



**XXI SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO - IV

GRUPO DE ESTUDO DE ANÁLISE E TÉCNICAS DE SISTEMAS DE POTÊNCIA - GAT

Um Sistema de Gerenciamento e Controle Operacional de Fluxo de Potência Utilizando Técnicas de Algoritmos Genéticos

**Roberto Jose Correia da Silva (*), Roberta Vilhena Vieira Lopes, Manoel Agamemnon Lopes
Eletrobrás Distribuição de Alagoas, Instituto de Computação Universidade Federal Alagoas**

RESUMO

O artigo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta Computacional com técnica de busca, baseado em inteligência artificial - IA, para a otimização do gerenciamento e controle fluxo de potência do sistema de sub transmissão de energia elétrica da Eletrobrás Distribuição Alagoas. Com o uso dos algoritmos evolucionários, mais especificamente, uma variação do algoritmo genético proposto por Holland, apresentado como um Framework. A busca de uma configuração para os nós do sistema de sub transmissão capaz de balancear as tensões nas condições operacionais normais e emergenciais é direcionada pela função de adaptação do AG cujos dados obtidos do sistema SCADA no COI.

PALAVRAS-CHAVE

Centro de Operação Integrado, Otimização de Sistemas, Algoritmos Genéticos, Inteligência Artificial, Framework.

1.0 INTRODUÇÃO

O objetivo geral deste tema abordado é apresentar uma ferramenta computacional já desenvolvida de análise e controle do gerenciamento operacional, em regime permanente de um sistema de transmissão de energia elétrica, com capacidade de integração aos típicos softwares de sistema de gerenciamento de banco de dados – *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA), provendo o fluxo de carga estocástico ótimo com aplicação de técnicas de Algoritmos Genéticos (AG). O software híbrido FPAGH, foi desenvolvido em linguagem orientada à objeto Java 6.0, constituído de uma variação do algoritmo genético de Holland, cujo objetivo proposto foi atender a resolução de problemas na área de gerenciamento e controle operacional, em sistema de potência, onde requer características de versatilidade, robustez, simplicidade, eficiência, e ser capaz de lidar com diferentes tipos de anomalias sem grandes mudanças no programa principal, pois fazem uso de uma descrição genérica do que se deseja em uma boa solução através da função de adequação (*fitness*) e da função objetivo definido pelo balanceamento das tensões nodais do sistema. O referido programa atuou como um software para o gerenciamento, controle e análise das condições operacionais do sistema de transmissão, concernentes ao comportamento dos balanceamentos das tensões nodais e as influências destas variações na estabilidade operacional do sistema, quando o mesmo é submetido a um conjunto de anomalias perturbadoras contingenciais. Como nos casos de: mudança da topologia da malha elétrica provocada por desligamento de trechos do sistema com a atuação da proteção dos disjuntores e chaves seccionadoras, a conseqüente saída de blocos de consumidores por restrição de carga, ou a perda de geração provocada por insuficiência de fluxo de reativos para suprir a demanda requerida, entre outras. Esses fatos, em geral, têm impacto bastante relevante nas condições operacionais devido ao crescente risco de instabilidade de tensão dos sistemas de transmissão das concessionárias de energia elétrica em todo Brasil.

(*) Travessa Muniz Falcão, S/N – Subestação Pinheiro – CEP 57100-00 Maceió, Al-Brasil
Tel(+82-31)33713204-FAX(+82-31)21269300 E-Mail: roberto.correia@ceal.com.br

