

UTILIZAÇÃO DE ALGORITMO GENÉTICO NA DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE RESSONÂNCIA PARA UM FILTRO SINTONIZADO RLC.

Williamar P. Souza¹ (EG), Hugo X. Rocha¹ (PQ)

¹Instituto Federal de Goiás, Campus Itumbiara.

O sistema elétrico vem experimentando um aumento da sua capacidade de geração, transmissão e distribuição. Com isso há um aumento de cargas não lineares. A utilização dessas cargas constitui-se numa das maiores preocupações tanto das concessionárias quanto dos consumidores. Tais cargas conhecidas como “Não lineares” ou “Cargas Elétricas Especiais” provocam distorções de tensão e/ou corrente nas redes elétricas, comprometendo em boa parte dos casos, o perfeito funcionamento do sistema e seus equipamentos. Assim estudos destinados a construção de filtros para amenizar os harmônicos produzidos por estas cargas não lineares vem se tornando cada vez mais necessários. Propõe-se neste trabalho desenvolver um código utilizando Algoritmo Genético para implementação de um FILTRO SINTONIZADO onde o objetivo é descobrir quais os valores R (resistor), L (indutor) e C (capacitor) de um filtro ressonante com a rede elétrica de distribuição podendo ser usado na eliminação ou atenuação das distorções harmônicas do sistema. A estimativa dos resultados, uma característica inerente aos algoritmos genéticos, torna-se uma importante ferramenta na construção de conhecimento inerentes a criação dos filtros harmônicos haja vista a proximidade das soluções encontradas com os reais.

Palavras-chave: Algoritmo Genético; Ressonância; Filtro; .

Introdução

Os algoritmos genéticos são modelos computacionais utilizados para resolver problemas de otimização cujas soluções exatas não são conhecidas. Baseado no mecanismo da “evolução natural”, utiliza conceitos e técnicas do campo da genética, adaptados em algoritmos[6]. Quando aplicado a resolução de problemas ligado a filtros de sintonia costumam apresentar bons resultados. No entanto, como a maioria dos outros algoritmos a dificuldade é definir como será, ou qual equação, servirá de base para avaliar e /ou “julgar” o elemento da população. A escolha do número binário 0 e 1 é uma saída plausível para representação do cromossomo tendo em visto a facilidade e a rápida convergência. De acordo com as funções fitness determinadas escolhe-se o individual que melhor se adapta as condições impostas por estas funções, a saber, a RESSONANCIA (diferença entre as frequências) e a sensibilidade do filtro chamada de FATOR de QUALIDADE.

A maioria dos algoritmos genéticos seguem um padrão de desenvolvimento de seu algoritmo genético básico.

Inicialize a população;

Enquanto a condição de parada não é atingida faça:

 Calcule a aptidão de cada indivíduo da população;

 Selecione os pais;

 Execute o cruzamento;

 Execute a mutação;

 Avalie os resultados;

 Selecione os sobreviventes para compor a nova geração;

Fim enquanto;

A cada loop do algoritmo corresponde a uma geração. Eles são utilizados para otimizar uma função de aptidão, que gera informações a respeito do desempenho de cada cromossomo. O indivíduo mais apto tem mais chances de sobreviver e de se reproduzir. Com isso geram mais

sobreviventes na próxima geração(Rocha 2016). Os valores de Capacitância, Indutância e Resistencia para construção do filtro é obtido após todas as etapas de execução do algoritmo.

Neste trabalho foi desenvolvido um Algoritmo Genético para implementação de um filtro sintonizado onde o intuito é verificar quais valores de resistor, indutor e capacitor para que haja a frequência de ressonância, ou seja, onde a frequência da rede (dada por $v(t)=V*\text{sen}(wt)$ – tensão de alimentação) possa ser o mais próximo possível da frequência natural do sistema formado pelos elementos R,L e C. Os filtros sintonizados são circuitos ressonantes em série que, na frequência de sintonia ou de ressonância, apresentam baixa impedância resistiva.

Material e Métodos

Os pontos iniciais para construção de qualquer AG são: o cromossomo e a função de avaliação. Esta precisa ser escolhida de forma correta pois o cálculo da função de avaliação é o único elo entre o algoritmo genético e o problema proposto, e deve ser capaz de identificar todas as restrições e objetivos, ou seja, a função de avaliação deve ser específica para cada problema(Rocha 2016). Enquanto que o cromossomo deverá ser gerado aleatoriamente correndo risco de uma convergência precoce caso isso não ocorra (Marques 2015).

Devido a facilidade de manipulação dos números binários estes foram escolhidos para compor os genes do cromossomo conforme figura 1 abaixo.

Figura 1 – Cromossomo

0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fonte: Adaptado de Goldemberg 1989

Os valores de cada cromossomo são convertidos em decimais e posteriormente transformados em valores reais por meio de equações matemáticas.

