

DISEÑO DE CALIBRADOR PARA JUNTAS HOMOCINÉTICAS TIPO RZEPPA

Daniel Fernando García Meraz

Instituto Tecnológico de Celaya

daniel.garcia@hotmail.com

Álvaro Sánchez Rodríguez

Instituto Tecnológico de Celaya

alvaro.sanchez@itcelaya.edu.mx

Benjamín Arroyo Ramírez

Instituto Tecnológico de Celaya

benjamin.arroyo@itcelaya.edu.mx

Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo de un calibrador para la medición de características específicas en las juntas homocinéticas tipo Rzeppa, con el fin de obtener una máquina que pueda actuar con rapidez, confiabilidad y robustez con el objetivo de mejorar el tiempo de cambio de herramientas al momento de medir los modelos con los que cuenta el sector, realizando de manera pronta, precisa, segura y a pie de máquina las mediciones, disminuyendo así los tiempos muertos en traslado y medición con los que cuenta la industria automotriz.

Palabra(s) Clave(s): Calibrador, Escaneo, Homocinética, Junta, Rzeppa.

1. Introducción

Una flecha de velocidad constante, es una pieza que consta de distintos elementos y tiene como finalidad conectar dos ejes dispuestos longitudinalmente, que a pesar de no ser continuos, permite que la velocidad entre ellos sea igual en todo momento, Este tipo de transmisiones está sometida a movimientos oscilatorios de la suspensión y los movimientos giratorios de la dirección, y por lo tanto debe ser articulada. La junta homocinética es una unión articulada, una especie de rotula compleja que permite estos

movimientos sin que por ello las ruedas pierdan tracción ni la transmisión de movimiento se vea afectada. Existen dos tipos de juntas que conforman una junta flecha de velocidad constante, las juntas homocinéticas del tipo Rzeppa o junta fija y una junta llamada Glaencer-Spicer o también llamada junta deslizante que suelen utilizarse en combinación, esta última se monta en el lado de la caja de cambios y la junta fija en el lado de la rueda, pues trabaja perfectamente bajo condiciones de gran angularidad y torsión.

La Junta fija consta de seis bolas que se alojan entre la pista y la campana que mantienen su disposición mediante el elemento jaula, la campana se acopla al elemento conducido, es decir la rueda, por otro lado la pista se conecta al elemento conductor unido por medio de un eje a la junta deslizante que sale de la caja de cambios, la disposición angular de la junta hace que sean dos bolas las que transmiten el par mientras que las otras cuatro aseguran el plano bisector, elementos dispuestos como se muestra en la figura 1.



Fig. 1. Configuración de una junta tipo Rzeppa.

Considerando la particular geometría que presenta este tipo de juntas, es necesario utilizar un instrumento de medición directa utilizando un puntero o palpador físico. Con este instrumento se puede ir escaneando la superficie de la guía con el objetivo de obtener una serie de puntos que posteriormente se enviarán como una serie de datos de las coordenadas a un registro que codificará y procesará los puntos obtenidos. Posteriormente, es posible obtener una figura que muestre la geometría que resulta de los procesos de maquinado a los que la campana es sometida, y así mediante la aplicación de una formulación establecida con base en los planes de control del producto, puedan ser analizados los datos de medición para obtener los ángulos de contacto, el claro de vértice y la conformidad con centésimas de milímetro de error.

2. Desarrollo

El ángulo de contacto, el claro de vértice y la conformidad son características que presentan las campanas y las pistas en donde se involucra una geometría especial que define el contacto de las bolas con los elementos antes mencionados. Con el fin de asegurar el buen funcionamiento y la vida útil de la flecha, el correcto ensamble de la junta es vital, es por ello que las tolerancias suelen muy cerradas para no atraer problemas posteriores como pueden ser la presencia de ruido, vibración y desgaste que pueden comprometer la cinemática de la junta, fig. 2.

