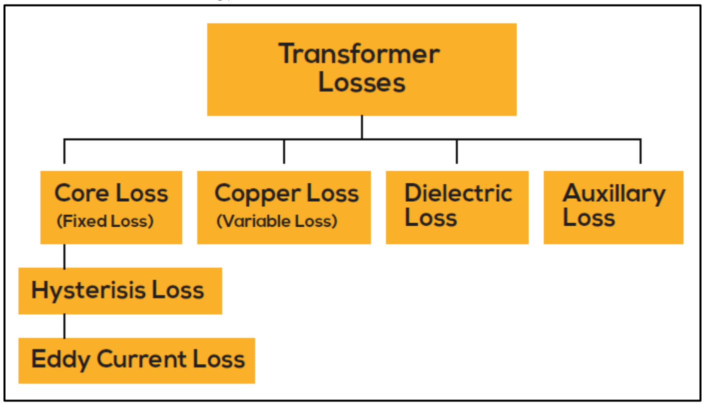
इलैक्ट्रिकल सिस्टम

1. ट्रांसफारमर

1.1 ट्रांसफारमर

ट्रांसफारमर को पावर ट्रांसफार्मर और डिस्ट्रिब्यूशन ट्रांसफार्मर के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। पावर ट्रांसफॉर्मर का उपयोग उच्च वोल्टेज के ट्रांसमिशन नेटवर्क में किया जाता है, जिसका उपयोग स्टेप-अप और स्टेप डाउन एप्लिकेशन (400 केवी, 220 केवी, 110 केवी, 66 केवी, 33 केवी) के लिए किया जाता है। डिस्ट्रिब्यूशन ट्रांसफार्मर का उपयोग कम वोल्टेज डिस्ट्रिब्यूशन नेटवर्क के लिए किया जाता है, जो अंतिम रूप से उपयोगकर्ताओं (11kV, 6.6 kV, 3.3 kV, 440V) को आपूर्ति प्रदान करता है।



ट्रांसफार्मर का डिजाइन स्वाभाविक रूप से कार्यकुशलता को ध्यान में रखते हुए बनाया गया हैं। इसकी कार्यकुशलता में अंतर 96 से 99.5 प्रतिशत के बीच होता है। हालांकि, कार्यकुशलता उस पर पड़ रहे भार (% लोडिंग) पर निर्भर करेगी। इसलिए ट्रांसफार्मर की कार्यकुशलता न केवल डिजाइन पर निर्भर करती है, बल्कि प्रभावी संचालन भार पर भी निर्भर करती है। ट्रांसफार्मर के विशिष्ट नुकसान दिखाए गए हैं:

ट्रांसफार्मर की अधिकतम कार्यकुशलता उस स्थिति में होती है जब स्थिर नुकसान अस्थिर नुकसान के बराबर होता है। डिस्ट्रिब्यूशन ट्रांसफार्मर के लिए, मुख्य नुकसान पूर्ण लोड तांबे के नुकसान का 15 से 20% है। इसलिए, डिस्ट्रिब्यूशन ट्रांसफार्मर की अधिकतम कार्यकुशलता 40 - 60% के बीच लोडिंग पर होती है।

1.1.1 ट्रांसफार्मर नुकसान का आकलन

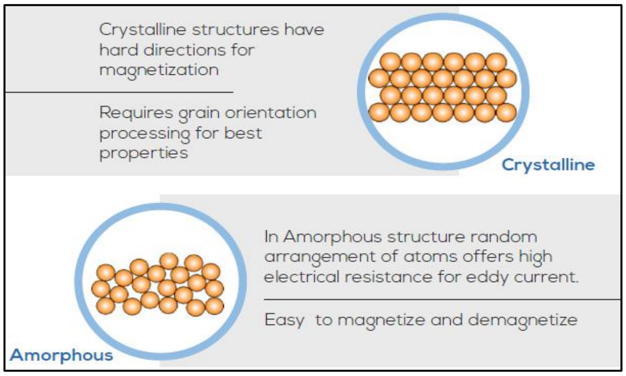
ट्रांसफार्मर की कार्यकुशलता न केवल डिजाइन पर निर्भर करती है, बल्कि प्रभावी संचालन भार पर भी निर्भर करती है।

