

c Y u ` %o Y " fe i ^ i fl eZ]ÉZÉ{ Z Pfl u \
~ f {S Z ^É~]E Z] ~ mk f, ' . •]Y ° Àf ^ »

m.ghayedi@birjand.ac.ir, ~~XXXXXXXXXX~~ *ÉÉ
arsalan.najafi@iausepidan.ac.ir ~~XXXXXXXXXX~~ ~~XXXXXXXXXX~~ *
falaghi@birjand.ac.ir, ~~XXXXXXXXXX~~ ~~XXXXXXXXXX~~

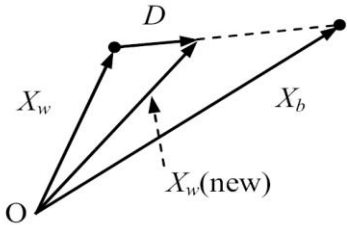
^ i ÉZ " e i { Z] É { Z Pfl u ÉY] , { ' E S É Z] ~ mk " f , ' . • Y] ° Àf ^ Z % » % ~ l i ° q fi .
% , Y ' | q fi , f ° • Y ` Z » \$ f % o Z » { ... Z]] i É { Z Pfl É Z Y fl u , ' e É Y d Y ' | ° ±] W r Y a Y c Y
{ Y Y { f ° \$ ' . É n f ' m ' u É À Z " fl , % , Y Y Z Z ... Y Y ' i % Y d Y f u Y Z R , ' . • W % Y ^ e P » »
{ Z fl « Y É { Z , { f S { Z ^ É ~] E Z] ~ mk " f , ' . • Y À f { f i } . fl fl » À i [Y ' m] % o | i { " f , ' .] • % Y
d ^ É f [Y É Y Y { % , Y fl Z » Z ° Y M < i % É { | i , Z f d] , Z » M { É j Z j » Y u ` % o Y " fe i ^ i fl e
. | Z } • Pfl u É Y {] m ' » ` É Z , Z]

~~XXXXXXXXXX~~ %o Y ' e " f i i fl e ~~XXXXXXXXXX~~ É Z] Y ' | i , fl

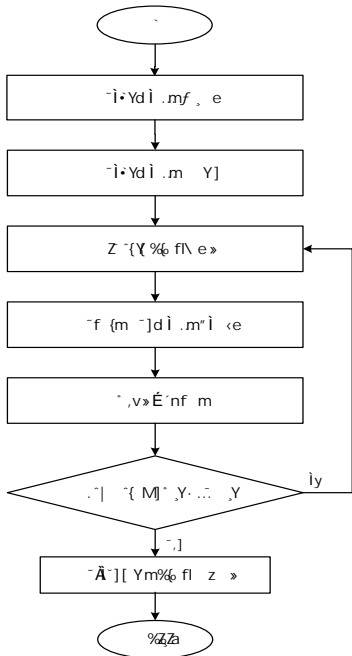
W A É Y É À Y Ä
Z É CHPED É A É Ä
É É É Z É É Ä
, e É Z A É A
É K É A É A É A
É Z É A É A
É É A É Y { É Y
É Z A É Y É Z
É É Ä É É
c É A É M É
branch and bound É Z É
É É É É
Ä %o Y c É É Z Y É A
É m %o Y A { É É É É
{ d É Y É A É É É A É
É Ä Ä Y É A É É É É É É
Z É É É Ä Z É É Y É %o
É É É É m Ä %o É É Ä {

» | < »
cogeneration °] Z É Z " Z] i Y { Z É Z V Z < é S Y
Ä É Ä Y É É Á c É É c Ä Ä Ä
É Á Z Ä É É { d Y É É O É
Ä hv] d Y É X Ä Ä É c Ä Ä Y
(CHPED) c É É A É Y
c Ä Ä Y É É É A É É É
É Ä É É M { A Y É É Ä É Z É
É É d É É É É É É Y
É Ä Ä É Ä Ä d Y É É
É Ä Y É A É É É Z É Y Ä
½ É É Ä Y É d Z { É A
Ä É É É | Z Y É , d Y dy Ä Ä Ä
| Ä d É i Ä É É É É É
Ä d Y É c Ä Ä É { É c Z É
É Y É É É É É É Z . Ä M Y É