2.0 ALGORITMO GENETICO

Os algoritmos genéticos são um dos ramos dos algoritmos evolucionários, cuja técnica de otimização é inspirada na teoria da evolução de Darwin, e consistem em algoritmos de busca heurísticos semi-aleatórios, onde há um paralelismo implícito originado da avaliação, independente dos cromossomos, que incidem nas múltiplas e possíveis soluções de um problema. Desta forma, permite que o número máximo de gerações e o número de indivíduos da população sejam criados em tempo de execução, de acordo com o problema a ser otimizado. O número de variáveis de otimização, é definido de maneira que o cromossomo seja um indivíduo especial, que é utilizado como modelo para a geração de todos os demais indivíduos da população, ou seja, todos os indivíduos são clones em estrutura do cromossomo modelo. Uma vez criada a população inicial é feito o cálculo de aptidão de cada indivíduo, no qual são aplicados os operadores genéticos (seleção, cruzamento e mutação) que produzirão uma nova geração de indivíduos. Neste trabalho, foi utilizado uma variação do algoritmo genético de Holland, com a codificação cromossômica representada pelo conjunto dos números reais, o que propicia a simplicidade e o tamanho representativo dos cromossomos. Aplicados a estes, diversos tipos de operadores tais como: Operadores de Cruzamentos (Aritmético, Flat, Heurístico, Simples) e Operadores de Seleção (Roleta, Ranking e Roleta Randômica - Sus). Estes cromossomos compoem as entradas para as variáveis de estado (P-Potencia Ativa, θ - Ângulo da tensão nodal, V Tensão nodal e, Q -Potencia Reativa) . No processo da avaliação da população, a determinação de uma função de adaptação (função *fitness*), adequada para o problema de fluxo de potência, deve ser avaliada para cada indivíduo em cada nova geração. Em uma simulação com N gerações e I indivíduos na população, a função de adaptação será calculada NI vezes durante o processo, desse modo, a eficiência do algoritmo dependerá da eficácia do cálculo da função de adaptação. Além do que, a função objetivo para o caso de problemas de fluxo de potência tem o grau de complexidade elevado para resolver esse problema. Comumente é utilizado o fluxo de potência ótimo (FPO), por meio de uma função objetivo, quando se procura encontrar um ponto ótimo de funcionamento para satisfazer um ou mais objetivos, estando o sistema sujeito às restrições físicas, funcionais, de confiabilidade, entre outras.

3.0 SOFTWARE(FPAGH)LGARITMO GENETICO APLICADO EM FLUXO DE POTÊNCIA

Com o instrumento de análises empreendido, o programa computacional FPAGH atendeu as necessidades no gerenciamento e controle operacional atinente a resolução dos balanceamentos das tensões nodais no regime operacional normal, e em regimes contingenciais, no regional de Maceió, do sistema de sub transmissão de energia elétrica 69 KV. Ela foi capaz de lidar com diferentes tipos de anomalias sem grandes mudanças no programa principal, pois faz uso de da função objetivo definido pelo balanceamento das tensões nodais do sistema nas intervenções no sistema elétrico com a otimização do gerenciamento e controle do sistema de sub transmissão elétrico as quais destacamos:

- Aplicação de algoritmos evolutivos, com eficiência computacional suficiente para aplicação no planejamento operacional do sub transmissão.
- O controle do fluxo de injeção de reativos no sistema na hora de carga pesada em regime operacional contingenciais.
- Incorporação através de Framework de diferentes repositórios de modelos de obtenção de melhores cromossomos para os diversos estudos de casos no sistema, para um aprendizado do conhecimento da composição de tensões em cada barra do sistema elétrico.

3.1 Resultado da Aplicação do Programa FPAGH

Entre os resultados aplicativos do programa FPAGH, voltado para a área de engenharia elétrica, cujo ambiente computacional possibilitou uma série de recursos utilizados pela variação do algoritmo genético de Holland, em regime permanente contingencial, onde os operadores do sistema possam interagir com a realização de experimentos com modelos e produzir o balanceamento das tensões nodais do sistema, emitindo relatórios, produzindo gráficos além de:

- Comparar dados das medidas com os resultados teóricos fornecidos pelos modelos.
- Comparar resultados de diferentes modelos, observando as limitações dos mesmos quanto às faixas de validade.
- Verificar a sensibilidade de um modelo frente às variações dos parâmetros elétricos.
- Interagir no Ambiente de interface gráfica flexível com os operadores no COI.
- Analisar Resultados do Balanceamento das Tensões Nodais Referentes a três Casos Aplicados ao Sistema de Sub transmissão da Regional Maceió 69 KV.

Os efeitos obtidos pelo programa FPAGH, na aplicação do estudo de caso no sistema elétrico de sub transmissão do regional Maceió, quando da execução de simulações, com os sistemas testes em 07 barras que compreende:

UMA (01) barra de referencia (TBM), e SEIS (06) barras de cargas (subestações: Benedito Bentes –(BBE), Pinheiro-(PNO), Cruz das Almas-(CZA), Trapiche da Barra-(TDB), Pajuçara-(PJA) e PoloCloroAlcoquimico –(PCA).

As simulações têm como principal objetivo testar a eficiência da ferramenta computacional em relação aos seguintes itens:

- Manter as magnitudes das tensões das barras próximas dos valores desejados, ou pelo menos, dentro dos valores das faixas regulatórias de tensões máximas e mínimas admitidas;
- Limitar a geração de reativos nas barras de tensão controlada a um intervalo bem definido;
- Minimizar as perdas ativas no sistema de potência analisado.

Em todas as simulações, os valores desejados para as magnitudes das tensões nas barras são de 1,00 pu (69kV) e os limites máximos e mínimos são 1,10 pu e 0,90 pu, respectivamente a (72kV e 65kV).