1) ट्रांसफॉर्मर प्रतिशत लोडिंग का पता लगाएं= x3 x वोल्ट kV x करंट x 100
   ट्रांसफार्मर का रेटेड केवीए
2) परीक्षण प्रमाण पत्र से ट्रांसफार्मर के नो-लोड और पूर्ण लोड तांबे के नुकसान का पता लगाएं
   ट्रांसफार्मर का नुकसान = नो-लोड नुकसान + [(% लोडिंग / 100) 2 x फुल लोड कॉपर नुकसान]

TYPICAL LOSS CHART		
KVA Rating	Iron Loss (Watt)	FL copper Loss (Watt)
500	1030	6860
750	1420	9500
1000	1770	11820
1250	1820	12000
2000	3000	20000

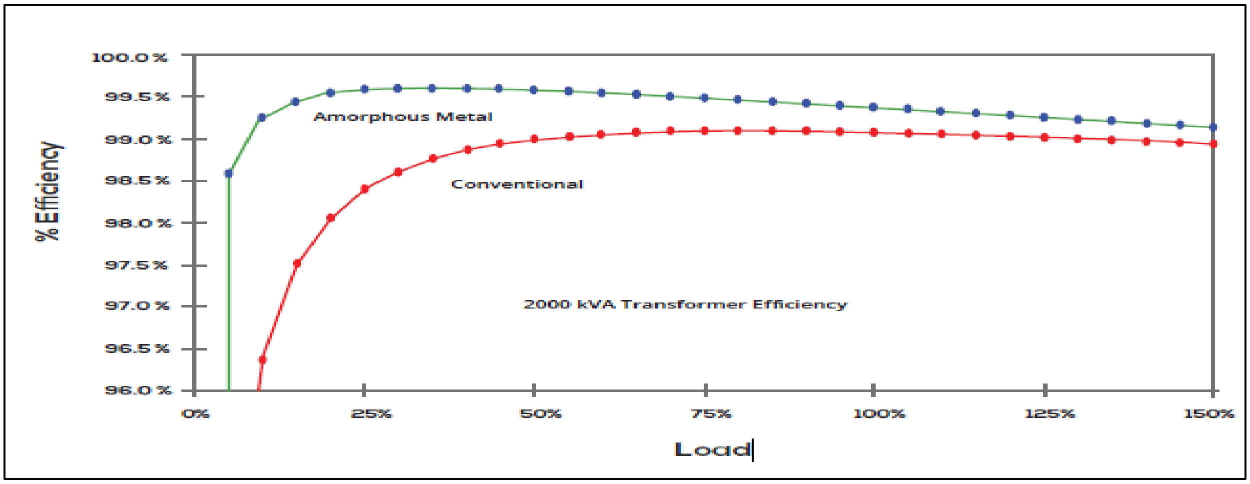
1.2 ऊर्जा कुशल ट्रांसफारमर

पारंपरिक ट्रांसफार्मर एक सिलिकॉन मिश्र धातु से बना होता है। किसी भी ट्रांसफार्मर में लोहे का नुकसान उपयोग किए जाने वाले कोर के प्रकार पर निर्भर करता है।

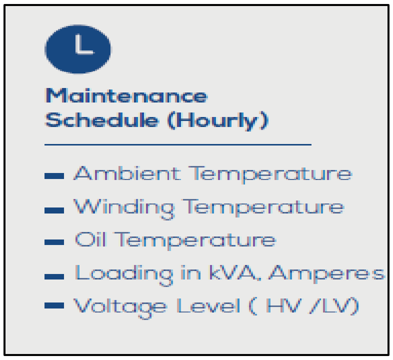


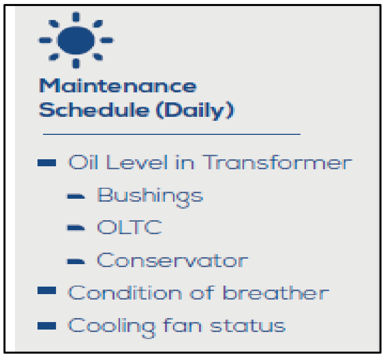
हालांकि, नवीनतम तकनीक कोर के लिए अमॉर्फस मटेरियल का उपयोग करना है। इसके उपयोग से पारंपरिक (Si Fe Core) ट्रांसफार्मर से ऊर्जा हानि में लगभग 70% अपेक्षित कमी है, जो काफी महत्वपूर्ण है।

