

APLICAÇÃO DA ENGENHARIA NA ANÁLISE DOS NÍVEIS DE TENSÃO DE TRANSFORMADORES EM TERESINA E REGIÃO METROPOLITANA NO ANO DE 2017

Marcielly dos Reis Macêdo – marciellymary@gmail.com

Centro universitário Santo gostinho - UNIFSA, Curso de Engenharia Elétrica
Av. Prof Valter Alencar, Teresina (PI) - CEP 64019-625

Fábio de Araújo Leite – farleite@terra.com.br

Centro universitário Santo gostinho - UNIFSA, Curso de Engenharia Elétrica
Av. Prof Valter Alencar, Teresina (PI) - CEP 64019-625

Italo Rodrigo Monte Soares – italo_pi@yahoo.com

Centro Universitário Santo Agostinho – UNIFSA, Curso de Engenharia Elétrica
Av. Professor Valter Alencar, Teresina (PI) – CEP 64019-625

Resumo: A presente pesquisa consiste em um estudo sistemático da qualidade no fornecimento de energia elétrica na cidade de Teresina e região metropolitana. O estudo foi constituído por três etapas: a primeira a partir de pesquisas bibliográficas, a segunda através da obtenção dos dados de variação de tensão, corrente e potência de alguns transformadores, dados que foram coletados no ano de 2017, e a terceira etapa consistiu na análise dos dados, sendo realizada exclusivamente a análise dos níveis de tensão. Foram verificados quais transformadores apresentaram transgressões dos valores de tensão, conforme normativo da Agência Nacional de Energia Elétrica. Portanto, foi possível perceber que os transformadores, em sua maioria, não apresentaram muitos problemas com os níveis de tensão. No entanto, em casos específicos, alguns deles apresentaram valores exorbitantes dos níveis de tensão, indicando a necessidade de melhorar a qualidade do fornecimento de energia elétrica nessas regiões. É importante destacar que aqueles que apresentaram transgressões dos níveis de tensão mais frequente foram os transformadores de 112,5KVA, o que indica uma necessidade de inspecionar esse tipo de máquina, a fim de melhorar o seu desempenho. Este trabalho foi de suma importância, pois exigiu o conhecimento de várias disciplinas do curso de Engenharia, tais como qualidade de energia, eficiência energética e distribuição de energia elétrica.

Palavras-chave: Tensão. Qualidade de energia. Transformadores.

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico, os dispositivos de eletrônica de potência estão sendo utilizados com frequência cada vez maior pelos usuários de energia elétrica. Esses dispositivos são vistos pela rede elétrica como cargas não lineares e acabam gerando uma perda significativa na qualidade de energia. A utilização de diversos processadores eletrônicos de energia, como fontes chaveadas, controladores de velocidade de máquinas elétricas, equipamentos de solda e demais conversores estáticos de potência, que são caracterizados como cargas não lineares, juntamente com dispositivos como computadores, dispositivos de entretenimento, reatores eletrônicos de reduzido fator de potência, entre outros, tem gerado um aumento nas distorções harmônicas de correntes e tensões na rede de distribuição de energia.

Conforme Rodrigues (2009):

O sistema elétrico brasileiro tem sofrido grandes mudanças nos últimos anos. Uma dessas mudanças pode ser percebida na qualidade da energia elétrica que é entregue ao consumidor. Há anos atrás, ao se falar em qualidade de energia, o padrão era o número de desligamentos. Quanto menor fossem os desligamentos feitos pela concessionária e as interrupções ocorridas na distribuição, melhor era considerada a qualidade de energia. Hoje em dia entende-se por energia elétrica de boa qualidade uma energia entregue de forma ininterrupta, com frequência estável, e com formas de ondas senoidais compatíveis com as instalações elétricas e sistemas elétricos de distribuição.

