

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA CONVERSÃO
DE ARQUIVOS DE ENTRADA DO ANAREDE PARA
MATPOWER**

PEDRO PAULO FIGUEIREDO MENDONÇA DE FREITAS

ORIENTADOR: FRANCISCO DAMASCENO FREITAS

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA ELÉTRICA**

BRASÍLIA/DF: 20 DE DEZEMBRO - 2013

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA CONVERSÃO
DE ARQUIVOS DE ENTRADA DO ANAREDE PARA
MATPOWER**

PEDRO PAULO F M DE FREITAS

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO
DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA
DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO
ELETRICISTA.

APROVADA POR:

Prof. Francisco Damasceno Freitas, Dr. (ENE-UnB)
(Orientador)

Enga. Carla Mori (ONS)
(Examinador Externo)

Prof. Alcides Leandro da Silva Dr. (ENE-UnB)
(Examinador Interno)

BRASÍLIA/DF, 20 DE DEZEMBRO DE 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

FREITAS, PEDRO PAULO F M

Ferramenta Computacional Para Conversão de Arquivos
de Entrada do ANAREDE para MATPOWER

[Distrito Federal] 2013.

xi, 45 páginas, 297 mm (ENE/FT/UnB, Engenheiro Eletricista, 2013).

Monografia de Graduação - Universidade de Brasília. Faculdade de
Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica.

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. Fluxo de Potência | 2. MATLAB |
| 3. MATPOWER | 4. ANAREDE |
| I. ENE/FT/UnB | II. Título (série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FREITAS, P. P. F. M.(2013). Ferramenta Computacional Para Conversão de Arquivos de Entrada do ANAREDE para MATPOWER, Monografia de Graduação, Publicação ENE/2013, Departamento de Engenharia Elétrica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 45 páginas.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Pedro Paulo Figueiredo Mendonça de Freitas

TÍTULO: Ferramenta Computacional Para Conversão de Arquivos de Entrada do ANAREDE para MATPOWER.

GRAU / ANO: Engenheiro Eletricista / 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito dos autores.

Pedro Paulo F. M. de Freitas
Brasília – DF

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Universidade de Brasília pela oportunidade de me graduar nesta instituição. Espero ter correspondido à responsabilidade em mim depositada.

Aos meus pais e familiares pelo apoio e carinho.

Aos meus colegas de curso que foram companheiros nesta longa jornada de crescimento pessoal e profissional.

Aos professores que contribuíram para minha formação.

Ao Professor Francisco Damasceno pelo apoio na execução deste trabalho.

Pedro

FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA CONVERSÃO DE ARQUIVOS DE ENTRADA DO ANAREDE PARA MATPOWER

AUTOR: PEDRO PAULO FIGUEIREDO MENDONÇA DE FREITAS

ORIENTADOR: FRANCISCO DAMASCENO FREITAS

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica – Universidade de Brasília.

Brasília/DF, 20 DE DEZEMBRO DE 2013.

Palavras-chave: Sistemas Elétricos de Potência, Fluxo de potência, MATLAB, MATPOWER, ANAREDE

RESUMO

O estudo de sistemas de potência se torna cada vez mais complexo, sendo necessário o uso de ferramentas computacionais reconhecidos por sua precisão e rapidez de cálculo. O ANAREDE é um programa computacional utilizado profissionalmente no setor elétrico e muitas empresas do setor disponibilizam arquivos de casos referentes ao SIN em formato ANAREDE. Entretanto, devido ao alto custo, versões profissionais do software tornam-se inacessíveis por parte da comunidade acadêmica.

Soluções alternativas gratuitas para o ANAREDE existem. Embora de menor complexidade, programas como o MATPOWER permitem que o usuário tenha acesso à simulações computacionais de Sistemas Elétricos de Potência.

O objetivo deste trabalho é elaborar uma ferramenta capaz de converter arquivos em formato ANAREDE para serem simulados no MATPOWER. Assim, é possível, por exemplo, efetuar simulações de fluxo de potência de casos do SIN.

A ferramenta de conversão é criada utilizando o Microsoft Excel e a linguagem de programação VBA. Arquivos formatados para o ANAREDE são convertidos e simulados no MATPOWER. Os resultados são então comparados para se verificar a equivalência dos aplicativos.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Estudo de sistemas elétricos de potência	1
1.2	Motivação do trabalho	2
1.3	Objetivo	2
1.4	Estrutura de Trabalho	3
2	Revisão Bibliográfica	4
2.1	Modelo π de linhas de transmissões	4
2.2	Matriz de admitância de barra - Y_{bus}	6
2.3	Equações do fluxo de potência e resolução	7
2.3.1	Equações do fluxo de carga	8
2.3.2	Tipos de barra	9
2.3.3	Algoritmo de resolução	10
3	Aplicativos ANAREDE E MATPOWER	12
3.1	ANAREDE	12
3.1.1	Funcionamento do ANAREDE	13
3.2	MATPOWER	13
3.2.1	Funcionamento do MATPOWER	13
3.3	Diferenças entre os dois programas	14
3.3.1	Formatos de entrada	15
4	Conversão de arquivos de entrada	23
4.1	Adaptações feitas	23
4.2	Formação da estrutura mpc convertida	24
4.2.1	Formação do baseMVA	24
4.2.2	Formação do bus_data	25
4.2.3	Formação do branch_data	26

4.2.4	Formação do gen_data	27
5	A ferramenta criada	29
5.1	O Excel	29
5.1.1	Manipulação de matrizes e tabelas	29
5.1.2	VBA	30
5.2	A ferramenta de conversão criada	31
6	Simulações	35
6.1	Simulações	35
6.1.1	Arquivo caso de 15 barras	35
6.1.2	Arquivo caso de 730 barras	44
7	Conclusão e sugestões para trabalhos futuros	47
A	Apêndice	49
A.1	MATPOWER - Caseformat	49
A.2	Código utilizado	52
A.2.1	Principal	52
A.2.2	Texto para Colunas	53
A.2.3	Inicia conversão	56
A.2.4	Bus_data	57
A.2.5	Branch_data	62
A.2.6	Gen_data	63
A.2.7	Salvar	67

Lista de Tabelas

3.1	Informações contidas no Código de Execução DBAR[1]	17
3.2	Informações contidas no Código de Execução DGER[1]	18
3.3	Informações contidas no Código de Execução DLIN[1]	19
3.4	Informações contidas na matriz bus_data[2]	21
3.5	Informações contidas na matriz gen_data[2]	21
3.6	Informações contidas na matriz branch_data[2]	22
4.1	Tabela de formação do baseVMA	25
4.2	Tabela de formação do bus_data	26
4.3	Tabela de formação do branch_data	27
4.4	Tabela de formação do gen_data	28

Lista de Figuras

2.1	Circuito equivalente para linha curta (até 80km)	5
2.2	Circuito equivalente para linha média (entre 80 km e 200 km)	5
2.3	Circuito equivalente para linha longa (acima de 200km)	6
3.1	Formato de entrada de dados de barra do ANAREDE	15
3.2	Formato de entrada de dados de barra do MATPOWER	20
5.1	Interface com botão para selecionar o arquivo com terminação PWF . .	32
5.2	Tela de confirmação do arquivo a ser aberto e selecionado pelo usuário	32
5.3	Arquivo antes da execução do sub Texto para Colunas	33
5.4	Continuação do arquivo antes do sub Texto para Colunas	33
5.5	Arquivo após a conversão, pronto para ser salvo em .m	34

LISTA DE SÍMBOLOS

Siglas

ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
SIN	Sistema Interligado Nacional
SEP	Sistema Elétrico de Potência
p.u.	Por Unidade
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
FACTS	Flexible AC Transmission Systems
VBA	Visual Basic for Applications

Capítulo 1 Introdução

1.1 Estudo de sistemas elétricos de potência

Os sistemas de potência se tornam cada vez mais complexos, ao mesmo tempo em que a sociedade se torna mais exigente. Para que se possa usufruir dos benefícios da energia elétrica de forma segura e confiável, são necessários estudos e planejamentos. A geração, transmissão e distribuição de energia devem ser analisados, não apenas individualmente, mas como partes integrantes de um sistema maior que é o Sistema Elétrico de Potência (SEP).

Um dos fatores essencial ao sucesso de implementação de um SEP é o controle dos fluxos de potência nas linhas de transmissão e equipamentos, em geral. Deve-se entender como os fluxos vão se comportar para diferentes valores de geração em usinas, como vão se redistribuir no caso de uma falta em alguma linha ou geração, evitando consequentemente a sobrecarga de uma linha de transmissão e o controle do intercâmbio de energia entre diferentes submercados e a minimização de perdas durante a transmissão.

O cálculo desses fluxos é feito através de programas computacionais que permitem calcular grandezas estáticas, como magnitude e ângulo de fase de tensão da barra e, consequentemente, os fluxos de potência do sistema sob operação em regime permanente. Os computadores atuais possuem capacidade de calcular rapidamente a solução para sistemas de até 100 mil barras e 150 mil linhas de transmissões[3], mas a tendência é se ter cenários mais complexos, principalmente quando vislumbra simulações de sistemas trifásicos desequilibrados e outros cenários que envolvam tecnologias recentes.

1.2 Motivação do trabalho

Existem diversos programas computacionais capazes de calcular os fluxos de potência citados anteriormente.

O ONS, responsável pela operação do Sistema Interligado Nacional (SIN), faz o uso do software ANAREDE, concebido e mantido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL). É no formato deste aplicativo que os arquivos de caso do SIN são liberados. Entretanto, o ANAREDE é um software comercial, o que dificulta sua utilização por instituições de ensino em larga escala.

Com a finalidade de atenuar este problema, buscou-se investigar alternativas gratuitas, como o uso do programa MATPOWER. Este aplicativo é uma aplicação em Matlab para a resolução de problemas de fluxo de potência desenvolvida na Cornell University nos Estados Unidos. Porém, os arquivos de entrada do ANAREDE são formatados em um formato diferente ao do MATPOWER, gerando uma incompatibilidade entre os arquivos de dados dos dois softwares.

Os estudantes, de maneira geral, não possuem contato com o SIN durante a graduação e, no curso de Análise de Sistemas de Potência, dá-se maior ênfase à teoria em detrimento dos aspectos práticos do assunto.

Nesse sentido, o acesso por parte dos estudantes aos arquivos casos do SIN, disponibilizados em formato ANAREDE, é muito importante pois contribui para uma melhor compreensão a respeito do comportamento dos fluxos de potências. Ademais, uma maior familiaridade com as especificidades do SIN torna os estudantes mais aptos ao mercado de trabalho.

1.3 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo principal a criação de uma ferramenta capaz de converter automaticamente os arquivos casos liberados pelo ONS do SIN em arquivos

capazes de serem entendidos e simulados pelo MATPOWER. O aplicativo, no entanto, não cobre todas as versões do ANAREDE, visto que este aplicativo tem constantes atualizações, processo este que não ocorre com frequência na manutenção das versões do MATPOWER.

O Microsoft Excel, por permitir flexibilidade para se trabalhar com valores em tabelas e linguagem Visual Basic for Applications (VBA), foi a plataforma escolhida para a criação da ferramenta. Ainda, o Excel é uma ferramenta universalmente utilizada em quase todos os computadores, o que está de acordo com o objetivo de expandir o acesso de estudantes e pesquisadores a ferramentas capazes de simular sistemas de grande porte, como é o caso de estudos do SIN.

1.4 Estrutura de Trabalho

Este trabalho está estruturado em 7 capítulos, incluindo este de introdução. Prosseguindo no capítulo 2, serão introduzidos elementos básicos para o estudo do problema de fluxo de potência em um SEP. É também estudado como o sistema é modelado, suas equações resultantes e como resolvê-las. No capítulo 3, dois dos programas chaves neste trabalho serão introduzidos: o ANAREDE e o MATPOWER. Serão discutidas suas aplicações, particularidades e diferenças. No capítulo 4, o foco são os arquivos de entrada de dados de cada um desses programas, e como é feito para converter um arquivo de um formato para o outro e quais as adaptações consideradas. No capítulo 5, apresenta-se a ferramenta criada para efetuar esta conversão. No capítulo 6, serão apresentadas as simulações feitas com os arquivos convertidos para que se possa avaliar a viabilidade de converter um arquivo de entrada de um programa para outro. Por fim, no capítulo 7, são discutidas as conclusões a respeito do desenvolvimento deste trabalho e sugestões para sua continuação.

Capítulo 2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo, serão revisados, de forma sucinta, os conceitos teóricos necessários para o entendimento do problema de fluxo de potência. Inicialmente são apresentados os modelos dos componentes da rede elétrica, a obtenção das equações a serem resolvidas, e por fim, a resolução do sistema formado por essas equações.

Para o estudo de fluxo de potência nos sistemas elétricos de potência, sistema é trifásico, equilibrado, e em regime permanente.

2.1 Modelo π de linhas de transmissões

Uma linha de transmissão é modelada conhecendo-se os seus parâmetros elétricos por fase e o seu comprimento. É usual dividi-la em curta (até cerca de 80 km), média (entre 80 km e 200 km) e longa (acima de 200 km). A representação é feita por um circuito monofásico equivalente, por fase. Supõe-se que a linha opere em regime permanente, a uma frequência, que no Brasil é igual a 60 Hz.

A linha tem quatro parâmetros característicos: condutância, G ; resistência, R ; reatância, $X = \omega L$, sendo L a indutância da linha; e susceptância, $Y = \omega C$, onde C é a capacitância da linha. $\omega = 2\pi f$, f é a frequência industrial da rede. Em geral, despreza-se a condutância, G , para a faixa de frequência em torno de 60 Hz em regime permanente.

As linhas curtas são representadas por um circuito no qual a resistência equivalente dos condutores, R , é conectada em série com a reatância indutiva, X , como mostrado na figura 2.1[4]. No circuito da figura 2.1, V_i e V_o são as tensões nas extremidades da linha, enquanto I_i e I_o são as correntes de entrada e saída.

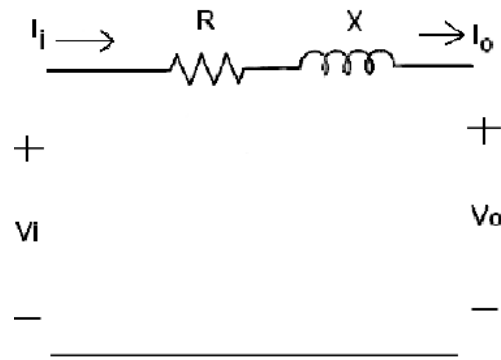


Figura 2.1: Circuito equivalente para linha curta (até 80km)

As linhas médias são representadas por um circuito π equivalente, contendo além da resistência série, R , e da reatância indutiva série, X , a susceptância capacitiva, Y , a qual é ligada de uma fase para a referência, sendo dividida com metade em cada terminal da linha.

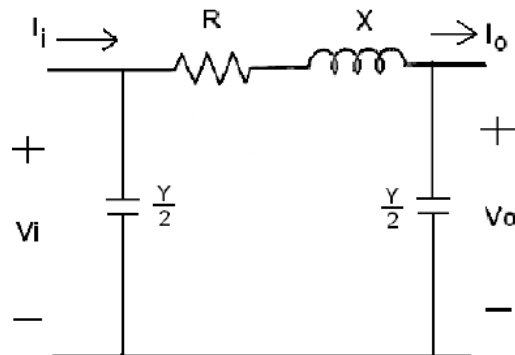


Figura 2.2: Circuito equivalente para linha média (entre 80 km e 200 km)

O modelo de linha longa é semelhante ao de uma linha média, porém ao invés de se ter uma impedância série, formada pela composição série da resistência R com a reatância X , há uma impedância definida como Z_e e uma susceptância Y_e , cujos cálculos são efetuados conforme as expressões a seguir

$$Z_e = Z_c \sinh(\gamma l) \quad (2.1)$$

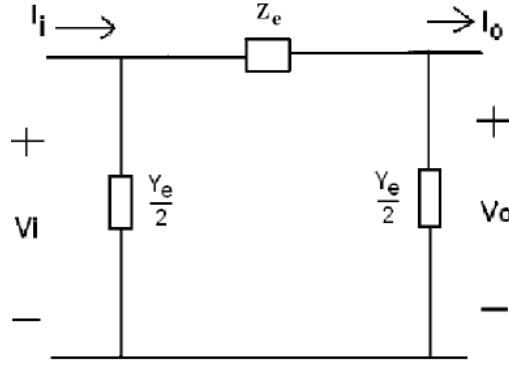


Figura 2.3: Circuito equivalente para linha longa (acima de 200km)

em que l é o comprimento da linha e as constantes Z_c e γ são definidas como:

$$Z_c = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{j\omega C}} \approx \sqrt{\frac{L}{C}} \left(1 - j \frac{R}{2\omega L}\right) \quad (2.2)$$

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)j\omega C} \approx j\omega\sqrt{LC} \left(1 - j \frac{R}{2\omega L}\right) \quad (2.3)$$

$$(2.4)$$

A susceptância shunt do modelo de uma linha longa é representado pela expressão:

$$\frac{Y_e}{2} = \frac{1}{Z_c} \frac{\cosh(\gamma l) - 1}{\sinh(\gamma l)} \quad (2.5)$$

2.2 Matriz de admitância de barra - \mathbf{Y}_{bus}

Considerando um sistema elétrico em regime permanente, é possível representar a rede como composta de impedâncias à frequência industrial, fontes independentes de corrente e de potência. Com relação às impedâncias da rede, é possível representá-la através de uma matriz que representa a rede como um todo. Esta matriz é chamada de *matriz de admitância de barra*, \mathbf{Y}_{bus} , ou simplesmente \mathbf{Y}_b e seu uso nos permite

relacionar as tensões das barras com injeções de corrente, como

$$\bar{\mathbf{I}} = \bar{\mathbf{Y}}_{bus} \bar{\mathbf{V}} \quad (2.6)$$

onde \mathbf{I} é o vetor injeção de corrente das barras, e \mathbf{V} é o vetor tensão em cada barra. Os elementos da matriz $\bar{\mathbf{Y}}_{bus}$ são definidos pelas seguintes relações:

$$\bar{Y}_{ij} = \begin{cases} \sum_{k=1}^L \bar{y}_{ik} + \sum_{k=1}^{NB} \bar{y}_k & \text{se } i = j \\ -\bar{y}_{ij} & \text{se } i \neq j. \end{cases} \quad (2.7)$$

onde \bar{y}_{ik} é a admitância de interconexão entre as barras i e k , e \bar{y}_k é a admitância conectada da barra k à terra. L é o número de ligações na rede.

