Unit - 02

(1) A Single phase motor connected to 400V, 50Hz supply takes 31.7A at a power factor of 0.7 lagging. Calculate the capacitance required in parallel with motor to raise the power factor to 0.9 lagging.

(2) List out the different types of tariff and explain them. ... (10)

or

List out the energy conservation equipments and explain any one of them.

April May 2023

(1) Explain demand side management. What are the benefits of DSM to Customers and utilities distribution companies.

(2) Explain the power factor improvement method

(3) List out the energy conservation methods & explain any one of them.

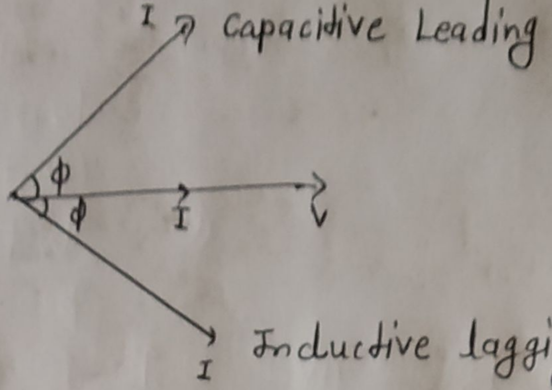
~~(6) Which is the location is the best,~~

(4) Which is the best location for capacitor banks for power factor improvement for energy conservation of view.

(5) Write short notes on the following energy conservation equipment.

1. maximum Demand controller
2. KVAR Controller.

* Power factor - AC circuit में voltage और current के मध्य cosine angle को power factor कहते हैं।



Power factor angle = ϕ

Power factor = $\cos\phi$

RLC ckt में power factor ($\cos\phi$)

$$\cos\phi = \frac{R}{Z}$$

जहाँ R = Resistance

Z = impedance

इसी प्रकार,

$$\cos\phi = \frac{KW}{KVA} = \frac{\text{Active Power}}{\text{Apparent power}}$$

* Causes of Low Power factor -

1 Single phase and 3-ϕ Low Power factor -

(IM)

Single phase और 3-ϕ दोनो में ही ज्यादातर motor induction type होते हैं जिनका Low Lagging power factor होता है।

1) No load पर induction motor का Power factor = 0 (Lagging)

2) कम load पर induction motor का Power factor = 0.2 से 0.3 (Lagging)

3) full load पर induction motor का power factor
= 0.8 से 0.9 (Lagging)

2) Varing Load in Power system -

Power S/m में load variable होता है Low Load period में magnetic current बढ़ने के कारण supply voltage increase हो जाता है जिससे Power factor कम हो जाता है।

(3) Arc lamp electric discharge furnace आदि Low Lagging power factor पर operate होते है।

* Disadvantage of Low power factor -

AC ckt में Power factor का बहुत महत्वपूर्ण रोल है Consumed power, power factor पर निर्भर करता है।

1 - ϕ

$$P = VI\cos\phi$$

$$I = \frac{P}{V\cos\phi}$$

3 - ϕ

$$P = \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\phi$$

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3}\, V_L \cos\phi}$$

Constant power और voltage के लिए

$$I \propto \frac{1}{\cos\phi}$$

* Large Line Losses (Copper loss) -

$$\text{Copper Loss} = I^2 R$$

Low Power factor के लिए Load current अधिक होता है जिससे copper loss (I^2R) भी अधिक होता है।

* Large KVA Rating and size of electrical equipment

Electrical machinary जैसे कि Alternator, transformer, switchgears, हमेशा KVA में Rating होती है।

हम जानते हैं कि

$$\cos\phi = \frac{KW}{KVA}$$

$$KVA = \frac{KW}{\cos\phi}$$

इस प्रकार Low Power के लिए KVA rating बढ़ जाता है और अधिक KVA Rating की machine की आवश्यकता होती है जिससे इसका size भी बढ़ जाता है और Cost भी अधिक लगता है।

* Poor Voltage Regulation -

Lowpower factor होने पर Large voltage drop होता है जिसके फलस्वरूप voltage regulation Low हो जाता है।

* Greater Conductor size & Cost -

Low power factor के कारण current increase हो जाता जिससे high current को transmit करने के लिए हमें Conductor के Large size की आवश्यकता होती है जो कि महंगा भी होता है।

* Reduced the hendling Capacity of the system -

Low Lagging power factor system के सभी elements के handling capacity को reduce करता है ऐसा इसीलिए होता है क्योंकि current का reactive Component installed element के capacity का full utilization करने से रोकता है।

* Low efficiency -

Low power factor के Case में Large voltage drop और Large Line losses होता है जिसके कारण System या equipment का efficiency भी Low हो जाता है।

* Method of Power factor improvement -

Power factor improvement के लिए निम्नलिखित device और equipment का use किया जाता है -

