



Análisis del potencial económico y tecnológico de la producción de microturbinas para aeronaves no tripuladas

Analysis of the Economic and Technological Potential of the Production of Micro Turbines for Unmanned Aircraft

Análise do potencial econômico e tecnológico da produção de microturbinas para aeronaves não tripuladas

Milton Stalin Muñoz-Grandes ¹

msmunoz@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-4613-969X>

Correspondencia: msmunoz@espe.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 09 de febrero de 2024 * **Aceptado:** 11 de marzo de 2024 * **Publicado:** 23 de abril de 2024

- I. Magíster en Administración de Empresas, Ingeniero Mecánico Aeronáutico, Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica mención Motores, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Latacunga, Ecuador.

Resumen

El estudio se centró en analizar el potencial económico y tecnológico con relación a la producción de microturbinas para aeronaves no tripuladas. Con el avance de nuevas tecnologías, el avance tecnológico había impulsado el desarrollo de microturbinas para aeronaves no tripuladas, ofreciendo eficiencia y potencia en un tamaño compacto. Este análisis examinó su potencial económico y tecnológico, destacando su influencia en el mercado actual y futuro de la aviación no tripulada. Las microturbinas, similares a las de aviones comerciales, pero en menor escala, habían evolucionado desde su uso inicial en aeronaves militares hacia aplicaciones civiles y de aeromodelismo. El análisis del potencial económico y tecnológico de las microturbinas para aeronaves no tripuladas resaltó la importancia de comprender y responder a las dinámicas competitivas del mercado. La aplicación del modelo de Porter proporcionó una guía para formular estrategias empresariales efectivas y tomar decisiones informadas en este sector en evolución.

Palabras clave: microturbinas; aeronaves no tripuladas; potencial económico; modelo de Porter.

Abstract

The study focused on analyzing the economic and technological potential in relation to the production of microturbines for unmanned aircraft. With the advancement of new technologies, technological advancement had driven the development of microturbines for unmanned aircraft, offering efficiency and power in a compact size. This analysis examined its economic and technological potential, highlighting its influence on the current and future unmanned aviation market. Microturbines, similar to those in commercial aircraft, but on a smaller scale, had evolved from their initial use in military aircraft to civil and model airplane applications. The analysis of the economic and technological potential of microturbines for unmanned aircraft highlighted the importance of understanding and responding to the competitive dynamics of the market. The application of Porter's model provided guidance for formulating effective business strategies and making informed decisions in this evolving sector.

Keywords: microturbines; unmanned aircraft, economic potential; Porter's model.

Resumo

O estudo teve como foco analisar o potencial econômico e tecnológico em relação à produção de microturbinas para aeronaves não tripuladas. Com o avanço das novas tecnologias, o avanço tecnológico impulsionou o desenvolvimento de microturbinas para aeronaves não tripuladas, oferecendo eficiência e potência em tamanho compacto. Esta análise examinou o seu potencial econômico e tecnológico, destacando a sua influência no mercado atual e futuro da aviação não tripulada. As microturbinas, semelhantes às das aeronaves comerciais, mas em menor escala, evoluíram desde seu uso inicial em aeronaves militares para aplicações civis e aeromodelos. A análise do potencial econômico e tecnológico das microturbinas para aeronaves não tripuladas destacou a importância de compreender e responder à dinâmica competitiva do mercado. A aplicação do modelo de Porter forneceu orientação para a formulação de estratégias empresariais eficazes e para a tomada de decisões informadas neste sector em evolução.

Palavras-chave: microturbinas; aeronaves não tripuladas; potencial econômico; modelo Porter.

Introducción

El avance tecnológico ha revolucionado múltiples sectores, incluyendo la industria aeroespacial. En este contexto, la producción de microturbinas para aeronaves no tripuladas ha emergido como un área de interés creciente (Moufadal , 2021). Estas pequeñas turbinas ofrecen una serie de ventajas en términos de eficiencia, potencia y tamaño, lo que las hace ideales para aplicaciones en drones y UAVs (Vehículos Aéreos no Tripulados). Este análisis se centra en explorar el potencial económico y tecnológico de esta industria en crecimiento (Gil et al., 2021).

El análisis del potencial económico y tecnológico de la producción de microturbinas para aeronaves no tripuladas no solo se centra en comprender el impacto de esta tecnología en el mercado actual de drones, sino también en anticipar su influencia en el futuro de la aviación no tripulada (Nuñez, 2015). Este análisis extenso busca explorar en detalle cómo la producción de microturbinas está transformando la industria aeroespacial al proporcionar una alternativa viable a las tradicionales baterías eléctricas y otros sistemas de propulsión.

