Unit - 04

Energy Conservation in electrical motors and Transformer -

Nov - Dec 2023

May - June - 2022

1. Differentiate b/w energy efficient and standard motors.

2. List out the energy conservation techniques in induction motors and explain any two of them.

3. List out the energy conservation equipments related to electrical motor and explain any one of them

Aripl - May 2023

1. Under Loaded motors के लिए star mode में motor को operate करना beneficial क्यों है।

2. Soft starter की working और other Conventional starters की तुलना में इसके advantage की व्याख्या कीजिए।

3. Standard efficient motor और energy efficient motor की तुलना में कौन - कौनसे features (कारक) महत्वपूर्ण है।

4. energy efficiency और संचालन (operation) के दौरान motor losses को कम रखने के लिए कौन - कौनसे कारक (factor) है।

* Need and significance of energy conservation in motor –

→ Electricity का cost increase होने के कारण यह अतिआवश्यक है कि motor में electricity conservation method provide किया जाए है।

→ Industries में use होने वाले electricity का 70% 3-ϕ induction motor consume करता है समान work output के लिए inefficient motor large power consume करता है।

→ इस प्रकार induction motor का running cost real challange है क्योंकि Low efficient होने के कारण एक standard induction motor Large power consume करता है।

→ Electrical energy save करने के लिए standard induction motor को energy efficient motor से replace करना चाहिए।

→ ऐसे motor जिसकी efficiency high होती है Good power factor होता है और losses कम होती है उसे energy efficient motor कहते है।

→ energy efficient motor का efficiency standard motor से 2-3% अधिक होता है।

* Need and significance of energy conservation in transformer –

→ Transformer एक महत्वपूर्ण power equipment है, Power system में Generation, transmission और distribution में X^{mer} का बहुत importance role है।

→ Distribution grid में total transmission और distribution loss का 40 – 50% power loss transformer में होता है।

→ Distribution system में distribution transformer का demand दिनो दिन बढ़ते ही जा रहा है।

→ Total transformer loss total generation capacity का लगभग 10% है

→ Transformer का operating efficiency power system के cost और benefites को directly effect करता है इस प्रकार xmer में energy conservation को अपनाना महत्वपूर्ण है।

* Energy efficient motor -

→ जब motor में efficiency high होता है, तो Good power factor होता है, और losses Low होती है तब ऐसे motor को energy efficient motor कहते है।

→ Standard motor की तुलना में energy efficient motor का efficiency 223% होता है।

• Construction -

→ Energy efficient motor एक ऐसा motor है जिसमें Standard motor की तुलना में operating efficiency increase करने के लिए desing, improvement and specially parts incorporate (समाविष्ट) किया जाता है।

→ Design improvement में internal loss को reduce ~~करके~~ करने पर focus किया जाता है।

→ motors winding में copper का amount increase (≥ 60%) पर resistance (ohmic) loss reduce होता है, और temprature loss को भी कम करता है।

→ Thermal mass increase होने के कारण performance improve होता है।

→ high quality steel के Laminated thinner larger को ज्यादा use करने से stator और rotor में core loss को reduce किया जाता है।

→ stator और rotor के मध्य airgap को narrow और uniform करने पर magnetic flux intensity increase होता है जिससे reduce power में भी motor के same torque deliver करने की क्षमता में improvement होता है।

→ more complex rotor bar design के कारण Good standard torque और efficientful speed operation provide करता है।

→ overall design के improvement windage और strong load losses को reduce करता है।

→ Efficient cooling design, Air flow को improve करता है, जिससे required fan drive reduce होता है।

Q List out the energy conservation techniques in induction motors and explain any two of them

Ans-

* Energy Conservation techniques in induction motor -

1. By improving power quality
2. By motor serving
3. Matching motor with loading
4. Minimizing the ideal redundant (अनावश्यक) (रीडन्डेन्ट) running of motor.
5. By using energy efficient motor
6. Periodic maintainance
7. operating in star mode