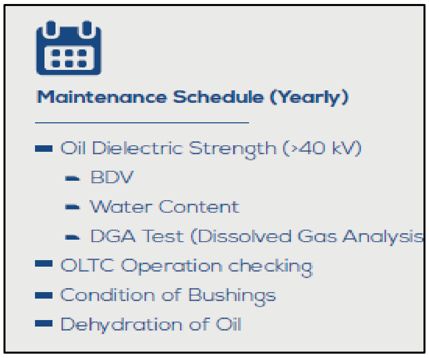
अमॉर्फस धातु कोर के साथ किए गए इलैक्ट्रिकल डिस्ट्रिब्यूशन ट्रांसफार्मर से ऊर्जा का संरक्षण करने का एक अच्छा अवसर प्रदान करते हैं। हालांकि ये ट्रांसफार्मर पारंपरिक आयरन कोर ट्रांसफार्मर की तुलना में महंगे हैं, ऊर्जा बचत की दिशा में समग्र लाभ उच्च प्रारंभिक निवेश की भरपाई करेगा। वर्तमान में अमॉर्फस धातु कोर ट्रांसफार्मर 1000 केवीए तक के उपलब्ध हैं।



1.3 ट्रांसफार्मर का रखरखाव कार्यक्रम





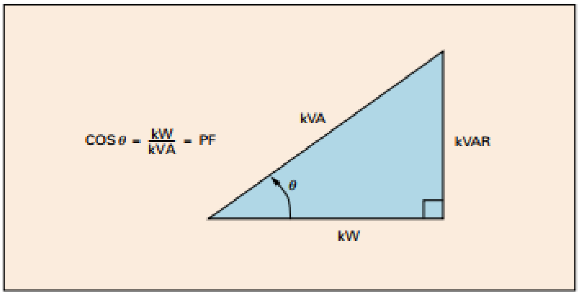


2. पावर फैक्टर

आधुनिक इलैक्ट्रिकल डिस्ट्रिब्यूशन प्रणालियों में अधिकांश भार आगमनात्मक हैं। उदाहरणों मोटर, ट्रांसफार्मर, गैसीय ट्यूब प्रकाश रोड़े और इन्डक्शन भट्टियां शामिल हैं। इन्डक्टिव भार को संचालित करने के लिए एक चुंबकीय क्षेत्र की आवश्यकता होती है। इन्डक्टिव भार को दो प्रकार के करेंट की आवश्यकता होती है:

- काम करने की शक्ति (kW) गर्मी, प्रकाश, गति, मशीन उत्पादन, आदि बनाने का वास्तविक कार्य करने के लिए।
- चुंबकीय क्षेत्र को बनाए रखने के लिए प्रतिक्रियाशील शक्ति (kVAR)

पावर फैक्टर स्पष्ट शक्ति के लिए काम करने की शक्ति का अनुपात है। यह मापता है कि इलैक्ट्रिकल पावर का प्रभावी ढंग से उपयोग कैसे किया जा रहा है। एक उच्च शक्ति कारक विद्युत शक्ति के कुशल उपयोग का संकेत देता है, जबकि एक निम्न शक्ति कारक विद्युत शक्ति के खराब उपयोग को दर्शाता है। शक्ति कारक (PF) का निर्धारण करें, कार्य शक्ति (kW) को स्पष्ट शक्ति (kVA) से विभाजित करें। एक लिनियर या साइनसोइडल प्रणाली में, परिणाम को कोसाइन (cosine θ) us भी कहा जाता है। पावर त्रिकोण नीचे दिया गया है:



Cos Φ = Power Factor
kW = Active Power
kVAr = Reactive Power
kVA = Apparent Power