A matriz $\bar{\mathbf{Y}}_b$ é complexa e pode ser desmembrada da seguinte forma:

$$\bar{\mathbf{Y}}_b = \mathbf{G} + j\mathbf{B} \quad (2.8)$$

onde $G = \text{real}(\bar{\mathbf{Y}}_b)$ e $B = \text{imag}(\bar{\mathbf{Y}}_b)[4]$.

2.3 Equações do fluxo de potência e resolução

Para se resolver o problema de fluxos de potência, deve-se calcular a magnitude e ângulo de fase da tensão em cada barra do sistema operando em regime permanente. Estas grandezas constituem os denominados estados do sistema. Como resultado destas tensões, podemos calcular-se os fluxos de potência ativa e reativa resultantes[3].

As tensões a fase de cada barra são encontradas a partir da resolução de um sistema de equações não-linear conforme descreve-se a seguir.

2.3.1 Equações do fluxo de carga

Para cada uma das N barras do sistema, a injeção de corrente na barra k é:

$$\bar{I}_k = \sum_{n=1}^N \bar{Y}_{kn} \bar{V}_n \quad (2.9)$$

Por outro lado, a potência complexa injetada na barra é expressa por:

$$\bar{S}_k = P_k + jQ_k = \bar{V}_k \bar{I}_k^* \quad (2.10)$$

Substituindo (2.9) em (2.10), tem-se a expressão para a potência complexa:

$$\bar{S}_k = P_k + jQ_k = V_k \left[\sum_{n=1}^N Y_{kn}^* V_n^* \right] \quad (2.11)$$

Considerando a notação

$$\bar{Y}_{kn} = Y_{kn} e^{j\theta_{kn}} = G_{kn} + jB_{kn} \quad (2.12)$$

a equação (2.11) torna-se:

$$P_k + jQ_k = V_k \sum_{n=1}^N Y_{kn} V_n e^{j(\delta_k - \delta_n - \theta_{kn})} \quad (2.13)$$

Separando as partes real e imaginária, tem-se:

$$P_k = V_k \sum_{n=1}^N Y_{kn} V_n \cos(\delta_k - \delta_n - \theta_{kn}) \quad (2.14)$$

$$Q_k = V_k \sum_{n=1}^N Y_{kn} V_n \sin(\delta_k - \delta_n - \theta_{kn}) \quad (2.15)$$

ou para \bar{Y}_{kn} representada em coordenadas retangulares:

$$P_k = V_k \sum_{n=1}^N V_n [G_{kn} \cos(\delta_k - \delta_n) + B_{kn} \sin(\delta_k - \delta_n)] \quad (2.16)$$

$$Q_k = V_k \sum_{n=1}^N V_n [G_{kn} \sin(\delta_k - \delta_n) - B_{kn} \cos(\delta_k - \delta_n)] \quad (2.17)$$

A solução do problema de fluxo de potência de um sistema elétrico se faz a partir da resolução de um sistema não-linear das equações (2.16) e (2.17), nas variáveis V_n e δ_n , $n = 1, 2, \dots, N$.

2.3.2 Tipos de barra

Quatro variáveis são associadas a cada barra: V_k , δ_k , P_k e Q_k . Em cada barra, duas dessas variáveis são conhecidas, e duas desconhecidas, dependendo da classificação do tipo de barra.

Cada barra pode ser classificada em:

- **Barra tipo 1, de carga ou PQ:** possui carga definida. Deve-se calcular a magnitude e a fase do fasor tensão da barra;
- **Barra tipo 2, de geração ou PV:** possui geração ativa e magnitude de tensão conhecidas. Deve-se calcular apenas a fase da tensão;
- **Barra tipo 3, de referência ou swing:** só existe uma em um sistema síncrono. Esta é a barra de referência do sistema. Possui magnitude e fase de tensão conhecidas. Não há variável de estado a se calcular. Ao final, será possível se determinar as gerações ativas e reativas. A barra de referência, além de fornecer uma referência angular para o sistema, também é usada para fechar o balanço de potência da rede, daí o nome barra *swing*.

Para as barras tipo 1 são obtidas duas equações (2.14) e (2.15), e para as barras tipo 2 é obtida uma equação (2.14).

2.3.3 Algoritmo de resolução

A resolução do problema de fluxo de potência é feita com base na solução de um sistema não-linear formados pelas equações do tipo 2.16 e 2.17.

Existem vários algoritmos que podem ser usados na resolução deste sistema. O mais comum, e amplamente utilizado nas ferramentas computacionais é baseado no método de Newton-Raphson. Por ser um método iterativo, requer que o usuário inicie o processo fixando uma estimativa inicial da solução. Muitas vezes, isto é uma tarefa árdua se uma noção da solução do sistema estiver fora de alcance. Neste caso, resta a alternativa de se arriscar então valores iniciais próximos de situações verificadas na prática. Felizmente, no problema de fluxo de carga, as magnitudes das tensões nos barramentos são aproximadamente iguais a 1 pu. Esta referência numérica induz a se usar esse valor como uma estimativa inicial para o processo iterativo na maioria dos casos[4].

2.3.3.1 O método de Newton-Raphson

Considere um conjunto de equações do tipo:

$$\begin{aligned}f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0 \\f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0 \\&\dots \\f_n(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0\end{aligned}\tag{2.18}$$

Ou, em sua forma matricial:

$$f(x) = 0\tag{2.19}$$

Ao expandir-se a expressão de $f(x)$ em série de Taylor em torno do ponto de operação $x^{(0)}$, conservando a parte linear e desprezando os termos de ordem superior, obtém-se:

$$f(x^{(0)} + \Delta x) \approx f(x^{(0)}) + \frac{\partial f(x)}{\partial x} \Big|_{x^{(0)}} \Delta x = 0 \quad (2.20)$$

Para encontrar a solução do sistema inicia-se então o processo iterativo, onde a partir de uma estimativa inicial $x^{(0)}$ calcula-se o *resíduo ou mismatch* associado a essa estimativa. O *mismatch* é o valor de $f(x^{(0)})$. Se o *mismatch* for igual a zero já para a primeira estimativa, esta estimativa é a solução do sistema. Caso contrário, deve-se calcular um incremento $\Delta x^{(0)}$ que somado a $x^{(0)}$ fornecerá uma estimativa $x^{(1)}$ para a próxima iteração. Portanto, em uma iteração k estimativa $x^{(k)}$, calcula-se:

$$x^{(k+1)} = x^{(k)} + \Delta x^{(k)}, \quad (2.21)$$

em que k é o contador de iterações.

O incremento $\Delta x^{(k)}$ é calculado considerando-se a *matriz jacobiana* formada por $\frac{\partial f(x)}{\partial x} \Big|_{x^{(k)}}$ pela seguinte expressão.

$$\Delta x^k = - \left[\frac{\partial f(x)}{\partial x} \Big|_{x^{(k)}} \right]^{-1} f(x^{(k)}) \quad (2.22)$$

Este processo se repete até que a norma dos *mismatches* seja menor que uma tolerância desejada[4].

Capítulo 3 Aplicativos ANAREDE E MATPOWER

No presente capítulo, uma introdução sobre os aplicativos ANAREDE e MATPOWER será feita. Estes são aplicativos para cálculo das variáveis de estado no problema de fluxo de carga. Cada um deles tendo suas próprias características e funcionalidades. Por isso, as diferenças principais entre os programas são abordadas, com ênfase no arquivos de entrada de dados de cada um para, em um capítulo posterior, viabilizar a discussão de como converter um arquivo de entrada no formato ANAREDE para MATPOWER.

Destaca-se que as versões dos programas utilizadas durante o presente trabalho, inclusive a versão dos arquivos de entrada, são: ANAREDE - V09.02.03 e MATPOWER 4.1.

3.1 ANAREDE

O ANAREDE é um programa computacional brasileiro da área de estudo de Sistemas Elétricos de Potência. O aplicativo engloba várias aplicações para diferentes estudos, como análise de fluxo de potências - tema deste trabalho - análise de contingências, análise de sensibilidade de tensão entre outros[1].

Entre os usuários do programa destacam-se grande parte das empresas do setor elétrico brasileiro, e o ONS. Por este motivo, é possível encontrar arquivos de dados do SIN em formato ANAREDE nos sites de algumas dessas empresas.

3.1.1 Funcionamento do ANAREDE

O primeiro passo a ser tomado para simular uma rede elétrica no ANAREDE é carregar o arquivo de entrada no programa, que é disponível com a terminação .PWF. Após o carregamento deste arquivo, escolhe-se o tipo de simulação desejada para a rede. No caso deste trabalho, a aplicação é a análise do fluxo de potências.

Os resultados podem ser acessados por área definida no programa como uma porção da rede elétrica, em geral administrada por uma empresa. Entre os resultados, estão, além do fluxo de potências saindo de cada barra, as perdas nas linhas de transmissão, geração total do sistema, intercâmbios entre as áreas, entre outros.

3.2 MATPOWER

O MATPOWER é uma ferramenta desenvolvida para ser executada em ambiente Matlab para o cálculo de problemas de fluxo de potência e sua otimização. Criado para ser uma ferramenta utilizada por pesquisadores e estudantes, é desenvolvida e mantida por pesquisadores da Cornell University. Sua distribuição ocorre de forma gratuita sob os termos da *GNU General Public License*¹[2].

Para instalar o MATPOWER, deve-se baixar os *script* no *site* do programa, e acrescentá-lo no caminho do Matlab. A ferramenta também é compatível com o Octave².

3.2.1 Funcionamento do MATPOWER

Como a utilização do MATPOWER é feita em ambiente Matlab, deve-se abrir o Matlab, e se trabalhar com os arquivos de instalação. Torna-se necessário que os arquivos

¹Designação da licença para software livre mais utilizada mundialmente.

²Linguagem de computação numérica com distribuição gratuita.

de entrada de dados estejam em um caminho do Matlab para que o programa seja executado com êxito.

O MATPOWER trabalha com dois comandos principais: o *runpf* e o *runopf*. Os comandos citados são executados digitando o comando juntamente com o arquivo que se deseja simular entre aspas na janela de comando do Matlab. Por exemplo: *runpf(arquivodeentrada)* ou *runopf(arquivodeentrada)*. O primeiro, roda a simulação de análise de fluxo de potência, enquanto o segundo é um comando para execução do fluxo de potência ótima. Neste trabalho, o objetivo é usar apenas o comando *runpf*.

3.3 Diferenças entre os dois programas

Os programas diferem em diversos fatores. Um deles é o fato de o ANAREDE ser um programa cujo objetivo é ser comercializado para grandes empresas do setor, enquanto o foco no MATPOWER é mais voltado para propósitos educacionais. Assim, o ANAREDE tem uma interface de usuário mais completa, inclusive com recursos gráficos onde pode se observar o diagrama unifilar da rede em estudo. Já o MATPOWER, é uma aplicação criada para ser usada na plataforma Matlab, o que limita sua interface de usuário e todos os seus comandos são escritos na janela de comandos. Também é limitado quanto à representação gráfica.

Devido ao fato do ANAREDE ter um uso mais profissional, também percebe-se uma maior complexidade na modelagem do sistema aceito no programa. Cargas e barras de tensão controladas por outras barras, reatores controláveis e outros elementos, além de mais opções de customizações e alterações do arquivo de dados.

Outra grande diferença entre os programas está no fato do ANAREDE ser feito especificamente para o sistema brasileiro, de forma a possuir suporte para todas as suas particularidades, enquanto o MATPOWER é um programa mais geral. Como exemplo, o ANAREDE suporta entrada de dados de Elo CC presente no SIN, enquanto o MATPOWER não. Por essas razões mencionadas, é natural haver algumas limitações no MATPOWER que impedem que sejam efetuadas simulações que no ANAREDE são efetuadas normalmente.

3.3.1 Formatos de entrada

Os arquivos de entrada de dados são bastante diferentes entre os dois programas. Em ambos, diferentes tipos de dados são separados em matrizes (ou códigos de execução).

A grande diferença da formatação entre eles é que o ANAREDE lê arquivos que possuem dados com campos fixos separados por coluna, enquanto no MATPOWER os dados são separados por tabulação. Arquivos do ANAREDE são salvos com extensão .PWF, enquanto os do MATPOWER são salvos em .m.

3.3.1.1 Arquivo PWF

Os formatos de entrada de dados para o programa estão definidos nos respectivos Códigos de Execução. O controle de execução do programa é efetuado por meio de Códigos de Execução e de Opções de Controle de Execução. De acordo com estes códigos e as opções associadas, são selecionadas as funções do programa. Há códigos de execução com informação das barras do sistema, linhas de transmissão, geradores, constantes etc. Cada Código de Execução é iniciado a partir de um código de 4 letras maiúsculas e finalizado pelo número "99999". Um exemplo de Código de Execução com informações das barras é destacado na figura 3.1.

```

DBAR
(No)OETGb( nome )Gl( v)( A)( Pg)( Qg)( Qn)( Qm)(Bc )( P1)( Q1)( sh)Are(vf)
1 2 1BARRA01--138 21060 0.183.67.352 -30. 20. 101060
2 1 1BARRA02--138 21045-2.127.433.907 -40. 50. 21.7 12.7 101045
3 1 1BARRA03--138 21010-9.4 0.27.88 0. 40. 94.2 19. 101010
4 1BARRA04--138 11020-6.5 47.8 -3.9 101020
5 1BARRA05--138 21010-4.8 -100. -35. 101010
6 1 SBARRA06---66 21062-16.21.69 -6. -6. 24. 130. -26. 201062
7 BARRA07-FICT 31032-9.7 301032
8 1 TBARRA08---33 2 935-9.7 0. -20. -20. 20. 9 30 935
9 SBARRA09---66 21025-11. 29.5 16.6 19. 301025
10 SBARRA10---66 21047-12. 9. 5.8 301046
11 SBARRA11---66 21056-14. 3.5 1.8 301056
12 1 SBARRA12---66 21040-15. 0. -12.2 -15. 25. 201040
13 SBARRA13---66 21057-15. 13.5 5.8 201057
14 1 SBARRA14---66 21068-11.47.69 10. 10. 30. 14.9 5. 301068
15 1BARRA015-138 21020-6.9 101020
99999

```

Figura 3.1: Formato de entrada de dados de barra do ANAREDE

Assim como demonstrado acerca do uso do código DBAR, existem dezenas de ou-

tros Códigos de Execuções com informações sobre a rede a ser simulada. Entre as mais utilizadas neste trabalho, destacam-se, além de DBAR, DLIN, que contém informações sobre as linhas de transmissões, transformadores e outras interconexões, e DGEN que nos informa sobre limites dos geradores. Mais informações sobre cada um desses Códigos de Execução e seus respectivos campos são descritos nas tabelas 3.1, 3.2 e 3.3.