1. By improving power quality -

→ voltage level को tolerance limit (± 6%) पर maintain तथा frequency को tolerance limit (± 3%) कर induction motor का performance improve किया जा सकता है यह achieve करने मे harmonic destortion को avoid किया जाता है, voltage और frequency value को maintain किया जाता है, system में harmonics को reduce करने के लिए harmonic filter का use किया जाता है। जिससे frequency Costant रहती है।

2. By motor serving -

Energy conservation में motor serving important होता है motor serving में motor name plate first

step होता है। जिससे speed, full load current rating की जानकारी मिलती है जिससे सही size की motor का चयन करने में सहायता मिलती है।

→ motor अपने full load के near most efficient operate करता है अतः accurate load requirement को determine करना महत्वपूर्ण होता है।

③ Matching motor with loading -

→ motor का o/s Load के साथ पर्याप्त मात्रा में vary करता है

→ Load requirement के अनुसार power selection पर motor का power consumption reduce होता है।

→ Incorrect motor selection और load mismatch होने पर कई प्रकार के problem हो सकते है जैसे - motor का premature (असामयिक) failur होने के कारण गंभीर production loss हो सकता है।

④ Minimizing the ideal redundant running of motor -

→ motor में ideal और जरूरत से ज्यादा running को minimaise किया जाना चाहिए।

→ motor, machines, tools, convayers exhaust fan etc का लंबे समय और जरूरत से ज्यादा running को avoid कर energy conserve किया जा सकता है।

→ Industrial जैसे cooling tower, air compressor pump में भी ideal running avoid करना अति आवश्यक है।

(5) By Using energy efficient motor -

Standard motor की तुलना में energy efficient motor same shaft output generate करने के लिए less power Consume करता है।

→ Energy efficient motor का efficiency standard motor से 3% अधिक होता है।

(6) Periodic maintenance -

Induction motor के Periodic maintenance के द्वारा energy Conservation को achieve किया जा सकता है।

जैसे - machine cleaning, maching setup, bearing Lubrication, Condition assesment performance assesment, maintenance of electrical connect in the starter and motor terminal box etc.

(7) Operating in star mode -

यदि operating load 50% से कम है अर्थात light load पर delta connected motor को star connected में operate होने पर energy conserve होता है।

→ यदि एक over size motor contineously 30% से कम load (rated shaft load से 30% से कम load) पर run करती है तब energy conservation के लिए इसे permamantly इसे star connection में रखना चाहिए।

→ बहुत सारे case में motor 30% load से कम पर तथा कुछ समय load बढ़कर load 50% भी हो जाता है।

→ ऐसे में motor का connection star से delta तथा delta से star autoswitch करने की आवश्यकता होती है अतः automatic star delta change over switch install किया जा सकता है ऐसा करने से exciting Power consumption का 5 से 15% तक save किया जा सकता है।

8)- stator और Rotor के मध्य air gap कम करके windage loss को कम किया जा सकता है। इसके लिए stator और rotor के surface को smooth finishing किया जाता है।

(9) friction loss को कम करने के लिए high Quality bearing use किया जाता है।

* Function of energy Conservation equipment in induction motor -

I ① Soft starter
② Power factor Controller.
I ③ Automatic star-delta starter
④ static Capacitor.
I ⑤ variable frequency device (VFD).