Vehículos aéreos no tripulados

Mediante el avance de los vehículos aéreos no tripulados (UAVs) y los progresos tecnológicos en materiales y procesos de fabricación, numerosas empresas aeronáuticas internacionales,

especializadas en la producción en serie de motores a reacción para la aviación general, han dirigido sus esfuerzos hacia el desarrollo de microturbinas como sistemas de propulsión para estos innovadores vehículos (Rios Hernandez, 2021). Al mismo tiempo, el sector internacional del aeromodelismo ha empezado a adoptar esta tecnología de vanguardia para impulsar una selección exclusiva de aeromodelos a reacción, pertenecientes a propietarios con un elevado poder adquisitivo.

Este nuevo segmento dentro del aeromodelismo está experimentando un crecimiento constante a medida que surgen más compañías especializadas en la producción en serie de este tipo de microturbinas, las cuales emplean tecnología más simplificada en comparación con aquellas utilizadas en UAVs, y con una tendencia decreciente en los costos de producción (Pedraza et al., 2021). La entrada de nuevos competidores en este mercado ha generado una tendencia hacia la accesibilidad en los precios de estos productos, provocando un aumento progresivo en la demanda año tras año.

Microturbina

Pequeña turbina a reacción, del mismo principio de funcionamiento que los motores a reacción de los aviones comerciales, pero a una escala reducida. Tiene una forma cilíndrica y sus dimensiones externas son aproximadamente 100 mm de diámetro con 250 mm de longitud y posee un peso de 1.2 kg (Belmonte et al., 2008). Este pequeño motor a reacción posee internamente cinco secciones bien definidas como se observa en la Figura 1: Toma de aire (1), compresor (2), cámara de combustión (3), turbina de expansión (4) y tobera de escape (5). Como se muestra en la imagen. Las características se detallan en la Tabla 1, donde se indican diferentes parámetros de operación.

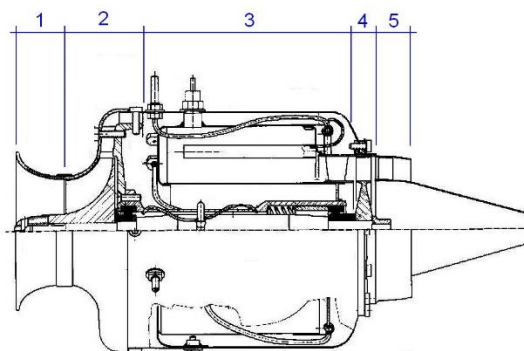


Figura 1. Vista en corte de una microturbina.

Posee un tamaño y peso reducido, con los que provee un empuje de 10 kg, siendo un valor elevado dentro de la categoría en la que se encuadra este tipo de pequeñas turbinas. El precio, ya que, tanto en el mercado nacional como el internacional, la mayoría de los precios de los competidores se encuentran muy por arriba de los de este producto en particular. Posee una simplicidad mecánica lo que facilita efectuar un mantenimiento para prevalecer un buen estado y óptimo funcionamiento, la desventaja más importante es que el consumo de combustible es bastante elevado.

Tabla 1. Especificaciones técnicas de la microturбина.

Especificación	Magnitud
Empuje máximo	10 [kg]
Peso vacío	1.2 [kg]
Diámetro	100 [mm]
Diámetro	250 [mm]
Máximas revoluciones	130000 [rpm]
Combustible	JA-1 / Keroseno K-1 / JP-1
Consumo	0.25 [litros/min]
Temperatura de escape	600 [°C]
Mantenimiento	Cada 25 hs

Producción de microturbinas

El desarrollo de microturbinas empieza desde la década de los 80 produciéndolas para pequeñas aeronaves no tripuladas con intereses militares, las cuales tenían la función de ser blanco aéreo para los entrenamientos de los aviones de caza y de defensa antiaérea, es una tecnología que al principio por su alto costo de producción no estaba al alcance económico de todos, pocas empresas aeronáuticas podían costear su desarrollo (Nuñez, 2018).

Con el avance de la tecnología y el desarrollo de nuevos materiales se obtuvo nuevas aleaciones para la producción de turbinas, materiales que se encontraban y menoraban el coste de producir, el avance en la electrónica fue fundamental permitió la producción de pequeñas plaquetas de circuitos de sistemas de control electrónicos, aplicables a elementos de tamaño reducido, como son las microturbinas, que utilizan sistemas de control de consumo de combustible, acorde a su tamaño (Bermudez et al., 2024).