Tabela 3.1: Informações contidas no Código de Execução DBAR[1]

Campo	Colunas	Descrição
Número	1-5	Número de identificação da barra
Operação	6	A para adição, E para eliminação ou M para modificação de barra
Estado	7	L se a barra estiver em operação ou D caso esteja desligada
Tipo	8	0 para barras PQ, 1 barras PV, 2 barra swing, 3 barra de carga com limite de tensão
Grupo de Base de Tensão	9-10	Identificador do grupo base de tensão contido no Código de Execução DGBT
Nome	11-22	Identificação alfanumérica da barra
Grupo de Limite de Tensão	23-24	Identificador do grupo base de tensão contido no Código de Execução DGLT
Tensão	25-28	Valor inicial da magnitude de tensão, em p.u.
Ângulo	29-32	Ângulo de fase inicial da tensão da barra, em graus
Geração Ativa	33-37	Valor de geração de potência ativa na barra, em MW
Geração Reativa	38-42	Valor de geração de potência reativa na barra, em MVar
Geração Reativa Mínima	43-47	Valor do limite mínimo de geração reativa da barra, em MVar
Geração Reativa Máxima	48-52	Valor do limite máximo de geração reativa da barra, em MVar
Barra Controlada	53-58	Número da barra cuja magnitude da tensão será controlada
Carga Ativa	59-63	Valor da carga ativa na barra, em MW
Carga Reativa	64-68	Valor da carga reativa na barra, em MVar
Capacitor Reator	69-73	Valor total da potência reativa injetada na barra, em MVar, por bancos de capacitores/reatores
Área	74-76	Número da área à qual pertence a barra
Tensão para definição de carga	77-80	Valor, em p.u., da tensão para qual foram medidos os valores das cargas ativas e reativas

Tabela 3.2: Informações contidas no Código de Execução DGER[1]

Campo	Colunas	Descrição
Número	1-5	Número da barra, como definido em DBAR
Operação	7	A para adição de dados, ou M para modificação de dados
Geração Ativa Mínima	9-14	Valor do limite mínimo de geração de potência ativa na barra, em MW
Geração Ativa Máxima	16-21	Valor do limite máximo de geração de potência ativa na barra, em MW
Fator de Participação	23-27	Valor do fator de participação da barra de geração, em %.
Fator de participação de controle remoto	29-33	Fator de participação do gerador na quantidade de potência reativa necessária para o controle de tensão de barra remota em %
Fator de potência nominal	35-39	Fator de potência nominal da máquina
Fator de Serviço	41-44	Fator de Serviço da corrente de armadura, em %
Fator de Serviço	46-49	Fator de Serviço da corrente do rotor, em %
Ângulo de carga	51-54	Ângulo de carga máximo, em graus
Reatância da máquina	56-60	Reatância da Máquina, em %
Potência Aparente Nominal	62-66	Potência aparente nominal de máquina, MVA

Tabela 3.3: Informações contidas no Código de Execução DLIN[1]

Campo	Colunas	Descrição
Da Barra	1-5	Número da barra de uma das extremidades do circuito como definido no DBAR
Operação	8	A, para adição de dados, E para eliminação, e M para modificação
Para Barra	11-15	Número da barra da outra extremidade do circuito como definido no DBAR
Circuito	16-17	Número de identificação do circuito CA paralelo
Estado	18	L, caso esteja em operação, e D para fora de operação
Proprietário	19	F se o circuito pertencer a barra do campo Da Barra, e T se for a barra Para Barra
Resistência	21-26	Valor da reatância do circuito, em %
Reatância	27-32	Valor da reatância do circuito, em %
Susceptância	33-38	Valor total da susceptância shunt do circuito, em MVar
Tap	39-43	Valor do tap referido à barra definida no campo Da Barra
Tap mínimo	44-48	Valor mínimo que o tap pode assumir, em p.u.
Tap máximo	49-53	Valor máximo que o tap pode assumir, em p.u.
Defasagem	54-58	Valor do ângulo de defasamento, em graus, para transformadores defasadores
Barra controlada	59-64	No caso de circuitos tipo transformador com variação automática de tap, este campo é o número da barra cuja magnitude da tensão deve ser controlada
Capacidade Normal	65-68	Capacidade de carregamento do circuito em condições normais para fins de monitoração de fluxo, em MVA
Capacidade Emergência	69-72	Capacidade de carregamento do circuito em condições de emergência para fins de monitoração de fluxo, em MVA
Número de Steps	73-74	Número de posições intermediárias entre o tap mínimo e o tap máximo para transformadores de tap variável

3.3.1.2 Estrutura mpc do MATPOWER

Um arquivo de caso do MATPOWER é um arquivo .m ou .mat que define uma estrutura mpc. Os campos desta estrutura são baseMVA, bus, gen e branch. Cada um destes campos é uma matriz, com exceção do baseMVA que é um escalar. Cada linha da matriz é referente a uma barra, gerador ou ramo e em cada coluna encontra-se um dado diferente.

Na matriz *bus*, estão os dados referentes às barras do sistema. Na matriz *gen*, os dados dos geradores, e na *branch*, os dados de ligações do sistema[2]. Os dados de cada matriz são separados por tabulação. Exemplo de uma estrutura mpc para um arquivo de um sistema exemplo de 4 barras é ilustrado na figura 3.2.

```
mpc.version = '2';

%%----- Power Flow Data -----%%
%% system MVA base
mpc.baseMVA = 100;

%% bus data
% bus_i type Pd Qd Gs Bs area Vm Va baseKV zone Vmax Vmin
mpc.bus = [
1 3 0 0 0 0 1 1 0 345 1 1.1 0.9;
2 2 0 0 0 0 1 1 0 345 1 1.1 0.9;
3 2 0 0 0 0 1 1 0 345 1 1.1 0.9;
4 1 0 0 0 0 1 1 0 345 1 1.1 0.9;
5 1 90 30 0 0 1 1 0 345 1 1.1 0.9;
6 1 0 0 0 0 1 1 0 345 1 1.1 0.9;
7 1 100 35 0 0 1 1 0 345 1 1.1 0.9;
8 1 0 0 0 0 1 1 0 345 1 1.1 0.9;
9 1 125 50 0 0 1 1 0 345 1 1.1 0.9;
];

%% generator data
% bus Pg Qg Qmax Qmin Vg mBase status Pmax Pmin Pci Pc2 Qc1min Qc1max
mpc.gen = [
1 0 0 300 -300 1 100 1 250 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
2 163 0 300 -300 1 100 1 300 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
3 85 0 300 -300 1 100 1 270 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
];

%% branch data
% fbus tbus r x b rateA rateB rateC ratio angle status angmin angmax
mpc.branch = [
1 4 0 0.0576 0 250 250 250 0 0 1 -360 360;
4 5 0.017 0.092 0.158 250 250 250 0 0 1 -360 360;
5 6 0.039 0.17 0.358 150 150 150 0 0 1 -360 360;
3 6 0 0.0586 0 300 300 300 0 0 1 -360 360;
6 7 0.0119 0.1008 0.209 150 150 150 0 0 1 -360 360;
7 8 0.0085 0.072 0.149 250 250 250 0 0 1 -360 360;
8 2 0 0.0625 0 250 250 250 0 0 1 -360 360;
8 9 0.032 0.161 0.306 250 250 250 0 0 1 -360 360;
9 4 0.01 0.085 0.176 250 250 250 0 0 1 -360 360;
];
```

Figura 3.2: Formato de entrada de dados de barra do MATPOWER

Segue abaixo, uma explicação sobre o que são os dados de cada coluna no arquivo de entrada do MATPOWER:

Tabela 3.4: Informações contidas na matriz bus_data[2]

Tabulação	Descrição
1	Número da barra
2	Tipo da barra. 1 para PQ, 2 PV, 3 referência
3	Potência ativa consumida, em MW
4	Potência reativa consumida, em MVar
5	Gs, condutância shunt na forma de potência absorvida em MW
6	Bs, susceptância shunt na forma de potência reativa injetada em MVar
7	Número da área da barra, em número inteiro
8	Vm, magnitude de tensão, em p.u.
9	Va, ângulo de tensão, em graus
10	Tensão base da barra, em kV.
11	Zona de perda, em número inteiro
12	Tensão máximo em p.u.
13	Tensão mínima, em p.u.

Tabela 3.5: Informações contidas na matriz gen_data[2]

Tabulação	Descrição
1	Número da barra
2	Potência ativa gerada, em MW
3	Potência reativa gerada, em MVar
4	Geração de potência reativa máxima, em MVar
5	Geração de potência reativa mínima, em MVar
6	Vg, definição da magnitude de tensão
7	Potência base deste gerador, em MVA
8	Status. Valor positivo para "em funcionamento" e negativo para "fora de serviço"
9	Geração de potência ativa máxima
10	Geração de potência ativa mínima
11-21	Os demais dados não foram utilizados neste trabalho, sendo atribuídos valores máximos ou mínimos quando pertinente em cada caso

Tabela 3.6: Informações contidas na matriz `branch_data`[2]

Tabulação	Descrição
1	De barra
2	Para barra
3	Resistência r , em p.u.
4	Reatância x , em p.u.
5	Susceptância total da linha b , em p.u.
6	rateA long term rating
7	rateB short term rating
8	rateC emergency rating
9	Razão nominal do transformador. Igual a 0 para linhas de transmissão
10	Ângulo de atraso do transformador
11	Status da linha. 1 para em serviço, 0 para fora de serviço
12	Diferença angular mínima entre as barras
13	Diferença angular máxima entre as barras

Para mais informações sobre a formação de uma estrutura mpc do MATPOWER, ver apêndice A.

Capítulo 4 Conversão de arquivos de entrada

Neste capítulo, descreve-se características do processo de conversão de um arquivo de entrada do ANAREDE, para um arquivo de entrada do MATPOWER.

4.1 Adaptações feitas

Como já discutido anteriormente, os programas possuem diferenças, devido, inclusive, ao propósito de cada um. O ANAREDE, por ser uma solução profissional e voltada para atender características do SIN, possui alguns atributos que não são considerados ou compatíveis com o MATPOWER. Essas limitações devem ser detectadas previamente, pois somente assim será possível efetuar as adaptações.

Entre as limitações encontradas, estão:

1. Barras com compensador estático de reativo (SVC);
2. Barras de geração controlando outra barra (barra remota);
3. Cargas representadas por impedância, corrente e potência constantes;
4. Tap de transformador com limites mínimos e máximos;
5. Tap de transformador utilizado para controlar barra remota;
6. Interligação com TCSC (DCSC);
7. Sistema com elo CC;
8. Controle de fluxo de área.

Ocorrendo as situações destacadas em um arquivo de dados no formato ANAREDE que se deseja converter, deve-se montar um novo arquivo .PWF com as possíveis adaptações para o MATPOWER a fim de que os dois programas resolvam o mesmo problema de fluxo de carga, e seus resultados possam ser comparados.

Com relação às modelagens de componentes de 1 a 8, são apresentadas sugestões.

No caso 1, o SVC é substituído por um compensador síncrono; em 2, efetuar adaptações no .PWF para que haja controle da própria barra terminal do gerador. No caso 3, o código de execução DCAR, responsável por informações de cargas modeladas por corrente, impedância e potência constantes, deve ser retirado do arquivo .PWF. Em 4, deve-se utilizar apenas taps fixos. Para isso, ajustes manuais no código de execução DLIN são feitos. Para o caso 5, somente a barra "De" é definida como barra controlada, já que este é o tipo usado no MATPOWER. No caso 6, o TCSC é substituído, manualmente, por uma linha de transmissão com reatância capacitiva igual as iniciais dos compensadores. Em 7, o elo CC é substituído por uma injeção de potência de mesma magnitude que a fornecida pelo elo na subestação de Ibiúna. Para isso, foi necessário primeiro a simulação do sistema no ANAREDE para que se pudesse saber a injeção de potência do elo em regime permanente. E por fim, para o caso 8, os intercâmbios entre as áreas do sistema elétrico em análise é zerado no arquivo .PWF, já que não é possível implementá-lo no MATPOWER.

Após estas adaptações, o arquivo de dados no formato ANAREDE está pronto para ser convertido para o formato MATPOWER.

4.2 Formação da estrutura mpc convertida

4.2.1 Formação do baseMVA

A constante baseMVA é um valor escalar constituinte da estrutura mpc que define a potência base da rede.

Tabela 4.1: Tabela de formação do baseVMA

Tabulação	Descrição	Equivalente no ANAREDE
1	Potência base da rede	DCTE, campo BASE

4.2.2 Formação do bus_data

Bus_data é uma matriz da estrutura mpc com informações sobre as barras do sistema.

Tabela 4.2: Tabela de formação do bus_data

Tabulação	Descrição	Equivalente no ANAREDE
1	Número da barra	DBAR, colunas 1-5
2	Tipo da barra. 1 para PQ, 2 PV, 3 referência.	DBAR, coluna 8
3	Potência ativa consumida, em MW.	DBAR, colunas 59-63
4	Potência reativa consumida, em MVar	DBAR, colunas 64-68
5	Gs, condutância shunt na forma de potência absorvida em MW	DBAR, colunas 69-73
6	Bs, susceptância shunt na forma de potência reativa injetada em MVar	Considerado tudo 0
7	Número da área da barra, em número inteiro.	DBAR, colunas 74-76
8	Vm, magnitude de tensão, em p.u.	DBAR, colunas 25-28
9	Va, ângulo de tensão, em graus	DBAR, colunas 29-32
10	Tensão base da barra, em kV.	DGBT, colunas 3
11	Zona de perda, em número inteiro.	Considerado o valor 1
12	Tensão máxima em p.u.	DGLT
13	Tensão mínima, em p.u.	DGLT

4.2.3 Formação do branch_data

Branch_data é uma matriz da estrutura mpc com informações sobre as ligações do sistema.

Tabela 4.3: Tabela de formação do branch_data

Tabulação	Descrição	Equivalente no ANAREDE
1	De barra	DLIN, colunas 1-5
2	Para barra	DLIN, colunas 11-15
3	Resistência r , em p.u.	DLIN, colunas 21-26, transformadas de % para p.u.
4	Reatância x , em p.u.	DLIN, colunas 27-32, transformadas de % para p.u.
5	Susceptância total da linha b , em p.u.	DLIN, colunas 33-38
6	rateA long term rating	Considerado o valor 10.000
7	rateB short term rating	Considerado o valor 10.000
8	rateC emergency rating	Considerado o valor 10.000
9	Razão nominal do transformador. Igual a 0 para linhas de transmissão. Para outros casos é tap de transformador	DLIN, colunas 39-43
10	Ângulo de atraso do transformador.	DLIN, colunas 54-58
11	Status da linha. 1 para em serviço, 0 para fora de serviço.	Considerado o valor 1
12	Diferença angular mínima entre as barras.	Considerado o valor -360
13	Diferença angular máxima entre as barras.	Considerado o valor 360

4.2.4 Formação do gen_data

Gen_data é uma matriz da estrutura mpc com informações sobre as máquinas do sistema.

Tabela 4.4: Tabela de formação do gen_data

Tabulação	Descrição	Equivalente no ANAREDE
1	Número da barra.	DGER, colunas 1, ou, caso não exista o Código de Execução DGER, DBAR coluna 4 igual 1
2	Potência ativa gerada, em MW.	DBAR, colunas 33-37
3	Potência reativa gerada, em MVar.	DBAR, colunas 38-42
4	Geração de potência reativa máxima, em MVar.	DBAR, colunas 48-52
5	Geração de potência reativa mínima, em MVar.	DBAR, colunas 43-47
6	Vg, definição da magnitude de tensão.	DBAR, colunas 25-28
7	Potência base deste gerador, em MVA.	Considerada igual à potência base do sistema
8	Status. Valor positivo para "em funcionamento" e negativo para "fora de serviço".	DBAR, coluna 6
9	Geração de potência ativa máxima.	DGER, colunas 16-21, ou, caso não exista o Código de Execução DGER, igual a 9999
10	Geração de potência ativa mínima.	DGER, colunas 9-14, ou, caso não exista o Código de Execução DGER igual a 0
11-21	Os demais dados não foram utilizados neste trabalho, sendo atribuídos valores máximos ou mínimos quando pertinente em cada caso.	Foram atribuídos o valor de 0 para todos estes campos

Capítulo 5 A ferramenta criada

Neste capítulo, uma descrição mais detalhada da ferramenta criada será apresentada. Primeiramente, será feita uma introdução sucinta sobre o uso do Microsoft Excel, e sua linguagem de programação VBA. Após, a ferramenta será explicada em cada uma de suas etapas visando a utilização no trabalho.

5.1 O Excel

Na elaboração da ferramenta, decidiu-se utilizar o Microsoft Excel. O Excel, apesar de ser um software comercial, é uma plataforma de acesso quase que universal que trabalha muito bem com linhas, colunas e valores, tanto numéricos quanto de textos. Além de tudo, conta ainda com uma linguagem de programação (VBA).

O Excel é o editor de planilhas líder absoluto do mercado com um grande poder de customização. Este foi outro importante fator em favor da utilização do Excel como plataforma neste trabalho. Com ele, é possível criar uma interface capaz de tornar a ferramenta amigável para os usuários. Ademais, o código pode ser protegido caso se deseje protegê-lo para evitar mudanças não desejadas por engano de usuários fortuitos.

5.1.1 Manipulação de matrizes e tabelas

Trabalhar com valores em formatos de matrizes e tabelas é a maior qualidade do Excel. Como exemplo, é possível abrir arquivos de textos, e com seus comandos e funções, manipular os dados conforme desejado. Cada célula na planilha é identificada por sua linha e coluna. O fato de se poder efetuar operações matemáticas com os números auxilia no objetivo deste trabalho. Tudo isto pode ser manipulado de forma visual, onde

é possível perceber o que está acontecendo. Outra característica que será explorada é a capacidade de organizar vários dados em uma mesma planilha, separados em diferentes abas. Assim, podemos trabalhar com diferentes dados ao mesmo tempo, o que facilita a criação de um segundo arquivo, tendo como base um inicial.

