



**XXII SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GDS/21
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO - X

GRUPO DE ESTUDO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS ELÉTRICOS – GDS

**PROGRAMAS AUXILIARES PARA O CÁLCULO DA MÁXIMA TENSÃO HARMÔNICA NO PAC SEGUNDO A
METODOLOGIA DO LUGAR GEOMÉTRICO**

Luiz Carlos de Alcântara Fonseca *

Jurandir de Almeida Cavalcanti

CHESF Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

RESUMO

Este informe apresenta, e disponibiliza-os para o setor elétrico, uma série de programas auxiliares ao HARMZS para o cálculo da tensão harmônica máxima de acordo com o enfoque do Lugar Geométrico. Programas estes que calculam os limites do lugar geométrico (LOCUS ou LG), auxiliam na montagem dos casos e no cálculo do somatório das correntes, calculam o Y total minimizado e em seguida a tensão harmônica máxima.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade da energia, Harmônicos, Somatório dos harmônicos, Lugar Geométrico das Impedâncias (LOCUS).

1.0 - INTRODUÇÃO

Para o cálculo das tensões harmônicas máximas no Ponto de Acoplamento Comum (PAC) de cargas que produzem harmônicos, é necessário (1): o cálculo do LOCUS neste PAC, o cálculo da impedância interna do consumidor a ser estudado referido ao PAC, ou seja, o Y Norton, e o cálculo da corrente harmônica resultante também referida ao PAC.

Para o cálculo da impedância interna, a impedância equivalente de Norton do consumidor, calcula-se a impedância vista do PAC olhando-se para rede interna. Deve obter a impedância relativa a cada harmônico gerado pela usina.

Para o cálculo das correntes injetadas no PAC, com a atenção de se curto circuitar a barra de conexão para poder se medir a corrente injetada. É feita a simulação para cada fonte harmônica existente. A corrente de cada gerador, no PAC, é somada de acordo com a expressão de (2).

2.0 - MONTAGEM INICIAL DOS DECKS E PROCESSAMENTO DOS CASOS PARA O CÁLCULO DO LOCUS

Um estudo de qualidade da energia devido a harmônicos parte da modelagem linearizada, utilizando a técnica da injeção de correntes, e, portanto, a resposta em regime permanente da rede pode ser encontrada pela superposição das respostas às várias fontes de harmônicos. Um parâmetro de interesse para os estudos é a impedância harmônica nos terminais da fonte ou no PAC. O sistema de potência é uma rede RLC passiva à frequência harmônica e a solução da impedância harmônica envolve o cálculo da impedância de cada elemento à frequência harmônica e a redução da rede a uma impedância equivalente. A impedância para várias situações da rede forma um conjunto, que é o Lugar Geométrico das Impedâncias (LOCUS) que é exigido por (1) e útil para o projeto dos filtros. A impedância do filtro em paralelo com a impedância da rede é usada para a otimização dos

* Rua Delmiro Gouveia, 333 - CEP 50761-901 - Recife - PE - BRASIL
Tel.: +55 (081) 3229-2607 - FAX: +55 (081) 3229-2488 - E-mail: lfonseca@chesf.gov.br

filtros. O cálculo da impedância harmônica no PAC ou nos terminais de uma fonte de harmônicos pode ser realizado pelo programa do CEPEL, HARMZS.

O programa HARMZS do CEPEL monta automaticamente um caso a partir dos dados de fluxo de carga no formato histórico do ANAREDE (.his, ou .sav), e dos dados dos geradores do programa ANATEM (.stb), entretanto nem todos os dados de geradores são encontrados, o que leva a criação de cartões tipo fonte de tensão sem nenhuma impedância, o que levará a erros no processamento. Além disso (1) sugere a retirada dos dados de carga para uma primeira análise. Tudo isto leva a necessidade de uma manipulação do caso montado, com a eliminação dos dados desnecessários dos geradores e das cargas. Por exemplo, um destes casos gerados automaticamente teria na ordem de 17300 cartões que depois da eliminação dos geradores sem dados e das cargas ficou com uma quantidade da ordem de 14500 cartões representando todo sistema elétrico brasileiro. Como normalmente tem-se a simulação de três anos para três condições de carga, a quantidade total de cartões a ser retirado dos decks seria de ordem de 25200 cartões. Para isto foi elaborado um programa simples lê e imprime em Visual Basic (TirarHZS), cujo código principal esta apresentado no item 7.1.