① Soft starter -

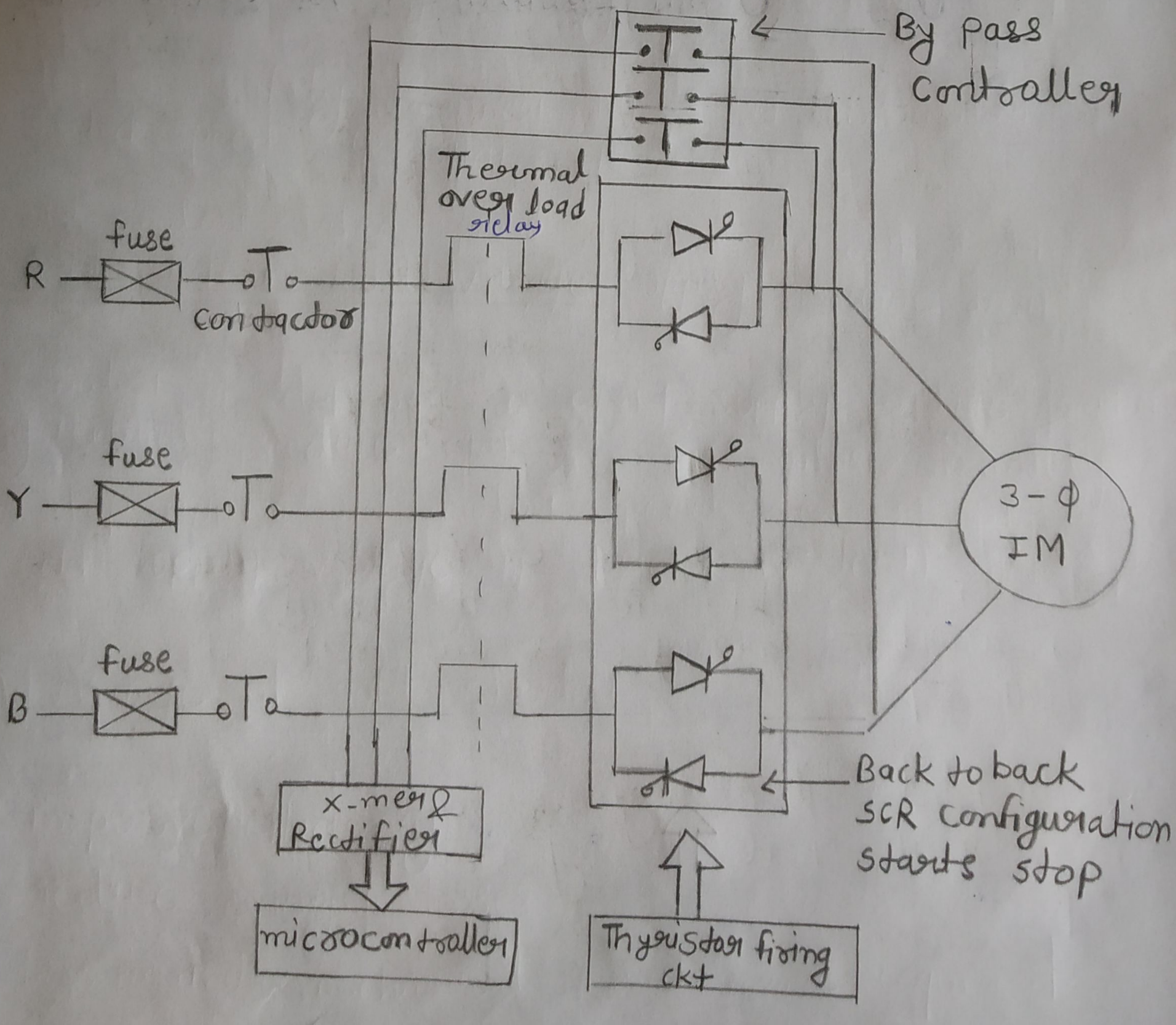
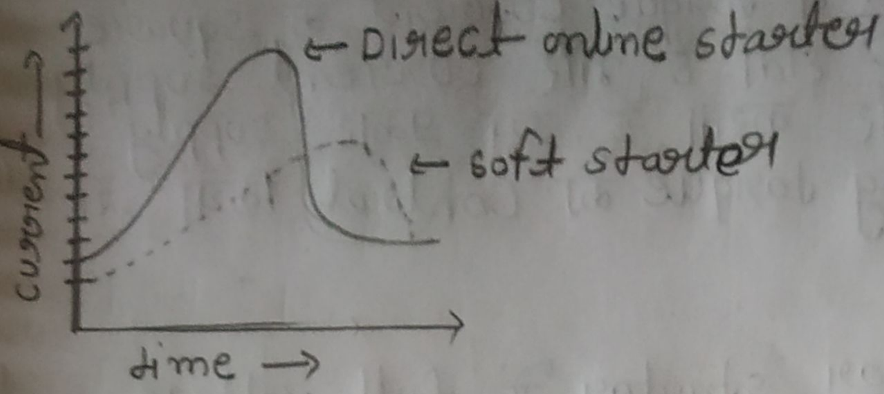
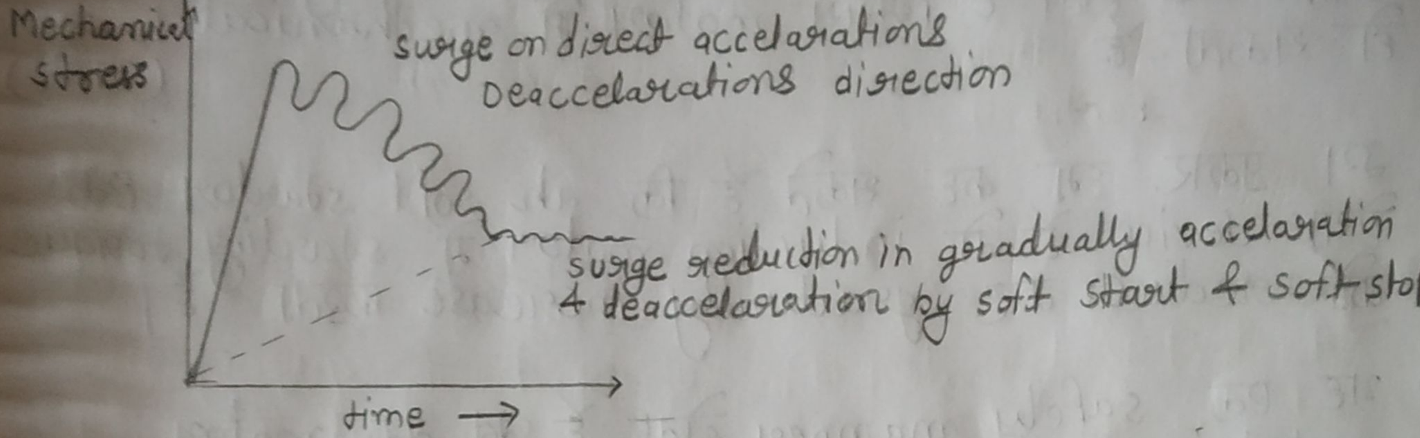