Este trabalho faz uso de todas essas características mencionadas anteriormente em conjunto com a linguagem VBA para criar um programa estruturado e automatizado. O programa tem uma interface de usuário para conversão arquivos no formato ANAREDE para o MATPOWER.

5.1.2 VBA

O VBA é uma linguagem implementada pela Microsoft em várias de suas aplicações voltadas para criar rotinas estruturadas e automatizadas. Derivada da linguagem Visual Basic, com ela é possível ter acesso a todas as funções já conhecidas do Excel e até mesmo criar novas funções.

As ações em VBA são executadas de acordo com o código escrito. Os códigos são separados em *módulos*. Esses módulos são armazenados juntamente com a planilha e são compostos por *procedures*. *Procedures* são apenas um pedaço de código computacional que executa alguma ação. Os *procedures* podem ser *Sub* ou *Function*. Um *Sub* é uma série de comandos que podem ser executados de várias formas. Já o *Function*, é um *procedure* que retorna um valor.

O domínio do VBA consiste em entender o seu modelo de objetos. O VBA manipula objetos contidos na aplicação utilizada, neste caso, o Excel. O Excel possui mais de 100 classes de objetos manipuláveis, como *Workbooks* (planilhas), *worksheets* (abas) e *range*. Cada objeto engloba dentro de si próprio outros objetos, por exemplo: Excel é um objeto *Application* e *Workbook* é um objeto dentro de Excel. Classes de objetos são organizadas de acordo com uma hierarquia. A posição de um objeto na hierarquia pode ser descrita por pontos. Por exemplo: `Application.Workbooks("Book1.xlsx").Worksheets("Sheet1").Range("A1")`. Essa hierarquia dos objetos e como eles estão organizados é chamada de modelo de objetos do Excel[5].

Cada objeto possui propriedades. Uma propriedade é uma configuração do objeto. O objeto *range*, por exemplo, possui como propriedades o valor e endereço. Além de propriedades, cada objeto também possui métodos (*methods*). Métodos são ações características do objeto. Como exemplo, podemos citar o método *ClearContents* que apaga o conteúdo do objeto *range*.

O VBA também possui variáveis que podem ser inteiros, texto e construções padrões de linguagens de programações para estruturas *Do...While*, *If...Else* etc.

Uma analogia feita por John Walkenbach pode ser útil no entendimento da programação em VBA. Ele compara o Excel com uma cadeia de fast-food. Cada planilha é a unidade, como um restaurante individual é a unidade da rede de fast-food. Pode-se abrir e fechar planilhas, assim como restaurantes individuais. Um restaurante individual é um objeto da rede, porém ele também possui objetos como a cozinha, bar, mesas etc. Na planilha, os objetos são as abas, gráficos, tabelas e assim por diante. Cada um desses objetos contém ainda mais objetos, como o forno e ar-condicionado, no caso do restaurante. Esses objetos possuem propriedades, como temperatura do forno, ou velocidade de ventilação do ar-condicionado. No Excel, o objeto *range* possui propriedades como *value*. Por fim, é possível alterar as propriedades dos objetos através de seus métodos. Como apagar o conteúdo de uma célula no Excel utilizando o método *ClearContents* ou alterar a temperatura no forno com o método "Alterar-Termostato". No restaurante, o gerente dá ordens para manipular os objetos. Já no Excel, são escritos *procedures*[5].

5.2 A ferramenta de conversão criada

A ferramenta criada foi construída em um *Sub* principal que através dela são chamados todos os outros *procedures* que realizam tarefas específicas. Uma destas é o *procedure busdata*, o qual é responsável por criar a matriz *busdata* em formato MATPOWER a partir do PWF.

Uma interface de usuário com apenas um botão foi criada (5.1). Ao clicar este botão, o usuário tem a opção de escolher o arquivo PWF que deseja converter. Uma mensagem

de confirmação aparecerá: caso deseje continuar com a conversão, clicar *OK*. Caso contrário, em *Cancelar* (Ver 5.2).

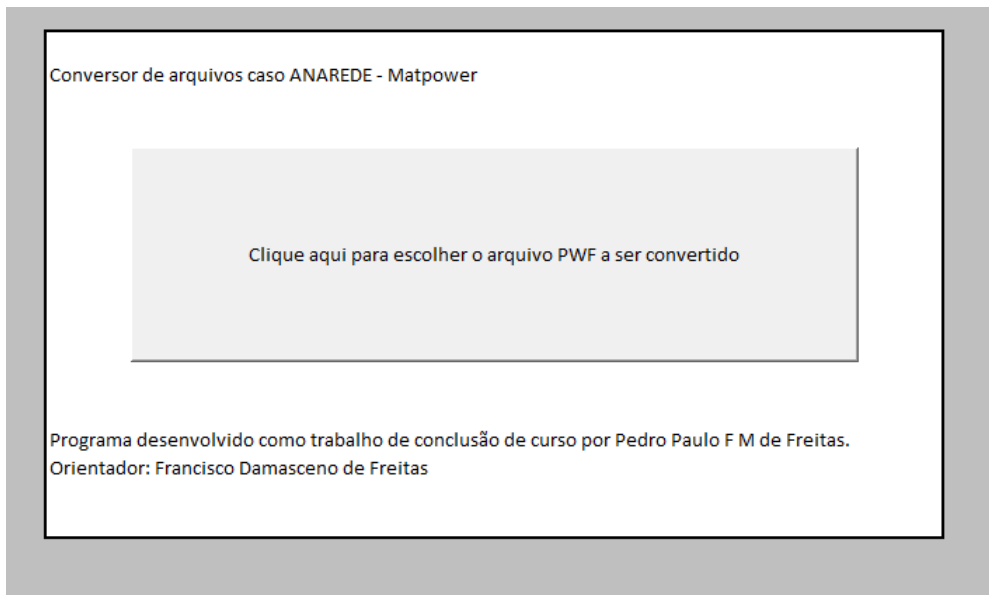


Figura 5.1: Interface com botão para selecionar o arquivo com terminação PWF

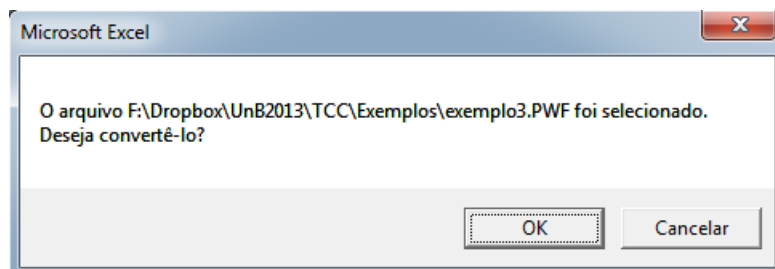


Figura 5.2: Tela de confirmação do arquivo a ser aberto e selecionado pelo usuário

A primeira tarefa que o programa faz após abrir o arquivo, é salvá-lo como um outro arquivo, mas em formato .xls. Assim, o arquivo original é preservado para o caso do usuário precisar reutilizá-lo novamente.

No próximo passo, o programa executa uma *sub* cuja função é separar os dados do arquivo PWF. Os dados no novo arquivo .xls são separados em células para que se possa manipular valores da maneira desejada. O programa faz uma varredura pelas linhas do arquivo em busca dos Códigos de Execução e, quando encontrados, executa a transformação utilizando a função do Excel *Texto para Colunas*.

Cada código de execução teve sua formatação mapeada, de forma que o programa entenda quais colunas se referem a quais dados separados de acordo com as informações contidas nas tabelas 3.1, 3.2 e 3.3. Os dados antes e após a conversão são ilustrados nas figuras 5.3 e 5.4.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	TITU							
2	Ex.2 - Anarede V09 - Sistema 15 Barras-Versao Grafica							
3	DOPC IMPR							
4	(Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E							
5	IMPR L RCVG L RMON L 80CO L							
6	99999							
7	DCTE							
8	(Mn) (Val) (Mn) (Val) (Mn) (Val) (Mn) (Val) (Mn) (Val) (Mn) (Val)							
9	BASE 100. DASE 100. TEPA .1 EXST .4 TETP .5 TBPA 5.							
10	TLPP 1. TEPR .1 QLST .4 TLPR 1. TLPQ 2. TSBZ .01							
11	TSBA 5. ASTP .05 VSTP .1 TLVC .5 TLTC .1 TSFR .1E-7							
12	ZMAX 500. TLPV .5 VDVN 150. VDVN 50. TUDC .01 TADC .01							
13	PGER 30. TPST .1 VFLD 70. ZMIN .01 HIST 470 LFIT 10							
14	ACIT 30 LFCV 1 DCIT 10 VSIT 10 LPIT 20 LFLP 5							
15	PDIT 1 LCRT 24 LPRT 60 CSTP 500.							
16	ICIT 30 DMAX 5 FDIV 2. ICMN .05 VART 5. TSTP 32							
17	ICMV .5 APAS 90. CPAR 70.							
18	99999							
19	DBAR							
20	(No) OETGb(nome)GI(V)(A)(Pg)(Qg)(Qn)(Qm)(Bc)(Pl)(Ql)(Sh)Are(Vf)							
21	1 2 1BARRA01--138 21060 0.183.67.352 -30. 20. 101060							

Figura 5.3: Arquivo antes da execução do sub Texto para Colunas

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	TITU												
2	Ex.2 - Anarede V09 - Sistema 15 Barras-Versao Grafica												
3	DOPC IMPR												
4	(Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E												
5	IMPR L RCVG L RMON L 80CO L												
6	99999												
7	DCTE												
8	(Mn) (Val) (Mn) (Val) (Mn) (Val) (Mn) (Val) (Mn) (Val) (Mn) (Val)												
9	BASE 100 DASE 100 TEPA .1 EXST .4 TETP .5 TBPA 5												
10	TLPP 1 TEPR .1 QLST .4 TLPR 1 TLPQ 2 TSBZ .01												
11	TSBA 5 ASTP .05 VSTP .1 TLVC .5 TLTC .1 TSFR 1.00E-08												
12	ZMAX 500 TLPV .5 VDVN 150 VDVN 50 TUDC .01 TADC .01												
13	PGER 30 TPST .1 VFLD 70 ZMIN .01 HIST 470 LFIT 10												
14	ACIT 30 LFCV 1 DCIT 10 VSIT 10 LPIT 20 LFLP 5												
15	PDIT 1 LCRT 24 LPRT 60 CSTP 500												
16	ICIT 30 DMAX 5 FDIV 2 ICMN .05 VART 5 TSTP 32												
17	ICMV .5 APAS 90 CPAR 70												
18	99999												
19	DBAR												
20	(No) O E T Gb (nome)GI (V) (A) (Pg) (Qg) (Qn) (Qm)												
21	1			2	1 BARRA01-	2	1060	0	183.6	7.352	-30		
22	2			1	1 BARRA02-	2	1045	-2.1	27.43	3.907	-40		
23	3			1	1 BARRA03-	2	1010	-9.4	0	27.88	0		
24	4				1 BARRA04-	1	1020	-6.5					
25	5				1 BARRA05-	2	1010	-4.8					

Figura 5.4: Continuação do arquivo antes do sub Texto para Colunas

Uma nova aba então é criada. Nesta nova aba, será construído o arquivo .m a ser lido pelo MATPOWER. Uma *sub* específica para cria a nova aba com o cabeçalho

padrão do formato, e a base já retirada do arquivo PWF. Outras subs responsáveis por montar cada uma das três outras matrizes essenciais do formato MATPOWER (busdata, branchdata e gendata) serão executadas em sequência.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
function mpc = exemplo											
mpc.version = '2';											
mpc.baseMVA = 100;											
% bus data											
%	bus_i	type	Pd	Qd	Gs	Bs	area	Vm	Va	baseKV	zor
mpc.bus=[
	1	3	0	0	0	0	10	1.06	0	138	
	2	2	21.7	12.7	0	0	10	1.045	-2.1	138	
	3	2	94.2	19	0	-5	10	1.01	-9.4	138	
	4	1	47.8	-3.9	0	0	10	1.02	-6.5	138	
	5	1	-100	-35	0	0	10	1.01	-4.8	138	
	6	2	130	-26	0	0	20	1.062	-16	66	
	7	1	0	0	0	0	30	1.032	-9.7	1	

Figura 5.5: Arquivo após a conversão, pronto para ser salvo em .m

Por fim, uma *sub* é acionada para salvar a aba que tem a construção do usado no MATPOWER, em .m. Assim, o problema de fluxo de carga poderá ser solucionado pelo MATPOWER.

Capítulo 6 Simulações

Neste capítulo são apresentados os resultados das conversões dos arquivos e sua simulação no MATPOWER. São avaliados dados de dois arquivos: o primeiro é um arquivo de sistema de 15 barras. Em seguida, é utilizado um arquivo que representa parte do sistema elétrico da região sul e sudeste brasileiro.

6.1 Simulações

Em cada um dos dois casos que serão mostradas a seguir, os arquivos originais .PWF do ANAREDE, após a execução das adaptações manuais sugeridas no capítulo 4 devido às limitações do MATPOWER, foram convertidos pela ferramenta descrita no capítulo 5, e em seguida simulados no MATPOWER. Os resultados das simulações no ANAREDE com o arquivo original adaptado são então comparados com aqueles do arquivo convertido simulado no MATPOWER.

6.1.1 Arquivo caso de 15 barras

Arquivo PWF original:

```
TITU
Ex.2 - Anarede V09 - Sistema 15 Barras-Versao Grafica
DOPC IMPR
(Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E
IMPR L RCVG L RMON L 80C0 L
99999
DCTE
(Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val)
BASE 100. DASE 100. TEPA .1 EXST .4 TETP .5 TBPA 5.
```

```

TLPP      1. TEPR      .1 QLST      .4 TLPR      1. TLPQ      2. TSBZ      .01
TSBA      5. ASTP      .05 VSTP      .1 TLVC      .5 TLTC      .1 TSFR      .1E-7
ZMAX      500. TLPV      .5 VDM      150. VDVN      50. TUDC      .01 TADC      .01
PGER      30. TPST      .1 VFLD      70. ZMIN      .01 HIST      470 LFIT      10
ACIT      30 LFCV      1 DCIT      10 VSIT      10 LPIT      20 LFLP      5
PDIT      1 LCRT      24 LPRT      60 CSTP      500.
ICIT      30 DMAX      5 FDIV      2. ICMN      .05 VART      5. TSTP      32
ICMV      .5 APAS      90. CPAR      70.
99999
DBAR
(No )OETGb( nome )Gl( V)( A)( Pg)( Qg)( Qn)( Qm)(Bc )( Pl)( Ql)( Sh)Are(Vf)
1 2 1BARRA01--138 21060 0.183.67.352 -30. 20. 101060
2 1 1BARRA02--138 21045-2.127.433.907 -40. 50. 21.7 12.7 101045
3 1 1BARRA03--138 21010-9.4 0.27.88 0. 40. 94.2 19. 101010
4 1BARRA04--138 11020-6.5 47.8 -3.9 101020
5 1BARRA05--138 21010-4.8 -100. -35. 101010
6 1 SBARRA06---66 21062-16.21.69 -6. -6. 24. 130. -26. 201062
7 SBARRA07-FICT 31032-9.7 301032
8 1 TBARRA08---33 2 935-9.7 0. -20. -20. 20. 9 30 935
9 SBARRA09---66 21025-11. 29.5 16.6 19. 301025
10 SBARRA10---66 21047-12. 9. 5.8 301046
11 SBARRA11---66 21056-14. 3.5 1.8 301056
12 1 SBARRA12---66 21040-15. 0.-12.2 -15. 25. 201040
13 SBARRA13---66 21057-15. 13.5 5.8 201057
14 1 SBARRA14---66 21068-11.47.69 10. 10. 30. 14.9 5. 301068
15 1BARRA015-138 21020-6.9 101020
99999
DLIN
(De )d 0 d(Pa )NcEP ( R\% )( X\% )(Mvar)(Tap)(Tmn)(Tmx)(Phs)(Bc )(Cn)(Ce)Ns
1 2 1 1.94 5.92 5.28 100 200
1 2 2 1.94 5.92 5.28 100 200
1 5 1 5.4 22.3 4.92 100 200
2 3 1 4.7 19.8 4.38 100 200
2 4 1 5.81 17.63 3.75 100 200
2 5 1 5.69 17.39 3.4 100 200
3 4 1 6.7 17.1 3.46 100 200
4 7 1 20.91 .978 100 200
4 9 1 55.62 .969 100 200
5 6 1 25.2 .9 .9 1.1 5 100 20032
6 11 1 9.5 19.89 50 150
6 12 1 12.29 25.58 50 150
6 13 1 6.61 13.03 50 150
7 8 1 17.62 1. 30 130
7 9 1 11. 1. 100 200
9 10 1 3.18 8.45 50 150
9 14 1 12.71 27.04 50 150
10 11 1 8.2 19.21 50 150
12 13 1 22.09 19.99 50 150
13 14 1 17.09 34.8 50 150
15 5 1 1.34 5. 1.28 100 200
99999
DCSC
(De ) 0 (Pa )NcEP (Xmin)(Xmax)( Xv )C ( Vsp) (Ext)Nst
4 15 1 -.79 -.79 -.79X -.79 4
99999
DSHL
(De ) 0 (Pa )Nc (Shde)(Shpa) ED EP
2 3 1 -5.
99999
DGER
(No ) 0 (Pmn ) (Pmx ) ( Fp) (FpR) (FPn) (Fa) (Fr) (Ag) ( Xq) (Sno)
1 40. 250. 20. 100.
2 20. 60. 20. 100.
3 0. 0. 0. 100.
6 5. 40. 20. 100.

