UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

MODELO MATEMÁTICO PARA REDIMENSIONAMENTO DE MOTORES ELÉTRICOS TRIFÁSICOS SUPERDIMENSIONADOS

MARCIO MASSASHIKO HASEGAWA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção de título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU-SP
Julho - 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

MODELO MATEMÁTICO PARA REDIMENSIONAMENTO DE MOTORES ELÉTRICOS TRIFÁSICOS SUPERDIMENSIONADOS

MARCIO MASSASHIKO HASEGAWA

Orientador: Prof. Dr. Nelson Miguel Teixeira

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção de título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU-SP
Julho - 2003

À memória de meu pai
Massao Hassegawa.

À minha inestimável mãe
Shizuko Hassegawa.

À minha esposa Selma e minha filha Maria Eduarda.

À toda a minha família,
dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela graça recebida.

Ao prof. Dr. Nelson Miguel Teixeira, pela orientação, dedicação, determinação e ensinamentos, atitudes essenciais na elaboração desta pesquisa.

À empresa Açúcar e Álcool Bandeirantes S.A., pela autorização na coleta de dados.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus de Botucatu - SP.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia e Economia Rural da Faculdade de Agronomia - Campus "Luiz Meneghel" da Universidade Estadual do Paraná - Bandeirantes - PR.

Ao Wesley Gallioti, pela colaboração no desenvolvimento dos programas computacionais.

À professora Alba Y. Matida Fernandes, pela colaboração na tradução dos textos.

Aos meus familiares e amigos pelos incentivos e colaborações na elaboração da pesquisa.

SUMÁRIO

1 RESUMO 1
SUMMARY 3
2 INTRODUÇÃO 5
3 REVISÃO DE LITERATURA 7
3.1 Considerações sobre motores elétricos assíncronos 7
3.2 Conservação de energia 11
3.3 Fator de potência 20
3.4 Fatores relevantes na seleção de motores elétricos 21
3.5 Conservação de energia elétrica em motores nos processos agroindustriais 24
4 MATERIAL E MÉTODOS 28
4.1 Material 29
4.1.1 Características dos equipamentos e motores elétricos analisados 29
4.1.2 Microcomputador 38
4.1.3 Programas de computadores 38
4.2 Métodos 38
4.2.1 Considerações Gerais 38
4.2.2 Aquisição de dados em campo da corrente elétrica nos motores 39
4.2.3 Modelos estatísticos 39
4.2.4 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método porcentagens das cargas 40
4.2.5 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método aquisição de coordenadas reais de imagens digitais 46
4.2.6 Programa computacional 47
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 50
5.1 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método aquisição de coordenadas reais de imagens digitais 52
5.2 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método porcentagens das cargas 60

5.3 Resultados comparativos entre modelos matemáticos de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método porcentagens das cargas e através do método aquisição de coordenadas reais de imagens digitais 68
5.3.1 Análise dos valores das potências útil e nominal 68
5.3.2 Análise dos valores das correntes de operação 69
5.3.3 Análise dos valores médios do fator de potência 71
5.3.4 Análise dos valores médios do fator de utilização 72
5.4 Simulação na utilização das metodologias 73
5.4.1 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método aquisição de coordenadas reais de imagens digitais. 73
5.4.2 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método porcentagens das cargas 80
6 CONCLUSÕES 89
7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS 93
APÊNDICE 103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados principais de alguns motores elétricos trifásicos 440 V de 4 pólos, encontrados em catálogos do fabricante WEG. 10
Quadro 2 - Evolução do consumo de energia elétrica no Brasil. 12
Quadro 3 - Relação de motores no setor Estação de Tratamento de Água, tensão 440V. 30
Quadro 4 - Relação de motores no setor Esteiras, tensão 440V. 30
Quadro 5 - Relação de motores no setor Caldeira 1, tensão 440V. 31
Quadro 6 - Relação de motores no setor Caldeira 4, tensão 440V. 31
Quadro 7 - Relação de motores no setor Caldeira 2, tensão 440V. 32
Quadro 8 - Relação de motores no setor Vinhaça, tensão 380 V. 32
Quadro 9 - Relação de motores no setor Caldeira 3, tensão 440V. 33
Quadro 10 - Relação de motores no setor Serviços Auxiliares, tensão 220V. 33
Quadro 11 - Relação de motores no setor Fabricação de Açúcar, tensão 440V. 34
Quadro 12 - Relação de motores no setor Moenda, tensão 440V. 35
Quadro 13 - Relação de motores no setor Fabricação Turbinas, tensão 440V. 36
Quadro 14 - Relação de motores no setor Destilaria, tensão 380V. 37
Quadro 15 - Relação de motores no setor Bomba d'Água - 440V. 37
Quadro 16 - Modelos de equações de ajustamento utilizadas para analisar o comportamento dos parâmetros elétricos dos motores. 40
Quadro 17 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Estação de Tratamento de Água - 440V 52
Quadro 18 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 1 - 440V 53
Quadro 19 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 2 - 440V 53
Quadro 20 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 3 - 440V 54
Quadro 21 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 4 - 440V 54
Quadro 22 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Esteiras - 440V 55
Quadro 23 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Bomba d'Água - 440V 55
Quadro 24 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Fabricação - Açúcar - 440V 56

Quadro 25 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Fabricação - Turbinas - 440V 57
Quadro 26 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Moenda - 440V 58
Quadro 27 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Destilaria - 380V 59
Quadro 28 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Estação de Tratamento de Água - 440V 60
Quadro 29 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 1 - 440V 61
Quadro 30 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 2 - 440V 61
Quadro 31 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 3 - 440V 62
Quadro 32 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 4 - 440V 62
Quadro 33 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Esteiras - 440V..... 63
Quadro 34 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Bomba d'Água - 440V 63
Quadro 35 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Fabricação - Açúcar - 440V 64
Quadro 36 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Fabricação - Turbinas - 440V 65
Quadro 37 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Moenda - 440V 66
Quadro 38 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Destilaria - 380V 67
Quadro 39 - Resultados comparativos entre potência nominal e útil em cv. 69
Quadro 40 - Resultados comparativos entre as correntes de operação em ampère. 70
Quadro 41 - Médias comparativas entre os fatores de potência em %..... 71
Quadro 42 - Médias comparativas entre os fatores de utilização em %. 73
Quadro 43 - Resultados comparativos entre os métodos imagem digital e porcentagens das cargas. 88

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Cargas equilibradas em Y e ?..... 42
Figura 2 - Tela do dimensionamento de motores 48
Figura 3 - Potência útil X corrente de operação. 74
Figura 4 - Rotação X corrente de operação. 75
Figura 5 - Fator de potência X Potência útil. 76
Figura 6 - Rendimento X Potência útil. 76
Figura 7 - Corrente de operação X Potência útil. 77
Figura 8 - Rotação X corrente de operação. 78
Figura 9 - Fator de potência X Potência útil. 79
Figura 10 - Rendimento X Potência útil. 79
Figura 11 - Tela do dimensionamento de motores pelo método imagens digitais 80
Figura 12 - Potência útil X corrente de operação. 82
Figura 13 - Rotação X corrente de operação. 83
Figura 14 - Fator de potência X Potência útil. 83
Figura 16 - Corrente de operação X Potência útil. 85
Figura 17 - Rotação X corrente de operação. 85
Figura 18 - Fator de potência X Potência útil. 86
Figura 19 - Rendimento X Potência útil. 87
Figura 20 - Tela do dimensionamento de motores pelo método porcentagens das cargas. 88

LISTA DE EQUAÇÕES

1 - Conjugado de partida com tensão reduzida 23
2 - Conjugado máximo com tensão reduzida 23
3 - Impedância do motor por fase 42
4 - Corrente de fase 43
5 - Corrente de fase a 100% da potência nominal 43
6 - Corrente de fase a 75% da potência nominal 43
7 - Corrente de fase a 50% da potência nominal 43
8 - Escorregamento a 100% da potência nominal 44
9 - Conjugado motor 44
10 - Potência mecânica solicitada 44
11 - Potência nominal 44
12 - Potência nominal a 75% da carga 44
13 - Potência nominal a 50% da carga 44
14 - Velocidade nominal 44
15 - Potência nominal 44
16 - Potência nominal a 75% de carga 44
17 - Potência nominal a 50% de carga 45
18 - Conjugado motor a 75% da potência nominal 45
19 - Conjugado motor a 50% da potência nominal 45
20 - Escorregamento a 75% da potência nominal 45
21 - Escorregamento a 50% da potência nominal 45

1 RESUMO

O presente trabalho objetiva a elaboração de um modelo matemático que, através da obtenção de parâmetros elétricos de um motor em regime de trabalho, analise a possibilidade de substituição do mesmo por um de menor potência, obtendo-se economia de energia. Elaborou-se um programa computacional, que proporciona análise da eficiência energética no uso de máquinas elétricas em uma agroindústria canavieira.

A linguagem computacional Visual Basic da Microsoft, foi utilizada na elaboração de dois processos para obtenção de modelos matemáticos.

Um dos métodos utiliza valores obtidos em catálogos, tais como, rendimento e fator de potência para as condições de 50%, 70% e 100% da potência nominal, que foi denominado Método Porcentagens das Cargas. Através desses valores foram possíveis obter as equações das curvas características dos motores para as condições de cargas mencionadas.

O outro método utiliza um programa computacional específico para aquisição de coordenadas reais de imagens digitais, ou seja, obtenção das coordenadas das curvas características dos motores, que foi denominado Método Imagens Digitais. Ambos

permitirão obter a regressão das curvas características que servirão para o desenvolvimento do programa de análise do motor.

Os dados de entrada são os valores de potência nominal, número de pólos, tensão, rotação nominal e corrente de operação do motor em análise que processados, calculam os valores da potência utilizada, fator de potência, rendimento, rotação, escorregamento e fator de utilização.

Caso o fator de utilização seja inferior a 70%, o programa recomenda a troca do motor, simulando seu funcionamento de maneira otimizada para as novas condições de potência. Serão calculados então: corrente de operação, potência nominal, potência utilizada, fator de potência, rendimento, rotação, escorregamento e fator de utilização.

Tomando-se como exemplo a simulação para um motor com potência 30 cv, tensão 440 V, freqüência 60 Hz, 4 pólos e corrente de operação 16 A, o programa mostra que o motor está superdimensionado e executa os dois métodos descritos a seguir.

Para o método das imagens digitais foram otimizadas na seguinte situação: diminuição da potência nominal de 30 cv para 7,5 cv, diminuição da corrente de operação de 16 A para 8,03 A, aumento no fator de potência de 40,75% para 79,22%, aumento no rendimento de 72,25% para 87,61% e aumento no fator de utilização de 19,24% para 79,97%.

Para o método das porcentagens das cargas foram otimizadas na seguinte situação: diminuição da potência nominal de 30 cv para 7,5 cv, diminuição da corrente de operação de 16 A para 9,01 A, aumento no fator de potência de 51,65% para 80,24%, diminuição desprezível no rendimento de 88,84% para 88,35% e aumento no fator de utilização de 22,01% para 88,04%.

Dos resultados obtidos, observou-se uma paridade entre os dois métodos analisados, não se verificando grandes diferenças entre os valores adquiridos.

Os resultados corroboram com Porto (1994) que também pesquisou eficiência energética em segmento agroindustrial.

MATHEMATICAL MODEL FOR REDIMENSIONING OF SUPERDIMENSIONED THREE-PHASE ELECTRIC MOTORS. Botucatu, 2003, 135p.

Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARCIO MASSASHIKO HASEGAWA

Adviser: NELSON MIGUEL TEIXEIRA

SUMMARY

This work has as main purpose the development of a mathematical model which, through the use of electrical parameter of a motor in working process, analyzes the possibility of replacement of the same one by another with lower power in order to save more energy. A computer program has been elaborated and provides the energetic efficiency of the electric machines in a sugar cane agricultural industry.

The computer language Visual Basic of Microsoft has been used in two processes in order to get the mathematical model.

One of the methods use values obtained in catalogs such as power output and factors to the conditions of 50%, 70% and 100% of the nominal power that was named Percentage of Charge Method. Through these values to get the equation of characteristic curves of the motors above mentioned.

The other method uses a specific computer program by receiving real coordinate of digital images that was named Digital Image Method. Both processes will allow to acquire the regression of characteristic curves that will be useful to develop the program of motor analysis.

The entrance data are the nominal power, quantity of poles, tension, nominal rotation e motor operation current in analysis once developed, calculate the value of the power used, power factor, output, rotation, slipping and utilization factor.

But in case the utilization factor is less than 70% the plan advises to change motor, simulating its functioning in a optimized way to the new power condition. Then will be evaluate the operation current, nominal power, used power, power factor.

It has been taken as a model a motor simulator with 29.6 hp power, tension 440 V, 60 Hz, 4 poles and current operation 16 A, the program shows that the motor is superdimentioned and performs the two methods described as follows.

According to the method digital image it was presented a reduction of nominal power from 29.6 hp to 7.4 hp, reduction of operation current from 16 A to 8.03 A, increase in power factor from 40.75% to 79.22%, output increase from 72.25% to 87.61%, utilization factor increase from 19.29% to 79.97%.

As demonstrated by the method of change percentage it was optimized like this: nominal power reduction from 29.6 hp to 7.4 hp, operation current reduction from 16 A to 9.01 A, power factor increase from 51.65% to 80.24%, a very slight output reduction from 88.84% to 88.35% and utilization factor increase from 22.01% to 88.04%.

Comparing the results it has gotten the conclusion of the similarity between the analyzed methods and almost no differences of the acquired values.

The results corroborate to Porto (1994) who has also done researches about energetic efficiency in agricultural industry segment.

Keywords: electric motor, energetic efficiency, program of motor analysis

2 INTRODUÇÃO

A economia de energia pode ser obtida através de atitudes, que visam a contribuição na redução nos gastos com o consumo de energia, pela sociedade como um todo. Em conseqüência, possibilita postergar a necessidade da ampliação da rede geradora de energia, canalizando tais recursos para outras finalidades e também colaborando na preservação ambiental.

Devido as perspectivas de apagões e racionamentos de energia no sistema elétrico nacional, problemas estes que nem sempre são de origem climática, constata-se a necessidade em avaliar as instalações elétricas como instrumento de racionalização no uso da energia elétrica, evitando desperdícios em sua utilização.

Em recente avaliação realizada pela PROCEL, constatou-se que 50% das cargas elétricas industriais são compostas por motores de indução, chegando até a 70% em determinadas regiões. Porém, a parcela de motores que apresentam dimensionamentos além do recomendado ou que acionam cargas inferiores à sua capacidade de acionamento, apresentam-se em números muito elevados. Esses problemas muitas vezes são ocasionados pelos fabricantes que desenvolvem novos equipamentos e não levam em consideração o

correto dimensionamento do conjunto máquina-motor, ou então, utilizam fatores de segurança exagerados, ambos ocasionando superdimensionamentos.

Os motores elétricos de indução, apesar de serem máquinas elétricas muito eficientes, apresentam grande potencial de conservação de energia pelo fato de se apresentarem em grande quantidade de unidades e diversidades de potência e também pelo dimensionamento inadequado.

Pelo exposto, na presente pesquisa, serão analisados os comportamentos dos motores elétricos em funcionamento em uma agroindústria canavieira, em quantidade considerável de motores elétricos, que apresentam necessidades de conservação de energia.

Através desses modelos matemáticos, serão possíveis as aquisições de parâmetros elétricos relacionados ao funcionamento do motor possibilitando avaliar o seu dimensionamento. Caso estiver superdimensionado, o programa computacional redimensionará o motor, visando o uso racional de energia. A metodologia adotada favorece também a análise de outros motores elétricos que necessitem de conservação de energia, mesmo não sendo de uma agroindústria canavieira.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A literatura utilizada no presente trabalho será desenvolvida considerando-se as seguintes subdivisões: considerações sobre motores elétricos assíncronos, conservação de energia, fator de potência, fatores relevantes na seleção de motores elétricos e conservação de energia elétrica em motores nos processos agroindustriais.

3.1 Considerações sobre motores elétricos assíncronos

O acionamento de máquinas e equipamentos mecânicos por motores elétricos é um assunto de extraordinária importância econômica. Estima-se que o mercado mundial de motores elétricos de todos os tipos seja da ordem de uma dezena de bilhões de dólares por ano. No campo dos acionamentos industriais, avalia-se que de 70 a 80% da energia elétrica consumida pelo conjunto de todas as indústrias seja transformada em energia mecânica através de motores elétricos, conclui Lobosco & Dias (1988). Complementa a afirmação, que se admitindo um rendimento médio da ordem de 80% do universo de motores

em aplicações industriais, cerca de 15% da energia elétrica industrial, transforma-se em perdas nos motores.

Conforme a publicação do Catálogo Geral de Motores Elétricos da WEG (2000) o motor elétrico é a máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. É o mais usado de todos os tipos de motores, pois combina as vantagens da utilização de energia elétrica – baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando – com sua construção simples, custo reduzido, grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos.

As máquinas de indução podem ser também consideradas como máquinas de excitação única, conforme Kosow (1982), porque são aplicadas a seu estator apenas tensões alternadas polifásicas.

Seu funcionamento normalmente é com velocidade constante, variando ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo, de acordo com WEG (2000), e devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo, é o motor mais utilizado de todos, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas acionadas, encontradas na prática.

De todos os tipos de motores, o motor de indução de rotor de gaiola de esquilo é o mais simples no aspecto construtivo, segundo Kosow (1982), pois não tem comutador, nem anéis coletores, nem quaisquer contatos móveis entre o rotor e o estator. Esse tipo de construção leva muitas vantagens, inclusive a uma operação isenta de manutenção, indicando-se sua aplicação em localizações remotas, e sua operação em situações severas de trabalho onde a poeira e outros materiais abrasivos sejam fatores a serem considerados.

Earp (1950), relata que a facilidade de partida, ampla faixa de temperatura de operação e baixo custo operacional dos motores elétricos trifásicos seja preferido para o acionamento de um grande número de máquinas no meio rural.

A característica do motor do tipo rotor em curto-circuito é o mais comum, apresentando de modo geral, um conjugado reduzido, conforme Piedade (1985).

Em relação aos rendimentos dos motores de indução Falcone (1985), relata que se situa numa larga faixa com valores mais baixos para os de pequena potência e mais altos para os de média e grande potências, ou seja, dependem do tamanho e do número de pólos dos motores.

Godinho (1986), conclui que o ciclo de operação dos motores elétricos, em função de suas características e das solicitações da carga, flutua de forma sensível, desde sua partida até o seu desligamento. As características mecânicas da máquina a ser acionada e sua maior ou menor inércia, de acordo com Arrudas (1971), também devem ser levadas em consideração na seleção de motores elétricos para acionar os mais variados tipos de máquinas e equipamentos usados em todo tipo de aplicação.

Em seus estudos Teixeira (1991), observa que estes itens implicam numa maior facilidade para a máquina ser levada da situação de rotor bloqueado até à velocidade nominal, em função das características do conjugado de partida do motor e o ciclo de carga que atenderia.

Na seleção de motores a serem utilizados em acionamentos de máquinas, devem ser utilizados critérios técnicos para que o mesmo não seja sobredimensionado, funcionando com carga parcial, que segundo Kuznetsov (1979), resultam em baixo fator de potência, devido à quase toda corrente absorvida ser utilizada para a magnetização do motor. Nem subdimensionado, a ponto de uma sobrecarga momentânea exceder seu torque máximo, saindo de seu ponto de funcionamento e estabilidade. Segundo Lobosco (1988), este fato tem como conseqüência o aparecimento de um conjugado frenante que reduzirá a velocidade do sistema até a completa parada.

O motor deve satisfazer os seguintes critérios citados por Lopes et al. (1977): fornecer o máximo conjugado exigido pela carga, não atingir temperaturas inadmissíveis quando em operação contínua, e acelerar a carga em tempo suficiente curto, para que o aquecimento não venha a danificar as características físicas dos materiais isolantes.

No Quadro 1, são apresentados alguns dados principais de motores elétricos encontrados em catálogos de fabricantes.

Quadro 1 – Dados principais de alguns motores elétricos trifásicos 440 V de 4 pólos, encontrados em catálogos do fabricante WEG.

Potência (cv)	RPM	Corrente nominal em 440 V (A)	Corrente com rotor bloqueado Ip/In	Conjugado nominal Cn (Nm)	Conjugado com rotor bloqueado Cp/Cn	Conjugado máximo Cmáx/Cn	Rendimento ?%			Fator de potência Cosf			Fator de serviço FS
							% da potência nominal						
							50	75	100	50	75	100	
0,75	1720	1,45	5,5	3,06	3,0	3,2	60,0	69,0	71,0	0,49	0,60	0,70	1,15
1,00	1730	1,54	6,2	4,06	2,5	2,9	70,0	74,0	78,0	0,64	0,77	0,82	1,15
1,50	1700	2,39	5,4	6,20	2,4	2,6	69,0	72,0	72,7	0,63	0,76	0,83	1,15
2,00	1720	3,23	6,4	8,17	2,5	3,2	75,0	77,5	80,0	0,54	0,69	0,76	1,15
3,00	1710	4,28	6,8	12,30	2,6	3,0	78,0	79,0	79,3	0,70	0,80	0,85	1,15
4,00	1710	5,95	7,3	16,40	2,5	2,8	79,5	81,0	82,0	0,61	0,73	0,81	1,15
5,00	1715	7,05	7,6	20,50	2,9	3,1	82,5	84,3	84,8	0,65	0,77	0,81	1,15
6,00	1730	8,15	7,4	24,40	2,3	2,7	83,2	84,0	84,2	0,72	0,81	0,86	1,15
7,50	1740	9,95	7,0	30,30	2,2	2,8	87,0	88,0	88,5	0,66	0,77	0,82	1,15
10,00	1760	13,10	7,8	39,90	2,3	3,0	86,0	87,0	89,0	0,66	0,78	0,84	1,15
12,50	1755	16,00	8,3	50,00	2,5	2,9	85,8	87,5	87,7	0,65	0,78	0,86	1,15
15,00	1755	19,00	8,3	60,00	2,3	2,8	86,8	88,2	88,3	0,70	0,81	0,86	1,15
20,00	1760	26,40	6,0	79,80	2,2	2,3	88,0	89,3	89,8	0,69	0,79	0,83	1,15
25,00	1760	32,80	6,5	99,80	2,3	2,5	88,2	90,0	90,1	0,66	0,77	0,82	1,15
30,00	1770	37,80	7,5	119,00	2,8	2,8	89,5	90,2	91,0	0,70	0,80	0,84	1,15
40,00	1770	51,00	6,6	159,00	2,3	2,5	89,5	90,5	91,0	0,74	0,82	0,85	1,15
50,00	1770	61,50	6,6	198,00	2,3	2,4	90,2	91,7	91,7	0,76	0,83	0,86	1,15
60,00	1770	76,00	6,7	238,00	2,2	2,4	90,2	91,7	91,7	0,75	0,82	0,85	1,15
75,00	1770	87,50	7,4	298,00	2,2	2,7	90,3	91,7	91,6	0,76	0,84	0,88	1,00
100,00	1775	123,00	8,8	396,00	3,2	3,2	90,0	92,0	92,5	0,70	0,80	0,87	1,00
125,00	1770	140,00	7,0	496,00	2,5	2,6	93,5	94,0	93,7	0,82	0,88	0,90	1,00
150,00	1785	177,00	8,0	590,00	2,4	2,5	89,0	91,3	92,0	0,82	0,87	0,89	1,00
175,00	1780	220,00	8,0	691,00	2,5	2,5	90,4	92,0	92,7	0,80	0,83	0,85	1,00
200,00	1780	240,00	7,5	789,00	2,4	2,5	90,5	92,5	93,4	0,81	0,85	0,88	1,00
250,00	1785	292,00	8,0	984,00	3,0	2,8	90,8	93,0	93,5	0,80	0,85	0,89	1,00
270,00	1785	316,00	7,2	1062,00	1,9	1,9	92,1	93,9	94,5	0,79	0,85	0,88	1,00
300,00	1780	370,00	6,4	1184,00	2,0	2,8	93,6	94,6	94,7	0,70	0,79	0,83	1,00

Fonte: WEG, 2000.

Os motores considerados de alto rendimento, conforme WEG (2000), são os motores projetados para, fornecendo a mesma potência útil (na ponta do eixo) que outros tipos de motores, consumirem menos energia elétrica da rede. Construtivamente os motores de alto rendimento possuem as seguintes características: chapas magnéticas de melhor qualidade (aço silício); maior volume de cobre, que reduz a temperatura de operação; enrolamentos especiais, que produzem menos perdas estatóricas; rotores tratados termicamente, reduzindo perdas rotóricas; altos fatores de enchimento das ranhuras, que provêm melhor dissipação do calor gerado; anéis de curto circuito dimensionados para reduzir as perdas Joule; e projetos de ranhuras do motor são otimizadas para incrementar o rendimento.

Em estudo realizado por Latorre (1990), constatou que o uso de força motriz nas indústrias do Brasil abrangendo cerca de 50.000 motores, cerca de 50% operava com índice de carregamento abaixo de 80%. Sendo que em casos que o motor não parta sob carga, são recomendados índices de carregamento entre 80 a 100%. Cerca de 24,1% do total de motores analisados, estavam operando no máximo com 60% de carregamento.

Com o advento de materiais melhores e mais resistentes à temperatura, desenvolveram -se motores mais compactos e com melhores características de desempenho (rendimento e fator de potência), relata Silva Neto et al. (1999) e acrescenta que um motor atual representa 10% do tamanho de um motor de igual potência produzido no início do século.

3.2 Conservação de energia

A energia mais cara é aquela que não está disponível, por essa razão a inteligência fará o homem entender que a economia e a discrição no uso deste bem favorecerá a sua disponibilidade e diminuirá os riscos de escassez, segundo Teixeira (1999).

Tentar compreender a questão da conservação de energia sob o ponto de vista do consumidor não é uma tarefa trivial. As empresas do setor energético brasileiro, quando deparadas com o desafio de promover ações de conservação de energia, dificilmente conseguem ultrapassar os limites do paternalismo. Mudar este paradigma requer não apenas

uma disposição de caráter de política empresarial, mas uma verdadeira reeducação dos quadros gerenciais das empresas que gerem o nosso setor energético, cita Leonelli (1996).

Para Teixeira (2001), a falta de investimento no setor energético aliado à escassez de recursos naturais, faz da racionalização do uso de energia elétrica uma ferramenta de apoio imprescindível para o crescimento do país.

A conservação de energia elétrica, não se restringe apenas ao acionamento de máquinas elétricas. Outro setor que merece atenção é o da iluminação que surge como um dos mais relevantes, já que é responsável por cerca de 20% de toda a energia consumida no país e por mais de 40% da energia elétrica consumido pelo setor de comércio e serviços, segundo ABILUX (1992).

Segundo levantamento do Plano Decenal de Expansão 1999/2008, pelo Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos, da ELETROBRÁS (1999), referente ao ciclo de planejamento do setor elétrico, observa-se através do Quadro 2, a seguinte estrutura de participação na evolução do consumo de energia elétrica no Brasil:

Quadro 2 - Evolução do consumo de energia elétrica no Brasil.

Estrutura de Participação (%)						
Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Rural	Governo	Total
1970	23,3	14,4	44,9	0,8	16,6	100,0
1980	20,3	12,0	54,0	1,7	12,0	100,0
1990	23,9	11,9	49,8	3,2	11,2	100,0
1997	27,1	14,0	44,6	3,5	10,8	100,0
1998	27,9	14,6	42,8	3,6	11,1	100,0

Fonte: ELETROBRÁS, 1999.

A preocupação quanto à possibilidade da falta de suprimento de energia elétrica remete à necessidade de se avaliar de que forma esse tipo de energia vem sendo utilizado. Na realidade, o problema não se restringe apenas à necessidade de gerar cada vez mais energia, mas, primeiramente, a eliminar desperdícios, buscando o máximo desempenho com o mínimo de consumo, avalia ELETROBRÁS (1998).

Considerando a importância da energia elétrica no acionamento de máquinas no setor agroindustrial, Rodriguez (1990) avalia o uso da mesma citando que o uso e os custos da energia elétrica num país, com constantes variações no plano econômico, com

sensíveis mudanças de tarifas em função do tempo, carecem da definição de alguns conceitos fundamentais para sua análise.

O conjunto de atividades que compreendem o sistema energético pode ser dividido em três níveis, relata Januzzi & Swisher (1997): a) produção e conversão de fontes em vetores energéticos, b) armazenamento e distribuição dos vetores, e c) consumo final. Cada nível inclui uma complexa rede de atividades com o objetivo de extrair energia das fontes encontradas na natureza e entregá-la ao ponto de consumo.

Dos mais variados obstáculos para a introdução da eficiência energética e conservação de energia no setor elétrico pode-se citar os seguintes fatores: falta de conhecimento das melhorias efetivas na utilização da energia elétrica por parte dos consumidores; má qualidade de fornecimento de energia e a falta de padronização das tensões obscurecem a qualidade do produto eficiente; subsídios tarifários e falta de capital dos consumidores diminuem os recursos para novos investimentos, aplicação de programas de eficiência e adoção de medidas tecnológicas eficientes.

O primeiro programa de conservação e substituição de energéticos que se implementou no Brasil foi o CONSERVE, do Ministério da Indústria e Comércio, na primeira metade da década de 80, cita Bajay (1994).

O PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia, relata Tavares et al. (1994), foi instituído a partir de uma ação conjunta dos Ministérios das Minas e Energia e da Indústria e Comércio, sendo considerado o primeiro esforço sistematizado e amplo de implantação de uma política de conservação de energia no país.

O programa foi criado via portaria interministerial nº 1877/85, em 30 de dezembro de 1985, com objetivo de racionalizar o uso de energia elétrica, através da eliminação do desperdício e aumento da eficiência de equipamentos, sistemas e processos, proporcionando menor consumo de energia.

O plano original de metas de conservação de energia elétrica previa que, em 2010, 13% da demanda não deveria ser atendida com investimentos em novas instalações do sistema elétrico, e sim com a energia conservada que estaria disponível para atendimento desta, cita Haddad et al. (1994); e segundo o mesmo autor, a conservação de energia provocou uma redução significativa na intensidade do consumo de energia em diversos países do mundo no período de 1973 a 1985, em MJ (megajoule) por US$ de 1980 de

PNB (produto nacional bruto): Alemanha, -18; EUA, -23; Inglaterra, -20; Itália, -6; Japão, -31; Holanda, -18 e Brasil, +13.

Leite (1997), relata que a maior de todas as fontes de energia para o futuro está na sua conservação. Cita que a avaliação dos desperdícios e perdas técnicas internas do setor estaria em 1995, em nível de 15% da energia total disponível. Nesse total se incluem perdas técnicas intrínsecas, da ordem de 30 milhões de MWh, ou 10% da energia disponível. Os desperdícios corrigíveis, de ordem comercial, somavam 10 milhões de MWh e os de natureza técnica 6 milhões de MWh, alcançando 5%. Do lado da demanda, a previsão para o ano de 2015 é de um potencial de conservação da ordem de 11%. Para a demanda total mínima de 600 milhões de MWh, prevista pra o ano 2015, um programa continuado e persistente de conservação de eletricidade na base do potencial de 16% poderá representar quase 100 milhões de MWh. Se realizável tal programa, seria possivelmente evitada a construção de usinas com a potência total de 20 mil MW.

Baseado nos levantamentos realizados pela ELETROBRÁS (1998), o consumo de energia elétrica vem crescendo de forma acelerada no país nas últimas décadas - de 38 milhões de MWh em 1970, passou para 274,3 milhões de MWh em 1997. A iluminação pública representa aproximadamente 3,5% do consumo total de energia elétrica nacional. Estima-se que exista no país 12,3 milhões de pontos de iluminação pública, que corresponde a uma potência instalada de 2.470 MW, equivalente a um consumo anual de 10,67 milhões de MWh/ano. O potencial de combate ao desperdício de energia elétrica no setor de iluminação pública, considerando-se apenas a substituição de lâmpadas é da ordem de 27% da potência instalada, ou seja, 600 MW.

Da pesquisa realizada pela COPEL – Companhia Paranaense de Energia, segundo Marach (2001), com diagnósticos energéticos em aproximadamente 200 unidades industriais pertencentes ao grupo tarifário A1, constatou que uma parcela significativa de indústrias possuía equipamentos acionados por motores dimensionados inadequadamente. Observou que de um universo de 6.108 motores avaliados, 37,75% encontravam-se superdimensionado para a carga que acionavam, ou seja, com um carregamento abaixo de 70% da potência nominal. O autor cita também que do consumo total de energia elétrica no Estado do Paraná, aproximadamente 44% é empregada no uso industrial e desta, 87% é utilizada em motores elétricos.

A conservação de energia através de motores elétricos também pode ser realizado através da utilização de conversores eletrônicos. Sanguedo & Stephan (1997), citam que os acionamentos eletrônicos (combinação de um conversor eletrônico com uma máquina elétrica) podem ser empregados em diferentes processos industriais onde é necessário o controle de velocidade, abrindo espaço para o uso de máquinas de corrente alternada, trazendo como benefícios elevado rendimento e alto fator de potência.

Em se tratando de média tensão, conforme Hickok & Wickiser (1989) e Wu et al. (1992), relatam em seus trabalhos que os inversores de freqüência com tiristores tornaram-se a tecnologia padrão para inversores de freqüência. Porém Hammond & Penteado (1997), argumentam que esses inversores apresentam algumas desvantagens em sua utilização, pois injetam uma quantidade significativa de harmônicos de corrente na rede e operam com fator de potência baixo quando a velocidade é reduzida.

A substituição de motores superdimensionados, Soares (1991), conclui que 16,35% das perdas totais em motores elétricos poderiam ser evitadas. Extrapolando esse índice para a substituição em todo o país, representaria uma economia de mais de 1,5% da energia total consumida no país.

A preocupação com a conservação de energia não é recente, de modo que a ABILUX (1992), alertava para o fato de que conservar energia é uma questão colocada na ordem do dia para o Brasil. O desafio de participar dos avanços tecnológicos da competitividade internacional é uma necessidade inquestionável, não basta crescer, é preciso crescer com inteligência e qualidade.

A elaboração de estratégias deve tornar viável a efetiva penetração e utilização de normas de acordo com as características dos consumidores. A introdução de tecnologias de uso mais eficiente de energia é um importante passo para a conservação de energia, relata Januzzi (1989), porém em muitos casos não existe uma produção local de tecnologias eficientes e via de regras elas representam um investimento muito mais alto, comparado com aquelas correntemente em uso.

Para a ELETROBRÁS (1995), em termos estratégicos, a médio e em longo prazo, fundamentalmente o setor elétrico deverá ter continuidade quanto ao aproveitamento do potencial disponível com maiores perspectiva de aproveitamento no horizonte temporal do Plano 2015. São apresentados os seguintes motivos: grande potencial

disponível a custos inferiores aos das outras opções; fonte energética renovável; experiência existente no país em planejamento, projeto, construção, fabricação de equipamentos e operação de usinas hidrelétricas; reservatórios hidrelétricos planejados num contexto de uso múltiplo do recurso hídrico, contemplando energia, navegação, controle de cheia, piscicultura, irrigação, etc., beneficiando outros setores da economia e viabilizando a inserção regional dos empreendimentos quanto aos aspectos sócio-ambientais; e viabilidade técnico-econômica e experiência existente no país em sistemas de transmissão de longa distância.

Os racionamentos de energia elétrica no Brasil têm exigido vários sacrifícios da nação, como os presenciados atualmente. O aumento do consumo final e a deficiência nas condições hidrológicas para a geração de energia elétrica, poderiam ser evitadas caso os planejamentos para a expansão dos vários setores de geração e transmissão de energia elétrica fosse obedecidos conforme cronograma de execução de obras.

Uma vez definida a necessidade do racionamento e, portanto, da participação popular na solução da crise, ênfase deve ser dado à valorização desta participação e à motivação do consumidor em cooperar positivamente com a sua parcela de sacrifício, em vez do apelo negativo da aplicação de penalidades, cita Teixeira (1999). Enfatiza que só pode ser conseguido através de um bom relacionamento empresa-consumidor, suportado por uma eficaz gerência organizacional e uma adequada utilização das ferramentas de publicidade, incluindo o uso intensivo da comunicação social, seja através do contato direto com o consumidor, seja através dos grupos e associações de classe ou da imprensa falada, escrita e televisada.

Este fato foi observado em racionamentos ocorridos na região nordeste do Brasil conforme relato da COELBA (1988), onde o racionamento é uma medida operacional de curto prazo, insubstituível, na hipótese de indisponibilidade de novas fontes de energia, foi entendida e bem aceita pela maioria da população, razão pela qual o objetivo principal do racionamento foi alcançado, qual seja superar todo o período seco do ano de 1987 sem cortes no fornecimento e sem comprometer a operação normal das usinas da CHESF (Centrais Hidrelétricas de São Francisco).

O crescimento econômico medido pelo PIB, as mudanças de estrutura do produto, e a evolução de conteúdo energético de cada produto; são uns dos vários os fatores que interferem na variação do consumo de energia final de um país no decorrer de um

determinado período de tempo, observa Martin (1992) e conclui que se pode avaliar a incidência de cada um deles exprimindo o consumo final da indústria, do transporte e do residencial-terciário-agricultura.

Para COELBA (1988) a conservação de energia é buscar novas e modernas tecnologias e manter constantes programas educativos de conservação de energia que levem a resultados surpreendentes de economia de custo do produto industrial e evitem a necessidade de investimento do setor elétrico para suprir a crescente demanda.

Se cada consumidor adotar a postura de utilizar racionalmente a eletricidade, eliminando de uma vez por todas os desperdícios e cumprida a meta estabelecida pelo PROCEL – Programa Nacional de Energia Elétrica da Eletrobrás, o ano de 2010 poderá contabilizar o equivalente a mais de uma usina de Itaipu, completamente instalada, disponível no mercado, somente como conseqüência da prática da conservação de energia, observa Teixeira (1999).

A Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE (1990) propõe as seguintes medidas de conservação de energia, substituição de fontes, ampliação do parque gerador e economia-financeira:

- Aprimoramentos tecnológicos de motores industriais;
- Aprimoramentos tecnológicos de aparelhos eletrodomésticos;
- Conservação e manutenção de redes elétricas, de ligações prediais e residenciais;
- Remanejamento dos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica;
- Revisão dos sistemas de distribuição, com tensões de suprimento mais adequadas;
- Campanhas de esclarecimento público para que sejam evitados desperdícios de iluminação desnecessária;
- Redução de luzes ornamentais, painéis de iluminação, etc;
- Substituição de fontes de suprimento de energia elétrica por fontes alternativas, quando possível;
- Instalar aquecedores solares complementares em edifícios, residências, hospitais, etc;
- Instalar energia elétrica de origem eólica nas regiões onde há disponibilidade, principalmente nas áreas rurais, no Nordeste;
- Ampliação do parque gerador de energia elétrica, em curto prazo, ou das fontes alternativas geradoras de calor, mecânicas ou de transporte, como:

- A execução das PCHs – Pequenas Centrais Hidrelétricas – para suprimento rural, de consumidores industriais isolados ou comunidades passíveis de otimizar seu suprimento, independentemente dos grandes sistemas interligados;
- Promover a cogeração e troca entre sistemas elétricos;
- Implantar usinas termoelétricas a carvão mineral, próximo aos locais de extração, a gás natural e a carvão vegetal, de biomassa, do lixo urbano e gás metano dos esgotos urbanos. Mobilizar as pequenas cidades para esse fim, e;
- Promover o aproveitamento dos gases residuais das refinarias de petróleo.

Freqüentemente não percebemos que conservar energia é, na realidade, introduzir mais uma opção de suprimento e que a política de conservação é uma atividade muito diferente da geração, são as considerações de Goldemberg (1985). No Brasil, principalmente, o usual é que as pessoas estão acostumadas a discutir opções de suprimento e se limitam a examinar a substituição de energéticos, em vez de falar em conservação. A grande parte dos energéticos utilizados no Brasil é financiado pelo governo, o que cria uma situação em que as decisões são centralizadas e, por isso, acabam-se tornando extremamente simples. Mas, em torno destas decisões, o sistema acabou criando uma lógica própria, onde há um conjunto de interesses, em particular os das grandes empresas, envolvendo poucas pessoas e, sobretudo, dinheiro do governo. Já a conservação é uma fonte de energia, onde milhares de decisões precisam ser tomados, para que a conservação torne-se significativa. E uma decisão descentralizada, que envolve a conscientização das pessoas.

Para cada lata de alumínio vazia reciclada economiza-se eletricidade equivalente ao consumo energético de um televisor convencional ligado ininterruptamente pelo período de 3 horas. E que, para cada quilo de alumínio reaproveitado são economizados cinco quilos de bauxita, relata Nitola (1993), e comenta que é importante saber que na fabricação de uma tonelada de papel, consomem 100 mil litros de água e 5 mil kWh de energia elétrica. E que no reprocessamento do papel, requer apenas 50 vezes menos água e metade dos gastos com eletricidade e ainda evita o corte de até 30 árvores.

A gestão de energia em uma indústria, visando a coordenação de um programa para utilização racional e eficiente da energia, abrange a administração e organização, o campo técnico e econômico e a divulgação. Objetivando constituir um melhor

gerenciamento, estabelecendo índices que indiquem a quantidade de energia necessária para cada produto manufaturado pela empresa, ou, por exemplo, o kWh por quilograma de peça tratada, ou por metro de produto, ou por unidade produzida, ou por metro cúbico de produto ou por litro de produto, citam Shoeps & Rousso (1992).

Godinho (1987) em seu estudo para racionalização do uso da energia elétrica no setor agroindustrial recomenda a análise das demandas, consumos, fator de carga, fator de potência, participação da demanda, do consumo e das obrigações na despesa mensal, que após tabulados permitiram inferir sobre a situação dos parâmetros que interferem no uso da eletricidade nas atividades.

Em estudo de caso realizado por Lima (1998), no Hospital São Rafael, Salvador - BA, pelo fato de que hospitais estão entre os maiores consumidores de energia elétrica no setor de comércio e serviços. Foi constatado que a energia elétrica supre 63% das necessidades energéticas do hospital, demandando 91,8% dos recursos destinados à compra de insumos. Através da implantação de um programa de melhoria da eficiência energética das instalações, deverá proporcionar a redução de 29% de toda a eletricidade consumida.

A utilização de motores elétricos é uma das aplicações mais comuns na indústria para a produção de energia mecânica e apesar da sua elevada eficiência, estes equipamentos a ação direta, nem sempre são perfeitamente compatíveis com a tarefa que executam. Muitas vezes, não são utilizadas de maneira racional e eficiente, afirma Porto (1991).

A potência do motor elétrico acionador e da máquina acionada devem ser concordantes; fatores de utilização e de características com valores que mostram a racionalização no tempo de uso das potências elétricas instaladas; são os critérios básicos que objetivam o aumento da eficiência e a rentabilidade das capacidades elétricas instaladas para as produções agrícolas recomendadas por Lazarov (1971).