fig - soft starter Diagram





→ soft stator एक प्रकार का motor stator होता है जिसमें voltage reduction techanique का use किया जाता है जिससे motor के starting के दौरान voltage reduce होता है।

→ soft stator में motor start up के दौरान voltage gradually increase करता है।

→ इससे motor slowly accelerate होता है और speed gain भी smoothly होता है।

→ इस प्रकार full voltage के sudden supply होने से होने वाली mechanical tear एवं jerking को prevent कर लिया जाता है। (यांत्रिक टूट-फूट और झटके)

→ Induction motor में torque current के square के proportional होता है और current supply voltage पर निर्भर करता है. इस प्रकार supply v/g के द्वारा starting torque को Control किया जा सकता है।

→ Normal motor startor में full voltage motor पर apply किया जाता है।
जिससे motor में maximum starting torque Generate होता है जिससे motor में mechanical hazard (खतरे) हो सकता है

→ इस प्रकार हम कह सकते है कि ~~ak~~ soft startor एक ऐसा device है जो induction motor में starting torque को reduce कर gradually increase करता है।

→ यह एक safely manner होता है जब तक motor rated speed पर जाता है।

→ जब motor rated speed achieve कर लेता है तब soft stater full voltage supply assume करता है

→ motor को stop करने के दौरान supply voltage gradually ~~gradually~~ reduce होता है इससे motor smoothly stop होता है जब motor speed zero हो जाता है तब supply voltage को break कर लिया जाता है।

* Advantages of soft starter -

1. improve efficiency
2. reduce energy losses
3. Less ~~maint~~ mechanical maintenance required

4. Smooth starting operation.
5. saving of operating cost
6. motor is protected from mechanical stress
7. Life time increases.