```

```

      8      0.      0.      0. 100.
     12      0.      0.      0. 100.
     14      5.     50.     20. 100.
99999
DCAR
(tp) (no ) C (tp) (no ) C (tp) (no ) C (tp) (no ) 0 (A) (B) (C) (D) (Vfl)
barr      10                      A 35      0      4 46      70.
99999
DGLT
(G (Vmn) (Vmx)
 2      .95      1.04
 1      .9      1.05
 3      .95      .96
99999
DARE
(Ar      (Xchg)      (      Identificacao da area      ) (Xmin) (Xmax)
10      140.      * AREA 1 / NIVEL DE TENSAO 138 KV *      139.      141.
20     -130.      * AREA 2 / NIVEL DE TENSAO 66 KV *     -131.     -129.
30     -10.      * AREA 3 / NIVEL DE TENSAO 33 KV *     -10.      -9.
99999
DGBT
(G ( kV)
 1      138.
 S      66.
 0      1.
 T      33.

```

Arquivo original adaptado:

```

TITU
Ex.2 - Anarede V09 - Sistema 15 Barras-Versao Grafica
DOPC IMPR
(0p) E (0p) E (0p) E (0p) E (0p) E (0p) E (0p) E (0p) E (0p) E (0p) E
IMPR L RCVG L RMON L 80CO L
99999
DCTE
(Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val) (Mn) ( Val)
BASE 100. DASE 100. TEPA      .1 EXST      .4 TETP      .5 TBPA      5.
TLPP  1. TEPR      .1 QLST      .4 TLPR      1. TLPQ      2. TSBZ      .01
TSBA  5. ASTP      .05 VSTP      .1 TLVC      .5 TLTC      .1 TSFR      .1E-7
ZMAX 500. TLPV      .5 VDVM      150. VDVN      50. TUDC      .01 TADC      .01
PGER 30. TPST      .1 VFLD      70. ZMIN      .01 HIST      470 LFIT      10
ACIT  30 LFCV      1 DCIT      10 VSIT      10 LPIT      20 LFLP      5
PDIT  1 LCRT      24 LPRT      60 CSTP      500.
ICIT  30 DMAX      5 FDIW      2. ICMN      .05 VART      5. TSTP      32
ICMV  .5 APAS      90. CPAR      70.
99999
DBAR
(No )OETGb(      nome      )G1( V)( A)( Pg)( Qg)( Qn)( Qm)(Bc      )( Pl)( Q1)( Sh)Are(Vf)
 1  2 1BARRA01--138 21060 0.183.67.352 -30. 20.                      101060
 2  1 1BARRA02--138 21045-2.127.433.907 -40. 50.                      21.7 12.7 101045
 3  1 1BARRA03--138 21010-9.4 0.27.88 0. 40.                      94.2 19. 101010
 4      1BARRA04--138 11020-6.5                      47.8 -3.9 101020
 5      1BARRA05--138 21010-4.8                      -100. -35. 101010

```



```

6 1 SBARRA06---66 21062-16.21.69 -6. -6. 24. 130. -26. 201062
7 BARRA07-FICT 31032-9.7 301032
8 1 TBARRA08---33 2 935-9.7 0. -20. -20. 20. 30 935
9 SBARRA09---66 21025-11. 29.5 16.6 19. 301025
10 SBARRA10---66 21047-12. 9. 5.8 301046
11 SBARRA11---66 21056-14. 3.5 1.8 301056
12 1 SBARRA12---66 21040-15. 0.-12.2 -15. 25. 201040
13 SBARRA13---66 21057-15. 13.5 5.8 201057
14 1 SBARRA14---66 21068-11.47.69 10. 10. 30. 14.9 5. 301068
15 1BARRA015-138 21020-6.9 101020

```

99999

DLIN

```

(De )d 0 d(Pa )NcEP ( R% )( X% )(Mvar)(Tap)(Tmn)(Tmx)(Phs)(Bc ) (Cn)(Ce)Ns
1 2 1 1.94 5.92 5.28 100 200
1 2 2 1.94 5.92 5.28 100 200
1 5 1 5.4 22.3 4.92 100 200
2 3 1 4.7 19.8 4.38 100 200
2 4 1 5.81 17.63 3.75 100 200
2 5 1 5.69 17.39 3.4 100 200
3 4 1 6.7 17.1 3.46 100 200
4 7 1 20.91 .978 100 200
4 9 1 55.62 .969 100 200
5 6 1 25.2 .9 100 200
6 11 1 9.5 19.89 50 150
6 12 1 12.29 25.58 50 150
6 13 1 6.61 13.03 50 150
7 8 1 17.62 1. 30 130
7 9 1 11. 1. 100 200
9 10 1 3.18 8.45 50 150
9 14 1 12.71 27.04 50 150
10 11 1 8.2 19.21 50 150
12 13 1 22.09 19.99 50 150
13 14 1 17.09 34.8 50 150
15 5 1 1.34 5. 1.28 100 200
4 15 1 -.79

```

99999

DSHL

```

(De ) 0 (Pa )Nc (Shde)(Shpa) ED EP
2 3 1 -5.

```

99999

DGER

```

(No ) 0 (Pmn ) (Pmx ) ( Fp) (FpR) (FPn) (Fa) (Fr) (Ag) ( Xq) (Sno)
1 40. 250. 20. 100.
2 20. 60. 20. 100.
3 0. 0. 0. 100.
6 5. 40. 20. 100.
8 0. 0. 0. 100.
12 0. 0. 0. 100.
14 5. 50. 20. 100.

```

99999

DARE

```

(Ar (Xchg) ( Identificacao da area ) (Xmin) (Xmax)
10 * AREA 1 / NIVEL DE TENSAO 138 KV * -1131. 1131.
20 * AREA 2 / NIVEL DE TENSAO 66 KV * -1131. 1131.
30 * AREA 3 / NIVEL DE TENSAO 33 KV * -1131. 1131.

```

99999

DGLT

```

(G (Vmn) (Vmx)
2 .95 1.04
1 .9 1.05
3 .95 .96

```

99999

DGBT

```

(G ( kV)
1 138.

```

```

S    66.
O    1.
T    33.
99999

```

Arquivo .m após o uso da ferramenta criada:

```

function mpc = 15barras
mpc.version = '2';
mpc.baseMVA = 100;

% bus data
% bus_i type Pd Qd Gs Bs area Vm Va baseKV zone Vmax Vmin
mpc.bus=[ \
1 3 0 0 0 0 10 1.06 0 138 1 1.04 0.95
2 2 21.7 12.7 0 0 10 1.045 -2.1 138 1 1.04 0.95
3 2 94.2 19 0 -5 10 1.01 -9.4 138 1 1.04 0.95
4 1 47.8 -3.9 0 0 10 1.02 -6.5 138 1 1.05 0.9
5 1 -100 -35 0 0 10 1.01 -4.8 138 1 1.04 0.95
6 2 130 -26 0 0 20 1.062 -16 66 1 1.04 0.95
7 1 0 0 0 0 30 1.032 -9.7 1 1 0.96 0.95
8 2 0 0 0 0 30 0.935 -9.7 33 1 1.04 0.95
9 1 29.5 16.6 0 19 30 1.025 -11 66 1 1.04 0.95
10 1 9 5.8 0 0 30 1.047 -12 66 1 1.04 0.95
11 1 3.5 1.8 0 0 30 1.056 -14 66 1 1.04 0.95
12 2 0 0 0 0 20 1.04 -15 66 1 1.04 0.95
13 1 13.5 5.8 0 0 20 1.057 -15 66 1 1.04 0.95
14 2 14.9 5 0 0 30 1.068 -11 66 1 1.04 0.95
15 1 0 0 0 0 10 1.02 -6.9 138 1 1.04 0.95
];

%% branch data
% fbus tbus r x b rateA rateB rateC ratio angle status angmin angmax
mpc.branch=[ \
1 2 0.0194 0.0592 0.0528 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
1 2 0.0194 0.0592 0.0528 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
1 5 0.054 0.223 0.0492 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
2 3 0.047 0.198 0.0438 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
2 4 0.0581 0.1763 0.0375 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
2 5 0.0569 0.1739 0.034 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
3 4 0.067 0.171 0.0346 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
4 7 0 0.2091 0 10250 10250 10250 0.978 0 1 -360 360;
4 9 0 0.5562 0 10250 10250 10250 0.969 0 1 -360 360;
5 6 0 0.252 0 10250 10250 10250 0.9 0 1 -360 360;
6 11 0.095 0.1989 0 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
6 12 0.1229 0.2558 0 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
6 13 0.0661 0.1303 0 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
7 8 0 0.1762 0 10250 10250 10250 1 0 1 -360 360;
7 9 0 0.11 0 10250 10250 10250 1 0 1 -360 360;
9 10 0.0318 0.0845 0 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
9 14 0.1271 0.2704 0 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
10 11 0.082 0.1921 0 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
12 13 0.2209 0.1999 0 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
13 14 0.1709 0.348 0 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;

```

```

15 5 0.0134 0.05 0.0128 10250 10250 10250 0 0 1 -360 360;
];

%% generator data
% bus Pg Qg Qmax Qmin Vg mBase status Pmax Pmin Pc1 Pc2 Qc1min Qc1max Qc2min Qc2max ramp_agc
ramp_10 ramp_30 ramp_q apf
mpc.gen=[
1 183.6 7.352 20 -30 1.06 100 1 250 40 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
2 27.43 3.907 50 -40 1.045 100 1 60 20 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
3 0 27.88 40 0 1.01 100 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
6 21.69 -6 24 -6 1.062 100 1 40 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
8 0 -20 20 -20 0.935 100 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
12 0 -12.2 25 -15 1.04 100 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
14 47.69 10 30 10 1.068 100 1 50 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
];

```

Resultados das simulações no Anarede:

```

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V09.02.03

Ex.2 - Anarede V09 - Sistema 15 Barras-Versao Grafica
RELATORIO DE BARRAS CA * AREA 10 * * AREA 1 / NIVEL DE TENSAO 138 KV *

X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X
  BARRA      TENSAO GERACAO INJ EQV FATOR  CARGA  ELO CC  SHUNT  MOTOR
  NUM. KV TIPO  MOD/    MW/    MW/    GER %  MW/    MW/    Mvar/    MW/
  NOME      ANG    Mvar/    Mvar    EQV %  Mvar    Mvar    EQUIV    Mvar
              CE Mvar              SHUNT L
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X

   1  138 2  1.060   176.6    0.0  20.0    0.0    0.0    0.0    0.0
BARRA01--138    0.0   11.3    0.0  0.0    0.0    0.0    0.0    0.0
   2  138 1  1.045   27.4    0.0  20.0   21.7    0.0    0.0    0.0
BARRA02--138   -2.0   10.2    0.0  0.0   12.7    0.0    0.0    0.0
   3  138 1  1.010    0.0    0.0  0.0   94.2    0.0    0.0    0.0
BARRA03--138   -9.2   32.1    0.0  0.0   19.0    0.0    0.0    0.0
              0.0                      -5.1
   4  138 0  1.013    0.0    0.0  0.0   47.8    0.0    0.0    0.0
BARRA04--138   -6.2    0.0    0.0  0.0   -3.9    0.0    0.0    0.0
   5  138 0  1.024    0.0    0.0  0.0 -100.0    0.0    0.0    0.0
BARRA05--138   -4.5    0.0    0.0  0.0 -35.0    0.0    0.0    0.0
  15  138 0  1.013    0.0    0.0  0.0    0.0    0.0    0.0    0.0
BARRA015-138   -6.5    0.0    0.0  0.0    0.0    0.0    0.0    0.0
   6   66 1  1.062   21.7    0.0  20.0  130.0    0.0    0.0    0.0
BARRA06---66  -15.5   -9.2    0.0  0.0  -26.0    0.0    0.0    0.0
  12   66 1  1.040    0.0    0.0  0.0    0.0    0.0    0.0    0.0
BARRA12---66  -14.5  -12.0    0.0  0.0    0.0    0.0    0.0    0.0
  13   66 0  1.049    0.0    0.0  0.0   13.5    0.0    0.0    0.0
BARRA13---66  -14.6    0.0    0.0  0.0    5.8    0.0    0.0    0.0
   7    1 0  1.002    0.0    0.0  0.0    0.0    0.0    0.0    0.0
BARRA07-FICT   -9.2    0.0    0.0  0.0    0.0    0.0    0.0    0.0
   8   33 1  0.935    0.0    0.0  0.0    0.0    0.0    0.0    0.0
BARRA08---33   -9.2  -35.6    0.0  0.0    0.0    0.0    0.0    0.0
   9   66 0  1.027    0.0    0.0  0.0   29.5    0.0   20.0    0.0

```

BARRA09---66	-10.8	0.0	0.0	0.0	16.6	0.0	0.0	0.0
10 66 0	1.026	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0
BARRA10---66	-11.9	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0
11 66 0	1.041	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0
BARRA11---66	-13.8	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0
14 66 1	1.068	47.7	0.0	20.0	14.9	0.0	0.0	0.0
BARRA14---66	-10.1	12.2	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V09.02.03

Ex.2 - Anarede V09 - Sistema 15 Barras-Versao Grafica

RELATORIO DE CIRC. CA DO SIST. * AREA 10 * * AREA 1 / NIVEL DE TENSAO 138 KV *

X---- DADOS-BARRA ----X-----				CARGA -----X-----		GERACAO -----X-----			
DA BARRA	TENSAO	>	MW	Mvar	>	MW	Mvar		
NUM. KV TIPO	MOD	PARA BARRA	F L U X O S - C I R C U I T O S						
NOME	ANG	NUM.	NOME	NC	MW	Mvar	TAP	DEFAS TIE	
X-----X-----X-----X-----X-X-----X-----X-----X-----X									
1 138 2	1.060				>	176.6MW	11.3Mvar		
BARRA01--138	0.0								
64.5% MVA/Vd	100	2 BARRA02--138	1	68.3	2.7				
64.5% MVA/Vd	100	2 BARRA02--138	2	68.3	2.7				
38.1% MVA/Vd	100	5 BARRA05--138	1	40.0	5.9				
2 138 1	1.045	>	21.7MW	12.7Mvar	>	27.4MW	10.2Mvar		
BARRA02--138	-2.0								
64.8% MVA/Vd	100	1 BARRA01--138	1	-67.5	-6.1				
64.8% MVA/Vd	100	1 BARRA01--138	2	-67.5	-6.1				
65.4% MVA/Vd	100	3 BARRA03--138	1	68.2	4.1				
43.3% MVA/Vd	100	4 BARRA04--138	1	45.1	3.5				
26.3% MVA/Vd	100	5 BARRA05--138	1	27.4	2.1				
3 138 1	1.010	>	94.2MW	19.0Mvar	>		32.1Mvar		
BARRA03--138	-9.2					-5.1 SHU			
65.7% MVA/Vd	100	2 BARRA02--138	1	-66.2	4.9				
28.9% MVA/Vd	100	4 BARRA04--138	1	-28.0	8.2				
4 138 0	1.013	>	47.8MW	-3.9Mvar					
BARRA04--138	-6.2								
43.6% MVA/Vd	100	2 BARRA02--138	1	-44.0	-4.2				
30.0% MVA/Vd	100	3 BARRA03--138	1	28.6	-10.3				
31.0% MVA/Vd	100	7 BARRA07-FICT	1	26.1	17.5 0.978F		030		
15.8% MVA/Vd	100	9 BARRA09---66	1	15.5	4.1 0.969F		030		
0.7% MVA/Vd	9999	15 BARRA015-138	1	-74.0	-3.3				
5 138 0	1.024	>	-100.0MW	-35.0Mvar					
BARRA05--138	-4.5								
39.0% MVA/Vd	100	1 BARRA01--138	1	-39.2	-7.9				
26.7% MVA/Vd	100	2 BARRA02--138	1	-27.0	-4.5				
98.7% MVA/Vd	100	6 BARRA06---66	1	91.4	43.2 0.900F		020		
73.1% MVA/Vd	100	15 BARRA015-138	1	74.7	4.2				
15 138 0	1.013								
BARRA015-138	-6.5								
0.7% MVA/Vd	9999	4 BARRA04--138	1	74.0	2.9				
73.1% MVA/Vd	100	5 BARRA05--138	1	-74.0	-2.9				
6 66 1	1.062	>	130.0MW	-26.0Mvar	>	21.7MW	-9.2Mvar		
BARRA06---66	-15.5								
88.9% MVA/Vd	100	5 BARRA05--138	1	-91.4	-23.4		010		
34.0% MVA/Vd	50	11 BARRA11---66	1	-8.7	15.9		030		
19.5% MVA/Vd	50	12 BARRA12---66	1	-2.0	10.2				
29.0% MVA/Vd	50	13 BARRA13---66	1	-6.2	14.1				