1. static Capacitor
2. Synchronous Condenser
3. Phase advancer

(1) Static Capacitor -

Lagging power factor पर operate होने वाले equipment को parallel में capacitor connect करने से Power factor को improve किया जा सकता है।

→ यह static capacitor leading current provide करता है। जो inductive Load के Lagging current को fully या partially Neutralize करता है। इसके फलस्वरूप Load ckt का PF improve हो जाता है।

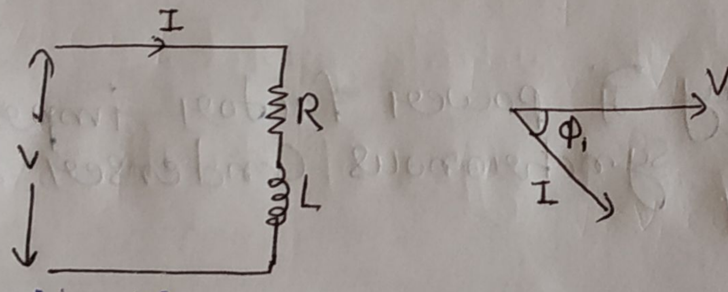


fig-(1)

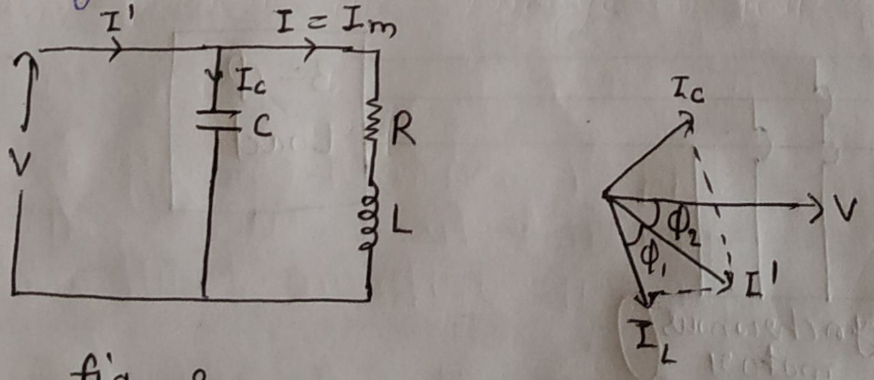


fig - 2

fig (1) में inductive load के लिए phasor diagram को दर्शाया गया है इसमे current I, voltage V से φ1 angle से Lag करता है। जिससे Lagging power factor = cosφ1

fig(2) - में inductive load के parallel में static capacitor Connected किया गया है phasor diagram से स्पष्ट है कि inductive current I_1, voltage V से ϕ_1 angle से Lag करता है जबकि capacitor current I_C, voltage V से Lead करता है जिससे I_L I को neutralize करता है और परिणामी current I, voltage V से ϕ_2 angle lag करता है जिससे Lagging power factor = $\cos\phi_2$

(2) Synchronous Condenser -

→ जब synchronous motor No load पर operate होता है, और over excited होता है, तब इसे synchronous Condenser कहा जाता है।

→ synchronous condenser leading current provide करता है जिसके कारण यह capacitor की तरह कार्य करता है।

→ Large industry में power factor improve करने के लिए synchronous Condenser का use किया जाता है।

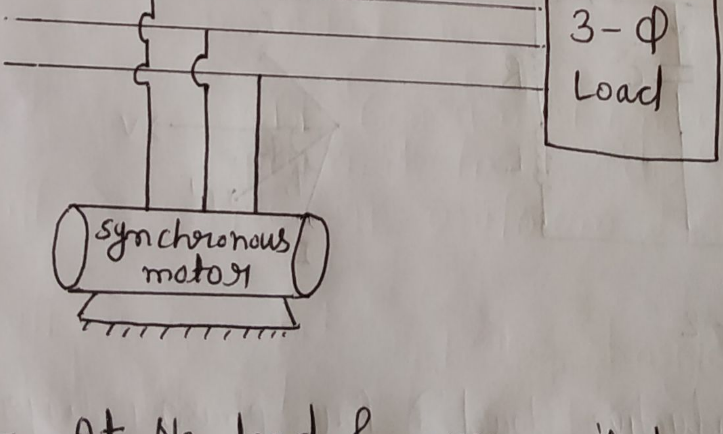
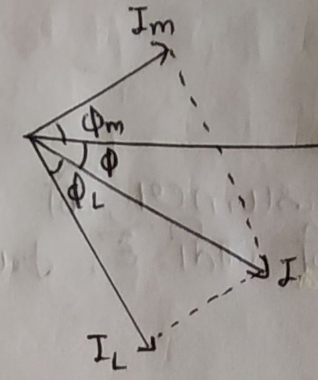


fig - At No load & over excited Condition



→ figure में synchronous motor No load पर और over-excited Condition पर है जिससे वह synchronous Condenser की तरह कार्य करता है जो कि 3-ϕ load के parallel में Connected है।

