of the DC motor can be controlled above the normal range of speed by varying the resistance in the armature circuit included in the form of a rheostat as a variable resistance (armature control).
- Speed of the DC motor can be controlled above the normal range of speed by decreasing the flux ϕ i.e by decreasing the current in the field circuit by including as external resistance in the form of a rheostat as variable resistance (field control).

Armature Control

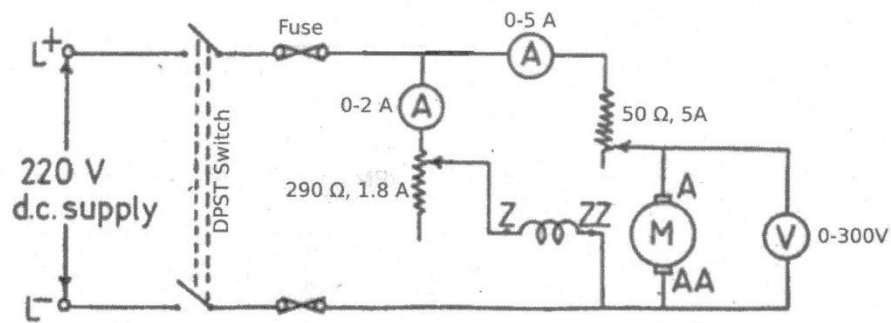
Let the external resistance in the armature circuit of DC shunt motor be R ohms, then the speed equation modifies to,

$$N = K \frac{V - I_a (R_a + R)}{\phi} \text{ RPM}$$

Hence the speed of the motor decreases with an increase in the value of external resistance R. Thus, reduce speeds lower than the no load speed can be obtained by this method. However, there is an excessive wastage of power in the additional resistance, which lowers the efficiency of the motor considerably.

Field Control

The speed of the DC motor can be increased beyond the no load speed by inserting an external resistance in the shunt field circuit. The current in the external resistance is very low, hence the losses occurring in the additional resistance is quite small.



Circuit Diagram

Procedure:

1. Connect the DC motor as per the circuit diagram.
2. Ensure that the field rheostat resistance in armature circuit is maximum and field rheostat resistance in field circuit is minimum.
3. After that, switch ON the DC supply, as a result motor will start running at low speed.
4. Cut out the external resistance of armature circuit slowly and adjust field current so that speed of the motor becomes rated speed.
5. The field current is kept constant to above value. Vary the voltage applied to armature by varying the external resistance in the armature circuit. Record the applied voltage and the corresponding speed.
6. Repeat step 5 for various values of applied voltage to armature till the rated voltage.
7. Keep the applied voltage to armature constant at its rated value. Vary the speed of motor by varying sternal resistance in field circuit. Record field current and corresponding speed.
8. Repeat step 7 for various values of field current till the speed of motor reaches about 1.4 times of the rated speed.
9. Switch off the main supply to stop the motor.

Observation Table:

Armature Control method I= A				Field Control method V=V			
S.No.	Armature Current	Armature voltage	Speed (RPM)	S.No.	Field Current	Field Voltage	Speed (RPM)
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			

Graph:

- Plot speed vs armature voltage characteristics.
- Plot speed vs field current characteristics.

Result:

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. 7

Aim: To study DC motor starters.

Theory:

In case of DC motors, the back emf developed in the armature winding is directly proportional to the speed of rotation. When the motor is just connected to DC supply, the back emf is zero since speed is zero causing a current through winding.

R_a , the resistance of armature winding is quite low of the order 0.5 to 1 ohm. This current can be limited to a safe value by adding an external resistance in the form of starters. A DC motor starter consists of a properly grounded starting resistance. It is also provided with protective devices.

Three-Point Starter:

A three-point starter for a DC shunt motor having starting resistance graded in nine steps and provided with no-volt and overload release to protect the motor from different possible hazards. The three terminal of motor L, Z and A are connected respectively to the positive terminal, shunt field terminal and armature terminal. The starter arm is held at the OFF position during the off state.

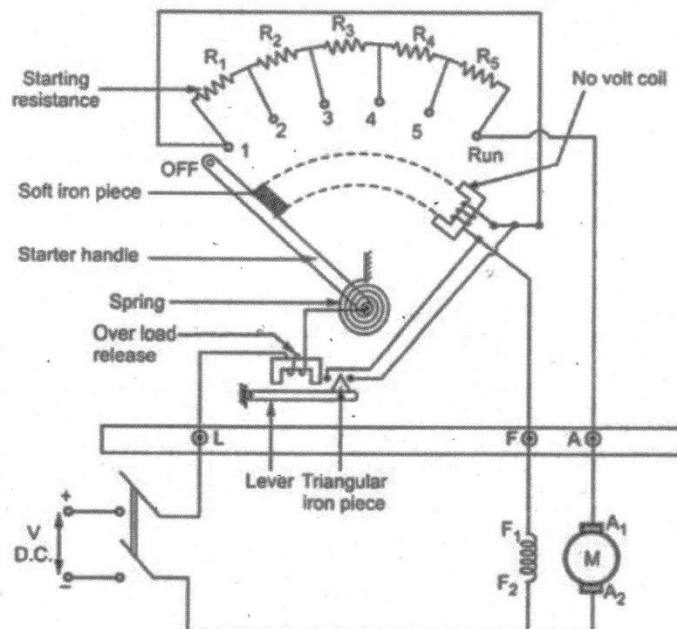
The motor can be started by the field main switch provided on supply side and then shifting the starter arm, on the first step which includes the complete resistance of all the nine steps in the armature circuit, thereby redirecting the stability.

$$I_s = \frac{V}{R + \sum R_s}$$

where $\sum R_s$ is the sum of resistance of all steps in the starter only.