Marach (2001), conclui que a grande incidência de motores dimensionados inadequadamente evidencia não só a falta de critérios mais apurados dos fabricantes na concepção de seus equipamentos, mas também a resistência destes em investir em pesquisas e desenvolvimento tecnológicos. A preocupação empresarial com o lucro

imediato impede que se invista a médio e longo prazo, como é o caso da substituição de equipamentos inadequados por outros mais eficientes.

3.3 Fator de potência

O decreto nº 479, de 20 de março de 1992, determina ao DNAEE (1993), o estabelecimento de um novo limite de referência para o fator de potência indutivo e capacitivo aumentando de 0,85 para 0,92; bem como a forma de avaliação que deixa de ser mensal passando a ser horário; e o critério de faturamento de energia reativa capacitiva excedente a esse limite.

Mamede (1986) destaca que a energia elétrica que aciona as máquinas ou outros equipamentos industriais é composta, em geral de duas parcelas; energia ativa e energia reativa.

Quando a carga é aplicada a um motor elétrico, a potência aparente de alimentação se decompõe em potência ativa que é transformada em potência mecânica e em potência reativa que é necessária para manter o campo girante, cita Golovach (1967).

Creder (1991) conceitua basicamente que qualquer equipamento que transforme a energia elétrica diretamente em outra forma de energia útil (térmica, luminosa, etc.) sem necessitar energia intermediária na transformação, é um consumidor de energia ativa. Qualquer equipamento (motores, transformadores, reatores, etc) que necessita de energia magnetizante como intermediária na utilização de energia ativa, é um consumidor de energia ativa e reativa.

Ivanov & Smolensky (1984), observam que o máximo fator de potência ocorre para a corrente próxima da nominal e que para a região de cargas de 0,5 até 1,0 o rendimento permanece próximo de valores constantes, sendo típicos para motores industriais os compreendidos pelo intervalo de 0,75 a 0,95.

Para Kosow (1982) o fator de potência a vazio corresponde a um baixo valor, sendo que nestas circunstâncias quase toda a corrente absorvida é empregada para a magnetização do motor requerido para produzir o campo girante no entreferro da máquina.

Ao se aumentar a potência fornecida, precisa-se então de mais potência ativa absorvida, que é aquela transformada em potência útil, e isto melhora o fator de potência.

Lipkin (1978) justifica a substituição de motores que estão carregados com menos de 45% de sua potência nominal, tendo em vista o alto consumo de energia reativa.

Kuznetsov (1979) cita que equipamentos elétricos trabalhando com carga parcial resultam em baixo fator de potência. E motor que opera abaixo da condição de carga máxima, pela qual ele foi selecionado constituindo em um desvantagem.

Dentre as vantagens oferecidas pela melhoria do fator de potência, uma delas é a liberação da capacidade do sistema, cita Cotrim (1982).

A liberação de capacidade é importante para a concessionária do ponto de vista de dispor de uma energia adicional e para o consumidor do ponto de vista de diminuir custos, afirma Sales (1998).

3.4 Fatores relevantes na seleção de motores elétricos

Acionamento elétrico é um sistema capaz de converter energia elétrica em mecânica, produzindo trabalho e mantendo controle sobre tal processo de conversão, afirmam Lobosco & Dias (1988). Complementam explicando que um sistema de acionamento compreende o motor elétrico e seu equipamento de comando e/ou controle, os órgãos de transmissão (mecânicos) de energia do motor à máquina acionada e a própria máquina acionada, que realiza a função desejada.

Na seleção de motores elétricos para acionar os mais variados tipos de máquinas e equipamentos usados em fazendas, os itens destacados por Arrudas (1971), foram: as características mecânicas da máquina a ser acionada e sua maior ou menor inércia.

Para Martignoni (1978), a escolha e a utilização de motores elétricos obedecem aos seguintes critérios: tipo de ligação do estator; tensão de alimentação; elevação de temperatura que o motor alcança quando com carga normal; classe de isolação que indicam quais as elevações de temperatura que o motor pode suportar; e tipo de regime para o qual foi construído.

Landsdorf (1979) considera que alterações na tensão produzem variações proporcionais na corrente e na potência. No conjugado, essa variação é proporcional ao quadrado da tensão.

Em grande número de situações reais, a maior dificuldade, por parte do especificador do acionamento é a correta interpretação do valor numérico a ele apresentado pelo momento de inércia. É bastante freqüente que tal informação venha do fabricante ou fornecedor do equipamento mecânico acionado e muitas vezes, motores elétricos são selecionados a partir de premissas falsas, resultando em aplicações inadequadas que solicitam do motor, além de sua capacidade térmica, ocasionando a queima do mesmo, ou em motores superdimensionados com a conseqüente operação em potência muito abaixo da nominal, ocasionando operação com baixo rendimento e baixo fator de potência, citam Lobosco & Dias (1988).

A seleção das características mecânicas e elétricas do motor devem ser compatíveis com a necessidade da carga. A análise de parâmetros deverá levar em consideração, principalmente: conjugados requeridos pelo efeito da inércia na carga, capacidade acelerativa do motor, fator de potência, rendimento, classe de isolação, tensão, grau de proteção mecânica, velocidade, exposição do motor ao ambiente, dentre outros.

Segundo WEG (2000), a vida útil do motor depende quase exclusivamente da vida útil da isolação. A elevação da temperatura em 8 a 10 graus Celsius na temperatura da isolação, reduz sua vida útil pela metade. Cita também que, devido o valor elevado da corrente de partida dos motores de indução, o tempo gasto na aceleração de cargas de inércia apreciável resulta na elevação rápida da temperatura do motor.

As variações das tensões de alimentação modificam as curvas de conjugado, afirmam Soderholm et al. (1973), e verificaram também que ocorria aumento gradual da temperatura causado por efeito Joule.

Particular atenção deverá ser dada às condições de partida no tocante ao momento de inércia a ser acionada e à freqüência de partidas. Na medida em que características dos motores de indução são interdependentes, limitações à corrente de partida impõem severas restrições ao conjugado máximo e também ao conjugado de partida, conforme Lobosco & Dias (1988). Cita também que qualquer método de partida em que ocorra a utilização de redução de tensão também ocorrerá uma redução do conjugado motor,

aproximadamente com o quadrado da variação da tensão para o conjugado máximo, e com a potência 2,2 da variação de tensão para o conjugado na partida. Pode-se, em primeira aproximação, admitir que a curva de conjugado motor varia em toda sua extensão com o quadrado da variação de tensão.

Segundo Lobosco & Dias (1988), quando a partida do motor se der com tensão reduzida, deve-se assumir para valores de conjugados de partida e máximos os obtidos pelas expressões:

$$C'_{partida} = C_{partida} \cdot \left(\frac{tensão\ reduzida\ de\ partida}{tensão\ no\ min al} \right)^{2,2} \qquad (1)$$

$$C'_{máximo} = C_{máximo} \cdot \left(\frac{tensão\ reduzida\ na\ partida}{tensão\ no\ min\ al} \right)^{2,2} \qquad (2)$$

onde:

$C'_{partida}$ – conjugado de partida com tensão reduzida (N.m)

$C_{partida}$ – conjugado de partida (N.m)

$C'_{máximo}$ – conjugado máximo com tensão reduzida (N.m)

$C_{máximo}$ – conjugado máximo (N.m)

Veshenevsky (1972) afirma que valores diferentes de conjugado e de corrente de partida são características do motor que dependem do tipo de seus enrolamentos, sendo a categoria um dos itens que permitem a escolha de motores, tais como os de gaiola de esquilo que são os mais utilizados no meio rural.

O conjugado mecânico é definido por Mamede Filho (1986) como sendo a medida do esforço necessário que o motor deve ter para girar o seu eixo.

Kasatkin & Nemtsov (1986) constataram que a relação entre o conjugado de partida e o conjugado nominal de um motor deve ser escolhida de tal forma que a uma sobrecarga momentânea não exceda seu conjugado máximo.

Segundo Nau (1997), a norma NBR 7094/1996 "Máquinas elétricas girantes - motores de indução - especificação", que substituiu a edição de 1981, é um importante documento referencial para a negociação entre clientes e fabricantes. Pois altera o termo placa de identificação por marcação, permitindo inclusive a marcação das informações técnicas diretamente sobre a carcaça do motor e relata também sobre os acréscimos de informações tais como: modelo, designação da carcaça da máquina, grau de proteção, sobrevelocidade admissível, temperatura ambiente mínima admissível, fator de serviço, massa total, número dos rolamentos, capacitância e tensão do capacitor.

Em avaliação do desempenho de motores elétricos, realizada pela PROCEL (1990) a respeito de motores mais difundidos na indústria e fabricados em série no Brasil, relata que quando o motor opera com carga inferior à nominal, significa que as perdas no rotor acompanham, de forma aproximadamente proporcional, a redução de potência mecânica fornecida à carga. No entanto, o mesmo não ocorre com as perdas por efeito Joule nos enrolamentos do estator e as por histerese e Foucault, resultando em queda de rendimento.

3.5 Conservação de energia elétrica em motores nos processos agroindustriais

A análise de uma instalação elétrica, visando a economia de energia, deve ser feita levando-se em conta os motores elétricos e todos os parâmetros envolvidos como perfil da tensão de alimentação, corrente, fator de potência e outros, recomenda PROCEL (1990).

Em pesquisa realizada por Moraes et al. (1985), em conjunto com a CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, detectaram o problema de superdimensionamentos de motores elétricos em nível acentuado em equipamentos agrícolas onde as condições de funcionamento são mais precárias e que exigem na maioria das vezes dos fabricantes de máquinas agrícolas o uso de motores com grande reserva de potência.

Há, pelo menos, três modos de otimizar os sistemas mecânicos de potência nas indústrias, de acordo com Contant et al. (1997):

- substituindo todos os motores padronizados por motores de alto rendimento;
- utilizando controle de velocidade variável nos sistemas mecânicos de potência; e

- realizando manutenções regulares e preventivas nos equipamentos.

A substituição dos motores por modelos de alto rendimento justifica-se pelo fato de apresentando a mesma potência útil que outros tipos de motores, consumirem menos energia elétrica da rede. Apresentam as seguintes características: chapas magnéticas de melhor qualidade, maior volume de cobre, enrolamentos especiais, rotores tratados termicamente, altos fatores de enchimento das ranhuras, anéis de curto circuito dimensionado para reduzir perdas Joule e projetos de ranhuras do motor otimizados para incrementar o rendimento.

A adoção de motores de alto rendimento nas indústrias tem sido lenta devido à indisponibilidade de informações quantitativas confiáveis sobre os motores em operação e, conseqüentemente, sobre os benefícios a serem obtidos, relatam Lewis & Penny (1997), pois a falta de meios para quantificar o rendimento dos motores existentes dificulta a justificativa de custos adicionais de capital para investir em trocas por motores de indução de alto rendimento.

Constata-se que também muitos motores que atualmente se encontram em funcionamento podem estar superdimensionados, acarretando consumo ineficiente de energia elétrica, provocando gastos onerosos no pagamento da energia elétrica de uma indústria.

Lobosco & Dias (1988), cita que a substituição de motores deve levar em consideração também, o critério do retorno do capital, que se dará pela redução do consumo de energia resultante da utilização do motor de melhor rendimento.

A manutenção periódica dos motores elétricos se faz necessário para evitar diminuição na vida útil do motor e queda de rendimento. Devem-se verificar os seguintes itens: níveis de isolamento, elevação de temperatura, desgastes excessivos, correta lubrificação dos rolamentos e exames no ventilador, para o correto fluxo de ar.

De acordo com o diagnóstico do potencial de conservação de energia na indústria realizada por Latorre et al. (1990) sob coordenação da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, em uma análise preliminar de custo/benefício, apresenta-se viável, indicando retorno de investimento que variam de 2,8 a 5,1 anos, considerando-se um cenário otimista e um pessimista respectivamente.

Em pesquisa realizada por Teixeira (1991), conclui que o estudo de racionalização de energia em processos que utilizam a força motriz, como em instalações onde se processam as rações utilizando motores elétricos é de vital importância. Em uma fábrica de ração há uma série de motores em funcionamento tais como os motores de sistema de moagem de granulados, transportadores helicoidais, fitas transportadoras, misturador e pré-misturadores.

A moagem de grãos agrícolas através de moinhos a martelos constitui uma prática constante na produção de alimentos e fabricações de rações, segundo Boloni (1980) e o mesmo alerta para o alto consumo de energia elétrica nessa atividade.

O moinho a martelos é defina pela WEG (1987) como uma máquina para o processamento de materiais de baixa abrasividade. A redução do material se dá pelo impacto com os martelos girando a alta velocidade. Para selecionar o motor que irá acionar o moinho, os critérios deverão atender às características construtivas da rede de alimentação, do ambiente e, finalmente, às do moinho, que são: inércia total da carga em $kg.m^2$, velocidade de operação do moinho em rps, potência nominal absorvida pelo moinho em kW e fator de redução R, que é definido pela relação entre as velocidades do moinho e do motor.

Em pesquisa realizada por Teixeira (1991), conclui que para o motor suportar os transitórios de potência solicitados pelos impactos da operação de fragmentação, há necessidade de alto conjugado máximo e que o máximo valor de potência solicitada e o valor eficaz da potência dependerão da natureza, granulação, tenacidade, e da umidade no processamento, assim como do desgaste do martelo.

Os motores elétricos são as cargas mais significativas nas indústrias de um modo geral. Muitos se encontram em condições extremas de operação e sem a devida manutenção, provocando o surgimento de unidades danificadas. Em muitas fábricas, principalmente as de grande porte, são prática considerar motores de pequeno porte como descartáveis, enquanto os de maior porte são passíveis de reparos. Em indústrias pequenas isto acontece com todos os motores, cita Bortoni (2000). Conclui que o rendimento dos motores não varia muito após os reparos e constatou a importância da limpeza do motor, já que as perdas por atrito e ventilação diminuem bastante após a manutenção.

O avanço da eletrônica de potência dos últimos anos resulta no surgimento de novos equipamentos e de novas topologias, destinados a modernizar as técnicas

convencionais de acionamentos elétricos para motores de indução. Cita Oliveira (2000), que as chaves estáticas de partidas (soft starter) apresentam as seguintes características de funcionamento: suavizar o choque mecânico, diminuir o índice de manutenção, reduzir golpes de aríete e desgaste da correia, realizar comutação automática de ajustes conforme grandes variações de cargas e outros casos em que a aplicação da chave convencional não possa ser utilizada.

Rezek et al. (2000), concluíram em seu trabalho que com a utilização de soft starter em um ensaio com motor trifásico de potência 1,86 kW, 220 V e corrente nominal de 7,5 A, foi possível obter para a condição de carga leve, com corrente de operação de 2,75 A, uma economia de 5,76% para o motor ensaiado.

A WEG (2002) cita em seu guia de aplicação que um dispositivo de partida suave (soft starter), que inclua características de otimização de energia simplesmente altera o ponto de operação do motor. Esta função, quando ativada, reduz a tensão aplicada aos terminais do motor de modo que a energia necessária para suprir o campo seja proporcional à demanda da carga. Porém este tipo de otimização de energia possui alguns inconvenientes, principalmente, a geração de tensões e correntes harmônicas e variações no fator de potência.

Em trabalho realizado por Sá et al. (1990), apresentam o equacionamento utilizado para elaboração de um programa digital em microcomputadores que permite a determinação do rendimento de motores de indução trifásicos através da medição de corrente e tensão de operação do motor. A medição é feita através de placa de aquisição de dados que está diretamente conectada ao microcomputador permitindo-se desta forma a determinação imediata do rendimento do motor.

Para simular as características técnicas e econômicas de funcionamento de motores elétricos, fornecendo os valores necessários para avaliação da adequação de força motriz em diversos casos, Lopes et al. (2001) utilizam um programa computacional, através de digitalização e modelagem de dados de curvas características de motores elétricos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Na presente pesquisa foram verificados os parâmetros elétricos de uma agroindústria canavieira denominada Açúcar e Álcool Bandeirantes S.A. - USIBAN, no município de Bandeirantes, no Estado do Paraná, com objetivo específico de verificar as condições de funcionamento eficiente de motores elétricos no processamento da cana-de-açúcar para fins de produção de açúcar cristal e álcool.

Os dados relacionados aos parâmetros elétricos no uso de energia nas atividades estudadas foram obtidas durante o funcionamento para beneficiamento da safra de cana-de-açúcar, compreendido no período de março a dezembro do ano 2002, cuja produção foi de 21.300 m^3 de álcool anidro, 19.600 m^3 de álcool hidratado e 51.700 toneladas de açúcar.

4.1 Material

4.1.1 Características dos equipamentos e motores elétricos analisados

Nas medições realizadas foram utilizados os seguintes equipamentos pertencentes ao Laboratório de Medidas Elétricas do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - FCA / UNESP, Campus de Botucatu - SP:

- Multímetro marca Multi-Vartest G-79 digital de 50 a 500V x 2 a 500 A com precisão de +/- 1 unidade em temperatura de trabalho de 0 a 50ºC;
- Alicate amperimétrico marca ICEL, modelo AD-9900 e;
- Equipamentos de proteção (luvas e botas classe 15 kV).

As características dos motores analisados encontram nos quadros a seguir:

Quadro 3 - Relação de motores no setor Estação de Tratamento de Água, tensão 440V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Bomba refrigeração geradores	75,00	4	65,00
02	Bomba de água reposição	50,00	4	48,00
03	Mexedor água 1	3,00	4	3,50
04	Mexedor água 2	3,00	4	2,30
05	Mexedor água 3	3,00	4	2,60
06	Bomba de produtos químicos 1	1,00	4	1,50
07	Bomba de produtos químicos 2	1,00	4	1,70
08	Bomba de produtos químicos 3	1,00	4	1,60
09	Bomba de sal	3,00	4	2,60
10	Bomba embebição	40,00	4	30,00
11	Bomba de água tratamento	100,00	4	89,00
12	Bomba de água spray resfriamento 1	200,00	4	207,00
13	Bomba de água spray resfriamento 2	300,00	4	194,00
14	Bomba de água resfriamento fábrica	300,00	4	280,00
	Total	1.080,00 cv		928,80 A

Quadro 4 - Relação de motores no setor Esteiras, tensão 440V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Rosca bagacilho 1	15,00	4	15,20
02	Rosca bagacilho 2	25,00	4	25,60
03	Esteira bagaço 3	30,00	4	27,00
04	Esteira bagaço 4	100,00	4	80,00
05	Esteira bagaço 5	10,00	4	6,50
06	Esteira bagaço 6	7,50	4	5,30
07	Retorno bagaço 7	40,00	4	28,00
08	Retorno bagaço 8	20,00	4	15,40
	Total	247,50 cv		201,60 A

Quadro 5 - Relação de motores no setor Caldeira 1, tensão 440V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Ventilador ar forçado	100,00	6	76,00
02	Ventilador secundário	75,00	4	60,00
03	Ventilador pneumático	40,00	4	32,00
04	Alimentador de bagaço 1	3,00	4	3,50
05	Alimentador de bagaço 2	3,00	4	3,50
06	Alimentador de bagaço 3	3,00	4	3,40
07	Alimentador de bagaço 4	3,00	4	3,50
08	Alimentador de bagaço 5	3,00	4	3,60
09	Alimentador de bagaço 6	3,00	4	3,70
10	Espargidor de bagaço	0,75	4	0,40
11	Rosca sem fim	4,00	4	4,80
12	Ventilador alimentador 1	0,10	4	0,25
13	Ventilador alimentador 2	0,10	4	0,15
14	Ventilador alimentador 3	0,10	4	0,50
15	Ventilador alimentador 4	0,10	4	0,40
16	Ventilador alimentador 5	0,10	4	0,36
17	Ventilador alimentador 6	0,10	4	0,30
	Total	238,35 cv		196,36 A

Quadro 6 - Relação de motores no setor Caldeira 4, tensão 440V.

Item	Aplicação dos motores	cv	Pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Ventilador ar forçado	150,00	6	145,00
02	Ventilador pneumático	75,00	2	74,00
03	Alimentador bagaço 1	5,00	4	5,50
04	Alimentador bagaço 2	5,00	4	3,90
05	Alimentador bagaço 3	5,00	4	3,80
06	Alimentador bagaço 4	5,00	4	3,90
07	Alimentador bagaço 5	5,00	4	4,00
	Total	250,00 cv		240,10 A

Quadro 7 - Relação de motores no setor Caldeira 2, tensão 440V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Exaustor 1	150,00	6	90,00
02	Exaustor 2	150,00	6	88,00
03	Ventilador primário	100,00	4	68,00
04	Ventilador pneumático	25,00	2	21,00
05	Alimentador bagaço 1	3,00	4	3,50
06	Alimentador bagaço 2	3,00	4	3,30
07	Alimentador bagaço 3	3,00	4	3,60
08	Alimentador bagaço 4	3,00	4	3,50
09	Alimentador bagaço 5	3,00	4	3,60
10	Alimentador bagaço 6	3,00	4	3,60
11	Espargidor de bagaço	0,75	4	0,60
12	Ventilador alimentador 1	0,10	4	0,18
13	Ventilador alimentador 2	0,10	4	0,27
14	Ventilador alimentador 3	0,10	4	0,29
15	Ventilador alimentador 4	0,10	4	0,18
16	Ventilador alimentador 5	0,10	4	0,21
17	Ventilador alimentador 6	0,10	4	0,24
	Total	444,35 cv		290,07 A

Quadro 8 - Relação de motores no setor Vinhaça, tensão 380 V.

Item	Aplicação dos motores	cv	Pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Bomba vinhaça	250,00	4	270,00
02	Bomba de água 1	75,00	4	81,00
03	Bomba de água 2	75,00	4	78,00
	Total	400,00 cv		429,00 A

Quadro 9 - Relação de motores no setor Caldeira 3, tensão 440V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Ventilador secundário	40,00	4	37,00
02	Ventilador pneumático	25,00	4	33,00
03	Ventilador ar forçado 1	60,00	4	46,00
04	Ventilador ar forçado 2	60,00	4	34,00
05	Exaustor	250,00	6	180,00
06	Espargidor bagaço	0,75	4	0,05
07	Alimentador bagaço 1	3,00	4	3,60
08	Alimentador bagaço 2	3,00	4	3,30
09	Alimentador bagaço 3	3,00	4	3,30
10	Alimentador bagaço 4	3,00	4	3,30
11	Alimentador bagaço 5	3,00	4	3,40
12	Ventilador alimentador 1	0,10	4	0,18
13	Ventilador alimentador 2	0,10	4	0,15
14	Ventilador alimentador 3	0,10	4	0,17
15	Ventilador alimentador 4	0,10	4	0,80
16	Ventilador alimentador 5	0,10	4	0,18
	Total	451,25 cv		348,43 A

Quadro 10 - Relação de motores no setor Serviços Auxiliares, tensão 220V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Cristalizador de açúcar	15,00	6	34,00
02	Compressor 1	30,00	2	63,00
03	Compressor 2	15,00	2	27,50
04	Ventilador compressor	15,00	2	28,10
05	Bomba de água	100,00	2	170,00
06	Bomba submersa	50,00	2	98,00
	Total	225,00 cv		420,60 A

Quadro 11 - Relação de motores no setor Fabricação de Açúcar, tensão 440V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Bomba do pré-evaporador	60,00	4	75,00
02	Enxofreira	60,00	4	45,00
03	Bomba caldo destilaria	100,00	4	70,00
04	Bomba xarope	20,00	4	13,60
05	Bomba lodo filtro	25,00	4	27,00
06	Bomba polímero 1	2,00	6	3,10
07	Bomba polímero 2	2,00	6	3,30
08	Compressor polímero	10,00	4	6,20
09	Mexedor lodo	7,50	4	9,00
10	Bomba lodo	40,00	4	40,00
11	Mexedor garapa 1	7,50	4	9,30
12	Mexedor garapa 2	7,50	4	5,30
13	Mexedor de cal 1	3,00	6	3,70
14	Mexedor de cal 2	3,00	6	4,60
15	Mexedor de cal 3	3,00	6	4,00
16	Mexedor de cal 4	3,00	6	4,70
17	Mexedor de cal 5	3,00	6	4,80
18	Esteira de bagaço filtro	5,00	4	6,20
19	Mexedor de mel rico 1	10,00	4	12,00
20	Mexedor de mel rico 2	5,00	4	6,20
21	Mexedor de mel pobre	5,00	4	4,30
	Total	381,50 cv		357,30 A

Quadro 12 - Relação de motores no setor Moenda, tensão 440V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Bomba caldo – 1º terno	150,00	6	110,00
02	Bomba caldo – 2º terno	50,00	6	36,00
03	Bomba embebição 1	40,00	6	33,00
04	Bomba embebição 2	25,00	6	25,00
05	Bomba embebição 3	25,00	6	23,00
06	Bomba embebição 4	20,00	6	21,00
07	Rolo nivelador cana	30,00	4	19,00
08	Espalhador de cana	30,00	4	20,00
09	Esteira de borracha	30,00	4	30,00
10	Esteira metálica	75,00	4	75,00
11	Intermediária 1	25,00	6	18,00
12	Intermediária 2	25,00	6	16,00
13	Intermediária 3	25,00	6	15,60
14	Intermediária 4	25,00	6	18,50
15	Intermediária 5	25,00	6	20,00
16	Esteira de bagaço 6º terno	10,00	4	7,10
17	Esteira bagaço 1	20,00	4	14,00
18	Esteira bagaço 2	10,00	4	6,70
19	Bomba lubrificação mancal bronze	3,00	4	3,80
20	Palha 1	10,00	4	7,10
21	Palha 2	7,50	4	8,50
22	Mesa 1-15	50,00	4	38,00
23	Mesa 1-50	125,00	4	80,00
24	Mesa 2-12	125,00	4	70,00
25	Mesa 2-45	125,00	4	110,00
26	Ventilador ar forçado 1	15,00	2	8,00
27	Ventilador ar forçado 2	15,00	2	8,00
28	Peneira rotativa LD	5,00	4	5,50
29	Peneira rotativa LE	5,00	4	5,60
30	Rosca sem fim saída peneira	10,00	4	7,30
31	Ventilador ar forçado adiabático	7,50	6	6,10
	Total	1.143,00 cv		865,80 A

Quadro 13 - Relação de motores no setor Fabricação Turbinas, tensão 440V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Bomba mel 1	30,00	4	16,00
02	Bomba mel 2	25,00	4	16,00
03	Bomba magma	25,00	6	11,40
04	Rosca sem fim	5,00	6	6,40
05	Bica 1	7,50	6	10,50
06	Bica 2	10,00	4	10,50
07	Compressor 1	15,00	6	16,00
08	Compressor 2	10,00	4	16,00
09	Ventilador	15,00	6	17,30
10	Bomba de água	10,00	6	11,80
11	Acionador do secador	50,00	6	27,00
12	Elevador de caneca 1	15,00	6	17,10
13	Elevador de caneca 2	10,00	4	6,50
14	Esteira de açúcar 1	5,00	4	4,60
15	Esteira de açúcar 2	3,00	4	3,40
16	Bomba sifão secador açúcar	7,50	4	5,00
17	Bomba xarope secador açúcar	10,00	4	11,00
18	Ventilador do secador	50,00	6	35,00
19	Rosca sem fim grande	5,00	6	4,90
	Total	308,00 cv		246,40 A

Quadro 14 - Relação de motores no setor Destilaria, tensão 380V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Bomba de água 1	200,00	4	205,00
02	Bomba de água 2	200,00	4	205,00
03	Resfriador de placa 1	60,00	4	50,00
04	Vinho a destilar 1	25,00	4	21,00
05	Vinho a destilar 2	25,00	4	30,00
06	Vinho turbina 1	30,00	4	31,00
07	Vinho turbina 2	50,00	4	44,00
08	Vinho turbina 3	50,00	4	37,00
09	Compressor 1	3,00	4	5,00
10	Compressor 2	5,00	4	7,00
11	Mexedor de fermento 1	15,00	4	12,00
12	Mexedor de fermento 2	15,00	4	14,00
13	Turbina de fermento 1	100,00	4	57,00
14	Turbina de fermento 2	100,00	4	57,00
15	Turbina de fermento 3	100,00	4	52,00
16	Diluidor mosto	4,00	4	6,00
	Total	982,00 cv		833,00 A

Quadro 15 - Relação de motores no setor Bomba d'Água - 440V.

Item	Aplicação dos motores	cv	pólos	$I_{operação}$ (A)
01	Bomba d'água desaerador	100,00	4	91,00
	Total	100,00 cv		91,00 A

4.1.2 Microcomputador

Utilizou-se um microcomputador Pentium III, 600 MHz, 128 MB de memória RAM, disco rígido de 10 GB, CPU clock de 166 MHz, instalado na Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Unesp de Botucatu - SP, para executar os programas Regs1, Microsoft Excel 2000, Microsoft Word 2000, Microsoft Windows 98, SACRID 1.03 - Software para Aquisição de Coordenadas Reais de Imagens Digitais e Visual Basic 5.

4.1.3 Programas de computadores

Utilizou-se dos seguintes softwares instalados em microcomputadores da FCA – Unesp de Botucatu - SP :

- SACRID 1.03 para aquisição de coordenadas reais dos gráficos demonstrativos das curvas características dos motores elétricos;
- Regs1 e Microsoft Excel 2000 para obtenção das regressões matemáticas das curvas características dos motores,
- Visual Basic 5 para o desenvolvimento de programa computacional para calcular o fator de utilização dos motores elétricos em funcionamento.

4.2 Métodos

4.2.1 Considerações Gerais

Na presente pesquisa foram adotados dois processos para a obtenção dos dados do funcionamento dos motores elétricos através de programas computacionais, para que posteriormente os valores obtidos fossem analisados comparativamente em cada metodologia adotada.

Um dos processos foi através do modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola, com valores de catálogos de fabricantes de motores elétricos tais como: tensão, corrente, velocidade e potência nominais; sendo que os valores de fator de potência e rendimento para 50%, 75% e 100% da potência de saída.

O outro processo foi através da aquisição de coordenadas reais de imagens digitais, ou seja; através da obtenção das coordenadas das curvas características dos motores através de programa computacional específico para tal finalidade.

4.2.2 Aquisição de dados em campo da corrente elétrica nos motores

Na medição da corrente elétrica da corrente elétrica dos motores, foi utilizado um alicate amperimétrico marca ICEL, modelo AD-9900.

Em todas as medições realizadas foram utilizados equipamentos de segurança tais como, luva e botas de proteção classe 15 kV e também óculos de segurança, porque alguns motores trabalhando provocavam em seus acionamentos partículas em suspensão.

As correntes elétricas foram medidas em condições de plena carga de funcionamento dos motores e as leituras dos valores foram realizadas nos centros de controle dos motores – CCM, devido à maior facilidade de acesso, sem que fosse necessário a interrupção no funcionamento do equipamento em análise.

4.2.3 Modelos estatísticos

Na análise da regressão realizada, foram consideradas como parâmetros elétricos, os valores de: potência, velocidade, rendimento, escorregamento, corrente e fator de potência. Esses parâmetros elétricos foram obtidos através de catálogos de fabricante e de curvas características dos motores fornecidas pelo fabricante.

Todas as regressões foram analisadas e pesquisadas as melhores formas de ajustamento, objetivando atingir o melhor relacionamento entre as variáveis.

Foram escolhidas os modelo de equações de ajustamento que constam no Quadro 16 para analisar os valores dos parâmetros elétricos, de acordo com Snedecor & Cochran (1978) e Hoffmann & Vieira (1977).

Quadro 16 - Modelos de equações de ajustamento utilizadas para analisar o comportamento dos parâmetros elétricos dos motores.

Tipo de regressão	Equação Ajustada
Linear	$Y = A + B.x$
Monologarítmica	$\ln Y = A + B.x$
Quadrática incompleta	$Y = A + C.x^2$
Hiperbólica	$Y = A + B/x$
Bilogarítmica	$\ln Y = A + B.\ln x$
Log-inversa	$\ln Y = A + B/x$
Raiz quadrada	$Y = A + B.x^{0,5}$
Semilogarítmica	$Y = A + B.\ln x$
Quadrática completa	$Y = A.x^2 + B.x + C$

4.2.4 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método porcentagens das cargas

O conhecimento das características do funcionamento de um motor é de grande importância e as mesmas podem ser obtidas de várias formas.

Uma das formas é através do circuito equivalente do motor elétrico, que já foi objeto de estudo de Ansuj et al. (1989), Sá (1989) e Waters & Willoughby (1983) e

dependendo do grau de precisão dos dados obtidos, existem vários outros estudos que trabalham com outros métodos de circuitos equivalentes.

Para a analisar o desempenho de um motor de indução em regime permanente, Avólio (1992) e Goldemberg (1992), demonstram a possibilidade da determinação do circuito equivalente através da utilização de dados que possam ser obtidos de catálogos e informações técnicas do fabricante do motor, de normas técnicas e da prática geral de projetos.

Devido à grande dificuldade em se implementar essa pesquisa em campo em que o motor possa ficar a disposição do experimento, adotou-se a metodologia de não alterar o funcionamento padrão da máquina e coletar apenas os dados que possam ser obtidos com maior facilidade que é a medida da corrente e tensão, além dos parâmetros obtidos em catálogos e curvas características fornecidas pelo fabricante do motor.

O desenvolvimento do modelo matemático foi elaborado conforme Porto (1994), através da coleta de dados em campo, da corrente elétrica de operação e da tensão nominal. Dos catálogos do fabricante foram obtidos os seguintes dados:

V_L - tensão de linha (V),

I_L - corrente de linha (A),

N_N - rotação nominal (rpm),

$fp_{100\%}$ - fator de potência nominal,

$fp_{75\%}$ - fator de potência para 75% da carga nominal (%),

$fp_{50\%}$ - fator de potência para 50% da carga nominal (%),

$\eta_{100\%}$ - rendimento nominal (%),

$\eta_{75\%}$ - rendimento para 75% da carga nominal (%),

$\eta_{50\%}$ - rendimento para 50% da carga nominal (%).

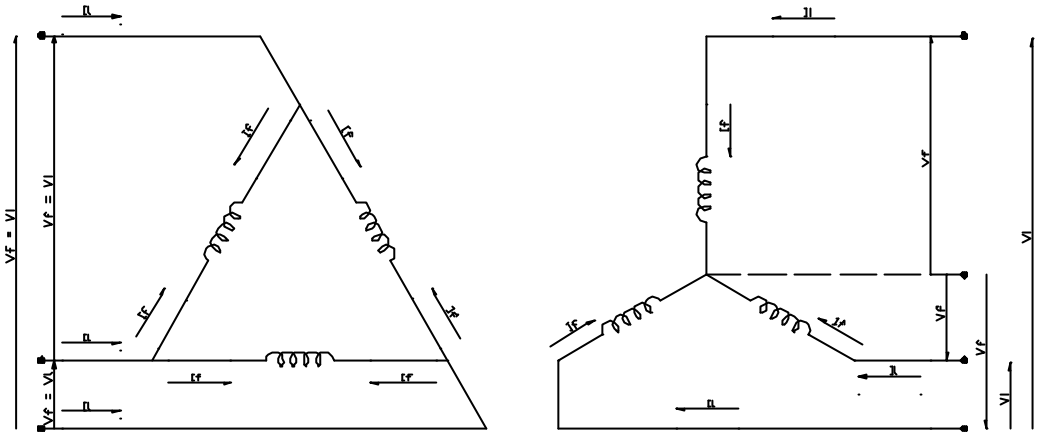


Figura 1 – Cargas equilibradas em Y e ?.

No modelo por fase, a impedância do motor, conforme Figura 1, é dada como:

$$Z_{fm} = \frac{V_{fm}}{I_{fm}} \qquad (3)$$

onde:

Z_{fm} - impedância de fase do motor (Ω),

V_{fm} - tensão de fase do motor (V),

I_{fm} - corrente de fase do motor (A).

A corrente de fase do motor é:

$$I_{fm} = \frac{P_s}{3h.V_{fm}.fp} \quad (4)$$

onde:

P_s - potência de saída do motor (W),

fp - fator de potência,

η - rendimento do motor.

Portanto para 100%, 75% e 50%, temos:

$$I_{fm(100\%)} = \frac{P_n}{3h_{100\%}.V_{fm}.fp_{100\%}} \quad (5)$$

$$I_{fm(75\%)} = \frac{0{,}75.P_n}{3h_{75\%}.V_{fm}.fp_{75\%}} \quad (6)$$

$$I_{fm(50\%)} = \frac{0{,}50.P_n}{3h_{50\%}.V_{fm}.fp_{50\%}} \quad (7)$$

onde:

P_n = potência nominal do motor (W),

$I_{fm100\%}$ - corrente de fase nominal do motor (A),

$I_{fm75\%}$ - corrente de fase nominal a 75% da potência nominal do motor(A),

$I_{fm100\%}$ - corrente de fase nominal a 50% da potência nominal do motor (A),

$fp_{100\%}$ - fator de potência nominal do motor (%),

$fp_{75\%}$ - fator de potência nominal a 75% da potência nominal do motor (%),

$fp_{50\%}$ - fator de potência nominal a 50% da potência nominal do motor (%).

Relacionado os valores das impedâncias com o escorregamento, calculam-se os escorregamentos para as outras situações de funcionamento.

$$s_{100\%} = \frac{N_S - N_N}{N_S} \qquad (8)$$

onde:

N_S - rotação síncrona (rpm),

N_N - rotação nominal (rpm).

Os escorregamentos para 75% e 50% poderão ser calculados através de:

$$C = \frac{P_{mecânico}}{w} \qquad (9)$$

$$P_{mecânico} = C.w \qquad (10)$$

$$P_n = C_n.w_n \qquad (11)$$

$$0{,}75.P_n = C_{75\%}.w_{75\%} \qquad (12)$$

$$0{,}50.P_n = C_{50\%}.w_{50\%} \qquad (13)$$

e, $$w_n = w_S(1 - s_n) \qquad (14)$$

portanto: $$P_n = C_n.w_S(1 - s_n) \qquad (15)$$

$$0{,}75.P_n = C_{75\%}.w_S(1 - s_{75\%}) \qquad (16)$$

$$0{,}50.P_n = C_{50\%}.w_S(1-s_{50\%}) \quad (17)$$

onde:

C - conjugado motor (N.m),

$C_{50\%}$ - conjugado a 50% da potência nominal (N.m),

$C_{75\%}$ - conjugado a 75% da potência nominal (N.m),

$s_{50\%}$ - escorregamento a 50% da potência nominal,

$s_{75\%}$ - escorregamento a 75% da potência nominal,

ω_S - velocidade angular síncrona (rad/s),

ω - velocidade angular do motor (rad/s).

Caso o motor de indução opere na região do escorregamento normal, pode-se afirmar:

$$\frac{C_{75\%}}{C_n} = \frac{s_{75\%}}{s_n} \quad (18)$$

$$\frac{C_{50\%}}{C_n} = \frac{s_{50\%}}{s_n} \quad (19)$$

Das equações anteriores, temos que:

$$\frac{P_{75\%}}{P_n} = \frac{C_{75\%}}{C_n}.\frac{w_S(1-s_{75\%})}{w_S(1-s_n)} = \frac{s_{75\%}(1-s_{75\%})}{s_n(1-s_n)} \quad (20)$$

$$\frac{P_{50\%}}{P_n} = \frac{C_{50\%}}{C_n}.\frac{w_S(1-s_{50\%})}{w_S(1-s_n)} = \frac{s_{50\%}(1-s_{50\%})}{s_n(1-s_n)} \quad (21)$$

onde:

$P_{75\%}$ - 75% da potência nominal (W),

$P_{50\%}$ - 50% da potência nominal (W).

Uma vez calculados os escorregamentos e posteriormente a velocidade para 75% e 50% da carga, os mesmos estarão relacionados com as correntes elétricas, rendimentos, fatores de potência, potências de saída e velocidades.

Através desses valores e utilizando-se da planilha eletrônica Microsoft Excel 2000, foi possível a geração dos seguintes gráficos:

- rotação (rpm) em função da corrente elétrica (A);
- potência de saída do motor (W) em função da corrente elétrica (A);
- fator de potência em função da potência de saída (W);
- rendimento (%) em função da potência de saída (W);
- escorregamento em função da potência de saída (W) e corrente elétrica (A) em função da potência de saída (W).

As curvas foram ajustadas por meio de adição de linhas de tendência através de polinômios de 2º grau com coeficiente de determinação R^2 igual a 1.

A análise técnica da adequação na utilização força motriz através da medida em campo da corrente do motor nos indicará a necessidade da troca ou não do motor estudado.

4.2.5 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método aquisição de coordenadas reais de imagens digitais

Através de catálogos eletrônicos, informativos técnicos dos motores elétricos dos fabricantes WEG (2002), EBERLE (2001) e KOHLBACH (2001), que fornecem as curvas características de desempenho, e que apresentam: rendimento em porcentagem, fator de potência, escorregamento em porcentagem e corrente elétrica em ampères, em função da potência fornecida em relação à nominal dos motores elétricos, em porcentagem.

E, a curva característica de corrente, que apresentam: a relação entre a corrente elétrica e a corrente elétrica nominal do motor em àmperes; em função da rotação do motor em porcentagem, foram possíveis as aquisições das curvas para modelagem dos dados dos motores elétricos.

As citadas curvas foram exportadas para o programa computacional denominado SACRID (Software para Aquisição de Coordenadas Reais de Imagens Digitais), elaborado na Universidade Federal de Viçosa, Santos & Ramos (1997).

A aquisição de coordenadas através da curvas características do funcionamento dos motores elétricos foram interpoladas em média dez pontos por curva e exportados para a planilha eletrônica Microsoft Excel 2000, para a geração dos seguintes gráficos:

- rotação (rpm) em função da corrente elétrica (A);
- potência de saída do motor (W) em função da corrente elétrica (A);
- fator de potência em função da potência de saída (W);
- rendimento (%) em função da potência de saída (W);
- escorregamento em função da potência de saída (W); e
- corrente elétrica (A) em função da potência de saída (W).

As curvas foram ajustadas por meio de adição de linhas de tendência através de polinômios de 2º e 3º graus com R^2 maior ou igual a 0,99, caso contrário as mesmas eram descartadas e todo o processo era refeito até se obterem o R^2 desejado.

A análise técnica da adequação na utilização força motriz através da medida em campo da corrente do motor nos indicará a necessidade da troca ou não do motor estudado.

4.2.6 Programa computacional

O programa computacional foi desenvolvido através da plataforma Microsoft Visual Basic 5 que nos possibilitará a simulação das características de funcionamento do motor elétrico para a verificação das condições de funcionamento e caso necessite a recomendação para um redimensionamento.



Figura 2 - Tela do dimensionamento de motores

A tela do Dimensionamento de Motores, apresentado na Figura 2, apresentará inicialmente valores de tensão, número de pólos e escolhe-se a potência do motor em cv. Automaticamente a tela seguinte apresentará a rotação nominal do motor em rotações por minuto.

Na seqüência deverá ser introduzido na coluna denominado Motor atual, com a alimentação do valor da corrente de operação e pressiona-se a tecla Calcular; o programa automaticamente nos fornecerá dados para que possamos analisar o comportamento do funcionamento do motor em uso atualmente.