पावर फैक्टर सुधार के लाभ

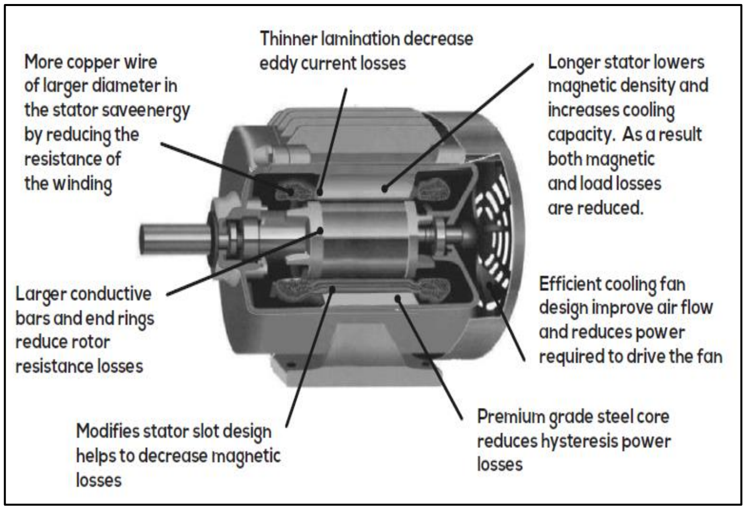
- मांग शुल्क में कमी
- शक्ति कारक दंड का उन्मूलन
- विद्युत प्रवाह में कमी
- ट्रांसफार्मर, स्विचगियर और केबल के नुकसान में कमी
- बेहतर वोल्टेज विनियमन
- ऑपरेटिंग तापमान कम होने के कारण स्विचगियर / केबल का जीवनकाल बढ़ा

Motor Rating (HP)	Capacitor rating (kVar) for motor speed					
	3000	1500	1000	750	600	500
5	2	2	2	3	3	3
7.5	2	2	3	3	4	4
10	3	3	4	5	5	6
15	3	4	5	7	7	7
20	5	6	7	8	9	10
25	6	7	8	9	9	12
30	7	8	9	10	10	15
40	9	10	12	15	16	20
50	10	12	15	18	20	22
60	12	14	15	20	22	25
75	15	16	20	22	25	30
100	20	22	25	26	32	35
125	25	26	30	32	35	40
150	30	32	35	40	45	50
200	40	45	45	50	55	60
250	45	50	50	60	65	70

कैपासिटर के प्रदर्शन को टेस्ट करने के लिए सामान्य विधि 1kVAr कैपासिटर को 1.33A विद्युत करेंट 440V पर उपलब्ध होना चाहिए।

3. ऊर्जा प्रभावी मोटर

जब भी मोटर को रिवाइंड किया जाता है तो मोटर की कार्यकुशलता कम हो जाती है। कार्यकुशलता में कमी मोटर के जलने और रि- विंडर की गुणवत्ता पर निर्भर करती है। आम तौर पर दक्षता में गिरावट हर रिवाइंड के लिए 0.5% से 1% तक अलग- अलग होती है। जब पुराने मोटर्स 5 से अधिक बार पलटते हैं, तो इसे नई ऊर्जा कुशल मोटर से बदला जा सकता है। पुरानी रीवाउंड मोटर की कम कार्यकुशलता और ऊर्जा कुशल मोटर में सुधार को देखते हुए समग्र दक्षता में सुधार 10-12% तक हो सकता है।



ऊर्जा कुशल मोटर्स को इस तरह से डिज़ाइन किया गया है जिससे उपयोग के बाद भी नुकसान कम से कम हो। ऊर्जा कुशल मोटर्स की दक्षता पारंपरिक एसी इंडक्शन मोटर्स की तुलना में अधिक है, क्योंकि वे उच्च गुणवत्ता और कम नुकसान सामग्री के साथ बनाया गया हैं। बाजार में उपलब्ध ऊर्जा कुशल मोटर्स की दक्षता आकार के आधार पर 75% से 96% तक होती है।

ऊर्जा कुशल मोटरों की दक्षता हमेशा मोटर्स की सभी श्रेणियों के लिए पारंपरिक मोटर्स की तुलना में अधिक होती है। एनर्जी एफिशिएंट मोटर्स में डिज़ाइन सुधार नीचे दिखाया गया है