* Disadvantages

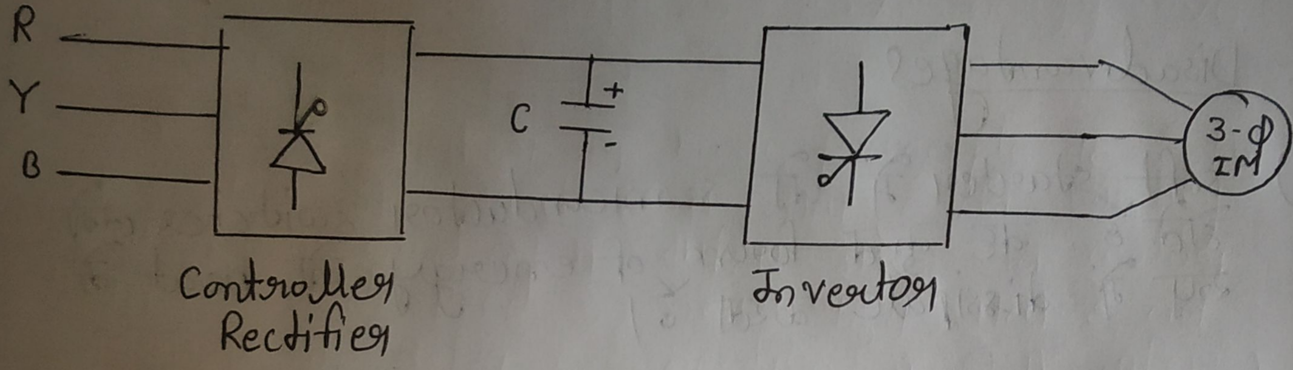
1. soft starter में जो semiconductor switches लगे होते है, वह कुछ form of energy को heat के रुप में dissipate करता है।

2. soft starter में input voltage को reduced करा देते है, जिसके कारण से starting torque भी reduce हो जाता है।

Application

1. Pump
2. Converyor belts
3. Compressors
4. fans
5. mixers

* Variable frequency Drive (VFD) -



→ VFD एक प्रकार का motor Controller है, जो electrical motor को supply के frequency और Voltage को vary कर device control करता है।

→ AC induction motor का speed और torque, इसके Power supply के frequency और voltage के proportional होता है, variable frequency drive load के आवश्यकतानुसार incoming supply के voltage और frequency को modify करता है, इस प्रकार motor के speed और torque को adjust कर load से match किया जाता है।

→ variable frequency drive standar 50HZ के AC Power को DC में Convert करता है इसके पश्चात DC को Variable frequency AC output में Convert किया जाता है जिससे desirable speed और torque प्राप्त किया जाता है और efficiency भी high हो जाता है।

