

Marque a opção do tipo de trabalho que está inscrevendo:

Resumo () Relato de Experiência () Relato de Caso

IMPLEMENTAÇÃO DA OTIMIZAÇÃO ESTRUTURAL PELO MÉTODO DA BUSCA HARMÔNICA EM UM PROGRAMA DE ANÁLISE ESTRUTURAL DE TRELIÇAS PLANAS

AUTOR PRINCIPAL: Fernando Luiz Tres Junior

COAUTORES:

ORIENTADOR: Guilherme Fleith de Medeiros

UNIVERSIDADE: Universidade de Passo Fundo

INTRODUÇÃO

Treliças são estruturas compostas de barras ligadas entre si por meio de nós rotulados em suas extremidades, local onde as cargas atuam. Por esse motivo, admite-se que seus elementos estejam submetidos a esforços normais, de tração ou compressão. Para uma mesma situação, diversos modelos podem ser utilizados, sendo sua escolha feita normalmente com base na experiência do projetista. A fim de facilitar esse processo e encontrar soluções mais eficientes, é possível lançar da mão de técnicas de otimização estrutural, que visam buscar a solução ótima para o problema. O presente trabalho tem como objetivo implementar o algoritmo da Busca Harmônica em um software, reduzindo o custo de estruturas e simplificando o dimensionamento das mesmas. Os resultados obtidos serão comparados com a bibliografia para atestar a eficiência do algoritmo.

DESENVOLVIMENTO:

Inúmeros modelos de treliças são capazes de suportar as solicitações para uma dada situação de projeto, sendo que sua escolha comumente é feita de modo iterativo, tendo como base a experiência do projetista, o qual busca, dentre outros aspectos, reduzir ao máximo o peso ou custo da estrutura. A utilização da otimização estrutural auxilia nessa escolha, através de um processo sistemático de busca, que apresenta eficiência superior ao lento processo manual de tentativa e erro.

Inicialmente, foi desenvolvido um programa para a análise estrutural de treliças planas utilizando o método dos deslocamentos, conforme já descrito em trabalho anterior (TRES JUNIOR, 2018). A partir dos resultados desse cálculo, é possível aplicar algoritmos de otimização estrutural, os quais podem ser matemáticos ou heurísticos. Devido as funções envolvidas no cálculo estrutural serem descontínuas, não convexas e possuírem diversos pontos de mínimo locais, estes últimos são mais eficientes.

A Busca Harmônica, inicialmente proposta por Geem, Kim e Loganathan (2001), é um método heurístico que vem se destacando em trabalhos recentes. Tendo como inspiração o processo de improvisação musical do Jazz, seu algoritmo busca a melhor harmonia a partir de tentativas repetidas,

propondo novas combinações entre as notas de cada instrumento. Nessa analogia, a melhor harmonia corresponde ao ótimo global e os instrumentos às variáveis do problema.

Seu algoritmo inicia com a definição do problema e parâmetros do método, como o tamanho da memória harmônica (HMS) e o número máximo de iterações (MI), dentre outros. Inicialmente é proposto um conjunto de soluções, geradas aleatoriamente dentro de um intervalo no caso deste trabalho. Após isso, são improvisadas novas harmonias de forma aleatória, que serão comparadas com as já existentes, salvando as melhores e descartando as piores. Esse processo se repete até que o critério de parada seja satisfeito.

Foi implantado no programa a otimização das seções transversais das barras, submetidas a restrições de tensões admissíveis, o que pode ser descrito da seguinte maneira:

Minimizar

$$f(x) = W = \sum_{i=1}^n \rho A_i L_i \quad (1)$$

Sujeito a

$$\frac{\sigma_i}{\sigma_a} - 1 \leq 0 \quad (2)$$

Onde W é o peso da estrutura, ρ é o peso específico do material, A é a área da seção transversal, L é o comprimento da barra, σ_i é a tensão atuante em cada barra e σ_a é a tensão admissível. Para os parâmetros do método, foram utilizados valores genéricos que futuramente serão estudados mais profundamente, com um MI = 5000.

Finalmente, para garantir a funcionalidade do algoritmo de otimização, utilizou-se um modelo de treliça com 10 barras amplamente utilizado para isso, conforme o anexo A. Souza (2014) obteve como resultado um peso de 19,43 kg, enquanto que com o programa desenvolvido neste trabalho se obteve 21,57 kg, como mostrado no anexo B. Isso corresponde a uma diferença de 9,93%, o que indica um valor aceitável, devido a necessidade de ajuste dos parâmetros e a baixa quantidade de iterações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O software cumpre de modo satisfatório o que foi proposto, atingindo valores para a função objetivo aceitáveis, através do Método da Busca Harmônica, ainda que um baixo número de iterações e sem a calibragem dos parâmetros do método. Na sequência, serão incluídos como restrições os deslocamentos da estrutura e a flambagem, bem como a possibilidade de otimizar a posição dos nós da treliça.