$m < m_{max}$
 $y_1 < y_{max}$
 $\{ \dots \}$



$D = rand \times (X_b - X_w)$



$f = \min(f, Z)$

$m = m + 1$

$y = y + 1$

$Z = f(X)$

$f = \min(f, Z)$

$m = m + 1$

$y = y + 1$

$Z = f(X)$

$f = \min(f, Z)$

$D_i = rand \times (X_b - X_w)$
 $X_w^{new} = X_w^{old} + D_i$
 $-D_{max} \leq D_i \leq D_{max}$

$D_{max} = \max(|X_b - X_w|)$
 $D_{min} = \min(|X_b - X_w|)$
 $m = m + 1$
 $y = y + 1$

$Z = f(X)$
 $f = \min(f, Z)$

$m = m + 1$
 $y = y + 1$

$Z = f(X)$
 $f = \min(f, Z)$

$m = m + 1$
 $y = y + 1$

$Z = f(X)$
 $f = \min(f, Z)$

$$D_i = rand \times (X_b - X_w)$$

$$X_w^{new} = X_w^{old} + D_i$$

$$-D_{max} \leq D_i \leq D_{max}$$

$$D_{max} = \max(|X_b - X_w|)$$

$$D_{min} = \min(|X_b - X_w|)$$

$m = m + 1$

$y = y + 1$

$Z = f(X)$

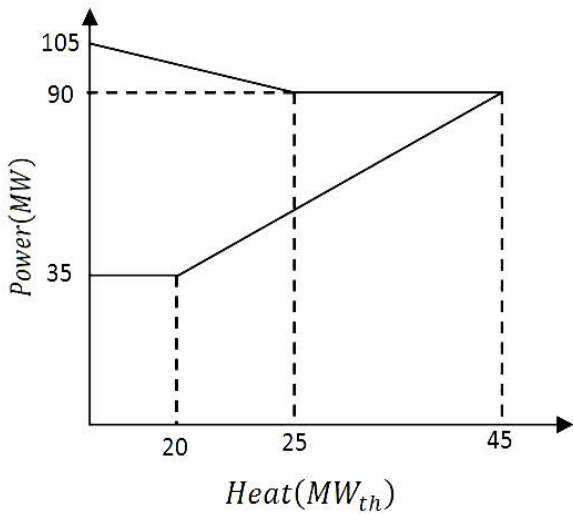
$f = \min(f, Z)$

$m = m + 1$

$y = y + 1$

$Z = f(X)$

$f = \min(f, Z)$



$$C_3(O_3, H_3) = 1565 + 20O_3 + 0.072O_3^2 + 2.3H_3 + 0.02H_3^2 + 0.04O_3H_3$$

$$C_1(T_1) = 950 + 2.0109T_1 + 0.038T_1^2$$

$$P_1 + O_1 + O_2 + O_3 = P_d$$

$$H_1 + H_2 + H_3 + T_1 = H_d$$

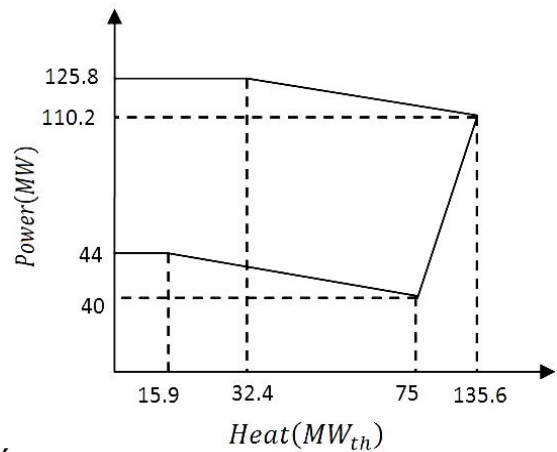
Á , É

- 1.158415842H₁ - O₁ - 46.88118818 ≤ 0
- 0.151162791H₁ + O₁ - 130.6976744 ≤ 0
- 0.067681895H₁ - O₁ + 45.07614213 ≤ 0
- 0.25H₂ - O₂ + 20 ≤ 0
- 2.333333333H₂ - O₂ - 83.333333333 ≤ 0
- 0.2727272727H₂ + O₂ - 60 ≤ 0
- 2.2H₃ - O₃ - 8.999999999 ≤ 0
- 0.6H₃ + O₃ - 105 ≤ 0
- 35 ≤ P₁ ≤ 135
- 0.00 ≤ T₁ ≤ 60