Serão fornecidos valores tais como: potência nominal (cv), potência utilizada (cv), fator de potência, rendimento (%), rotação real do motor (rpm), escorregamento e fator de utilização do motor (%).

O fator de utilização considerado aceitável será de 70%, fundamentado em trabalhos já realizados, que recomendam a troca do motor caso o fator seja de 60% para Marach (2001); 80% para Latorre et al. (1990) e entre 70% a 90% para CESP (1986).

Caso o fator de utilização do motor não atinja o valor aceitável, o programa recomendará um redimensionamento, onde a potência utilizada automaticamente será apresentada na lacuna potência utilizada (cv) e pressionando-se a tecla Redimensionar, serão novamente apresentados valores referentes ao seu redimensionamento.

Para o redimensionamento serão calculados valores tais como: potência nominal (cv), fator de potência, rendimento (%), rotação real do motor (rpm), escorregamento e fator de utilização do motor (%).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na presente pesquisa apresentam valores determinados pelo modelo matemático desenvolvido conforme itens 4.2.3 e 4.2.4. Serão apresentados a partir do Quadro 17 ao Quadro 38 nos quais serão analisados apenas os motores que apresentaram possibilidades para a conservação de energia.

Nos quadros, as nomenclaturas utilizadas para as especificações dos motores elétricos são:

- Pn (cv): potência nominal do motor em cv;
- pólos: quantidade de pólos do motor;
- In (A): corrente elétrica nominal do motor em ampères;
- Iop (A): corrente elétrica de operação do motor em ampères;
- Pu (cv): potência útil do motor em cv;
- fp (%): fator de potência do motor em porcentagem;
- ? (%): rendimento do motor em porcentagem;
- N (rpm): rotação do motor em rotações por minuto;

- fu (%): fator de utilização do motor em porcentagem.

Serão considerados como motores com potencial de conservação de energia elétrica os que apresentarem carregamento ou fator de utilização (fu) menor que 70% conforme PROCEL (1994) e CESP (1986), entre as mais variadas recomendações e algumas citadas a seguir. Porém adotou-se o valor acima citado pelo fato da recomendação partir de um órgão federal responsável pelo programa de conservação de energia no país.

PROCEL (2001) cita que o carregamento de um motor bem dimensionado deve se situar acima de 75% da potência nominal.

Marach (2001) recomenda que a troca de motores seja feita para a condição de carga inferior a 60%, caso seja superior a 75% a troca não é recomendável, entre 70% e 80% há necessidade de estudar caso a caso, pois a substituição pode ou não ser interessante, principalmente quando o motor seja de pequena potência.

Porto (1994) considera como aceitável um carregamento mínimo de 80% da potência nominal do motor.

5.1 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método aquisição de coordenadas reais de imagens digitais

Nos quadros a seguir são apresentados os resultados obtidos através da metodologia adotada, que são dados de placa, medição da corrente de operação e conseqüente dados de saída do programa computacional.

Quadro 17 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Estação de Tratamento de Água - 440V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado						
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Bomba 2 Refrigerador Gerador	75,0	4	88,0	65,00	51,73	82,58	89,94	1798	68,98	60,00	60,79	85,59	91,91	1778	86,22
2	Mexedor Água 2	3,0	4	4,8	2,30	0,68	43,97	64,75	1770	22,61	0,75	2,87	67,02	66,78	1738	90,45
3	Mexedor Água 3	3,0	4	4,8	2,60	1,19	60,50	73,77	1766	39,62	1,50	3,14	77,62	76,27	1733	79,23
4	Bomba de Sal	3,0	4	4,8	2,60	1,19	60,50	73,77	1766	39,62	1,50	3,14	77,62	76,27	1733	79,23
5	Bomba Embebição	40,0	4	53,0	30,00	20,18	71,58	91,13	1780	50,45	25,00	26,73	79,03	88,85	1768	80,73
6	Bomba Água Tratamento	100,0	4	120,0	89,00	65,57	79,68	91,32	1779	65,57	75,00	79,23	86,18	87,85	1798	87,42
7	Bomba Água Spray Resfriamento	300,0	4	350,0	194,00	149,05	75,60	87,90	1763	49,68	200,00	177,68	85,68	89,20	1786	74,53
	Valores Totais e Médios	524,0			385,50	289,59	67,77			48,08	363,75	353,58	79,82			

Após o dimensionamento otimizado o maior índice para o fator de utilização é o motor Mexedor Água 2 com 90,45% e o menor é a Bomba Água Spray Resfriamento com 74,53%.

Quadro 18 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 1 - 440V

Item	Descrição	Motor atual									Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Ventilador Ar Forçado	100,0	6	120,0	76,00	50,21	65,80	89,14	1188	50,21	60,00	60,83	85,42	88,94	1178	83,68
2	Ventilador Secundário	75,0	4	88,0	60,00	45,72	80,44	90,13	1798	60,97	60,00	54,47	84,64	92,14	1798	76,21
3	Ventilador Pneumático	40,0	4	53,0	32,00	22,81	74,74	91,52	1780	57,02	30,00	29,53	82,09	89,51	1793	76,03
	Valores Totais e Médios	215,0			168,00	118,70	73,66			56,07	150,00	144,83	84,05			

No Quadro 18, após o dimensionamento otimizado o maior índice fator de utilização é o motor Ventilador Ar Forçado com 83,68% e o menor é o Ventilador Pneumático com 76,03%.

Quadro 19 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 2 - 440V

Item	Descrição	Motor atual									Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Exaustor 1	150,0	6	180,0	90,00	38,91	47,22	80,04	1193	25,94	50,00	50,00	87,86	90,05	1184	77,82
2	Exaustor 2	150,0	6	180,0	88,00	35,90	45,2	78,37	1193	23,93	50,00	46,92	85,41	89,98	1184	71,80
3	Ventilador Primário	100,0	4	120,0	68,00	38,97	60,29	86,14	1779	38,97	50,00	48,29	86,33	90,12	1781	77,95
4	Ventilador Pneumático	25,0	2	33,0	21,00	16,67	82,55	90,62	3558	66,68	20,00	20,54	84,46	90,21	3558	83,35
	Valores Totais e Médios	425,0			267,00	130,5	58,82			38,88	170,00	165,75	86,02			

O fator de utilização, após o dimensionamento otimizado apresentou índice maior para o motor Ventilador Pneumático com 83,35% e o menor para o motor Exaustor 2 com 71,80%.

Quadro 20 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 3 - 440V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Ventilador Ar Forçado 1	60,0	4	73,0	46,00	36,55	81,67	91,99	1784	60,93	50,00	45,79	84,93	90,53	1782	73,11
2	Ventilador Ar Forçado 2	60,0	4	73,0	34,00	21,49	72,85	86,91	1787	35,82	30,00	28,27	80,23	90,12	1794	71,64
3	Exaustor	250,0	6	290,0	180,00	126,57	67,62	91,40	1189	50,63	175,00	168,32	77,95	89,58	1188	72,33
	Valores Totais e Médios	370,0			260,00	184,61	74,05			49,13	255,00	242,38	81,04			

O motor Ventilador Ar Forçado 1 apresentou maior índice fator de utilização com 73,11% e o menor foi o motor Ventilador Ar Forçado 2 com 71,64%, após dimensionamento otimizado.

Quadro 21 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 4 - 440V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Alimentador Bagaço 2	5,0	4	7,5	3,90	0,87	32,70	65,87	1777	17,44	1,00	1,27	79,11	75,04	1747	87,23
2	Alimentador Bagaço 3	5,0	4	7,5	3,80	0,67	27,87	61,46	1777	13,37	0,75	1,29	66,45	69,82	1750	89,13
3	Alimentador Bagaço 4	5,0	4	7,5	3,90	0,87	32,70	65,87	1777	17,44	1,00	1,27	79,11	75,04	1747	87,23
4	Alimentador Bagaço 5	5,0	4	7,5	4,00	1,07	37,23	69,64	1776	21,45	1,50	1,82	74,33	71,74	1753	71,49
	Valores Totais e Médios	20,0			15,60	3,48	32,63			17,43	4,25	5,65	74,75			

Através do dimensionamento, obteve-se índice fator de utilização otimizado maior para o motor Alimentador Bagaço 3 com 89,13% e menor para o motor Alimentador Bagaço 5 com 71,49%.

Quadro 22 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Esteiras - 440V

		Motor atual									Motor dimensionado					
Item	Descrição	Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Esteira Bagaço 3	30,0	4	38,0	27,00	20,07	77,99	90,63	1795	66,90	25,00	26,62	78,89	88,92	1768	80,28
2	Esteira Bagaço 4	100,0	4	120,0	80,00	54,43	72,49	90,14	1779	54,43	75,00	68,03	83,43	89,70	1798	72,58
3	Esteira Bagaço 5	10,0	4	14,0	6,50	1,12	29,15	60,20	1781	11,25	1,50	3,10	75,74	75,64	1734	74,99
4	Esteira Bagaço 6	7,5	4	10,5	5,30	1,77	41,03	76,40	1766	23,60	2,00	3,53	72,13	77,74	1725	88,52
5	Retorno Bagaço 7	40,0	4	53,0	28,00	17,45	67,89	89,74	1781	43,62	20,00	22,69	82,21	89,10	1741	87,25
6	Retorno Bagaço 8	20,0	4	26,0	15,40	8,42	60,76	86,49	1758	42,10	10,00	11,38	81,86	87,34	1768	84,20
	Valores Totais e Médios	207,5			162,20	103,26	58,22			40,32	133,50	135,35	79,88			

Após o dimensionamento otimizado o motor com índice fator de utilização maior foi o motor Esteira Bagaço 6 com 88,52% e menor para o motor Esteira Bagaço 4 com 72,58%.

Quadro 23 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Bomba d'Água - 440V

Item	Descrição	Motor atual									Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Bomba Desaerador 1	100,0	4	120,0	91,00	67,99	81,06	91,44	1779	67,99	75,00	81,81	86,62	87,32	1798	90,65
	Valores Totais e Médios	100,0			91,00	67,99	81,06			67,99	75,00	81,81	86,62			

Dimensionando de maneira otimizada, o motor Bomba Desaerador 1, obteve elevação no índice fator de utilização de 67,99% para 90,65%.

Quadro 24 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Fabricação - Açúcar - 440V

		Motor atual									Motor dimensionado					
Item	Descrição	Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Enxofreira 1	60,0	4	73,0	45,00	35,38	81,16	91,87	1784	58,96	50,00	44,60	84,12	90,70	1782	70,75
2	Bomba Caldo	100,0	4	123,0	70,00	41,60	62,54	87,07	1779	41,60	50,00	51,12	87,42	89,61	1780	83,20
3	Bomba Xarope 1	20,0	4	26,0	13,60	5,46	47,96	77,07	1762	27,30	7,50	7,74	77,61	87,93	1763	72,81
4	Compressor Polímero	10,0	4	26,0	6,20	0,57	22,77	53,53	1782	5,67	0,75	1,25	60,94	67,51	1752	75,59
5	Mexedor Garapa 2	7,5	4	10,5	5,30	1,77	41,03	76,40	1766	23,60	2,00	3,53	72,13	77,74	1725	88,52
6	Mexedor de Cal 1	3,0	6	5,2	3,70	1,31	49,05	67,31	1169	43,83	1,50	2,25	68,25	72,49	1173	87,67
7	Mexedor de Cal 3	3,0	6	5,2	4,00	1,74	57,46	71,43	1166	57,86	2,00	3,34	67,65	71,02	1172	86,78
8	Mexedor Mel Pobre	5,0	4	7,5	4,30	1,65	49,09	77,76	1774	33,00	2,00	3,44	69,72	77,83	1727	82,49
	Valores Totais e Médios	208,5			152,10	89,48	51,38			36,48	115,75	118,84	73,48			

No Quadro 24, após o dimensionamento otimizado o maior índice fator de utilização obtido foi para o motor Mexedor Garapa 2 com 88,52% e menor para o motor Enxofreira 1 com 70,75%.

Quadro 25 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Fabricação - Turbinas - 440V

		Motor atual									Motor dimensionado					
Item	Descrição	Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Bomba Mel 1	30,0	4	38,0	16,00	5,77	40,75	72,25	1787	19,24	7,50	8,03	79,22	87,61	1762	76,97
2	Bomba Mel 3	25,0	4	33,0	16,00	2,20	26,91	53,57	1784	8,82	3,00	3,36	81,31	79,23	1757	73,47
3	Bomba Magma 1	25,0	6	33,0	11,40	4,89	50,10	79,83	1182	19,57	6,00	7,91	71,50	81,56	1174	81,54
4	Compressor 1	15,0	6	20,0	16,00	9,89	67,08	89,91	1167	65,95	12,50	14,03	79,75	86,73	1175	79,15
5	Bomba d'Água	10,0	6	15,3	11,20	6,08	62,66	85,86	1183	60,85	7,50	9,21	76,00	84,32	1174	81,14
6	Acionamento Secador	50,0	6	65,0	27,00	9,03	41,77	73,88	1186	18,06	12,50	13,20	77,14	87,66	1176	72,24
7	Elevador Caneca 2	10,0	4	14,0	6,50	1,12	29,15	60,20	1781	11,25	1,50	3,10	75,74	75,64	1734	74,99
8	Esteira Açúcar 1	5,0	4	7,5	4,60	2,19	58,64	82,20	1773	43,86	3,00	3,35	81,18	79,23	1757	73,11
9	Bomba Sifão Sec. Açúcar	7,5	4	10,5	5,00	1,22	32,82	70,57	1766	16,35	1,50	3,16	78,37	76,58	1733	81,76
10	Ventilador Secador	50,0	6	65,0	35,00	20,84	65,77	85,53	1185	41,69	25,00	24,95	93,46	88,58	1172	83,37
11	Rosca Sem Fim Grande	5,0	6	7,5	4,90	1,59	42,68	71,78	1183	31,87	2,00	3,23	65,02	70,92	1173	79,68
	Valores Totais e Médios	232,5			153,60	64,82	47,12			30,68	82,00	93,53	78,06			

O fator de utilização, após dimensionamento otimizado apresentou índice maior para o motor Ventilador Secador com 83,37% e menor para o motor Acionamento Secador com 72,24%.

Quadro 26 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Moenda - 440V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Bomba Caldo 1 - 1º Terno	150,0	6	180,0	110,00	67,64	63,49	90,38	1193	45,10	75,00	82,66	90,81	87,53	1182	90,19
2	Bomba Caldo 3 - 2º Terno	50,0	6	65,0	36,00	22,22	68,08	86,34	1185	44,45	30,00	27,56	85,27	90,61	1167	74,08
3	Bomba Embebição 1	40,0	6	49,0	33,00	23,39	74,73	90,16	1173	58,48	30,00	28,78	86,29	90,28	1166	77,98
4	Bomba Embebição 4	20,0	6	26,0	21,00	11,66	61,29	89,61	1179	58,29	15,00	17,23	72,51	88,78	1165	77,72
5	Rolo Nivelador Cana	30,0	4	38,0	19,00	9,99	54,50	84,10	1794	33,29	12,50	13,83	81,20	86,96	1755	79,91
6	Espalhador Cana	30,0	4	38,0	20,00	11,34	58,42	86,50	1797	37,80	15,00	15,08	83,14	88,80	1778	75,61
7	Intermediária 1	25,0	6	30,0	18,00	13,45	80,57	88,09	1177	53,82	15,00	18,89	76,58	86,95	1163	89,69
8	Intermediária 2	25,0	6	30,0	16,00	10,99	73,52	86,83	1179	43,97	15,00	16,66	70,63	89,34	1166	73,28
9	Intermediária 3	25,0	6	30,0	15,60	10,48	71,89	86,47	1179	41,94	12,50	14,62	81,19	86,03	1174	83,89
10	Intermediária 4	25,0	6	30,0	18,50	14,05	82,07	88,30	1177	56,51	20,00	22,30	67,80	89,16	1177	70,26
11	Intermediária 5	25,0	6	30,0	20,00	15,80	86,01	88,69	1176	63,20	20,00	23,70	71,69	87,92	1176	79,00
12	Esteira Bagaço 6º Terno	10,0	4	14,0	7,10	2,20	40,56	70,58	1780	22,06	3,00	3,36	81,33	79,23	1757	73,52
13	Esteira Bagaço 1	20,0	4	26,0	14,00	6,14	51,15	79,79	1761	30,69	7,50	8,38	80,84	87,16	1762	81,85
14	Esteira Bagaço 2	10,0	4	14,0	6,70	1,49	33,15	64,07	1781	14,90	2,00	3,33	66,19	77,74	1729	74,51
15	Palha 1	10,0	4	14,0	7,10	2,20	40,56	70,58	1780	22,05	3,00	3,36	81,33	79,23	1757	73,52
16	Mesa 1º-15º	50,0	4	65,0	38,00	27,34	76,13	90,71	1783	54,69	30,00	34,14	86,72	87,29	1789	91,15
17	Mesa 1º-50º	125,0	4	140,0	80,00	52,02	71,10	87,34	1796	41,62	60,00	61,11	85,61	91,90	1778	86,70
18	Mesa 2º-12º	125,0	4	145,0	70,00	36,80	60,29	81,03	1795	29,44	50,00	46,04	85,09	90,49	1782	73,60
19	Ventilador Ar Forçado 1	15,0	2	20,0	8,00	3,95	55,94	76,29	3562	26,36	5,00	5,39	83,89	82,50	3558	79,07
20	Ventilador Ar Forçado 2	15,0	2	20,0	8,00	3,95	55,94	76,29	3562	26,36	5,00	5,39	83,89	82,50	3558	79,07
21	Rosca Sem Fim Saída Peneira	10	4	14,0	7,30	2,56	43,99	73,28	1779	25,55	3,00	3,74	84,76	78,83	1752	85,18
22	Ventilador Ar Forçado Adiabático	7,5	6	10,5	6,10	2,25	44,66	75,25	1183	30,04	3,00	4,38	65,31	73,94	1163	75,11
	Valores Totais e Médios	842,5			579,40	351,91	61,27			39,12	431,50	459,93	79,64			

O motor Mesa 1º-15º apresentou o maior índice fator de utilização com 91,15% e menor para o motor Intermediária 4 com 70,26%, após dimensionamento otimizado.

Quadro 27 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Destilaria - 380V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Resfriador de placa	60,0	4	82,8	50,0	32,96	86,46	88,66	1794	54,93	40,00	47,94	89,49	90,44	1766	82,40
2	Vinho a destilar	25,0	4	38,0	21,0	8,21	50,66	80,91	1758	32,90	10,00	12,97	80,58	88,17	1764	82,13
3	Vinho turbina 2	50,0	4	71,2	44,0	27,71	76,01	90,58	1770	55,43	30,00	40,56	87,25	89,85	1780	92,39
4	Vinho turbina 3	50,0	4	71,2	37,0	19,73	67,06	87,02	1775	39,46	25,00	30,38	78,67	90,39	1746	78,92
5	Mexedor de fermento 1	15,0	4	22,0	12,0	3,90	49,18	77,92	1793	26,02	5,00	6,71	78,51	84,32	1755	78,08
6	Mexedor de fermento 2	15,0	4	22,0	14,0	6,83	65,32	86,81	1791	45,52	7,50	10,62	82,53	87,45	1750	91,04
7	Turbina de fermento 1	100,0	4	142,0	57,0	10,61	30,65	63,36	1792	10,60	15,00	16,96	80,45	88,72	1789	70,71
8	Turbina de fermento 2	100,0	4	142,0	57,0	10,61	30,65	63,36	1792	10,60	15,00	16,96	80,45	88,72	1789	70,71
9	Turbina de fermento 3	100,0	4	142,0	52,0	4,18	22,84	52,69	1791	4,18	5,00	7,03	80,17	84,22	1753	83,62
	Valores Totais e Médios	515,0			344,0	124,74	53,20			31,07	152,50	190,13	82,01			

Através do dimensionamento otimizado, obteve-se índice fator de utilização maior para o motor Vinho Turbina 2 com 92,39% e menor para os motores Turbina Fermento 1 e 2, ambos com 70,71%.

5.2 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método porcentagens das cargas

Nos quadros a seguir são apresentados os resultados obtidos através da metodologia adotada, que são dados de placa, medição da corrente de operação e conseqüente dados de saída do programa computacional.

Quadro 28 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Estação de Tratamento de Água - 440V

Item	Descrição	Motor atual									Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Bomba 2 Refrigerador Gerador	75,0	4	88,0	65,00	50,70	82,58	91,66	1779	67,60	60,00	63,94	78,61	92,25	1774	84,50
2	Mexedor Água 2	3,0	4	4,8	2,30	1,13	63,41	77,27	1766	37,60	1,50	1,98	76,00	72,00	1726	75,19
3	Mexedor Água 3	3,0	4	4,8	2,60	1,44	69,10	77,90	1757	48,02	2,00	2,67	67,73	77,22	1743	72,02
4	Bomba de Sal	3,0	4	4,8	2,60	1,44	69,10	77,90	1757	48,02	2,00	2,67	67,73	77,22	1743	72,02
5	Bomba Embebição	40,0	4	53,0	30,00	20,84	74,03	89,58	1784	52,09	25,00	28,18	79,72	90,33	1766	83,35
6	Bomba Água Tratamento	100,0	4	120,0	89,00	64,66	77,15	91,72	1784	64,66	75,00	78,96	87,22	92,33	1774	86,20
7	Bomba Água Spray Resfriamento	300,0	4	350,0	194,00	117,02	64,65	93,32	1792	39,01	150,00	141,41	86,92	91,99	1788	78,01
	Valores Totais e Médios	524,0			385,50	257,23	71,43			51,00	315,50	319,81	77,70			

Após o dimensionamento otimizado, o maior índice fator de utilização apresentado foi o motor Bomba Água Tratamento com 86,20% e menor foram os motores Mexedor Água 3 e Bomba de Sal, ambos com 72,02%.

Quadro 29 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 1 - 440V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Ventilador Ar Forçado	100,0	6	120,0	76,00	49,22	69,78	90,30	1192	49,22	60,00	60,65	86,21	91,34	1183	82,03
2	Ventilador Secundário	75,0	4	88,0	60,00	45,41	80,28	91,24	1782	60,55	60,00	58,26	78,13	92,04	1777	75,69
3	Ventilador Pneumático	40,0	4	53,0	32,00	22,91	75,83	89,81	1782	57,28	30,00	30,52	79,95	90,32	1777	76,38
	Valores Totais e Médios	215,0			168,00	117,54	75,30			55,68	150,00	149,43	81,43			

No Quadro 29, após dimensionamento otimizado o maior índice fator de utilização encontrado foi para o motor Ventilador Ar Forçado com 82,03% e menor foi para o motor Ventilador Secundário com 75,69%.

Quadro 30 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 2 - 440V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Exaustor 1	150,0	6	180,0	90,00	43,46	56,01	89,39	1195	28,97	60,00	54,34	85,04	91,07	1185	72,43
2	Exaustor 2	150,0	6	180,0	88,00	40,90	54,77	89,25	1195	27,27	50,00	53,19	85,56	90,31	1183	81,80
3	Ventilador Primário	100,0	4	120,0	68,00	40,41	65,72	88,95	1790	40,41	50,00	50,66	87,33	91,69	1775	80,82
4	Ventilador Pneumático	25,0	2	33,0	21,00	16,28	83,41	90,73	3551	65,10	20,00	20,33	84,94	91,11	3551	81,38
	Valores Totais e Médios	425,0			267,00	141,05	64,98			40,44	180,00	178,52	85,72			

O fator de utilização, após dimensionamento otimizado apresentou índice maior para o motor Exaustor 2 com 81,80% e menor para o motor Exaustor 1 com 72,43%.

Quadro 31 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 3 - 440V

Item	Descrição	Motor atual									Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Ventilador Ar Forçado 1	60,0	4	73,0	46,00	33,38	74,76	90,87	1783	55,63	40,00	42,58	81,36	90,60	1775	83,45
2	Ventilador Ar Forçado 2	60,0	4	73,0	34,00	20,57	67,73	88,59	1789	34,28	25,00	27,9	99,44	90,31	1767	82,26
3	Exaustor	250,0	6	290,0	180,00	128,71	77,28	94,04	1194	51,48	175,00	172,88	81,36	92,89	1189	73,55
	Valores Totais e Médios	370,0			260,00	182,66	73,26			47,13	240,00	243,36	87,39			

O motor Ventilador Ar Forçado 1 apresentou maior índice fator de utilização com 83,45% e o motor Exaustor apresentou o menor índice com 73,55%, após dimensionamento otimizado.

Quadro 32 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Caldeira 4 - 440V

Item	Descrição	Motor atual									Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Alimentador Bagaço 2	5,0	4	7,5	3,90	1,68	57,78	80,61	1772	33,61	2,00	2,87	72,58	78,43	1732	84,03
2	Alimentador Bagaço 3	5,0	4	7,5	3,80	1,54	50,28	80,22	1774	30,73	2,00	2,74	69,90	77,71	1738	76,82
3	Alimentador Bagaço 4	5,0	4	7,5	3,90	1,68	57,78	80,61	1772	33,61	2,00	2,87	72,58	78,43	1732	84,03
4	Alimentador Bagaço 5	5,0	4	7,5	4,00	1,82	55,14	80,98	1770	36,45	2,00	3,00	74,53	79,13	1726	91,12
	Valores Totais e Médios	20,0			15,60	6,72	55,25			33,60	8,00	11,48	72,40			

Através do dimensionamento, obteve-se índice fator de utilização otimizado maior para o motor Alimentador Bagaço 5 com 91,12% e menor para o motor Alimentador Bagaço 3 com 76,82%.

Quadro 33 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Esteiras - 440V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado						
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Iop(A)	Pn(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Esteira Bagaço 3	30,0	4	38,0	27,00	19,23	76,08	89,93	1780	64,11	26,58	25,00	77,92	90,17	1769	76,93
2	Esteira Bagaço 4	100,0	4	120,0	80,00	54,24	72,55	90,69	1786	54,25	68,60	60,00	83,96	91,89	1778	90,40
3	Esteira Bagaço 5	10,0	4	14,0	6,50	2,61	48,87	85,98	1789	26,07	3,83	3,00	82,93	79,22	1722	86,89
4	Esteira Bagaço 6	7,5	4	10,5	5,30	2,54	55,70	86,09	1780	33,87	3,75	3,00	82,45	79,19	1724	84,68
5	Retorno Bagaço 7	40,0	4	53,0	28,00	18,73	71,95	89,32	1786	46,81	26,09	25,00	77,28	90,09	1770	74,90
6	Retorno Bagaço 8	20,0	4	26,0	15,40	9,41	67,47	87,79	1781	47,05	13,30	12,50	78,27	87,60	1766	75,29
	Valores Totais e Médios	207,5			162,20	106,76	65,44			45,36	142,15	128,50	80,47			

Após dimensionamento otimizado o maior índice fator de utilização encontrado foi para o motor Esteira Bagaço 4 com 90,40% e menor para o motor Retorno Bagaço 7 com 74,90%.

Quadro 34 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Bomba d'Água - 440V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado						
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Bomba Desaerador 1	100,0	4	120,0	91,00	66,98	78,11	91,92	1783	66,98	75,00	81,32	87,78	92,38	1773	89,31
	Valores Totais e Médios	100,0			91,00	66,98	78,11			66,98	75,00	81,32	87,78			

Dimensionando de maneira otimizada, o motor Bomba Desaerador 1, obteve elevação no índice fator de utilização de 66,98% para 89,31%.

Quadro 35 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Fabricação - Açúcar - 440V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Enxofreira 1	60,0	4	73,0	45,00	32,35	74,33	90,73	1783	53,91	40,00	41,48	81,08	90,54	1775	80,87
2	Bomba Caldo	100,0	4	123,0	70,00	42,71	66,91	89,27	1789	42,71	50,00	55,44	77,65	91,86	1778	85,43
3	Bomba Xarope 1	20,0	4	26,0	13,60	7,27	61,02	86,95	1785	36,33	10,00	10,47	77,00	86,90	1771	72,66
4	Compressor Polímero	10,0	4	26,0	6,20	2,24	45,79	86,05	1791	22,43	3,00	3,42	79,86	78,99	1733	74,77
5	Mexedor Garapa 2	7,5	4	10,5	5,30	2,54	55,70	86,09	1780	33,87	3,00	3,75	82,45	79,19	1724	84,68
6	Mexedor de Cal 1	3,0	6	5,2	3,70	1,38	52,29	69,33	1178	45,91	1,50	2,57	70,87	73,09	1134	91,81
7	Mexedor de Cal 3	3,0	6	5,2	4,00	1,65	56,21	70,85	1173	55,02	2,00	3,31	66,95	72,41	1158	82,52
8	Mexedor Mel Pobre	5,0	4	7,5	4,30	2,23	61,39	81,94	1763	44,67	3,00	3,41	79,77	78,98	1734	74,46
	Valores Totais e Médios	208,5			152,10	92,37	59,21			41,86	112,50	123,85	76,95			

No Quadro 35, após dimensionamento otimizado o maior índice fator de utilização apresentado foi o motor Mexedor Cal 1 com 91,81% e menor o motor Bomba Xarope 1 com 72,66%.

Quadro 36 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Fabricação - Turbinas - 440V

Item	Descrição	Motor atual								fu(%)	Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)		Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Bomba Mel 1	30,0	4	38,0	16,00	6,60	51,65	88,84	1793	22,01	7,50	9,01	80,24	88,35	1747	88,04
2	Bomba Mel 3	25,0	4	33,0	16,00	6,19	48,85	84,69	1790	24,78	7,50	8,59	79,05	88,23	1750	82,59
3	Bomba Magma 1	25,0	6	33,0	11,40	7,13	73,44	87,64	1191	28,51	10,00	11,77	68,75	85,03	1171	71,28
4	Compressor 1	15,0	6	20,0	16,00	9,82	66,91	88,52	1180	65,45	12,50	13,96	77,89	87,37	1168	78,54
5	Bomba d'Água	10,0	6	15,3	11,20	6,51	66,15	84,77	1174	65,08	7,50	9,81	75,99	84,38	1165	86,78
6	Acionamento Secador	50,0	6	65,0	27,00	14,27	65,23	85,09	1194	28,55	20,00	22,33	69,23	88,40	1175	71,37
7	Elevador Caneca 2	10,0	4	14,0	6,50	2,61	48,87	85,98	1789	26,07	3,00	3,83	82,93	79,22	1722	86,89
8	Esteira Açúcar 1	5,0	4	7,5	4,60	2,62	66,52	82,73	1756	52,48	3,00	3,85	83,05	79,23	1722	87,46
9	Bomba Sifão Sec. Açúcar	7,5	4	10,5	5,00	2,16	52,00	85,77	1783	28,86	3,00	3,34	79,06	78,92	1736	72,16
10	Ventilador Secador	50,0	6	65,0	35,00	22,73	73,35	87,25	1191	45,45	30,00	29,98	84,66	89,41	1181	75,76
11	Rosca Sem Fim Grande	5,0	6	7,5	4,90	2,16	54,79	78,55	1183	43,26	3,00	4,51	62,89	73,38	1164	72,10
	Valores Totais e Médios	232,5			153,60	82,80	60,71			39,14	107,00	120,98	76,70			

O fator de utilização, após dimensionamento otimizado apresentou índice maior para o motor Bomba Mel 1 com 88,04% e menor para o motor Bomba Magma 1 com 71,28%.

Quadro 37 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Moenda - 440V

Item	Descrição	Motor atual									Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Bomba Caldo 1 - 1º Terno	150,0	6	180,0	110,00	68,19	66,59	90,61	1192	45,46	75,00	85,90	91,62	91,71	1186	90,91
2	Bomba Caldo 3 - 2º Terno	50,0	6	65,0	36,00	23,76	74,24	87,48	1190	47,52	30,00	30,11	85,27	89,45	1180	79,20
3	Bomba Embebição 1	40,0	6	49,0	33,00	23,61	76,06	90,01	1185	59,03	30,00	29,94	85,19	89,45	1180	78,71
4	Bomba Embebição 4	20,0	6	26,0	21,00	12,46	64,64	88,07	1178	62,31	15,00	18,31	74,19	88,76	1175	83,08
5	Rolo Nivelador Cana	30,0	4	38,0	19,00	10,23	60,43	89,11	1789	34,09	12,50	13,98	80,85	87,81	1763	81,81
6	Espalhador Cana	30,0	4	38,0	20,00	11,40	62,98	89,21	1788	38,02	15,00	15,36	81,59	87,86	1766	76,03
7	Intermediária 1	25,0	6	30,0	18,00	13,66	82,38	89,21	1181	54,62	15,00	19,48	76,52	88,69	1172	91,04
8	Intermediária 2	25,0	6	30,0	16,00	11,70	80,04	88,79	1184	46,80	15,00	17,60	72,40	88,74	1176	77,99
9	Intermediária 3	25,0	6	30,0	15,60	11,30	79,53	88,70	1185	45,22	15,00	17,25	71,37	88,72	1177	75,37
10	Intermediária 4	25,0	6	30,0	18,50	14,14	82,91	89,31	1180	56,57	20,00	22,22	68,93	88,38	1175	70,71
11	Intermediária 5	25,0	6	30,0	20,00	15,59	84,41	89,59	1178	62,38	20,00	23,44	72,00	88,51	1172	77,97
12	Esteira Bagaço 6º Terno	10,0	4	14,0	7,10	3,33	54,60	85,89	1786	33,30	4,00	5,20	76,04	81,36	1725	83,24
13	Esteira Bagaço 1	20,0	4	26,0	14,00	7,75	62,58	87,16	1784	38,76	10,00	10,89	78,72	87,20	1769	77,51
14	Esteira Bagaço 2	10,0	4	14,0	6,70	2,85	50,84	85,94	1788	28,48	4,00	4,76	71,40	80,79	1737	71,21
15	Palha 1	10,0	4	14,0	7,10	3,33	54,60	85,89	1786	33,30	4,00	5,20	76,04	81,36	1725	83,24
16	Mesa 1º-15º	50,0	4	65,0	38,00	27,89	79,55	90,61	1783	55,78	30,00	35,63	82,85	90,88	1772	92,97
17	Mesa 1º-50º	125,0	4	140,0	80,00	64,07	82,11	93,51	1784	51,25	75,00	78,36	87,06	92,32	1774	85,42
18	Mesa 2º-12º	125,0	4	145,0	70,00	53,31	79,31	93,18	1787	42,65	75,00	67,70	83,61	91,84	1778	71,08
19	Ventilador Ar Forçado 1	15,0	2	20,0	8,00	4,69	70,76	84,72	3576	31,31	6,00	6,36	84,69	84,32	3506	78,26
20	Ventilador Ar Forçado 2	15,0	2	20,0	8,00	4,69	70,76	84,72	3576	31,31	6,00	6,36	84,69	84,32	3506	78,26
21	Rosca Sem Fim Saída Peneira	10	4	14,0	7,30	3,57	56,39	85,88	1785	35,69	5,00	5,40	75,72	84,11	1740	71,38
22	Ventilador Ar Forçado Adiabático	7,5	6	10,5	6,10	2,64	52,67	81,60	1187	35,24	3,00	4,95	68,38	75,36	1156	88,10
	Valores Totais e Médios	842,5			579,40	394,16	69,47			44,05	484,50	524,40	78,60			

O motor Mesa 1º-15º apresentou maior índice fator de utilização com 92,97% e menor para o motor Intermediária 4 com 70,71%, após dimensionamento otimizado.

Quadro 38 - Motores elétricos com fu<70% instalados no setor Destilaria - 380V

Item	Descrição	Motor atual								Motor dimensionado					
		Pn(cv)	pólos	In(A)	Iop(A)	Pu(cv)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)	Pn(cv)	Iop(A)	fp(%)	?(%)	N(rpm)	fu(%)
1	Resfriador de placa	60,0	4	82,8	50,0	30,25	73,37	90,41	1785	50,41	40,00	45,49	80,33	90,42	1777	75,62
2	Vinho a destilar	25,0	4	38,0	21,0	9,14	57,67	86,57	1785	36,56	12,50	15,13	77,33	87,51	1767	73,11
3	Vinho turbina 2	50,0	4	71,2	44,0	27,93	79,58	90,61	1783	55,87	30,00	41,32	82,86	90,89	1772	93,11
4	Vinho turbina 3	50,0	4	71,2	37,0	21,53	74,29	89,47	1787	43,06	30,00	33,77	78,67	90,17	1778	71,77
5	Mexedor de fermento 1	15,0	4	22,0	12,0	5,54	61,91	85,45	1783	36,91	7,50	9,18	76,53	87,98	1756	73,82
6	Mexedor de fermento 2	15,0	4	22,0	14,0	7,70	70,85	86,73	1777	51,32	10,00	12,56	78,55	87,17	1769	76,98
7	Turbina de fermento 1	100,0	4	142,0	57,0	18,72	53,33	85,39	1795	18,72	25,00	30,23	77,27	90,09	1770	74,89
8	Turbina de fermento 2	100,0	4	142,0	57,0	18,72	53,33	85,39	1795	18,72	25,00	30,23	77,27	90,09	1770	74,89
9	Turbina de fermento 3	100,0	4	142,0	52,0	13,85	50,27	84,45	1796	13,85	15,00	20,64	85,50	87,87	1758	92,32
	Valores Totais e Médios	515,0			344,0	153,38	63,84			36,16	195,00	238,55	79,37			

Através do dimensionamento, obteve-se índice fator de utilização otimizado maior para o motor Vinho Turbina 2 com 93,11% e menor para o motor Vinho Turbina 3 com 71,77%.

5.3 Resultados comparativos entre modelos matemáticos de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método porcentagens das cargas e através do método aquisição de coordenadas reais de imagens digitais

Na presente pesquisa são adotados determinados critérios que direcionam a avaliação dos motores em funcionamento na empresa, de maneira que os resultados indiquem e viabilizem a substituição ou não dos mesmos.

Alguns motores em funcionamento analisados apresentam valores de corrente de operação extremamente baixas, demonstrando evidente sinal de falta de dimensionamento, expondo a necessidade da troca do conjunto equipamento e motor, para posterior enquadramento na proposta da pesquisa de conservação de energia.

Outros motores não analisados ocorreram por apresentarem valores de fator de utilização (fu) maior que 70%, que conforme recomendações anteriores são considerados bem dimensionados.

Portanto serão analisados somente os motores que apresentam fator de utilização menor que 70% e se encontram em condições de análise de dimensionamento, conforme proposta da pesquisa.

As análises dos resultados a seguir serão realizadas tomando-se como referência os setores onde são utilizados os motores elétricos.

5.3.1 Análise dos valores das potências útil e nominal

Com os dados do setor Moenda mostrados nos quadros anteriores, elaborou-se o Quadro 39 que mostra os resultados comparativos entre potência nominal e útil em cv.

Pode-se observar que para a situação atual a agroindústria apresenta instalado no setor Moenda, ligado em tensão trifásica 440V o total de 1.143 cv de potência nominal devido a utilização de motores elétricos, sendo possível realizar a conservação de energia em 842,50 cv que representam 73,71% do total de potência com possibilidades de conservação.

Analisando esses dados através do Método Imagens Digitais, constata-se o dimensionamento para a Potência útil (Pu) de 351,91 cv e 431,50 cv de Potência nominal (Pn), representando uma redução de 411,00CV ou 48,78% da potência nominal conservável e uma redução de 711,50 cv ou 62,25% da potência nominal instalada atualmente em uso nesse setor.

Analisando esses dados através do Método Porcentagens das Cargas, constata-se o dimensionamento para a Potência útil (Pu) de 394,16CV e 484,50 cv de Potência nominal (Pn), representando uma redução de 358,00 cv ou 42,49% da potência nominal conservável e uma redução de 658,50 cv ou 57,61% da potência nominal instalada atualmente em uso nesse setor.

Quadro 39 - Resultados comparativos entre potência nominal e útil em cv.

Item	*Setor*	*Potencial de Conservação*	*Método Imagens Digitais*		*Método Porcentagens das Cargas*	
		Pn (cv)	Pu (cv)	Pn (cv)	Pu (cv)	Pn (cv)
01	Estação de Tratamento de Água	524,00	289,59	363,75	257,23	315,50
02	Caldeira 1	215,00	118,74	150,00	117,54	150,00
03	Caldeira 2	425,00	130,45	170,00	141,05	180,00
04	Caldeira 3	370,00	184,61	255,00	182,66	240,00
05	Caldeira 4	20,00	3,48	4,25	6,72	8,00
06	Esteiras	207,50	103,26	133,50	106,76	128,50
07	Bomba d'água	100,00	67,99	75,00	66,98	75,00
08	Fabricação Açúcar	208,50	89,48	115,75	92,37	112,50
09	Fabricação Turbinas	232,50	64,82	82,00	82,80	107,00
10	Moenda	842,50	351,91	431,50	394,16	484,50
11	Destilaria	515,00	124,74	152,50	153,38	195,00

5.3.2 Análise dos valores das correntes de operação

Para esse setor tomou-se como referência o Setor Estação de Tratamento de Água ligado em tensão trifásica 440 V, com corrente de operação igual a

928,80 A em função de todos os motores atualmente em utilização e 385,50 A para os motores com possibilidades de conservação de energia, conforme Quadro 40.

Utilizando-se do Método Imagens Digitais dimensionou-se o valor da corrente de operação igual a 353,58 A ao ser realizado a conservação de energia. Através desses valores determinou-se que ocorreu uma redução de 31,92 A ou 8,28% no valor da corrente de operação dos motores em processo de conservação de energia e 3,44% no valor da corrente de operação levando-se em consideração todos os motores desse setor.

Utilizando-se do Método Porcentagens das Cargas dimensionou-se o valor da corrente de operação igual a 319,81 A ao ser realizado a conservação de energia. Através desses valores determinou-se que ocorreu uma redução de 65,69 A ou 17,04% no valor da corrente de operação dos motores em processo de conservação de energia e 1,45% no valor da corrente de operação levando-se em consideração todos os motores desse setor.

Quadro 40 - Resultados comparativos entre as correntes de operação em ampère.

Item	*Setor*	*Situação Atual*	*Método Imagens Digitais*	*Método Porcentagens das Cargas*
		Iop (A)	Iop (A) calculado	Iop (A) calculado
01	Estação de Tratamento de Água	385,50	353,58	319,81
02	Caldeira 1	168,00	144,83	149,43
03	Caldeira 2	267,00	165,75	178,52
04	Caldeira 3	260,00	242,38	243,36
05	Caldeira 4	15,60	5,65	11,48
06	Esteiras	162,20	135,35	142,15
07	Bomba d'água	91,00	81,81	81,32
08	Fabricação Açúcar	152,10	118,84	123,85
09	Fabricação Turbinas	153,60	93,53	120,98
10	Moenda	579,40	459,93	524,40
11	Destilaria	344,00	190,13	238,55

5.3.3 Análise dos valores médios do fator de potência

Na análise do fator de potência serão abordados todos os setores onde foram consideradas possíveis as conservações de energia, através de valores médios obtidos pelo dimensionamento, mostrado no Quadro 41..

No Método Imagens Digitais, o valor médio calculado para o fator de potência atual é de 59,93% e com o processo da conservação de energia observa-se uma melhora no fator, atingindo o valor de 80,49%.