12	66	1	1.040		>			-12.0Mvar
BARRA12---	66		-14.5					
19.5%	MVA/Vd		50	6 BARRA06---	66	1	2.1	-9.9
5.8%	MVA/Vd		50	13 BARRA13---	66	1	-2.1	-2.1
13	66	0	1.049	>	13.5MW	5.8Mvar		
BARRA13---	66		-14.6					
29.0%	MVA/Vd		50	6 BARRA06---	66	1	6.3	-13.9
5.8%	MVA/Vd		50	12 BARRA12---	66	1	2.2	2.1
43.4%	MVA/Vd		50	14 BARRA14---	66	1	-22.0	5.9
								030
7	1	0	1.002					
BARRA07-FICT			-9.2					
30.3%	MVA/Vd		100	4 BARRA04--	138	1	-26.1	-15.6
126.7%	MVA/Vd		30	8 BARRA08---	33	1	0.0	38.1 1.000F
34.4%	MVA/Vd		100	9 BARRA09---	66	1	26.1	-22.5 1.000F
8	33	1	0.935				>	-35.6Mvar
BARRA08---	33		-9.2					
126.7%	MVA/Vd		30	7 BARRA07-FICT		1	0.0	-35.6
9	66	0	1.027	>	29.5MW	16.6Mvar		
BARRA09---	66		-10.8					
15.4%	MVA/Vd		100	4 BARRA04--	138	1	-15.5	-2.8
34.4%	MVA/Vd		100	7 BARRA07-FICT		1	-26.1	23.8
44.5%	MVA/Vd		50	10 BARRA10---	66	1	21.9	-6.7
28.5%	MVA/Vd		50	14 BARRA14---	66	1	-9.8	-10.9
10	66	0	1.026	>	9.0MW	5.8Mvar		
BARRA10---	66		-11.9					
44.5%	MVA/Vd		50	9 BARRA09---	66	1	-21.7	7.1
35.3%	MVA/Vd		50	11 BARRA11---	66	1	12.7	-12.9
11	66	0	1.041	>	3.5MW	1.8Mvar		
BARRA11---	66		-13.8					
34.0%	MVA/Vd		50	6 BARRA06---	66	1	9.0	-15.3
35.3%	MVA/Vd		50	10 BARRA10---	66	1	-12.5	13.5
								020
14	66	1	1.068	>	14.9MW	5.0Mvar	>	47.7MW 12.2Mvar
BARRA14---	66		-10.1					
28.5%	MVA/Vd		50	9 BARRA09---	66	1	10.0	11.5
43.4%	MVA/Vd		50	13 BARRA13---	66	1	22.8	-4.3
								020

Resultados das simulações no Matpower:

Bus Data						
Bus #	Voltage		Generation		Load	
	Mag(pu)	Ang(deg)	P (MW)	Q (MVar)	P (MW)	Q (MVar)
1	1.060	0.000*	176.56	11.32	-	-
2	1.045	-2.034	27.43	10.25	21.70	12.70
3	1.010	-9.220	0.00	27.00	94.20	19.00

4	1.013	-6.164	-	-	47.80	-3.90		
5	1.024	-4.463	-	-	-100.00	-35.00		
6	1.062	-15.450	21.69	-9.20	130.00	-26.00		
7	1.002	-9.177	-	-	-	-		
8	0.935	-9.177	0.00	-35.55	-	-		
9	1.027	-10.775	-	-	29.50	16.60		
10	1.026	-11.895	-	-	9.00	5.80		
11	1.041	-13.773	-	-	3.50	1.80		
12	1.040	-14.534	0.00	-12.04	-	-		
13	1.049	-14.556	-	-	13.50	5.80		
14	1.068	-10.122	47.69	12.19	14.90	5.00		
15	1.013	-6.490	-	-	-	-		
Total:			273.37	3.96	264.10	1.80		

Branch Data								
Brnch #	From Bus	To Bus	From Bus P (MW)	Injection Q (MVar)	To Bus P (MW)	Injection Q (MVar)	Loss (I ² * Z) P (MW)	Q (MVar)
1	1	2	68.28	2.70	-67.47	-6.07	0.811	2.47
2	1	2	68.28	2.70	-67.47	-6.07	0.811	2.47
3	1	5	39.99	5.93	-39.19	-7.95	0.805	3.32
4	2	3	68.21	4.08	-66.19	-0.19	2.021	8.51
5	2	4	45.08	3.53	-43.98	-4.17	1.098	3.33
6	2	5	27.37	2.09	-26.98	-4.51	0.399	1.22
7	3	4	-28.01	8.19	28.59	-10.25	0.580	1.48
8	4	7	26.09	17.51	-26.09	-15.59	0.000	1.92
9	4	9	15.52	4.10	-15.52	-2.79	0.000	1.31
10	5	6	91.43	43.25	-91.43	-23.35	0.000	19.90
11	6	11	-8.68	15.85	8.96	-15.28	0.275	0.58
12	6	12	-2.02	10.16	2.14	-9.92	0.117	0.24
13	6	13	-6.17	14.13	6.31	-13.86	0.139	0.27
14	7	8	0.00	38.10	-0.00	-35.55	0.000	2.55
15	7	9	26.09	-22.51	-26.09	23.81	0.000	1.30
16	9	10	21.87	-6.66	-21.72	7.08	0.158	0.42
17	9	14	-9.76	-10.92	10.01	11.47	0.258	0.55
18	10	11	12.72	-12.88	-12.46	13.48	0.255	0.60
19	12	13	-2.14	-2.12	2.16	2.14	0.019	0.02
20	13	14	-21.97	5.92	22.78	-4.28	0.805	1.64
21	15	5	-74.02	-2.87	74.74	4.21	0.716	2.67
22	4	15	-74.02	-3.29	74.02	2.87	0.000	-0.42
Total:							9.266	56.36

Ao se comparar os resultados obtidos com o arquivo original no ANAREDE, com o arquivo convertido no MATPOWER, percebe-se que os resultados são idênticos, o que indica que as adaptações às limitações do MATPOWER sugeridas, juntamente com o processo conversão realizado, foram realizados com sucesso.

6.1.2 Arquivo caso de 730 barras

O próximo passo consiste em se avaliar a ferramenta para um arquivo do SIN. Um arquivo de 730 barras da região sul e sudeste foi escolhido.

Novamente, adaptações relativas às limitações do MATPOWER são feitas ao arquivo no formato ANAREDE previamente ao processo de conversão utilizando a ferramenta criada.

Resultados para a área 1 da simulação do sistema no ANAREDE:

CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELETRICA - PROGRAMA DE ANALISE DE REDES - V09.02.03															PAG. 1	
Ex.4 - Anarede V09 - Sistema Sudeste 730 Barras-Versao Grafica																
RELATORIO DE BARRAS CA DO SISTEMA * AREA 1 * * FURNAS *																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
BARRA		TENSÃO			GERACAO		INJECAO EQUIV		CARGA		ELO CC		SHUNT		MOTOR	
NUM.	NOME	TP	MOD	ANG	MW	Mvar\CE Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	Mvar	EQUIV	MW	Mvar
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
10	ANGRA---1MQ	1	1.030	-44.9	300.0	146.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.2	0.0	0.0	0.0
12	LCBARRET-5MQ	1	1.050	-28.5	500.0	-38.2	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	FUNIL----2MQ	1	1.030	-52.7	140.0	65.9	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	FURNAS---7MQ	1	1.050	-33.1	600.0	33.1	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	ITUMBIAR-5MQ	1	1.050	-16.0	1200.0	294.9	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	MARIMBON-8MQ	1	1.050	-19.0	500.0	-179.2	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	-220.5	0.0	0.0	0.0
22	M.MOR. A--6MQ	1	1.050	-26.3	250.0	0.9	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	M.MOR. B--4MQ	1	0.985	-27.3	150.0	40.1	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	P.COLOMB-4MQ	1	1.020	-19.1	240.0	-24.8	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	SCRUIZ19--1MQ	1	1.040	-74.2	0.0	56.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	SCRUI3.8-1MQ	1	1.030	-74.8	0.0	37.6	0.0	0.0	6.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	BGERAL 34.5	1	0.980	-55.7	0.0	39.5	0.0	0.0	80.2	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	B.SUL-CS 1MQ	1	1.028	-52.2	0.0	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	GRAJAU--2MQ	1	0.968	-67.7	0.0	289.3	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	VITORIA--SIN	1	0.950	-95.0	0.0	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	0.0	0.0	0.0
CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELETRICA - PROGRAMA DE ANALISE DE REDES - V09.02.03																
PAG. 1																
Ex.4 - Anarede V09 - Sistema Sudeste 730 Barras-Versao Grafica																
RELATORIO COMPLETO DO SISTEMA * AREA 1 * * FURNAS *																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X																
X-----X-----X-----X-----X-----																

				2400.0	2400.0		48.8%			210	ITUMBIARA500	1	1193.5	294.9	1170.9
20	1	1	1.050	500.0	0.0	4.3	0.0	-220.5	0.0						
MARIMBON-8MQ			-19.0	-179.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
				1520.0	1520.0		39.9%			100	MARIMBON-500	1	495.7	-399.7	606.4 1.000F
22	1	1	1.050	250.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0						
M.MOR.A--6MQ			-26.3	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
				378.0	378.0		62.5%			131	MASC-----345	1	248.2	0.9	236.4
24	1	1	0.985	150.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0						
M.MOR.B--4MQ			-27.3	40.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
				200.0	200.0		78.2%			187	MASC-----138	1	148.8	40.1	156.5
28	1	1	1.020	240.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0						
P.COLOMB-4MQ			-19.1	-24.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
				336.0	336.0		70.0%			190	PCOL-CPFL138	1	238.5	-24.8	235.1
30	1	1	1.040	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
SCRUZ19--1MQ			-74.2	56.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
				480.0	480.0		11.3%			184	SCRUZ----138	1	0.0	56.2	54.0
31	14	1	1.030	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0						
SCRUI3.8-1MQ			-74.8	37.6	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0						
				200.0	200.0		17.8%			184	SCRUZ----138	1	-6.0	36.1	35.6
40	1	1	0.980	0.0	0.0	80.2	0.0	0.0	0.0						
BGERAL 34.5			-55.7	39.5	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0						
				120.0	120.0		74.4%			227	B.GERAL-230	1	-80.2	34.9	89.2
41	1	1	1.028	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
B.SUL-CS 1MQ			-52.2	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
				50.0	50.0		49.2%			224	B.SUL-FIC-6.	1	0.0	25.3	24.6
44	1	1	0.968	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0						
GRAJAU---2MQ			-67.7	289.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
				2400.0	2400.0		12.5%			179	GRAJAU-FIC	1	-2.6	289.3	298.9 1.000F
45	1	1	0.950	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	0.0						
VITORIA--SIN			-95.0	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
				9999.0	9999.0		0.3%			149	VITORIA--345	1	0.0	33.1	34.9

Resultados equivalente no MATPOWER:

Bus Data							
Bus #	Voltage Mag(pu)	Angle(deg)	Generation P (MW)	Generation Q (MVar)	Load P (MW)	Load Q (MVar)	
10	1.030	-47.507	300.00	182.69	-	-	
12	1.050	-30.313	500.00	-22.70	5.80	0.00	
14	1.030	-57.324	140.00	73.78	1.10	0.00	
16	1.050	-35.043	600.00	60.79	7.60	0.00	
18	1.050	-17.678	1200.00	303.88	6.50	0.00	
20	1.050	-20.523	500.00	-156.81	4.30	0.00	
22	1.050	-28.117	250.00	4.90	1.80	0.00	
24	0.985	-29.003	150.00	42.58	1.20	0.00	
28	1.020	-20.777	240.00	-22.46	1.50	0.00	
30	1.040	-77.955	0.00	61.65	-	-	
31	1.030	-78.595	0.00	39.26	6.00	1.50	
40	0.980	-57.406	0.00	40.34	80.20	4.60	
41	1.028	-53.970	0.00	25.65	-	-	
44	0.968	-71.402	0.00	336.38	2.60	0.00	
45	0.950	-98.648	0.00	30.73	-	-	
Branch Data							
Brnch #	From Bus	To Bus	From Bus P (MW)	Injection Q (MVar)	To Bus P (MW)	Injection Q (MVar)	Loss (I ² * Z) P (MW) Q (MVar)

1	14	182	138.90	73.78	-138.90	-59.16	0.000	14.62
2	16	136	592.40	60.79	-592.40	-25.72	0.000	35.06
3	20	100	495.70	-377.31	-495.70	404.41	0.000	27.10
4	22	131	248.20	4.90	-248.20	18.07	0.000	22.97
5	28	190	238.50	-22.46	-238.50	41.21	0.000	18.75
6	30	184	0.00	61.65	-0.00	-59.61	0.000	2.04
7	41	224	-0.00	25.65	0.00	-24.41	0.000	1.23
8	44	179	-2.60	336.38	2.60	-328.17	0.000	8.21
9	50	81	-0.50	76.69	0.50	-75.34	0.000	1.35
10	60	62	2194.46	-415.79	-2158.76	422.76	35.700	935.85
11	60	63	2194.46	-415.79	-2158.76	422.76	35.700	935.85
12	61	60	4388.91	233.27	-4388.91	208.34	0.000	441.60
13	61	1106	-1467.54	-77.74	1468.58	88.36	1.036	21.97
14	61	1106	-1453.83	-77.79	1454.84	88.04	1.017	21.76
15	61	1106	-1467.54	-77.74	1468.58	88.36	1.036	21.97
16	65	68	1302.45	-265.73	-1302.45	386.77	0.000	121.04
17	66	68	-1302.25	381.56	1302.25	-386.77	0.000	-5.21
18	66	999	1302.25	-381.56	-1302.25	398.57	0.000	18.22
19	67	68	-0.20	0.00	0.20	0.00	0.000	0.00
20	69	72	1507.53	-419.38	-1493.96	10.45	13.572	348.50
21	70	72	1507.53	-419.38	-1493.96	10.45	13.572	348.50
22	73	76	1493.96	-304.15	-1478.35	-128.25	15.607	403.70
23	74	76	1493.96	-304.15	-1478.35	-128.25	15.607	403.70
24	76	80	1823.83	245.20	-1823.83	-3.08	0.000	242.12
25	76	81	566.16	-311.73	-566.16	356.00	0.000	44.26
26	77	80	-1823.83	-13.50	1823.83	3.08	0.000	-10.42
27	77	104	920.57	18.23	-907.77	-66.42	12.802	195.05
28	77	598	903.26	-4.73	-895.42	-46.65	7.840	104.06
29	78	76	-566.72	360.52	566.72	-320.39	0.000	40.13
30	78	81	-565.66	276.46	565.66	-280.66	0.000	-4.20
31	78	86	-569.91	-65.22	576.53	96.30	6.618	88.81

Observa-se diferenças entre os resultados obtidos nas simulações deste sistema elétrico para cada aplicação. Esta divergência não era esperada, pois alterações de forma que os dois programas fossem equivalentes foram realizadas.

Capítulo 7 Conclusão e sugestões para trabalhos futuros

Este trabalho introduziu a utilização do Microsoft Excel para a conversão de arquivos de texto formatados para a utilização no ANAREDE para que possam ser utilizados no MATPOWER. Os resultados aqui apresentados demonstram que o Excel tem capacidade de servir de base para a construção deste tipo de ferramenta. A aplicação de conversão apresentada possui uma interface amigável ao usuário e rapidez no processo de conversão, levando apenas décimos de segundo.

As limitações do MATPOWER foram superadas por uma lista de sugestão de adaptações a serem feitas para que os resultados entre simulações dos dois programas pudessem ser comparadas. Para um sistema elétrico de 15 barras, conseguiu-se encontrar resultados idênticos para as simulações. Resultado este que evidencia a eficiência das adaptações sugeridas e da ferramenta de conversão como um todo.

Já para o sistema mais complexo, apesar de se ter conseguido efetuar a conversão e simulação do sistema com êxito, houve diferenças entre os resultados. Esta divergência não era esperada, pois foram realizadas adaptações no arquivo .PWF original para que fosse superadas as limitações existentes no MATPOWER. A investigação do motivo desta divergência poderão ser alvo de futuros trabalhos.

Para um segundo momento, sugere-se também a automatização de adaptações que estão sendo feita de forma manual, como dos compensadores série. Se implementada, esta sugestão servirá para que estudantes e utilizadores possam converter arquivos diretamente sem um tratamento prévio no arquivo .PWF original.

Bibliografia

- [1] *ANAREDE - Manual do Usuário - V.09.* CEPEL, 2008.
- [2] R. D. Zimmerman and C. E. Murillo-Sánchez, *Matpower 4.1 User's Manual*, Dezembro 2011.
- [3] J. D. Glover, *Power System - Analysis and Design.* Cengage Learning, 2007.
- [4] F. D. Freitas, *Análise de Sistemas de Potência.* Notas de aula, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, 2012.
- [5] J. Walkenbach, *Excel 2010 Power Programming with VBA.* Wiley Publishing, Inc, 2010.
- [6] R. D. Zimmerman, C. E. Murillo-Sánchez, and R. J. Thomas, “Matpower: Steady-state operations, planning and analysis tools for power systems research and education,” *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 26, pp. 12–19, 2011.