uY { °, °, ° } uZ

Z É{ Z ~À } a · · Yµ |, r f

Power/Heat	GA [5]	HS [7]	MSFLA
P1	199.22	134.67	135
O1	45.12	52.99	40
O2	15.82	10.11	10
O3	69.89	52.23	65
H1	78.94	85.69	75
H2	22.63	39.73	40
H3	18.40	4.18	14.49
T1	54.99	45.40	45.40
Pd	250	250	250
Hd	175	175	175
Total cost	12327.37	12284.45	12116.60



{ ' m ' } ÉZ Z Z] É{ Z ~À } a < » fÉY } · Y x Z a E

x Z a Z AÉi · ° Y d i ... m µ] | r , Z u { i } Z f u Y { ' ' } Y | u Y ° { °, ... } i u

(HS) Á Á M Á (GA) f i l f

Á d Y i a l É Y Ä

É Z {

Á d Y i a l É Y Ä

É Z {

Á d Y i a l É Y Ä

É Z {

Á d Y i a l É Y Ä

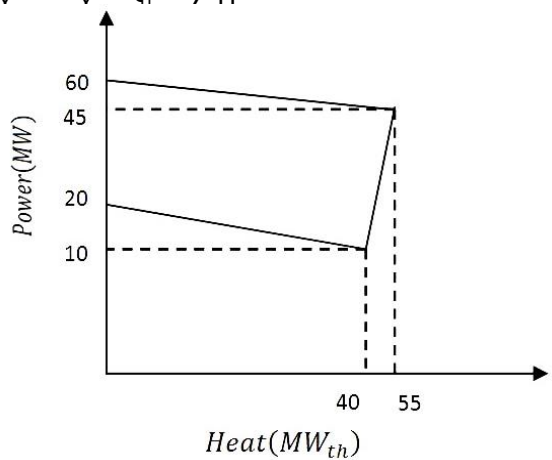
É Z {

Á d Y i a l É Y Ä

É Z {

Á d Y i a l É Y Ä

É Z {



uY { °, °, ° } uZ

- [18] M. Alinia Ahandani, N. Pourqorban Shirjoposht, R. Banimahd, "job-shop scheduling using hybrid shuffled frog leaping" Proceedings of the 14th International CSI Computer Conference IEEE, 2009.
- [19] J. Ebrahimi, S. H. Hosseinian, "Unit commitment problem solution using shuffled frog leaping algorithm, IEEE Trans. Power Systol. 26, No. 2, pp. 573-581, 2011.
- [20] T. Niknam, E. AzadFarsani, "A hybrid self-adaptive particle swarm optimization and modified shuffled frog leaping algorithm for distribution feeder reconfiguration" Engineering Applications of Artificial Intelligence Vol. 23, No. 8, pp. 1340-1349, 2010.
- [21] Janez Brest, Viljem Zumer, Mirjam Sepesy Maučec, "self-adaptive differential evolution algorithm in constrained real-parameter optimization" IEEE Congress on Evolutionary Computation 2006.
- [1] T. Guo, M.I. Henwood, M. Van Ooijen, "An algorithm for combined heat and power economic dispatch" IEEE Trans. Power SystVol. 11, pp. 1778-1784, 1996.
- [2] F.J. Rooijers, V. Amerongen RAM, "Static economic dispatch for co-generation systems" IEEE Trans. Power SystVol. 9, No. 3, pp. 1392-1398, 1994.
- [3] A. Rong, R. Lahdelma, "An efficient envelope-based branch-and-bound algorithm for non-convex combined heat and power production planning" Eur J Oper ResVol. 183, No. 1, pp. 412-431, 2007.
- [4] M. Sudhakaran, S.M.R. Slochanal, "Integrating genetic algorithms and tabu search for combined heat and power economic dispatch" Proc. of Conference on Convergent Technologies - Pacific Asia Region TENCON 1(2003) 67-71.
- [5] Y. H. Song, Q. Y. Xuan, "Combined heat and power economic dispatch using genetic algorithm based penalty function method" Electr Power Comp Syst. 26, No. 4, pp. 363-372, 1998.
- [6] C. T. Su, C. L. Chiang, "An incorporated algorithm for combined heat and power economic dispatch" Electr Power Syst ResVol. 69, No. 2-3, pp. 187-195, 2004.
- [7] A. Vasebi, M. Fesanghary, S. M. T. Bathaee, "Combined heat and power economic dispatch by harmony search algorithm" Int J Electr Power Energy SystVol. 29, pp. 713-719, 2007.
