

ALOCAÇÃO DE BANCO DE CAPACITORES EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO.

Augusto A. P. Campos¹ (EG), Hugo Xavier Rocha¹ (PQ)

¹Instituto Federal de Goiás, Campus Itumbiara.

Este artigo apresenta a criação de um software capaz de determinar pontos específicos de uma rede de distribuição ideal para instalação de bancos de capacitores. Através de simulação computacional calculando-se o efeito gerado pela instalação dos bancos de capacitores em cada ponto do sistema isolado. Uma vez calculado os efeitos, realiza-se uma avaliação e ao fim da simulação em que os pontos específicos que obtiver resultado satisfatório serão escolhidos para representar o local ideal para instalação física dos bancos de capacitores. O software será criado utilizando a metodologia de algoritmos genéticos, portanto, necessita-se esclarecer que o resultado obtido pode ou não ser o melhor, porém garante-se um bom lugar como resposta. A correção do fator de potência se faz necessária, uma vez que seu valor estiver fora dos padrões, pode-se ocasionar multas por desequilíbrio exagerado do sistema, onde essa cobrança é feita por parte da concessionária de energia elétrica. A responsabilidade do controle do fator de potência é de ambas as partes, seja a concessionária por entregar uma energia de qualidade e também do cliente que deve manter o seu sistema mais equilibrado possível com a rede. Portanto cria-se um algoritmo genético para determinar a alocação de bancos de capacitores é a determinação do número, localização e tamanho dos bancos de capacitores a ser instalada no sistema a fim de se alcançar uma boa regulação do sistema para diferentes níveis de carga. Com um bom controle através da instalação de bancos de capacitores todo o sistema se equilibra dentro de uma faixa aceitável determinado pela concessionária.

Palavras-chave: Otimização, Algoritmos Genéticos, Alocação de Bancos de Capacitores.

Introdução

Devido o crescimento constante da tecnologia, tornou-se possível analisar os problemas da rede elétrica e compreendê-los a partir de protótipos digitais ou simulações computacionais. A técnica de programação utilizando algoritmos genéticos pode ser de grande ajuda para determinação de um ponto ideal para alocação do banco de capacitores.

Um dos problemas encontrados pelas concessionárias de energia elétrica atualmente trata-se de conseguir manter o fator de potência da rede dentro da norma da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) (MARCO, 2010). Segundo o PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional) – Módulo 8 (Qualidade de Energia Elétrica) - Seção 8.3 : Para unidade consumidora ou conexão entre distribuidoras com tensão inferior a 230 kV, o fator de potência no ponto de conexão deve estar compreendido entre 0,92 e 1,00 indutivo ou 1,00 e 0,92 capacitivo, de acordo com regulamentação vigente. Como as grandes cargas utilizadas na configuração atual possuem comportamento indutivo devido aos motores, geradores e transformadores presentes na rede.

Uma rede elétrica constitui-se basicamente por três etapas, sendo elas: Geração, Transmissão e Distribuição. Para que todo esse processo se realize, diversos equipamentos são utilizados como: geradores, motores, transformadores e diversos tipos de carga sendo elas com comportamentos indutivos em sua maioria. Estes equipamentos apresentados acima necessitam de energias ativa e reativa, sendo a energia reativa para criação dos campos elétrico e magnético nas bobinas dos equipamentos e a energia ativa para execução do trabalho físico como rotação dos motores por exemplo. A partir destas duas energias estes equipamentos realizam seu funcionamento correto (EDGAR, 2015).

Outro problema encontrado pelas concessionárias de energia elétrica trata-se das perdas. Em alguns países com maiores investimentos no setor elétrico, estas não passam de 7%, porém no Brasil, segundo a ANEEL cerca de 7 % da energia produzida se dissipa na transmissão e 8 % na distribuição, chegando a cerca de 15% de perdas (MARCO, 2010).

Portanto, uma das maneiras de corrigir o problema tanto das perdas como correção dos níveis de tensão consiste na alocação de bancos de capacitores em determinados pontos específicos da rede. A partir das potências ativa (P) e reativa (Q) consumidas no sistema. Pois o efeito de alocar um banco de capacitor na rede, neutraliza os efeitos indutivos causados pelas cargas, melhorando assim a eficiência da rede e do sistema (KAGAN 2005).

O presente trabalho cria um algoritmo genético para determinar como deve ser alocado bancos capacitores ao sistema a fim de se alcançar uma boa regulação para diferentes níveis de carga.