A partir destes nove casos bases podem-se montar as emergências que definirão o LOCUS num determinado PAC. Deverão ser calculadas para as condições de carga: leve, média e pesada. Sendo que para cada condição de carga deverá ser considerada a emergência mais significativa para a impedância harmônica (contingência de linha e perda de transformadores) e para, pelo menos, três anos do planejamento da expansão da rede elétrica externa ao sistema estudado, no PAC. Caso tenham-se oito emergências, ter-se-iam ao final oitenta e um casos, somando-se também o caso base.

O próprio HARMZS tem a facilidade de processar em cadeia estes casos, limitados a vinte, através de um comando em lote. O item 7.2 está um exemplo deste comando, no qual é solicitado o valor de R e X visto da barra 5361, a partir de 60HZ até a frequência de 3360.

Como o limite é de vinte casos será necessário colocar todos os casos juntos para oportunamente se calcular os limites do LOCUS.

A Figura 1 mostra uma saída RxX, ou seja, resistência versus a reatância para várias condições e vários harmônicos numa barra de 230 kV.

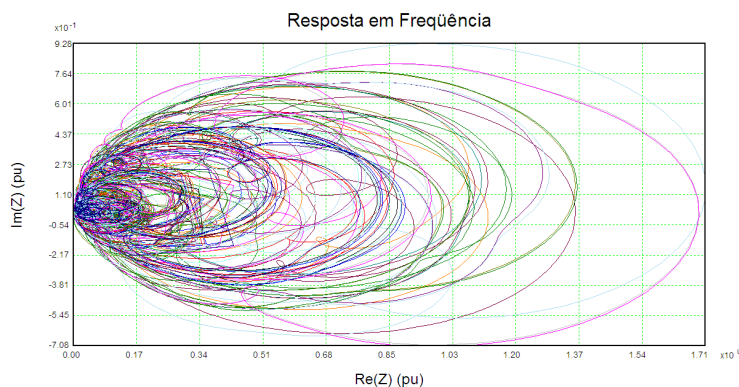


FIGURA 1 - RxX visto de um barramento de 230 KV

3.0 - CÁLCULO DO LUGAR GEOMÉTRICO DAS IMPEDÂNCIAS DA REDE (LOCUS).

O programa HARMZS dá saída em pares de pontos RxX. O número total de pontos de um estudo desta ordem de 3 anos vezes 3 condições de carga vezes 9 casos (base + emergências) o que dá 81 vezes, vamos supor, 50 ordens harmônicas igual a 4050 vezes 60 pontos por ordem harmônica o que dá 243000 pontos, ou seja, 486000 pares de pontos. O programa HARMZS dá saída em pares de pontos RxX. Para manipular estes pontos foi usado programas em MATLAB, MAXMIN.

O programa MAXMIN foi elaborado em MATLAB, por suas facilidades em manipular matrizes e mais ainda complexas. O item 7.3 apresenta parte principal deste programa.

Este programa fornece a saída mostrada na Tabela 1, onde são apresentados os máximos e mínimos módulos e ângulos para cada harmônico, que serão usados no cálculo da admitância mínima do sistema.

TABELA 1 - Saída do Programa MAXMIN em MATLAB, para a extração dos máximos e mínimos dos LG por ordem harmônica.