Metodología

Modelo de Porter

El modelo de las cinco fuerzas de Porter es un marco analítico desarrollado por el profesor Michael Porter de la Harvard Business School en 1979 este modelo se utiliza comúnmente para entender la competencia dentro de una industria y determinar la atracción de dicha industria para las empresas que operan en ella (Michaux y Cadiat, 2016).

La primera fuerza, la “rivalidad entre competidores existentes”, analiza el grado de competencia entre las empresas existentes en la industria. Cuanto más intensa sea la rivalidad, más difícil será para las empresas obtener ganancias (Pérez y Polis, 2011).

La segunda fuerza, la “amenaza de nuevos participantes”, evalúa la facilidad con la que nuevas empresas pueden ingresar al mercado. Si las barreras de entrada son bajas, como costos de inicio bajos o falta de regulaciones, existe una mayor amenaza de nuevos competidores, lo que puede disminuir la rentabilidad (Michaux y Cadiat, 2016).

La tercera fuerza, el “poder de negociación de los compradores”, analiza el poder que tienen los compradores en la industria para influir en los precios y condiciones. Si los compradores tienen muchas opciones o son grandes y poderosos, pueden imponer condiciones desfavorables a las empresas (Michaux y Cadiat, 2016).

La cuarta fuerza, el “poder de negociación de los proveedores”, determina el poder que tienen los proveedores para influir en los precios y condiciones de venta. Si los proveedores son pocos en número o tienen productos únicos, pueden ejercer presión sobre las empresas para aumentar los precios o mejorar las condiciones (Magretta, 2014).

Y la quinta fuerza, la “amenaza de productos sustitutos”, examina la disponibilidad de productos o servicios sustitutos que puedan satisfacer las mismas necesidades de los clientes. Si hay muchos sustitutos disponibles, las empresas pueden perder clientes ante alternativas más atractivas (Magretta, 2014).



Figura 2. Esquema del modelo de Porter.

El análisis de las cinco fuerzas permite a las empresas comprender mejor su entorno competitivo y desarrollar estrategias para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades dentro de su industria. Es importante tener en cuenta que estas fuerzas pueden cambiar con el tiempo debido a factores como cambios en la tecnología, regulaciones gubernamentales y fluctuaciones económicas.

Definición del sector estratégico

Este tipo de mercado es muy exigente en cuanto a la tecnología aplicada y a la confiabilidad del producto; existen normas reguladoras de diseño (MIL y FAR) que se deben cumplir a fines de certificar estas aeronaves para el uso o comercialización del mismo, imponiendo muchos requisitos de seguridad para los productos de sistemas propulsivos (como válvulas de seguridad, bombas auxiliares, sistemas de arranque auxiliar, etc.) que no son tenidos en cuenta en la definición del producto analizado, debido a que incrementarían en gran medida el peso del conjunto, dejaría de ser un producto de tecnología simple, encarecería los costos e incrementaría demasiado el precio de venta, dejando de lado los mercados más simples a los que se intenta ingresar y restringiendo sólo a la participación de los mercados de alta tecnología de UAVs, con un producto caro, no conocido ni de marca confiable, pesado y de poca autonomía. Esto es equivalente a un fracaso inminente en este tipo de mercado (Rojas, 2019).

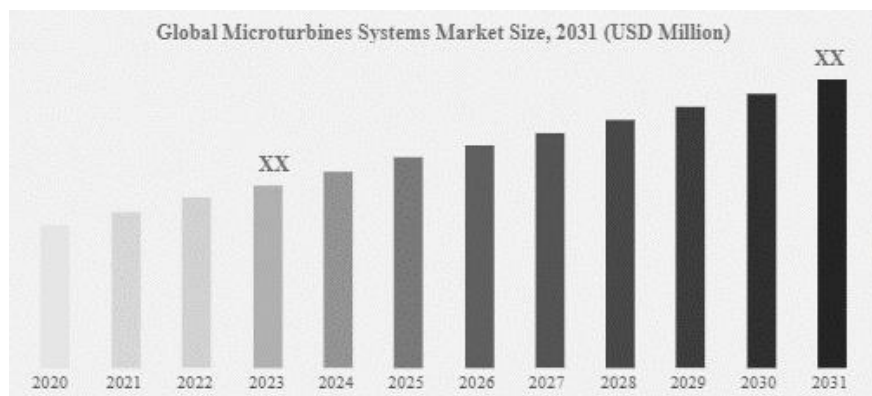


Figura 3. Tamaño de mercado de microturbinas a nivel mundial.