Apêndice A Apêndice

A.1 MATPOWER - Caseformat

O caseformat do MATPOWER é o arquivo que define e explica como uma estrutura *mpc* de entrada de dados deve ser construída.

CASEFORMAT Defines the MATPOWER case file format.
A MATPOWER case file is an M-file or MAT-file that defines or returns a struct named *mpc*, referred to as a "MATPOWER case struct". The fields of this struct are *baseMVA*, *bus*, *gen*, *branch*, and (optional) *gencost*. With the exception of *baseMVA*, a scalar, each data variable is a matrix, where a row corresponds to a single bus, branch, gen, etc. The format of the data is similar to the PTI format described in <http://www.ee.washington.edu/research/pstca/formats/pti.txt> except where noted. An item marked with (+) indicates that it is included in this data but is not part of the PTI format. An item marked with (-) is one that is in the PTI format but is not included here. Those marked with (2) were added for version 2 of the case file format. The columns for each data matrix are given below.

MATPOWER Case Version Information:
There are two versions of the MATPOWER case file format. The current version of MATPOWER uses version 2 of the MATPOWER case format internally, and includes a 'version' field with a value of '2' to make the version explicit. Earlier versions of MATPOWER used the version 1 case format, which defined the data matrices as individual variables, as opposed to fields of a struct. Case files in version 1 format with OPF data also included an (unused) 'areas' variable. While the version 1 format has now been deprecated, it is still be handled automatically by LOADCASE and SAVECASE which are able to load and save case files in both version 1 and version 2 formats.

See also *IDX_BUS*, *IDX_BRCH*, *IDX_GEN*, *IDX_AREA* and *IDX_COST* regarding constants which can be used as named column indices for the data matrices. Also described in the first three are additional results columns that are added to the bus, branch and gen matrices by the power flow and OPF solvers.

The case struct also allows for additional fields to be included. The OPF is designed to recognize fields named *A*, *l*, *u*, *H*, *Cw*, *N*, *fparm*, *z0*, *z1* and *zu* as parameters used to directly extend the OPF formulation (see OPF for details). Other user-defined fields may also be included and will be automatically loaded by the LOADCASE function and, given an appropriate 'savecase' callback function (see *ADD_USERFCN*), saved by the SAVECASE function.

Bus Data Format

- 1 bus number (positive integer)
- 2 bus type
 - PQ bus = 1
 - PV bus = 2
 - reference bus = 3
 - isolated bus = 4
- 3 Pd, real power demand (MW)
- 4 Qd, reactive power demand (MVar)
- 5 Gs, shunt conductance (MW demanded at V = 1.0 p.u.)
- 6 Bs, shunt susceptance (MVar injected at V = 1.0 p.u.)
- 7 area number, (positive integer)
- 8 Vm, voltage magnitude (p.u.)
- 9 Va, voltage angle (degrees)
- (-) (bus name)
- 10 baseKV, base voltage (kV)
- 11 zone, loss zone (positive integer)
- (+) 12 maxVm, maximum voltage magnitude (p.u.)
- (+) 13 minVm, minimum voltage magnitude (p.u.)

Generator Data Format

- 1 bus number
- (-) (machine identifier, 0-9, A-Z)
- 2 Pg, real power output (MW)
- 3 Qg, reactive power output (MVar)
- 4 Qmax, maximum reactive power output (MVar)
- 5 Qmin, minimum reactive power output (MVar)
- 6 Vg, voltage magnitude setpoint (p.u.)
- (-) (remote controlled bus index)
- 7 mBase, total MVA base of this machine, defaults to baseMVA
- (-) (machine impedance, p.u. on mBase)
- (-) (step up transformer impedance, p.u. on mBase)
- (-) (step up transformer off nominal turns ratio)
- 8 status, > 0 - machine in service
<= 0 - machine out of service
- (-) (of total VAR's to come from this gen in order to hold V at
remote bus controlled by several generators)
- 9 Pmax, maximum real power output (MW)
- 10 Pmin, minimum real power output (MW)
- (2) 11 Pc1, lower real power output of PQ capability curve (MW)
- (2) 12 Pc2, upper real power output of PQ capability curve (MW)
- (2) 13 Qc1min, minimum reactive power output at Pc1 (MVar)
- (2) 14 Qc1max, maximum reactive power output at Pc1 (MVar)
- (2) 15 Qc2min, minimum reactive power output at Pc2 (MVar)
- (2) 16 Qc2max, maximum reactive power output at Pc2 (MVar)
- (2) 17 ramp rate for load following/AGC (MW/min)
- (2) 18 ramp rate for 10 minute reserves (MW)
- (2) 19 ramp rate for 30 minute reserves (MW)
- (2) 20 ramp rate for reactive power (2 sec timescale) (MVar/min)
- (2) 21 APF, area participation factor

Branch Data Format

- 1 f, from bus number
- 2 t, to bus number
- (-) (circuit identifier)
- 3 r, resistance (p.u.)
- 4 x, reactance (p.u.)
- 5 b, total line charging susceptance (p.u.)
- 6 rateA, MVA rating A (long term rating)
- 7 rateB, MVA rating B (short term rating)
- 8 rateC, MVA rating C (emergency rating)
- 9 ratio, transformer off nominal turns ratio (= 0 for lines)
(taps at 'from' bus, impedance at 'to' bus,
i.e. if r = x = 0, then ratio = Vf / Vt)
- 10 angle, transformer phase shift angle (degrees), positive => delay

```

(-)      (Gf, shunt conductance at from bus p.u.)
(-)      (Bf, shunt susceptance at from bus p.u.)
(-)      (Gt, shunt conductance at to bus p.u.)
(-)      (Bt, shunt susceptance at to bus p.u.)
11      initial branch status, 1 - in service, 0 - out of service
(2) 12    minimum angle difference, angle(Vf) - angle(Vt) (degrees)
(2) 13    maximum angle difference, angle(Vf) - angle(Vt) (degrees)

(+) Generator Cost Data Format
    NOTE: If gen has ng rows, then the first ng rows of gencost contain
    the cost for active power produced by the corresponding generators.
    If gencost has 2*ng rows then rows ng+1 to 2*ng contain the reactive
    power costs in the same format.
1      model, 1 - piecewise linear, 2 - polynomial
2      startup, startup cost in US dollars
3      shutdown, shutdown cost in US dollars
4      N, number of cost coefficients to follow for polynomial
    cost function, or number of data points for piecewise linear
5      and following, parameters defining total cost function f(p),
    units of f and p are $/hr and MW (or MVar), respectively.
    (MODEL = 1) : p0, f0, p1, f1, ..., pn, fn
    where p0 < p1 < ... < pn and the cost f(p) is defined by
    the coordinates (p0,f0), (p1,f1), ..., (pn,fn) of the
    end/break-points of the piecewise linear cost function
    (MODEL = 2) : cn, ..., c1, c0
    n+1 coefficients of an n-th order polynomial cost function,
    starting with highest order, where cost is
    f(p) = cn*p^n + ... + c1*p + c0

(+) Area Data Format (deprecated)
    (this data is not used by MATPOWER and is no longer necessary for
    version 2 case files with OPF data).
1      i, area number
2      price_ref_bus, reference bus for that area

See also LOADCASE, SAVECASE, IDX_BUS, IDX_BRCH, IDX_GEN, IDX_AREA
and IDX_COST.
MATPOWER
Id: caseformat.m,v 1.17 2010/05/27 14:29:05 ray Exp
by Ray Zimmerman, PSERC Cornell
Copyright (c) 1996-2010 by Power System Engineering Research Center (PSERC)

This file is part of MATPOWER.
See http://www.pserc.cornell.edu/matpower/ for more info.

MATPOWER is free software: you can redistribute it and/or modify
it under the terms of the GNU General Public License as published
by the Free Software Foundation, either version 3 of the License,
or (at your option) any later version.

MATPOWER is distributed in the hope that it will be useful,
but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License
along with MATPOWER. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.

Additional permission under GNU GPL version 3 section 7

If you modify MATPOWER, or any covered work, to interface with
other modules (such as MATLAB code and MEX-files) available in a
MATLAB(R) or comparable environment containing parts covered
under other licensing terms, the licensors of MATPOWER grant
you additional permission to convey the resulting work.

```

A.2 Código utilizado

A.2.1 Principal

```
Sub escolher_arquivo()

    Dim Filt As String
    Dim FilterIndex As Integer
    Dim Title As String

'    FILTRO DE TIPO DE ARQUIVO
    Filt = "Text Files (*.txt),*.txt," & _
        "Lotus Files (*.prn),*.prn," & _
        "Comma Separated Files (*.csv),*.csv," & _
        "ASCII Files (*.asc),*.asc," & _
        "All Files (*.*),*.*"

    FilterIndex = 5

'    MOSTRA MENSAGEM
    Title = "Selecione um arquivo para conversão"

'    ARMAZENA NOME DO ARQUIVO
    FileName = Application.GetOpenFilename _
        (FileFilter:=Filt, _
        FilterIndex:=FilterIndex, _
        Title:=Title)

'    CANCELA
    If FileName = False Then
        MsgBox "Nenhum arquivo selecionado."
        Exit Sub
    End If

'    MOSTRA NOME DO ARQUIVO PARA CONFERIR
    ans = MsgBox("O arquivo " & FileName & " foi selecionado. Deseja convertê-lo?", vbOKCancel)
    Select Case ans
    Case vbCancel
        Exit Sub
    Case vbOK

'    CHAMA OUTRAS SUBS
        abrir
        texto_para_coluna
        converter
        bus_data
        branch_data
    End Case
End Sub
```

```

generator_data
salvar
End Select
End Sub

```

A.2.2 Texto para Colunas

```

Sub texto_para_coluna()

Dim i, j As Integer

i = 1

' Varre todas as linhas procurando separando os dados em colunas
For i = 1 To 15000

'DBAR
' Procura por DBAR
If Cells(i, 1).Value = "DBAR" Then

j = i
' Define até onde estão os dados DBAR
Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
j = j + 1
Loop

' Texto para coluna
Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(5, 1), Array(6, 1), Array(7, 1), Array(8, 1), _
Array(10, 1), Array(22, 1), Array(24, 1), Array(28, 1), Array(32, 1), Array(37, 1), _
Array(42, 1), Array(47, 1), Array(52, 1), Array(58, 1), Array(63, 1), Array(68, 1), Array( _
73, 1), Array(76, 1), Array(80, 1)), TrailingMinusNumbers:=True

'DOPC IMPR
ElseIf Cells(i, 1).Value = "DOPC IMPR" Then

j = i
Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
j = j + 1
Loop

Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(5, 1), Array(7, 1), Array(11, 1), Array(13, 1), _
Array(18, 1), Array(20, 1), Array(25, 1), Array(27, 1), Array(32, 1), Array(34, 1), _
Array(39, 1), Array(41, 1), Array(46, 1), Array(48, 1), Array(53, 1), Array(55, 1), _
Array(60, 1), Array(62, 1), Array(67, 1)), TrailingMinusNumbers:=True

```



```

'DCTE
    ElseIf Cells(i, 1).Value = "DCTE" Then

        j = i
        Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
            j = j + 1
        Loop

        Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
        Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
        FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(4, 1), Array(11, 1), Array(16, 1), Array(23, 1), _
        Array(28, 1), Array(35, 1), Array(40, 1), Array(47, 1), Array(52, 1), Array(59, 1), _
        Array(64, 1)), TrailingMinusNumbers:=True

'DCSC
    ElseIf Cells(i, 1).Value = "DCSC" Then

        j = i
        Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
            j = j + 1
        Loop

        Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
        Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
        FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(5, 1), Array(9, 1), Array(14, 1), Array(15, 1), _
        Array(16, 1), Array(17, 1), Array(18, 1), Array(25, 1), Array(31, 1), Array(37, 1), _
        Array(43, 1), Array(45, 1), Array(51, 1), Array(57, 1), Array(60, 1)), _
        TrailingMinusNumbers :=True

'DSHL
    ElseIf Cells(i, 1).Value = "DSHL" Then

        j = i
        Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
            j = j + 1
        Loop

        Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
        Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
        FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(5, 1), Array(9, 1), Array(14, 1), Array(17, 1), _
        Array(23, 1), Array(29, 1), Array(32, 1), Array(35, 1)), TrailingMinusNumbers:=True

'DGER
    ElseIf Cells(i, 1).Value = "DGER" Then

        j = i
        Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
            j = j + 1
        Loop

        Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
        Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
        FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(5, 1), Array(8, 1), Array(14, 1), Array(21, 1), _
        Array(27, 1), Array(33, 1), Array(39, 1), Array(44, 1), Array(49, 1), Array(54, 1), Array( _
        60, 1), Array(66, 1)), TrailingMinusNumbers:=True

'DCAR
    ElseIf Cells(i, 1).Value = "DCAR" Then

```

```

        j = i
        Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
            j = j + 1
        Loop

        Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
        Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
        FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(4, 1), Array(10, 1), Array(12, 1), Array(17, 1), _
        Array(23, 1), Array(25, 1), Array(30, 1), Array(36, 1), Array(38, 1), Array(43, 1), Array( _
        49, 1), Array(51, 1), Array(55, 1), Array(59, 1), Array(63, 1), Array(67, 1), Array(73, 1)) _
        , TrailingMinusNumbers:=True

'DGLT
    ElseIf Cells(i, 1).Value = "DGLT" Then

        j = i
        Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
            j = j + 1
        Loop

        Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
        Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
        FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(2, 1), Array(8, 1), Array(14, 1)), _
        TrailingMinusNumbers:=True

'DARE
    ElseIf Cells(i, 1).Value = "DARE" Then

        j = i
        Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
            j = j + 1
        Loop

        Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
        Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
        FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(3, 1), Array(13, 1), Array(54, 1), Array(61, 1), _
        Array(68, 1)), TrailingMinusNumbers:=True

'DVCO
    ElseIf Cells(i, 1).Value = "DVCO" Then

        j = i
        Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
            j = j + 1
        Loop

        Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
        Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
        FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(5, 1), Array(8, 1), Array(9, 1), Array(12, 1), _
        Array(20, 1), Array(28, 1), Array(34, 1), Array(37, 1), Array(39, 1)), _
        TrailingMinusNumbers:=True

'DMOT
    ElseIf Cells(i, 1).Value = "DMOT" Then

        j = i
        Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
            j = j + 1
        Loop

```

```

        Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
        Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
        FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(5, 1), Array(7, 1), Array(8, 1), Array(15, 1), _
        Array(19, 1), Array(25, 1), Array(31, 1), Array(37, 1), Array(43, 1), Array(49, 1), Array( _
        55, 1), Array(59, 1), Array(63, 1)), TrailingMinusNumbers:=True

'DLIN

        ElseIf Cells(i, 1).Value = "DLIN" Then

                j = i
                Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
                        j = j + 1
                Loop

                Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
                Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
                FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(5, 1), Array(6, 1), Array(8, 1), Array(10, 1), _
                Array(15, 1), Array(17, 1), Array(18, 1), Array(19, 1), Array(26, 1), Array( _
                32, 1), Array(38, 1), Array(43, 1), Array(48, 1), Array(53, 1), Array(58, 1), Array(64, 1), _
                Array(68, 1), Array(72, 1)), TrailingMinusNumbers:=True

'DGBT

        ElseIf Cells(i, 1).Value = "DGBT" Then

                j = i
                Do While Cells(j, 1).Value <> "99999"
                        j = j + 1
                Loop

                Range(Cells(i + 1, 1), Cells(j - 1, 1)).Select
                Selection.TextToColumns Destination:=Range("A" & i + 1), DataType:=xlFixedWidth, _
                FieldInfo:=Array(Array(0, 1), Array(3, 1)), TrailingMinusNumbers:=True
        Else

                End If
        Next i

End Sub

```

A.2.3 Inicia conversão

```

Sub converter()

Dim i, Base As Variant

i = 1

'Definir a BASE

Do While Cells(i, 1).Value <> "BASE"

```

```

i = i + 1

Loop

Base = Cells(i, 2)

Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.count)
ActiveSheet.Name = "matpower"

Cells(1, 1).Value = "function mpc = " & Novo_nome

Cells(3, 1).Value = "mpc.version = '2';"

Cells(5, 1).Value = "mpc.baseMVA = " & Base & ";"

End Sub