Ordem Harmônica	Max Mod e Ang			
	Max Mod	Min Mod	Max Ang	Min Ang
2	0.5495	0.0055	86.73	-76.53
50	1.4079	0.0361	65.64	-73.47

A Figura 2 mostra um LG para a condição caso base. São mostradas as impedâncias máximas de nove casos, ou sejam três condições de carga vezes três anos. São plotados apenas os parâmetros relativos aos módulos máximos e mínimos e aos ângulos máximos e mínimos, o que dariam nove vezes 4, 36 pontos para cada harmônico. Como neste caso foram consideradas 10 ordens harmônicas, têm-se no total, 360 pontos.

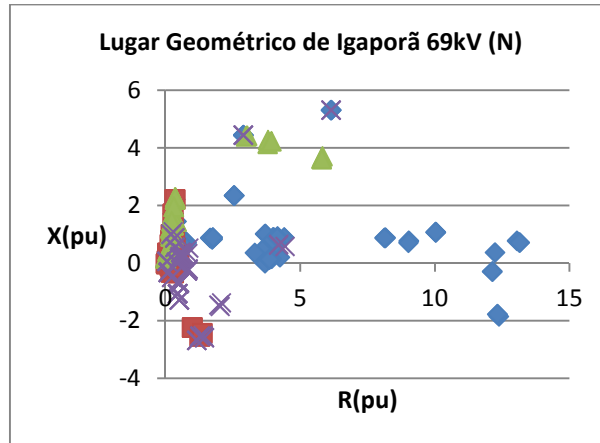


FIGURA 2 - Lugar Geométrico para os casos bases de Igaporã 69 kV

A Figura 3 mostra os mesmos valores relativos às emergências. Neste caso foram consideradas cinco emergências as plotagens são relativas a 5 condições de emergência vezes três anos vezes três condições de carga ou sejam, 45 casos. Também só estão plotados os maiores valores de cada caso pra os máximos e mínimos módulos e máximos e mínimos ângulos, o que dariam 180 pontos. Isto multiplicado por 10 ordens harmônicas apresentam 1800 pontos no total.

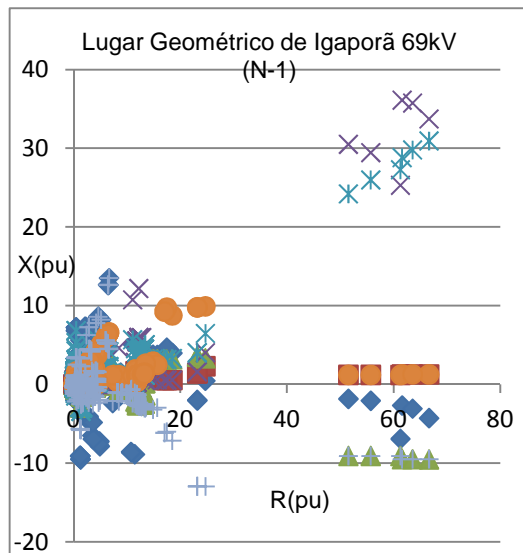


FIGURA 3 - Lugar Geométrico para as emergências de Igaporã 69 kV

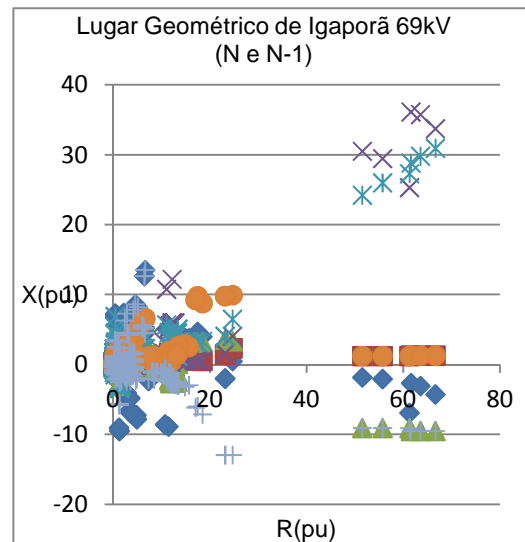


FIGURA 4 - Lugar Geométrico para os casos bases e emergências de Igaporã 69 kV.