As variáveis de controle do sistema são as magnitudes das tensões na barra de referencia do TBM. Para o sistema de Maceió o programa prevê a existência de apenas uma barra de referência no sistema situado na seccionadora do Tabuleiro dos Martins –TBM.

A metodologia apresentada foi aplicada a três estudos de casos testados, para a avaliação da funcionalidade e desempenho do software. A função objetivo nos casos estudados, compreende-se na mínima perda ativa e um balanceamento das tensões dos barramentos das subestações com um mínimo desvio das magnitudes da tensão inicial e final das barras do sistema em análise.

A ferramenta de otimização aplicada à configuração do sistema de sub transmissão 69 KV do regional de Maceió, e os resultados referentes à Demanda de Carga, Perdas e Tensões nas barras de cada subestação, quando o sistema for submetido à condição de regime permanente de Carga Pesada, onde as variáveis de entrada do módulo AGH foram os vetores $\langle P, Q, V, \theta \rangle$ das variáveis de estado no dia 19/12/2007, período 17:00 hs :min às 21:15 hs:min

Os resultados apresentados dos três casos abaixo descritos mostram que o algoritmo proposto indicaram uma otimização em relação ao (caso Base) do perfil de tensões devido ao balanceamento de tensões nas barras e conseqüentemente uma redução das perdas do sistema de sub transmissão de Maceió.

3.1.1 Caso Base

O caso Base do sistema proposto descrito acima, representado pelas FIGURAS 1 e 2, tem como a população inicial os vetores das variáveis de estados que suprirão o módulo AGH para a geração dos melhores cromossomos. O Módulo do fluxo de potência aplicado ao caso base tem como resultado os valores das figuras abaixo:

DIA	HORA	SE	P	Q	V	θ
19/12/2007	18:30:00	TBM	51.0	24.0	64.6	-10.40
		BBE	16.0	12.0	65.7	-7.59
		PNO	45.0	11.0	68.3	-4.55
		PCA/TDB	40.0	38.0	65.3	-4.50
		CZA/PJA	74.0	35.0	66.3	-6.08

FIGURA 1 - Valores das variáveis de estado

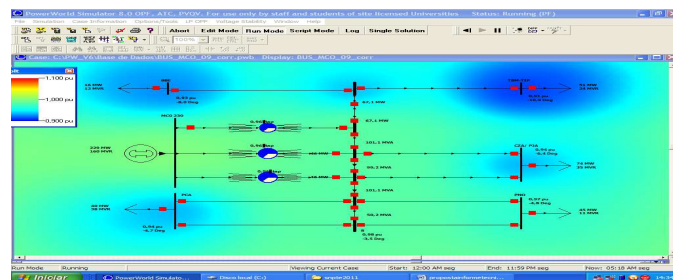


FIGURA 2 - Resultado do Fluxo de Potência

Aplicado o algoritmo genético AGH, as variáveis de estado no dia 19/12/2007, período 17:00 hs às 21:15 hs, referente as barras das subestações TBM e PCA/TDB do sistema Maceió. Os melhores cromossomos gerados pelo Módulo AGH são abaixo descritos:

DIA	HORA	SE	P	Q	V	Q
19/12/2007	21:00:00	TBM	38.0	18.0	69.57	0.9
		BBE	***	***	***	***
		PNO	***	***	***	***
		PCA/TDB	40	20	65.70	0.87
		CZA/PJA	***	***	***	***

FIGURAS 3 – Cromossomos referentes às subestações analisadas do sistema Maceió obtidos pelo AGH

3.1.2 Caso 1

Ao analisar a influência do melhor cromossomo gerado pelo módulo AGH na subestação TBM, executando o módulo de fluxo de potência para obter as tensões nodais das barras e comparar com o caso Base, obtêm os valores das tensões das barras de acordo com as figuras abaixo:

DIA	HORA	SE	P	Q	V	θ
19/12/2007	21:00:00	TBM	38.0	18.0	65.4(0.94)	-9.37
		BBE	16.0	12.0	66.0(0.95)	-7.42
		PNO	45.0	11.0	68.0(0.98)	-5.14
		PCA/TDB	40.0	38.0	65.0(0.95)	-5.09
		CZA/PJA	74.0	35.0	66.0	-6.69