Los productos para generación de energía eléctrica usando turbinas de reacción, en la actualidad tienen un desarrollo tecnológico cada vez más elevado, tratando siempre de aumentar la eficiencia del sistema motriz, de manera que los costos para obtener dicha energía sean cada vez menores (Gomez, 2007). Esto implica nuevamente que el consumo de estos sistemas motrices se vea restringido a valores muy exigentes y bastante bajos, para lograr mucha energía con un costo de combustible bajo. De manera que tampoco sería un producto atractivo para este tipo de mercado, se concluye que el mercado meta al que se enfocará posteriormente este análisis, será exclusivamente al aeromodelismo de alta gama, con el uso de microturbinas. Como se observa en la imagen del tamaño de mercado de microturbinas proyectado desde el año 2020 al año 2031, mostrando un incremento en comparación a años anteriores haciéndolo un mercado atractivo para la inversión.

Oferta y demanda de las microturbinas

La oferta de este tipo de producto se define y clasifica como especialista, ya que apunta a un mercado de un tipo muy específico de sistema propulsivo de un pequeño sector del aeromodelismo, como es el de los pequeños Jets a escala, los pulso-reactores también son dejado de lado comúnmente en este tipo de categoría por el hecho del agudo y molesto ruido que emiten durante su funcionamiento, y también por que el consumo de combustible es más elevado aún que el de las micro turbinas, restringiendo la duración de un vuelo a unos pocos minutos (Rubiano , 2020). Por eso es que la gran mayoría de los aeromodelistas que construye aeronaves del tipo Jets a reacción, utilizan las microturbinas como sistema propulsivo.

De acuerdo con los productos ofrecidos en el mercado, se pudo notar ciertas tendencias, como por ejemplo la estética y el buen aspecto en la gran mayoría es notable, a pesar de que generalmente en los aeromodelos, las microturbinas quedan encerradas en las estructuras del fuselaje, sin poder ser vistas, las carcasas exteriores poseen una muy buena terminación y algunas están pintadas. Todas comparten la misma mecánica, por ser sencilla y confiable. Ninguna posee una configuración distinta, ni una complejidad notable que la haga diferente del resto.

Hay algunas que priorizan en su diseño una mejor eficiencia en cuanto a un menor consumo de combustible, mientras que otras se centran en conseguir la mayor cantidad de empuje posible. La mejor turbina sería aquella que obtenga un gran empuje con un mínimo consumo, pero al ser una relación de compromiso, la que hay entre el consumo y el empuje desarrollado, ninguna del mercado se podría considerar la “mejor turbina”. En general, la gran mayoría de las turbinas equilibran ambas características, con un consumo y un empuje medios (Bernal et al., 2009).

Resultados y discusión

Al aplicar el modelo de las cinco fuerzas de Porter al análisis del potencial económico y tecnológico de la producción de microturbinas para aeronaves no tripuladas, se pueden obtener resultados y discusiones significativas que influyen en la comprensión de este mercado específico.

Competencia en la industria de microturbinas para aeronaves no tripuladas

Se observa una competencia creciente en la industria de microturbinas para aeronaves no tripuladas, con múltiples empresas incursionando en el mercado para capitalizar el rápido crecimiento del sector de drones. La competencia intensa puede presionar los márgenes de beneficio y estimular la innovación tecnológica. Las empresas que logren diferenciarse mediante la oferta de características únicas o precios competitivos podrían obtener una ventaja competitiva significativa.

Poder de negociación de los proveedores de tecnología de microturbinas

Los proveedores de tecnología de microturbinas poseen un cierto grado de poder de negociación, especialmente aquellos con tecnologías patentadas o exclusivas. Las empresas que dependen en gran medida de un único proveedor de microturbinas podrían enfrentar riesgos significativos en

términos de disponibilidad de suministros y precios. Diversificar las fuentes de suministro o invertir en capacidades internas de I+D podría mitigar esta vulnerabilidad.

