



Conference: Interdisciplinary Congress of Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics
and Information Technology
BOOKLET



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Sobre la síntesis óptima de mecanismos.

Authors: FOSTER-VÁZQUEZ, Ixshel Jhoselyn, PORTILLO-VÉLEZ, Rogelio de Jesús y
VAZQUEZ-SANTACRUZ, Eduardo.

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2019-192
BCIERMMI Classification (2019): 241019-192

Pages: 11
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

- 1) Introducción**
- 2) Metodología**
- 3) Resultados**
- 4) Conclusiones**
- 5) Referencias**

1) Introducción

El planteamiento del problema en el proceso de diseño en ingeniería es una tarea amplia y sumamente importante que necesita de diversas habilidades y conocimientos para obtener resultados satisfactorios y un diseño óptimo. En el caso particular de diseño de mecanismos y en específico de la síntesis de mecanismos planos la solución recae en el planteamiento del problema de diseño o síntesis del mecanismo y en este trabajo, se presenta el planteamiento del problema de síntesis dimensional de un mecanismo plano de cuatro barras para el seguimiento de trayectorias cartesianas.

Cinemática del M4B

$$\theta_4 = 2 \tan^{-1} \left(\frac{-B \pm \sqrt{A^2 + B^2 - C^2}}{C - A} \right) \quad (1)$$

$$\theta_3 = 2 \tan^{-1} \left(\frac{-E \pm \sqrt{D^2 + E^2 - F^2}}{F - D} \right) \quad (2)$$

$$A = 2r_4(r_1 \cos \theta_1 - r_2 \cos \theta_2)$$

$$B = 2r_4(r_1 \sin \theta_1 - r_2 \sin \theta_2)$$

$$C = r_1^2 + r_2^2 - r_3^2 + r_4^2 - 2r_1r_2 \cos(\theta_1 - \theta_2)$$

$$D = 2r_3(r_2 \cos \theta_2 - r_1 \cos \theta_1)$$

$$E = 2r_3(r_2 \sin \theta_2 - r_1 \sin \theta_1)$$

$$F = r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 - r_4^2 - 2r_1r_2 \cos(\theta_2 - \theta_1)$$

Cinemática del acoplador

$$\begin{aligned} P_x &= r_2 \cos \theta_2 + \Delta r_3 \cos \theta_3 + r_p \cos \alpha \\ P_y &= r_2 \sin \theta_2 + \Delta r_3 \sin \theta_3 + r_p \sin \alpha \end{aligned} \quad (3)$$

Trayectoria deseada

$$\begin{aligned} X_D &= a \cos \alpha + b \\ Y_D &= c \sin \alpha + d \end{aligned} \quad (4)$$

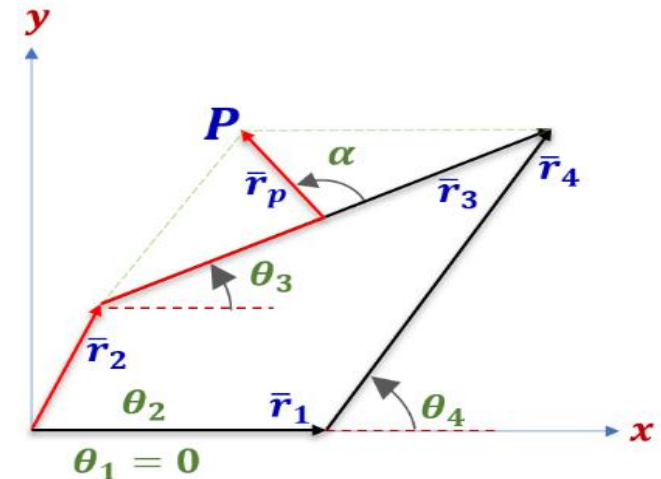


Figura 1 Mecanismo de cuatro barras.

1) Introducción

Algoritmos genéticos

Los algoritmos genéticos (AG) son métodos estocásticos que pueden usados en problemas de búsqueda [8].