ऊर्जा बचत की गणना

पुरानी मोटरों को ऊर्जा कुशल मोटर से बदलने के कारण बचत की गणना करने की विधि नीचे दी गई है:

माना कि E_{old} = मानक मोटर की दक्षता,% में।
E_{new} = ऊर्जा कुशल मोटर की दक्षता,% में
P = मोटर का पावर आउटपुट, kW में
H = प्रति वर्ष मोटर के संचालन के घंटे की संख्या,
प्रति वर्ष ऊर्जा की बचत = P [(1 / Eold) - (1 / Enew)] x 100 x H

4. हार्मोनिक्स

विद्युत भार को लिनियर और नॉन-लिनियर भार के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है। एक लिनियर भार वह होता है जो साइनसॉइडल वोल्टेज के साथ होने पर साइनसोइडल करंट खींचता है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। करंट तरंग में वोल्टेज के संबंध में एक चरण में अंतर हो सकता है या नहीं भी। एक शुद्ध रेसिस्टेंस, इन्डक्टन्स या कपैसिटन्स या इनमें से कोई संयोजन एक लिनियर भार बनाता है। हार्मोनिक्स सामान्य विद्युत प्रवाह से अलग है, जो आमतौर पर नॉन लिनियर लोड द्वारा एक जगह से दूसरी जगह पहुंचता है।

नॉन-लीनियर लोड वह होता है जो साइनसॉइडल वोल्टेज के अधीन होने पर नॉन-सिनुसाइडल या पल्सेटिंग करंट को आकर्षित करता है। निम्नलिखित कुछ नॉन-लीनियर भार हैं जो हार्मोनिक्स उत्पन्न करते हैं:

- स्टेटिक पावर कन्वर्टर्स और रेक्टिफायर, जो यूपीएस, बैटरी चार्ज आदि में उपयोग किए जाते हैं।
- आर्क फर्नेस
- मोटर नियंत्रण के लिए पावर इलेक्ट्रॉनिक्स (एसी / डीसी ड्राइव।)
- कंप्यूटर।
- टेलीविजन रिसीवर।
- संतृप्त ट्रांसफार्मर।
- फ्लोरोसेंट लाइटिंग।
- दूरसंचार उपकरण।

4.1 हार्मोनिक्स के प्रभाव

हार्मोनिक्स के उपकरणों और यंत्र पर अलग- अलग प्रभाव होते हैं, जिससे हार्मोनिक प्रदूषण की सीमा के आधार पर खराबी या कुल विफलता होती है। हार्मोनिक्स के प्रभावों को मोटे तौर पर तात्कालिक प्रभावों और दीर्घकालिक प्रभावों के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।

<u>तात्कालिक प्रभाव</u>

- ट्रांसफॉर्मर, रिएक्टर और इंडक्शन मोटर आदि में कंपन और शोर
- सिरीज़ / पेरलेल अनुनाद जिसके परिणामस्वरूप नेटवर्क से जुड़े उपकरणों को नुकसान पहुंचता है।
- संवेदनशील इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों की खराबी।
- संचार और नियंत्रण सर्किट (टेलीफोन, नियंत्रण और निगरानी सर्किट) में हस्तक्षेप।
- वांछित कार्य क्षमता को बढ़ाने के लिए आवश्यक कुल ऊर्जा, विद्युत आपूर्ति प्रणाली पर अधिक मांग लगाने से जिससे ऊर्जा लागत बढ़ जाती है।

<u>दीर्घकालिक प्रभाव</u>

- घूमने वाली मशीनों की विफलता: हार्मोनिक घूमने का कारण यांत्रिक मशालों को स्पंदित करने से कंपन होता है और घूर्णन मशीनों में यांत्रिक क्रिया बढ़ जाती है। इससे समय से पहले यांत्रिक विफलता होती है।
- संधारित्र जीवन में कमी: कैपेसिटर के रेटेड जीवन में कमी लाने के लिए हार्मोनिक्स की उपस्थिति में कैपेसिटर असामान्य रूप से उच्च धाराओं को आकर्षित करते हैं।
- मशीन, ट्रांसफार्मर, केबल आदि में समय से पहले विफलता - हार्मोनिक्स अतिरिक्त लोहे के नुकसान और तांबे के नुकसान (त्वचा के प्रभाव के कारण) का कारण बनते हैं। ये अतिरिक्त नुकसान उपकरण के परिचालन तापमान को असामान्य स्तर तक बढ़ाते हैं, जिससे इसकी समय से पहले ही खराब हो जाते है।