A Figura 4 mostra os mesmos valores relativos aos casos bases e às emergências. São plotados 2160 pontos, o que representa os valores máximos e mínimos dos módulos e dos ângulos de cada caso e para cada harmônico. Estas figuras foram possíveis através da manipulação de todos os pontos do LG através de um programa em MATLAB, chamado GRAFICO, similar ao programa MAXMIN, apenas modificando a saída.

4.0 - CÁLCULO DA CORRENTE NO PAC

A corrente total de uma fazenda eólica, uma indústria ou um conjunto de cargas de um mesmo acesso é calculada a partir dos dados de uma fonte individual de harmônicos, ou seja, de um gerador eólico de uma fazenda eólica por exemplo. Sendo isto uma exigência do operador nacional brasileiro (1). A corrente harmônica individual total, a ser injetada na barra de conexão, seria calculada como o somatório das correntes harmônicas de

$$\text{mesma ordem de cada fonte } I_{nr} = \left(I_{n1}^a + I_{n2}^a + I_{n3}^a + \dots \right)^{\frac{1}{a}} \quad [1]$$

Onde:

Inr: é a corrente resultante total para o harmônico de ordem n
 Ini: é a corrente harmônica de ordem n vinda da fonte i
 a: constante de (1) e (2).

Se tomar-se uma fazenda eólica como exemplo, poderíamos ter algo de cem a duzentas fontes de harmônicos individuais injetando dezenas de ordens harmônicas.

A primeira dificuldade a enfrentar seria a montagem da massa de dados da rede interna no HARMZS, uma vez montada esta rede interna deve-se calcular a corrente referida no PAC proveniente de cada fonte de harmônicos, por ordem harmônica, para se fazer o somatório de acordo com a expressão [1]. Para isto foi utilizado um programa, cujas entradas seriam: a rede interna montada de tal forma que se pudesse obter a corrente referida no PAC e uma tabela com o nome das barras onde se encontram fontes de harmônicos. A saída seria vários decks, tantos quanto for o número de fontes de harmônicos. Além disto, usando a facilidade do HARMZS, já é possível montar um processamento em lote (batch), como o mostrado a seguir onde é medida a corrente no equipamento entre a barra 123 e a terra, e a saída é no formato .csv do EXCEL.

```
% Arquivo exemplo do modo "batch"
ABRIR "D:\A A Casa Nova\Corrente_Casa_Nova\9500.hzs"
PLOT_CORR F M EQP 123 0 1 T1
MESMO
PLOT_CORR F M EQP 123 0 1 T1
ABRIR "D:\A A Casa Nova\Corrente_Casa_Nova\9503.hzs"
PLOT_CORR F M EQP 123 0 1 T1
EXCEL "D:\A A Casa Nova\Corrente_Casa_Nova\TERCEIRO_F.csv"
FIM
```

Foi elaborado outro programa, FONTES_DE_HARMÔNICOS, em VB, tipo lê escreve, que desempenha esta função, cujo código principal está apresentado no item 7.4.

Uma planilha pode ser usada para o cálculo da corrente total no PAC, o que pode ser visto na Tabela 2. Nesta planilha foi desenvolvido uma macro em VBA (Visual Basic for Application), cujo código principal está apresentado no item 7.5, e que simplesmente aplica a expressão [1]:

TABELA 2 - Correntes Harmônicas, a Serem Consideradas no 230 kV para um gerador eólico Gerador, o somatório a partir de (1) o somatório linear e o de (1) em pu. A saída do HARMZS é em por cento.