Un esquema reducido del funcionamiento de un AG se presenta en un diagrama de flujo en la figura 2.

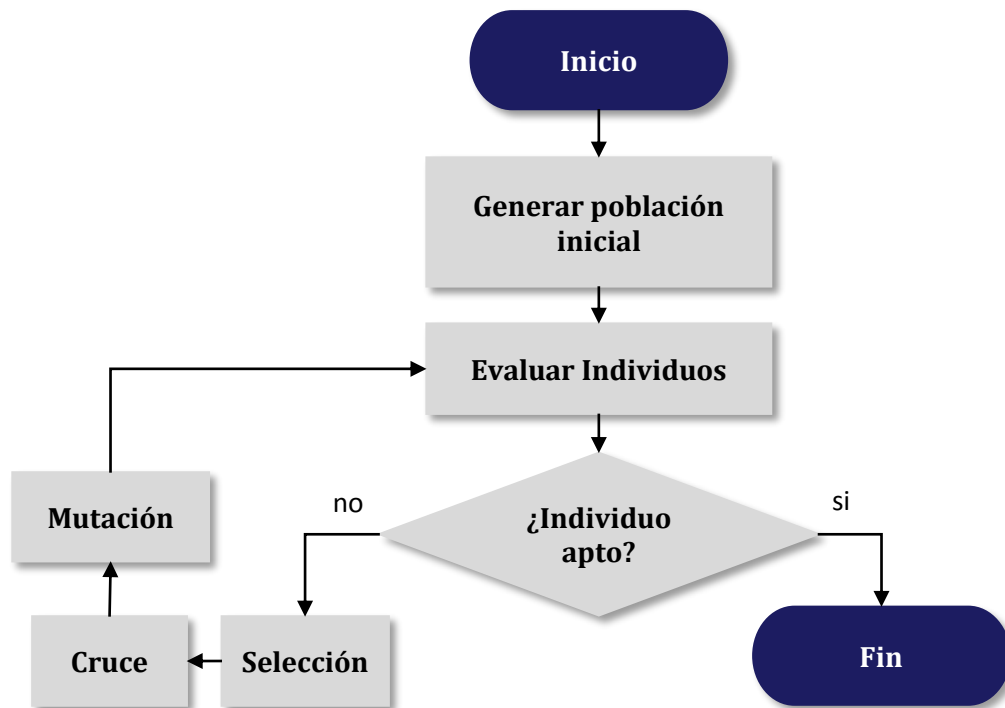


Figura 2 Diagrama de flujo del funcionamiento de un AG.

Estrategia de optimización

Función objetivo

$$I_e = \int_{i=1}^{n=12} \sqrt{(X_D - X_{sis})^2 + (Y_D - Y_{sis})^2} \quad (5)$$

Donde (X_D, Y_D) es la trayectoria deseada, (X_{sis}, Y_{sis}) es la trayectoria del M4B.

Vector de variable de diseño

Se establecen 4 vectores de diseño v en donde el subíndice representa el número de caso al que corresponde cada vector (ecuaciones 6-9).

$$v_1 = [r_1, r_2, r_3, r_4] \quad (6)$$

$$v_2 = [r_1, r_2, r_3, r_4, \theta_1] \quad (7)$$

$$v_3 = [r_1, r_2, r_3, r_4, \theta_1, l] \quad (8)$$

$$v_4 = [r_1, r_2, r_3, r_4, \theta_1, l, \alpha] \quad (9)$$

1) Introducción

Restricciones

Se establece como restricción el criterio de Grashof [10].

$$l + s \leq p + q \quad (10)$$

Problema de optimización del M4B

$$\min f(v_j) = \int_{i=1}^{n=1} \sqrt{(X_D - X_{Sis})^2 + (Y_D - Y_{Sis})^2}$$

$$v_j \in \mathbb{R}^q \quad \forall j = 1, \dots, 4$$

$$\forall q = 4, \dots, 7 \quad (11)$$

Sujeto a:

$$g_j(v_j) = r_1 + r_2 - r_3 - r_4 \leq 0 \quad \forall j = 1, \dots, 4 \quad (12)$$