REFERÊNCIAS

- GEEM, Z. W.; LEE, K. S.; LOGANATHAN, G. V. A New Heuristic Optimization Algorithm: Harmony Search. **Simulation**, v. 76, n. 2, p. 60-68, fev. 2001.
- SOUZA, D. S. **Otimização estrutural de treliças com restrições de flambagem e de escoamento de materiais**. Projeto de Graduação-Engenharia de Controle e Automação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

VI SEMANA DO CONHECIMENTO

**UNIVERSIDADE EM TRANSFORMAÇÃO:
INTEGRALIZANDO SABERES E EXPERIÊNCIAS**

2 A 6 DE SETEMBRO DE 2019

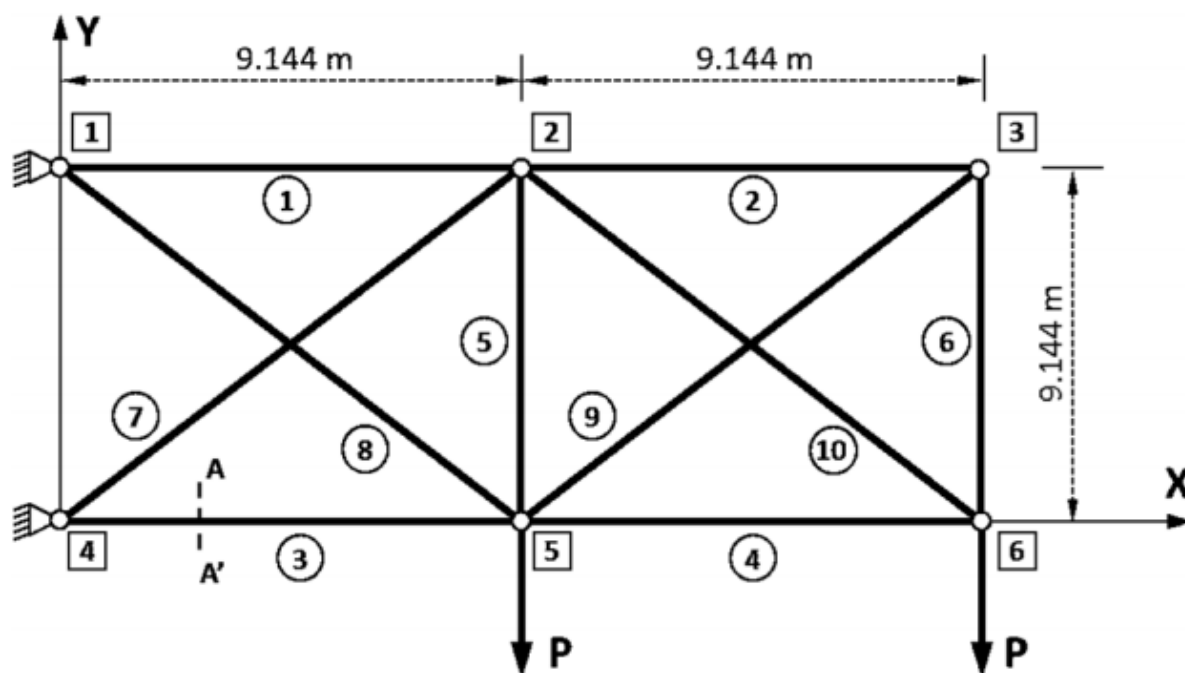


TRES JUNIOR, F. L. Desenvolvimento de um programa computacional para análise e otimização de treliças planas. In: V Seminário de Engenharia Estrutural, 2018, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo, 2018. p. 50-54.

NÚMERO DA APROVAÇÃO CEP OU CEUA (para trabalhos de pesquisa):

ANEXOS

ANEXO A – Treliça de 10 barras



Fonte: SOUZA, 2014.

ANEXO B – Resultado da Otimização Obtido com o Programa Desenvolvido

Calcular Esforços
Verificar Dimensionamento
Otimizar

Informações

===== Resultados =====

Barra 1:	Esforço: 87,5665 KN	Área: 150,6028 mm ²
Barra 2:	Esforço: 17,9847 KN	Área: 55,7466 mm ²
Barra 3:	Esforço: -91,7215 KN	Área: 199,0703 mm ²
Barra 4:	Esforço: -26,8373 KN	Área: 40,2327 mm ²
Barra 5:	Esforço: 15,9072 KN	Área: 99,4126 mm ²
Barra 6:	Esforço: 17,9847 KN	Área: 41,7617 mm ²
Barra 7:	Esforço: -60,4498 KN	Área: 10,9571 mm ²
Barra 8:	Esforço: 66,3259 KN	Área: 19,9038 mm ²
Barra 9:	Esforço: -25,4342 KN	Área: 69,9562 mm ²
Barra 10:	Esforço: 37,9537 KN	Área: 98,7144 mm ²

Valor da função objetivo: 21,5684 kg
Tempo decorrido: 78,139 segundos