No-Load release

The no volt release consists of an electromagnet with proper winding on it. Hence in the event of a power failure or an accidentally opening the field circuit.

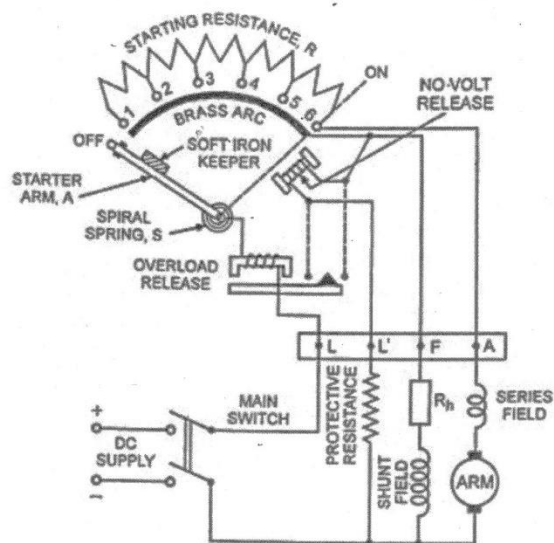


3 Point Starter Circuit Diagram

Overload release

It consists of an electromagnet with a proper winding on it. It is connected in series with the armature circuit so that current flowing in the electromagnetic winding is equal to the armature current. If the motor becomes overloaded drawing an overload current from the line, then the electromagnet will release.

Four-Point starter: The basic difference in the circuit of a four-point starter as compared to the three-point starter is that the holding coil has been removed from the shunt field circuit and has been connected directly to the mains with a current limiting resistance in series. This arrangement forms three parallel circuits. One consists of the overload release, starting resistance, and armature winding resistance; the second consisting of the variable resistance of the shunt field; and the third having the holding coil.



4 Point Starter Circuit Diagram

Experiment No. 8

Aim: To study Parallel operation of transformers.

Theory:

A power transformer is one of the most vital and an equally expensive components in a power system. It may so happen that, over time, due to load growth in its service area, an existing transformer may not be able to withstand the demand during peak-hours without exceeding its long-term MVA rating. Operating a transformer in such a fashion would cause overheating and degrade its expected life.

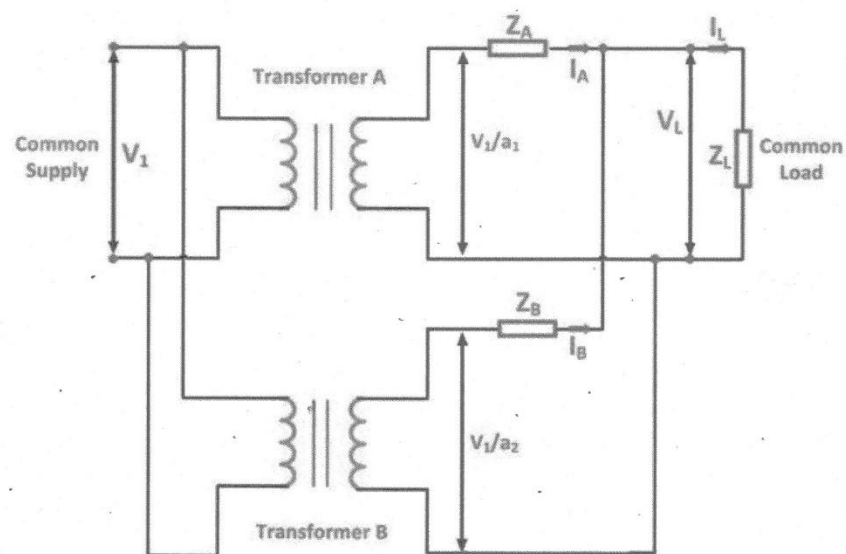
In most cases, instead of commissioning an entirely new higher capacity unit, a more viable alternative exists in adding a smaller unit in parallel to complement the existing one. In other words, a new smaller capacity transformer can now be connected in parallel to the existing one such that the two share a large peak load in a specific proportion and the one operating near limits is relieved of the burden. Also, during light load conditions, the additive capacity can be kept offline, if desired.

The various conditions which must be fulfilled for the satisfactory parallel operation of two or more single-phase transformers, are as follows:

- (A) The transformers must have the same voltage ratios, i.e. with the primaries connected to the same voltage source, the secondary voltages of all transformers should equal in magnitude.
- (B) The equivalent leakage impedances in ohms should be inversely proportional to their respective kVA ratings. In other words, the per unit leakage impedances of the transformers based on their own kVA ratings must be equal.

- (C) The ratio of equivalent leakage reactance to equivalent resistance, i.e. x/r should be same for all the transformers.
- (D) The transformers must be connected properly, so far as their polarities are concerned.

The circuit diagram of two single-phase transformer A and B connected in parallel are shown below:



Circuit Diagram