Con

$$v_{j_{min}} < v_j < v_{j_{max}} \quad \forall j = 1, \dots, 4 \quad (23)$$

Tabla 1 Límites de las variables de diseño.

	r_1	r_2	r_3	r_4	T_1	L	α
$v_{1_{max}}$	250	250	250	250	-	-	-
$v_{1_{min}}$	5	5	5	5	-	-	-
$v_{2_{max}}$	250	250	250	250	2π	-	-
$v_{2_{min}}$	5	5	5	5	0	-	-
$v_{3_{max}}$	250	250	250	250	2π	50	-
$v_{3_{min}}$	5	5	5	5	0	5	-
$v_{4_{max}}$	250	250	250	250	2π	50	2.356 2
$v_{4_{min}}$	5	5	5	5	0	5	0.785 4

2) Metodología

1. Determinar el tipo de síntesis a realizar. En el caso de la síntesis dimensional se debe predefinir el mecanismo y la configuración que éste tendrá (caso del M4B).
2. Seleccionar la tarea que realizará el mecanismo, para el caso específico de este trabajo se desea realizar un seguimiento de trayectoria.
3. Obtener la cinemática del mecanismo y la cinemática del punto que seguirá la trayectoria deseada (acoplador).
4. Definir la trayectoria deseada.
5. Establecer la estrategia de optimización, para este trabajo se definió el problema de síntesis como un problema de optimización numérica.
6. Definir las partes matemáticas que conforman la estrategia de optimización:
 - a) Función objetivo.
 - b) Vector de variables de diseño.
 - c) Restricciones.
7. Definir el problema de optimización
8. Regresar a alguno de los pasos anteriores si es necesario.