→ phasor diagram से स्पष्ट है कि only lagging load Connect होने पर lagging angle ϕ_L है, जब synchronous Condenser connect किया जाता है तब एक leading angle ϕ_m provide होता है जिससे resulting lagging angle ϕ हो जाता है।

यहाँ,

$$\phi_L > \phi$$
$$\cos\phi_L < \cos\phi$$

(3) Phase advancer -

→ phase advancer एक simple AC exciter है, जिसका use induction motor में power factor improve करने के लिए किया जाता है।

→ Induction motor में Armature winding के कारण power factor low हो जाता है। अगर induction motor का power factor improve करना हो तो induction motor के shaft के साथ AC exciter जोड़ा जाता है।

→ जब induction motor run करता है, तब उसके साथ जुड़ा हुआ exciter का motor भी Run करता है जिससे exciter same frequency का voltage generate करने लगता है अब इसे voltage को armature wdg को दे दिया जाता है। और Power factor unity की ~~तरफ~~ तरफ shift हो जाता है।

Tariff

→ "वह rate जिस पर consumer को electrical energy की supply की जाती है, tariff कहलाती है।"

* Objective of tariff -

① Power Station पर electrical energy production की Cost की Recovery.

② Transmission and distribution system में capital investment पर cost की Recovery.

③ Electrical energy की operation & maintenance पर cost की Recovery. (Ex - metering equipment, bill)

④ Capital investment पर suitable profit.

Q. List out the different types of tariff and explain them.

* Different types of tariff -

① Simple Tariff - जब Consumer energy के लिए per unit fixed rate देता है तब ऐसे tariff को simple या uniform tariff कहते है।

→ इस tariff में per unit जो price charge किया जाता है. वो constant होता है।

→ इस प्रकार Per unit electricity charge number of unit के increase या decrease होने पर vary नहीं करता है

→ यह सभी tariff से simplest है जिसे सभी consumer आसानी से समझ सकते है।

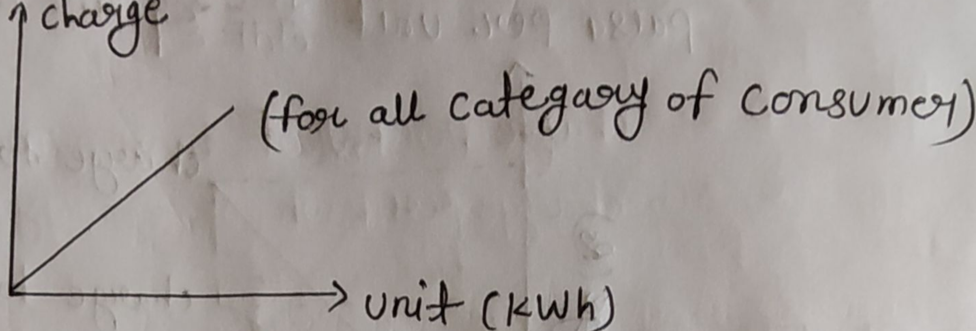


fig- Graphical representation of simple tariff.

$$\text{Cost per kWh} = \frac{\underset{\text{(वार्षिक)}}{\text{Annual fixed cost}} + \text{Annual operating cost}}{\text{Total Number of unit supplied to the Consumer per annum}}$$

Disadvantages -

1. विभिन्न प्रकार के consumers के बीच कोई भेदभाव नही है, क्योकि प्रत्येक consumer को fixed charge के लिए समान रूप से Pay करना पड़ता है।

2. The cost per unit delivered is high.

(2) Flat rate tariff -

जब different type के Consumer को different uniform per unit rate charge किया जाता है, तब उसे flat rate tariff कहते है।

→ इस प्रकार के tariff में consumers को different group में divide किया जाता है, जिसे class कहते है, और प्रत्येक class के consumer को different uniform per unit rate charge किया जाता है।

Example - Lighting load के लिए flate rate per unit 60 paisa जबकि power load के लिए कुछ 55 paisa per unit होता है।