Esta mudança ocorreu, entre outros motivos, pelo fato de os usuários possuírem mais conhecimento acerca dos distúrbios na rede elétrica e terem mais consciência dos seus direitos de receber uma energia de boa qualidade. Além disso, os equipamentos utilizados hoje em dia são mais sensíveis a essas perturbações que os equipamentos anteriormente utilizados, o que gera maior necessidade de adequação da qualidade de energia a esses equipamentos.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), perturbação no sistema elétrico é definido como a “modificação das condições que caracterizam a operação de um sistema elétrico fora da faixa de variação permitida para seus valores nominais, definidos nos regulamentos sobre qualidade dos serviços de energia elétrica vigentes”.

A ANEEL é a entidade que regulamenta os níveis de qualidade de energia a nível nacional. Ela determina, através do Módulo 8 do Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica (PRODIST), os procedimentos relacionados à qualidade de energia elétrica, analisando a qualidade do produto e do serviço prestado pela concessionária e regulariza, ainda, através da Resolução Normativa nº 414/2010, os aspectos relacionados à qualidade do atendimento ao consumidor, à qualidade do atendimento telefônico e ao tratamento das informações.

O presente artigo trata-se de um estudo da qualidade no fornecimento de energia elétrica na cidade de Teresina e região metropolitana no ano de 2017. Foram realizadas análises de (141206 leituras) de um total de 255 transformadores obtidos neste ano. Estas leituras forneceram dados como potência aparente, potência reativa, corrente, tensão, entre outros. Todavia, a pesquisa abrange exclusivamente o aspecto dos níveis de tensão, com o objetivo de verificar a qualidade do fornecimento de energia elétrica neste aspecto.

O desenvolvimento do trabalho exige do aluno a aplicação de várias disciplinas do curso de Engenharia Elétrica, tais como Eficiência Energética, Qualidade de Energia, entre outras, de modo a aprimorá-las e aplicar o conhecimento das mesmas fora do ambiente acadêmico. Dessa forma, foi imprescindível o conhecimento de diversas áreas para a análise da qualidade de energia, com enfoque no nível de tensão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico foi subdividido em duas partes: qualidade de energia elétrica e Módulo 8, PRODIST.

2.1 Qualidade de energia elétrica

Conforme Rocha (2016), a qualidade da energia elétrica possui várias definições que descrevem o conjunto de fenômenos que afetam a amplitude e a forma de onda da tensão e da corrente. Uma dessas definições afirma que um sistema elétrico com excelente qualidade da energia elétrica se caracteriza pelo fornecimento de energia em tensão com forma de onda senoidal sem alterações em amplitude e frequência.

Uma instalação elétrica com baixa qualidade de energia elétrica possui onda da tensão ou onda da corrente elétrica com desvios suficientes para prejudicar o funcionamento ou levar à

falha de equipamentos. São diversos fenômenos que ocorrem como perturbação no sistema elétrico de potência, prejudicando a qualidade de energia, como harmônicos, variações de tensão, flutuações de tensão, entre outros.

Um aspecto importante ao se tratar da qualidade da energia elétrica é o seu efeito na eficiência energética. Por exemplo, um sistema elétrico que tenha um elevado conteúdo harmônico caracteriza baixa qualidade da energia e provoca perdas extras na distribuição da energia. A circulação de harmônicos provoca, por exemplo, perdas por efeito Joule nos condutores, transformadores e outros equipamentos (ROCHA, 2016).

No quesito qualidade de energia há ainda o aspecto do nível de tensão fornecido, que deve estar dentro dos limites estabelecidos pela ANEEL através do Módulo 8 do PRODIST.

2.2 Módulo 8, PRODIST

Em relação às regulamentações nacionais que tratam da qualidade de energia elétrica, destaca-se o Módulo 8 do PRODIST, que é regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica. É através desse normativo que são definidos os limites adequados, precários e críticos dos valores de tensão em regime permanente, os critérios de medição e de registros, bem como os prazos de compensação ao consumidor.