Material e Métodos

Representação do Cromossomo e População:

Um cromossomo é definido por uma representação de uma possível solução do sistema. Para efeitos de simplificação, adota-se neste artigo apenas dois tipos de bancos de capacitores, sendo o primeiro de carga igual a 51,8KVAR, e o segundo de carga igual a 68,46 KVAR. Define-se aleatoriamente valores entre 0 e 2,

- 0 – Nenhum banco de capacitor instalado
- 1 – Bancos de 51,8 KVAR instalado
- 2 – Bancos de 68,46 KVAR instalado

O cromossomo fica representado, portanto por um vetor com a quantidade de barras do sistema com números entre 0 e 2. A figura 1 a seguir mostram como se representa um cromossomo.

Figura 1: Exemplo de Cromossomo

0	0	2	0	1	0	2	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Fonte: Adaptado de KAGAN, 2005

A população é definida por ser um conjunto de cromossomos, de tamanho fixo definido pelo programador. A figura 2 a seguir mostra como se representa uma população.

Figura 2: Exemplo de População

0	0	2	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	2	0	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1
1	2	1	0	0	1	1	0

Fonte: Adaptado de KAGAN, 2005

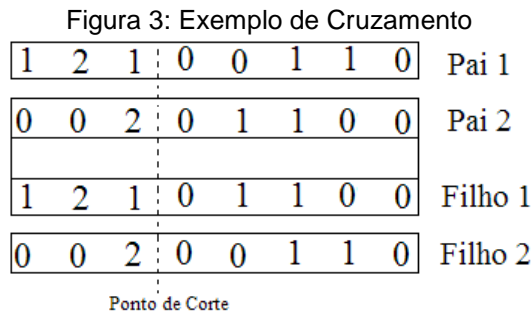
Avaliação da População:

A avaliação da população é realizada determinando o fator de potência geral de cada cromossomo. Conforme a representação do cromossomo realiza-se a compensação de reativos de acordo com sua respectiva potência. Ao fim da avaliação obtêm-se as potências ativas e reativas totais, assim como o fator de potência total do sistema.

Cruzamento e Mutação:

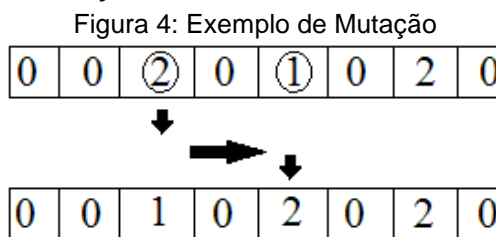
O cruzamento é realizado por meio de torneio, onde se gera três números aleatórios para representar a posição do cromossomo do futuro pai, porém escolhe-se o cromossomo que possuir melhor avaliação. Evidencia-se que todos os cromossomos possuem chances de ser escolhido, uma vez que a escolha da posição é feita de forma aleatória, porém os de melhor avaliação possui sua respectiva vantagem. Realizada a escolha dos pais, define-se aleatoriamente um ponto de corte, onde o primeiro filho terá as informações do início até o ponto de corte do pai 1, e após o

ponto de corte, recebe as informações do pai 2. O filho 2 é o processo contrário do filho 1. A figura 3 a seguir exemplifica este procedimento:



Fonte: Adaptado de KAGAN, 2005

A mutação é realizada trocando elementos do mesmo cromossomo, sendo escolhidos dois pontos aleatórios representando as posições a serem trocadas. O cromossomo fica, portanto na posição. A figura 4 exemplifica a mutação:



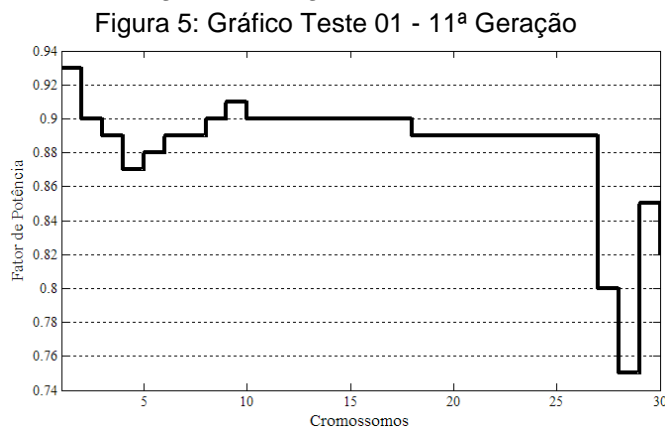
Fonte: Adaptado de KAGAN, 2005

Critério de Parada do Software:

O programa é executado basicamente por gerações, cuja, cada geração realiza todos os passos mostrados acima. Ao fim de cada geração realiza-se uma avaliação da nova população. Caso encontra-se um cromossomo com avaliação boa suficiente, ou seja, maior ou igual a 0,92 o programa foi executado corretamente e encontrou a solução desejada, caso não encontre deve-se iniciar uma nova geração.