No Método Porcentagens das Cargas, o valor médio calculado para o fator de potência atual é de 67,00% e com o processo da conservação de energia observa-se uma melhora no fator, atingindo o valor de 80,41%.

Quadro 41 - Médias comparativas entre os fatores de potência em %.

Item	*Setor*	*Método Imagens Digitais*		*Método Porcentagens das Cargas*	
		fp (%) atual	fp (%) calculado	fp (%) atual	fp (%) calculado
01	Estação de Tratamento de Água	67,77	79,82	71,43	77,70
02	Caldeira 1	73,66	84,05	75,30	81,43
03	Caldeira 2	58,82	86,02	64,98	85,72
04	Caldeira 3	74,05	81,04	73,26	87,39
05	Caldeira 4	32,63	74,75	55,25	72,40
06	Esteiras	58,22	79,88	65,44	80,47
07	Bomba d'água	81,06	86,62	78,11	87,78
08	Fabricação Açúcar	51,38	73,48	59,21	76,95
09	Fabricação Turbinas	47,12	78,06	60,71	76,70
10	Moenda	61,27	79,64	69,47	78,60
11	Destilaria	53,20	82,01	63,84	79,37
	Média	59,93	80,49	67,00	80,41

5.3.4 Análise dos valores médios do fator de utilização

Para a análise dos valores médios do fator de utilização (fu) foram utilizados todos os setores onde foram consideradas possíveis as conservações de energia, propiciando atenuar problemas causados pela baixa utilização da potência disponível nos motores elétricos.

Através da utilização do Método Imagem Digital o fator de utilização calculado para a atual situação tem valor médio igual a 41,39%, número esse considerado abaixo do valor considerado aceitável de 70%. Com o propósito da conservação de energia através da substituição dos motores para aqueles considerados com fator de utilização correta, encontrou-se um valor médio de 80,58% com melhora de 94,68 pontos porcentuais.

Através da utilização do Método Porcentagens das Cargas o fator de utilização calculado para a atual situação tem valor médio igual a 45,58%, número esse considerado abaixo do valor considerado aceitável de 70%. Com o propósito da conservação de energia através da substituição dos motores para aqueles considerados com fator de utilização correta, encontrou-se um valor médio de 80,85% com melhora de 77,38 pontos porcentuais.

No Quadro 42, são apresentados os valores comparativos do fator de utilização nos setores analisados.

Quadro 42 - Médias comparativas entre os fatores de utilização em %.

Item	*Setor*	*Método Imagens Digitais*		*Método Porcentagens das Cargas*	
		fu (%) atual	fu (%) calculado	fu (%) atual	fu (%) calculado
01	Estação de Tratamento de Água	48,08	82,54	51,00	78,76
02	Caldeira 1	56,07	78,64	55,68	78,03
03	Caldeira 2	38,88	77,73	40,44	79,11
04	Caldeira 3	49,13	72,36	47,13	79,75
05	Caldeira 4	17,43	83,77	33,60	84,00
06	Esteiras	40,32	81,30	45,36	81,52
07	Bomba d'água	67,99	90,65	66,98	89,31
08	Fabricação Açúcar	36,48	80,98	41,86	80,90
09	Fabricação Turbinas	30,68	77,95	39,14	79,36
10	Moenda	39,12	79,31	44,05	80,16
11	Destilaria	31,07	81,11	36,16	78,50
	Média	41,39	80,58	45,58	80,85

5.4 Simulação na utilização das metodologias

5.4.1 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método aquisição de coordenadas reais de imagens digitais.

Utilizando-se de curvas características dos motores elétricos trifásicos em tensões 220 V, 380 V e 440 V, obtidas junto aos fabricantes, foi possível realizar o processo de digitalização das imagens das curvas características, que possibilitaram adquirir as coordenadas e exportadas para planilhas eletrônicas, que geraram gráficos e linha de tendência com as respectivas equações.

Uma análise do funcionamento de um determinado motor em funcionamento foi realizada, tomando como exemplo as seguintes características elétricas:

- Potência: 30 cv ou 22,08 kW
- Tensão trifásica: 440 V
- Freqüência: 60 Hz
- Pólos: 4
- Corrente de operação: 16 A

Através do valor da corrente de operação, utilizando-se da equação obtida através da Figura 3, calcula-se o valor da potência útil em kW.

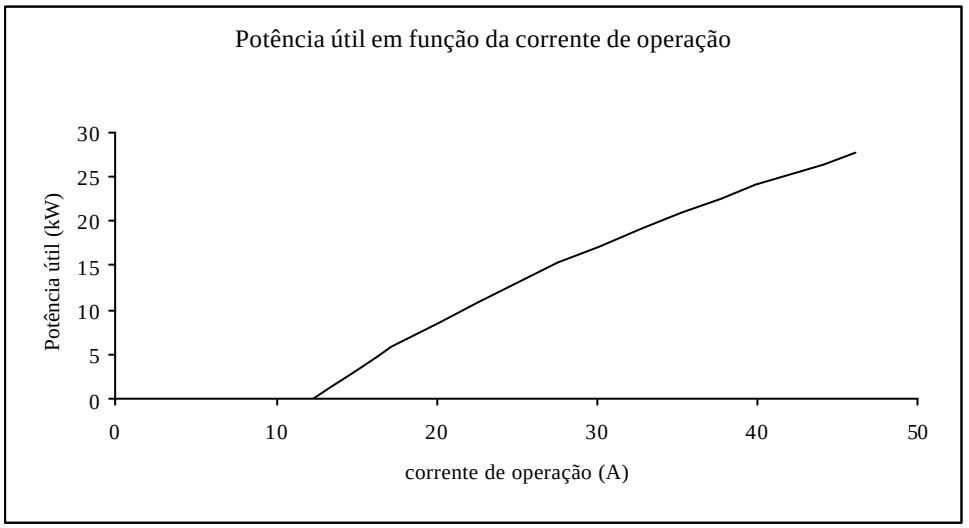


Figura 3 - Potência útil X corrente de operação.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 3, é representada pela seguinte equação: $P= -0,0097.I^2 + 1,3737.I - 15,247$ com $R^2 = 0,99$.

Obtém-se o valor para a Potência útil (Pu) igual a 4,25 kW.

Calculando a relação entre a Potência útil (Pu) e a Potência nominal (Pn) determina-se o valor do fator de utilização (fu) igual a 19,25%, portanto menor que 70%; indicando que o motor está superdimensionado necessitando de diminuição da potência fornecida pelo motor elétrico.

Com o mesmo valor da corrente de operação, calcula-se o valor da rotação de funcionamento do motor em rpm.

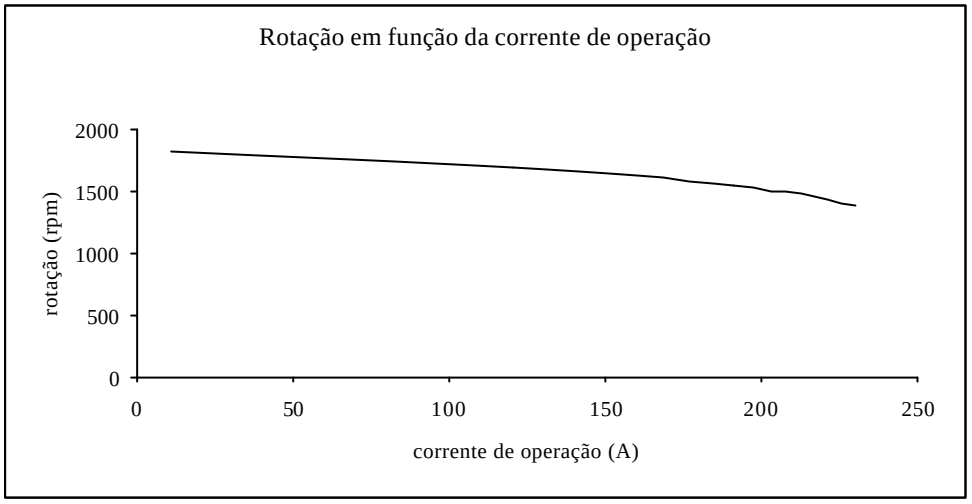


Figura 4 - Rotação X corrente de operação.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 4, é representada pela seguinte equação: $N = -0{,}0235.I^2 + 3{,}3115.I + 1740{,}4$ com $R^2 = 0{,}99$

Obtém-se o valor para a rotação (N) igual a 1787 rpm.

Através do valor da Potência útil, que é igual a 4,25 kW; utilizando-se da Figura 5, obtém-se o valor do fator de potência (fp) do motor atual.

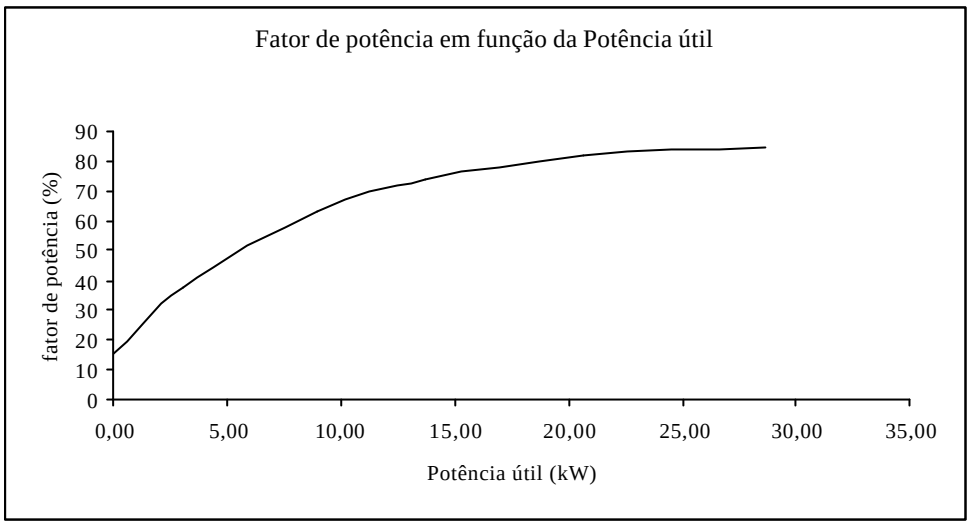


Figura 5 - Fator de potência X Potência útil.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 5, é representada pela seguinte equação: $fp = -0{,}0012.P^2 + 0{,}0582.P + 0{,}182$ com $R^2 = 0{,}99$.

Obtém-se o valor para o fator de potência (fp) igual a 40,76%.

Novamente através do valor da Potência útil, que é igual a 4,25 kW; utilizando-se da Figura 6, obtém-se o valor do rendimento (%) do motor atual.

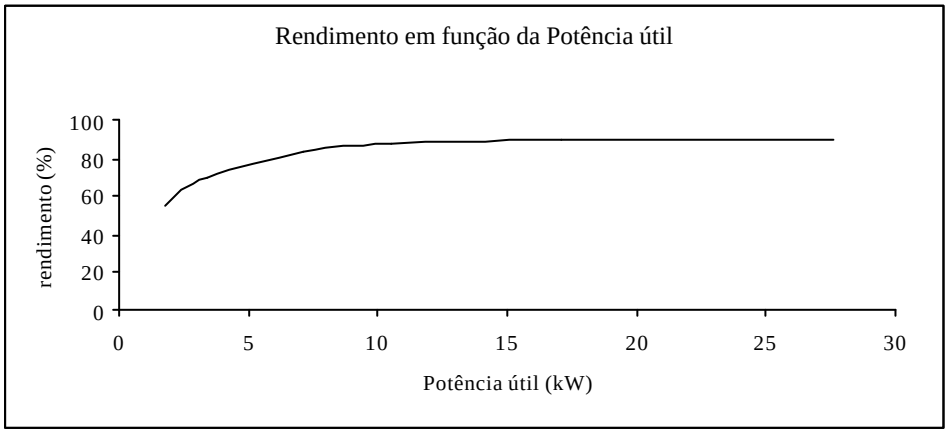


Figura 6 - Rendimento X Potência útil.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 6, é representada pela seguinte equação: ? = 0,0101.P^3 - 0,5457.P^2 + 9,1068.P + 42,632 com R^2 = 0,99.

Obtém-se o valor para o rendimento (?) igual a 72,25%.

Como calculado anteriormente, a potência requerida pelo equipamento apresentou fator de utilização igual a 19,24%, demonstrando a necessidade de um redimensionamento para um motor elétrico com potência próxima a 4,25 kW. Optou-se por um motor com potência ligeiramente superior ao requerido pelo equipamento, com as seguintes características:

- Potência: 7,5 cv ou 5,52 kW
- Tensão trifásica: 440 V
- Freqüência: 60 Hz
- Pólos: 4

Através do valor da Potência útil igual a 4,25 kW e utilizando-se da Figura 7, obtém-se o valor da nova corrente de operação (Iop).

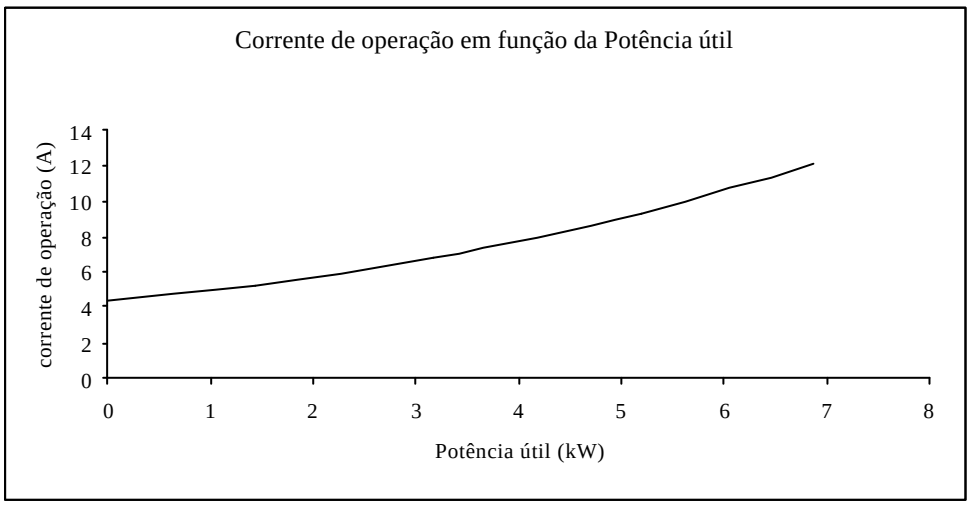


Figura 7 - Corrente de operação X Potência útil.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 7, é representada pela seguinte equação: I = 0,1052.P^2 + 0,3932.P + 4,4573 com R^2 = 1.

Obtém-se o valor para a nova corrente de operação o valor igual a 8,03 A.

Através do valor da corrente de operação (Iop), que é igual a 8,03 A; utilizando-se da Figura 8, obtém-se o valor da rotação (N) do novo motor.

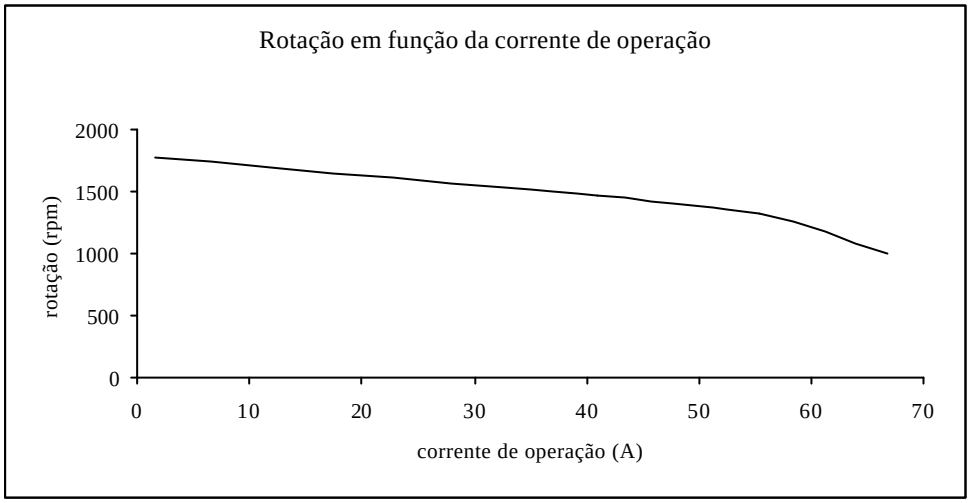


Figura 8 - Rotação X corrente de operação.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 8, é representada pela seguinte equação: $N = -0,1829.I^2 + 1,0137.I + 1766,4$ com $R^2 = 0,99$.

Obtém-se o valor para a nova rotação valor igual a 1762 rpm

Através do valor da Potência útil, que é igual a 4,25 kW; utilizando-se da Figura 9, obtém-se o valor do fator de potência (fp) do novo motor.

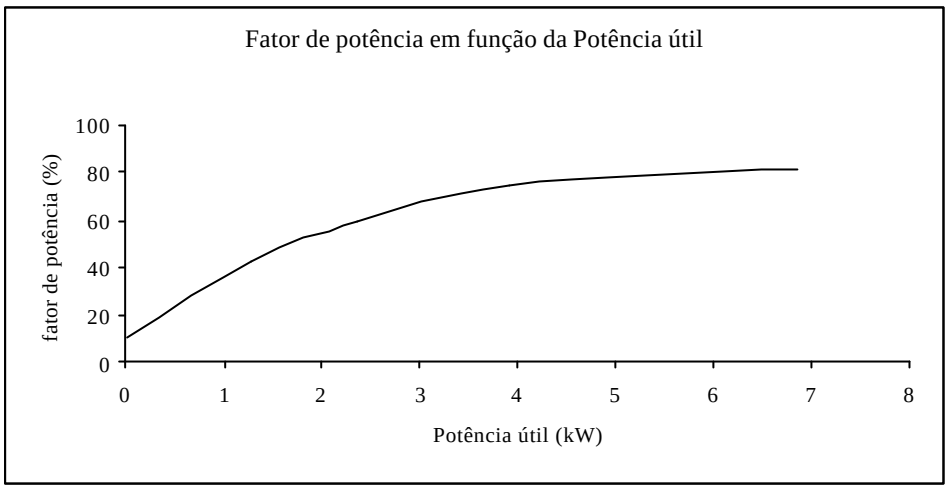


Figura 9 - Fator de potência X Potência útil.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 9, é representada pela seguinte equação: $fp = -0{,}0218.P^2 + 0{,}2507.P + 0{,}1207$ com $R^2 = 1$.

Obtém-se o valor para o novo fator de potência valor igual a 79,24%.

Através do valor da Potência útil, que é igual a 4,25 kW; utilizando-se da Figura 10, obtém-se o valor do rendimento (?) do novo motor.

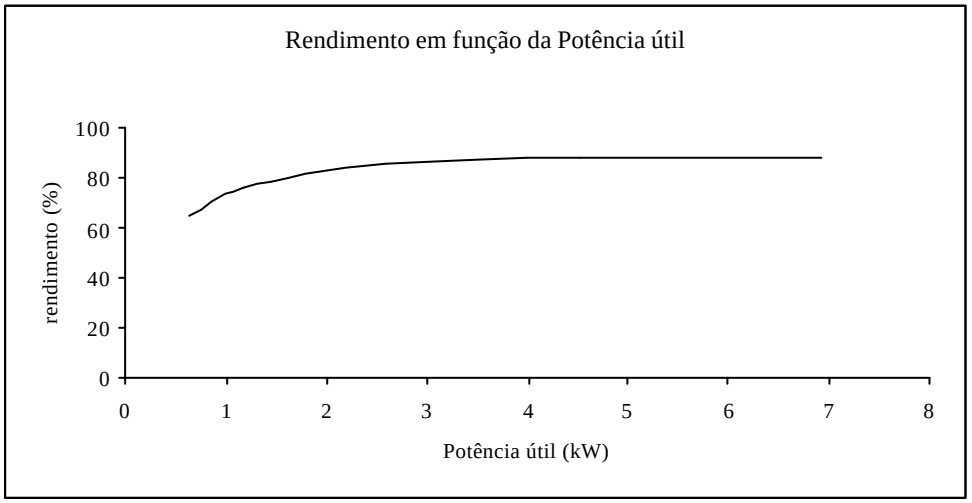


Figura 10 - Rendimento X Potência útil.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 10, é representada pela seguinte equação: ? = 0,4174.P^3 - 5,9017.P^2 + 26,017.P + 51,594 com R^2 = 0,99.

Obtém-se o valor para o novo rendimento valor igual a 87,61%.

Os valores obtidos para pelo dimensionamento, poderão ser observados na Figura 11.

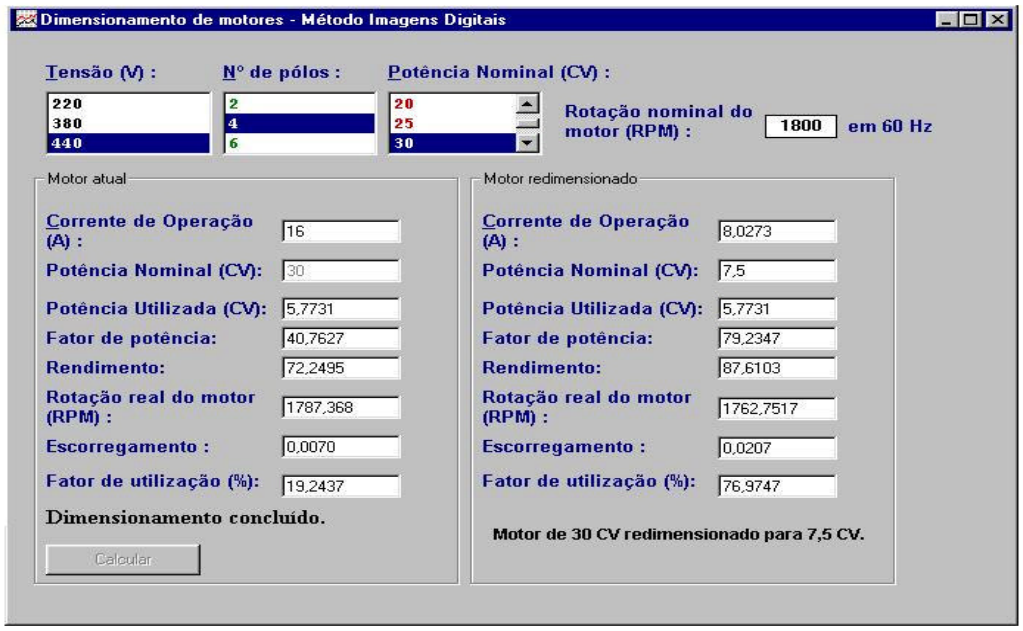


Figura 11 - Tela do dimensionamento de motores pelo método imagens digitais

5.4.2 Modelo matemático de um motor de indução trifásico com rotor em gaiola através do método porcentagens das cargas

Dos valores de catálogos de motores elétricos fornecidos pelos fabricantes, foram obtidos os seguintes valores:

- Potência (cv e kW);
- Rotação nominal (rpm);

- Freqüência (Hz);
- Corrente nominal (A);
- Número de pólos;
- Rendimento do motor com 50%, 75% e 100% de carga; e
- Fator de potência com 50%, 75% e 100% de carga.

Através das equações do item 4.2.3, obteve-se os valores da rotação (rpm) e corrente de operação para 50%, 75% e 100% de carga.

Dos valores calculados foram obtidas as coordenadas que transportadas para a planilha eletrônica geraram gráficos e linha de tendência com as respectivas equações.

Uma análise do funcionamento de um determinado motor em funcionamento foi realizada, tomando como exemplo as seguintes características elétricas:

- Potência: 30 cv ou 22,08 kW
- Tensão trifásica: 440 V
- Freqüência: 60 Hz
- Pólos: 4
- Corrente de operação: 16 A

Através do valor da corrente de operação, utilizando-se da equação obtida através da Figura 12, calcula-se o valor da potência útil em kW.

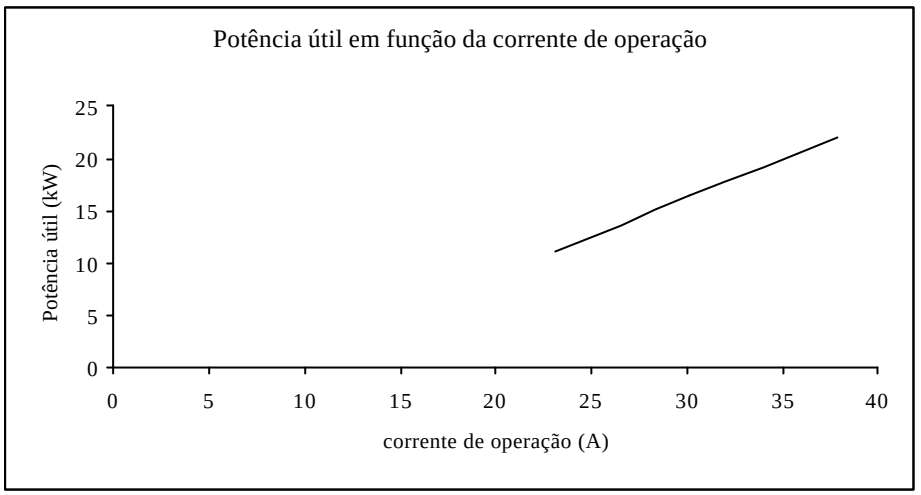


Figura 12 - Potência útil X corrente de operação.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 12, é representada pela seguinte equação: $P = -0,0055.I^2 + 1,0815.I - 11,036$ com $R^2 = 1$.

Obtém-se o valor para a Potência útil (Pu) igual a 4,86 kW.

Calculando a relação entre a Potência útil (Pu) e a Potência nominal (Pn) determina-se o valor do fator de utilização (fu) igual a 22,01%, portanto menor que 70%; indicando que o motor está superdimensionado necessitando de diminuição da potência fornecida pelo motor elétrico.

Com o mesmo valor da corrente de operação, calcula-se o valor da rotação de funcionamento do motor em rpm.

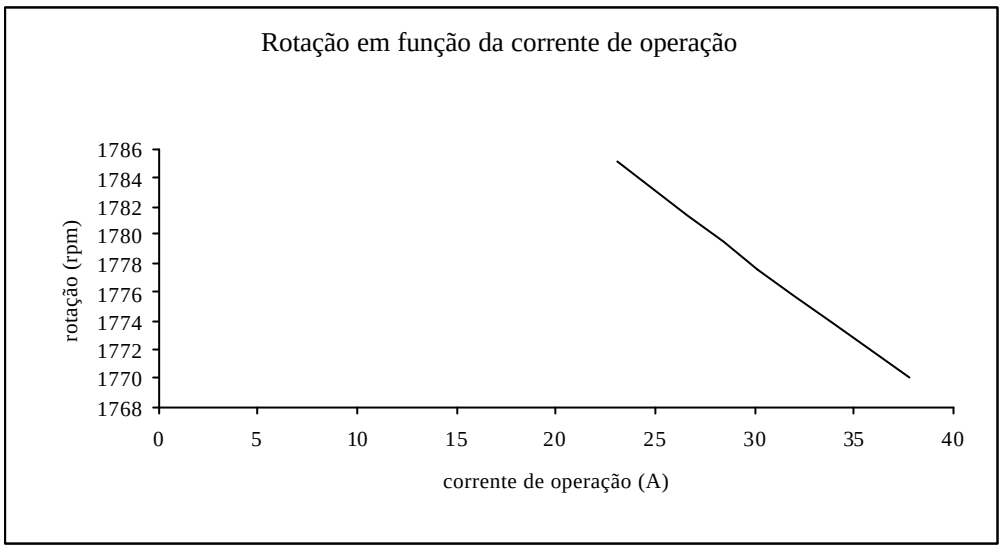


Figura 13 - Rotação X corrente de operação.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 13, é representada pela seguinte equação: $N = 0{,}0069.I^2 - 1{,}4454.I + 1814{,}9$ com $R^2 = 1$.

Obtém-se o valor para a rotação (N) igual a 1793 rpm.

Através do valor da Potência útil, que é igual a 4,86 kW; utilizando-se da Figura 14, obtém-se o valor do fator de potência (fp) do motor atual.

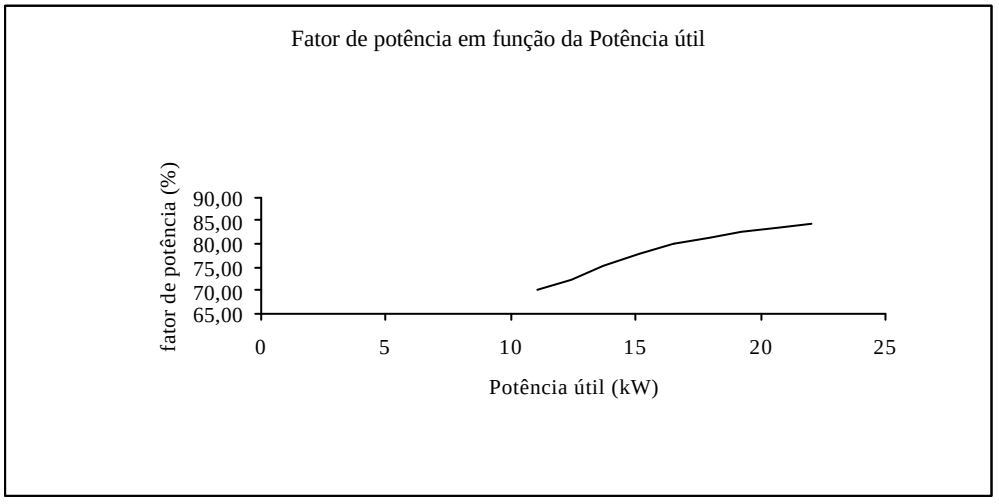


Figura 14 - Fator de potência X Potência útil.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 14, é representada pela seguinte equação: $fp = -0,001.P^2 + 0,0453.P + 0,32$ com $R^2 = 1$.

Obtém-se o valor para o fator de potência (fp) igual a 51,65%.

Novamente através do valor da Potência útil, que é igual a 4,25 kW; utilizando-se da Figura 15, obtém-se o valor do rendimento (%) do motor atual.

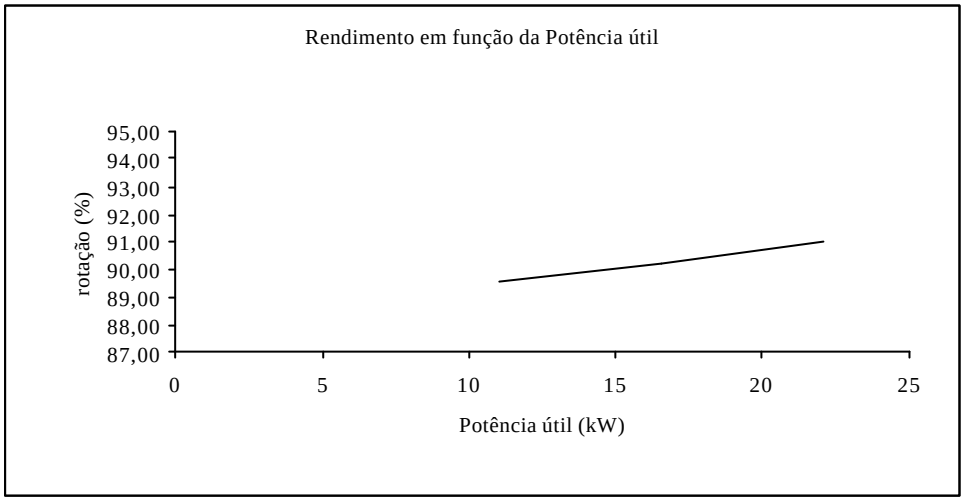


Figura 15 - Rendimento X Potência útil.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 15, é representada pela seguinte equação: $R = 0,00002.P^2 + 0,0008.P + 0,884$ com $R^2 = 1$.

Obtém-se o valor para o Rendimento (R) igual a 88,84%.

Como foi observado anteriormente, a potência requerida pelo equipamento obteve apresentou fator de utilização igual a 22,01%, demonstrando a necessidade de um redimensionamento para um motor elétrico com potência próxima a 4,86 kW. Optou-se por um motor dimensionado com potência ligeiramente superior ao requerido pelo equipamento, com as seguintes características:

- Motor elétrico trifásico
- Potência: 7,5 cv ou 5,52 kW
- Tensão: 440 V
- Freqüência: 60 Hz
- Pólos: 4

Através do valor da Potência útil igual a 4,86 kW e utilizando-se da Figura 16, obtém-se o valor da nova corrente de operação (Iop).

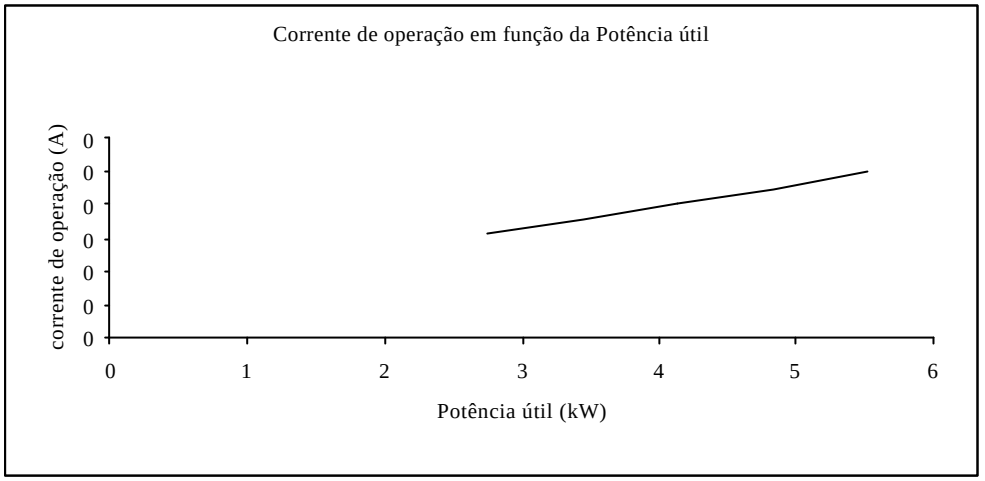


Figura 16 - Corrente de operação X Potência útil.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 16, é representada pela seguinte equação: $I = 0{,}0667.P^2 + 0{,}779.P + 3{,}6492$ com $R^2 = 1$.

Obtém-se o valor para a nova corrente de operação igual a 9,01 A.

Através do valor da corrente de operação (Iop), que é igual a 9,01 A; utilizando-se da Figura 17, obtém-se o valor da rotação (N) do novo motor.

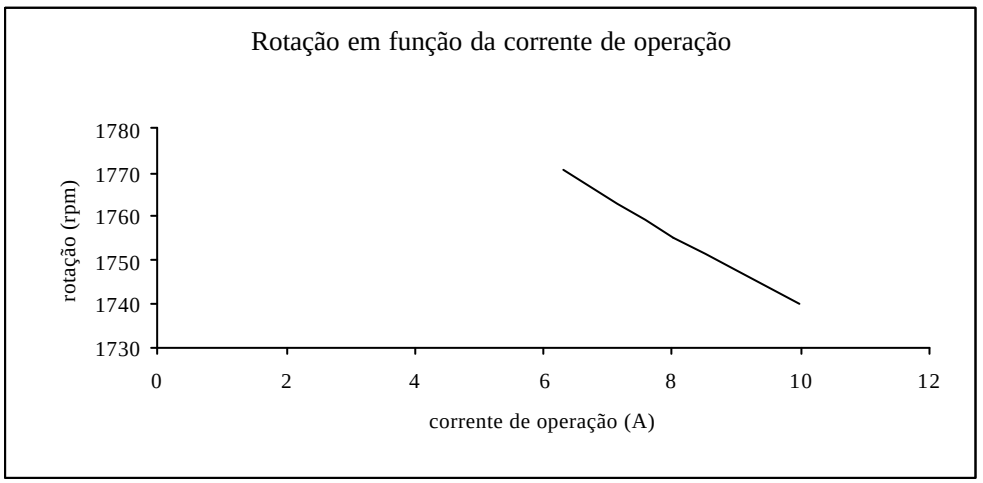


Figura 17 - Rotação X corrente de operação.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 17, é representada pela seguinte equação: $N = 0,2736.I^2 - 12,763.I + 1840,1$ com $R^2 = 1$.

Obtém-se o valor para a nova rotação valor igual a 1747 rpm

Através do valor da Potência útil, que é igual a 4,86 kW; utilizando-se da Figura 18, obtém-se o valor do fator de potência (fp) do novo motor.

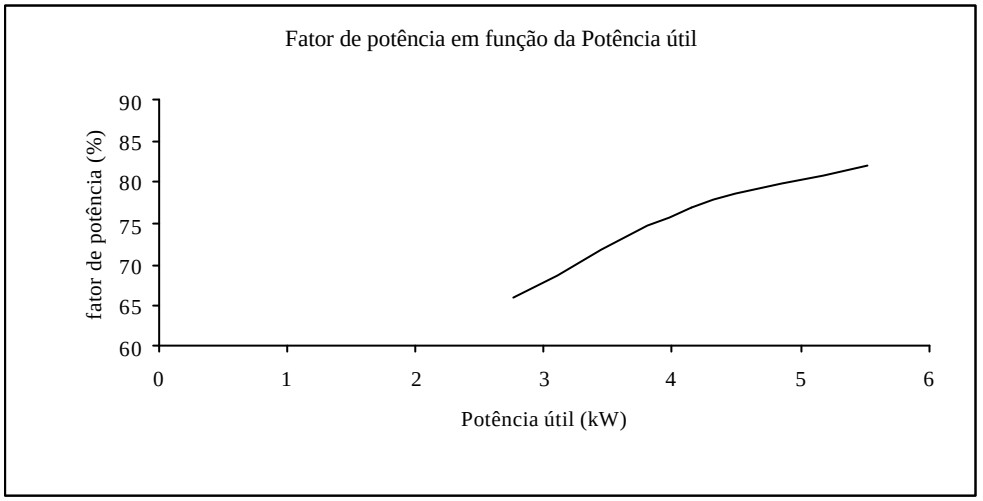


Figura 18 - Fator de potência X Potência útil.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 18, é representada pela seguinte equação: $fp = -0,0158.P^2 + 0,1884.P + 0,26$ com $R^2 = 1$.

Obtém-se o valor para o novo fator de potência valor igual a 80,24%.

Através do valor da Potência útil, que é igual a 4,86 kW; utilizando-se da Figura 19, obtém-se o valor do rendimento (?) do novo motor.

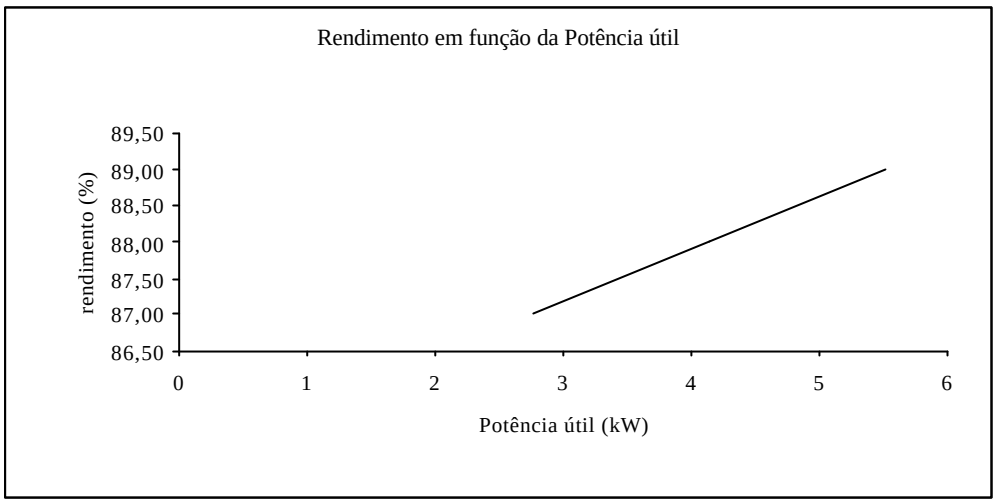


Figura 19 - Rendimento X Potência útil.

A regressão realizada para a obtenção da curva da Figura 19, é representada pela seguinte equação: ? = -0,0013.P^2 + 0,0163.P + 0,835 com R^2 = 1.

Obtém-se o valor para o novo rendimento valor igual a 88,35%.

Calculando-se o novo fator de utilização obtém-se o valor igual a 88%, demonstrando uma boa utilização do novo motor onde se observa a elevação de 66 pontos porcentuais do valor anterior em relação ao dimensionado.

Os valores obtidos para pelo dimensionamento, poderão ser observados na Figura 20.

No Quadro 43, são apresentados valores obtidos através dos dois métodos utilizados no redimensionamento de motores elétricos.

Os valores encontrados corroboraram a pesquisa desenvolvida por Porto (1994).

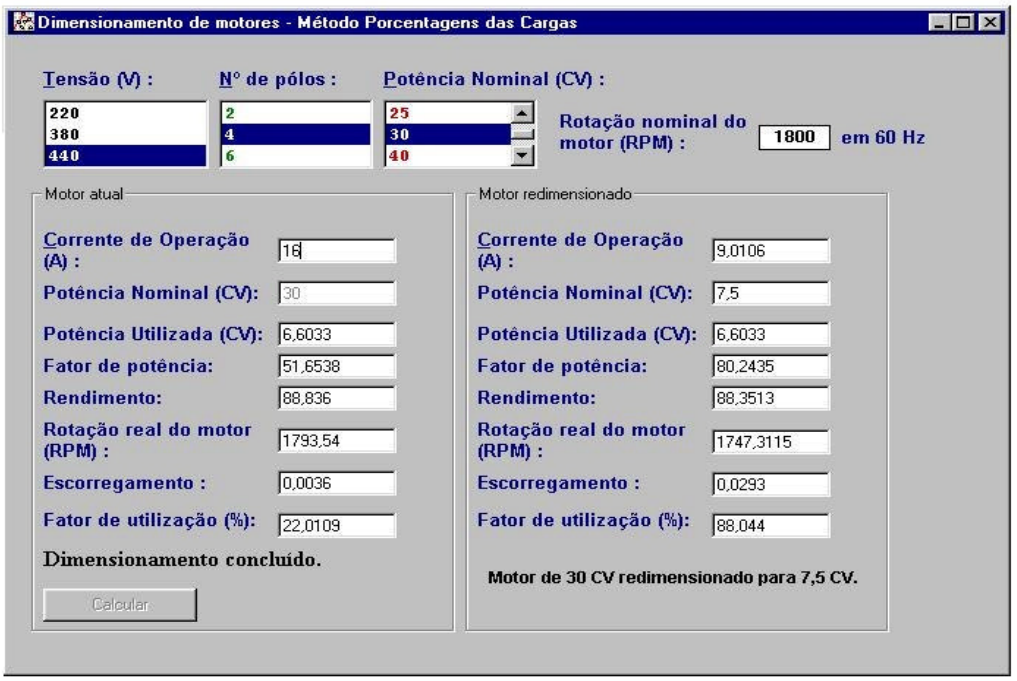


Figura 20 - Tela do dimensionamento de motores pelo método porcentagens das cargas.

Quadro 43 - Resultados comparativos entre os métodos imagens digitais e porcentagens das cargas.