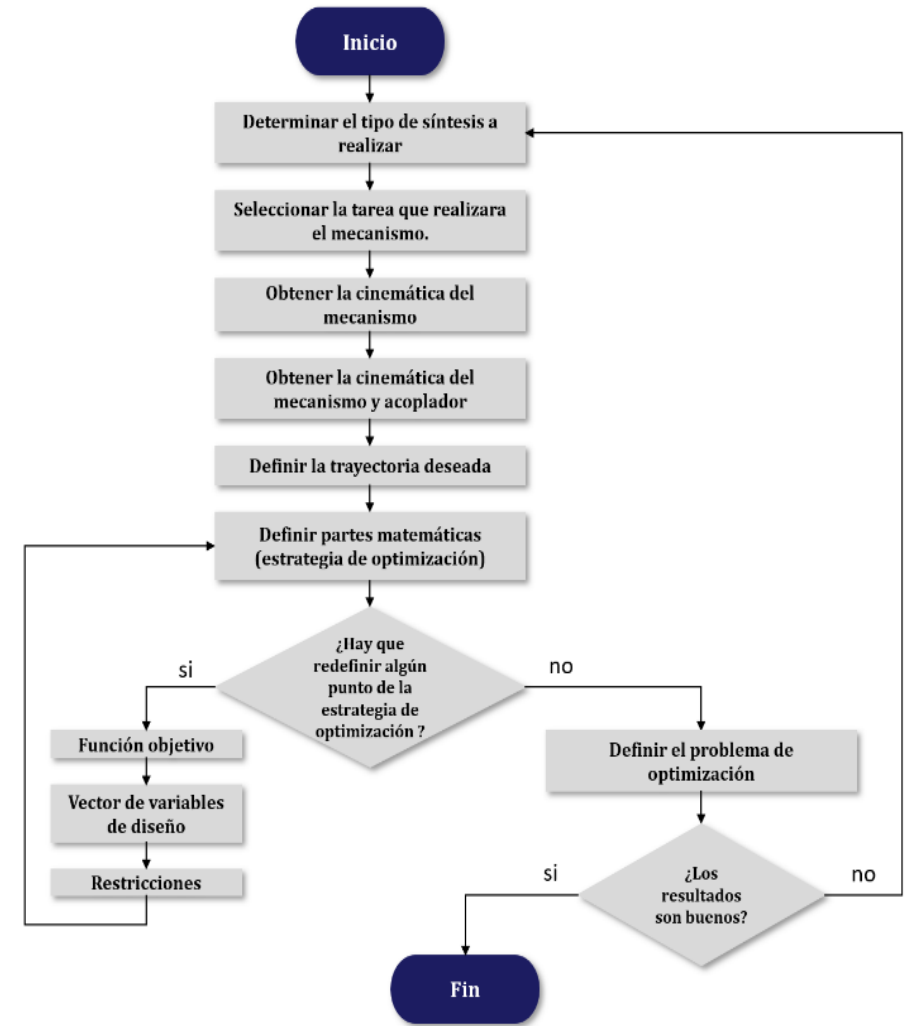


Figura 3 Diagrama de flujo de la metodología desarrollada.

3) Resultados

Se realizó un total de 10 ejecuciones por caso mostrando en cada una de ellas una tabla con los valores obtenidos para el vector de diseño en cada ejecución, señalando con rojo el mejor resultado, de igual forma se calcula la media del índice del error y se muestra el gráfico de la mejor ejecución con un acercamiento de la trayectoria obtenida por el mecanismo (puntos negros) y la trayectoria deseada (puntos magenta).

Caso 1

Tabla 2 Resultados obtenidos (caso 1).

Caso 1								
i	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	T ₁	L	α	I _e
1	231.0236	6.6091	128.4127	143.4484				29.5510
2	237.7877	6.5745	128.4832	149.3479				29.9959
3	211.0666	6.7550	128.2644	126.5215				28.1235
4	186.8320	6.9374	128.1137	107.6017				26.1658
5	210.8533	6.7394	128.3063	126.2508				28.1020
6	191.8653	6.9319	128.1578	111.1232				26.5773
7	166.5849	6.9687	128.1956	93.2492				24.3484
8	235.0136	6.5848	128.4259	146.9310				29.8156
9	166.3888	6.9849	128.2336	92.9997				24.3300
10	179.4612	6.9359	128.1081	101.8603				25.4971
Media:								27.2507

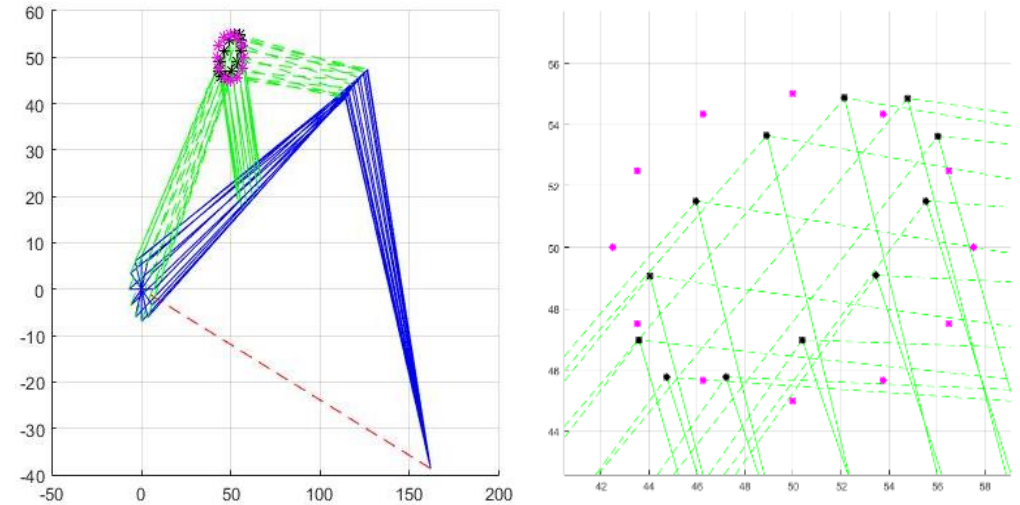


Gráfico 1 Mejor simulación del caso 1.