Frequência (Hz)	Ordem	Gerador no 120	Soma IEC	Soma Linear	Soma IEC /100
120	2	0.00567	0.97939	0.97939	0.00979
180	3	0.01106	1.95871	1.95871	0.01959
3000	50	0.00017	0.00486	0.05423	0.00005

6.0 - CÁLCULO DA IMPEDÂNCIA INTERNA DO CONSUMIDOR OU CÁLCULO DO Y DE NORTON NO PAC E DA TENSÃO HARMÔNICA MÁXIMA

Para o cálculo da admitância mínima do sistema é necessário, nesta fase, o cálculo da admitância da rede interna do sistema em estudo, que no caso poderia ser ou uma fazenda eólica ou uma indústria com cargas não lineares. A rede interna é calculada com o HARMZS, onde é simulada apenas a rede interna do sistema em estudo e é calculado o Y Norton no PAC. A impedância interna do sistema ou Y Norton pode estar localizado tanto no primeiro quanto no quarto quadrante, do plano cartesiano das admitâncias. Veja Figura 5.

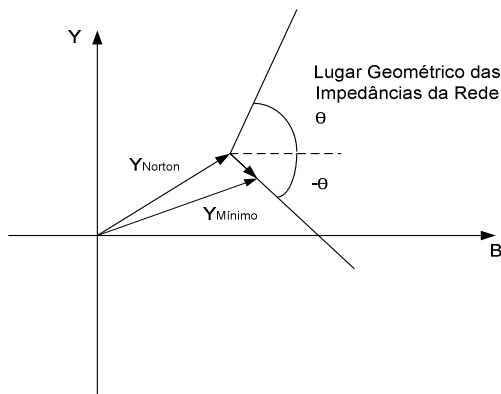


FIGURA 5 - Minimização do Y total. Y Norton no

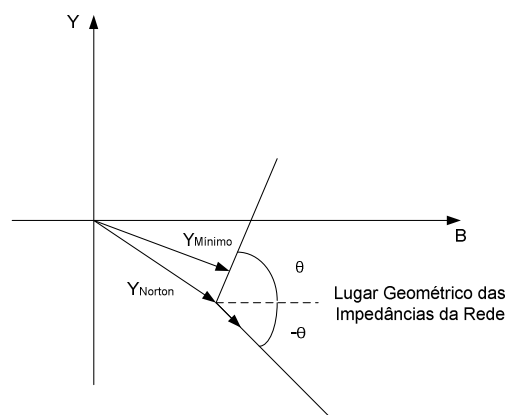


FIGURA 6 - Minimização do Y total. Y Norton no

quadrante I.

Da Figura 5 observa-se que para Y Norton no quadrante I o ângulo a ser utilizado, para minimizar o Ytot, é o teta negativo da rede.

Para Y Norton no IV quadrante o ângulo a ser utilizado, para minimizar o Ytot, é o teta positivo da rede, ver Figura 6.

Para Yn no IV quadrante e para ângulos da rede negativos (tanto o máximo quanto o mínimo) não existe valor de impedância de rede que minimize o Ytot, e podemos considerar o mesmo valor do Yn. Isto também é válido para o Ynorton no primeiro quadrante e quando os ângulos do LG forem ambos positivos.

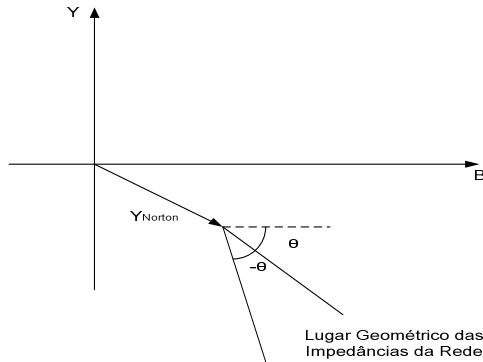


FIGURA 7 - Minimização do Y total. Y Norton no quadrante IV.