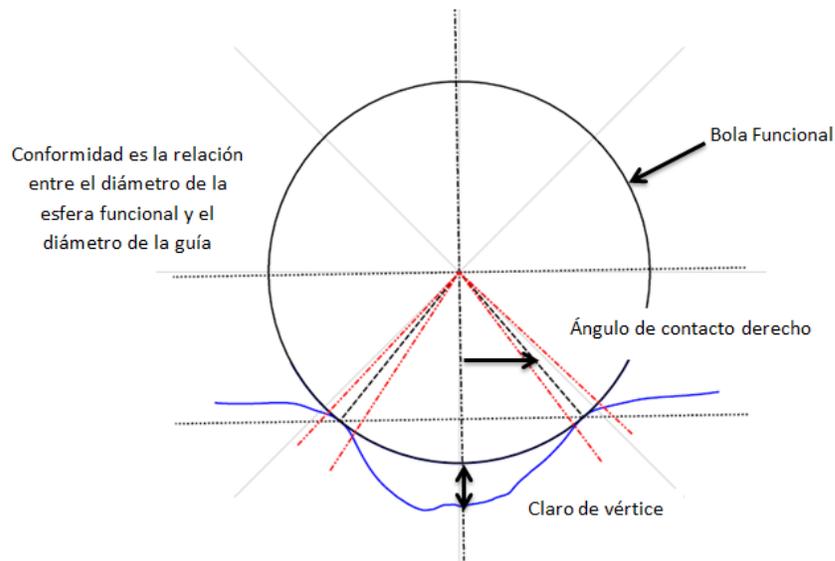


Fig. 2. Características a medir en el contacto de la bola y la guía.

Las variables que rigen la geometría de las características se muestran a continuación en la fig. 3:

δ = Ángulo de Presión

Ψ = Conformidad = R (Radio de la guía) / r (Radio de la bola funcional)

r = Radio de la bola funcional

Δg = Claro de vértice

a = Lado mayor de la elipse en la guía

b = Lado menor de la elipse en la guía

e = Distancia del centro de la elipse al centro de la bola funcional.

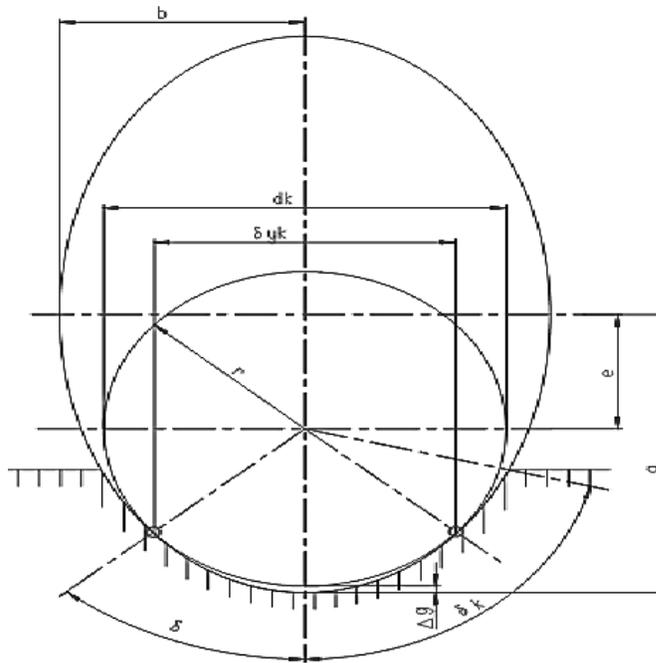


Fig. 3. Geometría de la guía en la campana.

La bola funcional permanece constante dependiendo del tipo y modelo de la junta. El radio de la bola (ecuación 1.1) puede ser calculado de la siguiente manera:

$$r = \sqrt{\frac{b^4}{a^2(\cos \delta)^2 + b^2(\sin \delta)^2}} \quad (1.1)$$

Dados los valores para Ψ , δ , y r . Se puede calcular a , b , Δg y e utilizando la siguiente formulación:

$$a = r \frac{\sqrt{\Psi} (\sin \delta)^2}{1 - \Psi (\cos \delta)^2} \quad (1.2)$$

$$b = r \frac{\sin \delta}{\sqrt{1 - \Psi (\cos \delta)^2}} \quad (1.3)$$

$$\Delta g = r \left\{ \frac{(\sqrt{\Psi} - 1)(1 - \cos \delta)}{1 + \sqrt{\Psi} \cos \delta} \right\} \quad (1.4)$$

$$e = r \left\{ \frac{(\Psi - 1) \cos \delta}{1 - \Psi (\cos \delta)^2} \right\} \quad (1.5)$$

La medición de éstas características afecta directamente a la producción, pues el tiempo de medición de campana y pista en la liberación de cambios de modelo y

puestas a punto para el control de calidad, suele durar en una máquina de coordenadas convencional alrededor de 13 minutos en realizar el ciclo de medición de una campana completa, sin embargo una máquina de mayor capacidad de procesamiento de datos o velocidad de medición puede llegar a tardar 8 minutos aproximadamente, con casi la misma exactitud y precisión que brinda nuestro calibrador (Fig. 4).