No que se refere aos valores de tensão, a ANEEL estabelece faixas de classificação de Tensões de Regime Permanente, como mostra as tabelas a seguir:

Tabela 1 – Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou superior a 230kV

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação de Tensão de Leitura (TL) em Relação à Tensão de Referência (TR)
Adequada	$0,95TR \leq TL \leq 1,05TR$
Precária	$0,93TR \leq TL \leq 0,95TR$ ou $1,05TR \leq TL \leq 1,07TR$
Crítica	$TL < 0,93TR$ ou $TL > 1,07TR$

Fonte: PRODIST, Módulo 8

Tabela 2 – Pontos de conexão em Tensão Nominal superior a 69kV e inferior a 230kV

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação de Tensão de Leitura (TL) em Relação à Tensão de Referência (TR)
Adequada	$0,95TR \leq TL \leq 1,05TR$
Precária	$0,90TR \leq TL \leq 0,95TR$ ou $1,05TR \leq TL \leq 1,07TR$
Crítica	$TL < 0,90TR$ ou $TL > 1,07TR$

Fonte: PRODIST, Módulo 8

Tabela 3 – Pontos de conexão em Tensão Nominal superior a 1kV e inferior a 69kV

Tensão de Atedimento (TA)	Faixa de Variação de Tensão de Leitura (TL) em Relação à Tensão de Referência (TR)
Adequada	$0,93TR \leq TL \leq 1,05TR$
Precária	$0,90TR \leq TL \leq 0,93TR$
Crítica	$TL < 0,90TR$ ou $TL > 1,05TR$

Fonte: PRODIST, Módulo 8

Tabela 4 – Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1kV (220/127V)

Tensão de Atedimento (TA)	Faixa de Variação de Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$202 \leq TL \leq 231$ / $117 \leq TL \leq 133$
Precária	$191 \leq TL \leq 202$ ou $231 \leq TL \leq 233$ $110 \leq TL \leq 117$ ou $133 \leq TL \leq 135$
Crítica	$TL < 191$ ou $TL > 233$ / $TL < 110$ ou $TL > 135$

Fonte: PRODIST, Módulo 8

Tabela 5 – Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1kV (380/220V)

Tensão de Atedimento (TA)	Faixa de Variação de Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$350 \leq TL \leq 399$ / $202 \leq TL \leq 231$
Precária	$331 \leq TL \leq 350$ ou $399 \leq TL \leq 403$ $191 \leq TL \leq 202$ ou $231 \leq TL \leq 233$
Crítica	$TL < 331$ ou $TL > 403$ / $TL < 191$ ou $TL > 233$

Fonte: PRODIST, Módulo 8

O PRODIST, Módulo 8, descreve que “a tensão em regime permanente deve ser acompanhada em todo o sistema de distribuição, devendo a distribuidora dotar-se de recursos e técnicas modernas para tal acompanhamento, atuando de forma preventiva para que a tensão em regime permanente se mantenha dentro dos padrões adequados”.

A tensão em regime permanente deve ser avaliada a partir de leituras obtidas através de medição especificada, a conformidade dos níveis de tensão deve ser avaliada nos pontos de conexão à Rede de Distribuição, nos pontos de conexão entre distribuidoras e nos pontos de conexão com as unidades consumidoras, por meio dos indicadores estabelecidos no Módulo.

A Tabela 4 apresenta as faixas de valores para o fornecimento realizado com tensões nominais de 220/127V, que é o caso das áreas estudadas, Teresina e sua região metropolitana.

3 COLETA DE DADOS

Os dados utilizados para a pesquisa foram leituras de transformadores obtidas através do analisador IMS Power NET P-600, responsável pelas medições em transformadores de Teresina e região metropolitana.

As leituras dos transformadores possuem muitas informações acerca de variação de tensão, corrente, potência ativa, potência aparente, entre outros. No entanto, a presente pesquisa deteve-se na análise dos dados de variação de tensão em vários pontos de fornecimento de energia elétrica durante o ano de 2017.

Para análise, foi necessária a disposição em planilha Excel dos dados coletados. Sendo todas as leituras coletadas em baixa tensão e subdivididas em quatro trimestres. Em cada trimestre foi realizada uma média dos valores de tensão por grupo de potência de transformadores (75KVA, 112,5KVA, entre outras potências) e os valores comparados com as tabelas de tensão contidas na norma.