FIGURA 4 - Valores s com influencia do AGH

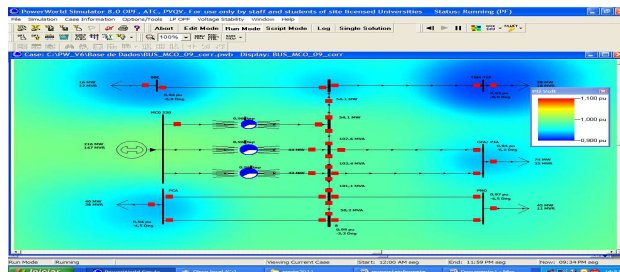


Figura 5 - Influência do cromossomo TBM

Estabeleceu-se para esta análise a parametrização dos vetores para fins comparativos, dos valores obtidos pelos módulos AGH e FP, concernentes ao caso Base e Caso 1, contribuição do melhor cromossomo da barra de TBM, valores das tensões dos barramentos das subestações a seguir:

- { P_b , Q_b , V_b , θ_b , }- variáveis do fluxo potencia caso base
- { P_c , Q_c , V_c , θ_c , }- variáveis do fluxo potencia influencia do melhor cromossomo
- Barra do melhor cromossomo TBM.

Comparação do caso Base com o melhor cromossomo TBM												
SE	P_b	P_c	ΔP	Q_b	Q_c	ΔQ	V_b	V_c	ΔV	θ_b	θ_c	$\Delta \theta$
TBM	51	38	13	24	18	6	64.6	65.4	0,8	-10.40	-8.7	-1,75
BBE	16	16	0	12	12	0	65.7	66.0	0,3	-7.59	-6.7	-0,9
PNO	45	45	0	11	11	0	68.3	68.0	-0,3	-4.55	-4.4	-0,12
PCA/TDB	40	40	0	38	38	0	65.3	65.0	-0,3	-4.50	-4.1	-0,37
CZA/PJA	74	74	0	35	35	0	66.3	66.0	-0,3	-6.08	-6	-0,1
Total	226	213	13	120	114	6	328	330,4	0,2	-33,12	-29,9	-3,24
									0,06%			11%

FIGURA 6 - comparativa das variações nas barras com o cromossomo TBM x CASO BASE

Os resultados alcançados no estudo da comparação do melhor cromossomo na barra TBM gerado pelo modulo AGH e o caso Base foram:

↳ Uma otimização no perfil de tensões das barras de TBM e BBE que estavam abaixo de 65 KV ,as demais barras mantiveram-se acima do patamar regulatório inferior que é 65 KV.

↳ Neste balanceamento de tensões nas barras, a perdas ativas do sistema de sub transmissão de 69 KV mantiveram-se no patamar de 3,2 MW .

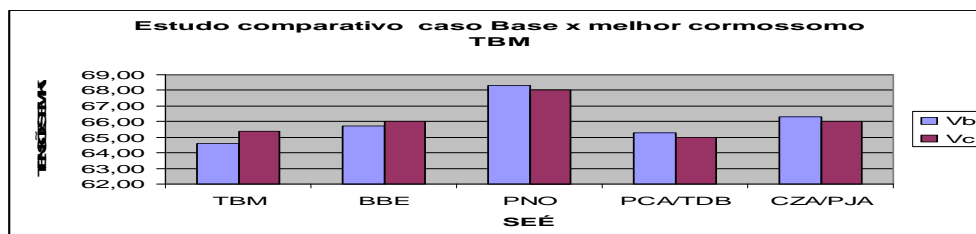


FIGURA 7- Gráfico comparativo entre os módulos das tensões nodais das barras das subestações TBM, PNO, BBE, PCA/TDB ,CZA/PJA para o caso 1 .

3.1.3 Caso 2

Ao avaliar a influência do melhor cromossomo gerado pelo módulo AGH, na subestação PCA/TDB, executando o módulo de fluxo de potência, para obter as tensões nodais das barras e comparar com o caso Base, obtêm os valores das tensões das barras de acordo com as figuras a seguir:

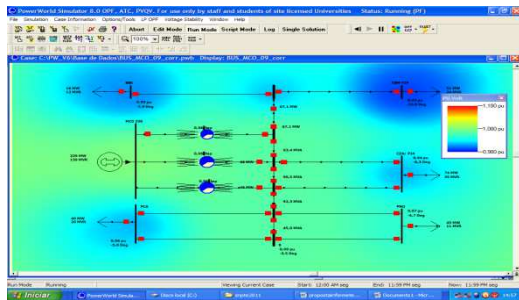


FIGURA 8 - Fluxo de potência.