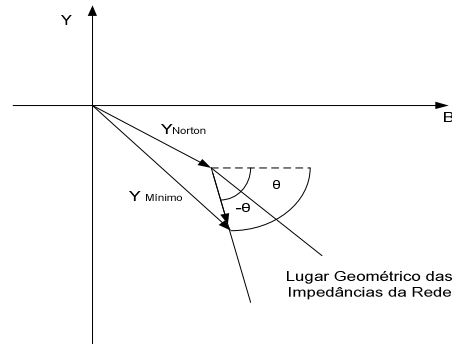


FIGURA 8 - Minimização do Y total. Y Norton no quadrante IV.

Deve-se, também, levar em consideração o valor mínimo da admitância da rede. Neste caso não se pode otimizar (minimizar) o Y total, pois tem que se considerar o valor mínimo da admitância do LG, conforme pode ser visto na Figura 8.

O cálculo da tensão harmônica é feito a partir do paralelo do Y Norton, a admitância de Norton da rede interna, pelo Y sys o Lugar Geométrico das Impedâncias da Rede externa (LG). É procurado neste LG o valor que minimize o Y total, ou seja, o valor que vá maximizar a tensão harmônica que é o resultado da divisão da I Norton, a corrente harmônica de Norton, ou seja, da rede interna no PAC, pela Ytotal mínimo.

Foi usado um programa em VB (Visual Basic), YTOT, que faz este cálculo considerando os diversos posicionamentos relativos entre o fasor do Y Norton e o fasor no LG, conforme visto acima

A saída do YTOT pode ser visto na Tabela 3 a seguir:

TABELA 3 - Saída do programa Ytot

ORDEM	In(pu)	Yn		Impedância Harmônica				Distorção (%)	Limite ONS	Observação
		Mag(pu)	Ang(grau)	Mag Max	Mag Min	Ang Max	Ang Min			
2	0.00987646	0.606119	89.63653	0.54947	0.005503	86.73497	-76.5313	0.81245473	0.3	Limite Ultrapassado
50	0.000244616	1.657399	-51.29137	1.40793	0.036096	65.64385	-73.4659	0.01796432	0.3	OK
								DTHT(%)	2.19689586	1.5

7.0 – CASOS

7.1 Programa para Retirada dos Geradores sem Dados e das Cargas de um Arquivo tipo HZS. Programa Tirarhzs

Do

```

campo = LineInput(1)
If (Right(campo, 4) = "DCRG") Then
    cont = 1
    'Elseif (Right(campo, 4) = "DCRG") And cont = 1 Then
    'cont = 0
Elseif (Right(campo, 3) = "FIM") And cont = 1 And cont2 = 0 Then
    cont2 = 1
Elseif cont2 = 1 Then
    cont = 0
End If
If (Right(campo, 4) = "DMAQ") Then
    cont3 = 1
End If

```

```

If Mid(campo, 54, 1) = "" And cont3 = 1 And (Right(campo, 4) <> "DMAQ") Then
    cont = 1
End If
If (Right(campo, 3) = "FIM") And cont3 = 1 Then
    cont = 2
    cont3 = 0
End If
If cont <> 1 Then
    Print(2, TAB(1), campo)
End If
'Else : GoTo 2
2: Loop Until (EOF(1))

```

7.2 Comando em Lote. Exemplo deste Comando, no qual é Solicitado o Valor de R e X Visto da Barra 5361, a partir de 60hz Até a Frequência de 3360.

```

% Arquivo exemplo do modo "batch"
ABRIR "D:\A_REFINARIA DE SUAPE\Rede_Externa_Refinaria\2014LEV_CB.hzs"
PLOT_RESP C T RI 60.0 3360 1 5361 5361
MESMO
ABRIR "D:\A_REFINARIA DE SUAPE\Rede_Externa_Refinaria\2014LEV_E1.hzs"
PLOT_RESP C T RI 960 1080 1 5361 5361
%Exportando para o Excel
EXCEL "D:\A_REFINARIA DE SUAPE\Rede_Externa_Refinaria\SUAPEII_2014.csv"
%Finalizando o arquivo Batch (não pode esquecer dessa diretiva)
FIM