O banco de dados utilizados na pesquisa abrange 255 transformadores, quantificados por trimestre da seguinte forma: primeiro trimestre com 72 transformadores, segundo trimestre com 54, terceiro trimestre com 66 e o quarto trimestre com 63 transformadores. Cada transformador possui variadas leituras, totalizando 141206 leituras, realizadas em intervalos consecutivos de 10 minutos cada, em conformidade com a norma.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das leituras referentes ao primeiro trimestre de 2017 foram realizadas, obtendo-se os valores da Tabela 6:

Tabela 6 – Média dos níveis de tensão do primeiro trimestre de 2017

Potência dos transformadores	Quantidade de transformadores	Quantidade de leituras	Média de Van [V]	Média de Vbn [V]	Média de Vcn [V]
45	4	2006	217,1	215,4	208,4
112,5	20	9821	224,8	226,4	226,3
150	13	6586	225,1	225,3	225,0
75	21	9815	222,4	222,1	222,1
225	7	3541	219,9	219,5	221,5
500	3	2392	219,7	221,1	220,7
15	2	3146	207,6	213,4	214,0
300	2	1119	217,7	219,7	219,1
Total Geral	72	38426	221,4	222,3	222,1

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi realizado o mesmo procedimento com os dados do segundo trimestre de 2017, como mostra a Tabela 7 a seguir:

Tabela 7 – Média dos níveis de tensão do segundo trimestre de 2017

Potência dos transformadores	Quantidade de transformadores	Qtd de leituras	Média de Van avg [V]	Média de Vbn avg [V]	Média de Vcn avg [V]
45	3	3492	217,5	213,7	211,6
112,5	20	10069	227,1	226,2	224,8
150	13	7115	230,5	230,6	229,6
75	11	8477	222,4	220,4	220,5
225	5	5275	225,2	226,6	224,6
300	2	841	232,8	231,8	228,1
Total Geral	54	35269	225,6	224,6	223,5

Fonte: Elaborado pelo autor

O mesmo procedimento do cálculo das médias dos níveis de tensão foi realizado para o terceiro e quarto trimestre, como mostram as Tabelas 8 e 9:

Tabela 8 – Média dos níveis de tensão do terceiro trimestre de 2017

Potência dos transformadores	Quantidade de transformadores	Qtd de leituras	Média de Van avg [V]	Média de Vbn avg [V]	Média de Vcn avg [V]
45	3	2149	218,9	220,4	220,7
112,5	26	14821	225,2	221,6	226,2
150	18	9187	226,4	226,8	228,4
75	13	8067	211,0	222,3	216,4
225	2	845	233,6	235,1	235,1
750	1	571	224,9	224,2	224,6
30	3	2131	222,0	224,6	226,4
Total Geral	66	37771	222,1	223,4	224,5

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 9 – Média dos níveis de tensão do quarto trimestre de 2017

Potência dos transformadores	Quantidade de transformadores	Qtd de leituras	Média de Van avg [V]	Média de Vbn avg [V]	Média de Vcn avg [V]
45	2	3166	218,8	220,8	225,2
112,5	23	10589	210,9	219,9	219,4
150	6	3276	216,3	218,1	218,0
75	22	8838	216,1	218,1	218,1
225	9	2580	218,9	220,5	220,8
300	1	1291	227,2	228,6	228,3
Total Geral	63	29740	215,3	219,7	220,0

Fonte: Elaborado pelo autor

Devido à tensão nominal nos pontos de conexão serem de 220/127V na região estudada, foram considerados como base para os valores de referência aqueles contidos na Tabela 4 do Módulo 8 do PRODIST.

Como pode-se perceber, ao comparar os valores das médias dos níveis de tensão, em geral, com os valores de referência, não houve modificações discrepantes em relação aos valores classificados como adequado. Isso pode demonstrar que os níveis de tensão, quando analisado em linhas gerais, não apresentam grandes problemas. No entanto, ao analisar os dados de maneira mais particular, por transformador, é possível identificar, em alguns transformadores, apresentação de valores de tensão dentro dos níveis precário e crítico, necessitando assim de melhorias.

A Tabela 10 apresenta de maneira mais detalhada os dados de tensão de alguns dos transformadores do primeiro trimestre. As tensões que estão destacadas em verde são aquelas que apresentam valores abaixo do limite mínimo e aquelas que estão destacadas em vermelho apresentam níveis de tensão acima do limite máximo indicado pela ANEEL.