Existen distintas formas de medir el ángulo de contacto pero dada la precisión requerida en los planes de control del producto, los métodos de inspección donde el ser humano interviene de manera directa, inherentemente trae consigo errores.

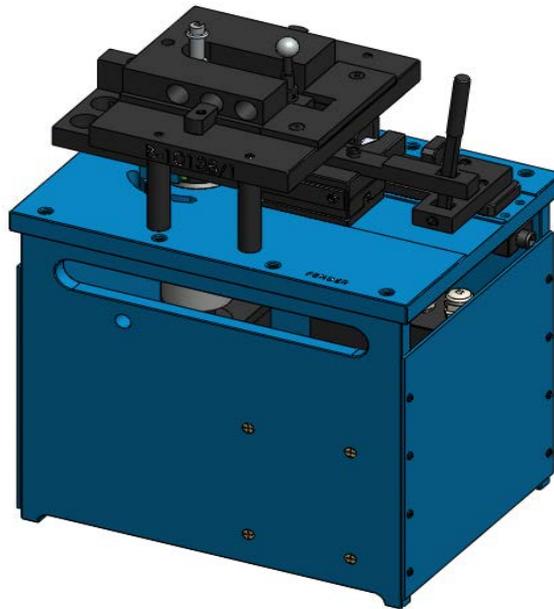


Fig. 4. Calibrador para la medición del ángulo contacto, claro de vértice y conformidad.

Las mediciones en máquina de coordenadas consumen mucho tiempo, debido al tiempo de alineación, estrategia de medición, programación, velocidad de movimiento de la máquina, etc. por esta razón se desarrolló un calibrador que mide el ángulo de contacto, claro de vértice y conformidad, con un software que puede ser utilizado de manera libre con un macro de Excel a partir de un block de notas (Fig. 5), pues esta tarea se venía realizando con un software especializado y que debido a una mala selección, estaba en portugués lo que causo rechazo inmediato al momento de ponerlo a trabajar en la línea de producción.

Line	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4
31	-3.75183	1.033229	1.20062	1.027286
32	-3.35175	1.030357	1.40069	1.029088
33	-3.35166	1.027722	1.60075	1.033373
34	-3.15157	1.025968	1.80082	1.037341
35	-2.95148	1.025193	2.00089	1.042000
36	-2.75139	1.025069	2.20096	1.047295
37	-2.55131	1.025131	2.40103	1.052722
38	-2.35122	1.025007	2.60110	1.057419
39	-2.15113	1.024498	2.80117	1.060570
40	-1.95104	1.023528	3.00123	1.061767
41	-1.75095	1.022083	3.20130	1.061150
42	-1.55086	1.020222	3.40136	1.059308
43	-1.35077	1.018121	3.60143	1.057018
44	-1.15068	1.016044	3.80149	1.054953
45	-0.95059	1.014264	4.00156	1.053347
46	-0.75050	1.013027	4.20162	1.053028
47	-0.55041	1.012552	4.40169	1.053501
48	-0.35032	1.013005	4.60175	1.054887
49	-0.15023	1.014435	4.80182	1.056805
50	0.04986	1.016745	5.00188	1.058617
51	0.24995	1.019675	5.20194	1.059757
52	0.45004	1.022790	5.40200	1.060091
53	0.65013	1.025479	5.60207	1.060001
54	0.85022	1.027061	5.80213	1.060093
55	1.05031	1.026998	6.00219	1.060774
56	1.25040	1.025188	6.20225	1.062035
57	1.45049	1.022181	6.40231	1.063575
58	1.65058	1.019124	6.60237	1.065144
59	1.85068	1.017305	6.80243	1.066783
60	2.05077	1.017504	7.00249	1.068738
61	2.25086	1.019582	7.20256	1.071108
62	2.45095	1.022591	7.40262	1.073577
63	2.65104	1.025325	7.60267	1.075511
64	2.85114	1.026921	7.80273	1.076368
65	3.05123	1.027149	8.00279	1.076100
66	3.25132	1.026370	8.20285	1.075224

Fig. 5. Puntos recolectados por el calibrador para juntas Rzeppa.