DIA	HORA	SE	P	Q	V	$\Delta \theta$
19/12/2007	18:30:00	TBM	51.0	24.0	65,4	-8,65
		BBE	16.0	12.0	65,9	-6,69
		PNO	45.0	11.0	68.0	-4,43
		PCA/TDB	40.0	20.0	66.0	-4,71
		CZA/PJA	74.0	35.0	65,9	-5,98

FIGURA 9 - Resultado do fluxo

DIA	HORA	SE	P	Q	V	$\Delta \theta$
19/12/2007	18:30:00	TBM	51.0	24.0	63.9	-10.62
		BBE	16.0	12.0	65.0	-7.74
		PNO	45.0	11.0	67.7	-4.63
		PCA/TDB	40.0	20.0	65.7	-6.19
		CZA/PJA	74.0	35.0	65.6	-6.19

FIGURA 10 – Influência do cromossomo PCA/TDB

Comparação caso Base com o melhor cromossomo da barra PCA/TDB													
SE	Pb	Pc	ΔP	Qb	Qc	ΔQ	Vb	Vc	ΔV	θ_b	θ_c	$\Delta \theta$	$\Delta \theta$
TBM	51	38	13	24	18	-6	65	65,4	0,8	-10,62	-10,5	-0,11	
BBE	16	16	0	12	12	0	65,7	65,9	0,2	-7,74	-7,7	-0,1	
PNO	45	45	0	11	11	0	68,3	68,0	-0,3	-4,63	-4,6	-0	
PCA/TDB	40	40	0	38	20	18	65,3	66,0	0,7	-6,19	-4,9	-1,3	
CZA/PJA	74	74	0	35	35	0	66,3	65,9	-0,4	-6,19	-6,1	-0,1	
Total	226	213	13	120	96	-6	328	329,5	1	-35,37	-33,8	-1,61	

FIGURA 11 - Comparação do caso 2

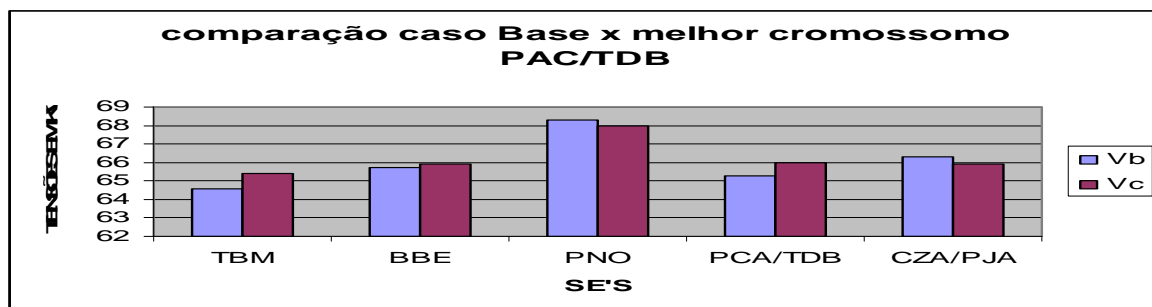


FIGURA 12 - Gráfico comparativo entre os módulos das tensões nodais das barras das subestações TBM, PNO, BBE, PCA/TDB, CZA/PJA para o caso 2

Os resultados alcançados no estudo da comparação do melhor cromossomo na barra PCA/TDB gerado pelo módulo AGH e o caso Base foram:

↳ O reflexo foi positivo com o balanceamento das tensões nas barras, as perdas reduziram de 3,2 para 2,9 MW correspondendo a 9% menor em relação ao caso Base.

↳ Para esse caso, o valor da função objetiva do desvio de função teve o valor de 0,5.

↳ Uma otimização no perfil de tensões de todas as barras todas ficando acima do patamar regulatório inferior que é 65 KV.

3.1.4 Caso 3: Influência (PCA/TDB + TBM)

Ao considerar a influência do melhor cromossomo gerado pelo módulo AGH nas subestações conjuntas (TBM+ PCA/TDB) , executando o módulo de fluxo de potência para obter as tensões nodais das barras e comparar com o caso Base, obtêm os valores das tensões das barras de acordo com as seguintes figuras:

DIA	HORA	SE	P	Q	V	θ
19/12/2007	18:30:00	TBM	38.0	18.0	69.57	-10.62
		BBE	16.0	12.0	65.0	-7.74
		PNO	45.0	11.0	67.7	-4.63
		PCA/TDB	40.0	20.0	65.7	-6.19
		CZA/PJA	74.0	35.0	65.6	-6.19

FIGURA 13 - Variáveis

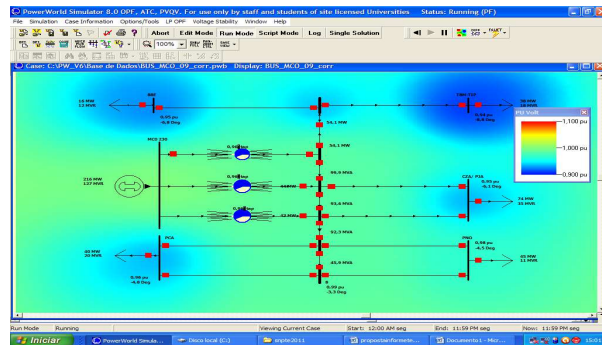


FIGURA 14 - Fluxo (TBM+PCA/TDB)