Tabela 10 – Tensões dos transformadores do primeiro trimestre de 2017

Potência dos transformadores	Qtd de leituras	Média de Van [V]	Média de Vbn [V]	Média de Vcn [V]
45	2006	217,1	215,4	208,4
004927-1 45KVA	557	231,3	217,3	172,7
Z5 45KVA 123	291	224,1	226,8	226,8
Z34 45KVA 132	586	197,2	198,8	216,0
Z44 45KVA 123	572	220,2	224,8	226,0
112,5	9821	224,8	226,4	226,3
F 112,5KVA 132	712	237,0	239,3	237,9
B 112,5KVA 123	279	215,8	217,0	218,5
E 112,5 KVA 132	684	228,4	232,3	230,4
H 112,5KVA 132	680	216,0	218,6	216,7
R 112,5KVA 123	687	226,6	229,3	227,7
S 112,5KVA 123	537	222,1	222,2	222,9
T 112,5KVA 123	530	229,0	229,6	230,4
U 112,5KVA 123	562	218,7	220,7	221,3
V 112,5KVA 123	534	229,9	230,2	229,8
Y 112,5KVA 132	251	228,5	229,6	230,1
Z 112,5KVA 132	251	231,7	232,9	232,7
Z2 112,5KVA 123	246	212,2	211,5	210,9
Z4 112,5KVA 123	253	220,9	220,7	221,0
Z11 112,5KVA 123	572	231,4	233,1	232,4
Z21 112,5KVA 123	576	228,2	230,2	229,0
Z22 112,5KVA 123	569	240,2	239,0	243,0
Z27 112,5KVA 123	534	208,6	211,5	211,7
Z35 112,5KVA 132	252	215,4	217,1	216,3
Z43 112,5KVA 123	555	220,2	221,4	221,4
Z45 112,5KVA 132	557	219,1	221,6	223,1

Potência dos transformadores	Qtd de leituras	Média de Van [V]	Média de Vbn [V]	Média de Vcn [V]
75	9815	222,4	222,1	222,1
G 75KVA 123	678	217,6	219,6	217,1
I 75KVA 123	293	223,4	224,2	224,6
K 75KVA 132	288	212,7	214,3	213,5
L 75KVA 123	282	213,0	214,2	214,1
O 75KVA 123	681	222,6	224,0	223,9
P 75KVA 123	686	224,7	228,4	228,2
W 75KVA 132	540	228,7	228,2	229,4
X 75KVA 123	564	222,2	221,2	219,0
Z3 75KVA 123	252	221,0	219,0	222,3
Z6 75KVA 123	291	224,1	226,8	226,8
Z7 75KVA 123	294	222,9	224,6	224,2
Z9 75KVA 123	552	229,5	229,6	229,4
Z17 75KVA 123	547	221,1	222,8	222,6
Z19 75KVA 123	543	217,5	217,5	220,6
Z23 75KVA 132	577	240,8	240,9	242,9
Z25 75KVA 123	436	222,1	224,4	222,6
Z28 75KVA 132	570	227,4	226,6	226,4
Z32 75KVA 132	512	216,1	190,8	191,3
Z33 75KVA 132	583	212,9	214,2	214,9
Z38 75KVA 123	395	217,2	220,7	220,3
Z40 75KVA 123	251	222,5	225,0	224,4
500	2392	219,7	221,1	220,7
C 500KVA 132	1428	224,7	226,0	225,4
Z24 500KVA 132	432	212,5	214,4	214,2
Z29 500KVA 132	532	212,0	213,4	213,2
Total Geral	24034	222,7	223,2	222,5

Fonte: Elaborado pelo autor

É importante ressaltar que os transformadores, ao apresentarem valores elevados ou muito abaixo do nível adequado, implicam numa preocupante situação, pois os valores de tensões fora dos valores de referência se repetiram muitas vezes, uma vez que não se trata de valores absolutos, mas de uma média de tensão.