Método	Motor atual									Motor dimensionado					
	Pn (cv)	pólos	In (A)	Iop (A)	Pu (cv)	fp (%)	? (%)	N (rpm)	fu (%)	Iop (A)	Pn (cv)	fp (%)	? (%)	N (rpm)	fu (%)
Imagens Digitais	30,0	4	38,0	16,0	5,77	40,75	72,25	1787	19,24	8,03	7,50	79,22	87,61	1762	76,97
Porcentagens das Cargas	30,0	4	38,0	16,0	6,60	51,65	88,84	1793	22,01	9,01	7,50	80,24	88,35	1747	88,04

6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através dos modelos matemáticos para o aprimoramento da eficiência energética dessa unidade agroindustrial, observaram-se grande incidência de motores sendo utilizados de maneira inadequada. O redimensionamento de motores elétricos superdimensionados demonstrou elevação na eficiência no uso da energia elétrica, além de outros benefícios tais como, melhoria no fator de potência e redução das perdas no circuito alimentador devido redução da corrente absorvida pelo motor.

De um total de 176 motores elétricos, foram possíveis a adequação na potência em 87 unidades, ou seja, em 49,43% dos motores elétricos instalados.

A partir dos dados de potência nominal de todos os setores, pode-se observar que para a situação atual da agroindústria, que apresenta 6.250,95 cv de potência nominal devido à utilização de motores elétricos, favorecendo realizar a conservação de energia em 3.660 cv que representam 58,55% do total de potência com possibilidades de conservação, favorecendo a diminuição no consumo de energia elétrica.

Dos dados obtidos através do Método Imagens Digitais, constata-se que o redimensionamento para a Potência nominal (Pn) de 1.933,25 cv representa uma redução de 1.726,75 cv de potência nominal com possibilidade de conservação de energia e uma redução de 4.317,70 cv da potência nominal instalada nessa agroindústria.

Dos dados obtidos através do Método Porcentagens das Cargas, constata-se que o redimensionamento para a Potência nominal (Pn) de 1.996 cv representa uma redução de 1.664 cv potência nominal com possibilidade de conservação de energia e uma redução de 4.254,95 cv da potência nominal instalada nessa agroindústria.

Em relação ao fator de potência dos setores onde foram consideradas possíveis as conservações de energia, através dos valores médios obtidos pelos redimensionamentos, haverá uma redução no investimento para a instalação de banco de capacitores para correção de baixo fator de potência. Porém, constata-se dificuldade em se contabilizar a melhoria no fator de potência global da instalação em função da melhoria agregada ao motor em análise.

No Método Imagens Digitais, o fator de potência médio calculado para todos os setores foi de 59,93% e com o processo da conservação de energia observa-se uma melhora no fator, atingindo o valor de 80,54%. Para o setor Caldeira 3, foi calculado o menor valor de fator de potência, que foi de 32,63% que após o redimensionamento passou para 74,75%. No setor Bomba d'água foi calculado o valor de 81,06% e posteriormente 86,62%.

No Método Porcentagens das Cargas, o valor médio calculado para o fator de potência atual é de 67,00% e com o processo da conservação de energia observa-se uma melhora no fator, atingindo o valor de 80,41%. Para o setor Caldeira 3, foi calculado o menor valor de fator de potência, que foi de 55,25% que após o redimensionamento passou para 72,40%. No setor Bomba d'água foi calculado o valor de 78,11% e posteriormente 87,78%.

Em relação aos valores médios do fator de utilização (fu) dos setores onde foram consideradas possíveis as conservações de energia, através dos valores médios obtidos pelos redimensionamentos, observa-se a utilização de motores superdimensionados para a função destinada.

No Método Imagem Digital, o fator de utilização calculado para a atual situação tem valor médio igual a 41,39%, número esse considerado abaixo do valor aceitável de 70%. Com o propósito da conservação de energia através do redimensionamento dos motores para aqueles considerados com fator de utilização correta, encontrou-se um valor médio de 80,58%.

No Método Porcentagens das Cargas, o fator de utilização calculado para a atual situação tem valor médio igual a 45,58%, número esse considerado abaixo do valor aceitável de 70%. Com o propósito da conservação de energia através do redimensionamento dos motores para aqueles considerados com fator de utilização correta, encontrou-se um valor médio de 80,85%.

Em relação aos fabricantes de equipamentos, observou-se que os mesmos demonstram desinteresse em ampliar conhecimentos específicos na aplicação de motores elétricos, nem mesmo em investimentos em desenvolvimento tecnológicos e pesquisas.

Por outro lado, os empresários se encontram reprimidos pelo mercado inconstante a ponto de se preocuparem em obter lucros imediatos em detrimento a planejamentos a médio e a longo prazo em seus investimentos. Subestimando a troca racional de seus equipamentos, objetivando alcançar a eficiência energética.

Apesar do mercado oferecer motores elétricos mais eficientes de alto rendimento, não se observa a ampla utilização no Brasil, provavelmente em função de seu relativo alto investimento inicial ser superior ao motor convencional. No caso da substituição, os empresários ainda são resistentes à troca ao não observarem o retorno de seu investimento em poucos meses de utilização dos motores de alto rendimento.

Caso a conscientização em relação ao uso eficiente e racional de energia se torne mais abrangente, provocando aumento da sensibilidade nessa questão, poderemos em curto espaço de tempo produzir essas mudanças.

O atual quadro energético brasileiro nos impele de maneira gradual ao uso racional de energia, direcionando as alterações necessárias para que todo o parque industrial nacional atenda suas necessidades energéticas sem alterar seu processo produtivo.

Todas as dificuldades que envolvem as pesquisas realizadas ou em desenvolvimento na avaliação quantitativas que possibilitem redução no desperdício de energia , desde a geração até o consumidor final, direcionam para ótimos resultados.

Em continuidade a esta pesquisa sobre conservação de energia, sugere-se que se agreguem concomitantemente ao fator de utilização, as características das cargas mecânicas a serem acionadas, para a verificação da capacidade de partida, tempo de aceleração e análise térmica em regime de operação do novo motor.

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ABILUX - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ILUMINAÇÃO. Uso racional de energia em edificações. 2.ed. São Paulo, 1992. 44 p.

ANSUJ, S., SHOKOOH, F., SCHINZINGER, R. Parameter estimation for induction machines based on sensitivity analysis. Transaction on Industry Applications, v.25, n.6, 1989.

ARRUDAS, E.P. O motor monofásico na eletrificação rural do Estado de Minas Gerais. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL, 4., 1971, Belo Horizonte. **Anais**... Belo Horizonte: Estado de Minas Gerais, 1971. p.12.01-12.26.

AVOLIO, E. Uma contribuição ao estudo do comportamento térmico e do desempenho elétrico de motores de indução com rotor em gaiola. 1992. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

BAJAY, S.V. Assimetrias e competitividade no setor energético brasileiro. In: CONCRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 2., 1994, Campinas. **Anais**... Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1994. p.48-56.

BOLONI, J. Particle size distribution of barley ground by hammer mill. Transaction of ASAE (American Society of Agricultural Engeneers). Michigan, v.23, n.6, p.1578-1584, 1980.

BORTONI, E.C., et al. Influência dos reparos no desempenho de motores de indução trifásicos. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.402, p.108-118, 2000.

CESP. Auto-avaliação dos pontos de desperdícios de energia elétrica na indústria. Agência para Aplicação de Energia, 1986. 43 p.

CESP. Economia de energia elétrica na indústria – Usos clássicos. Agência para Aplicação de Energia, 1986. 41 p.

COELBA. Energia - Seminário Interno, Salvador, 1988.

CONCEIÇÃO, E.P.; PIEDADE JUNIOR, C.; BENEZ, S.H. Comportamento do conjugado mecânico de diferentes níveis de vazão no processamento de grãos agrícolas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.2, n.2, p.22-26, 1987.

CONTANT, J., et al. O impacto dos motores de alto rendimento a longo prazo. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.276, p.62-69, 1997.

COTRIN, A.A.M.B. Instalações elétricas. 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982. 423 p.

CREDER, H. Instalações elétricas. 10.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1986. 439 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Portaria 1569 de 23/12/1993. 5p.

EARP, F.V. Rural electrification engineering. New York: McGraw-Hill Book Company, 1950. 313 p.

EBERLE - Catálogo Eletrônico - CD-rom, 2001

ELETROBRÁS - Projeto 14. Eficiência energética global - Plano 2015 - Plano Nacional de Energia Elétrica, v.VI, Rio de Janeiro, 1994.

ELETROBRÁS. Plano decenal de expansão 1999/2008. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia, 1999. 308 p.

ELETROBRÁS-PROCEL. Eficiência energética nos sistemas de saneamento. 1998. 76 p.

ELETROBRÁS-PROCEL. Manual de iluminação pública eficiente. 1998. 76 p.

FALCONE, A.G. Eletromecânica. São Paulo: Edgard Blücher, 1985. 478 p.

GODINHO, M. Exame de racionalização do uso de energia elétrica em função de parâmetros elétricos e legislação tarifária. 1986. 123 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1986.

GODINHO, M. Considerações sobre a racionalização do uso da energia elétrica em três atividades agroindustriais. 1987. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1987.

GOLDEMBERG, C. Determinação dos parâmetros funcionais de motores de indução a partir de catálogos de fabricantes. 1992. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

GOLDEMBERG, J. Política de conservação de energia para o Brasil: propostas de ações de curto e médio prazos. São Paulo Energia, n.20, p.36-38, 1985.

GOLOVACH, A. Electric drive in woodworking. Moscow: Mir Publishers, 1967. 323 p.

HADAD, J.; NOGUEIRA, L.A.H.; SANTOS, A.H.M. A conservação de energia elétrica como um instrumento de política energética. In: CONCRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 2., 1994, Campinas. **Anais**... Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1994. p.77-84.

HAMMOND, P.W., PENTEADO JUNIOR, E. Inversores de MT: nova solução para um melhor qualidade da energia. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.276, p.76-84, 1997.

HICKOK, H.N.; WICKISER, M.R. The gateturn-off thyristor: A breakthrough for the retrofit of existing induction motors from fixed to variable speed. **IEEE Transactions on Industrial Applications**, v.25, n.3, 1989.

HOFFMANN, R.; VIEIRA, S. Análise de regressão. São Paulo: HUCITEC-EDUSP, 1977. 339 p.

IVANOV-SOMOLENSKY, A.V. Máquinas elétricas. Moscow: Mir Moscu, 1984. 440 p.

JANUZZI, G.M. Aplicações as lâmpadas compactas fluorescentes. **São Paulo Energia**, São Paulo, v.6, n.59, p.14-15, 1989.

JANUZZI, G.M., SWISHER, J. Planejamento integrado de recursos energéticos. Campinas: Editora de Recursos Energéticos. Editora Autores Associados, 1977.

KASATKIN, A.S.; NEMTSOV, M.V. Electrical engineering. Moscow: Mir Publishers, 1986. 527 p.

KOHLBACH. Catálogo Eletrônico - CD-rom, 2001

KOSOW, I.L. Máquinas elétricas e transformadores. 4.ed. Porto Alegre: Globo, 1982. 632 p.

KUZNETSOV, M. Fundamentals of electrical engineering. Moscow: Mir Publishers, 1979. 460 p.

LANGSDORF, A.S. Teoria de las máquinas de corriente alterna. México: McGraw-Hill, 1979. 701 p.

LATORRE, C.O.F. Diagnóstico de potencial de conservação de energia na indústria. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 1., 1990, Belo Horizonte. **Anais**... Belo Horizonte, v.3, 1990.

LAZAROV, M.L. Moyens d' accroitre la rentabilité des capacités électriques utilices dans la production agricole. In: NATIONS UNIES. Comission économique pour l'Europe. **Electrification rurale**. New York: Nations Unies, 1971, v.13, p.36-63.

LEITE, A.D. A energia do Brasil. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 528 p.

LEWIS, C.; WALTON, S.J.; PENNY, J.R. Monitoração do rendimento sem o uso de transdutores de torque. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.276, p.70-75, 1997.

LIMA, L.C.A. Racionalização do consumo de energia em hospitais: um caso real. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.289, p.154-164, 1998.

LIPKIN, B.Y. Electrical equipment for industry. Moscow: Higher School Publishers House, 1978. 277 p.

LOBOSCO, O.S.; DIAS, J.L.P.C. Seleção e aplicação de motores elétricos. São Paulo: McGraw-Hill, 1988. 511 p.

LOPES, V. Contribuição do estudo de acionamentos industriais. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 1977. 958 p.

LOPES, D.C.; OLIVEIRA FILHO, D.; TEIXEIRA, C.A. Desenvolvimento de programa computacional para adequação de força motriz. In: SEMINÁRIO ENERGIA NA AGRICULTURA - USO RACIONAL DE ENERGIA EM PROCESSOS AGRÍCOLAS, 2, 2001, Uberaba. **Anais**... Uberaba, 2001.

MAMEDE FILHO, J. Instalações elétricas industriais. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. 478 p.

MARACH, L.C. Metodologia para determinar a substituição de motores superdimensionados. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.329, p.220-229, 2001.

MARTIGNONI, A. Máquinas de corrente alternada. 3.ed. Porto Alegre: Globo, 1978. 410 p.

MARTIN, J.M. A economia mundial de energia. São Paulo: Editora Unesp, 1992. 135 p.

MORAES, C.C.; CAMBIRASIO, G.; LIMA, L.E. Conservação de energia elétrica: motores elétricos e sistemas de acionamentos. 1985. 53 p.

NAU, S.L. Motores elétricos de indução: o que muda com a nova NBR 7094. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.276, p.38-46, 1997.

NITOLA, M.R. A riqueza vem do lixo. **Problemas Brasileiros**, São Paulo, n.297, p.10-14, 1993.

OLIVEIRA JUNIOR, N. Guia nacional do comprador de soft starters. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.402, p.44-50, 2000.

PIEDADE JUNIOR, C. Eletrificação rural. 3.ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1985. 280 p.

PORTO, L.G.C. Análise de tarifa horo-sazonal no uso da energia elétrica em uma agroindústria. Botucatu, 1991. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.

PORTO, L.G.C. Desenvolvimento de um modelo matemático para analisar o desempenho dos motores elétricos em máquinas de processamento de arroz. 1994, 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

PROCEL. Avaliação do desempenho dos motores elétricos trifásicos. 1990. 188 p.

PROCEL. Conservação de Energia – Eficiência energética de instalações e equipamentos. Itajubá, MG: FUPAI, 2001. 467 p.

PROCEL. Iluminação eficiente no setor residencial: a transformação do mercado e o ponto de vista do consumidor: Uma tentativa de abordagem por métodos quantitativos. 1996. 44 p.

PROCEL. Manual de conservação de energia elétrica na indústria. 1994. 79 p.

REZEK, A.J.J. et al. Conservação de energia com a utilização de soft starter. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.402, p.52-61, 2000.

RODRIGUEZ, E.M. Uso de energia elétrica no beneficiamento de café e na secagem de milho associada à produção de ração. 1990. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1990

SA, J.S. Contribuição à análise do comportamento térmico de motores de indução trifásicos com rotor do tipo gaiola. 1989. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

SÁ, J.S.; COGO, J.R.; ARANGO, H. Avaliação do rendimento de motores de indução trifásicos via medição de tensão e corrente do estator. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 1., 1990, Belo Horizonte. **Anais**... Belo Horizonte, v.3, 1990.

SALES, S.C.P. Avaliação expedita da capacidade liberada de energia, visando sua racionalização, na Fazenda Experimental Lageado. 1998. 108 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

SANGUEDO, C.A., STEPHAN, R. Aplicação de conversores eletrônicos em áreas classificadas. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.276, p.48-60, 1997.

SANTOS, W.L.; RAMOS, M.M. SACRID: Software para aquisição de coordenadas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

SHOEPS, C.A.; ROUSSO, J. Conservação de energia elétrica na indústria: faça você mesmo. CNI, COASE, Secretaria de Ciências e Tecnologia, v.1, 91p. 1992.

SILVA NETO, P.C. et al. Análise econômica da substituição de motores de baixa potência. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.300, p.130-140, 1999.

SNEDECOR, G. H.; COCHRAN, W. G. Statistical methods. 5.ed. Iowa: The Iowa State University Press, 1978. 593 p.

SODERHOLM, L.H. Voltage effects on electric motor torque, current and temperature rise. **Transaction of the ASAE** (American Society of Agricultural Engineers), Michigan, v.16, n.3, p.510-515, 1973.

TAVARES, P.C.C.; PIMENTEL, G.S.; PINHEL, A.C.C. O programa nacional de conservação de energia elétrica - PROCEL. In: CONCRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 2., 1994, Campinas. **Anais**... Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1994. p.380-385.

TEIXEIRA, C.A.; OLIVEIRA FILHO, D.; LACERDA FILHO, A.F. Racionalização do uso da força motriz em fábrica de ração da UFV - estudo de caso. In: SEMINÁRIO ENERGIA NA AGRICULTURA - INDICANDO NOVOS CAMINHOS PARA A PRODUTIVIDADE NO CAMPO, 2., 2001, Uberaba. **Anais**... Uberaba, 2001.

TEIXEIRA, N.M. Análise do desempenho eletro-mecânico de um moinho a martelos. Botucatu, 1991. 137p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

TEIXEIRA, N.M. Determinação da capacidade liberada de energia após correção do fator de potência pelo n-hiperbolóide. 1999. 101f. Tese (Livre-Docência em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

VESHENEVSKY, S. Características de los motores en el accionamiento eléctrico. Moscow: Mir Publishers, 1972. 407 p.

WATERS, S.S.; WILLOUGHBY, R.D. Modeling induction motors for system studies. Transaction on Industry Applications, v.19, n.5, p.875-878, 1983.

WEG - Eletromotores WEG S.A. Especificações de motores elétricos. Jaraguá do Sul, 1987. 32 p.

WEG. Catálogo geral: Motores elétricos. Jaraguá do Sul, 2000. 134 p.

WEG. Eletronic catalogue, Jaraguá do Sul, 2000. 1 CD-Rom

WEG. Guia de aplicação de inversores de freqüência. Jaraguá do Sul, 2002. 238 p.

WU, B.; SLEMON, G.R.; DEWAN, S.B. PWM CSI inverter for induction motor drives. **IEEE Transactions on Industrial Applications**, v.28, n.1, 1992.

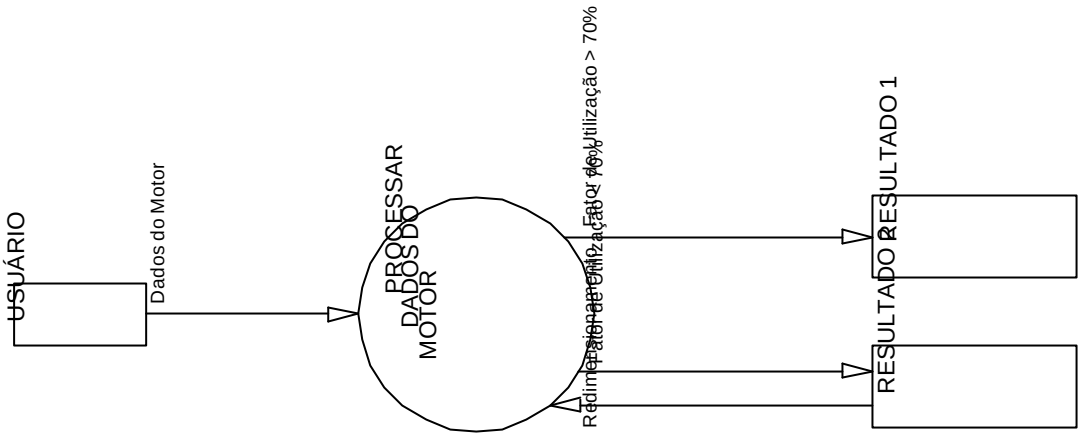
ZANOTTO, D.; MONTICELLI, C.; MAZZUCO, H. Implicações da granulometria de ingredientes de ração sobre a produção de suínos e aves. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1995, **Anais**... Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 1995, p.111-134.

APÊNDICE

APÊNDICE 1

Diagrama de Fluxo de Dados

O Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) foi elaborado em nível zero, conforme apresentado a seguir.



Dicionário de Dados

- Dados do Motor - o usuário deverá entrar com os seguintes dados no sistema, tais como: tensão, pólos, potência e corrente de operação.

- Processar Dados do Motor – conformes dados informados, o programa analisará o atual funcionamento do motor.

- Fator de Utilização > 70% - através dos valores calculados, obtém-se o fator de utilização (Fu). Caso seja maior que 70%, apresenta os seguintes resultados: potência nominal, potência útil, fator de potência, rendimento, rotação, escorregamento e fator de utilização.

- Fator de Utilização < 70% - será redimensionado para um motor com potência inferior ao atual e recalculará novos valores até encontrar um motor cujo fator de utilização seja maior

que 70% e apresentará os seguintes resultados: corrente de operação, potência nominal, potência útil, fator de potência, rendimento, rotação, escorregamento e fator de utilização.