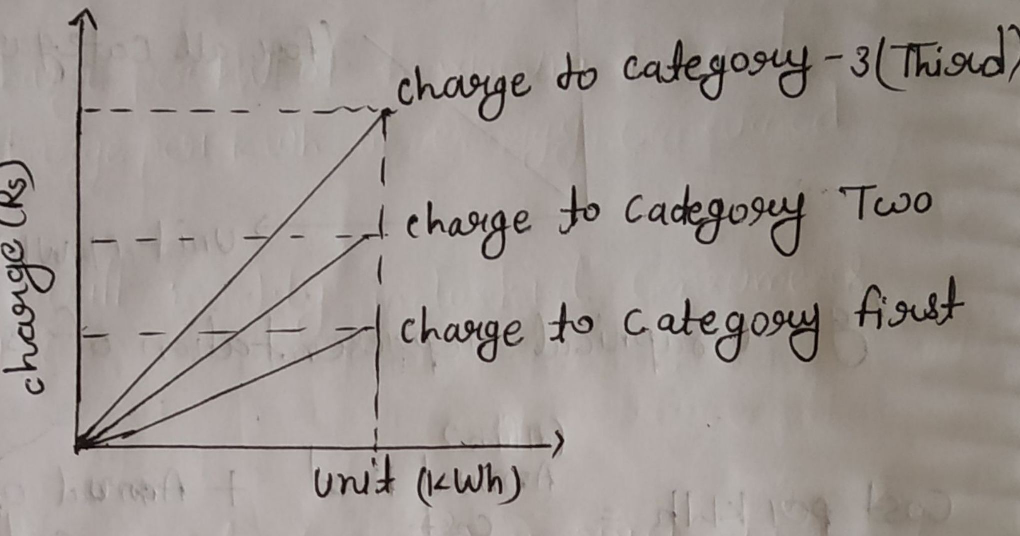


fig - Graphical representation of flate rate tariff

Disadvantages -

→ प्रत्येक lighting load, Power load, आदि के लिए separate meters की requirement होती है, जिसके कारण flat rate tariff expensive and complicated होती है।

(3) Block Rate tariff -

→ जब एक energy block के लिए एक specified rate per unit charge किया जाता है, और energy के अगले block को progressively कम rate पर charge किया जाता है तो इसे block rate tariff कहा जाता है।

→ Block rate tariff में energy conservation block rate type में divide किया जाता है, और प्रत्येक blocks में perunit Price fixed होता है।

→ first block में per unit ~~Pric~~ Price सबसे ज्यादा होता है जो succeeding (सफल) block के लिए progresive reduce होता है।

Example - first 30 unit price = 60 paisa per unit.
Next 25 unit = 55 paisa per unit
Remaining unit = 40 paisa per unit

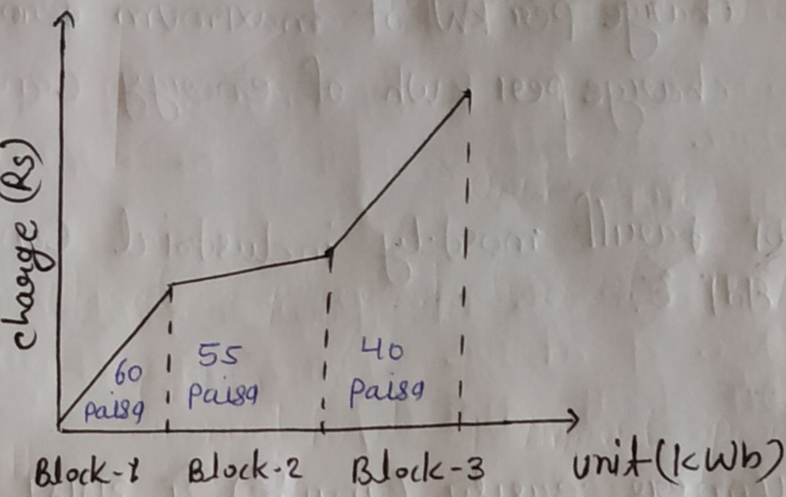


fig - Graphical representation of block Rate tariff

(4) Two Part tariff -

जब electrical energy का rate consumer के maximum demand और unit Consume के आधार पर charge किया जाता है, तब इसे two part tariff कहते हैं।

→ Two part tariff में Consumer को किए जाने वाले charge को दो भागो में बाटा जाता है -

① Fixed charge
② Running charge

① **Fixed charge** - Fixed charge Consumer के maximum demand पर depend करता है।

② **Running charge** - Running charge consumer के द्वारा उपयोग किये गये unit की संख्या पर निर्भर करता है।

→ इस प्रकार Consumer को maximum demand के आधार पर कुछ fixed Charged/kW और unit consumption के आधार पर कुछ running charged/kWh देना होता है।

Total charge = $(b \times kW + c \times kWh)$ Rupees

यहा, b = charge per kW of maximum demand
c = charge per kWh of energy consumed

→ इस प्रकार का tariff mostly industrial consumers पर लागू होता है.

Advantages -

1. इसे consumers easily (आसानी) से समझ सकते है।
2. यह fixed charge को recovers करता है जो consumers की maximum demand पर depend करता है। लेकिन consumed की गई unit से independent होता है।

Disadvantages -

1. Consumers को fixed charge का भुगतान (pay) करना होगा चाहे उसने electrical energy का consumed (उपभोग) किया हो या नहीं।

2. Consumers की maximum demand का आकलन करने में हमेशा error होती है।

(5) Maximum demand tariff -

→ Maximum demand tariff में consumer को उसके maximum energy demand के आधार पर charge किया जाता है।