```

7.3 Programa MAXMIN para o Cálculo dos Limites do Lugar Geométrico das Impedâncias (Locus) por Ordem Harmônica.

```

m1=xlsread('TOTAL_RxX.xls','ACARAU');
fprintf('*****\n')
fprintf('*****  P R O G R A M A  M A X M I N  *****\n')
fprintf('*****\n')
%f=input('Quantos Harmônicos (quantas ordens): ');
f=41;
% for i=1:f
%
%   ordemno=['Qual a ordem do Harmônico no: ',( ' ',num2str(i),' '),' '];
%   ordem(i)= input (ordemno);
%
% end
ordem=[2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 31 33 35 37 41 42 43 44
45 47 48 49 50];
%   Loop do calculo e impressão dos máximos e mínimos
anos =input('Qantos anos : ');
cont =input('Quantos casos por ano: ');
carga =input('quantas condições de carga: ');
frequencia_inicial =input('Saida do Harmzs foi do 60Hz ? (0 - não(começou do 1Hz), 1- sim: ');
ctotal=anos*cont*carga; % 54 colunas de configurações (total de configurações
% casos bases + emergências )
fores=ctotal/cont; % 9 linhas de anos * condições de carga)
%   I N I C I O  D O  L O O P
for k=1:f
    a=1;
    base=[ ]; % matriz dos casos base
    emerg=[ ]; % matriz das emergências
    albero=[ ];
    realmaxang=[ ];
    imagmaxang=[ ];
    absmaxang=[ ];
    angmaxang=[ ];

```

% Calculo da faixa de frequências por harmônico foi determinado pelo ONS uma faixa de -60 +60

```

freq1=(ordem(k)*60)-(1*60);
freq2=(ordem(k)*60)+(1*60);
if frequencia_inicial == 0
lin1=freq1;    %-60+1;
else
    lin1=freq1-60+1;
end
lin2=lin1+120;  % enchimento da matriz por ordem harmônica: matriz dos casos base, matriz das emergências
for n=1:fores;

    base =[base,m(lin1:lin2,a)];
    emerg=[emerg,m(lin1:lin2,(a+1):(a+cont-1))];
    a = a+cont;
end
aa=size(base);
bb=size(emerg);
cc=aa+bb;

    % montagem da matriz total (base + emerg) por ordem harmônica
tot=[m(lin1:lin2,1:cc(1,2))];
ordem(k)
fprintf('tamanho da matriz dos casos base');
size(base)
fprintf('tamanho da matriz dos casos emerg');
size(emerg)
%xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
%      DADOS DA MATRIZ BASE
%xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
n_linha=1.0;
planilha=['harm',num2str(ordem(k))];
str_linha=[num2str(n_linha)];
%valores máximos cartesianos (parte real) da matriz base do harmônico
xlswrite('test3.xls',{'Real e Imaginário dos máximos dos casos base'},planilha,str_linha);
n_linha = n_linha + 1;
str_linha=[num2str(n_linha)];
xlswrite('test3.xls',real(max(base)),planilha,str_linha);
n_linha=n_linha+1.0;
str_linha=[num2str(n_linha)];
%xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
%valores máximos cartesianos (parte imaginária) da matriz base do harmônico %5u',ordem);
xlswrite('test3.xls',imag(max(base)),planilha,str_linha);
n_linha=n_linha+1;
str_linha=[num2str(n_linha)];
*****