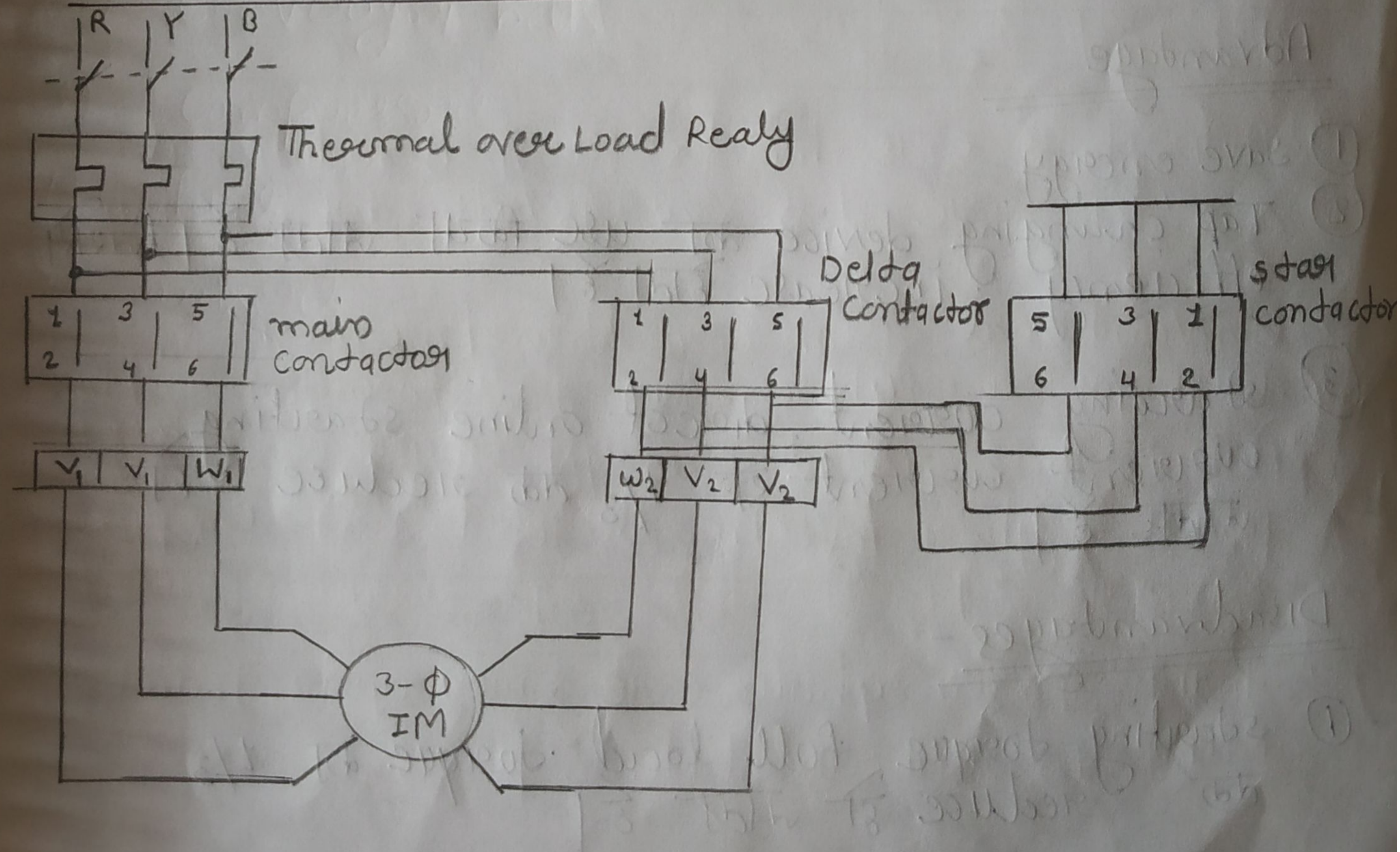
Advantages of VFD -

1. save energy and increases system efficiency
2. Reduces mechanical stress.
3. smooth starting.
4. Less maintainance.
5. Better process control.

Application -

VFD का उपयोग generally AC motor का speed control में किया जाता है,
जैसे - Conveyor system, pump speed, machine tool speed और बहुत सारे Applications जहाँ variable speed और variable torque की आवश्यकता होती है।

* Automatic star - delta starter -



→ Automatic star delta का use 3-ϕ Induction motor में variable load condition में energy save करने के लिए किया जाता है।

→ इसका उपयोग करके हम 25 - 30%. energy save कर सकते है।

→ Star delta starter का basic principle यह है कि जब motor को start किया जाता है तब winding star connected होना चाहिए और जब motor अपने rated speed के near पहुँच जाता है तब winding को delta connection में होना चाहिए।

→ इसका Advantage यह है कि जब motor starting के दौरान star connection में होता है तब प्रत्येक phase में voltage $V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$ होता है

→ इस प्रकार voltage reduce होने के कारण current भी 33.33 %. तक reduce हो जाता है जबकि delta connection में ऐसा नही होता है।

Advantage

① Save energy.
② Tap changing device का use किया जाता है। जिससे efficiency increase होता है।

③ starting current. direct online starting current current से 1/3 तक reduce हो जाता है।

Disadvantages -

① starting torque full load torque का 1/3 तक reduce हो जाता है।

(2) particular motor set की आवश्यकता होती है

Application -

star delta starter का use ज्यादातर ऐसे requirement में होता है जहाँ ज्यादा Line current की तुलना में starting current कम की आवश्यकता हो।

* Difference b/w energy efficient motor and standard motor.