```

A.2.4 Bus_data

```

Sub bus_data()

Dim ultimal, ulinha, ct, count, aux, aux1 As Integer
count = 1
ultimalinha = Range("A6500").End(xlUp).Row 'definir a UL(UltimaLinha)

'ESCREVE OS TEXTOS
Cells(ultimalinha + 2, 1).Value = "% bus data"
Cells(ultimalinha + 3, 1).Value = "%"
Cells(ultimalinha + 3, 2).Value = "bus_i"
Cells(ultimalinha + 3, 3).Value = "type"
Cells(ultimalinha + 3, 4).Value = "Pd"
Cells(ultimalinha + 3, 5).Value = "Qd"
Cells(ultimalinha + 3, 6).Value = "Gs"
Cells(ultimalinha + 3, 7).Value = "Bs"
Cells(ultimalinha + 3, 8).Value = "area"
Cells(ultimalinha + 3, 9).Value = "Vm"
Cells(ultimalinha + 3, 10).Value = "Va"
Cells(ultimalinha + 3, 11).Value = "baseKV"
Cells(ultimalinha + 3, 12).Value = "zone"
Cells(ultimalinha + 3, 13).Value = "Vmax"
Cells(ultimalinha + 3, 14).Value = "Vmin"

Cells(ultimalinha + 4, 1).Value = "mpc.bus=["

'ENCONTRA O CÓDIGO DE EXEC DBAR
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(count, 1).Value = "DBAR" Or count > 20000
    count = count + 1
Loop

If count > 20000 Then
MsgBox "Não foi encontrado o código de execução DBAR"
Exit Sub
Else
End If

```

```

ultimalinha = Range("A6500").End(xlUp).Row
ulinha = ultimalinha
ct = count

'COPIA NÚMERO DA BARRA
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

Cells(ulinha + 1, 2).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value

ulinha = ulinha + 1
ct = ct + 1

Loop

ulinha = ultimalinha
ct = count

'COPIA TIPO DA BARRA
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 4).Value = "" Then
Cells(ulinha + 1, 3).Value = 1
Else
Cells(ulinha + 1, 3).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 4).Value + 1
End If

ulinha = ulinha + 1
ct = ct + 1

Loop

ulinha = ultimalinha
ct = count

'COPIA CARGA
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 15).Value = "" Then
Cells(ulinha + 1, 4).Value = 0
Else
Cells(ulinha + 1, 4).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 15).Value
End If

If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 16).Value = "" Then
Cells(ulinha + 1, 5).Value = 0
Else
Cells(ulinha + 1, 5).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 16).Value
End If

'SHUNT
If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 17).Value = "" Then
Cells(ulinha + 1, 6).Value = 0
Cells(ulinha + 1, 7).Value = 0

ElseIf Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 17).Value > 0 Then
Cells(ulinha + 1, 7).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 17).Value
Cells(ulinha + 1, 6).Value = 0

Else

```

```

Cells(ulinha + 1, 7).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 17).Value
Cells(ulinha + 1, 6).Value = 0
End If

ulinha = ulinha + 1
ct = ct + 1

Loop

ulinha = ultimalinha
ct = count

'COPIA AREA
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 18).Value = "" Then
Cells(ulinha + 1, 8).Value = 1
Else
Cells(ulinha + 1, 8).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 18).Value
End If

ulinha = ulinha + 1
ct = ct + 1

Loop

ulinha = ultimalinha
ct = count

'COPIA TENSOES
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 8).Value = "" Then
Cells(ulinha + 1, 9).Value = 1
Else
Cells(ulinha + 1, 9).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 8).Value / 1000
End If
'ANGULO
If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 9).Value = "" Then
Cells(ulinha + 1, 10).Value = 0
Else
Cells(ulinha + 1, 10).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 9).Value
End If

ulinha = ulinha + 1
ct = ct + 1

Loop

ulinha = ultimalinha
ct = count

'COPIA baseKV
aux = 1
'ENCONTRA DGBT
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(aux, 1).Value = "DGBT" Or aux > 20000
aux = aux + 1
Loop

```

```

If aux > 20000 Then
MsgBox "Não foi encontrado o código de execução DGBT"
Exit Sub
Else
End If

aux1 = aux
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(aux, 1).Value = "99999"
    aux = aux + 1
Loop

Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

Cells(ulinha + 1, 11).Value = Application.WorksheetFunction.VLookup(Sheets(Novo_nome)._
Cells(ct + 2, 5).Value, Sheets(Novo_nome).Range("A" & aux1, "B" & aux), 2, 0)
ulinha = ulinha + 1
ct = ct + 1

Loop

ulinha = ultimalinha
ct = count

'COPIA ZONE
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

Cells(ulinha + 1, 12).Value = 1

ulinha = ulinha + 1
ct = ct + 1

Loop

ulinha = ultimalinha
ct = count

'COPIA LIMITES TENSAO
aux = 1
'ENCONTRA DGLT
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(aux, 1).Value = "DGLT" Or count > 20000
    aux = aux + 1
Loop

If aux > 20000 Then
MsgBox "Não foi encontrado o código de execução DGLT"
Exit Sub
Else
End If

aux1 = aux
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(aux, 1).Value = "99999"
    aux = aux + 1
Loop

Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 7).Value = "" Then

```

```

'VMAX
Cells(ulinha + 1, 13).Value = 1.2
'VMIN
Cells(ulinha + 1, 14).Value = 0.8

Else
'VMAX
Cells(ulinha + 1, 13).Value = Application.WorksheetFunction.VLookup(Sheets(Novo_nome)._
Cells(ct + 2, 7).Value, Sheets(Novo_nome).Range("A" & aux1, "C" & aux), 3, 0)
'VMIN
Cells(ulinha + 1, 14).Value = Application.WorksheetFunction.VLookup(Sheets(Novo_nome)._
Cells(ct + 2, 7).Value, Sheets(Novo_nome).Range("A" & aux1, "C" & aux), 2, 0)
End If

ulinha = ulinha + 1
ct = ct + 1

Loop

ultimalinhax = Range("B60500").End(xlUp).Row
Cells(ultimalinhax + 1, 1).Value = "];"

'ENCONTRA O CÓDIGO DE EXEC DSHL
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(count, 1).Value = "DSHL" Or count > 20000
    count = count + 1
Loop

ulinha = ultimalinha
ct = count

'SOMA SHUNT
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"
    ulinha = ultimalinha
    Do Until Cells(ulinha + 1, 1).Value = "];"

        If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = Cells(ulinha + 1, 2).Value Then
            Cells(ulinha + 1, 7).Value = Cells(ulinha + 1, 7).Value + Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 5).Value
        Else
            End If

        If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 3).Value = Cells(ulinha + 1, 2).Value Then
            Cells(ulinha + 1, 7).Value = Cells(ulinha + 1, 7).Value + Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 6).Value
        Else
            End If

        ulinha = ulinha + 1

        Loop
        ct = ct + 1

    Loop

End Sub

```


A.2.5 Branch_data

```
Sub branch_data()

ultimalinha = Range("A60500").End(xlUp).Row

    'ESCREVE OS TEXTOS
    Cells(ultimalinha + 2, 1).Value = "% branch data"
    Cells(ultimalinha + 3, 1).Value = "%"
    Cells(ultimalinha + 3, 2).Value = "fbus"
    Cells(ultimalinha + 3, 3).Value = "tbus"
    Cells(ultimalinha + 3, 4).Value = "r"
    Cells(ultimalinha + 3, 5).Value = "x"
    Cells(ultimalinha + 3, 6).Value = "b"
    Cells(ultimalinha + 3, 7).Value = "rateA"
    Cells(ultimalinha + 3, 8).Value = "rateB"
    Cells(ultimalinha + 3, 9).Value = "rateC"
    Cells(ultimalinha + 3, 10).Value = "ratio"
    Cells(ultimalinha + 3, 11).Value = "angle"
    Cells(ultimalinha + 3, 12).Value = "status"
    Cells(ultimalinha + 3, 13).Value = "angmin"
    Cells(ultimalinha + 3, 14).Value = "angmax"

    Cells(ultimalinha + 4, 1).Value = "mpc.branch=["

count = 1
    'ENCONTRA O CÓDIGO DE EXEC DLIN
    Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(count, 1).Value = "DLIN" Or count > 20000
        count = count + 1
    Loop

    If count > 20000 Then
        MsgBox "Não foi encontrado o código de execução DLIN"
        Exit Sub
    Else
        End If

ultimalinha = Range("A6500").End(xlUp).Row
ulinha = ultimalinha
ct = count

    'COPIA DE/PARA BARRAS
    Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

        'FBUS
        Cells(ulinha + 1, 2).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value
        'TBUS
        Cells(ulinha + 1, 3).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 5).Value
        'R
        Cells(ulinha + 1, 4).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 9).Value / 100
        'X
        Cells(ulinha + 1, 5).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 10).Value / 100
        'B
        Cells(ulinha + 1, 6).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 11).Value / 100
        'RATIO
        If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 12).Value = "" Then
            Cells(ulinha + 1, 10).Value = 0
```

```

Else
Cells(ulinha + 1, 10).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 12).Value
End If
'ANGLE
If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 15).Value = "" Then
Cells(ulinha + 1, 11).Value = 0
Else
Cells(ulinha + 1, 11).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 15).Value
End If
'STATUS
Cells(ulinha + 1, 12).Value = 1
'ANGMIN
Cells(ulinha + 1, 13).Value = -360
'ANGMAX
Cells(ulinha + 1, 14).Value = "360;"
'RATEA
Cells(ulinha + 1, 7).Value = 10250
'RATEB
Cells(ulinha + 1, 8).Value = 10250
'RATEC
Cells(ulinha + 1, 9).Value = 10250

ulinha = ulinha + 1
ct = ct + 1

Loop
ultimalinha = Range("B60500").End(xlUp).Row
Cells(ultimalinha + 1, 1).Value = "];"

End Sub

```

A.2.6 Gen_data

```

Sub generator_data()

ultimalinha = Range("A80500").End(xlUp).Row

'ESCREVE OS TEXTOS
Cells(ultimalinha + 2, 1).Value = "%% generator data"
Cells(ultimalinha + 3, 1).Value = "%"
Cells(ultimalinha + 3, 2).Value = "bus"
Cells(ultimalinha + 3, 3).Value = "Pg"
Cells(ultimalinha + 3, 4).Value = "Qg"
Cells(ultimalinha + 3, 5).Value = "Qmax"
Cells(ultimalinha + 3, 6).Value = "Qmin"
Cells(ultimalinha + 3, 7).Value = "Vg"
Cells(ultimalinha + 3, 8).Value = "mBase"
Cells(ultimalinha + 3, 9).Value = "status"
Cells(ultimalinha + 3, 10).Value = "Pmax"
Cells(ultimalinha + 3, 11).Value = "Pmin"
Cells(ultimalinha + 3, 12).Value = "Pc1"

```

```

Cells(ultimalinha + 3, 13).Value = "Pc2"
Cells(ultimalinha + 3, 14).Value = "Qc1min"
Cells(ultimalinha + 3, 15).Value = "Qc1max"
Cells(ultimalinha + 3, 16).Value = "Qc2min"
Cells(ultimalinha + 3, 17).Value = "Qc2max"
Cells(ultimalinha + 3, 18).Value = "ramp_agc"
Cells(ultimalinha + 3, 19).Value = "ramp_10"
Cells(ultimalinha + 3, 20).Value = "ramp_30"
Cells(ultimalinha + 3, 21).Value = "ramp_q"
Cells(ultimalinha + 3, 22).Value = "apf"

Cells(ultimalinha + 4, 1).Value = "mpc.gen=["

count = 1
'ENCONTRA O CÓDIGO DE EXEC DGER
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(count, 1).Value = "DGER" Or count > 20000
    count = count + 1
Loop

If count < 19999 Then

    ultimalinha = Range("A60500").End(xlUp).Row
    ulinha = ultimalinha
    ct = count

    'COPIA NÚMERO DA BARRA
    Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

        Cells(ulinha + 1, 2).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value

        ulinha = ulinha + 1
        ct = ct + 1

    Loop

    ulinha = ultimalinha
    ct = count

    'COPIA GERAÇÃO E POTENCIAS REATIVAS MÁXIMAS E MÍNIMAS
    aux = 1
    'ENCONTRA Dbar
    Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(aux, 1).Value = "DBAR"
        aux = aux + 1
    Loop
    aux1 = aux
    Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(aux, 1).Value = "99999"
        aux = aux + 1
    Loop

    Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

        'PG
        Cells(ulinha + 1, 3).Value = Application.WorksheetFunction.VLookup_
(Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value, Sheets(Novo_nome).Range("A" & aux1, "M" & aux), 10, 0)
        'QG
        Cells(ulinha + 1, 4).Value = Application.WorksheetFunction.VLookup_
(Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value, Sheets(Novo_nome).Range("A" & aux1, "M" & aux), 11, 0)

        'QMAX
        Cells(ulinha + 1, 5).Value = Application.WorksheetFunction.VLookup_
(Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value, Sheets(Novo_nome).Range("A" & aux1, "M" & aux), 13, 0)

```

```

'QMIN
Cells(ulinha + 1, 6).Value = Application.WorksheetFunction.VLookup(_
Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value, Sheets(Novo_nome).Range("A" & aux1, "M" & aux), 12, 0)

If Cells(ulinha + 1, 5).Value = "" Then
    Cells(ulinha + 1, 5).Value = 0
Else
End If

If Cells(ulinha + 1, 6).Value = "" Then
    Cells(ulinha + 1, 6).Value = 0
Else
End If

'VG
Cells(ulinha + 1, 7).Value = Application.WorksheetFunction.VLookup_
(Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value, Sheets(Novo_nome).Range("A" & aux1, "M" & aux), 8, 0)_
/ 1000

'MBASE
Cells(ulinha + 1, 8).Value = 100

'STATUS
Cells(ulinha + 1, 9).Value = 1

'PC1
Cells(ulinha + 1, 12).Value = 0

'PC2
Cells(ulinha + 1, 13).Value = 0

'QC1MIN
Cells(ulinha + 1, 14).Value = 0

'QC1MAX
Cells(ulinha + 1, 15).Value = 0

'QC2MIN
Cells(ulinha + 1, 16).Value = 0

'QC2MAX
Cells(ulinha + 1, 17).Value = 0

'RAMP_AGC
Cells(ulinha + 1, 18).Value = 0

'RAMP_10
Cells(ulinha + 1, 19).Value = 0

'RAMP_30
Cells(ulinha + 1, 20).Value = 0

'RAMP_Q
Cells(ulinha + 1, 21).Value = 0

'APF
Cells(ulinha + 1, 22).Value = "0;"

ulinha = ulinha + 1
ct = ct + 1

```

```

        Loop

        ulinha = ultimalinha
        ct = count

        'COPIA PMAX E PMIN
        Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"
            'PMAX
            Cells(ulinha + 1, 10).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 4).Value
            'PMIN
            Cells(ulinha + 1, 11).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 3).Value

            ulinha = ulinha + 1
            ct = ct + 1

        Loop

Else

'CÓDIGO PARA QUANDO NAO HÁ INFORMAÇÃO DGER
count = 1
'ENCONTRA O CÓDIGO DE EXEC DBAR
Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(count, 1).Value = "DBAR" Or count > 20000
    count = count + 1
Loop

ultimalinha = Range("A60500").End(xlUp).Row
ulinha = ultimalinha
ct = count

Do Until Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value = "99999"

    If Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 4).Value = 1 Or Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 4).Value = 2 Then
        'COPIA NÚMERO DA BARRA
        Cells(ulinha + 1, 2).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 1).Value

        'COPIA GERAÇÃO E POTENCIAS REATIVAS MÁXIMAS E MÍNIMAS
        'PG
        Cells(ulinha + 1, 3).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 10).Value
        'QG
        Cells(ulinha + 1, 4).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 11).Value
        'QMAX
        Cells(ulinha + 1, 5).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 13).Value
        'QMIN
        Cells(ulinha + 1, 6).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 12).Value
        'VG
        Cells(ulinha + 1, 7).Value = Sheets(Novo_nome).Cells(ct + 2, 8).Value / 1000
        'MBASE
        Cells(ulinha + 1, 8).Value = 100
        'STATUS
        Cells(ulinha + 1, 9).Value = 1
        'PMAX
        Cells(ulinha + 1, 10).Value = 99999
        'PMIN
        Cells(ulinha + 1, 11).Value = 0
        'PC1
        Cells(ulinha + 1, 12).Value = 0
        'PC2
        Cells(ulinha + 1, 13).Value = 0
        'QC1MIN
    End If
End Do

```

```

        Cells(ulinha + 1, 14).Value = 0
        'QC1MAX
        Cells(ulinha + 1, 15).Value = 0
        'QC2MIN
        Cells(ulinha + 1, 16).Value = 0
        'QC2MAX
        Cells(ulinha + 1, 17).Value = 0
        'RAMP_AGC
        Cells(ulinha + 1, 18).Value = 0
        'RAMP_10
        Cells(ulinha + 1, 19).Value = 0
        'RAMP_30
        Cells(ulinha + 1, 20).Value = 0
        'RAMP_Q
        Cells(ulinha + 1, 21).Value = 0
        'APF
        Cells(ulinha + 1, 22).Value = "0;"

        ulinha = ulinha + 1
        ct = ct + 1
    Else
        ct = ct + 1
    End If
Loop

End If

ultimalinha = Range("B60500").End(xlUp).Row
Cells(ultimalinha + 1, 1).Value = "];"

End Sub

```

A.2.7 Salvar

```

Sub salvar()

    ActiveWorkbook.SaveAs FileName:=Novo_nome & ".m", FileFormat:=xlText

End Sub

```