```

7.4 Programa FONTES DE HARMÔNICOS para a geração de decks para calculo da corrente referida no pac e para criação do arquivo batch para processamento do harmzs

```

With X
.Workbooks.Open(Filename:=nomDir & "Fontes.xls")
.Worksheets("Plan1").Select()
numero_de_geradores = InputBox("qual o número de geradores : ", "NÚMERO DE GERADORES")
For j = 2 To numero_de_geradores + 1
    If j = 2 Then
        Print(1, TAB(1), "%" & Chr(10) & "% Abrindo o caso gerador na barra " & .cells(j, 1).value & Chr(10) &
"ABRIR ""D:\A A Casa Nova\Corrente_Casa_Nova" & _
        .cells(j, 1).value & ".hzs"" & Chr(10) & "%" & Chr(10) & "%Traçando a resposta em frequência" &
Chr(10) & "PLOT_CORR F M EQP 123 0 1 T1" _
        & Chr(10) & "%" & Chr(10) & "%" & Chr(10) & "%Diretiva para manter os gráficos num mesmo
traçado" & Chr(10) & "MESMO" & Chr(10) & "%")
    Else
        Print(1, TAB(1), "%" & Chr(10) & "% Abrindo o caso gerador na barra " & .cells(j, 1).value & Chr(10) &
"ABRIR ""D:\A A Casa Nova\Corrente_Casa_Nova" & _
        .cells(j, 1).value & ".hzs"" & Chr(10) & "%" & Chr(10) & "%Traçando a resposta em frequência" &
Chr(10) & "PLOT_CORR F M EQP 123 0 1 T1" _
        & Chr(10) & "%")
    If j = numero_de_geradores + 1 Then

```

```

        Print(1, TAB(1), "FIM")
    End If
End If
arqsaida = nomDir & ".cells(j, 1).value & ".HZS"
FileOpen(j, arqsaida, OpenMode.Output)
For i = 1 To cont
    If i = cont1 + 2 Then
        Mid(campo(i), 3, 7) = .cells(j, 1).value & " "
    End If
    Print(j, TAB(1), campo(i))
Next i
FileClose(j)
Next j

```

7.5 Macro em vba para o cálculo do somatório das correntes no PAC

```

x = InputBox("Quantos ordens harmônicas") ' 49
y = InputBox("Quantas fontes de harmônicos") ' 40

For k = 2 To x + 1
    ordem = Cells(k, 1) / 60

    Select Case ordem
        Case Is < 5
            a = 1
            GoTo 1
        Case Is <= 10
            a = 1.4
            GoTo 1
        Case Is > 10
            a = 2
    End Select

    1:
    col = 2
    CorrTot = 0
    CorrTotLinear = 0
    For l = 2 To y + 1
        corrente = Cells(k, col).Value ^ a
        CorrTot = CorrTot + corrente
        somalinear = Cells(k, col).Value
        CorrTotLinear = CorrTotLinear + somalinear
        col = col + 3
    Next
    collectot = (y * 3) + 1
    Cells(k, collectot).Value = CorrTot ^ (1 / a)
    Cells(k, collectot + 1).Value = CorrTotLinear
Next
End Sub

```

8.0 - CONCLUSÕES

Foram apresentados programas auxiliares sem os quais a manipulação dos dados para um estudo de qualidade da energia para conexão de consumidores com fontes de harmônicos seria longo, trabalhoso e susceptível a erros. Estes programas estão disponíveis para o setor elétrico.

Observa-se a necessidade sempre permanente de ferramentas computacionais na aceleração dos processos de estudos.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Relatório ONS RE 2.1 045/2008 Rev.02 "Instruções para realização de estudos e medições relacionados aos novos acessos à rede básica".
- (2) IEC 61000-3-6 Ed.2 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Assessment of Harmonic emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV Power systems

10.0- DADOS BIOGRÁFICOS



Luiz Carlos de Alcântara Fonseca nasceu em 20 de julho de 1953, em Recife, Pernambuco, é engenheiro eletricista formado em 1977 pela UFPE, e especializou-se em Sistema de Potência pelo PTI em 1979.

Mestre em Sistema de Potência pela UFPE, em 2003.

De 1977 a 2013, trabalha no Departamento de Planejamento do Sistema de Transmissão da CHESF, se especializou em estudos de Qualidade da Energia, atualmente está desenvolvendo Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e de Qualidade da Energia.

Suas áreas de interesse são: Compatibilidade Eletromagnética, Transitórios Eletromagnéticos e Qualidade da Energia.