بسم الله الرحمن الرحيم

(الله لا اله إلا هو الحي ال قيوم لا تأخذه سنة ولا نوم له ما في السماوات و ما في الأرض من ذا الذي يشفع عنده إلا بإذنه يعلم ما بين أيديهم وما خلفهم و لا يحيطون بشئ من علمه إلا بما شاء وسع كرسيه السماوات والأرض ولا يؤده حفظهما وهو العلي العظيم)

صدق اله العظيم

سورة البـ قرة

الآية (255)

Dedication

To *my family*

Mother, father, sisters, brothers and relatives,

To *my teachers,*

To *those who work in silence for others,*

To *my friends and colleagues,*

Acknowledgements

I would like to thank my teachers who helped me a lot especially my supervisor, Dr. Eisa Bashier, for his advice, wise guidance, and for his effective contribution in the successful fulfilment of this research.

Also I would like to thank Eng. Suliman Ali El Gasim in Sales Department in the National Electricity Corporation for his valuable help.

I would like to express my sincere thanks to Eng. Mohamed M. Elhakim, Technical Manager of Mimatech Company Ltd and his team, for their efforts and for providing me with valuable data and the latest technical consultancy.

My thanks are extended to the family of the Sudanese Malaysian Steel Factory for providing me with the necessary information.

Also, my thanks to my family, for their sacrifice and encouragement during my study.

My gratitude and thanks go to all those who have, in one way or the other, helped me to fulfil this project so successfully, mainly; the Electrical Department staff.

Ultimately, I pray to Allah to bless my humble efforts with his grace and acceptance.

Abstract

The Harmonics in Distribution Systems come from transformers or saturable reactors, arc furnace, welding machines, florescent lamps, rotating machines and power electronics devices. In general, the non linear loads in which the relationship between the voltage and current is not constant.

It is considered that there is no risk of harmful perturbation from 5 to 10%. Above 10%, problems will certainly occur.

Equipments can be affected by the harmonics like transformers with increase of losses, risk of overheating, noise and even insulation stress problems. Cables that can heat too much due to as Kelvin effect above 400 Hz. Induction relays and meters that are pertubated by harmonic torques giving incorrect trippings and readings.

The solutions that can be used to improve the p.f. and to protect the capacitors are either de-rate the capacitors or using detuning reactors, and also by using harmonic filters.

This thesis presents the definitions of harmonics, generation, causes, analysis and solutions due to IEEE 519 standard of harmonics. The basic aim of the study is how to minimize the Harmonics in Distribution Systems and applied the study in Sudanese Malaysian steel factory.

It was found that the factory has been suffered from the damage of sensitive electronic control devices, poor power factor and tripping of circuit breaker. By the measuring the power ,current ,voltage ,power factor and the total harmonic distortion with aid of standard formulas and calculation the suitable solution was found that using capacitors with reactors in series for both minimization of harmonics and improving the power factor in the factor.

مستخلص

إن وجود التواف قيات في شبكات توزيع ال قدرة الكهربائية ينتج من التشبع في محولات ال قدرة, واستخدام أفران ال قوس الكهربي, وماكينات اللحام و لمبات الفلوريسنت, والماكينات الدوارة وأدوات الكترونيات ال قدرة. و بمعنى أشمل؛ الأحمال غير الخطية والتي تكون العلا قة بين الجهد و التيار فيها غير ثابتة.

كما انه إذا تعدى معامل التشوه التواف قي عن نسبة معينة (10%) فانه ينتج ضرر كبير و مشاكل عدة, والتي تتمثل في: زيادة الف قد في المحولات وتكمن الخطورة في ارتفاع الحرارة و اجهادات الموصلات والعوازل, كما أن الكوابل ترفع درجة حرارتها, والمرحلات و أجهزة ال قياس تفصل وتتغير قراءتها نتيجة للعزوم الإضافية الناتجة من التواف قيات.

و تكمن الحلول بالنسبة لمشاكل التواف قيات في: تحسين معامل ال قدرة بواسطة المكثفات, وحماية هذه المكثفات باستعمال الملفات مع المكثفات. بالإضافة إلى استعمال المرشحات للحد من خطورة هذه التواف قيات.

تتناول هذه الرسالة تعريف التواف قيات و مولداتها و أسبابها و تحليلها و معالجتها حسب المواصفات ال قياسية العالمية (IEEE 519 Standard for harmonics), و كما أن الهدف الأساسي من هذه الرسالة هو تـ قليل التواف قيات في منظومة التوزيع لل قدرة الكهربائية.

كما أنه تم اخذ دراسة حالة المصنع السوداني الماليزي للصناعات الحديدية ، والذي وجد فيه أخطاء في التشغيل تتمثل في الأعطال المتكررة في كروت التحكم الالكترونية ، وضعف معامل ال قدرة ،والفصل المتكرر لـ قواطع التيار ومرحلات الحماية الكهربية . وبعد إجراء قراءات للجهود والتيارات وال قدرة ومعامل ال قدرة والتشوه الكلى الناتج من التواف قيات.

تم حل المشكلة في استخدام الملفات علي التوالي مع المكثفات لتـ قليل التواف قيات وتحسين معامل ال قدرة .

Contents

Chapter six: Conclusion and Recommendations

List of Figures

List of Tables

Item **page**

Glossary

ECL_1: Eddy Current Loss at rated fundamental current

FC: Frequency Resonance

H.D: Individual Harmonic Distortion

H.F: Harmonic Factor

H: Harmonic Order

I_1: Rated Current (fundamental)

I_h: Harmonic Current

LCDH: Losses in Capacitors Due to Harmonics

N: Harmonic Resonance

PNL: Proliferating Nonlinear Loads

Q: Capacitors Output

R.M.S: Root Mean Square

T.H.D: Total Harmonic Distortion

T_{CC}: Short Circuit Voltage of the transformer

T_{ECL}: Total Eddy-Current Losses

A LEAD: Amps lead Volts

A LAG: Amps lag Volts

CF: Crest Factor (Ratio of a wave form's peak value to its r.m.s value)

PDF: Displacement Power Factor *cos φ* (fundamental)

Hz: Frequency of selected harmonic in hertz

PF: Power Factor

KF: K Factor

%THD-F: Total Harmonic Distortion as (% of fundamental)

%THD_R: Total Harmonic Distortion as (% of r.m.s total)

V_{RMS}: Volts r.m.s (includes dc component)

cos φ: cosine of the angle between the voltage at any single frequency

V_{pk}: Peak volts

V_{DC}: Volts DC

V_{HM}: Harmonic Volts r.m.s

KVA: Kilo Volt Ampere

KVAR: Kilo Volt Ampere Reactive

Kw: Kilo watt

IEEE Institution of Electrical and Electronic Engineering for Building and Equipments