3) Resultados

Caso 2

Tabla 3 Resultados obtenidos (caso 2).

Caso 2								
i	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	T ₁	L	α	I _e
1	145.6917	6.9648	127.9558	144.4639	5.5237			23.6410
2	203.5805	6.6037	127.9732	244.6252	5.0153			25.4068
3	218.0685	6.7620	128.3919	191.4097	5.5730			22.5801
4	242.9845	6.8204	128.3785	218.5460	5.5232			22.6613
5	232.6078	6.9660	128.2462	189.3288	5.6865			23.5843
6	165.3105	6.5559	128.0184	199.5957	5.1451			25.5949
7	131.2447	7.1442	128.6181	84.9099	5.9631			22.6599
8	125.1093	6.9372	128.8100	26.6786	0.1401			22.5871
9	201.6851	6.9219	128.0636	131.9136	5.9428			25.4241
10	137.5530	6.8795	128.4157	59.6066	6.1887			22.8153
Media:								23.6955

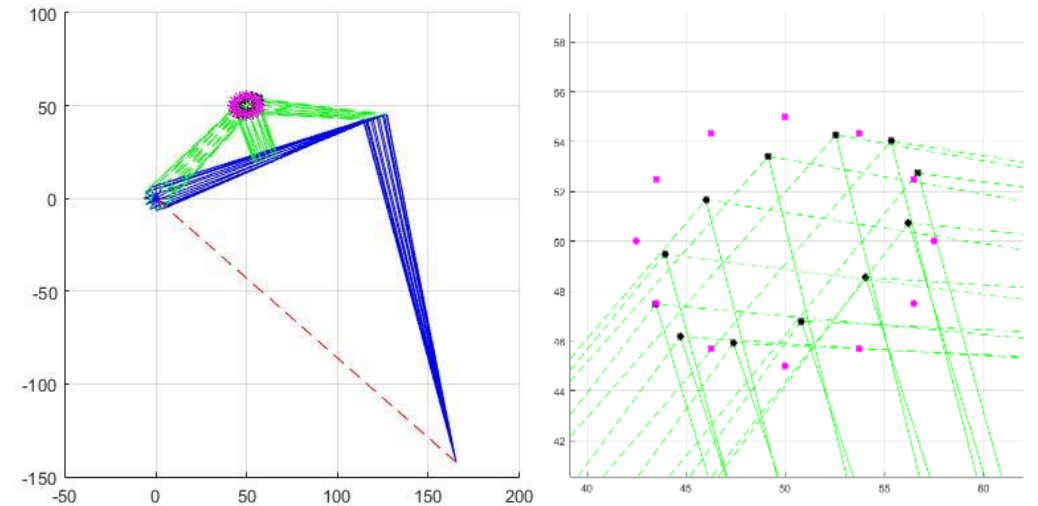


Gráfico 2 Mejor simulación del caso 2.

3) Resultados

Caso 3

Tabla 4 Resultados obtenidos (caso 3).

Caso 3								
i	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	T ₁	L	α	I _e
1	153.9084	7.0062	137.1742	93.2553	6.1847	17.2997		22.3316
2	135.2719	6.9688	140.9694	49.5856	0.3625	5.1223		22.6587
3	137.0405	6.9127	140.4376	125.2239	5.9790	10.5434		22.9546
4	229.9311	6.9782	140.7974	208.2330	5.8848	6.2591		22.8946
5	147.6846	6.9569	132.6814	161.7601	5.4889	24.3939		23.9540
6	213.0316	6.8777	140.5699	160.7404	6.1131	7.4838		23.8704
7	165.5003	6.7535	134.2640	134.2057	5.8393	22.5499		21.9751
8	235.3917	7.0052	140.3729	229.0826	5.7266	8.8340		22.3921
9	139.7309	7.1667	133.1650	119.6885	5.8065	24.4608		22.6343
10	151.2711	6.9362	140.4654	122.3300	6.0845	8.8270		22.3140
Media:								22.7979