→ इसमें consumer के permission में maximum demand meter installed किया जाता है।

→ यह big consumer को apply किया जाता है यह small consumer के लिए suitable नहीं होता है क्योंकि इसमे seperate maximum demand meter की आवश्यकता होती है।

(6) Power factor tariff -

→ जब consumer के load के power factor को consider करके charge किया जाता है तब उसे power factor tariff कहते हैं।

* इसे पुनः निम्न प्रकार में विभक्त किया गया है —

a) KVA maximum demand tariff -

इस प्रकार के tariff में fixed charge consumer के KVA में maximum demand के आधार पर किया जाता है।

→ हम जानते हैं कि Power factor $\cos\phi = \frac{KW}{KVA}$

$$KVA = \frac{KW}{\cos\phi} \qquad [\because P = VI\cos\phi]$$

→ इस प्रकार higher KVA के लिए Power factor Low होता है और consumer को Low Power factor के लिए ज्यादा charge pay करना पड़ता है

(b) KW and KVAR Tariff -

→ इस प्रकार के tariff में active power (KW) and reactive power (KVAR) दोनो के लिए seperately charge किया जाता है

→ जब consumer low power factor equipment use करता तब वह ज्यादा energy energy use करता है जिससे consumer को ज्यादा charge pay करना होता है।

c) Sliding Scale tariff -

→ इसे average power factor tariff भी कहा जाता है। इस tariff में average power factor (0.8 lagging) को referance लिया जाता है।

→ यदि Consumer का Power factor इस average Power factor से below होता है, तो suitable additional charge किया जाता है,

→ और यदि Consumer का Power factor इस average Power factor से above होता है, तो charge में discount भी दिया जाता है।

d) Three part tariff -

इस tariff में Consumer से लिया जाने वाला charge 3 part में होता है

$$\text{Total charge} = [a + b \times kW + c \times kWh] \text{ rupees}$$

यहाँ

a = fixed charge
b = charge / kW of maximum demand
c = charge / kWh of energy Consume

(7) Time of day tariff -

→ Time of day tariff वह tariff structure है जिसमे day के different time के लिए different rate से electricity charge किया जाता है।

→ इस प्रकार एक unit electricity use करने का cost, morning, noon, evening and night में अलग - अलग होता है।

→ अर्थात day के किसी समयावधि में electricity use करने करना अन्य time की तुलना में सस्ता होता है।

→ भारत में industrial consumer को time of day tariff applicable होता है।

(8) Load factor tariff -

जब consumer से उसके load factor के आधार पर electricity charge किया जाता है तब उसे load factor tariff कहते है।

$$\text{Load factor tariff} = \frac{\text{Average load}}{\text{Peak load}}$$

→ Load factor आपके house hold के electrical energy use के efficiency का measurement है।

→ Load factor का value 0 से 1 के बीच होता है।

→ जब load factor 1 के करीब होता है तब energy use को efficient माना जाता है।

(9) Availability based tariff -

→ ABT bulk power के लिए होता है।, यह Power generation, consumption में responsibility और accountibility लाने के लिए insentives (प्रोत्साहन) और desentives (वंचित) राशि देता है।

ABT के उद्देश्य -

1. Gri. Grid disipline (अनुशासन) को प्रोत्साहित करना।
2. Higher generation availability को प्रोत्साहित करना।
3. Availability generation capability का optimum utilization की वृद्धि करना।

* Desirable characteristics of tariff -

Good tariff में निम्नलिखित desirable c/s होते हैं -

(1) **Proper Return** - tariff इस प्रकार होना चाहिए की प्रत्येक Consumer से proper return सुनिश्चित करता हो।

→ इस प्रकार consumer से प्राप्त total reciept, electrical energy के Generation and supply और साथ - साथ तर्कसंगत (   ) लाभ के बराबर होना चाहिए

Tariff = Production cost + service cost + collection cost resp resonable profit

(2) **Fairness** -

→ Tariff इस प्रकार होना चाहिए कि यह सभी प्रकार के Consumers को satisfy करे। Big Consumer को small Consumer की तुलना में कम charge होना चाहिए

(3) **simplicity**

→ Tariff simple होना चाहिए जिससे एक ordinary Consumer भी इसे आसानी से समझ सके।

(4) **Resonable Profit** -

Tariff से होने वाला profit तर्कसंगत (resonable) होना चाहिए

(5) **Attractive**

Tariff attractive होना चाहिए जिससे कि ज्यादा संख्या में consumers electricity का उपयोग करें।

Q. Explain demand side manggement. What are the benifits of DSM to consumers and utilities distribution companies -

* Demand side Management (DSM) -

Demand side management energy conservation के लिए रणनीकि दृष्टिकोण (strategic approach) है जो energy को consumer demand के अनुसार manage करता है, और simply supply करता है।

Benifits of Demand side management -

निम्न लिखित benifits होते हैं demand side management के utilities and consumers (उपयोगिताओ और उपभोक्ताओ के -