APÊNDICE 2

A elaboração do programa computacional envolveu as seguintes etapas de programação. Inicialmente, foram criadas as interfaces de usuário empregando controles da linguagem de programação Visual Basic. Logo após, foram definidas as propriedades dos elementos de interface de usuário. Posteriormente, foram escritos os códigos do programa para os elementos de interface de usuário. A seguir é apresentado o desenvolvimento do programa.

```
Public mdintTensão As Integer
Public mdintNP As Integer
Public mdstrCV As String
Public mdblPU As Double
Public mdblFP As Double
Public mdblRend As Double
Public mdblRPMReal As Double
Public mdblFU As Double
Public mdstrMensagem As String
Public mdblNCorrente As Double
Public mdblNRPMReal As Double
Public mdblNFP As Double
Public mdblNRend As Double
Public mdstrCVAnt As String
'Para o redimensionamento automático
Public tmpCorrenteOp As Double
Public tmpPotNomi As Double
Public tmpPotUti As Double
Public tmpFP As Double
Public tmpRend As Double
Public tmpRPMReal As Double
Public tmpEscorregamento As Double
Public tmpFU As Double
Public PotênciaSelecionada As Integer
Sub CalculosMTP(Tensão As Integer, NP As Integer, Potência As String, CorrenteOp As Double)
   Select Case Tensão
      '220 VOLTS
      Case Is = "220"
         Select Case NP
            Case Is = 2
               Select Case Potência
                  Case Is = "100"
                     mdblPU = (-0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + 0.4782 * CorrenteOp ^ 1 + (-18.327))
```

```
    mdblFP = -0.00006 * mdblPU ^ 2 + 0.0082 * mdblPU ^ 1 + (0.63)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0026 * mdblPU ^ 1 + 0.825)
    mdblRPMReal = 0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.2574 * CorrenteOp ^ 1 + 3609.9
    mdblNCorrente = 0.0069 * mdblPU ^ 2 + 1.9991 * mdblPU ^ 1 + 43.284
Case Is = "10"
    mdblPU = (-0.0051 * CorrenteOp ^ 2 + 0.5628 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.5829))
    mdblFP = -0.0074 * mdblPU ^ 2 + 0.1114 * mdblPU ^ 1 + (0.46)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.003 * mdblPU ^ 2 + 0.0408 * mdblPU ^ 1 + 0.73)
    mdblRPMReal = 0.0577 * CorrenteOp ^ 2 + -6.7421 * CorrenteOp ^ 1 + 3643.4
    mdblNCorrente = 0.1115 * mdblPU ^ 2 + 1.5675 * mdblPU ^ 1 + 7.6531
Case Is = "15"
    mdblPU = (-0.0015 * CorrenteOp ^ 2 + 0.4508 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.3726))
    mdblFP = -0.002 * mdblPU ^ 2 + 0.0525 * mdblPU ^ 1 + (0.55)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0013 * mdblPU ^ 2 + 0.0254 * mdblPU ^ 1 + 0.775)
    mdblRPMReal = 0.0085 * CorrenteOp ^ 2 + -2.9915 * CorrenteOp ^ 1 + 3622.6
    mdblNCorrente = 0.031 * mdblPU ^ 2 + 2.2315 * mdblPU ^ 1 + 7.9643
Case Is = "20"
    mdblPU = (-0.0046 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7239 * CorrenteOp ^ 1 + (-9.8833))
    mdblFP = -0.0026 * mdblPU ^ 2 + 0.072 * mdblPU ^ 1 + (0.36)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0008 * mdblPU ^ 2 + 0.0217 * mdblPU ^ 1 + 0.766)
    mdblRPMReal = 0.0181 *CorrenteOp ^ 2 + -2.9247 * CorrenteOp ^ 1 + 3640.2
    mdblNCorrente = 0.0925 * mdblPU ^ 2 + 0.6976 * mdblPU ^ 1 + 19.055
Case Is = "25"
    mdblPU = (-0.0011 * CorrenteOp ^ 2 + 0.4584 * CorrenteOp ^ 1 + (-5.3313))
    mdblFP = -0.0009 * mdblPU ^ 2 + 0.037 * mdblPU ^ 1 + (0.52)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0076 * mdblPU ^ 1 + 0.845)
    mdblRPMReal = 0.0039 * CorrenteOp ^ 2 + -1.8303 * CorrenteOp ^ 1 + 3621.5
    mdblNCorrente = 0.025 * mdblPU ^ 2 + 2.1406 * mdblPU ^ 1 + 12.773
Case Is = "30"
    mdblPU = (-0.001 * CorrenteOp ^ 2 + 0.4505 * CorrenteOp ^ 1 + (-5.5054))
    mdblFP = -0.0007 * mdblPU ^ 2 + 0.029 * mdblPU ^ 1 + (0.56)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.0051 * mdblPU ^ 1 + 0.862)
    mdblRPMReal = 0.0027 * CorrenteOp ^ 2 + -1.4037 * CorrenteOp ^ 1 + 3617.3
    mdblNCorrente = 0.0237 * mdblPU ^ 2 + 2.1312 * mdblPU ^ 1 + 13.729
Case Is = "4"
    mdblPU = (0.0032 * CorrenteOp ^ 2 + 0.3183 * CorrenteOp ^ 1 + (-0.8332))
    mdblFP = -0.036 * mdblPU ^ 2 + 0.2677 * mdblPU ^ 1 + (0.3843)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + 0.0048 * mdblPU ^ 2 + -0.0041 * mdblPU ^ 1 + 0.8107)
    mdblRPMReal = -0.3176 * CorrenteOp ^ 2 + -12.654 * CorrenteOp ^ 1 + 3631.7
    mdblNCorrente = -0.0613 * mdblPU ^ 2 + 2.9395 * mdblPU ^ 1 + 2.5826
Case Is = "50"
    mdblPU = (0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.3185 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.3074))
    mdblFP = -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.0109 * mdblPU ^ 1 + (0.65)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -1E-17 * mdblPU ^ 2 + 0.0008 * mdblPU ^ 1 + 0.896)
    mdblRPMReal = -0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + -0.3404 * CorrenteOp ^ 1 + 3603.5
    mdblNCorrente = -0.0044 * mdblPU ^ 2 + 3.0649 * mdblPU ^ 1 + 10.605
Case Is = "5"
    mdblPU = (0.0104 * CorrenteOp ^ 2 + 0.1688 * CorrenteOp ^ 1 + (-0.262))
    mdblFP = -0.0118 * mdblPU ^ 2 + 0.1413 * mdblPU ^ 1 + (0.52)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.003 * mdblPU ^ 2 + 0.0462 * mdblPU ^ 1 + 0.715)
    mdblRPMReal = -0.3743 * CorrenteOp ^ 2 + -4.4107 * CorrenteOp ^ 1 + 3605.4
    mdblNCorrente = -0.1753 * mdblPU ^ 2 + 3.5368 * mdblPU ^ 1 + 2.3456
Case Is = "60"
    mdblPU = (0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + 0.2993 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.0012))
    mdblFP = -0.00008 * mdblPU ^ 2 + 0.01 * mdblPU ^ 1 + (0.61)
```

```
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -1E-17 * mdblPU ^ 2 + 0.0006 * mdblPU ^ 1 + 0.896)
            mdblRPMReal = -0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + -0.2331 * CorrenteOp ^ 1 + 3603.1
            mdblNCorrente = -0.0061 * mdblPU ^ 2 + 3.1386 * mdblPU ^ 1 + 14.294
        Case Is = "6"
            mdblPU = (-0.0062 * CorrenteOp ^ 2 + 0.4908 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.782))
            mdblFP = -0.0207 * mdblPU ^ 2 + 0.1869 * mdblPU ^ 1 + (0.448)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0054 * mdblPU ^ 2 + 0.0423 * mdblPU ^ 1 + 0.7607)
            mdblRPMReal = 0.1595 * CorrenteOp ^ 2 + -13.246 * CorrenteOp ^ 1 + 3649.5
            mdblNCorrente = 0.1646 * mdblPU ^ 2 + 1.8923 * mdblPU ^ 1 + 4.2223
        Case Is = "75"
            mdblPU = (0.00008 * CorrenteOp ^ 2 + 0.3309 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.8218))
            mdblFP = -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.004 * mdblPU ^ 1 + (0.76)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.0037 * mdblPU ^ 1 + 0.811)
            mdblRPMReal = -0.00009 * CorrenteOp ^ 2 + -0.2651 * CorrenteOp ^ 1 + 3603.8
            mdblNCorrente = -0.0018 * mdblPU ^ 2 + 2.9878 * mdblPU ^ 1 + 14.681
    End Select
Case Is = 4
    Select Case Potência
        Case Is = "7,5"
            mdblPU = (-0.0071 * CorrenteOp ^ 2 + 0.607 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.7668))
            mdblFP = -0.0158 * mdblPU ^ 2 + 0.1884 * mdblPU ^ 1 + (0.26)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0013 * mdblPU ^ 2 + 0.0163 * mdblPU ^ 1 + 0.835)
            mdblRPMReal = 0.0684 * CorrenteOp ^ 2 + -6.3815 * CorrenteOp ^ 1 + 1840.1
            mdblNCorrente = 0.1334 * mdblPU ^ 2 + 1.558 * mdblPU ^ 1 + 7.2984
        Case Is = "6"
            mdblPU = (-0.0017 * CorrenteOp ^ 2 + 0.3936 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.4352))
            mdblFP = -0.0166 * mdblPU ^ 2 + 0.1737 * mdblPU ^ 1 + (0.4175)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0025 * mdblPU ^ 2 + 0.0209 * mdblPU ^ 1 + 0.7978)
            mdblRPMReal = 0.0174 * CorrenteOp ^ 2 + -6.0854 * CorrenteOp ^ 1 + 1822.9
            mdblNCorrente = 0.0408 * mdblPU ^ 2 + 2.5943 * mdblPU ^ 1 + 3.7403
        Case Is = "5"
            mdblPU = (-0.0218 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8661 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.1935))
            mdblFP = -0.0473 * mdblPU ^ 2 + 0.3478 * mdblPU ^ 1 + (0.17)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0077 * mdblPU ^ 2 + 0.0549 * mdblPU ^ 1 + 0.75)
            mdblRPMReal = 0.4699 * CorrenteOp ^ 2 + -19.454 * CorrenteOp ^ 1 + 1895.6
            mdblNCorrente = 0.4416 * mdblPU ^ 2 + 0.3099 * mdblPU ^ 1 + 6.9394
        Case Is = "1"
            mdblPU = (-0.0783 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8333 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.0626))
            mdblFP = -1.2407 * mdblPU ^ 2 + 1.8637 * mdblPU ^ 1 + (0.1203)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0316 * mdblPU ^ 2 + 0.2513 * mdblPU ^ 1 + 0.6113)
            mdblRPMReal = 9.1503 * CorrenteOp ^ 2 + -88.679 * CorrenteOp ^ 1 + 1914.3
            mdblNCorrente = 0.987 * mdblPU ^ 2 + 1.24 * mdblPU ^ 1 + 1.5618
        Case Is = "0,75"
            mdblPU = (-0.725 * CorrenteOp ^ 2 + 4.4978 * CorrenteOp ^ 1 + (-6.4007))
            mdblFP = -0.4884 * mdblPU ^ 2 + 1.1832 * mdblPU ^ 1 + (0.197)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -2.035 * mdblPU ^ 2 + 2.0965 * mdblPU ^ 1 + 0.1725)
            mdblRPMReal = 120.81 * CorrenteOp ^ 2 + -740.48 * CorrenteOp ^ 1 + 2852
            mdblNCorrente = 3.1054 * mdblPU ^ 2 + -0.9068 * mdblPU ^ 1 + 2.4741
    End Select
Case Is = 6
    Select Case Potência
        Case Is = "7,5"
            mdblPU = (-0.0084 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6512 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.7535))
            mdblFP = -0.0158 * mdblPU ^ 2 + 0.1884 * mdblPU ^ 1 + (0.22)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0029 * mdblPU ^ 2 + 0.0293 * mdblPU ^ 1 + 0.77)
```

```
            mdblRPMReal = 0.079 * CorrenteOp ^ 2 + -5.5061 * CorrenteOp ^ 1 + 1242.9
            mdblNCorrente = 0.1957 * mdblPU ^ 2 + 1.2468 * mdblPU ^ 1 + 9.1606
        Case Is = "15"
            mdblPU = (-0.0063 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8543 * CorrenteOp ^ 1 + (-13.662))
            mdblFP = -0.0039 * mdblPU ^ 2 + 0.1014 * mdblPU ^ 1 + (0.14)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0007 * mdblPU ^ 2 + 0.0127 * mdblPU ^ 1 + 0.83)
            mdblRPMReal = 0.0208 * CorrenteOp ^ 2 + -2.6234 * CorrenteOp ^ 1 + 1243.3
            mdblNCorrente = 0.0881 * mdblPU ^ 2 + 0.9598 * mdblPU ^ 1 + 20.399
        Case Is = "12,5"
            mdblPU = (-0.0049 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6469 * CorrenteOp ^ 1 + (-6.9801))
            mdblFP = -0.0057 * mdblPU ^ 2 + 0.113 * mdblPU ^ 1 + (0.26)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0009 * mdblPU ^ 2 + 0.0174 * mdblPU ^ 1 + 0.795)
            mdblRPMReal = 0.0289 * CorrenteOp ^ 2 + -3.3024 * CorrenteOp ^ 1 + 1238.4
            mdblNCorrente = 0.0927 * mdblPU ^ 2 + 1.3847 * mdblPU ^ 1 + 13.06
        Case Is = "10"
            mdblPU = (-0.0089 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8039 * CorrenteOp ^ 1 + (-8.7631))
            mdblFP = -0.0103 * mdblPU ^ 2 + 0.1603 * mdblPU ^ 1 + (0.13)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0009 * mdblPU ^ 2 + 0.0147 * mdblPU ^ 1 + 0.798)
            mdblRPMReal = 0.06 * CorrenteOp ^ 2 + -5.0487 * CorrenteOp ^ 1 + 1257.5
            mdblNCorrente = 0.1859 * mdblPU ^ 2 + 0.7171 * mdblPU ^ 1 + 14.665
    End Select
End Select
380 VOLTS
Case Is = "380"
Select Case NP
    Case Is = 2
        Select Case Potência
            Case Is = "150"
                mdblPU = (-0.00007 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6298 * CorrenteOp ^ 1 + (-16.306))
                mdblFP = -0.00001 * mdblPU ^ 2 + 0.0033 * mdblPU ^ 1 + (0.68)
                mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000007 * mdblPU ^ 2 + 0.0019 * mdblPU ^ 1 + 0.809)
                mdblRPMReal = 0.00001 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1694 * CorrenteOp ^ 1 + 3604.4
                mdblNCorrente = 0.0003 * mdblPU ^ 2 + 1.5944 * mdblPU ^ 1 + 26.01
            Case Is = "125"
                mdblPU = (0.0001 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6034 * CorrenteOp ^ 1 + (-16.336))
                mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0043 * mdblPU ^ 1 + (0.64)
                mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00001 * mdblPU ^ 2 + 0.003 * mdblPU ^ 1 + 0.754)
                mdblRPMReal = -0.00005 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1943 * CorrenteOp ^ 1 + 3605.3
                mdblNCorrente = -0.0004 * mdblPU ^ 2 + 1.6366 * mdblPU ^ 1 + 27.013
        End Select
    Case Is = 4
        Select Case Potência
            Case Is = "75"
                mdblPU = (-0.0011 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8232 * CorrenteOp ^ 1 + (-18.728))
                mdblFP = -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.013 * mdblPU ^ 1 + (0.48)
                mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.0032 * mdblPU ^ 1 + 0.839)
                mdblRPMReal = 0.0005 * CorrenteOp ^ 2 + -0.4393 * CorrenteOp ^ 1 + 1810.1
                mdblNCorrente = 0.0039 * mdblPU ^ 2 + 1.22 * mdblPU ^ 1 + 24.454
            Case Is = "7,5"
                mdblPU = (-0.0212 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0485 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.7668))
                mdblFP = -0.0158 * mdblPU ^ 2 + 0.1884 * mdblPU ^ 1 + (0.26)
                mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0013 * mdblPU ^ 2 + 0.0163 * mdblPU ^ 1 + 0.835)
                mdblRPMReal = 0.2041 * CorrenteOp ^ 2 + -11.023 * CorrenteOp ^ 1 + 1840.1
                mdblNCorrente = 0.0772 * mdblPU ^ 2 + 0.902 * mdblPU ^ 1 + 4.2254
            Case Is = "6"
```

```
    mdblPU = (-0.0052 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6799 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.4352))
    mdblFP = -0.0166 * mdblPU ^ 2 + 0.1737 * mdblPU ^ 1 + (0.4175)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0025 * mdblPU ^ 2 + 0.0209 * mdblPU ^ 1 + 0.7978)
    mdblRPMReal = 0.0518 * CorrenteOp ^ 2 + -10.511 * CorrenteOp ^ 1 + 1822.9
    mdblNCorrente = 0.0236 * mdblPU ^ 2 + 1.502 * mdblPU ^ 1 + 2.1654
Case Is = "60"
    mdblPU = (-0.0017 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8308 * CorrenteOp ^ 1 + (-15.028))
    mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0154 * mdblPU ^ 1 + (0.49)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00006 * mdblPU ^ 2 + 0.0048 * mdblPU ^ 1 + 0.827)
    mdblRPMReal = 0.0014 * CorrenteOp ^ 2 + -0.6158 * CorrenteOp ^ 1 + 1812.4
    mdblNCorrente = 0.0075 * mdblPU ^ 2 + 1.1564 * mdblPU ^ 1 + 20.403
Case Is = "5"
    mdblPU = (-0.0649 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4959 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.1935))
    mdblFP = -0.0473 * mdblPU ^ 2 + 0.3478 * mdblPU ^ 1 + (0.17)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0077 * mdblPU ^ 2 + 0.0549 * mdblPU ^ 1 + 0.75)
    mdblRPMReal = 1.402 * CorrenteOp ^ 2 + -33.602 * CorrenteOp ^ 1 + 1895.6
    mdblNCorrente = 0.2557 * mdblPU ^ 2 + 0.1794 * mdblPU ^ 1 + 4.0176
Case Is = "50"
    mdblPU = (-0.002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8353 * CorrenteOp ^ 1 + (-12.322))
    mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0185 * mdblPU ^ 1 + (0.5)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00009 * mdblPU ^ 2 + 0.0057 * mdblPU ^ 1 + 0.827)
    mdblRPMReal = 0.0015 * CorrenteOp ^ 2 + -0.6706 * CorrenteOp  ^ 1 + 1810
    mdblNCorrente = 0.0088 * mdblPU ^ 2 + 1.1518 * mdblPU ^ 1 + 16.613
Case Is = "4"
    mdblPU = (-0.0042 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7401 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.8541))
    mdblFP = -0.0358 * mdblPU ^ 2 + 0.2938 * mdblPU ^ 1 + (0.2554)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0045 * mdblPU ^ 2 + 0.0367 * mdblPU ^ 1 + 0.7507)
    mdblRPMReal = -0.2918 * CorrenteOp ^ 2 +  -18.447 * CorrenteOp ^ 1 + 1847.5
    mdblNCorrente = 0.0126 * mdblPU ^ 2 + 1.3883 * mdblPU ^ 1 + 2.5437
Case Is = "40"
    mdblPU = (-0.0025 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8417 * CorrenteOp ^ 1 + (-10.841))
    mdblFP = -0.0005 * mdblPU ^ 2 + 0.0279 * mdblPU ^ 1 + (0.43)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00005 * mdblPU ^ 2 + 0.0031 * mdblPU ^ 1 + 0.86)
    mdblRPMReal = 0.0024 * CorrenteOp ^ 2 + -0.8443 * CorrenteOp ^ 1 + 1811
    mdblNCorrente = 0.0109 * mdblPU ^ 2 + 1.1517 * mdblPU ^ 1 + 14.447
Case Is = "3"
    mdblPU = (-0.0335 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8523 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.2022))
    mdblFP = -0.079 * mdblPU ^ 2 + 0.3965 * mdblPU ^ 1 + (0.3594)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0112 * mdblPU ^ 2 + 0.0487 * mdblPU ^ 1 + 0.74)
    mdblRPMReal = 0.8102 * CorrenteOp ^ 2 + -30.766 * CorrenteOp ^ 1 + 1843.1
    mdblNCorrente = 0.1689 * mdblPU ^ 2 + 1.157 * mdblPU ^ 1 + 1.595
Case Is = "30"
    mdblPU = (-0.0041 * CorrenteOp ^ 2 + 0.934 * CorrenteOp ^ 1 + (-11.036))
    mdblFP = -0.001 * mdblPU ^ 2 + 0.0453 * mdblPU ^ 1 + (0.32)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + 0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0008 * mdblPU ^ 1 + 0.884)
    mdblRPMReal = 0.0052 * CorrenteOp ^ 2 + -1.2483 * CorrenteOp ^ 1 + 1814.9
    mdblNCorrente = 0.0152 * mdblPU ^ 2 + 1.0472 * mdblPU ^ 1 + 13.362
Case Is = "2"
    mdblPU = (-0.3002 * CorrenteOp ^ 2 + 2.7287 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.5059))
    mdblFP = -0.3116 * mdblPU ^ 2 + 0.99 * mdblPU ^ 1 + (-0.022)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0026 * mdblPU ^ 2 + 0.0742 * mdblPU ^ 1 + 0.6965)
    mdblRPMReal = 16.983 * CorrenteOp ^ 2 + -153.98 * CorrenteOp ^ 1 + 2056.6
    mdblNCorrente = 0.5762 * mdblPU ^ 2 + -0.0168 * mdblPU ^ 1 + 2.458
Case Is = "25"
    mdblPU = (-0.0094 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2479 * CorrenteOp ^ 1 + (-15.334))
```

```
    mdblFP = -0.0014 * mdblPU ^ 2 + 0.0565 * mdblPU ^ 1 + (0.26)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0004 * mdblPU ^ 2 + 0.0132 * mdblPU ^ 1 + 0.795)
    mdblRPMReal = 0.0195 * CorrenteOp ^ 2 + -2.6668 * CorrenteOp ^ 1 + 1833
    mdblNCorrente = 0.0317 * mdblPU ^ 2 + 0.6289 * mdblPU ^ 1 + 15.546
Case Is = "250"
    mdblPU = (0.0001 * CorrenteOp ^ 2 + 0.572 * CorrenteOp ^ 1 + (-22.912))
    mdblFP = -0.000002 * mdblPU ^ 2 + 0.0016 * mdblPU ^ 1 + (0.67)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000004 * mdblPU ^ 2 + 0.0014 * mdblPU ^ 1 + 0.813)
    mdblRPMReal = -0.00001 * CorrenteOp ^ 2 + -0.046 * CorrenteOp ^ 1 + 1801.8
    mdblNCorrente = -0.0005 * mdblPU ^ 2 + 1.6968 * mdblPU ^ 1 + 40.52
Case Is = "20"
    mdblPU = (-0.0083 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0354 * CorrenteOp ^ 1 + (-8.9041))
    mdblFP = -0.0022 * mdblPU ^ 2 + 0.0679 * mdblPU ^ 1 + (0.31)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0003 * mdblPU ^ 2 + 0.009 * mdblPU ^ 1 + 0.83)
    mdblRPMReal = 0.021 * CorrenteOp ^ 2 + -2.7604 * CorrenteOp ^ 1 + 1824
    mdblNCorrente = 0.0321 * mdblPU ^ 2 + 0.8658 * mdblPU ^ 1 + 10.305
Case Is = "200"
    mdblPU = (0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.5416 * CorrenteOp ^ 1 + (-13.073))
    mdblFP = -0.000004 * mdblPU ^ 2 + 0.0018 * mdblPU ^ 1 + (0.7)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000004 * mdblPU ^ 2 + 0.0013 * mdblPU ^ 1 + 0.832)
    mdblRPMReal = -0.00003 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0723 * CorrenteOp ^ 1 + 1801.7
    mdblNCorrente = -0.0007 * mdblPU ^ 2 + 1.7893 * mdblPU ^ 1 + 24.896
Case Is = "1"
    mdblPU = (-0.2336 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4394 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.0626))
    mdblFP = -1.2407 * mdblPU ^ 2 + 1.8637 * mdblPU ^ 1 + (0.1203)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0316 * mdblPU ^ 2 + 0.2513 * mdblPU ^ 1 + 0.6113)
    mdblRPMReal = 27.3 * CorrenteOp ^ 2 + -153.17 * CorrenteOp ^ 1 + 1914.3
    mdblNCorrente = 0.5714 * mdblPU ^ 2 + 0.7179 * mdblPU ^ 1 + 0.9042
Case Is = "175"
    mdblPU = (0.00007 * CorrenteOp ^ 2 + 0.5436 * CorrenteOp ^ 1 + (-10.385))
    mdblFP = -0.000005 * mdblPU ^ 2 + 0.0017 * mdblPU ^ 1 + (0.71)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000004 * mdblPU ^ 2 + 0.0012 * mdblPU ^ 1 + 0.845)
    mdblRPMReal = -0.00002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0832 * CorrenteOp ^ 1 + 1801.6
    mdblNCorrente = -0.0004 * mdblPU ^ 2 + 1.8265 * mdblPU ^ 1 + 19.19
Case Is = "15"
    mdblPU = (-0.0132 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1388 * CorrenteOp ^ 1 + (-7.69))
    mdblFP = -0.0039 * mdblPU ^ 2 + 0.0942 * mdblPU ^ 1 + (0.3)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0009 * mdblPU ^ 2 + 0.0168 * mdblPU ^ 1 + 0.801)
    mdblRPMReal = 0.05 * CorrenteOp ^ 2 + -4.5434 * CorrenteOp ^ 1 + 1831
    mdblNCorrente = 0.0442 * mdblPU ^ 2 + 0.7686 * mdblPU ^ 1 + 8.2128
Case Is = "150"
    mdblPU = (-0.0005 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7603 * CorrenteOp ^ 1 + (-26.125))
    mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0045 * mdblPU ^ 1 + (0.63)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00001 * mdblPU ^ 2 + 0.0023 * mdblPU ^ 1 + 0.796)
    mdblRPMReal = 0.00006 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1025 * CorrenteOp ^ 1 + 1803.5
    mdblNCorrente = 0.002 * mdblPU ^ 2 + 1.3013 * mdblPU ^ 1 + 37.051
Case Is = "125"
    mdblPU = (-0.0008 * CorrenteOp ^ 2 + 0.813 * CorrenteOp ^ 1 + (-21.759))
    mdblFP = -0.00004 * mdblPU ^ 2 + 0.007 * mdblPU ^ 1 + (0.58)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000008 * mdblPU ^ 2 + 0.0011 * mdblPU ^ 1 + 0.901)
    mdblRPMReal = 0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.2613 * CorrenteOp ^ 1 + 1807.1
    mdblNCorrente = 0.0033 * mdblPU ^ 2 + 1.1728 * mdblPU ^ 1 + 30.324
Case Is = "12,5"
    mdblPU = (-0.0147 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2229 * CorrenteOp ^ 1 + (-8.4179))
    mdblFP = -0.0047 * mdblPU ^ 2 + 0.1109 * mdblPU ^ 1 + (0.24)
```

```
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0014 * mdblPU ^ 2 + 0.0237 * mdblPU ^ 1 + 0.779)
            mdblRPMReal = 0.0644 * CorrenteOp ^ 2 + -5.7989 * CorrenteOp ^ 1 + 1840.3
            mdblNCorrente = 0.0325 * mdblPU ^ 2 + 0.8559 * mdblPU ^ 1 + 7.9066
         Case Is = "10"
            mdblPU = (-0.005 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8445 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.154))
            mdblFP = -0.0089 * mdblPU ^ 2 + 0.1467 * mdblPU ^ 1 + (0.24)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + 0.0015 * mdblPU ^ 2 + -0.0082 * mdblPU ^ 1 + 0.87)
            mdblRPMReal = 0.0184 * CorrenteOp ^ 2 + -4.4181 * CorrenteOp ^ 1 + 1822
            mdblNCorrente = 0.0133 * mdblPU ^ 2 + 1.2404 * mdblPU ^ 1 + 5.105
         Case Is = "100"
            mdblPU = (0.0001 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7068 * CorrenteOp ^ 1 + (-26.832))
            mdblFP = -0.00004 * mdblPU ^ 2 + 0.0095 * mdblPU ^ 1 + (0.41)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0031 * mdblPU ^ 1 + 0.815)
            mdblRPMReal = -0.00008 * CorrenteOp ^ 2 + -0.2336 * CorrenteOp ^ 1 + 1808.9
            mdblNCorrente = -0.0003 * mdblPU ^ 2 + 1.3966 * mdblPU ^ 1 + 37.751
         Case Is = "1,5"
            mdblPU = (-0.2303 * CorrenteOp ^ 2 + 1.731 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.9326))
            mdblFP = -0.3728 * mdblPU ^ 2 + 0.9787 * mdblPU ^ 1 + (0.2045)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.1477 * mdblPU ^ 2 + 0.3109 * mdblPU ^ 1 + 0.5637)
            mdblRPMReal = 16.66 * CorrenteOp ^ 2 + -138.97 * CorrenteOp ^ 1 + 1957.6
            mdblNCorrente = 0.8371 * mdblPU ^ 2 + 0.1651 * mdblPU ^ 1 + 1.5853
         End Select
      Case Is = 6
         Select Case Potência
            Case Is = "40"
               mdblPU = (-0.0021 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7907 * CorrenteOp ^ 1 + (-9.6733))
               mdblFP = -0.0004 * mdblPU ^ 2 + 0.0231 * mdblPU ^ 1 + (0.48)
               mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.006 * mdblPU ^ 1 + 0.826)
               mdblRPMReal = 0.0025 * CorrenteOp ^ 2 + -0.7494 * CorrenteOp ^ 1 + 1210.5
               mdblNCorrente = 0.0102 * mdblPU ^ 2 + 1.2361 * mdblPU ^ 1 + 13.556
            Case Is = "30"
               mdblPU = (-0.0042 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8774 * CorrenteOp ^ 1 + (-7.9578))
               mdblFP = -0.0008 * mdblPU ^ 2 + 0.0353 * mdblPU ^ 1 + (0.48)
               mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0073 * mdblPU ^ 1 + 0.828)
               mdblRPMReal = 0.006 * CorrenteOp ^ 2 + -1.0982 * CorrenteOp ^ 1 + 1211.2
               mdblNCorrente = 0.0204 * mdblPU ^ 2 + 1.0168 * mdblPU ^ 1 + 10.846
         End Select
      End Select
440 VOLTS
 Case Is = "440"
   Select Case NP
      Case Is = 2
         Select Case Potência
            Case Is = "75"
               mdblPU = (0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6618 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.8218))
               mdblFP = -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.004 * mdblPU ^ 1 + (0.76)
               mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.0037 * mdblPU ^ 1 + 0.811)
               mdblRPMReal = -0.0004 * CorrenteOp ^ 2 + -0.5302 * CorrenteOp ^ 1 + 3603.8
               mdblNCorrente = -0.0009 * mdblPU ^ 2 + 1.4939 * mdblPU ^ 1 + 7.3407
            Case Is = "7,5"
               mdblPU = (0.0182 * CorrenteOp ^ 2 + 0.4588 * CorrenteOp ^ 1 + (-0.5862))
               mdblFP = 0 * mdblPU ^ 2 + 0.0507 * mdblPU ^ 1 + (0.59)
               mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0066 * mdblPU ^ 2 + 0.0634 * mdblPU ^ 1 + 0.715)
               mdblRPMReal = -0.3893 * CorrenteOp ^ 2 + -7.5918 * CorrenteOp ^ 1 + 3609.1
               mdblNCorrente = -0.0445 * mdblPU ^ 2 + 1.7162 * mdblPU ^ 1 + 1.5087
```

```
Case Is = "6"
   mdblPU = (-0.0267 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0039 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.8476))
   mdblFP = -0.0205 * mdblPU ^ 2 + 0.1857 * md blPU ^ 1 + (0.45)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0053 * mdblPU ^ 2 + 0.0421 * mdblPU ^ 1 + 0.761)
   mdblRPMReal = 0.638 * CorrenteOp ^ 2 + -26.491 * CorrenteOp ^ 1 + 3649.5
   mdblNCorrente = 0.0886 * mdblPU ^ 2 + 0.9065 * mdblPU ^ 1 + 2.1708
Case Is = "60"
   mdblPU = (0.0012 * CorrenteOp ^ 2 + 0.5986 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.0012))
   mdblFP = -0.00008 * mdblPU ^ 2 + 0.01 * mdblPU ^ 1 + (0.61)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -1E-17 * mdblPU ^ 2 + 0.0006 * mdblPU ^ 1 + 0.896)
   mdblRPMReal = -0.0011 * CorrenteOp ^ 2 + -0.4661 * CorrenteOp ^ 1 + 3603.1
   mdblNCorrente = -0.0031 * mdblPU ^ 2 + 1.5693 * mdblPU ^ 1 + 7.1472
Case Is = "5"
   mdblPU = (0.0415 * CorrenteOp ^ 2 + 0.3376 * CorrenteOp ^ 1 + (-0.262))
   mdblFP = -0.0118 * mdblPU ^ 2 + 0.1413 * mdblPU ^ 1 + (0.52)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.003 * mdblPU ^ 2 + 0.0462 * mdblPU ^ 1 + 0.715)
   mdblRPMReal = -1.4971 * CorrenteOp ^ 2 + -8.8215 * CorrenteOp ^ 1 + 3605.4
   mdblNCorrente = -0.0876 * mdblPU ^ 2 + 1.7684 * mdblPU ^ 1 + 1.1728
Case Is = "50"
   mdblPU = (0.0004 * CorrenteOp ^ 2 + 0.3185 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.6537))
   mdblFP = -0.0005 * mdblPU ^ 2 + 0.0217 * mdblPU ^ 1 + (0.65)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + 0 * mdblPU ^ 2 + 0.0015 * mdblPU ^ 1 + 0.896)
   mdblRPMReal = -0.001 * CorrenteOp ^ 2 + -0.6809 * CorrenteOp ^ 1 + 3603.5
   mdblNCorrente = -0.0088 * mdblPU ^ 2 + 3.0649 * mdblPU ^ 1 + 5.3027
Case Is = "4"
   mdblPU = (0.0181 * CorrenteOp ^ 2 + 0.5912 * CorrenteOp ^ 1 + (-0.7391))
   mdblFP = -0.037 * mdblPU ^ 2 + 0.2721 * mdblPU ^ 1 + (0.38)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + 0.0046 * mdblPU ^ 2 + -0.0034 * mdblPU ^ 1 + 0.81)
   mdblRPMReal = -1.2704 * CorrenteOp ^ 2 + -25.308 * CorrenteOp ^ 1 + 3631.7
   mdblNCorrente = -0.043 * mdblPU ^ 2 + 1.5242 * mdblPU ^ 1 + 1.2379
Case Is = "40"
   mdblPU = (-0.002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8569 * CorrenteOp ^ 1 + (-6.9328))
   mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0136 * mdblPU ^ 1 + (0.65)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0119 * mdblPU ^ 1 + 0.76)
   mdblRPMReal = 0.0019 * CorrenteOp ^ 2 + -0.8658 * CorrenteOp ^ 1 + 3607
   mdblNCorrente = 0.0055 * mdblPU ^ 2 + 1.1653 * mdblPU ^ 1 + 8.5907
Case Is = "3"
   mdblPU = (0.0652 * CorrenteOp ^ 2 + 0.2779 * CorrenteOp ^ 1 + (-0.1347))
   mdblFP = -0.0313 * mdblPU ^ 2 + 0.2477 * mdblPU ^ 1 + (0.4454)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + 0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0263 * mdblPU ^ 1 + 0.7558)
   mdblRPMReal = -4.9228 * CorrenteOp ^ 2 + -11.132 * CorrenteOp ^ 1 + 3600.3
   mdblNCorrente = -0.1661 * mdblPU ^ 2 + 1.9176 * mdblPU ^ 1 + 0.8055
Case Is = "30"
   mdblPU = (-0.0038 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9011 * CorrenteOp ^ 1 + (-5.5054))
   mdblFP = -0.0007 * mdblPU ^ 2 + 0.029 * mdblPU ^ 1 + (0.56)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.0051 * mdblPU ^ 1 + 0.862)
   mdblRPMReal = 0.0109 * CorrenteOp ^ 2 + -2.8074 * CorrenteOp ^ 1 + 3617.3
   mdblNCorrente = 0.0119 * mdblPU ^ 2 + 1.0656 * mdblPU ^ 1 + 6.8644
Case Is = "250"
   mdblPU = (0.00009 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6461 * CorrenteOp ^ 1 + (-10.969))
   mdblFP = -0.000005 * mdblPU ^ 2 + 0.0017 * mdblPU ^ 1 + (0.74)
   mdblRend = 100 * ( * mdblPU ^ 3 + 0.000001 * mdblPU ^ 2 + -0.00005 * mdblPU ^ 1 + 0.895)
   mdblRPMReal = -0.00002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1042 * CorrenteOp ^ 1 + 3601.8
   mdblNCorrente = -0.0003 * mdblPU ^ 2 + 1.5339 * mdblPU ^ 1 + 17.203
Case Is = "25"
```

```
            mdblPU = (-0.0044 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9167 * CorrenteOp ^ 1 + (-5.3313))
            mdblFP = -0.0009 * mdblPU ^ 2 + 0.037 * mdblPU ^ 1 + (0.52)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0076 * mdblPU ^ 1 + 0.845)
            mdblRPMReal = 0.0158 * CorrenteOp ^ 2 + -3.6606 * CorrenteOp ^ 1 + 3621.5
            mdblNCorrente = 0.0125 * mdblPU ^ 2 + 1.0703 * mdblPU ^ 1 + 6.3866
        Case Is = "200"
            mdblPU = (0.0004 * CorrenteOp ^ 2 + 0.5895 * CorrenteOp ^ 1 + (-7.6424))
            mdblFP = -9E-19 * mdblPU ^ 2 + 0.0008 * mdblPU ^ 1 + (0.78)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000006 * mdblPU ^ 2 + 0.0017 * mdblPU ^ 1 + 0.807)
            mdblRPMReal = -0.00007 * CorrenteOp ^ 2 + -0.099 * CorrenteOp ^ 1 + 3601.3
            mdblNCorrente = -0.001 * mdblPU ^ 2 + 1.6049 * mdblPU ^ 1 + 14.903
        Case Is = "20"
            mdblPU = (-0.0183 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4479 * CorrenteOp ^ 1 + (-9.8833))
            mdblFP = -0.0026 * mdblPU ^ 2 + 0.072 * mdblPU ^ 1 + (0.36)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0008 * mdblPU ^ 2 + 0.0217 * mdblPU ^ 1 + 0.766)
            mdblRPMReal = 0.0725 * CorrenteOp ^ 2 + -5.8494 * CorrenteOp ^ 1 + 3640.2
            mdblNCorrente = 0.0462 * mdblPU ^ 2 + 0.3488 * mdblPU ^ 1 + 9.5275
        Case Is = "15"
            mdblPU = (-0.006 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9016 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.3726))
            mdblFP = -0.002 * mdblPU ^ 2 + 0.0525 * mdblPU ^ 1 + (0.55)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0013 * mdblPU ^ 2 + 0.0254 * mdblPU ^ 1 + 0.775)
            mdblRPMReal = 0.034 * CorrenteOp ^ 2 + -5.9831 * CorrenteOp ^ 1 + 3622.6
            mdblNCorrente = 0.0155 * mdblPU ^ 2 + 1.1157 * mdblPU ^ 1 + 3.9822
        Case Is = "12,5"
            mdblPU = (0.0018 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6207 * CorrenteOp ^ 1 + (-0.8589))
            mdblFP = -0.0009 * mdblPU ^ 2 + 0.0283 * mdblPU ^ 1 + (0.71)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.001 * mdblPU ^ 2 + 0.018 * mdblPU ^ 1 + 0.797)
            mdblRPMReal = -0.0305 * CorrenteOp ^ 2 + -5.8487 * CorrenteOp ^ 1 + 3608
            mdblNCorrente = -0.0062 * mdblPU ^ 2 + 1.5904 * mdblPU ^ 1 + 1.3943
        Case Is = "10"
            mdblPU = (-0.0205 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1256 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.5829))
            mdblFP = -0.0074 * mdblPU ^ 2 + 0.1114 * mdblPU ^ 1 + (0.46)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.003 * mdblPU ^ 2 + 0.0408 * mdblPU ^ 1 + 0.73)
            mdblRPMReal = 0.2307 * CorrenteOp ^ 2 + -13.484 * CorrenteOp ^ 1 + 3643.4
            mdblNCorrente = 0.0557 * mdblPU ^ 2 + 0.7838 * mdblPU ^ 1 + 3.8265
    End Select
Case Is = 4
    Select Case Potência
        Case Is = "75"
            mdblPU = (-0.0014 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9532 * CorrenteOp ^ 1 + (-18.728))
            mdblFP = -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.013 * mdblPU ^ 1 + (0.48)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.0032 * mdblPU ^ 1 + 0.839)
            mdblRPMReal = 0.0007 * CorrenteOp ^ 2 + -0.5087 * CorrenteOp ^ 1 + 1810.1
            mdblNCorrente = 0.0034 * mdblPU ^ 2 + 1.0536 * mdblPU ^ 1 + 21.12
        Case Is = "7,5"
            mdblPU = (-0.0284 * CorrenteOp ^ 2 + 1.214 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.7668))
            mdblFP = -0.0158 * mdblPU ^ 2 + 0.1884 * mdblPU ^ 1 + (0.26)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0013 * mdblPU ^ 2 + 0.0163 * mdblPU ^ 1 + 0.835)
            mdblRPMReal = 0.2736 * CorrenteOp ^ 2 + -12.763 * CorrenteOp ^ 1 + 1840.1
            mdblNCorrente = 0.0667 * mdblPU ^ 2 + 0.779 * mdblPU ^ 1 + 3.6492
        Case Is = "60"
            mdblPU = (-0.0022 * CorrenteOp ^ 2 + 0.962 * CorrenteOp ^ 1 + (-15.028))
            mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0154 * mdblPU ^ 1 + (0.49)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00006 * mdblPU ^ 2 + 0.0048 * mdblPU ^ 1 + 0.827)
            mdblRPMReal = 0.0014 * CorrenteOp ^ 2 + -0.6437 * CorrenteOp ^ 1 + 1810.1
```

```
    mdblNCorrente = 0.0065 * mdblPU ^ 2 + 0.9987 * mdblPU ^ 1 + 17.621
Case Is = "6"
    mdblPU = (-0.0069 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7873 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.4352))
    mdblFP = -0.0166 * mdblPU ^ 2 + 0.1737 * mdblPU ^ 1 + (0.4175)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0025 * mdblPU ^ 2 + 0.0209 * mdblPU ^ 1 + 0.7978)
    mdblRPMReal = 0.0694 * CorrenteOp ^ 2 + -12.171 * CorrenteOp ^ 1 + 1822.9
    mdblNCorrente = 0.0204 * mdblPU ^ 2 + 1.2972 * mdblPU ^ 1 + 1.8701
Case Is = "50"
    mdblPU = (-0.0027 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9671 * CorrenteOp ^ 1 + (-12.322))
    mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0185 * mdblPU ^ 1 + (0.5)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00009 * mdblPU ^ 2 + 0.0057 *  mdblPU ^ 1 + 0.827)
    mdblRPMReal = 0.002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.7765 * CorrenteOp ^ 1 + 1810
    mdblNCorrente = 0.0076 * mdblPU ^ 2 + 0.9947 * mdblPU ^ 1 + 14.348
Case Is = "5"
    mdblPU = (-0.0871 * CorrenteOp ^ 2 + 1.7321 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.1935))
    mdblFP = -0.0473 * mdblPU ^ 2 + 0.3478 * mdblPU ^ 1 + (0.17)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0077 * mdblPU ^ 2 + 0.0549 * mdblPU ^ 1 + 0.75)
    mdblRPMReal = 1.8797 * CorrenteOp ^ 2 + -38.908 * CorrenteOp ^ 1 + 1895.6
    mdblNCorrente = 0.2208 * mdblPU ^ 2 + 0.1549 * mdblPU ^ 1 + 3.4697
Case Is = "40"
    mdblPU = (-0.0034 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9746 * CorrenteOp ^ 1 + (-10.841))
    mdblFP = -0.0005 * mdblPU ^ 2 + 0.0279 * mdblPU ^ 1 + (0.43)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00005 * mdblPU ^ 2 + 0.0031 * mdblPU ^ 1 + 0.86)
    mdblRPMReal = 0.0032 * CorrenteOp ^ 2 + -0.9776 * CorrenteOp ^ 1 + 1811
    mdblNCorrente = 0.0094 * mdblPU ^ 2 + 0.9946 * mdblPU ^ 1 + 12.477
Case Is = "4"
    mdblPU = (-0.0056 * CorrenteOp ^ 2 + 0.857 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.8541))
    mdblFP = -0.0358 * mdblPU ^ 2 + 0.2938 * mdblPU ^ 1 + (0.2554)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0045 * mdblPU ^ 2 + 0.0367 * mdblPU ^ 1 + 0.7507)
    mdblRPMReal = -0.3912 * CorrenteOp ^ 2 +  -21.36 * CorrenteOp ^ 1 + 1847.5
    mdblNCorrente = 0.0109 * mdblPU ^ 2 + 1.1989 * mdblPU ^ 1 + 2.1969
Case Is = "300"
    mdblPU = (-0.0006 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0816 * CorrenteOp ^ 1 + (-101.12))
    mdblFP = -0.000008 * mdblPU ^ 2 + 0.0039 * mdblPU ^ 1 + (0.37)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000001 * mdblPU ^ 2 + 0.0006 * mdblPU ^ 1 + 0.889)
    mdblRPMReal = 0.00005 * CorrenteOp ^ 2 +  -0.097 * CorrenteOp ^ 1 + 1809.1
    mdblNCorrente = 0.0013 * mdblPU ^ 2 + 0.8912 * mdblPU ^ 1 + 106.34
Case Is = "30"
    mdblPU = (-0.0055 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0815 * CorrenteOp ^ 1 + (-11.036))
    mdblFP = -0.001 * mdblPU ^ 2 + 0.0453 * mdblPU ^ 1 + (0.32)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + 0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0008 * mdblPU ^ 1 + 0.884)
    mdblRPMReal = 0.0069 * CorrenteOp ^ 2 + -1.4454 * CorrenteOp ^ 1 + 1814.9
    mdblNCorrente = 0.0131 * mdblPU ^ 2 + 0.9044 * mdblPU ^ 1 + 11.54
Case Is = "3"
    mdblPU = (-0.0449 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9869 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.2022))
    mdblFP = -0.079 * mdblPU ^ 2 + 0.3965 * mdblPU ^ 1 + (0.3594)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0112 * mdblPU ^ 2 + 0.0487 * mdblPU ^ 1 + 0.74)
    mdblRPMReal = 1.0863 * CorrenteOp ^ 2 + -35.624 * CorrenteOp ^ 1 + 1843.1
    mdblNCorrente = 0.1459 * mdblPU ^ 2 + 0.9992 * mdblPU ^ 1 + 1.3775