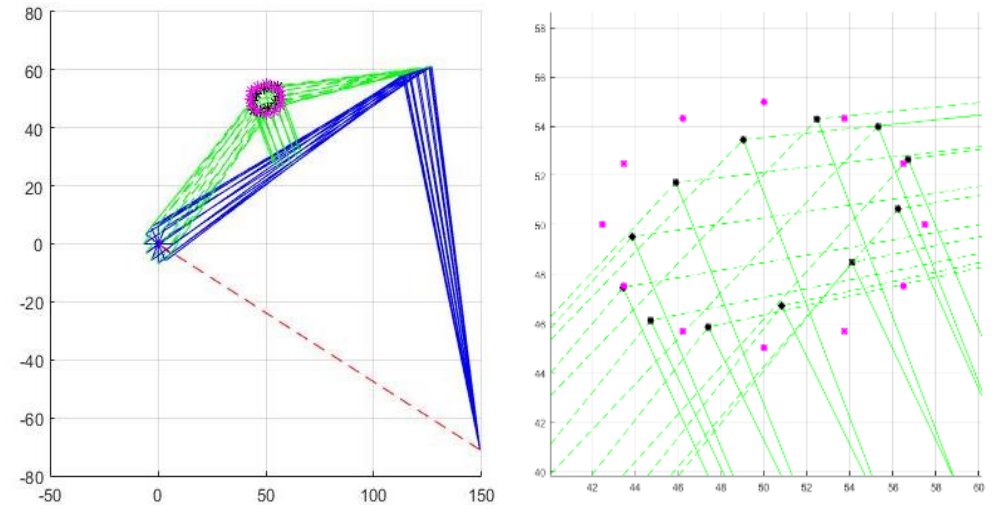


Gráfico 3 Mejor simulación del caso 3.

3) Resultados

Caso 4

Tabla 5 Resultados obtenidos (caso 4).

Caso 4								
i	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	T ₁	L	α	I _e
1	172.9458	6.9617	139.5134	154.9912	5.9690	6.1560	1.6844	22.7475
2	137.0335	7.0346	124.0013	89.5148	5.7167	43.6978	1.4308	22.3855
3	145.3412	6.8102	141.4225	58.2886	6.2060	31.9964	1.3421	20.2490
4	180.2819	7.0107	164.4672	100.8070	0.0215	18.0259	0.7871	19.5353
5	182.5428	6.3195	177.7622	228.1199	5.1044	49.6302	0.9156	18.1660
6	219.7560	7.0029	163.7498	182.4911	5.9472	17.4049	0.7854	19.3440
7	178.8710	6.9613	155.4893	149.4974	5.9669	15.5409	1.0116	19.7686
8	242.3427	7.0076	187.6942	128.4354	5.9834	48.9943	0.8303	17.1903
9	178.2687	6.5315	175.3324	203.5774	5.2997	45.3190	0.9284	17.8081
10	164.3418	6.8539	169.8412	109.4005	6.1595	23.5765	0.8117	17.8068
Media:								19.5001

