الآيـة

قال تعالي :

{قُلْ إِنَّ صَلَاتِي وَنُسُكِي وَمَحْيَايَ وَمَمَاتِي لِلَّهِ رَبّ الْعَالَمِين}

سورة الأنعام الآية (162)

الإهداء

إلى ملاكي في هذه الحياة , إلى معنى الحب والتفاني ،إلى بسمة الحياة وسر الوجود والدتي العزيزة .

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار ، إلى من علمني العطاء بدون انتظار ، إلى من أحمل اسمه بكل افتخار والدي العزيز .

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي إخوتي .

وتفتح الأشرعة وترفع المرساة لتنطلق السفينة في عرض بحر واسع مظلم هو بحر الحياة وفي هذه الظلمة لا يضيء إلا قنديل ذكريات الأخوة البعيدة إلى أصدقائي .

نهدي إليكم فرحتنا علنا ننشرها لأفاق بعيدة , أيام جميلة قضيناها ونعيشها الآن لحظة بلحظة.

نهدي إليكم جهدنا وعصارة سنينا.

شكر وعرفان

لا بد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود بها إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين جهودا" كبيرة في بناء جيل الغد ، وقبل أن نمضي نقدم أسمى آيات الشكر والإمتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة

إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة.

إلى جميع أساتذتنا الأفاضل .

نتوجه بالشكر إلى من كان عونا" لنا وموجها ودليلا لاتمام البحث , وعلمنا التفاؤل والمضي إلى الأمام

أ/ مها عثمان محمد أبو العاص

ولا ننسى أن نخص بالشكر والعرفان للباش مهندس

مصعب بشير عمر

Abstract

The reliability and security of electrical supply is an important factor in modern power systems. However proper design of electrical distribution transformers according to specified specification play an important role to achieve these objectives. Nevertheless, designing electrical distribution transformers using optimum design equations based on specified specifications (i.e. proper percentage impedance (%Z), load and NO- load losses limitations) increase transformers life time and distribution network reliability. Therefore in this project (1000KVA – 11/0.433 KV) distribution transformer designed using proper design equations and Sudanese electricity distribution company (SEDC) specifications with aid of Microsoft Excel Sheet software and compared with witch product based on same specifications limits.

The magnetic core designed using silicon steel slides taking E-type shape, also cylindrical winding design was chosen. The mechanical parts designed according to proper mechanical equations.

المستخلص

تعتبر الاعتماديه والاستقراريه من العوامل المهمه في انظمة القدره الكهربائيه الحديثه . ولتحقيق قدر مرضي من الاعتماديه والاستقرايه لابد من التصميم الجيد لمحولات التوزيع الكهربائية بناءا" على اختيار المواصفات المناسبة . لذلك يتم تصميم المحولات باستخدام معادلات التصميم الأمثل بناءا" على المواصفات المطلوبة (مثل المعاوقة النسبية ومفاقيد اللاحمل والحمل الكامل) مما يؤدي لزيادة عمر المحولات واعتمادية شبكة التوزيع.

في هذا المشروع تم تصميم محول توزيع (1000 كيلوفولت امبير – 0.433/11 كيلوفولت) باستخدام معادلات التصميم المناسبة والمواصفات المعتمدة من الشركة السودانية لتوزيع الكهرباء وبمساعدة برنامج مايكروسوفت اكسل بالمقارنة مع محول تم انتاجه من مصنع المحولات السودانية مسبقا".

القلب الحديدي للمحول تم تصميمه بواسطة الحديد السيليكوني من النوع (E) مع اختيار طريقة اللف الاسطواني للملفات اما الجزء الميكانيكي فقد تم تصميمه بناءا" على المعادلات الميكانيكية المناسبة .

TABLE OF CONTENTS

CONTENTS	Page
الآية	I
الإهداء	Ii
الشكر والعرفان	Iii
ABSTRACT	Iv
مستخلص	V
TABLE OF CONTENTS	Vi
LIST OF FIGURES	Ix
LIST OF TABLES	X
LIST OF SYMBLOS	Xi
LIST OF ABBREVIATIONS	Xii
CHAPTER ONE INTRODUCTION	
1.1 Overview	1
1.2 Problem Statement	6
1.3 Objectives	6
1.4 Methodology	7
1.5 Project Lay-out	7
CHAPTER TWO CORE DESIGN	
2.1 Introduction	8
2.2 Proposed Specification	9
2.3 Basic Of Design	9
2.4 Cost	10

2.5 Transformer Core Materials	10
2.6 Frame Proportions	10
2.7 Core types	11
2.8 Choice of flux density	14
2.9 Equations Design	15
2.10 Transformer Core Losses	18
CHAPTER THREE WINDING DESIGN	
3.1 Introduction	21
3.2 Winding material	22
3.3 Types of windings	22
3.4 Insulation material	33
3.5 Insulation design	33
3.6 Distribution of voltage in a winding	34
3.7 Conductor insulation	34
3.8 Major insulation	35
3.9 Choice of Current Densities	37
3.10 Mechanical forces	38
3.11 Tap changer	38
3.12 Percentage impedance	42
3.13 Regulation	43
3.14 Vector group	44
CHAPTER FOUR MECHANICAL DESIGN AND COMPARISON RESULT	
4.1 Transformer tank	46