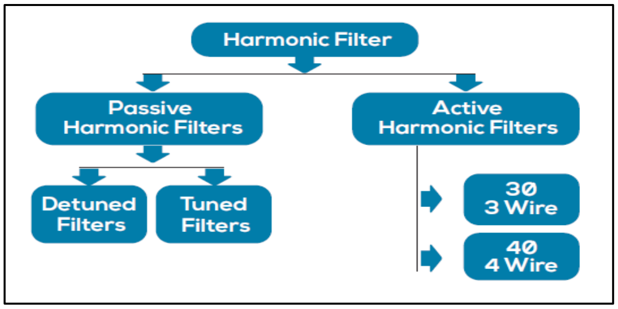
4.2 आईईईई मानक

आईईईई मानक 519 (2014) पहले से ही विद्यमान है जो हार्मोनिक्स में पावर सिस्टम में की सीमा को निर्देशित करता है। आईईईई मानक के अनुसार हार्मोनिक डिस्टॉर्शन के लिए स्वीकार्य सीमा निम्नानुसार है:

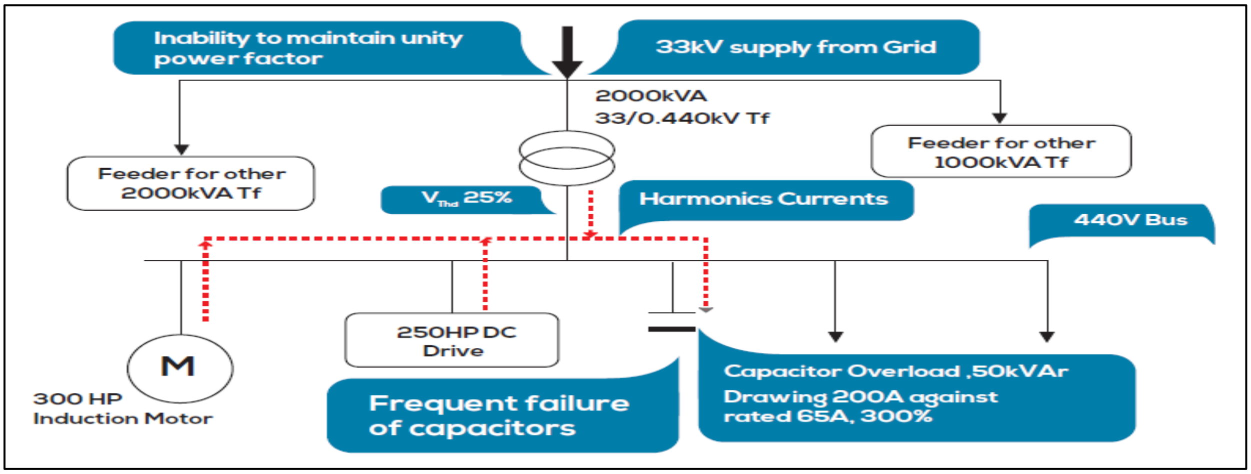
.75	Individual harmonics (%)	Total harmonic distortion THD(%)
V ≤ 1.0 kV	5.0	8.0
1kV < V ≤ 69 kV	3.0	5.0
69 kV < V ≤ 161 kV	1.5	2.5
161 kV < V	1.0	1.5