Case Is = "2"
    mdblPU = (-0.4024 * CorrenteOp ^ 2 + 3.1596 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.5059))
    mdblFP = -0.3116 * mdblPU ^ 2 + 0.99 * mdblPU ^ 1 + (-0.022)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0026 * mdblPU ^ 2 + 0.0742 * mdblPU ^ 1 + 0.6965)
    mdblRPMReal = 22.77 * CorrenteOp ^ 2 + -178.3 * CorrenteOp ^ 1 + 2056.6
    mdblNCorrente = 0.4976 * mdblPU ^ 2 + -0.0145 * mdblPU ^ 1 + 2.1228
```

```
Case Is = "270"
    mdblPU = (-0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8485 * CorrenteOp ^ 1 + (-45.578))
    mdblFP = -0.000006 * mdblPU ^ 2 + 0.0027 * mdblPU ^ 1 + (0.58)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000002 * mdblPU ^ 2 + 0.001 * mdblPU ^ 1 + 0.849)
    mdblRPMReal = 0.00002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0634 * CorrenteOp ^ 1 + 1803.4
    mdblNCorrente = 0.0005 * mdblPU ^ 2 + 1.1893 * mdblPU ^ 1 + 55.624
Case Is = "25"
    mdblPU = (-0.0126 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4449 * CorrenteOp ^ 1 + (-15.334))
    mdblFP = -0.0014 * mdblPU ^ 2 + 0.0565 * mdblPU ^ 1 + (0.26)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0004 * mdblPU ^ 2 + 0.0132 * mdblPU ^ 1 + 0.795)
    mdblRPMReal = 0.0261 * CorrenteOp ^ 2 + -3.0879 * CorrenteOp ^ 1 + 1833
    mdblNCorrente = 0.0273 * mdblPU ^ 2 + 0.5431 * mdblPU ^ 1 + 13.426
Case Is = "250"
    mdblPU = (0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6624 * CorrenteOp ^ 1 + (-22.912))
    mdblFP = -0.000002 * mdblPU ^ 2 + 0.0016 * mdblPU ^ 1 + (0.67)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000004 * mdblPU ^ 2 + 0.0014 * mdblPU ^ 1 + 0.813)
    mdblRPMReal = -0.00002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0533 * CorrenteOp ^ 1 + 1801.8
    mdblNCorrente = -0.0004 * mdblPU ^ 2 + 1.4654 * mdblPU ^ 1 + 34.995
Case Is = "20"
    mdblPU = (-0.0111 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1989 * CorrenteOp ^ 1 + (-8.9041))
    mdblFP = -0.0022 * mdblPU ^ 2 + 0.0679 * mdblPU ^ 1 + (0.31)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0003 * mdblPU ^ 2 + 0.009 * mdblPU ^ 1 + 0.83)
    mdblRPMReal = 0.0281 * CorrenteOp ^ 2 + -3.1962 * CorrenteOp ^ 1 + 1824
    mdblNCorrente = 0.0277 * mdblPU ^ 2 + 0.7478 * mdblPU ^ 1 + 8.8994
Case Is = "200"
    mdblPU = (0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6271 * CorrenteOp ^ 1 + (-13.073))
    mdblFP = -0.000004 * mdblPU ^ 2 + 0.0018 * mdblPU ^ 1 + (0.7)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000004 * mdblPU ^ 2 + 0.0013 * mdblPU ^ 1 + 0.832)
    mdblRPMReal = -0.00004 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0837 * CorrenteOp ^ 1 + 1801.7
    mdblNCorrente = -0.0006 * mdblPU ^ 2 + 1.5453 * mdblPU ^ 1 + 21.501
Case Is = "1"
    mdblPU = (-0.3131 * CorrenteOp ^ 2 + 1.6666 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.0626))
    mdblFP = -1.2407 * mdblPU ^ 2 + 1.8637 * mdblPU ^ 1 + (0.1203)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0316 * mdblPU ^ 2 + 0.2513 * mdblPU ^ 1 + 0.6113)
    mdblRPMReal = 36.601 * CorrenteOp ^ 2 + -177.36 * CorrenteOp ^ 1 + 1914.3
    mdblNCorrente = 0.4935 * mdblPU ^ 2 + 0.62 * mdblPU ^ 1 + 0.7809
Case Is = "175"
    mdblPU = (0.00009 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6294 * CorrenteOp ^ 1 + (-10.385))
    mdblFP = -0.000005 * mdblPU ^ 2 + 0.0017 * mdblPU ^ 1 + (0.71)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000004 * mdblPU ^ 2 + 0.0012 * mdblPU ^ 1 + 0.845)
    mdblRPMReal = -0.00002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0963 * CorrenteOp ^ 1 + 1801.6
    mdblNCorrente = -0.0003 * mdblPU ^ 2 + 1.5775 * mdblPU ^ 1 + 16.573
Case Is = "15"
    mdblPU = (-0.0177 * CorrenteOp ^ 2 + 1.3186 * CorrenteOp ^ 1 + (-7.69))
    mdblFP = -0.0039 * mdblPU ^ 2 + 0.0942 * mdblPU ^ 1 + (0.3)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0009 * mdblPU ^ 2 + 0.0168 * mdblPU ^ 1 + 0.801)
    mdblRPMReal = 0.067 * CorrenteOp ^ 2 + -5.2608 * CorrenteOp ^ 1 + 1831
    mdblNCorrente = 0.0382 * mdblPU ^ 2 + 0.6638 * mdblPU ^ 1 + 7.0929
Case Is = "150"
    mdblPU = (-0.0006 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8804 * CorrenteOp ^ 1 + (-26.125))
    mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0045 * mdblPU ^ 1 + (0.63)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00001 * mdblPU ^ 2 + 0.0023 * mdblPU ^ 1 + 0.796)
    mdblRPMReal = 0.00008 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1187 * CorrenteOp ^ 1 + 1803.5
    mdblNCorrente = 0.0017 * mdblPU ^ 2 + 1.1239 * mdblPU ^ 1 + 31.998
Case Is = "125"
```

```
            mdblPU = (-0.001 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9414 * CorrenteOp ^ 1 + (-21.759))
            mdblFP = -0.00004 * mdblPU ^ 2 + 0.007 * mdblPU ^ 1 + (0.58)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000008 * mdblPU ^ 2 + 0.0011 * mdblPU ^ 1 + 0.901)
            mdblRPMReal = 0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + -0.3026 * CorrenteOp ^ 1 + 1807.1
            mdblNCorrente = 0.0028 * mdblPU ^ 2 + 1.0129 * mdblPU ^ 1 + 26.189
        Case Is = "12,5"
            mdblPU = (-0.0197 * CorrenteOp ^ 2 + 1.416 * CorrenteOp ^ 1 + (-8.4179))
            mdblFP = -0.0047 * mdblPU ^ 2 + 0.1109 * mdblPU ^ 1 + (0.24)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0014 * mdblPU ^ 2 + 0.0237 * mdblPU ^ 1 + 0.779)
            mdblRPMReal = 0.0864 * CorrenteOp ^ 2 + -6.7145 * CorrenteOp ^ 1 + 1840.3
            mdblNCorrente = 0.0281 * mdblPU ^ 2 + 0.7392 * mdblPU ^ 1 + 6.8284
        Case Is = "10"
            mdblPU = (-0.0067 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9778 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.154))
            mdblFP = -0.0089 * mdblPU ^ 2 + 0.1467 * mdblPU ^ 1 + (0.24)
            mdblRend = 0 * mdblPU ^ 3 + 0.0015 * mdblPU ^ 2 + -0.0082 * mdblPU ^ 1 + 0.87
            mdblRPMReal = 0.0247 * CorrenteOp ^ 2 + -5.1157 * CorrenteOp ^ 1 + 1822
            mdblNCorrente = 0.0115 * mdblPU ^ 2 + 1.0713 * mdblPU ^ 1 + 4.4088
        Case Is = "100"
            mdblPU = (0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8184 * CorrenteOp ^ 1 + (-26.832))
            mdblFP = -0.00004 * mdblPU ^ 2 + 0.0095 * mdblPU ^ 1 + (0.41)
            mdblRend = 0 * mdblPU ^ 3 + -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0031 * mdblPU ^ 1 + 0.815
            mdblRPMReal = -0.0001 * CorrenteOp ^ 2 +  -0.2705 * CorrenteOp ^ 1 + 1808.9
            mdblNCorrente = -0.0003 * mdblPU ^ 2 + 1.2061 * mdblPU ^ 1 + 32.603
        Case Is = "1,5"
            mdblPU = (-0.3087 * CorrenteOp ^ 2 + 2.0043 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.9326))
            mdblFP = -0.3728 * mdblPU ^ 2 + 0.9787 * mdblPU ^ 1 + (0.2045)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.1477 * mdblPU ^ 2 + 0.3109 * mdblPU ^ 1 + 0.5637)
            mdblRPMReal = 22.336 * CorrenteOp ^ 2 + -160.91 * CorrenteOp ^ 1 + 1957.6
            mdblNCorrente = 0.7229 * mdblPU ^ 2 + 0.1426 * mdblPU ^ 1 + 1.3691
        Case Is = "0,75"
            mdblPU = (-2.8999 * CorrenteOp ^ 2 + 8.9956 * CorrenteOp ^ 1 + (-6.4007))
            mdblFP = -0.4884 * mdblPU ^ 2 + 1.1832 * mdblPU ^ 1 + (0.197)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -2.035 * mdblPU ^ 2 + 2.0965 * mdblPU ^ 1 + 0.1725)
            mdblRPMReal = 483.23 * CorrenteOp ^ 2 + -1481 * CorrenteOp ^ 1 + 2852
            mdblNCorrente = 1.5527 * mdblPU ^ 2 + -0.4534 * mdblPU ^ 1 + 1.237
    End Select
Case Is = 6
    Select Case Potência
        Case Is = 75
            mdblPU = (-0.0014 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9987 * CorrenteOp ^ 1 + (-25.162))
            mdblFP = -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.0163 * mdblPU ^ 1 + (0.35)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000008 * mdblPU ^ 2 + 0.0014 * mdblPU ^ 1 + 0.867)
            mdblRPMReal = 0.0005 * CorrenteOp ^ 2 + -0.2933 * CorrenteOp ^ 1 + 1207.8
            mdblNCorrente = 0.0029 * mdblPU ^ 2 + 1.0315 * mdblPU ^ 1 + 26.827
        Case Is = "7,5"
            mdblPU = (-0.0335 * CorrenteOp ^ 2 + 1.3025 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.7535))
            mdblFP = -0.0158 * mdblPU ^ 2 + 0.1884 * mdblPU ^ 1 + (0.22)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0029 * mdblPU ^ 2 + 0.0293 * mdblPU ^ 1 + 0.77)
            mdblRPMReal = 0.3161 * CorrenteOp ^ 2 + -11.012 * CorrenteOp ^ 1 + 1242.9
            mdblNCorrente = 0.0978 * mdblPU ^ 2 + 0.6234 * mdblPU ^ 1 + 4.5803
        Case Is = "6"
            mdblPU = (-0.0994 * CorrenteOp ^ 2 + 2.2837 * CorrenteOp ^ 1 + (-8.1726))
            mdblFP = -0.029 * mdblPU ^ 2 + 0.2691 * mdblPU ^ 1 + (0.1269)
            mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0124 * mdblPU ^ 2 + 0.1 * mdblPU ^ 1 + 0.6393)
            mdblRPMReal = 1.0803 * CorrenteOp ^ 2 + -23.792 * CorrenteOp ^ 1 + 1287.4
```

```
    mdblNCorrente = 0.2285 * mdblPU ^ 2 + -0.1783 * mdblPU ^ 1 + 5.5223
Case Is = "60"
    mdblPU = (-0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7065 * CorrenteOp ^ 1 + (-5.5043))
    mdblFP = -0.00008 * mdblPU ^ 2 + 0.0082 * mdblPU ^ 1 + (0.67)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.0027 * mdblPU ^ 1 + 0.855)
    mdblRPMReal = 0.0004 * CorrenteOp ^ 2 + -0.3533 * CorrenteOp ^ 1 + 1203.7
    mdblNCorrente = 0.001 * mdblPU ^ 2 + 1.4211 * mdblPU ^ 1 + 7.8618
Case Is = "5"
    mdblPU = (-0.0075 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8143 * CorrenteOp ^ 1 + (-2.2181))
    mdblFP = -0.0177 * mdblPU ^ 2 + 0.1902 * mdblPU ^ 1 + (0.29)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0106 * mdblPU ^ 2 + 0.075 * mdblPU ^ 1 + 0.693)
    mdblRPMReal = 0.2292 * CorrenteOp ^ 2 + -11.167 * CorrenteOp ^ 1 + 1233.2
    mdblNCorrente = 0.0204 * mdblPU ^ 2 + 1.2832 * mdblPU ^ 1 + 2.8061
Case Is = "50"
    mdblPU = (-0.0018 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8892 * CorrenteOp ^ 1 + (-12.19))
    mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0185 * mdblPU ^ 1 + (0.48)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00006 * mdblPU ^ 2 + 0.0051 * mdblPU ^ 1 + 0.804)
    mdblRPMReal = 0.0014 * CorrenteOp^ 2 + -0.5318 * CorrenteOp ^ 1 + 1208.1
    mdblNCorrente = 0.0049 * mdblPU ^ 2 + 1.1337 * mdblPU ^ 1 + 14.629
Case Is = "4"
    mdblPU = (-0.0524 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2855 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.1429))
    mdblFP = -0.0359 * mdblPU ^ 2 + 0.2807 * mdblPU ^ 1 + (0.2449)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0211 * mdblPU ^ 2 + 0.1141 * mdblPU ^ 1 + 0.6408)
    mdblRPMReal = 1.5433 * CorrenteOp ^ 2 + -32.447 * CorrenteOp ^ 1 + 1284.5
    mdblNCorrente = 0.1388 * mdblPU ^ 2 + 0.7739 * mdblPU ^ 1 + 2.9272
Case Is = "40"
    mdblPU = (-0.0029 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9155 * CorrenteOp ^ 1 + (-9.6733))
    mdblFP = -0.0004 * mdblPU ^ 2 + 0.0231 * mdblPU ^ 1 + (0.48)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.006 * mdblPU ^ 1 + 0.826)
    mdblRPMReal = 0.0033 * CorrenteOp ^ 2 + -0.8678 * CorrenteOp ^ 1 + 1210.5
    mdblNCorrente = 0.0088 * mdblPU ^ 2 + 1.0676 * mdblPU ^ 1 + 11.707
Case Is = "3"
    mdblPU = (0.0801 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0538 * CorrenteOp ^ 1 + (-0.282))
    mdblFP = -0.0298 * mdblPU ^ 2 + 0.2609 * mdblPU ^ 1 + (0.2891)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0153 * mdblPU ^ 2 + 0.11 * mdblPU ^ 1 + 0.5975)
    mdblRPMReal = -1.4274 * CorrenteOp ^ 2 + -5.7255 * CorrenteOp ^ 1 + 1219.5
    mdblNCorrente = -0.1668 * mdblPU ^ 2 + 1.8323 * mdblPU ^ 1 + 2.0187
Case Is = "30"
    mdblPU = (-0.0057 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0159 * CorrenteOp ^ 1 + (-7.9578))
    mdblFP = -0.0008 * mdblPU ^ 2 + 0.0353 * mdblPU ^ 1 + (0.48)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0073 * mdblPU ^ 1 + 0.828)
    mdblRPMReal = 0.0081 * CorrenteOp ^ 2 + -1.2715 * CorrenteOp ^ 1 + 1211.2
    mdblNCorrente = 0.0176 * mdblPU ^ 2 + 0.8781 * mdblPU ^ 1 + 9.3673
Case Is = "2"
    mdblPU = (-0.1829 * CorrenteOp ^ 2 + 2.0107 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.4324))
    mdblFP = -0.1604 * mdblPU ^ 2 + 0.6285 * mdblPU ^ 1 + (0.1427)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.101 * mdblPU ^ 2 + 0.3136 * mdblPU ^ 1 + 0.4922)
    mdblRPMReal = 9.552 * CorrenteOp ^ 2 + -91.781 * CorrenteOp ^ 1 + 1357.7
    mdblNCorrente = 0.31 * mdblPU ^ 2 + 0.5119 * mdblPU ^ 1 + 2.2276
Case Is = "25"
    mdblPU = (-0.0017 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7779 * CorrenteOp ^ 1 + (-3.4008))
    mdblFP = -0.0007 * mdblPU ^ 2 + 0.0293 * mdblPU ^ 1 + (0.6)
    mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.0048 * mdblPU ^ 1 + 0.854)
    mdblRPMReal = 0.0076 * CorrenteOp ^ 2 + -1.7413 * CorrenteOp ^ 1 + 1210.4
    mdblNCorrente = 0.005 * mdblPU ^ 2 + 1.2941 * mdblPU ^ 1 + 4.4886
```

```
Case Is = "250"
   mdblPU = (-0.001 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1888 * CorrenteOp ^ 1 + (-86.852))
   mdblFP = -0.00001 * mdblPU ^ 2 + 0.0052 * mdblPU ^ 1 + (0.37)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000002 * mdblPU ^ 2 + 0.0005 * mdblPU ^ 1 + 0.911)
   mdblRPMReal = 0.00006 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0673 * CorrenteOp ^ 1 + 1205.1
   mdblNCorrente = 0.0024 * mdblPU ^ 2 + 0.7037 * mdblPU ^ 1 + 90.184
Case Is = "20"
   mdblPU = (-0.0333 * CorrenteOp ^ 2 + 2.443 * CorrenteOp ^ 1 + (-27.446))
   mdblFP = -0.0026 * mdblPU ^ 2 + 0.0856 * mdblPU ^ 1 + (0.08)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0006 * mdblPU ^ 2 + 0.0143 * mdblPU ^ 1 + 0.8)
   mdblRPMReal = 0.0932 * CorrenteOp ^ 2 + -6.5569 * CorrenteOp ^ 1 + 1275.3
   mdblNCorrente = 0.0494 * mdblPU ^ 2 + 0.0595 * mdblPU ^ 1 + 16.251
Case Is = "200"
   mdblPU = (-0.0008 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1136 * CorrenteOp ^ 1 + (-82.659))
   mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0061 * mdblPU ^ 1 + (0.33)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000003 * mdblPU ^ 2 + 0.0012 * mdblPU ^ 1 + 0.835)
   mdblRPMReal = 0.0001 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1223 * CorrenteOp ^ 1 + 1209.5
   mdblNCorrente = 0.0014 * mdblPU ^ 2 + 0.9217 * mdblPU ^ 1 + 81.459
Case Is = "1"
   mdblPU = (-0.1821 * CorrenteOp ^ 2 + 1.3059 * CorrenteOp ^ 1 + (-1.0528))
   mdblFP = -0.5137 * mdblPU ^ 2 + 1.0837 * mdblPU ^ 1 + (0.1994)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.5295 * mdblPU ^ 2 + 0.7093 * mdblPU ^ 1 + 0.49)
   mdblRPMReal = 30.626 * CorrenteOp ^ 2 + -160.9 * CorrenteOp ^ 1 + 1332.8
   mdblNCorrente = 0.4739 * mdblPU ^ 2 + 0.853 * mdblPU ^ 1 + 0.9593
Case Is = "175"
   mdblPU = (-0.0004 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9383 * CorrenteOp ^ 1 + (-55.296))
   mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.007 * mdblPU ^ 1 + (0.33)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + 0.000001 * mdblPU ^ 2 + 0.0002 * mdblPU ^ 1 + 0.901)
   mdblRPMReal = 0.00007 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1187 * CorrenteOp ^ 1 + 1207.5
   mdblNCorrente = 0.0008 * mdblPU ^ 2 + 1.1014 * mdblPU ^ 1 + 61.361
Case Is = "15"
   mdblPU = (-0.0252 * CorrenteOp ^ 2 + 1.7087 * CorrenteOp ^ 1 + (-13.662))
   mdblFP = -0.0039 * mdblPU ^ 2 + 0.1014 * mdblPU ^ 1 + (0.14)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0007 * mdblPU ^ 2 + 0.0127 * mdblPU ^ 1 + 0.83)
   mdblRPMReal = 0.0832 * CorrenteOp ^ 2 + -5.2468 * CorrenteOp ^ 1 + 1243.3
   mdblNCorrente = 0.0441 * mdblPU ^ 2 + 0.4799 * mdblPU ^ 1 + 10.2
Case Is = "150"
   mdblPU = (-0.0015 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2099 * CorrenteOp ^ 1 + (-64.754))
   mdblFP = -0.00004 * mdblPU ^ 2 + 0.0091 * mdblPU ^ 1 + (0.31)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.000004 * mdblPU ^ 2 + 0.001 * mdblPU ^ 1 + 0.866)
   mdblRPMReal = 0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1755 * CorrenteOp ^ 1 + 1209.8
   mdblNCorrente = 0.0033 * mdblPU ^ 2 + 0.764 * mdblPU ^ 1 + 63.133
Case Is = "125"
   mdblPU = (-0.0021 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2852 * CorrenteOp ^ 1 + (-56.411))
   mdblFP = -0.00006 * mdblPU ^ 2 + 0.0109 * mdblPU ^ 1 + (0.32)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00001 * mdblPU ^ 2 + 0.0019 * mdblPU ^ 1 + 0.853)
   mdblRPMReal = 0.0004 * CorrenteOp ^ 2 + -0.2229 * CorrenteOp ^ 1 + 1210.2
   mdblNCorrente = 0.0047 * mdblPU ^ 2 + 0.6589 * mdblPU ^ 1 + 53.88
Case Is = "12,5"
   mdblPU = (-0.0197 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2937 * CorrenteOp ^ 1 + (-6.9801))
   mdblFP = -0.0057 * mdblPU ^ 2 + 0.113 * mdblPU ^ 1 + (0.26)
   mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0009 * mdblPU ^ 2 + 0.0174 * mdblPU ^ 1 + 0.795)
   mdblRPMReal = 0.1155 * CorrenteOp ^ 2 + -6.6048 * CorrenteOp ^ 1 + 1238.4
   mdblNCorrente = 0.0464 * mdblPU ^ 2 + 0.6924 * mdblPU ^ 1 + 6.5302
Case Is = "10"
```

```
                mdblPU = (-0.0355 * CorrenteOp ^ 2 + 1.6077 * CorrenteOp ^ 1 + (-8.7631))
                mdblFP = -0.0103 * mdblPU ^ 2 + 0.1603 * mdblPU ^ 1 + (0.13)
                mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.0009 * mdblPU ^ 2 + 0.0147 * mdblPU ^ 1 + 0.798)
                mdblRPMReal = 0.2399 * CorrenteOp ^ 2 + -10.097 * CorrenteOp ^ 1 + 1257.5
                mdblNCorrente = 0.093 * mdblPU ^ 2 + 0.3586 * mdblPU ^ 1 + 7.3327
            Case Is = "100"
                mdblPU = (0.0006 * CorrenteOp ^ 2 + 0.646 * CorrenteOp ^ 1 + (-16.335))
                mdblFP = -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.0071 * mdblPU ^ 1 + (0.48)
                mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0031 * mdblPU ^ 1 + 0.817)
                mdblRPMReal = -0.00007 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1464 * CorrenteOp ^ 1 + 1204.3
                mdblNCorrente = -0.0014 * mdblPU ^ 2 + 1.444 * mdblPU ^ 1 + 25.202
            Case Is = "1,5"
                mdblPU = (-0.6598 * CorrenteOp ^ 2 + 3.8942 * CorrenteOp ^ 1 + (-4.6188))
                mdblFP = -0.5051 * mdblPU ^ 2 + 1.197 * mdblPU ^ 1 + (0.0144)
                mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.134 * mdblPU ^ 2 + 0.2956 * mdblPU ^ 1 + 0.569)
                mdblRPMReal = 48.46 * CorrenteOp ^ 2 + -282.82 * CorrenteOp ^ 1 + 1541.3
                mdblNCorrente = 1.4398 * mdblPU ^ 2 + -1.0433 * mdblPU ^ 1 + 2.1541
            Case Is = "0,75"
                mdblPU = (0.72 * CorrenteOp ^ 2 + -1.549 * CorrenteOp ^ 1 + (1.0533))
                mdblFP = -0.1832 * mdblPU ^ 2 + 0.8187 * mdblPU ^ 1 + (0.2351)
                mdblRend = 100 * (0 * mdblPU ^ 3 + -0.6166 * mdblPU ^ 2 + 0.7562 * mdblPU ^ 1 + 0.4266)
                mdblRPMReal = -47.546 * CorrenteOp ^ 2 + 79.819 * CorrenteOp ^ 1 + 1156.2
                mdblNCorrente = -2.0941 * mdblPU ^ 2 + 3.1771 * mdblPU ^ 1 + 0.6386
        End Select
      End Select
    End Select
  On Error Resume Next
  'Fator de utilização
  mdblFU = ((mdblPU / 0.736) / Potência) * 100
End Sub
Sub RedimensionamentoMTP(Tensão As Integer, NP As Integer, Potência As String)
  Select Case Tensão
    220 VOLTS
    Case Is = "220"
      Select Case NP
        Case Is = 2
          Select Case Potência
  'Fator de utilização
  mdblFU = ((mdblPU / 0.736) / Potência) * 100
End Sub
Public Sub RedimensionamentoAutoMTP()
  On Error GoTo TratarErro
  With frmMotores
    Do Until mdblFU >= 70
      If PotênciaSelecionada = 0 Then Exit Do
      PotênciaSelecionada = PotênciaSelecionada - 1
      '.lstPotência.ListIndex = PotênciaSelecionada
      mdstrCVAnt = .lstPotência.List(PotênciaSelecionada)
      .lblStatusRedim = "Pesquisando motor de " + mdstrCVAnt + " CV."
      RedimensionamentoPorto mdintTensão, mdintNP, mdstrCVAnt
    Loop
  .lblRedim = "Dimensionamento concluído."
  .lblStatusRedim = "Motor de " + mdstrCV + " CV " + "redimensionado para " + mdstrCVAnt + " CV."
  End With
  Exit Sub
```

```
TratarErro:
   MsgBox "Erro número " + Str(Err.Number) + " - " + Err.Description + vbCr + "Refaça os cálculos"
End Sub
Sub CalculosMID(Tensão As Integer, NP As Integer, Potência As String, CorrenteOp As Double)
   Select Case Tensão
220 VOLTS
      Case Is = "220"
         Select Case NP
            2 PÓLOS
            Case Is = "2"
               Select Case Potência
                  Case Is = "4"
                     mdblPU = (-0.0279 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9267 * CorrenteOp + (-3.712))
                     mdblFP = -0.0642 * mdblPU ^ 2 + 0.4119 * mdblPU + (0.2091)
                     mdblRend = 2.1251 * mdblPU ^ 3 + -17.159 * mdblPU ^ 2 + 45.852 * mdblPU + 42.454
                     mdblRPMReal = -0.1341 * CorrenteOp ^ 2 + -6.242 * CorrenteOp + 3596.2
                     mdblNCorrente = (0.3731 * mdblPU ^ 2 + 0.9045 * mdblPU) + 4.8363
                  Case Is = "30"
                     mdblPU = (-0.0035 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7908 * CorrenteOp + (-15.765))
                     mdblFP = -0.0015 * mdblPU ^ 2 + 0.0568 * mdblPU + (0.3341)
                     mdblRend = 0.0051 * mdblPU ^ 3 + -0.3157 * mdblPU ^ 2 + 6.1365 * mdblPU + 53.655
                     mdblRPMReal = -0.0029 * CorrenteOp ^ 2 + -0.7868 * CorrenteOp + 3584.1
                     mdblNCorrente = 0.0593 * mdblPU ^ 2 + 0.8699 * mdblPU + 23.472
                  Case Is = "25"
                     mdblPU = (-0.0029 * CorrenteOp ^ 2 + 0.656 * CorrenteOp + (-10.315))
                     mdblFP = -0.0013 * mdblPU ^ 2 + 0.0489 * mdblPU + (0.4102)
                     mdblRend = 0.0165 * mdblPU ^ 3 + -0.6789 * mdblPU ^ 2 + 9.1065 * mdblPU + 49.929
                     mdblRPMReal = -0.005 * CorrenteOp ^ 2 + -0.5905 * CorrenteOp + 3570.9
                     mdblNCorrente = 0.0505 * mdblPU ^ 2 + 1.3881 * mdblPU + 17.671
                  Case Is = "20"
                     mdblPU = (-0.0037 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6778 * CorrenteOp + (-9.2449))
                     mdblFP = -0.0019 * mdblPU ^ 2 + 0.0613 * mdblPU + (0.3865)
                     mdblRend = 0.029 * mdblPU ^ 3 + -1.0815 * mdblPU ^ 2 + 12.537 * mdblPU + 43.536
                     mdblRPMReal = -0.0066 * CorrenteOp ^ 2 + -1.2788 * CorrenteOp + 3577
                     mdblNCorrente = 0.061 * mdblPU ^ 2 + 1.3725 * mdblPU + 15.326
                  Case Is = "60"
                     mdblPU = (-0.0005 * CorrenteOp ^ 2 + 0.4739 * CorrenteOp + (-12.022))
                     mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0157 * mdblPU + (0.4856)
                     mdblRend = 0.0011 * mdblPU ^ 3 + -0.1172 * mdblPU ^ 2 + 3.7707 * mdblPU + 53.187
                     mdblRPMReal = -0.0013 * CorrenteOp ^ 2 + 0.2082 * CorrenteOp + 3590.3
                     mdblNCorrente = 0.0085 * mdblPU ^ 2 + 2.145 * mdblPU + 26.247
                  Case Is = "6"
                     mdblPU = (-0.0087 * CorrenteOp ^ 2 + 0.5717 * CorrenteOp + (-2.384))
                     mdblFP = -0.0451 * mdblPU ^ 2 + 0.3423 * mdblPU + (0.2222)
                     mdblRend = 1.7231 * mdblPU ^ 3 + -14.079 * mdblPU ^ 2 + 40.001 * mdblPU + 43.349
                     mdblRPMReal = -0.0878 * CorrenteOp ^ 2 + -2.8609 * CorrenteOp + 3558
                     mdblNCorrente = 0.1846 * mdblPU ^ 2 + 1.6961 * mdblPU + 4.6106
                  Case Is = "5"
                     mdblPU = (-0.0079 * CorrenteOp ^ 2 + 0.5743 * CorrenteOp + (-2.4237))
                     mdblFP = -0.0342 * mdblPU ^ 2 + 0.2796 * mdblPU + (0.314)
                     mdblRend = 0.3932 * mdblPU ^ 3 + -4.6308 * mdblPU ^ 2 + 19.689 * mdblPU + 54.557
                     mdblRPMReal = -0.0968 * CorrenteOp ^ 2 + -3.6845 * CorrenteOp + 3569.7
                     mdblNCorrente = 0.1088 * mdblPU ^ 2 + 1.8858 * mdblPU + 4.5289
                  Case Is = "100"
                     mdblPU = (-0.0007 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6477 * CorrenteOp + (-34.44))
```

```
            mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.021 * mdblPU + (0.264)
            mdblRend = 0.0002 * mdblPU ^ 3 + -0.0439 * mdblPU ^ 2 + 2.4895 * mdblPU + 46.998
            mdblRPMReal = -0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0288 * CorrenteOp + 3564.6
            mdblNCorrente = 0.011 * mdblPU ^ 2 + 1.4368 * mdblPU + 58.292
        Case Is = "10"
            mdblPU = (-0.0099 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8093 * CorrenteOp + (-6.4038))
            mdblFP = -0.0128 * mdblPU ^ 2 + 0.1833 * mdblPU + (0.2399)
            mdblRend = 0.1453 * mdblPU ^ 3 + -2.879 * mdblPU ^ 2 + 18.606 * mdblPU + 47.028
            mdblRPMReal = -0.0095 * CorrenteOp ^ 2 + -4.7812 * CorrenteOp + 3607.5
            mdblNCorrente = 0.1369 * mdblPU ^ 2 + 1.0851 * mdblPU + 9.2003
        Case Is = "15"
            mdblPU = (-0.0089 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9307 * CorrenteOp + (-10.565))
            mdblFP = -0.0021 * mdblPU ^ 2 + 0.0515 * mdblPU + (0.5744)
            mdblRend = 0.0811 * mdblPU ^ 3 + -2.0989 * mdblPU ^ 2 + 17.669 * mdblPU + 40.367
            mdblRPMReal = -0.0086 * CorrenteOp ^ 2 + -1.8607 * CorrenteOp + 3583.5
            mdblNCorrente = 0.1232 * mdblPU ^ 2 + 0.63 * mdblPU + 13.92
        Case Is = "75"
            mdblPU = (-0.001 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6521 * CorrenteOp + (-26.673))
            mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0193 * mdblPU + (0.4196)
            mdblRend = 0.0004 * mdblPU ^ 3 + -0.0632 * mdblPU ^ 2 + 2.9114 * mdblPU + 48.421
            mdblRPMReal = -0.0008 * CorrenteOp ^ 2 + 0.237 * CorrenteOp + 3571.5
            mdblNCorrente = 0.0186 * mdblPU ^ 2 + 1.306 * mdblPU + 45.978
        Case Is = "50"
            mdblPU = (-0.0014 * CorrenteOp ^ 2 + 0.636 * CorrenteOp + (-18.039))
            mdblFP = -0.0003 * mdblPU ^ 2 + 0.0227 * mdblPU + (0.4674)
            mdblRend = 0.0029 * mdblPU ^ 3 + -0.2331 * mdblPU ^ 2 + 5.897 * mdblPU + 43.649
            mdblRPMReal = -0.0013 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0631 * CorrenteOp + 3581.1
            mdblNCorrente = 0.0217 * mdblPU ^ 2 + 1.5014 * mdblPU + 30.987
    End Select
4 PÓLOS
Case Is = "4"
    Select Case Potência
        Case Is = "7,5"
            mdblPU = (-0.015 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9043 * CorrenteOp + (-6.3326))
            mdblFP = -0.0175 * mdblPU ^ 2 + 0.2071 * mdblPU + (0.2095)
            mdblRend = 0.8246 * mdblPU ^ 3 + -8.8752 * mdblPU ^ 2 + 31.71 * mdblPU + 49.996
            mdblRPMReal = -0.0393 * CorrenteOp ^ 2 + 0.6945 * CorrenteOp + 1678.7
            mdblNCorrente = 0.2113 * mdblPU ^ 2 + 0.8433 * mdblPU + 8.5134
        Case Is = "6"
            mdblPU = (-0.0198 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9368 * CorrenteOp + (-5.2477))
            mdblFP = -0.0344 * mdblPU ^ 2 + 0.3096 * mdblPU + (0.1771)
            mdblRend = 0.8837 * mdblPU ^ 3 + -9.5699 * mdblPU ^ 2 + 33.376 * mdblPU + 46.018
            mdblRPMReal = -0.0401 * CorrenteOp ^ 2 + -1.2575 * CorrenteOp + 1779.4
            mdblNCorrente = 0.262 * mdblPU ^ 2 + 0.8357 * mdblPU + 6.7901
        Case Is = "5"
            mdblPU = (-0.0172 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7874 * CorrenteOp + (-3.9318))
            mdblFP = -0.0344 * mdblPU ^ 2 + 0.3096 * mdblPU + (0.1771)
            mdblRend = 0.8837 * mdblPU ^ 3 + -9.5699 * mdblPU ^ 2 + 33.376 * mdblPU + 46.018
            mdblRPMReal = -0.0585 * CorrenteOp ^ 2 + -0.9633 * CorrenteOp + 1789.8
            mdblNCorrente = 0.262 * mdblPU ^ 2 + 0.8357 * mdblPU + 6.7901
        Case Is = "1"
            mdblPU = (-0.1761 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4663 * CorrenteOp + (-2.0317))
            mdblFP = -0.6064 * mdblPU ^ 2 + 1.1607 * mdblPU + (0.2869)
            mdblRend = 85.085 * mdblPU ^ 3 + -208.72 * mdblPU ^ 2 + 173.73 * mdblPU + 28.215
            mdblRPMReal = -1.5847 * CorrenteOp ^ 2 + -8.5178 * CorrenteOp + 1778
```

```
                mdblNCorrente = 1.0678 * mdblPU ^ 2 + 0.7373 * mdblPU + 1.7972
            Case Is = "0,75"
                mdblPU = (-0.033 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7961 * CorrenteOp + (-1.5056))
                mdblFP = -0.7496 * mdblPU ^ 2 + 1.4133 * mdblPU + (0.1447)
                mdblRend = 123.92 * mdblPU ^ 3 + -235.97 * mdblPU ^ 2 + 168.17 * mdblPU + 29.463
                mdblRPMReal = -2.5047 * CorrenteOp ^ 2 + -8.0129 * CorrenteOp + 1791.8
                mdblNCorrente = 0.0814 * mdblPU ^ 2 + 1.5326 * mdblPU + 2.07
            End Select
        6 PÓLOS
        Case Is = "6"
            Select Case Potência
            Case Is = "7,5"
                mdblPU = (-0.0154 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9481 * CorrenteOp + (-7.585))
                mdblFP = -0.0207 * mdblPU ^ 2 + 0.24 * mdblPU + (0.1077)
                mdblRend = 1.3258 * mdblPU ^ 3 + -13.52 * mdblPU ^ 2 + 45.425 * mdblPU + 32.762
                mdblRPMReal = -0.0189 * CorrenteOp ^ 2 + -0.4348 * CorrenteOp + 1190.7
                mdblNCorrente = 0.2613 * mdblPU ^ 2 + 0.712 * mdblPU + 9.8815
            Case Is = "15"
                mdblPU = (-0.0139 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4963 * CorrenteOp + (-26.325))
                mdblFP = -0.0031 * mdblPU ^ 2 + 0.0823 * mdblPU + (0.1625)
                mdblRend = 0.1498 * mdblPU ^ 3 + -3.1369 * mdblPU ^ 2 + 22.019 * mdblPU + 35.697
                mdblRPMReal = -0.0044 * CorrenteOp ^ 2 + -0.6057 * CorrenteOp + 1196.1
                mdblNCorrente = 0.1305 * mdblPU ^ 2 + 0.0945 * mdblPU + 24.123
            Case Is = "12,5"
                mdblPU = (-0.0107 * CorrenteOp ^ 2 + 1.022 * CorrenteOp + (-12.554))
                mdblFP = -0.0078 * mdblPU ^ 2 + 0.1462 * mdblPU + (0.1402)
                mdblRend = 0.1745 * mdblPU ^ 3 + -3.279 * mdblPU ^ 2 + 20.276 * mdblPU + 44.537
                mdblRPMReal = -0.0077 * CorrenteOp ^ 2 + -0.8168 * CorrenteOp + 1190.7
                mdblNCorrente = 0.121 * mdblPU ^ 2 + 0.8449 * mdblPU + 14.841
            Case Is = "10"
                mdblPU = (-0.0123 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0788 * CorrenteOp + (-13.54))
                mdblFP = -0.0096 * mdblPU ^ 2 + 0.1581 * mdblPU + (0.12)
                mdblRend = 0.5714 * mdblPU ^ 3 + -7.4984 * mdblPU ^ 2 + 33.564 * mdblPU + 32.535
                mdblRPMReal = -0.0089 * CorrenteOp ^ 2 + -0.167 * CorrenteOp + 1192.2
                mdblNCorrente = 0.1858 * mdblPU ^ 2 + 0.3166 * mdblPU + 16.977
            End Select
        End Select
380 VOLTS   Case Is = "380"
        Select Case NP
            2 PÓLOS
            Case Is = "2"
            Select Case Potência
            Case Is = "150"
                mdblPU = (-0.0007 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8542 * CorrenteOp + (-31.938))
                mdblFP = -0.00006 * mdblPU ^ 2 + 0.0113 * mdblPU + (0.3786)
                mdblRend = 0.00004 * mdblPU ^ 3 + -0.011 * mdblPU ^ 2 + 1.0545 * mdblPU + 58.451
                mdblRPMReal = -0.0006 * CorrenteOp ^ 2 + 0.1138 * CorrenteOp + 3546.2
                mdblNCorrente = 0.0026 * mdblPU ^ 2 + 1.18 * mdblPU ^ 1 + 39.074
            Case Is = "125"
                mdblPU = (-0.0007 * CorrenteOp ^ 2 + 0.8249 * CorrenteOp + (-26.956))
                mdblFP = -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.0059 * mdblPU + (0.5829)
                mdblRend = 0.00009 * mdblPU ^ 3 + -0.0198 * mdblPU ^ 2 + 1.45 * mdblPU + 53.169
                mdblRPMReal = -0.0006 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1142 * CorrenteOp + 3600.5
                mdblNCorrente = 0.0026 * mdblPU ^ 2 + 1.2361 * mdblPU + 33.961
            End Select
```

```
4 PÓLOS
Case Is = "4"
   Select Case Potência
      Case Is = "150"
         mdblPU = (-0.0011 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9952 * CorrenteOp + (-44.338))
         mdblFP = -0.00004 * mdblPU ^ 2 + 0.0078 * mdblPU + (0.4947)
         mdblRend = 0.00009 * mdblPU ^ 3 + -0.0221 * mdblPU ^ 2 + 1.586 * mdblPU + 53.218
         mdblRPMReal = -0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0682 * CorrenteOp + 1788.9
         mdblNCorrente = 0.0039 * mdblPU ^ 2 + 0.5758 * mdblPU + 47.864
      Case Is = "15"
         mdblPU = (-0.0248 * CorrenteOp ^ 2 + 1.7208 * CorrenteOp + (-14.205))
         mdblFP = -0.0046 * mdblPU ^ 2 + 0.1112 * mdblPU + (0.2105)
         mdblRend = 0.0631 * mdblPU ^ 3 + -1.6884 * mdblPU ^ 2 + 14.438 * mdblPU + 48.882
         mdblRPMReal = -0.0221 * CorrenteOp ^ 2 + -0.2823 * CorrenteOp + 1800.2
         mdblNCorrente = 0.0414 * mdblPU ^ 2 + 0.6111 * mdblPU + 9.6726
      Case Is = "125"
         mdblPU = (-0.0022 * CorrenteOp ^ 2 + 1.267 * CorrenteOp + (-58.831))
         mdblFP = -0.00008 * mdblPU ^ 2 + 0.0122 * mdblPU + (0.3787)
         mdblRend = 0.000001 * mdblPU ^ 3 + -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0174 * mdblPU + 0.505
         mdblRPMReal = -0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0402 * CorrenteOp + 1789.9
         mdblNCorrente = 0.0098 * mdblPU ^ 2 + 0.2893 * mdblPU + 63.645
      Case Is = "12,5"
         mdblPU = (-0.0103 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1005 * CorrenteOp + (-7.3268))
         mdblFP = -0.0037 * mdblPU ^ 2 + 0.0994 * mdblPU + (0.2642)
         mdblRend = 0.0762 * mdblPU ^ 3 + -1.9051 * mdblPU ^ 2 + 15.012 * mdblPU + 49.515
         mdblRPMReal = -0.0206 * CorrenteOp ^ 2 + -1.476 * CorrenteOp + 1801.9
         mdblNCorrente = 0.0197 * mdblPU ^ 2 + 1.0136 * mdblPU + 7.1477
      Case Is = "200"
         mdblPU = (-0.0009 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0519 * CorrenteOp + (-67.646))
         mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0061 * mdblPU + (0.4351)
         mdblRend = 0.00001 * mdblPU ^ 3 + -0.0059 * mdblPU ^ 2 + 0.7474 * mdblPU + 61.357
         mdblRPMReal = -0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0218 * CorrenteOp + 1787.6
         mdblNCorrente = 0.003 * mdblPU ^ 2 + 0.9244 * mdblPU + 69.771
      Case Is = "20"
         mdblPU = (-0.0406 * CorrenteOp ^ 2 + 2.4921 * CorrenteOp + (-24.595))
         mdblFP = -0.0022 * mdblPU ^ 2 + 0.0714 * mdblPU + (0.2619)
         mdblRend = 0.0142 * mdblPU ^ 3 + -0.6123 * mdblPU ^ 2 + 8.3545 * mdblPU + 53.273
         mdblRPMReal = -0.0215 * CorrenteOp ^ 2 + -0.4045 * CorrenteOp + 1796.8
         mdblNCorrente = 0.0472 * mdblPU ^ 2 + 0.4499 * mdblPU + 12.478
      Case Is = "2"
         mdblPU = (-0.4338 * CorrenteOp ^ 2 + 4.0236 * CorrenteOp + (-7.3977))
         mdblFP = -0.1523 * mdblPU ^ 2 + 0.645 * mdblPU + (0.1396)
         mdblRend = 11.397 * mdblPU ^ 3 + -52.965 * mdblPU ^ 2 + 81.352 * mdblPU + 37.547
         mdblRPMReal = -0.6428 * CorrenteOp ^ 2 + -12.679 * CorrenteOp + 1772.9
         mdblNCorrente = 0.3907 * mdblPU ^ 2 + 0.0938 * mdblPU + 2.6715
      Case Is = "175"
         mdblPU = (-0.001 * CorrenteOp ^ 2 + 1.026 * CorrenteOp + (-58.716))
         mdblFP = -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.0066 * mdblPU + (0.4466)
         mdblRend = 0.00003 * mdblPU ^ 3 + -0.0092 * mdblPU ^ 2 + 0.9884 * mdblPU + 58.072
         mdblRPMReal = -0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + 0.3375 * CorrenteOp + 1744.6
         mdblNCorrente = 0.0041 * mdblPU ^ 2 + 0.8898 * mdblPU + 63.091
      Case Is = "30"
         mdblPU = (-0.007 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1709 * CorrenteOp + (-15.335))
         mdblFP = -0.0012 * mdblPU ^ 2 + 0.0563 * mdblPU + (0.2234)
         mdblRend = 0.0077 * mdblPU ^ 3 + -0.4504 * mdblPU ^ 2 + 8.1156 * mdblPU + 46.365
```

```
    mdblRPMReal = -0.006 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0083 * CorrenteOp + 1790.9
    mdblNCorrente = 0.0204 * mdblPU ^ 2 + 0.8607 * mdblPU + 14.512
Case Is = "3"
    mdblPU = (-0.0943 * CorrenteOp ^ 2 + 1.463 * CorrenteOp + (-2.6755))
    mdblFP = -0.1391 * mdblPU ^ 2 + 0.6333 * mdblPU + (0.1507)
    mdblRend = 7.8003 * mdblPU ^ 3 + -44.092 * mdblPU ^ 2 + 77.661 * mdblPU + 36.035
    mdblRPMReal = -0.5392 * CorrenteOp ^ 2 + -4.5096 * CorrenteOp + 1791.1
    mdblNCorrente = 0.3945 * mdblPU ^ 2 + 0.2431 * mdblPU + 2.4854
Case Is = "250"
    mdblPU = (-0.0008 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1309 * CorrenteOp + (-97.021))
    mdblFP = -0.00001 * mdblPU ^ 2 + 0.0054 * mdblPU + (0.3876)
    mdblRend = 0.0000002 * mdblPU ^ 3 + -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.012 * mdblPU + 0.4605
    mdblRPMReal = -0.0001 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0596 * CorrenteOp + 1789.5
    mdblNCorrente = 0.0024 * mdblPU ^ 2 + 0.8611 * mdblPU + 93.759
Case Is = "25"
    mdblPU = (-0.015 * CorrenteOp ^ 2 + 1.6851 * CorrenteOp + (-22.727))
    mdblFP = -0.0017 * mdblPU ^ 2 + 0.068 * mdblPU + (0.1577)
    mdblRend = 0.0075 * mdblPU ^ 3 + -0.4088 * mdblPU ^ 2 + 7.0116 * mdblPU + 51.81
    mdblRPMReal = -0.0089 * CorrenteOp ^ 2 + -0.8678 * CorrenteOp + 1780.8
    mdblNCorrente = 0.0433 * mdblPU ^ 2 + 0.2263 * mdblPU + 17.96
Case Is = "50"
    mdblPU = (-0.0056 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2931 * CorrenteOp + (-25.656))
    mdblFP = -0.0004 * mdblPU ^ 2 + 0.0292 * mdblPU + (0.3309)
    mdblRend = 0.0008 * mdblPU ^ 3 + -0.0808 * mdblPU ^ 2 + 2.6885 * mdblPU + 62.568
    mdblRPMReal = -0.004 * CorrenteOp ^ 2 + -0.3386 * CorrenteOp + 1793.4
    mdblNCorrente = 0.0186 * mdblPU ^ 2 + 0.6196 * mdblPU + 23.062
Case Is = "5"
    mdblPU = (-0.0896 * CorrenteOp ^ 2 + 2.0042 * CorrenteOp + (-0.572))
    mdblFP = -0.0506 * mdblPU ^ 2 + 0.3824 * mdblPU + (0.1041)
    mdblRend = 0.8849 * mdblPU ^ 3 + -9.0349 * mdblPU ^ 2 + 29.75 * mdblPU + 52.445
    mdblRPMReal = -0.0884 * CorrenteOp ^ 2 + -5.2071 * CorrenteOp + 1794.2
    mdblNCorrente = 0.2141 * mdblPU ^ 2 + 0.2865 * mdblPU + 4.1234
Case Is = "40"
    mdblPU = (-0.0085 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4904 * CorrenteOp + (-26.262))