DIA	HORA	SE	P	Q	V	θ
19/12/2007	18:30:00	TBM	38.0	18.0	65.5	-7.55
		BBE	16.0	12.0	66.0	-6.09
		PNO	45.0	11.0	68.0	-4.31
		PCA/TDB	40.0	20.0	66.0	-4.59
		CZA/PJA	74.0	35.0	66.0	-5.86

FIGURA 15 - Resultado do Fluxo de potência

Neste caso, foi aumentado o *tap* dos trafos da supridora Chesf de 0.94 para 0.95. A tensão estava 1.01 pu passou para 1.00 barras infinitas.

3.1.5 Comparações caso 3 com caso Base:

Comparação caso Base e melhores cromossomos TBM+PCA/TDB												
SE	Pb	Pc	ΔP	Qb	Qc	ΔQ	Vb	Vc	ΔV	θ_b	θ_c	$\Delta \theta$
TBM	51	38	13	24	18	6	64	66,5	2,6	-10,62	-7,55	-3,07
BBE	16	16	0	12	12	0	65	66	1	-7,74	-6,09	-1,65
PNO	45	45	0	11	11	0	68	68	0,3	-4,63	-4,31	-0,32
PCA/TDB	40	40	0	38	20	18	65	66,1	0,7	-6,19	-4,59	-1,6
CZA/PJA	74	74	0	35	35	0	66	66	0,4	-6,19	-5,86	-0,33
	226	213	13	120	96	24	328	332,6	5	-35,37	-28,4	-6,97
									1,53%			25%

FIGURA 16 - Comparação caso base melhor cromossomos do caso 3

Os resultados alcançados no estudo da comparação do melhor cromossomo gerado pelo modulo AGH das subestações TBM+PCA/TDB e o caso Base foram:

✎ O reflexo foi positivo com o balanceamento das tensões nas barras, as perdas reduziram de 3,2 para 2,9 MW correspondendo a 9% menor em relação ao caso Base.

✎ Para esse caso, o valor da função objetiva do desvio de função teve o valor de 1,53%.

✎ Uma otimização no perfil de tensões de todas as barras todas ficando acima do patamar regulatório inferior que é 65 KV.

✎ A figura 17, refere-se ao estudo comparativo entre os módulos das tensões nodais das barras das subestações TBM, PNO, BBE, PCA/TDB, CZA/PJA, do caso base (Vb) e com as influencias do cromossomo gerado pelo AGH na barra de (TBM-Vc1), influencia do cromossomo (PCA/TDB-Vc2) e ambas as contribuições no caso (TBM + PCA/TDB-Vc3).

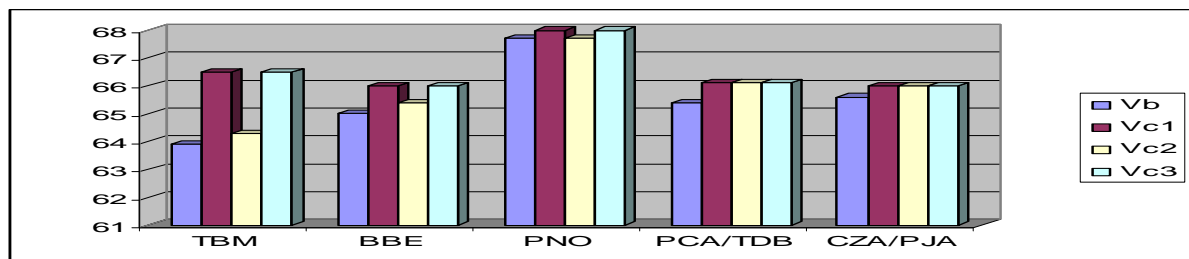


FIGURA 17 - Gráfico comparativo entre os módulos das tensões nodais das barras das subestações TBM, PNO, BBE, PCA/TDB, CZA/PJA, para o caso 3.

Os resultados dos 3 casos apresentados mostram que a ferramenta computacional desenvolvida atende ao objetivo proposto, ou seja, um sistema de gerenciamento e controle operacional de fluxo de potência utilizando técnicas de algoritmo genéticos, pois acata aos requisitos de otimização no sistema com o balanceamento das tensões nas barras do sistema de subtransmissão de 69 KV e reflete com a redução das perdas ativas no sistema pois as mesmas reduziram cerca de 9% em relação a condição de regime operacional de carga pesada do sistema caso Base. Quanto a aptidão do módulo AGH pode ser avaliado pelas figuras abaixo relativas à aptidão dos cromossomos TBM e PCA/TDB que produziram soluções viáveis que otimizaram o desempenho do sistema de subtransmissão 69KV da CEAL.