4.2 Equation design	47
4.3 Transformer oil	48
4.4 Transformer oil characteristic	48
4.5 Cooling of transformers	49
4.6 cooling ducts	50
4.7 Methods of cooling of transformer	52
4.8 Bushing conclusion and recommendation	54
4.9 Comparison results	55
CHAPTER FIVE **CONCLUSION AND RECOMMENDATION**	
5.1 Conclusion	58
5.2 Recommendation	58
REFERENCES	59
APPENDICES	60

LIST OF FIGURES

Figure	Title	Page
1.1	Primary winding	3
1.2	Secandary winding	4
2.1	Core gradient	11
2.2	shell type transformer	12
2.3	core type transformer	12
2.4	three phase transformer	13
2.5	thickness of stage	16
2.6	core dimensions	16
3.1	H.V. and L.V. slipped	21
3.2	The selector and winding tap changer	39
3.3	Vector group (a)	44
3.4	Vector group (b)	45
3.5	Vector group (c)	45
4.1	dimension of core and winding inside the tank	46
4.2	Cooling surface	50
4.3	ducts between turns of a single layer winding	51
4.4	Oil Natural Air Natural (ONAN)	53

LIST OF TABLE

Figure	Title	Page
2.1	the specification of transformer	9
2.2	Silicon steel specification	14
2.3	Core dimension	17
2.4	Core design results	17
3.1	Given data of low tension	24
3.2	Low tension winding results	26
3.3	Given data of high tension	29
3.4	High tension winding results	31
3.5	voltage and number of turn at each point selector	39
3.6	Ratio error at different tap position	40
4.1	clearance tank according to IEC Standers	47
4.2	core data of transformer	47
4.3	the Minimum external air clearances according to IEC 60137	55
4.4	actual value from old design	56
4.5	actual value from new design	56
4.6	Comparison between old design and new design	57

LIST OF SYAMBLES

KVA	Rated capacity of transformer, kilo volt ampere
KV	kilo volt
A/mm^2	Ampere per millimeter square
C°	Celsius degree
CRGOS	Cold Rolled Grain Oriented Silicon Steel
IEC	International Electro- technical Commission
KV/mm	Kilo volt per millimeter
rms	Rote mean square
Ω m	Ohm -meter
AN	Air Natural
MVA	Mega volt ampere
AB	Air Blast
ONAN	Oil Natural Air Natural
ONAF	Oil Natural Air Forced
OFAN	Oil Forced Air Natural
OFAF	Oil Forced Air Forced
ONWF	Oil Natural Water Forced
OFWF	Oil Forced Water Forced
mm/kV	millimeter per kilo volt
mm	Millimeter
HZ	Hertz
EGIP	Electrical Grade Insulation Paper

LIST OF ABBREVIATIONS

V	Rated voltage
T	Number of turns per phase
K	Constant
V/T	Voltage per turn
M5T-30	Type of silicon steel
Φ	Flux density
B_{max}	Maximum flux density
Ag	Actual area of core
St	Stacking factor
d	Core diameter
CrTh	Core thickness
L	width of step
G	Width of window
H	Height of window
S.W	Slide width
E	Clearance between central and lateral leg
M	Over all height of core
V_s/ph	Voltage per phase in secondary
I_s/ph	Current per phase in secondary
J	Current density
Ai	Core area
N_s	Number of secondary turns per phase
VL – L	Line voltage
$CoTh_s$	Coil Thickness in secondary
N_s/ph	Secondary turns per phase
y_s	Number of layers in secondary

N_s/y_s	Turn per layer in secondary
ID_s	Inner diameter in secondary
Dlc	Distance between LT and core
$CoCh_s$	Cooling channels in secondary
$ChTh_s$	channels thickness in secondary
OD_s	Outer diameter of secondary
FoA	Foil area
FoTh	Foil thickness
FoW	Width of foil
J_{actual}	Actual current density
Cuh_s	Copper height in secondary
Meh	Mechanical height
$D_{s\ main}$	coil mean diameter in secondary
Hr_s	high ring in secondary
FoL	Foil length
FoV	Foil volume
Cud	copper density
$Cuwi_s$	Weight of low tension copper
Loc_s	Location of cooling canals between layers in secondary
N_p	Number of primary turns per phase
V_p/ph	Voltage per phase in primary
I_p/ph	Current per phase in primary
IL_s	Secondary line current
ρ_{20}	Specific resistance at 20 c^o
a	Turn ratio
Ai_p	Conductor area per phase in primary
$N_{s.actual}$	Actual Number of secondary turns per phase
Cuh_p	Copper height in primary

Hr_p	high ring in primary
d_c	diamiter of wire with insulation
N_p/y_p	Turn per layer in primary
ID_p	Inner diameter in primary
$CoTh_p$	Cooling channels in primary
OD_p	Outer diameter in primary
ThIy	Thickness of insulation between layers
$N_{p\ last}$	Number of turns of last layers
A_{wire}	Wire cross section area
$D_{p\ main}$	coil mean diameter in primary
CnL	Conductor length
CnV	Conductor volume
CuWi	Weight of high tension copper
Loc_p	Location of cooling canals between layers in primary
Dph	Distance between phases
pf	Power factor
S	Clearance between high tension and tank
N	Core to cover tank
L.S.W	Large slide width
M	Core height
TL	Total length of the tank
TW	Total width of the tank
TH	Total height of the tank
L.V.	Low voltage
H.V.	High voltage
η	Efficiency
η_{max}	Maximum Efficiency