① Reduced need for new power plants & Transmission line -

→ overall electricity demand को reduced करके DSM programs utilities को costly (महंगे) new power plant और transmission line की आवश्यकता से बचने में help करता है।

→ इससे न केवल पैसे की बचत होती है बल्कि environment-al impact (पर्यावरणीय प्रभाव) भी reduces होता है।

② Improved Electric Service Quality -

→ DSM existing grid पर load को बराबर करके electric service की quality में सुधार करने में मदद (help) कर सकता है।

→ इससे s/m पर stress reduces होता है और अधिक reliable बनता है।

→ यह Service Connections के लिए wait time को भी reduces कर सकता है और voltage stability मे सुधार कर सकता है।

③ **Increased Customer ~~sat~~ Satisfaction -**

→ Customer को उपकरण और प्रोत्साहन प्रदान करके DSM program उन customer के लिए भी उपयोगी साबित हो सकता है जो energy save के लिए extra steps उठाने के इच्छुक है।

→ DSM program जो Load कटौती पर ध्यान केंद्रित करते है, Peak demand periods के दौरान electric service व्यवधानो से बचने या कम करने में मदद कर सकते है, जिससे customer की satisfaction में सुधार होता है।

④ **Successful DSM Programs -**

→ Con Edison, newyork की सबसे बड़ी उपयोगिता, ने कई सफल DSM programs लागू किए है, जिसमे एक मांग (demand management programs भी शामिल है जो उन Customer को छूट प्रदान करता है, जो Peak demand periods के दौरान अपनी energy consumption को reduces करते है।

→ New york state energy research and development Authority (NYSERDA) विभिन्न प्रकार के DSM Programs प्रदान करता है, जिसमें energy efficiency improvements and load management के लिए प्रोत्साहन शामिल है।

(5) Final thoughts -

→ DSM एक strategy (रणनीति) है जिसका उपयोग utilities (उपयोगिताएं) electric demand को manage करने के लिए करती है।

→ DSM program अक्सर energy efficiency and load management पर ध्यान केंद्रित करते हैं, वे कई लाभ प्रदान कर सकते हैं।

→ जिनमें new power plants, improved $ electric service quality, increased customer satisfaction और बहुत कुछ शामिल हैं।

→ कई उपयोगिताओं (utilities) और other organization (अन्य संगठनों) ने successful DSM programs लागू (implement) किए हैं।

Q. List out the energy Conservation equipment and explain any one of them.

Q. Write short notes on the following energy Conservation equipment
a) maximum Demand Controller
b) KVAR Controller

Ans – Energy Conservation equipment –

a) Maximum demand Controller.
b) KVAR Controller.
c) Automatic power factor controller.

a) Maximum demand Controller –

एक maximum demand Controller उपयोगकर्ता को maximum demand के threshold values (सीमा मूल्य) को program करने और maximum demand / forecast demand (अनुमानित मांग) / present demand threshold values को पार करने पर कार्रवाई शुरु करने यानी Alarm या load काटने में सक्षम बनाता है।

→ इससे उपयोगकर्ता को यह सुनिश्चित (ensure) करने में मदद मिलती है कि demand स्वीकृत सीमा से अधिक न हो और भारी जुर्माने का भुगतान करने से बचे।

Parameters –

V, A, F, KVA, KWh, PF, phase angle, Neutral current, Maximum demand with 4 relay outputs, KVAh KVArh KVAr

c) Automatic Power factor Controller - (APFC)

→ Automatic power factor Controller एक आवश्यक उपकरण है जो reactive power को Control करता है और electric network को अनुकूलित करता है।

→ वे electrical efficiency को improve करते हैं, तथा energy Consumption को reduce करते हैं, साथ ही electric equipment के lifespan (जीवनकाल) को increase करते हैं।

→ यह ensure करने के लिए कि system specified parameters के भीतर संचालित (operate) होता है।

→ APFC का installation and maintenance सही ढंग से किया जाना चाहिए।

→ Market में APFC के ~~दो~~ two main types available हैं -
① Fixed
② Automatic

→ Automatic APFC का most commonly use किया जाता है क्योंकि इसमे flexibility and energy saving capabilities होती हैं।

→ APFC pannel APFC और system के कार्य करने के लिए आवश्यक components को रखने के लिए आवश्यक है।

Benifits of Automatic power factor Controller -

① electrical system में power factor को improve करता है।
② electrical equipment की lifespan को improve करता है।
③ energy Consumption को reduced करता है।
④ Harmonics को filter करता है।

(b) KVAR Controller -

→ KVAR distributors energy bill पर minimum 6% savings की guarantee (गारंटी) देते है।

→ market में available best level के KVAR energy controller का use करके electricity bill पर सर्वोत्तम स्तर की बचत प्राप्त कर सकते है।

→ KVAR energy controller एक energy saving device है, जिसे electrical motors को optimize (अनुकूलित) करने और heat generation को reduce करने के लिए design किया गया है। जिसके परिणामस्वरूप electricity की consumption कम होती है।