- [8] E.Khorram, M.Jaberipour, "Harmony search algorithm for solving combined heat and power economic dispatch problems, Energy Conversion and ManagementVol. 52, pp. 1550-1554, 2011.
- [9] Y. H. Song, C. S. Chou, T. J. Stonham, "Combined heat and power dispatch by improved ant colony search algorithm" Electr Power Syst ResVol. 52, pp. 115-121, 1999.
- [10] K.P.Wong, C. Algie, "Evolutionary programming approach for combined heat and power dispatch" Electr Power Syst Res. 61, pp. 227-232, 2002.
- [11] P. Subbaraj, R. Rengaraj, S. Salivahanan, "Enhancement of combined heat and power economic dispatch using self adaptive real-coded genetic algorithm" Applied EnergyVol. 86, pp. 915-921, 2009.
- [12] L.F. Wang, C. Singh, "combined heat and power dispatch based on multi-objective particle swarm optimization" Int J Electr Power Energy SysVol. 30, pp. 226-234, 2008.
- [13] V. N. Dieu, W. Ongsakul, "Augmented Lagrange Hopfield network for economic load dispatch with combined heat and power" Electr Power Comp SystVol. 37, No. 12, pp. 1289-1304, 2009.
- [14] S.S.S.Hosseini, A.Jafarnejad, A.H. Behrooz, A.H.Gandomi, "Combined heat and power economic dispatch by mesh adaptive direct search algorithm" Expert Systems with ApplicationsVol. 38, No. 6, pp. 6556-6564, 2011.
- [16] T. Hoang Huynh, "A modified shuffled frog leaping algorithm for optimal tuning of multivariable PID controllers" IEEE international conference 2008.
- [17] T. Hoang Huynh, D.Hoang Nguyen, "fuzzy controller design using a new shuffled frog leaping algorithm" IEEE international conference 2009.

Combined Heat and Power Economic Dispatch Using Modified Shuffled Frog Leaping Algorithm

Morteza Ghayedi^{1*}, Arsalan Najafi² and Hamid Falaghi³

1* - Corresponding Author: Department of Electrical and Computer Engineering, University of Birjand, Birjand, Iran.

2- Department of Engineering, Sepidan Branch, Islamic Azad University, Sepidan, Iran.

3- Department of Electrical and Computer Engineering, University of Birjand, Birjand, Iran.

^{1*}m.ghayedi@birjand.ac.ir, ²arsalan.najafi@iausepidan.ac.ir, ³falaghi@birjand.ac.ir

Abstract- In this paper a new method has been proposed to solve Combined Heat and Power Economic Dispatch (CHPED) based on Modified Shuffled Frog Leaping Algorithm (MSFLA). Difficulty on complexity of the problem is related to its constraints. This algorithm can satisfy constraints simply. This optimization algorithm has a wide spread search space and this characteristic helps to achieve optimum solutions. Application of MSFLA in CHPED problem has been simulated on two test cases. Numerical results show that MSFLA has proposed better solutions in comparison with other existing methods.

Keywords- optimization, combined heat and power systems, economic dispatch, modified shuffled frog leaping algorithm.