Resultados e Discussão ou Relato de Caso

Utilizando um sistema genérico de testes como cromossomo de base, pode-se determinar uma boa solução para o problema de instalação dos bancos de capacitores. Os resultados apresentados neste artigo foram realizados em forma de tabela e gráficos para melhor visualização. Um teste realizado apresentou os dados da figura 5 a seguir.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

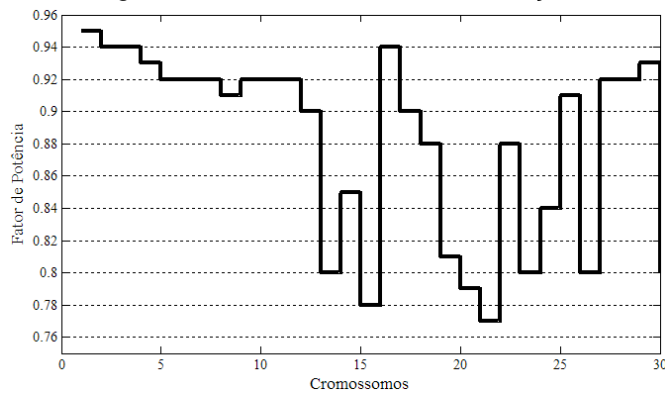
A tabela 1 a seguir apresenta o resultado final, ou seja, o melhor cromossomo, como segue:

Tabela 1: Resultado do Software 11ª Geração

A solução foi encontrada na 13ª geração									
Cromossomo Escolhido:									
1	2	2	2	1	1	1	0		
Seu Fator de Potência Apresentou a Seguinte Melhora:									
Fator de Potência Antigo:					0,67				
Fator de Potência Novo:					0,93				
PROGRAMA EXECUTADO COM SUCESSO									

Realizando outro teste, obtêm-se os resultados apresentados na figura 6 a seguir:

Figura 6: Gráfico Teste 02 - 16ª Geração



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A Tabela 2 a seguir apresenta o resultado final do software, evidenciando a melhor escolha do cromossomo que apresenta fator de potência igual a 0,95, com seu respectivo cromossomo e a melhora, ou seja, diferença entre fator de potência antigo e o novo após a correção dos reativos.

Tabela 2: Resultados do Software 16ª Geração

A solução foi encontrada na 16ª geração									
Cromossomo Escolhido:									
2	2	1	2	2	2	2	0		
Seu Fator de Potência Apresentou a Seguinte Melhora:									
Fator de Potência Antigo:					0,67				
Fator de Potência Novo:					0,95				
PROGRAMA EXECUTADO COM SUCESSO									

Conclusões

Os algoritmos evolucionários em geral são bastante utilizados para problemas muito complexos ou indetermináveis matematicamente. A configuração de banco de capacitores é um problema de alta complexidade e tem grande aderência aos algoritmos genéticos. A característica aleatória do Algoritmo genético faz com que diferentes execuções possam dar diferentes respostas, porém todas as respostas cumprem as especificações desejadas pelas normas. A programação exige certo nível

de entendimento lógico e técnico, mas com o software elaborado, podem-se realizar simulações na elaboração de sistemas de transmissão com alto grau de eficiência.

Referências Bibliográficas

- EDGAR, F.I. Alocação Ótima de Bancos de Capacitores em Sistemas Radiais de Distribuição Utilizando um Algoritmo Genético Especializado - Londrina, 2015.
- KAGAN, N. OLIVEIRA, C. C. B. ROBBA, E. J. Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica. 1ª Edição, São Paulo, Ed Edgard Blücher, 2005.
- KAGAN, N. SCHMIDT, H.P. OLIVEIRA, C.C.B. KAGAN, H. Métodos de Otimização aplicados a Sistemas Elétricos de Potência. São Paulo, Ed Edgard Blücher, 2005.
- MARCO, A.C.P. Alocação Ótima de Banco de Capacitores em Redes de Distribuição Radiais para Minimização das Perdas Elétrica. Revista de Inteligência Computacional Aplicada, No. 6, pp. 1-6.