KVAR energy controller saves money by -

1. monthly electric bills में 6% to 15% की कमी
2. motor की life को increase करके overload कम करना

Energy controller's improve the environment by -

1. fossil fuels (जीवाश्म ईंधन) के जलने को कम करके हजारो टन harmful gases के उत्सर्जन (emissions) को कम करना।
2. noise and vibration of machinery को कम करके industry के employees की working conditions को सुधार करना

Feature of KVAR units -

1. motor की heat and vibration को कम करता है।
2. motor के surge power को कम करता है।
3. प्राकृतिक संसाधनों को बचाता है।
4. increases power plant, generator, transmission and distribution line capacity.

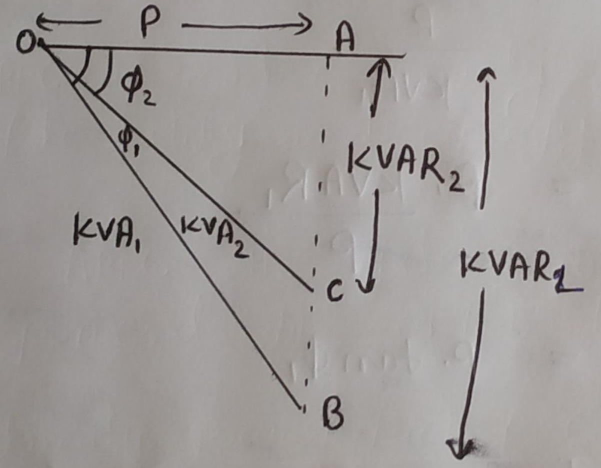
* Most economical Power factor -

→ Most econamical power factor PF का वह value है जहाँ तक PF को improve किया जाता है जिससे Net annual saving maximum हो सके

Net annual saving = (Annual saving is maximum demand charges) − Expendature in power factor correction equipment.

माना कि एक ऐसा Consumer है जिसका Peak load P kW (at a power factor $\cos\phi_1$) है और maximum demand charge Rs M/KVA annual है।

Power factor improvement equipment installation के बाद Power factor $\cos\phi_2$ तक improve हो जाता है, और Power factor correction equipment का expandature (व्यय) Rs y/KVAR annual है।



Orignal P.F $\cos\phi_2$ पर Power triangle ΔOAB है।
improved P.F $\cos\phi_2$ पर Power triangle ΔOAC है।

Power factor $\cos\phi_1$ पर maximum KVA demand

$$= \cos\phi_1 = \frac{P}{KVA_1}$$

$$KVA_1 = \frac{P}{\cos\phi_1}$$

$$KVA_1 = P \cdot \frac{1}{\cos\phi_1} \Rightarrow KVA_1 = P \times \sec\phi_1$$

$$KVA_2 = P \times \sec\phi_2$$

Maximum demand charges में annual saving

$$= Rs\ x(KVA_1 - KVA_2)$$

$$= Rs\ x(P.\sec\phi_1 - P\sec\phi_2)$$

$$= Rs\ xP(\sec\phi_1 - \sec\phi_2) \quad \cdots (1)$$

$\cos\phi_1$ पर reactive power

$$\sin\phi_1 = \frac{KVAR}{KVA_1}$$

$\cos\phi$ का भाग देने पर

$$\frac{\sin\phi_1}{\cos\phi_1} = \frac{\frac{KVAR}{KVA_1}}{\frac{P}{KVA_1}}$$

$$\tan\phi = \frac{KVAR_1}{P}$$

$$\Rightarrow \quad KVAR_1 = P.\tan\phi_1$$

$\cos\phi_2$ पर reactive power,

$$\tan\phi_2 = \frac{KVAR_2}{P}$$

$$\Rightarrow \quad KVAR_2 = P.\tan\phi_2$$

Power factor correction equipment के द्वारा Leading KVAR लिया जाता है।

$$= KVAR_1 - KVAR_2$$

$$= P\tan\phi_1 - P\tan\phi_2$$

$$= P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

Power factor correction equipment का annual cost
तब annual cost

$$= yP(\tan\phi_1 - \tan\phi_2) \quad (2)$$

Net annual saving = eqⁿ ① − eqⁿ ②

$$S = x \cdot P(\sec\phi_1 - \sec\phi_2) - yP(\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

above equivation में केवल ϕ_2 ही variable है अन्य सभी quantities fixed है above equation को ϕ_2 के respect में differenciate करने पर

$$\frac{ds}{d\phi_2} = \frac{d}{d\phi_2}\left[x \cdot P(\sec\phi_1 - \sec\phi_2)\right] - \frac{d}{d\phi_2}\left[y \cdot P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2)\right]$$

$$\frac{ds}{d\phi_2} = 0 - x \cdot P\sec\phi_2 \cdot \tan\phi_2 - 0 + yP\sec^2\phi_2$$