Poder de negociación de los compradores de aeronaves no tripuladas

Los compradores de aeronaves no tripuladas tienen una influencia creciente debido a la disponibilidad de múltiples proveedores y opciones en el mercado. Las empresas fabricantes de microturbinas deben estar atentas a las demandas cambiantes de los clientes y adaptarse rápidamente para satisfacer las necesidades específicas del mercado. Esto podría incluir la personalización de productos, servicios postventa mejorados o una mayor eficiencia en la cadena de suministro.

Amenaza de productos sustitutos

La amenaza de productos sustitutos, como las tecnologías de baterías eléctricas, está presente y en constante evolución en el mercado de aeronaves no tripuladas. Las empresas deben anticipar y responder a los avances tecnológicos en productos sustitutos, ya sea mediante la mejora de la eficiencia de las microturbinas, la diversificación de la oferta de productos o la exploración de nuevas alianzas estratégicas.

Amenaza de nuevos participantes

Las barreras de entrada al mercado de microturbinas para aeronaves no tripuladas son relativamente altas debido a los altos costos de inversión y la complejidad tecnológica. A pesar de las barreras de entrada, la creciente demanda de aeronaves no tripuladas podría atraer a nuevos participantes al mercado. Las empresas establecidas deben mantenerse ágiles y enfocadas en la innovación para mantener su posición competitiva frente a nuevos entrantes.

Conclusiones

Relacionar el modelo de Porter con el análisis del potencial económico y tecnológico de la producción de microturbinas para aeronaves no tripuladas, se identifican diversos factores que pueden influir en la viabilidad y el éxito de las empresas en este sector en constante evolución. La

comprensión de estas fuerzas competitivas puede orientar la formulación de estrategias empresariales efectivas y la toma de decisiones informadas.

Las microturbinas tienen el potencial de transformar la industria de los UAVs al proporcionar una fuente de energía eficiente y confiable. A medida que la tecnología avanza y los costos disminuyen, es probable que veamos una mayor adopción de microturbinas en aeronaves no tripuladas. La colaboración entre fabricantes, investigadores y reguladores será fundamental para aprovechar al máximo este potencial económico y tecnológico.

Referencias

1. Belmonte , S., Viramonte , J., Nuñez , V., & Franco , J. (2008). Estimación del potencial hidráulico para Generación de energía eléctrica por microturbinas mediante herramientas SIG.
2. Bermudez, K., Camio, A., & Irigoyen , R. (2024). La necesidad social de cobertura de seguros para la utilización de vehículos aéreos no tripulados (VANT/DRONES) recreativos en el área metropolitana de Buenos Aires (AMBA).
3. Bernal, R., Piechna, J., & Muller, N. (2009). Análisis numérico de efectos atípicos en un rotor de ondas aplicado a una microturbina. . Ingenium.
4. Gil, R., Barrera, M., & Gutierrez , J. (2021). Análisis del proceso de producción de una línea de componentes de turbinas de avión. Ingeniería Industrial.
5. Gomez, R. (2007). Diseño del proceso de certificación e implantación de los requisitos en una empresa del sector aeronáutico según las normas. NADCAP.
6. Magretta, J. (2014). Para entender a Michael Porter. Guía esencial hacia la estrategia y la competencia (trad. José C. Pecina Hernández) . Grupo Editorial Patria SA de CV.
7. Michaux, S., & Cadiat, A. (2016). Las cinco fuerzas de Porter: Cómo distanciarse de la competencia con éxito. 50minutos.
8. Moufadal , I. (2021). Diseño de una turbina para un vehiculo aereo . Universidad Politecnica de Catalunya .
9. Nuñez, A. (2015). Diseño termofluidodinamico de un motor para vehiculos aereos no tripulados . UAV .
10. Nuñez, A. (2018). Diseño de un concentrador de viento para mejorar el desempeño de las microturbinas eólicas en el ambiente urbano.

11. Pedraza, J., Sarmiento , F., Vergel, A., Rozo , E., & Ibarra , D. (2021). Vehículos aéreos no tripulados como alternativa de solución a los retos de innovación en diferentes campos de aplicación.
12. Pérez, J., & Polis, G. (2011). Modelo de competitividad de las cinco fuerzas de Porter.
13. Rios Hernandez, R. (2021). Uso de los Drones o Vehículos Aéreos no Tripulados en la Agricultura de Precisión. Revista Ingeniería Agrícola. Revista ingenieria agricola.
14. Rojas, F. (2019). Plan de negocios para empresa de Servicios Aeronáuticos.
15. Rubiano , J. (2020). Retos y oportunidades del sector aeronautico en colombia durante la ultima decada.

© 2024 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).