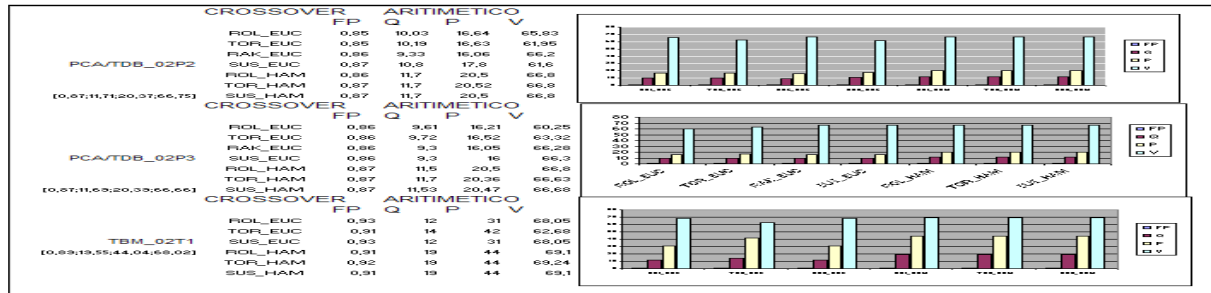


FIGURA 18 - Gráfico geração dos cromossomos mais adaptados para as soluções viáveis pelo módulo AGH comparativo entre os tipos de crossover.

4.0 ANÁLISE FINAL

Após as influências conjuntas dos melhores cromossomos gerados pelo módulo AGH nas subestações conjuntas (TBM, BBE, PNO, CZA/PJA e PCA/TDB), executando o módulo de fluxo de potência para obter as tensões nodais das barras e comparar com os casos acima descritos chegamos à condição de equilíbrio das tensões das barras do sistema de Subtransmissão de 69 KV de acordo com as figuras a seguir:

DIA	HORA	SE	P	Q	V	θ
19/12/2007	18:30:00	TBM	51.0	11.0	67,62	-10.10
		BBE	16.0	4.0	67,62	-7.60
		PNO	45.0	30.0	67,62	-4.30
		PCA/TDB	40.0	25.0	67,62	-4.50
		CZA/PJA	74.0	21.0	67,62	-6.20

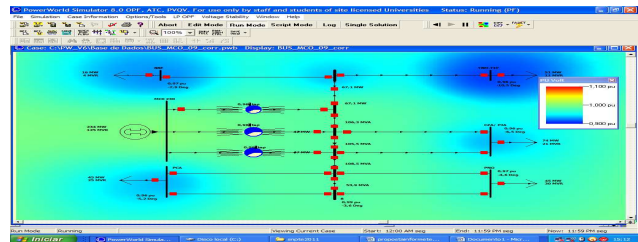


FIGURA 19 - Valores das variáveis de estado contribuição conjunta de todas as barras no fluxo de potencia

FIGURA 20 - Fluxo (Análise Final)

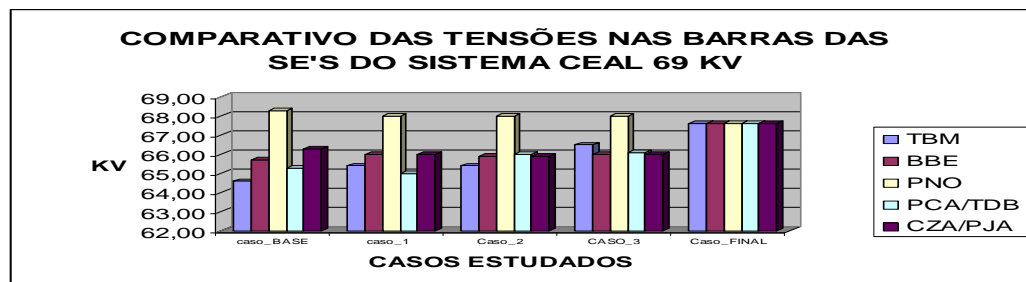


FIGURA 20 - Gráfico comparativo entre os módulos das tensões nodais das barras das subestações TBM, PNO, BBE, PCA/TDB, CZA/PJA, para os casos base, caso1, caso2, caso3 e caso final