Para la realización del movimiento de desplazamiento vertical para el ajuste del gap que se tiene entre los modelos de las distintas campanas y pistas de la junta (Fig. 6), se diseñaron algunos tipos de leva, una radial, una cilíndrica y otra de cuña, todas ellas diseñadas de acuerdo a los puntos de medición que se toman a partir de los planes de control del producto, evaluando el ambiente en donde se expone la máquina se determina que la mejor opción para éste caso sería utilizar la leva cilíndrica debido a que ocupa menos espacio y los rodamientos no quedan expuestos al polvo del ambiente, lo que puede posteriormente dificultar su movimiento.

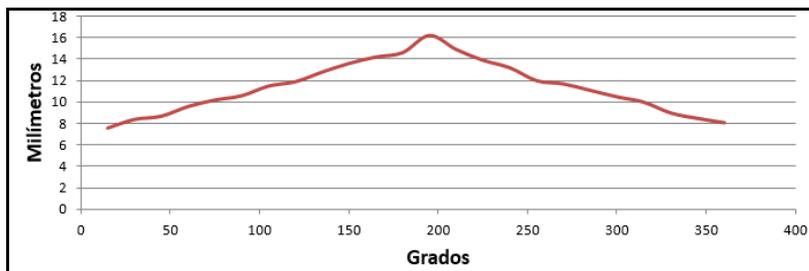


Fig. 6. Movimiento de la leva, Ángulo vs Desplazamiento.

3. Interfaz

Debido a las complicaciones que se han tenido con el uso de software Trackform Análisis, pues aparte de ser complicados, caros y necesitan de mantenimiento para su

buen funcionamiento, es por ello que se ha optado por el manejo de un software más común como Excel (Figura 7), que se encuentra en la mayoría de las computadoras con las que cuentan las empresas. De esta manera podemos asegurar la accesibilidad y la homogenización de la interfaz de medición, la gran ventaja de Excel es que resulta muy flexible para este tipo de aplicaciones por la gran cantidad de datos que puede manejar y la presentación de resultados.

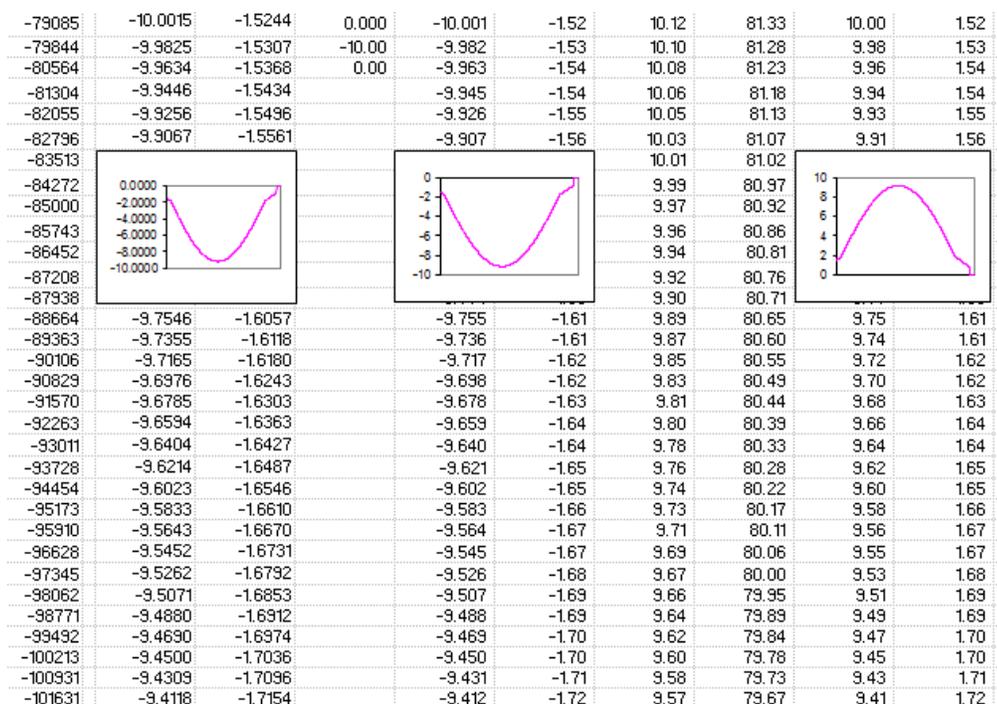


Fig. 7. Puntos coordenados del escaneo de la guía.