$$\frac{ds}{d\phi_2} = -xP\sec\phi_2 \cdot \tan\phi_2 + yP\sec^2\phi_2$$

Net saving maximum होने के लिए

$$\frac{ds}{d\phi_2} = 0$$

$$0 = -x \cdot P\sec\phi_2 \tan\phi_2 + y \cdot P\sec^2\phi_2$$

$$x \cdot P\sec\phi_2 \tan\phi_2 = yP\sec^2\phi_2$$

$$x \tan\phi_2 = y \sec\phi_2$$

$$x \frac{\sin\phi_2}{\cos\phi_2} = \frac{y}{\cos\phi_2}$$

$$x \sin\phi_2 = y$$

$$\boxed{\sin\phi_2 = \frac{y}{x}}$$

Most economical power factor = $\cos\phi_2$

$$\cos\phi_2 = \sqrt{1 - \sin^2\phi_2}$$

$$\cos\phi_2 = \sqrt{1 - \left(\frac{y}{x}\right)^2}$$

Q. Which is the best location for capacitor banks for power factor improvement for energy conservation of view.

Ans – Power factor improvement device को installed करने के लिए best location वहां होता है जहाँ operate करना आसान हो और equipment जहाँ से Low power factor पर responsible हो।

→ Transmission line में installed किए जाने वाले device में improving करने वाले power factor का सबसे best location receiving end और electrical appliance (उपकरण) के पास है।

→ shunt capacitor का use power factor को improve करने के लिए किया जाता है, जो Load के करीब connected होता है।

Power factor को improved करने के method -

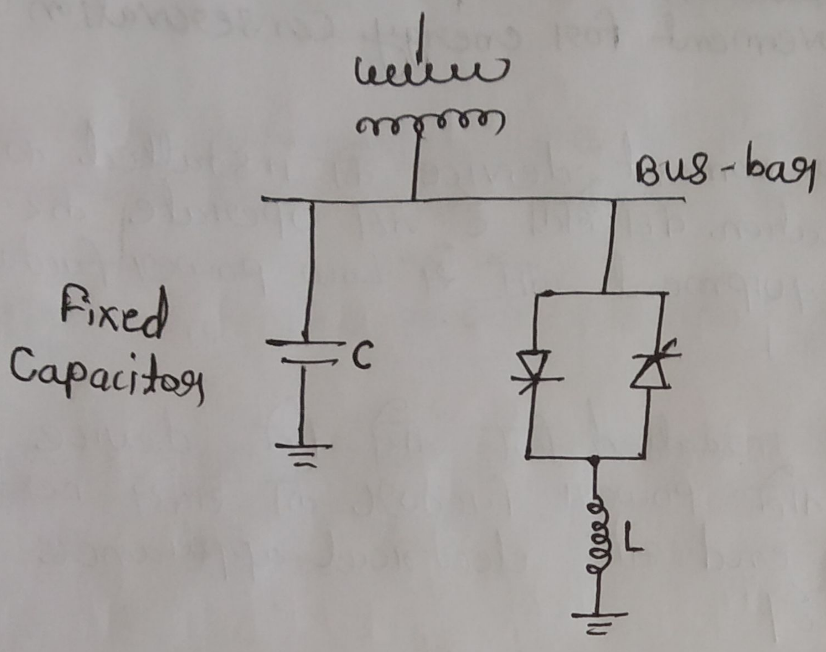
1. synchronous machine
2. static VAR compensator.
3. Capacitor bank

Capacitor bank

→ Capacitor bank का use generally Power factor के supply में improve के लिए, inductive load को balancing करने के लिए किया जाता है।

→ Capacitor bank का use generally bulk consumer द्वारा ~~Com~~ Consumed की जाने वाली electricity के power factor में सुधार के लिए किया जाता है।

→ किसी भी electroplating plant के rectifier system में installed Capacitor bank का उद्देश्य rectifier system को feed करने वाले power factor और line regulation में सुधार करना है।



→ यह no load से full load तक load बढ़ाने में सुधार करता है।

→ capacitors को motor ckt या किसी device के parallel में connected किया जाता है।

* Application of different tariff's -

① **Simple tariff** - Generally सिंचाई में उपयोग किये जाने वाले tube well में apply होता है।

② **Flate Rate tariff** - Generally घरेलु उपभोक्ता को apply होता है।

③ **Block rate tariff** - इस tariff का उपयोग residential Consumers (आवासीय उपभोक्त) और small commercial consumer (वाणिज्यिक उपभोक्ता) के लिए किया जाता है।

④ **Two part tariff** - mostly industrial consumers के लिए होता है।

⑤ **Maximum demand** - यह tariff big consumers के लिए होता है।

⑥ **Power factor tariff** - ~~Generally~~

- Generally industrial consumer के लिए होता है और Big consumers को भी यह यह tariff apply किया जाता है।