5.0 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

O programa proposto neste trabalho é uma ferramenta híbrida com a técnica de algoritmos evolutivos e algoritmo determinístico os quais foram aplicados em conjunto para solucionar o problema de otimização apresentado. A aplicação do Framework dos algoritmos genéticos de Holland, com representação em ponto flutuante, se adequaram muito bem ao problema, definindo eficazmente e diversificadamente através dos tipos de *crossover* (aritmético, flat, discreto, heurístico e simples) tipo de seleção (roleta, *ranking*) e distâncias (Euclidiana, *Hamming*

e Euclidiana média) os melhores cromossomos variáveis de estado que constituíram elementos de entrada para a ferramenta de otimização combinatória fluxo de potência Newton – Raphson. O ambiente de utilização das simulações, algumas simplificações adotadas, como o sistema equivalente da regional de Maceió, cujo objetivo foi a aplicação como uma ferramenta computacional de suporte para o balanceamento das tensões nodais nas barras que compõem o sistema de subtransmissão da CEAL da regional Maceió – Alagoas. Como visto a ferramenta computacional programa FPAGH, proposto para atender a resolução de problemas na área de sistema de potência, tal como fluxo de potência onde requer características de versatilidade, robustez, simplicidade e eficiência, e ser capaz de lidar com diferentes tipos de anomalias sem grandes mudanças no programa principal, pois fazem uso de uma descrição genérica do que se deseja em uma boa solução através da função de adequação (*fitness*) e da função objetivo definido pelo balanceamento das tensões nodais do sistema. O algoritmo atendeu as expectativas visto que, pelos resultados apresentados, foram satisfatórios nas diversas modelagens efetuadas para o balanceamento das tensões nodais nas barras do sistema, sobretudo pelo enfoque adotado, aplicou-se a situação do sistema em regime permanente em carga pesada. Nesta condição operacional ocorrem as situações de desvios de tensões nas barras das subestações mais afastadas da barra fonte, estas ficando às vezes, fora do valor regulatório das tensões motivado pelo carregamento acentuado nos componentes do sistema: as linhas de subtransmissão, barramentos, transformadores e disjuntores, o que fornece um maior apoio na tomada de decisão no gerenciamento e controle do sistema em tempo real.

– BIBLIOGRAFIA

- (1) SOUZA, B., BRAZ, H., ALVES, H. Um Algoritmo Genético para configuração ótima de alimentadores de energia elétrica. 6º Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente – SBAI. Brasil.
- (2) PAMPONA, F. M. P., SOUZA, B. Algoritmo Genético aplicados ao projeto de filtros harmônicos passivos em sistemas elétricos de distribuição. In: Anais do 5ª Seminário Brasileiro sobre Qualidade de Energia Elétrica. Brasil.
- (3) VIEIRA, R.V., LOPES, M.A. Alinhamento múltiplo de DNA via Algoritmo Genético. III Encontro Nacional de Inteligência Artificial. Brasil.
- (4) GALLEGOS, R. A., ROMERO, R., Comparative Studies On Non-Convex Optimization Methods For Transmission Network Expansion Planning. IEEE Transactions on power Systems. EUA.
- (5) LINDEN, R., Algoritmos Genéticos: Uma Importante Ferramenta de Inteligência Computacional, Brasport. Brasil.
- (6) MACEDO, R.A. , SILVA FILHO, D. , COURY, D.V. e CARVALHO, A.P.L.F. Algoritmos Genéticos Aplicados à Estimativa de Componentes Harmônicos em Sistemas Elétricos de Potência. XIV Congresso Brasileiro de Automática. Brasil

7.0 DADOS BIBLIOGRAFICOS

Roberto .J.Correia da Silva - graduado em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Pernambuco (1976), mestrado em Modelagem Computacional do Conhecimento pela Universidade Federal de Alagoas (2008). Trabalha com Estudos de Sistemas Operacionais na Eletrobrás Distribuição Alagoas.

Roberta V. Vieira Lopes –possui graduação em Bacharel Em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Pará (1994) , mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal da Paraíba (1997) e doutorado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (2003) . Atualmente é Professor adjunto da Universidade Federal do Pará e Professor Adjunto I da Universidade Federal de Alagoas. Tem experiência na área de Ciência da Computação , com ênfase em Inteligência Artificial. Atuando principalmente nos seguintes temas: Algoritmo Genético.

Manoel Agamennon Lopes – Bacharelado em Matemática pela Universidade Federal de Pernambuco (1969), possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Pernambuco (1971), Mestrado em Matemática pela Universidade Federal de Pernambuco (1972) e Doutorado em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1981). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Alagoas. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Teoria da Computação e inteligência Artificial, atuando principalmente nos seguintes temas: computabilidade, problemas e decomposição de problemas, solução e especificação de problemas, Algoritmos Genéticos: teoria e aplicações.