No.	Parameter	standard motor	Energy efficient motor
(1)	material used	manufactured with lower quality material & techanique.	manufactured with higher quality material and techanique.
(2)	core length	Small lenght of core	more lenght of core
(3)	Air gap	airgap is not optimizes b/w rotor & stator	more length of core optimizes and even air gap b/w rotor & stator.
(4)	losses	High losses	Low Losses
(5)	starting torque	sufficient	very high
(6)	speed	speed may not be smooth, Jerk & Vibrations may be involved	Smooth speed and less vibrations.
(7)	maintenance	more maintenance	less maintenance
(8)	failure rate	high failure rate	less failure rate
(9)	warranty	less warranty	longer warranty
(10)	operating temperature	some problems may arise in high temperature operation	can with stand in high temperature without any problem.

* Energy efficient transformer -

ऐसा xmer जिसमें Low losses होता है और efficiency high होता है ऐसे transformer को energy efficient xmer कहते है।

* Amorphous core transformer -

→ Amorphous core transformer एक energy efficient transformer है।

→ Amorphous core transformer transmission and distribution loss को बहुत हद तक reduce करता है।

→ Normally use किये जाने वाले xmer की तुलना में improved silicon steel का उपयोग कर बने xmer से loss 50% तक कम हो जाता है और इससे भी higher efficiency amorphous material से बने core वाले transformer से प्राप्त की जाती है।

→ Amorphous core वाले xmer में traditional xmer से core loss 70-80% तक कम हो जाता है

→ Conventional iron core transformer की तुलना में amorphose core transformer costly होता है परंतु overall energy saving benefit initial higher investment cost को compensate कर देता है।

→ वर्तमान में amorphous core xmer up to 1600 KVA Rating तक ~~वाले~~ available है।

निम्न amorphous transformer के features हैं जो energy conservation में सहयोगी है —

S.No	features of Amorphous xmer	Energy Conservation
1.	flux density of saturation = 1.55 Tesla	Low magnetic losses but size xmer is increases.
2.	Low field magnetization	It result in low hysteresis losses
3.	Thickness of this metal is very small = 0.025mm	Low eddy ~~co.~~ current losses.
4.	High electrical resistivity	eddy current supressed to resulting Low eddy current.
5.	This material has high permibility (easily magnetic and dimagnetic)	core losses reduce by 70 to 80%.

* **Advantages** –

1. Iron losses very low
2. Temperature rise in working Condition in very Low.
3. magnetizing current is very small
4. Energy saving is about 70%.
5. less maintenance
6. over load capacity is much more.
7. Its reliability is higher.

* Disadvantages -

1. Core size is more.
2. Large Conductor.
3. Big times.
4. more insulating oil required
5. Costly.

* Dry type transformer -

सामान्य Transformer की तरह Dry type transformer भी एक static electrical device है जिसकी सहायता से voltage को high या Low किया जाता है।

→ Dry type transformer में oil का use नहीं होता इसलिए ही इसे dry type xmer कहते है।

Types of Dry type transformer -

1. Apoxy Resin cost transformer.
2. Vaccum pressure transformer.

→ Dry type xmer का use moisture area में किया जाता है जहाँ आग लगने की pe probility अधिक होती है क्योंकि dry type transformer में आग लगने की बहुत कम संभावना होती है।

* Apoxy resin cost transformer -

→ इस xmer का core high grade alloy से बना होता है। Insulation के साथ Low loss वाली CRGO sheets के द्वारा core का निर्माण किया जाता है।

→ CRT (Cost resin xmer) का winding copper का बना होता है जिस पर high grade insulation होता है।

→ Low voltage winding के temp. को मापने के लिए temp. senser के रूप में thermistor का use किया जाता है।

→ winding temp. relay के लिए दो signal system का use किया जाता है एक signal system alarm के लिए तथा other signal system trip के लिए use किया जाता है।

→ Low voltage winding में temp. indicator के लिए RTD (Resistance temp. detector) का use किया जाता है।

→ RTD के रूप में P_t - 100 का use किया जाता है.