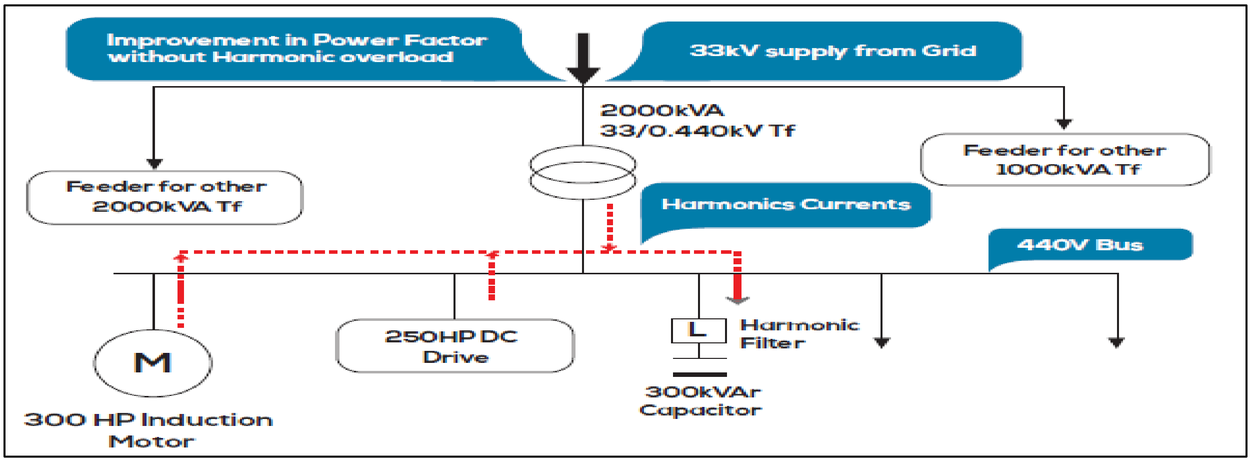
4.3 हार्मोनिक्स फ़िल्टर के प्रकार

हार्मोनिक फिल्टर को नॉन लिनियर लोड द्वारा उत्पन्न विशिष्ट हार्मोनिक धाराओं को अवशोषित / रद्द करने के लिए एक पावर सिस्टम में डाला जाता है।



4.4 केस स्टडी





5. विद्युत प्रणाली में ईई के अवसर

- हल्के भरे हुए मोटर्स के लिए डेल्टा से विद्युत कनेक्शन को स्टार में बदलें
    - यह तब लागू किया जा सकता है जब लोड स्थायी रूप से 40% से कम हो
- शॉक भार के लिए ऑटो-स्टार-डेल्टा-स्टार कन्वर्टर्स स्थापित करें
    - यदि लोड 40% के निर्धारित बिंदु से कम है, तो यह स्टार मोड में काम करेगा अन्यथा यह डेल्टा मोड में काम करेगा
- स्वचालित बिजली कारक नियंत्रक स्थापित करें और उच्च पीएफ बनाए रखें
- एक इष्टतम तरीके से ट्रांसफार्मर नेटवर्क पर लोड को वितरित करें
    - ट्रांसफार्मर पर लोड को इस तरह वितरित करें कि अधिकतम कार्यकुशलता पर ट्रांसफार्मर को संचालित करने के लिए लोडिंग 40 से 60% हो
    - डिस्ट्रिब्यूशन ट्रांसफार्मर के लिए अधिकतम दक्षता 40% से 60% लोड पर होती है
- कैपेसिटर के समुचित केबल साइज़िंग और जोड़ द्वारा, पूरे वितरण घाटे को कम करना
    - कैपेसिटर को जोड़ने से करंट को कम किया जा सकता है और इस तरह वोल्टेज ड्रॉप और I2R लॉस को कम किया जा सकता है
    - वोल्टेज ड्रॉप 5 V से कम नहीं होना चाहिए
- ऑपरेटिंग वोल्टेज का अनुकूलन
    - ऑपरेटिंग वोल्टेज को कम करके बिजली की खपत को कम किया जा सकता है बशर्ते मोटर को हल्के ढंग से लोड किया जाए और वोल्टेज को कम करने के लिए मार्जिन हो
- आंशिक भार के लिए VFD का उपयोग करें
    - बिजली की खपत गति के क्यूब के समानुपाती होती है। यह अलग-अलग अपकेंद्रीय भार के लिए लागू किया जा सकता है
- रीवाउंड मोटर को कुशल ऊर्जा मोटर्स से बदलें
    - 5 बार से अधिक के लिए रिबाउंड सामान्य नियम के अनुसार मोटर को ऊर्जा कुशल मोटर से बदला जा सकता है
- V- बेल्ट को सिंथेटिक फ्लैट बेल्ट / Cog V 'बेल्ट से बदलें
- हल्के लोड मोटर के लिए सॉफ्ट स्टार्टर ऊर्जा सेवर स्थापित करें
    - सॉफ्ट स्टार्टर वोल्टेज को सीमा के भीतर शुरुआती धारा को रखते हुए एक दिशा में बढ़ाता है
- मुख्य ट्रांसफार्मर के लिए ऑन-लोड टैप चेंजर (OLTC) स्थापित करें और वोल्टेज का अनुकूलन करें
    - OLTC स्थापित करके, बिजली की आपूर्ति को बाधित किए बिना टैप की स्थिति को चार्ज किया जा सकता है
- ❖ हार्मोनिक फिल्टर स्थापित करें और कुल हार्मोनिक्स को कम करें
    - हार्मोनिक्स नॉन-लिनियर लोड द्वारा दिखाए जाते हैं, उचित हार्मोनिक फिल्टर स्थापित करके उन्हें सीमा के भीतर रखा जा सकता है।
- AHUs के लिए प्रत्यक्ष संचालित BLDC मोटर के साथ बेल्ट प्रणाली में बदलाव
- सभी वितरण ट्रांसफार्मर के प्राथमिक के निष्क्रिय चार्ज से बचें