4. Resultados

Como resultados tenemos el diseño integral de un calibrador capaz de cumplir con los requerimientos necesarios en la industria del sector automovilístico obteniendo así productos que cumplen con los estándares de calidad en cuanto a dimensiones se refieren siendo capaz de medir en un tiempo de no más de un minuto.

Como primer resultado podemos remarcar el diseño mecánico con el que se trabajó en el calibrador, de manera que todas las partes pudieran trabajar en conjunto tratando de ser lo menos invasivo, lo más preciso y lo más flexible, pues en todo momento se pensó en dejar inalterables las condiciones dimensionales de los elementos a medir y en que

el calibrador no se limitara a medir un solo modelo, tratando de obtener siempre el resultado más real, todo esto gracias a la disposición y al diseño que se manejó. Otro resultado que se desprende del proyecto es el uso de un macro de Excel que nos facilitó el manejo de los datos gracias a su flexibilidad, a sus herramientas gráficas para la presentación de resultados (Fig. 8) y a su fácil acceso.

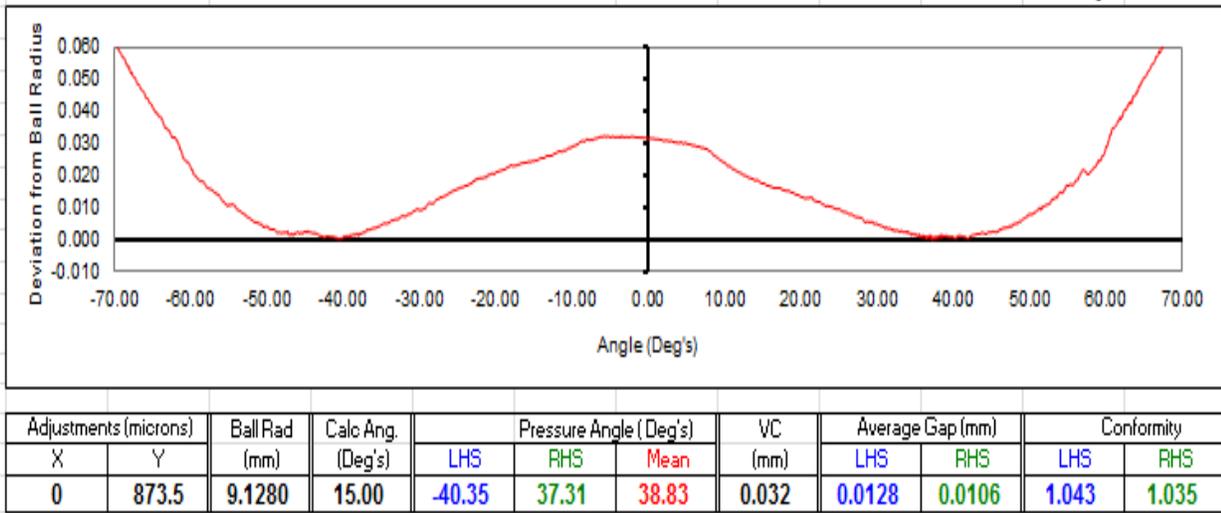


Fig. 8. Presentación de resultados en Excel.

5. Discusión

Como principales ventajas del calibrador podemos encontrar la flexibilidad que se maneja con Excel, la apertura para la medición que obtuvimos con el diseño mecánico de distintos elementos y la homogenización de un macro que puede ser capaz de adaptarse a máquinas que realizan escaneo coordinado. Como desventajas podemos mencionar el uso de un material que no era el mejor debido a que la empresa para la cual se realizó el proyecto cuenta con estudios de los materiales utilizados para la fabricación de calibradores por lo que resulta más cómodo para ellos utilizar los materiales con los cuales se encuentran familiarizados, además este calibrador sólo será utilizado por un periodo corto de tiempo pues se lleva a cabo un proyecto que pretende estandarizar los sistemas y máquinas de medición que se manejan en el sector automotriz.