    mdblFP = -0.0008 * mdblPU ^ 2 + 0.0491 * mdblPU + (0.1746)
    mdblRend = 0.0037 * mdblPU ^ 3 + -0.2777 * mdblPU ^ 2 + 6.424 * mdblPU + 45.2
    mdblRPMReal = -0.0027 * CorrenteOp ^ 2 + -0.2644 * CorrenteOp + 1785.6
    mdblNCorrente = 0.0222 * mdblPU ^ 2 + 0.6046 * mdblPU + 20.205
Case Is = "4"
    mdblPU = (-0.1057 * CorrenteOp ^ 2 + 2.0583 * CorrenteOp + (-6.0225))
    mdblFP = -0.0508 * mdblPU ^ 2 + 0.3729 * mdblPU + (0.1557)
    mdblRend = 2.0247 * mdblPU ^ 3 + -17.245 * mdblPU ^ 2 + 47.043 * mdblPU + 40.167
    mdblRPMReal = -0.212 * CorrenteOp ^ 2 + -3.7896 * CorrenteOp + 1781.7
    mdblNCorrente = 0.2176 * mdblPU ^ 2 + 0.3414 * mdblPU + 3.8364
Case Is = "75"
    mdblPU = (-0.0032 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2031 * CorrenteOp + (-33.714))
    mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0211 * mdblPU + (0.2992)
    mdblRend = 0.0008 * mdblPU ^ 3 + -0.1056 * mdblPU ^ 2 + 4.0618 * mdblPU + 42.965
    mdblRPMReal = -0.0016 * CorrenteOp ^ 2 + 0.3058 * CorrenteOp + 1793
    mdblNCorrente = 0.0098 * mdblPU ^ 2 + 0.7625 * mdblPU + 31.453
Case Is = "7,5"
    mdblPU = (-0.0484 * CorrenteOp ^ 2 + 1.6588 * CorrenteOp + (-6.9724))
    mdblFP = -0.0208 * mdblPU ^ 2 + 0.2414 * mdblPU + (0.1375)
    mdblRend = 0.4407 * mdblPU ^ 3 + -6.4559 * mdblPU ^ 2 + 29.305 * mdblPU + 47.293
    mdblRPMReal = -0.1066 * CorrenteOp ^ 2 + -0.8137 * CorrenteOp + 1771.4
```

```
                mdblNCorrente = 0.1234 * mdblPU ^ 2 + 0.4861 * mdblPU + 5.0601
            Case Is = "60"
                mdblPU = (-0.0037 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1427 * CorrenteOp + (-23.626))
                mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0222 * mdblPU + (0.4038)
                mdblRend = 0.0019 * mdblPU ^ 3 + -0.188 * mdblPU ^ 2 + 5.2791 * mdblPU + 44.109
                mdblRPMReal = -0.0019 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0936 * CorrenteOp + 1803.7
                mdblNCorrente = 0.0113 * mdblPU ^ 2 + 0.8284 * mdblPU + 22.896
            Case Is = "6"
                mdblPU = (-0.0564 * CorrenteOp ^ 2 + 1.5745 * CorrenteOp + (-5.1013))
                mdblFP = -0.0338 * mdblPU ^ 2 + 0.3098 * mdblPU + (0.1707)
                mdblRend = 1.9208 * mdblPU ^ 3 + -19.106 * mdblPU ^ 2 + 55.53 * mdblPU + 33.175
                mdblRPMReal = -0.0773 * CorrenteOp ^ 2 + -4.4369 * CorrenteOp + 1804.4
                mdblNCorrente = 0.164 * mdblPU ^ 2 + 0.4552 * mdblPU + 3.8938
            Case Is = "100"
                mdblPU = (-0.0014 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0984 * CorrenteOp + (-50.254))
                mdblFP = -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.0176 * mdblPU + (0.1752)
                mdblRend = 0.0003 * mdblPU ^ 3 + -0.052 * mdblPU ^ 2 + 2.7932 * mdblPU + 44.58
                mdblRPMReal = -0.0007 * CorrenteOp ^ 2 + 0.3565 * CorrenteOp + 1774.6
                mdblNCorrente = 0.0026 * mdblPU ^ 2 + 0.9935 * mdblPU + 48.744
            Case Is = "10"
                mdblPU = (-0.0259 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4162 * CorrenteOp + (-7.9428))
                mdblFP = -0.0086 * mdblPU ^ 2 + 0.1508 * mdblPU + (0.2085)
                mdblRend = 0.1121 * mdblPU ^ 3 + -2.4236 * mdblPU ^ 2 + 16.995 * mdblPU + 49.239
                mdblRPMReal = -0.0362 * CorrenteOp ^ 2 + -1.7256 * CorrenteOp + 1792.6
                mdblNCorrente = 0.0668 * mdblPU ^ 2 + 0.6119 * mdblPU + 6.8305
            Case Is = "1"
                mdblPU = (-0.112 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9637 * CorrenteOp + (-0.6195))
                mdblFP = -0.6201 * mdblPU ^ 2 + 1.199 * mdblPU + (0.2797)
                mdblRend = 134.49 * mdblPU ^ 3 + -297.43 * mdblPU ^ 2 + 222.57 * mdblPU + 19.691
                mdblRPMReal = -4.7003 * CorrenteOp ^ 2 + -14.845 * CorrenteOp + 1799.7
                mdblNCorrente = 0.8302 * mdblPU ^ 2 + 0.6181 * mdblPU + 0.8528
            Case Is = "1,5"
                mdblPU = (-0.1053 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0626 * CorrenteOp + (-1.0898))
                mdblFP = -0.43 * mdblPU ^ 2 + 1.1055 * mdblPU + (0.1377)
                mdblRend = 61.881 * mdblPU ^ 3 + -169.83 * mdblPU ^ 2 + 152.66 * mdblPU + 26.71
                mdblRPMReal = -1.666 * CorrenteOp ^ 2 + -21.511 * CorrenteOp + 1806.6
                mdblNCorrente = 0.7321 * mdblPU ^ 2 + 0.689 * mdblPU + 1.2755
        6 PÓLOS
        Case Is = "6"
            Case Is = "40"
                mdblPU = (-0.0075 * CorrenteOp ^ 2 + 1.3804 * CorrenteOp + (-24.356))
                mdblFP = -0.0007 * mdblPU ^ 2 + 0.0413 * mdblPU + (0.2471)
                mdblRend = 0.0097 * mdblPU ^ 3 + -0.4881 * mdblPU ^ 2 + 7.9749 * mdblPU + 46.192
                mdblRPMReal = -0.0058 * CorrenteOp ^ 2 + 0.5469 * CorrenteOp + 1192.1
                mdblNCorrente = 0.0258 * mdblPU ^ 2 + 0.4846 * mdblPU + 21.69
            Case Is = "30"
                mdblPU = (-0.0106 * CorrenteOp ^ 2 + 1.3982 * CorrenteOp + (-17.307))
                mdblFP = -0.002 * mdblPU ^ 2 + 0.0715 * mdblPU + (0.212)
                mdblRend = 0.0138 * mdblPU ^ 3 + -0.6612 * mdblPU ^ 2 + 10.258 * mdblPU + 37.975
                mdblRPMReal = -0.0062 * CorrenteOp ^ 2 + -0.378 * CorrenteOp + 1198.2
                mdblNCorrente = 0.0341 * mdblPU ^ 2 + 0.5274 * mdblPU + 14.486
            End Select
        End Select
440 VOLTS
    Case Is = "440"
```

```
Select Case NP
   2 PÓLOS
   Case Is = "2"
      Select Case Potência
         Case Is = "75"
            mdblPU = (-0.0047 * CorrenteOp ^ 2 + 1.409 * CorrenteOp + (-30.1))
            mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0174 * mdblPU + (0.4629)
            mdblRend = 0.0005 * mdblPU ^ 3 + -0.0737 * mdblPU ^ 2 + 3.2853 * mdblPU + 45.158
            mdblRPMReal = -0.0022 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1065 * CorrenteOp + 3607.4
            mdblNCorrente = 0.0081 * mdblPU ^ 2 + 0.6717 * mdblPU + 23.639
         Case Is = "7,5"
            mdblPU = (-0.0363 * CorrenteOp ^ 2 + 1.3766 * CorrenteOp + (-4.2144))
            mdblFP = -0.0149 * mdblPU ^ 2 + 0.1844 * mdblPU + (0.3107)
            mdblRend = 0.5155 * mdblPU ^ 3 + -7.2878 * mdblPU ^ 2 + 32.374 * mdblPU + 40.172
            mdblRPMReal = -0.1508 * CorrenteOp ^ 2 + -7.1224 * CorrenteOp + 3605.9
            mdblNCorrente = 0.0617 * mdblPU ^ 2 + 0.7629 * mdblPU + 3.394
         Case Is = "60"
            mdblPU = (-0.0042 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2115 * CorrenteOp + (-19.961))
            mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0217 * mdblPU + (0.4576)
            mdblRend = 0.0016 * mdblPU ^ 3 + -0.1562 * mdblPU ^ 2 + 4.6611 * mdblPU + 42.688
            mdblRPMReal = -0.005 * CorrenteOp ^ 2 + 0.2739 * CorrenteOp + 3589.2
            mdblNCorrente = 0.0091 * mdblPU ^ 2 + 0.7878 * mdblPU + 18.06
         Case Is = "6"
            mdblPU = (-0.0388 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2175 * CorrenteOp + (-2.6545))
            mdblFP = -0.0264 * mdblPU ^ 2 + 0.2442 * mdblPU + (0.332)
            mdblRend = 0.5449 * mdblPU ^ 3 + -6.7606 * mdblPU ^ 2 + 26.42 * mdblPU + 51.183
            mdblRPMReal = -0.312 * CorrenteOp ^ 2 + -8.2318 * CorrenteOp + 3608.1
            mdblNCorrente = 0.0944 * mdblPU ^ 2 + 0.8014 * mdblPU + 2.404
         Case Is = "50"
            mdblPU = (-0.0051 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2329 * CorrenteOp + (-17.487))
            mdblFP = -0.0003 * mdblPU ^ 2 + 0.0239 * mdblPU + (0.4558)
            mdblRend = 0.0015 * mdblPU ^ 3 + -0.1507 * mdblPU ^ 2 + 4.61 * mdblPU + 48.301
            mdblRPMReal = -0.0055 * CorrenteOp ^ 2 + -0.094 * CorrenteOp + 3568.1
            mdblNCorrente = 0.0108 * mdblPU ^ 2 + 0.7725 * mdblPU + 15.463
         Case Is = "5"
            mdblPU = (-0.0322 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1488 * CorrenteOp + (-2.3374))
            mdblFP = -0.0269 * mdblPU ^ 2 + 0.2383 * mdblPU + (0.3733)
            mdblRend = 1.3827 * mdblPU ^ 3 + -13.509 * mdblPU ^ 2 + 43.428 * mdblPU + 36.451
            mdblRPMReal = -0.4827 * CorrenteOp ^ 2 + -3.9265 * CorrenteOp + 3574.1
            mdblNCorrente = 0.0559 * mdblPU ^ 2 + 0.9412 * mdblPU + 2.1768
         Case Is = "40"
            mdblPU = (-0.0068 * CorrenteOp ^ 2 + 1.229 * CorrenteOp + (-13.372))
            mdblFP = -0.0005 * mdblPU ^ 2 + 0.0294 * mdblPU + (0.4385)
            mdblRend = 0.0043 * mdblPU ^ 3 + -0.3036 * mdblPU ^ 2 + 6.4907 * mdblPU + 45.056
            mdblRPMReal = -0.0149 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2419 * CorrenteOp + 3588.8
            mdblNCorrente = 0.0178 * mdblPU ^ 2 + 0.684 * mdblPU + 12.373
         Case Is = "4"
            mdblPU = (-0.1229 * CorrenteOp ^ 2 + 1.9829 * CorrenteOp + (-4.0313))
            mdblFP = -0.0644 * mdblPU ^ 2 + 0.4161 * mdblPU + (0.205)
            mdblRend = 2.2773 * mdblPU ^ 3 + -19.103 * mdblPU ^ 2 + 51.117 * mdblPU + 39.216
            mdblRPMReal = -0.5332 * CorrenteOp ^ 2 + -12.081 * CorrenteOp + 3570.8
            mdblNCorrente = 0.1765 * mdblPU ^ 2 + 0.4474 * mdblPU + 2.4499
         Case Is = "30"
            mdblPU = (-0.0144 * CorrenteOp ^ 2 + 1.5979 * CorrenteOp + (-15.832))
            mdblFP = -0.0012 * mdblPU ^ 2 + 0.0485 * mdblPU + (0.3847)
```

```
            mdblRend = 0.0076 * mdblPU ^ 3 + -0.438 * mdblPU ^ 2 + 7.7774 * mdblPU + 46.616
            mdblRPMReal = -0.0117 * CorrenteOp ^ 2 + -1.5457 * CorrenteOp + 3586.2
            mdblNCorrente = 0.0307 * mdblPU ^ 2 + 0.412 * mdblPU + 11.647
        Case Is = "3"
            mdblPU = (-0.9255 * CorrenteOp ^ 2 + 8.9313 * CorrenteOp + (-18.736))
            mdblFP = -0.1038 * mdblPU ^ 2 + 0.5286 * mdblPU + (0.1909)
            mdblRend = 4.1669 * mdblPU ^ 3 + -28.603 * mdblPU ^ 2 + 62.677 * mdblPU + 36.726
            mdblRPMReal = 1.4185 * CorrenteOp ^ 2 + -10.947 * CorrenteOp + 3604
            mdblNCorrente = 0.134 * mdblPU ^ 2 + 0.1475 * mdblPU + 3.1074
        Case Is = "250"
            mdblPU = (-0.0007 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0541 * CorrenteOp + (-55.441))
            mdblFP = -0.00001 * mdblPU ^ 2 + 0.0048 * mdblPU + (0.4915)
            mdblRend = 0.00002 * mdblPU ^ 3 + -0.0076 * mdblPU ^ 2 + 1.0169 * mdblPU + 49.037
            mdblRPMReal = -0.00008 * CorrenteOp ^ 2 + -0.2052 * CorrenteOp + 3626.4
            mdblNCorrente = 0.0017 * mdblPU ^ 2 + 0.9258 * mdblPU + 55.605
        Case Is = "25"
            mdblPU = (-0.0125 * CorrenteOp ^ 2 + 1.3599 * CorrenteOp ^ 1 + (-10.776))
            mdblFP = -0.0013 * mdblPU ^ 2 + 0.0498 * mdblPU ^ 1 + (0.4102)
            mdblRend = 0.012 * mdblPU ^ 3 + -0.5813 * mdblPU ^ 2 + 8.7435 * mdblPU ^ 1 + 48.691
            mdblRPMReal = -0.0195 * CorrenteOp ^ 2 + -1.2941 * CorrenteOp ^ 1 + 3594
            mdblNCorrente = 0.025 * mdblPU ^ 2 + 0.6805 * mdblPU ^ 1 + 8.8453
        Case Is = "200"
            mdblPU = (-0.0005 * CorrenteOp ^ 2 + 0.9314 * CorrenteOp + (-36.277))
            mdblFP = -0.00001 * mdblPU ^ 2 + 0.0046 * mdblPU + (0.5363)
            mdblRend = 0.00003 * mdblPU ^ 3 + -0.0114 * mdblPU ^ 2 + 1.2156 * mdblPU + 50.943
            mdblRPMReal = -0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + -0.1273 * CorrenteOp + 3608.4
            mdblNCorrente = 0.0012 * mdblPU ^ 2 + 1.0898 * mdblPU + 40.131
        Case Is = "20"
            mdblPU = (-0.0147 * CorrenteOp ^ 2 + 1.3512 * CorrenteOp + (-9.1171))
            mdblFP = -0.0017 * mdblPU ^ 2 + 0.0554 * mdblPU + (0.4208)
            mdblRend = 0.0232 * mdblPU ^ 3 + -0.944 * mdblPU ^ 2 + 12.014 * mdblPU + 42.062
            mdblRPMReal = -0.0451 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0201 * CorrenteOp + 3578
            mdblNCorrente = 0.0302 * mdblPU ^ 2 + 0.6885 * mdblPU + 7.5458
        Case Is = "15"
            mdblPU = (-0.0225 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4185 * CorrenteOp + (-6.9984))
            mdblFP = -0.0053 * mdblPU ^ 2 + 0.1174 * mdblPU + (0.2627)
            mdblRend = 0.0489 * mdblPU ^ 3 + -1.4552 * mdblPU ^ 2 + 13.729 * mdblPU + 47.461
            mdblRPMReal = -0.0335 * CorrenteOp ^ 2 + -3.9673 * CorrenteOp + 3596.8
            mdblNCorrente = 0.061 * mdblPU ^ 2 + 0.3464 * mdblPU + 6.662
        Case Is = "12,5"
            mdblPU = (-0.023 * CorrenteOp ^ 2 + 1.296 * CorrenteOp + (-5.1746))
            mdblFP = -0.0103 * mdblPU ^ 2 + 0.1564 * mdblPU + (0.3021)
            mdblRend = 0.1651 * mdblPU ^ 3 + -3.554 * mdblPU ^ 2 + 22.851 * mdblPU + 40.043
            mdblRPMReal = -0.0632 * CorrenteOp ^ 2 + -2.7037 * CorrenteOp + 3604.3
            mdblNCorrente = 0.0564 * mdblPU ^ 2 + 0.6754 * mdblPU + 4.4549
        Case Is = "10"
            mdblPU = (-0.0319 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4208 * CorrenteOp + (-5.3198))
            mdblFP = -0.0106 * mdblPU ^ 2 + 0.1599 * mdblPU + (0.2967)
            mdblRend = 0.1379 * mdblPU ^ 3 + -2.7754 * mdblPU ^ 2 + 17.857 * mdblPU + 48.864
            mdblRPMReal = -0.0957 * CorrenteOp ^ 2 + -6.3311 * CorrenteOp + 3552.5
            mdblNCorrente = 0.0673 * mdblPU ^ 2 + 0.6326 * mdblPU + 4.2717
    End Select
4 PÓLOS
  Case Is = "4"
    Select Case Potência
```

```
Case Is = "75"
    mdblPU = (-0.0055 * CorrenteOp ^ 2 + 1.5721 * CorrenteOp + (-40.872))
    mdblFP = -0.00009 * mdblPU ^ 2 + 0.0113 * mdblPU + (0.5261)
    mdblRend = 0.0002 * mdblPU ^ 3 + -0.0352 * mdblPU ^ 2 + 1.7103 * mdblPU + 64.813
    mdblRPMReal = -0.0022 * CorrenteOp ^ 2 + 0.2986 * CorrenteOp + 1788.4
    mdblNCorrente = 0.0084 * mdblPU ^ 2 + 0.6246 * mdblPU + 29.522
Case Is = "7,5"
    mdblPU = (-0.0741 * CorrenteOp ^ 2 + 2.0979 * CorrenteOp + (-7.7344))
    mdblFP = -0.0218 * mdblPU ^ 2 + 0.2507 * mdblPU + (0.1207)
    mdblRend = 0.4174 * mdblPU ^ 3 + -5.9017 * mdblPU ^ 2 + 26.017 * mdblPU + 51.594
    mdblRPMReal = -0.1829 * CorrenteOp ^ 2 + 1.0137 * CorrenteOp + 1766.4
    mdblNCorrente = 0.1052 * mdblPU ^ 2 + 0.3932 * mdblPU + 4.4573
Case Is = "60"
    mdblPU = (-0.005 * CorrenteOp ^ 2 + 1.324 * CorrenteOp + (-23.418))
    mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0165 * mdblPU + (0.5176)
    mdblRend = 0.0008 * mdblPU ^ 3 + -0.0856 * mdblPU ^ 2 + 2.9962 * mdblPU + 57.767
    mdblRPMReal = -0.0022 * CorrenteOp ^ 2 + -0.135 * CorrenteOp + 1795
    mdblNCorrente = 0.0105 * mdblPU ^ 2 + 0.6767 * mdblPU + 19.808
Case Is = "6"
    mdblPU = (-0.0804 * CorrenteOp ^ 2 + 1.877 * CorrenteOp + (-5.1868))
    mdblFP = -0.0297 * mdblPU ^ 2 + 0.2822 * mdblPU + (0.2112)
    mdblRend = 1.0846 * mdblPU ^ 3 + -12.158 * mdblPU ^ 2 + 41.878 * mdblPU + 38.999
    mdblRPMReal = -0.1137 * CorrenteOp ^ 2 + -4.8257 * CorrenteOp + 1794
    mdblNCorrente = 0.1519 * mdblPU ^ 2 + 0.3648 * mdblPU + 3.2909
Case Is = "50"
    mdblPU = (-0.0079 * CorrenteOp ^ 2 + 1.5564 * CorrenteOp + (-27.609))
    mdblFP = -0.0006 * mdblPU ^ 2 + 0.0412 * mdblPU + (0.1752)
    mdblRend = 0.0014 * mdblPU ^ 3 + -0.1299 * mdblPU ^ 2 + 3.7441 * mdblPU + 56.563
    mdblRPMReal = -0.0042 * CorrenteOp ^ 2 + 0.1477 * CorrenteOp + 1784.3
    mdblNCorrente = 0.0158 * mdblPU ^ 2 + 0.5272 * mdblPU + 20.168
Case Is = "5"
    mdblPU = (-0.1397 * CorrenteOp ^ 2 + 2.5762 * CorrenteOp + (-7.2803))
    mdblFP = -0.0489 * mdblPU ^ 2 + 0.3772 * mdblPU + (0.105)
    mdblRend = 1.7291 * mdblPU ^ 3 + -15.94 * mdblPU ^ 2 + 45.759 * mdblPU + 42.602
    mdblRPMReal = -0.1812 * CorrenteOp ^ 2 + -3.9613 * CorrenteOp + 1795.3
    mdblNCorrente = 0.204 * mdblPU ^ 2 + 0.157 * mdblPU + 3.6199
Case Is = "40"
    mdblPU = (-0.0096 * CorrenteOp ^ 2 + 1.5622 * CorrenteOp + (-23.372))
    mdblFP = -0.0005 * mdblPU ^ 2 + 0.0322 * mdblPU + (0.3478)
    mdblRend = 0.0044 * mdblPU ^ 3 + -0.3208 * mdblPU ^ 2 + 7.0401 * mdblPU + 42.923
    mdblRPMReal = -0.005 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0277 * CorrenteOp + 1786.2
    mdblNCorrente = 0.0196 * mdblPU ^ 2 + 0.5038 * mdblPU + 17.332
Case Is = "4"
    mdblPU = (-0.1824 * CorrenteOp ^ 2 + 2.85 * CorrenteOp + (-7.2643))
    mdblFP = -0.0522 * mdblPU ^ 2 + 0.3792 * mdblPU + (0.1504)
    mdblRend = 2.1468 * mdblPU ^ 3 + -18.21 * mdblPU ^ 2 + 49.088 * mdblPU + 38.945
    mdblRPMReal = -0.1839 * CorrenteOp ^ 2 + -7.8132 * CorrenteOp + 1813
    mdblNCorrente = 0.1849 * mdblPU ^ 2 + 0.2761 * mdblPU + 3.2862
Case Is = "300"
    mdblPU = (-0.0007 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1565 * CorrenteOp + (-88.314))
    mdblFP = -0.000009 * mdblPU ^ 2 + 0.0039 * mdblPU + (0.4365)
    mdblRend = 0.00002 * mdblPU ^ 3 + -0.0104 * mdblPU ^ 2 + 1.3085 * mdblPU + 43.109
    mdblRPMReal = -0.0001 * CorrenteOp ^ 2 + -0.011 * CorrenteOp + 1769.6
    mdblNCorrente = 0.0015 * mdblPU ^ 2 + 0.857 * mdblPU + 81.902
Case Is = "30"
```

```
    mdblPU = (-0.0097 * CorrenteOp ^ 2 + 1.3737 * CorrenteOp + (-15.247))
    mdblFP = -0.0012 * mdblPU ^ 2 + 0.0582 * mdblPU + (0.182)
    mdblRend = 0.0101 * mdblPU ^ 3 + -0.5457 * mdblPU ^ 2 + 9.1068 * mdblPU + 42.632
    mdblRPMReal = -0.0235 * CorrenteOp ^ 2 + 3.3115 * CorrenteOp + 1740.4
    mdblNCorrente = 0.0176 * mdblPU ^ 2 + 0.7321 * mdblPU + 12.283
Case Is = "3"
    mdblPU = (-0.1889 * CorrenteOp ^ 2 + 2.1772 * CorrenteOp + (-3.509))
    mdblFP = -0.1441 * mdblPU ^ 2 + 0.6383 * mdblPU + (0.1569)
    mdblRend = 4.433 * mdblPU ^ 3 + -28.184 * mdblPU ^ 2 + 56.322 * mdblPU + 43.105
    mdblRPMReal = -0.5494 * CorrenteOp ^ 2 + -8.8681 * CorrenteOp + 1793.6
    mdblNCorrente = 0.3407 * mdblPU ^ 2 + 0.287 * mdblPU + 1.9959
Case Is = "270"
    mdblPU = (-0.001 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2959 * CorrenteOp + (-99.024))
    mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0077 * mdblPU + (0.1994)
    mdblRend = 0.00001 * mdblPU ^ 3 + -0.0063 * mdblPU ^ 2 + 0.9565 * mdblPU + 49.504
    mdblRPMReal = -0.0001 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0667 * CorrenteOp + 1799.9
    mdblNCorrente = 0.002 * mdblPU ^ 2 + 0.7216 * mdblPU + 84.302
Case Is = "250"
    mdblPU = (-0.0013 * CorrenteOp ^ 2 + 1.387 * CorrenteOp + (-106.52))
    mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0066 * mdblPU + (0.301)
    mdblRend = 0.00002 * mdblPU ^ 3 + 0.0075 * mdblPU ^ 2 + 1.0535 * mdblPU + 47.137
    mdblRPMReal = -0.0001 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0202 * CorrenteOp + 1805
    mdblNCorrente = 0.0023 * mdblPU ^ 2 + 0.6803 * mdblPU + 85.547
Case Is = "25"
    mdblPU = (-0.031 * CorrenteOp ^ 2 + 2.6277 * CorrenteOp + (-32.485))
    mdblFP = -0.0017 * mdblPU ^ 2 + 0.0674 * mdblPU + (0.1642)
    mdblRend = 0.0171 * mdblPU ^ 3 + -0.7997 * mdblPU ^ 2 + 11.612 * mdblPU + 36.767
    mdblRPMReal = -0.0117 * CorrenteOp ^ 2 + -0.9986 * CorrenteOp + 1803.1
    mdblNCorrente = 0.0383 * mdblPU ^ 2 + 0.1673 * mdblPU + 15.793
Case Is = "200"
    mdblPU = (-0.0014 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2829 * CorrenteOp + (-74.442))
    mdblFP = -0.00001 * mdblPU ^ 2 + 0.0033 * mdblPU + (0.6151)
    mdblRend = 0.00002 * mdblPU ^ 3 + -0.0089 * mdblPU ^ 2 + 1.065 * mdblPU + 53.073
    mdblRPMReal = -0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0049 * CorrenteOp + 1792.3
    mdblNCorrente = 0.0028 * mdblPU ^ 2 + 0.7327 * mdblPU + 63.602
Case Is = "20"
    mdblPU = (-0.0264 * CorrenteOp ^ 2 + 1.9756 * CorrenteOp + (-17.966))
    mdblFP = -0.003 * mdblPU ^ 2 + 0.0894 * mdblPU + (0.1688)
    mdblRend = 0.0282 * mdblPU ^ 3 + -1.0964 * mdblPU ^ 2 + 13.289 * mdblPU + 39.536
    mdblRPMReal = -0.0198 * CorrenteOp ^ 2 + -1.5394 * CorrenteOp + 1786.6
    mdblNCorrente = 0.047 * mdblPU ^ 2 + 0.3063 * mdblPU + 11.002
Case Is = "2"
    mdblPU = (-0.4416 * CorrenteOp ^ 2 + 4.1806 * CorrenteOp + (-7.9094))
    mdblFP = -0.1387 * mdblPU ^ 2 + 0.6207 * mdblPU + (0.148)
    mdblRend = 19.453 * mdblPU ^ 3 + -79.233 * mdblPU ^ 2 + 105.9 * mdblPU + 31.239
    mdblRPMReal = -0.9118 * CorrenteOp ^ 2 + -14.248 * CorrenteOp + 1787.4
    mdblNCorrente = 0.257 * mdblPU ^ 2 + 0.3618 * mdblPU + 2.6278
Case Is = "175"
    mdblPU = (-0.0013 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1009 * CorrenteOp + (-46.361))
    mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.006 * mdblPU + (0.4686)
    mdblRend = 0.00003 * mdblPU ^ 3 + -0.011 * mdblPU ^ 2 + 1.1332 * mdblPU + 55.021
    mdblRPMReal = -0.0002 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0239 * CorrenteOp + 1786
    mdblNCorrente = 0.0038 * mdblPU ^ 2 + 0.7953 * mdblPU + 47.039
Case Is = "150"
    mdblPU = (-0.0015 * CorrenteOp ^ 2 + 1.1654 * CorrenteOp + (-44.099))
```

```
    mdblFP = -0.00004 * mdblPU ^ 2 + 0.0087 * mdblPU + (0.4347)
    mdblRend = 0.0000003 * mdblPU ^ 3 + -0.00009 * mdblPU ^ 2 + 0.0088 * mdblPU + 0.6233
    mdblRPMReal = -0.0003 * CorrenteOp ^ 2 + -0.0015 * CorrenteOp + 1793
    mdblNCorrente = 0.0033 * mdblPU ^ 2 + 0.8308 * mdblPU + 40.817
Case Is = "15"
    mdblPU = (-0.0319 * CorrenteOp ^ 2 + 1.8828 * CorrenteOp + (-12.663))
    mdblFP = -0.0055 * mdblPU ^ 2 + 0.1259 * mdblPU + (0.1637)
    mdblRend = 0.0743 * mdblPU ^ 3 + -1.9792 * mdblPU ^ 2 + 16.7 * mdblPU + 44.096
    mdblRPMReal = -0.0228 * CorrenteOp ^ 2 + -1.1997 * CorrenteOp + 1801.9
    mdblNCorrente = 0.0418 * mdblPU ^ 2 + 0.5155 * mdblPU + 7.8633
Case Is = "125"
    mdblPU = (-0.004 * CorrenteOp ^ 2 + 1.7204 * CorrenteOp + (-73.744))
    mdblFP = (-0.0098 * mdblPU ^ 2 + 1.6063 * mdblPU + (23.969)) / 100
    mdblRend = 0.0001 * mdblPU ^ 3 + -0.0256 * mdblPU ^ 2 + 1.9131 * mdblPU + 46.007
    mdblRPMReal = -0.0007 * CorrenteOp ^ 2 + 0.1776 * CorrenteOp + 1786.6
    mdblNCorrente = 0.0088 * mdblPU ^ 2 + 0.2459 * mdblPU + 53.349
Case Is = "12,5"
    mdblPU = (-0.0137 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2667 * CorrenteOp + (-7.522))
    mdblFP = -0.0055 * mdblPU ^ 2 + 0.127 * mdblPU + (0.1756)
    mdblRend = 0.0926 * mdblPU ^ 3 + -2.2226 * mdblPU ^ 2 + 16.838 * mdblPU + 46.507
    mdblRPMReal = -0.0304 * CorrenteOp ^ 2 + -1.4056 * CorrenteOp + 1781.1
    mdblNCorrente = 0.0173 * mdblPU ^ 2 + 0.8853 * mdblPU + 6.3876
Case Is = "100"
    mdblPU = (-0.0018 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2147 * CorrenteOp + (-45.592))
    mdblFP = -0.0001 * mdblPU ^ 2 + 0.0176 * mdblPU + (0.1803)
    mdblRend = 0.0001 * mdblPU ^ 3 + -0.0221 * mdblPU ^ 2 + 1.5097 * mdblPU + 58.698
    mdblRPMReal = -0.0005 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0531 * CorrenteOp + 1778.7
    mdblNCorrente = 0.0027 * mdblPU ^ 2 + 0.8844 * mdblPU + 40.18
Case Is = "10"
    mdblPU = (-0.0478 * CorrenteOp ^ 2 + 1.9758 * CorrenteOp + (-9.9953))
    mdblFP = -0.0099 * mdblPU ^ 2 + 0.1677 * mdblPU + (0.1595)
    mdblRend = 0.1537 * mdblPU ^ 3 + -3.0775 * mdblPU ^ 2 + 19.877 * mdblPU + 45.766
    mdblRPMReal = -0.0543 * CorrenteOp ^ 2 + -1.7114 * CorrenteOp + 1795
    mdblNCorrente = 0.0562 * mdblPU ^ 2 + 0.5212 * mdblPU + 5.9927
Case Is = "1"
    mdblPU = (-0.9472 * CorrenteOp ^ 2 + 3.5336 * CorrenteOp + (-2.3007))
    mdblFP = -0.5927 * mdblPU ^ 2 + 1.1573 * mdblPU + (0.2924)
    mdblRend = 152.33 * mdblPU ^ 3 + -323.05 * mdblPU ^ 2 + 230.62 * mdblPU + 19.829
    mdblRPMReal = -5.3176 * CorrenteOp ^ 2 + -24.514 * CorrenteOp + 1787.5
    mdblNCorrente = 0.5453 * mdblPU ^ 2 + 0.2932 * mdblPU + 0.8572
Case Is = "1,5"
    mdblPU = (-0.2229 * CorrenteOp ^ 2 + 1.5941 * CorrenteOp + (-1.393))
    mdblFP = -0.4044 * mdblPU ^ 2 + 1.0539 * mdblPU + (0.1634)
    mdblRend = 14.679 * mdblPU ^ 3 + -57.201 * mdblPU ^ 2 + 71.385 * mdblPU + 43.82
    mdblRPMReal = -3.8829 * CorrenteOp ^ 2 + -8.8537 * CorrenteOp + 1782.8
    mdblNCorrente = 0.9293 * mdblPU ^ 2 + -0.054 * mdblPU + 1.2885
Case Is = "0,75"
    mdblPU = (0.0762 * CorrenteOp ^ 2 + 1.3628 * CorrenteOp + (-1.406))
    mdblFP = -0.725 * mdblPU ^ 2 + 1.3959 * mdblPU + (0.1532)
    mdblRend = 111.11 * mdblPU ^ 3 + -218.17 * mdblPU ^ 2 + 160.3 * mdblPU + 30.532
    mdblRPMReal = -10.023 * CorrenteOp ^ 2 + -16.388 * CorrenteOp + 1788.5
    mdblNCorrente = 0.0418 * mdblPU ^ 2 + 0.6107 * mdblPU + 0.9838
Case Is = "0,5"
    mdblPU = (0.8762 * CorrenteOp ^ 2 + 0.7352 * CorrenteOp + (-1.1492))
    mdblFP = -1.9651 * mdblPU ^ 2 + 2.2055 * mdblPU + (0.1475)
```

```
            mdblRend = 395.3 * mdblPU ^ 3 + -455.35 * mdblPU ^ 2 + 221.25 * mdblPU + 28.003
            mdblRPMReal = -23.104 * CorrenteOp ^ 2 + -28.415 * CorrenteOp + 1786.3
            mdblNCorrente = -0.0706 * mdblPU ^ 2 + 0.4647 * mdblPU + 0.8002
    End Select
6 PÓLOS
Case Is = "6"
    Select Case Potência
        Case Is = "250"
            mdblPU = (-0.0017 * CorrenteOp ^ 2 + 1.6111 * CorrenteOp + (-141.76))
            mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0059 * mdblPU + (0.3001)
            mdblRend = 0.0001 * mdblPU ^ 3 + -0.0247 * mdblPU ^ 2 + 2.0332 * mdblPU + 35.499
            mdblRPMReal = -0.0001 * CorrenteOp ^ 2 +  -0.0152 * CorrenteOp + 1195.1
            mdblNCorrente = 0.0031 * mdblPU ^ 2 + 0.4959 * mdblPU + 102.22
        Case Is = "200"
            mdblPU = (-0.0025 * CorrenteOp ^ 2 + 1.9264 * CorrenteOp + (-173.93))
            mdblFP = -0.00003 * mdblPU ^ 2 + 0.0097 * mdblPU + (0.119)
            mdblRend = 0.00003 * mdblPU ^ 3 + -0.0103 * mdblPU ^ 2 + 1.245 * mdblPU + 44.88
            mdblRPMReal = -0.0001 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0123 * CorrenteOp + 1189.8
            mdblNCorrente = 0.0034 * mdblPU ^ 2 + 0.4554 * mdblPU + 106.76
        Case Is = "175"
            mdblPU = (-0.0021 * CorrenteOp ^ 2 + 1.6075 * CorrenteOp + (-118.88))
            mdblFP = -0.00002 * mdblPU ^ 2 + 0.0069 * mdblPU + (0.3103)
            mdblRend = 0.00004 * mdblPU ^ 3 + -0.015 * mdblPU ^ 2 + 1.5635 * mdblPU + 41.764
            mdblRPMReal = -0.0002 * CorrenteOp ^ 2 +  -0.0074 * CorrenteOp + 1195.1
            mdblNCorrente = 0.0035 * mdblPU ^ 2 + 0.5356 * mdblPU + 88.048
        Case Is = "150"
            mdblPU = (-0.0023 * CorrenteOp ^ 2 + 1.5175 * CorrenteOp + (-89.308))
            mdblFP = -0.00006 * mdblPU ^ 2 + 0.0124 * mdblPU + (0.1663)
            mdblRend = 0.00006 * mdblPU ^ 3 + -0.0177 * mdblPU ^ 2 + 1.5935 * mdblPU + 47.515
            mdblRPMReal = -0.0004 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0894 * CorrenteOp + 1188.5
            mdblNCorrente = 0.0038 * mdblPU ^ 2 + 0.6499 * mdblPU + 66.543
        Case Is = "125"
            mdblPU = (-0.0025 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4122 * CorrenteOp + (-63.646))
            mdblFP = -0.00005 * mdblPU ^ 2 + 0.0102 * mdblPU + (0.325)
            mdblRend = 0.0002 * mdblPU ^ 3 + -0.0355 * mdblPU ^ 2 + 2.304 * mdblPU + 47.309
            mdblRPMReal = -0.0005 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0122 * CorrenteOp + 1202.4
            mdblNCorrente = 0.0042 * mdblPU ^ 2 + 0.7083 * mdblPU + 50.377
        Case Is = "100"
            mdblPU = (-0.0039 * CorrenteOp ^ 2 + 1.6435 * CorrenteOp + (-65.426))
            mdblFP = -0.00008 * mdblPU ^ 2 + 0.0132 * mdblPU + (0.2795)
            mdblRend = 0.0007 * mdblPU ^ 3 + -0.087 * mdblPU ^ 2 + 3.6052 * mdblPU + 39.402
            mdblRPMReal = -0.3187 * CorrenteOp + 1212.5
            mdblNCorrente = 0.0058 * mdblPU ^ 2 + 0.5868 * mdblPU + 45.541
        Case Is = "75"
            mdblPU = (-0.0061 * CorrenteOp ^ 2 + 1.7749 * CorrenteOp + (-54.128))
            mdblFP = -0.0002 * mdblPU ^ 2 + 0.0249 * mdblPU + (0.1642)
            mdblRend = 0.0007 * mdblPU ^ 3 + -0.0943 * mdblPU ^ 2 + 3.8664 * mdblPU + 42.39
            mdblRPMReal = -0.0009 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0573 * CorrenteOp + 1183.8
            mdblNCorrente = 0.0089 * mdblPU ^ 2 + 0.4981 * mdblPU + 35.806
        Case Is = "60"
            mdblPU = (-0.0056 * CorrenteOp ^ 2 + 1.379 * CorrenteOp + (-25.752))
            mdblFP = -0.0005 * mdblPU ^ 2 + 0.0362 * mdblPU + (0.1993)
            mdblRend = 0.0005 * mdblPU ^ 3 + -0.067 * mdblPU ^ 2 + 2.6068 * mdblPU + 58.872
            mdblRPMReal = -0.0013 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0264 * CorrenteOp + 1182
            mdblNCorrente = 0.0135 * mdblPU ^ 2 + 0.567 * mdblPU + 21.44
```

```
Case Is = "50"
    mdblPU = (-0.0078 * CorrenteOp ^ 2 + 1.5704 * CorrenteOp + (-30.068))
    mdblFP = -0.0005 * mdblPU ^ 2 + 0.0386 * mdblPU + (0.1833)
    mdblRend = 0.0009 * mdblPU ^ 3 + -0.0911 * mdblPU ^ 2 + 3.0004 * mdblPU + 57.698
    mdblRPMReal = -0.0015 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0421 * CorrenteOp + 1186
    mdblNCorrente = 0.016 * mdblPU ^ 2 + 0.5071 * mdblPU + 22.351
Case Is = "40"
    mdblPU = (-0.0111 * CorrenteOp ^ 2 + 1.7281 * CorrenteOp + (-27.722))
    mdblFP = -0.0005 * mdblPU ^ 2 + 0.0274 * mdblPU + (0.4238)
    mdblRend = 0.0029 * mdblPU ^ 3 + -0.207 * mdblPU ^ 2 + 4.643 * mdblPU + 56.785
    mdblRPMReal = -0.0036 * CorrenteOp ^ 2 + -0.4378 * CorrenteOp + 1192.1
    mdblNCorrente = 0.0215 * mdblPU ^ 2 + 0.4219 * mdblPU + 18.697
Case Is = "30"
    mdblPU = (-0.0113 * CorrenteOp ^ 2 + 1.4158 * CorrenteOp + (-14.102))
    mdblFP = -0.0013 * mdblPU ^ 2 + 0.0554 * mdblPU + (0.2944)
    mdblRend = 0.0078 * mdblPU ^ 3 + -0.4588 * mdblPU ^ 2 + 8.4251 * mdblPU + 41.422
    mdblRPMReal = -0.0057 * CorrenteOp ^ 2 + -0.8455 * CorrenteOp + 1195.3
    mdblNCorrente = 0.0315 * mdblPU ^ 2 + 0.371 * mdblPU + 13.062
Case Is = "25"
    mdblPU = (-0.0106 * CorrenteOp ^ 2 + 1.2664 * CorrenteOp + (-9.4584))
    mdblFP = -0.0021 * mdblPU ^ 2 + 0.0767 * mdblPU + (0.2522)
    mdblRend = 0.0044 * mdblPU ^ 3 + -0.2311 * mdblPU ^ 2 + 3.7866 * mdblPU + 68.988
    mdblRPMReal = -0.0066 * CorrenteOp ^ 2 + -0.4656 * CorrenteOp + 1188.2
    mdblNCorrente = 0.0215 * mdblPU ^ 2 + 0.7613 * mdblPU + 8.2131
Case Is = "20"
    mdblPU = (-0.0298 * CorrenteOp ^ 2 + 2.4057 * CorrenteOp + (-28.797))
    mdblFP = -0.0022 * mdblPU ^ 2 + 0.0786 * mdblPU + (0.1004)
    mdblRend = 0.0346 * mdblPU ^ 3 + -1.2893 * mdblPU ^ 2 + 14.823 * mdblPU + 35.486
    mdblRPMReal = -0.0077 * CorrenteOp ^ 2 + -0.6657 * CorrenteOp + 1196.5
    mdblNCorrente = 0.046 * mdblPU ^ 2 + 0.0754 * mdblPU + 16.603
Case Is = "15"
    mdblPU = (-0.0318 * CorrenteOp ^ 2 + 2.0221 * CorrenteOp + (-16.931))
    mdblFP = -0.0042 * mdblPU ^ 2 + 0.1084 * mdblPU + (0.1042)
    mdblRend = 0.0713 * mdblPU ^ 3 + -2.0358 * mdblPU ^ 2 + 17.941 * mdblPU + 39.687
    mdblRPMReal = -0.0239 * CorrenteOp ^ 2 + -0.5688 * CorrenteOp + 1182.4
    mdblNCorrente = 0.0584 * mdblPU ^ 2 + 0.1822 * mdblPU + 11.365
Case Is = "12,5"
    mdblPU = (-0.0382 * CorrenteOp ^ 2 + 1.904 * CorrenteOp + (-11.752))
    mdblFP = -0.0076 * mdblPU ^ 2 + 0.147 * mdblPU + (0.1301)
    mdblRend = 0.1258 * mdblPU ^ 3 + -2.8663 * mdblPU ^ 2 + 20.15 * mdblPU + 43.417
    mdblRPMReal = -0.0462 * CorrenteOp ^ 2 + -0.4078 * CorrenteOp + 1190
    mdblNCorrente = 0.0577 * mdblPU ^ 2 + 0.4927 * mdblPU + 7.3793
Case Is = "10"
    mdblPU = (-0.0528 * CorrenteOp ^ 2 + 2.2094 * CorrenteOp + (-13.643))
    mdblFP = -0.0095 * mdblPU ^ 2 + 0.1568 * mdblPU + (0.1149)
    mdblRend = 0.1854 * mdblPU ^ 3 + -3.69 * mdblPU ^ 2 + 23.062 * mdblPU + 39.936
    mdblRPMReal = -0.0414 * CorrenteOp ^ 2 + 0.0107 * CorrenteOp + 1188.1
    mdblNCorrente = 0.0946 * mdblPU ^ 2 + 0.2728 * mdblPU + 7.864
Case Is = "7,5"
    mdblPU = (-0.0481 * CorrenteOp ^ 2 + 1.6424 * CorrenteOp + (-6.5705))
    mdblFP = -0.0191 * mdblPU ^ 2 + 0.2283 * mdblPU + (0.1206)
    mdblRend = 0.2389 * mdblPU ^ 3 + -3.8532 * mdblPU ^ 2 + 19.638 * mdblPU + 52.196
    mdblRPMReal = -0.0511 * CorrenteOp ^ 2 + -2.3125 * CorrenteOp + 1199.7
    mdblNCorrente = 0.14 * mdblPU ^ 2 + 0.2291 * mdblPU + 5.3732
Case Is = "6"
```

```
            mdblPU = (-0.0978 * CorrenteOp ^ 2 + 2.4434 * CorrenteOp + (-9.5161))
            mdblFP = -0.023 * mdblPU ^ 2 + 0.2398 * mdblPU + (0.1497)
            mdblRend = 1.0326 * mdblPU ^ 3 + -11.892 * mdblPU ^ 2 + 43.289 * mdblPU + 31.661
            mdblRPMReal = -0.1054 * CorrenteOp ^ 2 + -1.5969 * CorrenteOp + 1193.4
            mdblNCorrente = 0.1398 * mdblPU ^ 2 + 0.3177 * mdblPU + 4.9556
        Case Is = "5"
            mdblPU = (-0.1213 * CorrenteOp ^ 2 + 2.4847 * CorrenteOp + (-8.0897))
            mdblFP = -0.0379 * mdblPU ^ 2 + 0.3146 * mdblPU + (0.11)
            mdblRend = 0.9175 * mdblPU ^ 3 + -9.8516 * mdblPU ^ 2 + 34.028 * mdblPU + 43.939
            mdblRPMReal = -0.2 * CorrenteOp ^ 2 + -1.219 * CorrenteOp + 1194.2
            mdblNCorrente = 0.1942 * mdblPU ^ 2 + 0.2618 * mdblPU + 4.1865
        Case Is = "4"
            mdblPU = (-0.098 * CorrenteOp ^ 2 + 1.9214 * CorrenteOp + (-5.2018))
            mdblFP = -0.0577 * mdblPU ^ 2 + 0.3992 * mdblPU + (0.0947)
            mdblRend = 1.3503 * mdblPU ^ 3 + -11.703 * mdblPU ^ 2 + 33.335 * mdblPU + 47.797
            mdblRPMReal = -0.1843 * CorrenteOp ^ 2 + -5.3783 * CorrenteOp + 1195.7
            mdblNCorrente = 0.1482 * mdblPU ^ 2 + 0.5956 * mdblPU + 3.2747
        Case Is = "3"
            mdblPU = (-0.1438 * CorrenteOp ^ 2 + 2.1393 * CorrenteOp + (-4.9789))
            mdblFP = -0.0953 * mdblPU ^ 2 + 0.4857 * mdblPU + (0.1097)
            mdblRend = 4.0922 * mdblPU ^ 3 + -25.675 * mdblPU ^ 2 + 55.38 * mdblPU + 34.053
            mdblRPMReal = -0.3498 * CorrenteOp ^ 2 + -6.2706 * CorrenteOp + 1197.4
            mdblNCorrente = 0.3299 * mdblPU ^ 2 + 0.1778 * mdblPU + 3.1839
        Case Is = "2"
            mdblPU = (-0.4704 * CorrenteOp ^ 2 + 4.1805 * CorrenteOp + (-7.4017))
            mdblFP = -0.1604 * mdblPU ^ 2 + 0.6444 * mdblPU + (0.1151)
            mdblRend = 18.428 * mdblPU ^ 3 + -73.421 * mdblPU ^ 2 + 97.865 * mdblPU + 27.404
            mdblRPMReal = -1.2819 * CorrenteOp ^ 2 + -2.4411 * CorrenteOp + 1194.7
            mdblNCorrente = 0.3682 * mdblPU ^ 2 + 0.196 * mdblPU + 2.4916
        Case Is = "1,5"
            mdblPU = (-1.2291 * CorrenteOp ^ 2 + 7.0079 * CorrenteOp + (-8.5776))
            mdblFP = -0.3102 * mdblPU ^ 2 + 0.8729 * mdblPU + (0.1282)
            mdblRend = 41.783 * mdblPU ^ 3 + -131.66 * mdblPU ^ 2 + 134.05 * mdblPU + 28.204
            mdblRPMReal = -2.0045 * CorrenteOp ^ 2 + -6.8073 * CorrenteOp + 1198.6
            mdblNCorrente = 0.5182 * mdblPU ^ 2 + -0.1703 * mdblPU + 1.9315
        Case Is = "1"
            mdblPU = (-0.9335 * CorrenteOp ^ 2 + 4.0685 * CorrenteOp + (-3.5048))
            mdblFP = -0.7125 * mdblPU ^ 2 + 1.335 * mdblPU + (0.1143)
            mdblRend = 170.7 * mdblPU ^ 3 + -341.32 * mdblPU ^ 2 + 219.26 * mdblPU + 25.667
            mdblRPMReal = -4.5279 * CorrenteOp ^ 2 + -6.7579 * CorrenteOp + 1182.4
            mdblNCorrente = 1.3709 * mdblPU ^ 2 + -0.4414 * mdblPU + 1.3534
        Case Is = "0,75"
            mdblPU = (-1.632 * CorrenteOp ^ 2 + 6.3996 * CorrenteOp + (-5.5879))
            mdblFP = -0.982 * mdblPU ^ 2 + 1.4802 * mdblPU + (0.1046)
            mdblRend = 226.3 * mdblPU ^ 3 + -378.49 * mdblPU ^ 2 + 217.16 * mdblPU + 22.042
            mdblRPMReal = -7.3878 * CorrenteOp ^ 2 + 1.7095 * CorrenteOp + 1196.1
            mdblNCorrente = 2.5063 * mdblPU ^ 2 + -1.0024 * mdblPU + 1.5116
        Case Is = "0,5"
            mdblPU = (0.6348 * CorrenteOp ^ 2 + -0.7852 * CorrenteOp + (0.2263))
            mdblFP = -1.5506 * mdblPU ^ 2 + 1.8948 * mdblPU + (0.1237)
            mdblRend = 506.95 * mdblPU ^ 3 + -467.1 * mdblPU ^ 2 + 227.66 * mdblPU + 15.789
            mdblRPMReal = -24.904 * CorrenteOp ^ 2 + 26.572 * CorrenteOp + 1189.1
            mdblNCorrente = -2.7915 * mdblPU ^ 2 + 2.6598 * mdblPU + 0.7956
    End Select
End Select
```

```
    End Select
    On Error Resume Next
    'Fator de utilização
    mdblFU = ((mdblPU / 0.736) / Potência) * 100
End Sub
Sub RedimensionamentoMID(Tensão As Integer, NP As Integer, Potência As String)
  Select Case Tensão
Public Sub RedimensionamentoAuto()
    On Error GoTo TratarErro
    With frmMotores
      Do Until mdblFU >= 70
        If PotênciaSelecionada = 0 Then Exit Do
        PotênciaSelecionada = PotênciaSelecionada - 1
        '.lstPotência.ListIndex = PotênciaSelecionada
        mdstrCVAnt = .lstPotência.List(PotênciaSelecionada)
        .lblStatusRedim = "Pesquisando motor de " + mdstrCVAnt + " CV."
        Redimensionamento mdintTensão, mdintNP, mdstrCVAnt
      Loop
    .lblRedim = "Dimensionamento concluído."
    .lblStatusRedim = "Motor de " + mdstrCV + " CV " + "redimensionado para " + mdstrCVAnt + " CV."
    End With
    Exit Sub
TratarErro:
      MsgBox "Erro número " + Str(Err.Number) + " - " + Err.Description + vbCr + "Refaça os cálculos"
End Sub
Public Function VirgulaParaPonto(Valor As String) As String
    For i% = 1 To Len(Valor)
      VirgulaParaPonto = VirgulaParaPonto + IIf(Mid(Valor, i%, 1) = ",", ".", Mid(Valor, i%, 1))
    Next i%
End Function
Public Function Inteirar(Valor As Double) As Integer
    Dim ÉDecimal As Boolean
    Dim ValAtual As String
    Dim ValorDecimal As String
    Dim ParteInteira As String
    ÉDecimal = False
    For i% = 1 To Len(Valor)
      ValAtual = Mid(Str(Valor), i%, 1)
      If ValAtual = "." Then
        ÉDecimal = True
        ValAtual = "0."
      End If
      If ÉDecimal Then
        ValorDecimal = ValorDecimal + ValAtual
      Else
        ParteInteira = ParteInteira + ValAtual
      End If
    Next i%
    Inteirar = CInt(Val(ParteInteira) + IIf(Val(ValorDecimal) <> 0, 1, 0))
End Function
Public Function FiltrarNumero(KeyAscii As Integer) As Integer
    Dim Numero As Integer
    Numero = IIf((KeyAscii >= 48 And KeyAscii <= 57) Or KeyAscii = 8 Or KeyAscii = 9 Or KeyAscii = 44 Or
KeyAscii = 46, KeyAscii, 0)
    FiltrarNumero = IIf(Numero = 46, 44, Numero)
```

```
End Function
Public Function PontoParaVirgula(Valor As String) As String
   For i% = 1 To Len(Valor)
      PontoParaVirgula = PontoParaVirgula + IIf(Mid(Valor, i%, 1) = ".", ",", Mid(Valor, i%, 1))
   Next i%
End Function
Public Function Arredondar(Valor As Double) As Double
   On Error GoTo ErrorHandle
   Arredondar = Format(Valor, "#.####")
   Exit Function
ErrorHandle:
   If Err.Number = 13 Then
      Arredondar = CCur(Valor)
   Else
      MsgBox "Erro"
   End If
End Function
```