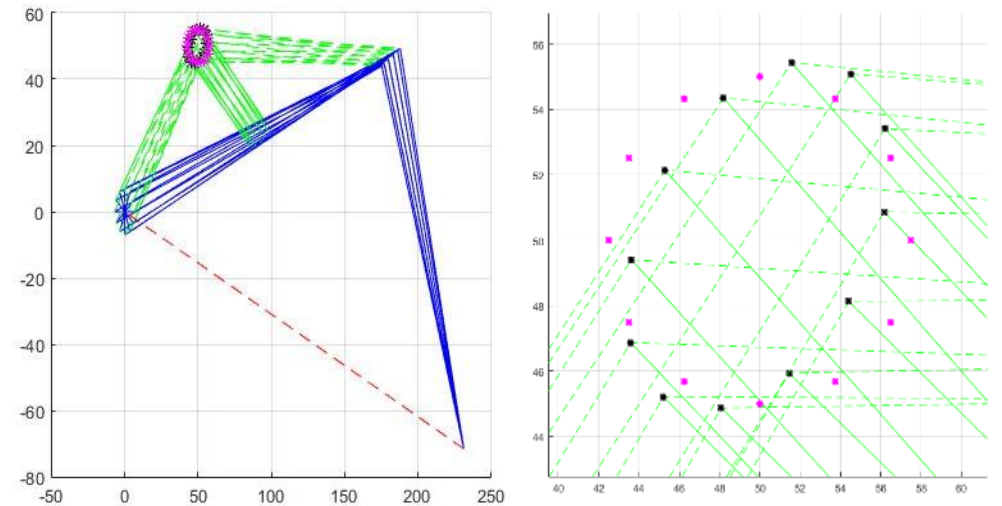


Gráfico 4 Mejor simulación del caso 4.

4) Conclusión

En este trabajo se presentan 4 casos, en cada uno de ellos se plantea un vector de diseño diferente o simplemente modificado. En los resultados se observa que gracias a la modificación del vector de diseño se va obteniendo un mejor resultado y éste se puede comprobar con el valor de la media siendo el caso 4, ejecución 8 el mejor resultado obtenido en este trabajo.

La importancia de un buen planteamiento influye en la obtención de resultados satisfactorios y puede reducir el tiempo de búsqueda de una o un grupo de soluciones, el presente trabajo comenzó con la necesidad de plantear un problema de optimización de síntesis dimensional utilizado como técnica numérica algoritmos genéticos.

La importancia de los resultados mostrados en este trabajo es la disminución del índice de error en función del cambio realizado en el vector de diseño y se considera que la contribución de este artículo esta situada en un contexto ingenieril y académico.

5) Referencias

- [1] Vallejo, J., Avil, R., Hernández, A., & Amezua, E. (1995). Nonlinear optimization of planar linkages for kinematic syntheses. *Mechanism and Machine Theory*, 30(4), 501-518.
- [2] Vasiliu, A., & Yannou, B. (2001). Dimensional synthesis of planar mechanisms using neural networks: application to path generator linkages. *Mechanism and Machine Theory*, 36(2), 299-310.
- [3] Quintero, H. F., TRUJILLO, G. C., & Arias, A. D. (2004). Síntesis de generación de trayectoria y de movimiento para múltiples posiciones en mecanismos, utilizando algoritmos genéticos. *Scientia et Technica*, 10(25), 131-136.
- [4] Cabrera, J. A., Simon, A., & Prado, M. (2002). Optimal synthesis of mechanisms with genetic algorithms. *Mechanism and Machine Theory*, 37(10), 1165-1177.
- [5] Vega-Alvarado, E., Santiago-Valentín, E., Sánchez-Márquez, A., Solano-Palma, A., Portilla-Flores, E. A., & Flores-Pulido, L. (2014). Síntesis óptima de un mecanismo plano para seguimiento de trayectoria utilizando evolución diferencial. *Research in Computing Science*, 72, 85-98.
- [6] Shigley, J. E., Uicker, J. J., Pérez, J. H., & de Contín, H. C. (1983). *Teoría de máquinas y mecanismos* (No. TJ145. S54 1983.). México; McGraw-Hill.
- [7] Moreno, R. P. (2006). *Análisis de mecanismos y problemas resueltos*. Alfaomega.
- [8] Goldberg, David E., *Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning*, Addison-Wesley, 1989.
- [9] Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2007). *Métodos numéricos para ingenieros*. McGraw-Hill.
- [10] Grashof, F. (1875). *Theoretische Maschinenlehre. I* (Vol. 2). Voss.
- [11] Norton, R. L. (1995). *Diseño de maquinaria: Una introducción a la síntesis y al análisis de mecanismos y máquinas* (No. TJ230. N677 1994.).



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)