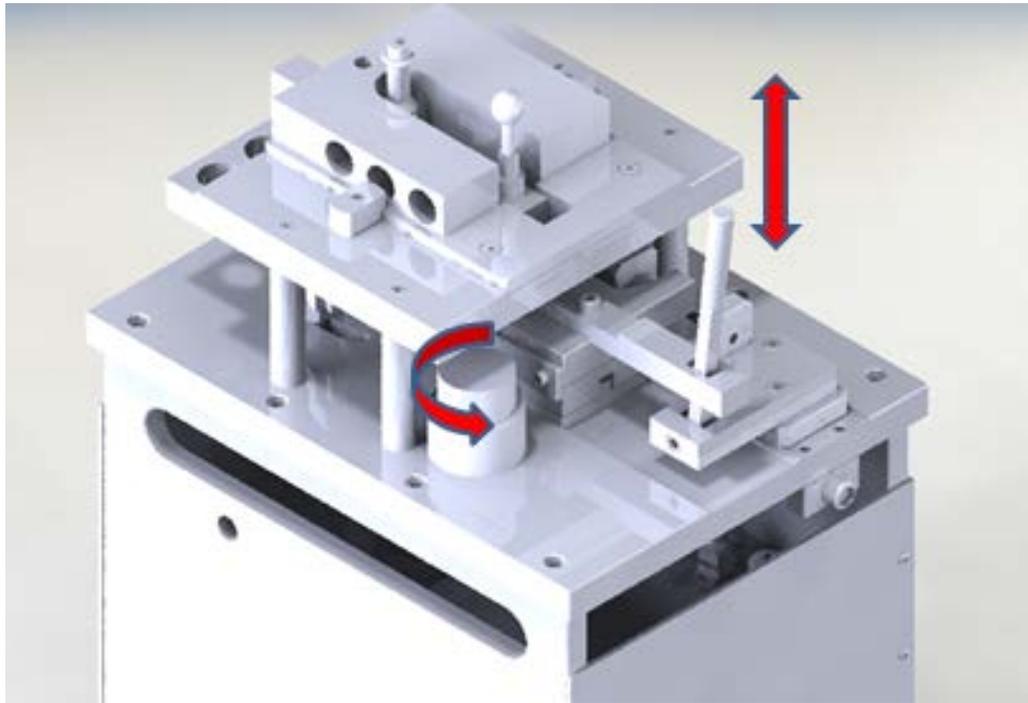


Fig. 9. Optimización del calibrador.

6. Conclusiones

Como conclusión podemos afirmar que se realizó un buen trabajo en general y que se cumplieron con las expectativas del objetivo de realizar un diseño óptimo de una máquina creada para la medición de algunos elementos que componen la junta homocinética de manera que fuera capaz de poder brindar datos acerca el ángulo de contacto, el claro de vértice y la conformidad en campanas y pistas de los modelos AC y UF de la junta fija que compone una flecha homocinética en un tiempo menor al realizado con una máquina de coordenadas y con la precisión suficiente para poder realizar mediciones en la línea de producción pues una máquina de coordenadas tiene un tiempo de medición promedio de 8 minutos y nuestro calibrador realiza las mediciones específicas de los ángulos de contacto, claro de vértice y conformidad en un tiempo menor a 1 minuto.

7. Referencias

- [1] Budynas-Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, 8va Ed., Cap. 7, pag. 347-388, 2008.

- [2] Jasbir S. Arora, Introduction to optimum design, 2da Ed., Cap. 2 y 3 pag. 15-72, 2004.
- [3] Nigel Cross, Engineering design methods, 4ta Ed. 2005

8. Autores

Ing. Daniel Fernando Garcia Meraz obtuvo su título de Ingeniero mecatrónico en el Instituto Tecnológico de Celaya, actualmente es estudiante de último semestre de la maestría en ciencias en ingeniería mecánica por parte de la misma institución.

Dr. Álvaro Sánchez Rodríguez obtuvo su título de doctorado en ingeniería con especialidad en manufactura avanzada por parte del centro de ingeniería y desarrollo industrial, actualmente es profesor investigador de tiempo completo y coordinador del programa de la maestría en ciencias en ingeniería mecánica del Instituto Tecnológico de Celaya.

M.I. Benjamín Arroyo Ramírez obtuvo su título de maestría en ingeniería con especialidad en ingeniería mecánica en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, actualmente es profesor investigador de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Celaya.