जीईएफ – यूएनआईडीओ – बीईई प्रोजेक्ट

“भारत में चयनित MSME समूहों में ऊर्जा दक्षता और नवीकरण को बढ़ावा देना”

चयनित ऊर्जा गहन एमएसएमई (MSME) समूहों में प्रोसेस एप्लिकेशन में ऊर्जा दक्षता और नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकी के उपयोग को बढ़ाने के उद्देश्य से, संयुक्त राष्ट्र औद्योगिक विकास संगठन (UNIDO) ब्यूरो ऑफ एनर्जी एफिशिएंसी (बीईई) के सहयोग से, भारत में चयनित एमएसएमई (MSME) क्लस्टर्स में "ऊर्जा दक्षता और नवीकरणीय ऊर्जा को बढ़ावा देने" के नाम से एक परियोजना को चला रहा है, जिसे वैश्विक पर्यावरण सुविधा (GEF) , सूक्ष्म, लघु और मध्यम उद्यम मंत्रालय (Mo MSME) एवं नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (MNRE) द्वारा वित्तीय सहायता प्रदान की गई है। परियोजना वर्तमान में देश भर में 5 विभिन्न क्षेत्रों में 12 चयनित एमएसएमई (MSME) समूहों में कार्यान्वयन में है ["फाउंड्री" - (कोयम्बटूर, बेलगाम और इंदौर), "डेयरी" - (गुजरात, केरल और सिक्किम), "सिरेमिक" - (थानगढ़) मोरबी और खुर्जा), "हैंडटूल" - (जालंधर और नागौर) और "पीतल" - (जामनगर)])

Contact Details

GEF-UNIDO-BEE, Project Management Unit (PMU)
BEE, 4th Floor, Sewa Bhawan,
Sector-1, R.K. Puram, New Delhi – 110066

Phone : +011-26914770 / 71
Email Id : gubpmu@beenet.in

डिस्क्लेमर

यह मैनुअल सीआईआई द्वारा जीईएफ- यूएनआईडीओ बीईई परियोजना की गतिविधियों के भाग लेने के लिए तैयार किया गया है, इसका मुख्य उद्देश्य लोगों तक यह जानकारी पहुंचाना है। जबकि सीआईआई ने इस मैनुअल में दी गई जानकारी की सटीकता सुनिश्चित करने के लिए हर संभव प्रयास किया है। हालांकि, न तो सीआईआई, जीईएफ - यूएनआईडीओ - बीईई, और न ही उनके किसी कर्मचारी को यहां दी गई जानकारी के उपयोग एवं उसके किसी भी परिणाम के लिए जिम्मेदार नहीं ठहराया जा सकता है। हालांकि, किसी भी विसंगति, त्रुटि आदि के मामले में, कृपया उचित सुधार के लिए पीएमयू से संपर्क किया जा सकता है।