* maintenance of dry CRT

→ Standard service condition में कम से कम वर्ष में एक बार निम्नलिखित operation perform करना पर्याप्त है।

→ HV/LV winding से dust की सफाई

→ oil के बीच cooling और vantilation dust की सफाई।

→ HV and LV connection के voltage tap changes Links और volt को tight करना।

* Advantage of dry type CRT -

→ Dry CRT को उसके construction के लिए वि० रखरखाव की आवश्यकता नहीं होती है केवल धूल -जाले आदि को समय-समय पर सफाई की आवश्यकता होती है।

→ Dry CRT में oil level maintain और oil leakage की देखभाल की कोई आवश्यकता नहीं होती।

Q. What are the factor affecting energy efficiency and minimising motor losses in operation.

energy efficiency और operation के दौरान motor losses को कम रखने के लिए कौन - कौनसे कारक है।

Ans -

1) Electrical factors -

various electrical factor DC motor में efficiency को प्रभावित कर सकते है -

a) Armature resistance - High resistance से power losses बढ़ जाता है, और efficiency कम हो जाता है।

minimize -

→ High - quality conductors and wire gauge का use करके motor efficiency को improve कर सकते है।

b) Field winding resistance - High resistance affect (प्रभावित) करती है field current और reduce करती है motor के performance को

minimize - Low resistance field winding का use करके और winding design को optimising (अनुकूलित) करके motor efficiency को improve कर सकते है।

c) Commutation - Inefficient commutation के कारण sparking बढ़ जाती है, जिससे energy loss होता है।

minimize - improve brush design, advance commutation materials का use करके

(d) <u>Brush Contact resistance</u> - Poor brush contact से power losses increase होता है, और motor efficiency decrease होती है
<u>minimize</u> - high-quality brushes, reduce contact resistance & Regular inspection & maintenance से

e) <u>voltage regulation</u> - Poor voltage regulation motor के performance and efficiency को प्रभावित (affect) करता है।
<u>minimize</u> - voltage stabilisers and regulator का use करके power को maintain कर सकते हैं और motor efficiency को improves कर सकते है।

(2) Mechanical factor -

Various mechanical factor DC motor में efficiency को प्रभावित कर सकते है।

a) <u>Friction and bearing losses</u> -
High friction and bearing losses power consumption को increase करता है, और efficiency को reduce करता है।
<u>minimize</u> - bearing के Proper lubrication and maintenance तथा low friction materials का use करके Losses को minimise कर सकते है & motor efficiency को improves कर सकते है।

(b) <u>Load characteristics</u> - uneven or excessive load (असमान या अत्यधिक भार) motor की efficiency को प्रभावित करता है,

minimise - Uniform load distribution करने के लिए rolling mill system को design करना और balancing load से motor efficiency को improve कर सकते है।

c) Belt - Inefficient transmission system power losses का कारण बनती है।

minimise - high quality belts और proper tension (उचित तनाव) को use करके power losses को कम कर सकते है।

③ Thermal factor -

a) Temperature rise - Excessive heat motor efficiency को reduce करती है और insulation को damage करती है।

minimise - fan cooling या Liquid cooling जैसे efficient cooling को implement (लागू) करना और motor temperature की monitoring (निगरानी) करने से efficiency को improve कर सकते है।

b) Cooling mechanisms - अपर्याप्त cooling system heat dissipation को Limit करती है, और motor performance affect करती है।

minimise - proper cooling system design करके और maintenance करके motor efficiency को improve कर सकते है।

c) Insulation Quality - Poor insulation से increase होता है, heat generation ↑ reduce होता है efficiency

minimise - High-quality insulation materials का use करके और damage insulation को replace करके Energy Losses को कम, motor efficiency को improve कर सकते है।