A função de avaliação foi baseada na característica ressonante do sistema, ou seja, ajustando-se a frequência da fonte, existirá um valor de frequência em que esta impedância será puramente resistiva. Assim fazendo as reatâncias X_L e X_C iguais a zero e explicitando a frequência da fonte tem-se a frequência de ressonância (w_0) dependente somente dos valores de L e C. Com isso quanto menor a distancia entre a frequência da fonte (w_f) e frequência do circuito (w_0) melhor será sua avaliação (Garcia 2003).

$$w_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Eq. 1 - Frequência de ressonância

$$D = w_0 - w_f$$

Eq. 2 - Função de avaliação – 01 (FA1)

Ainda na função de avaliação considera-se o chamado fator de qualidade (Q). O fator de qualidade é um parâmetro adimensional definido (tanto para circuitos como para componentes) através da relação entre a máxima energia armazenada e a energia total dissipada por período (Garcia 2003). A fórmula usada foi:

$$Q = \frac{\sqrt{L/C}}{R}$$

Eq. 3 - Função de avaliação – 02 (FA2)

A avaliação do cromossomo é dada pelo somatório de FA1 + FA2. Em problemas com mais de uma função de avaliação há o risco de uma delas perder visibilidade diante da outra[9]. Diante disso normaliza-se as funções colocando-as numa mesma escala de importância. Logo após o

cálculo da avaliação dos cromossomos gerados implementa-se a seleção natural, onde o indivíduo mais capacitado possui maior probabilidade de gerar mais descendentes, enquanto que o menos capaz poderá ainda gerar descendentes, porém em uma escala menor (Goldemberg 1989). Para o método de seleção utiliza-se a roleta viciada onde a chance de cada cromossomo é dada conforme sua avaliação.

O cruzamento e a mutação dos indivíduos para gerar novos cromossomos com características diferentes foi implementado usando utilizando o método simples da escolha do ponto de corte.

Tendo em vista a existência de uma gama de valores de resistências, capacitâncias e indutâncias que podem ser usados para o desenvolvimento de um filtro sintonizado houve a necessidade de limitar os valores desses elementos para que o algoritmo não encontre valores não condizentes com a realidade.

Tabela 1: Limites dos componentes

Resistor (Ohms)		Capacitor (Faraday)		Indutor (Henry)	
Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	10e6	0.1	10e-3	0.1	10e-6

Os novos cromossomos criados a partir do processo evolutivo proposto pelo AG foram produzidos de acordo com um número de gerações em que 85% destas implementou-se por meio de cruzamento e 15 % através de mutação.

Tabela 2: Parâmetros do algoritmo genético

Nº de gerações	50
Cruzamento	0.85
Mutação	0.15

Resultados e Discussão ou Relato de Caso

Por ser um estudo com fins didáticos os resultados foram satisfatórios. Com uma população de 100 indivíduos e composta por cromossomos com 10 genes foi possível obter, através das simulações, valores testes de acordo com os limites reais dos elementos.

Tabela 3: Resultado do algoritmo genético

Individuo	45º
Resistor	1.047 Ohms
Capacitor	0.100 nF
Indutor	2.717 pF
Wo (freq RLC)	47497.11 Rad/s
Fator de qualidade	0.1567

O tempo de simulação foi desconsiderado na análise (tempo de execução: 5,54s) já que o processamento do código foi ligeiramente pequeno devido à natureza do problema.

Conclusões

Os algoritmos genéticos enquadram-se na categoria de algoritmos Evolucionários, que resolvem problemas utilizando ferramentas inspirados nos processos naturais de evolução, aplicando conceitos como mutação, seleção natural, reprodução e desempenho dentro de uma

população. A forma como são escolhidos os indivíduos que serão combinados para compor a população de uma nova geração pode influenciar significativamente os resultados finais. Neste trabalho foram analisadas as técnicas e implementação de um Algoritmo Genético básico. Embora o problema em análise seja simples e sua solução pudesse ser conseguida por meio de uma busca exaustiva, ela serviu de base para constatar tal eficiência, que pode ser usada em situações reais de maior complexidade.

Referências Bibliográficas

GARCIA, F. R.. Harmônicos em Sistemas Elétricos de Potência. IESA. Capacitores INEPAR.2003

GOLDBERG, D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. [S.l.]: Addison-Wesley Longman, 1989. (Artificial Intelligence). ISBN 9780201157673.

Rocha, H. X., Peretta I. S., Lima G .F. M., Boaventura R. S., Marques L. G. e Yamanaka K.. Statistical Decision Support for Fitness Function Formulation to Multi-Objective Evolutionary Algorithms: a Case Study on Computer Automated Exterior Lighting Design. IEEE. 2016

MARQUES, L. G. Um algoritmo genético para determinar o máximo de uma função utilizando “torneio” e “elitismo”. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Uberlândia. UFU. 2015