5 CONCLUSÕES

Durante a realização da pesquisa, pode-se perceber que os transformadores de 112,5KVA de potência foram os que apresentaram mais frequentemente violação dos níveis de tensão. Portanto é conveniente que haja um investimento em inspeção técnica nesses transformadores com a finalidade de descobrir possíveis defeitos ou ainda verificar se os transformadores nessas regiões estão trabalhando em sobrecarga e, assim, é possível detectar se há necessidade da troca de transformador, para um com potência mais adequada à carga.

Além disso, foi possível perceber que ao trabalhar com médias de tensão geral dos transformadores subdivididos pela categoria de potência, não foi possível obter uma análise real da situação dos transformadores, pois aparentemente não havia violação dos valores de tensão.

Entretanto, ao analisar as médias de transformadores individualmente foi possível perceber que houve diversas transgressões dos valores de tensão adequado fornecidos pela norma. Por conseguinte, ao analisar valores de médias de tensão, é imprescindível que seja realizada de maneira individual, a fim de se obter um resultado mais preciso.

Vale ressaltar ainda que a maioria dos transformadores se encontra em pleno estado de funcionamento, sem apresentação de violações nos níveis de tensão. Porém, conforme apresentado, há uma necessidade de melhorias em alguns transformadores de Teresina e região metropolitana, de modo a fornecer uniformemente uma energia de qualidade para toda a região.

O desenvolvimento desta pesquisa foi de suma importância pois requereu uma série de conhecimentos interdisciplinares dentro do curso de Engenharia Elétrica, tais como Estatística, Metodologia, Qualidade de Energia, Eficiência Energética e Distribuição de Energia Elétrica. Com isso, foi possível desenvolver habilidades específicas nessas áreas e o aluno conseguiu compreender de maneira mais profunda algumas normas e a aplicabilidade das disciplinas fora da sala de aula.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução nº 61, de 29 de Abril 2004. Estabelece as disposições relativas ao ressarcimento de danos elétricos em equipamentos elétricos instalados em unidades consumidoras, causados por perturbação ocorrida no sistema elétrico. **Ministério de Minas e energia.**

LOPEZ, R. A. **Qualidade na Energia Elétrica: Efeitos dos distúrbios, diagnósticos e soluções.** São Paulo: Artliber, 2013.

MACHADO, M. R.M; PRADO, C.C. **Influência da distorção harmônica na qualidade da energia elétrica.** Disponível em: < <https://pt.scribd.com/document/313143021/Influencia-da-Distorcao-Harmonica-na-Qualidade-da-Energia-Eletrica>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

PIRES, I. A. **Caracterização de harmônicos causados por equipamentos eletro-eletrônicos residenciais e comerciais no sistema de distribuição de energia elétrica.** [S.l.]: PPGEE – UFMG, 2006.

ROCHA, J. E. **Qualidade da Energia Elétrica.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

RODRIGUES, A. M. **Influência da distorção e de desequilíbrios em medidores de energia elétrica ativa.** Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2009. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/38.pdf>>. Acesso em: ago/2018.

APPLICATION OF ENGINEERING IN THE ANALYSIS OF TRANSFORMERS VOLTAGE LEVELS IN TERESINA AND METROPOLITAN REGION IN THE YEAR 2017

Abstract: *This research consists of a systematic study of the quality of electricity supply in the city of Teresina and the metropolitan region. The study consisted of three stages: the first from bibliographical research, the second by obtaining the data of variation of voltage, current and power of some transformers, data that were collected in the year 2017, and the third stage consisted in the analysis of the data, being performed exclusively the analysis of the voltage levels. We verified which transformers presented transgressions of the voltage values, according to the normative of the National agency of Electric Energy. Therefore, it was possible to realize that the majority of the transformers did not present many problems with the voltage levels. However, in specific cases, some of them presented exorbitant values of the voltage levels, indicating the need to improve the quality of electricity supply in these regions. It is important to highlight that those who presented transgressions of the most frequent voltage levels were the transformers of 112, 5KVA, which indicates a need to inspect this type of machine in order to improve its performance. This work was of paramount importance, because it demanded the knowledge of various disciplines of the engineering course, such as power quality, energy efficiency and distribution of electricity.*

Key-words: *Voltage. Power Quality. Transformers.*