

DISEÑO Y DESARROLLO CONCEPTUAL DE BIO-ROV

Teresa Ramos Calderón^{1,*}, Antonio Córdoba Roldán^{2,*}, María Jesús Ávila Gutierrez²

¹ Estudiante egresada, Universidad de Sevilla, Sevilla.

² Ingeniería del Diseño, Universidad de Sevilla, Sevilla.

E-mail de correspondencia: teresa.ramoscv@gmail.com, acordoba1@us.es

Resumen

En el presente trabajo se establece una propuesta de aplicación y desarrollo de las etapas tempranas del proceso de diseño y desarrollo del producto (PDDP). El objeto de análisis y desarrollo será un vehículo submarino de tipo ROV (Remote Operated Vehicle) con enfoque bio innovador.

En base al estado del arte realizado se ha detectado una carencia de desarrollo y profundidad en las etapas tempranas del PDDP en ROVs. Las diferentes etapas serán desarrolladas bajo el modelo de diseño *Total Design* de Pugh, focalizando el interés en el análisis de mercado, descripción de especificaciones y diseño conceptual. Dichas etapas se desarrollan para un producto genérico utilizando técnicas como educación de requisitos, FAST, matrices de dominancia y correlación, QFDs y Matriz DSM. En base al *briefing* de diseño establecido se realizarán propuestas de *layout* conceptual y además se conceptualizará una propuesta de diseño innovador biomimético mediante TRIZ.

1. Introducción

El ser humano ha tenido siempre el deseo de exploración de las diferentes regiones del planeta, siendo el medio acuático y en concreto el medio marino, el más inaccesible. Esta inaccesibilidad se debe a la necesidad de emplear sistemas tecnológicos de apoyo para permanecer bajo agua.

Una de las mejores soluciones han sido los ROVs, desarrollados desde mediados del S.XX. El término ROV, acrónimo del inglés *Remote Operated Vehicle*, hace referencia a un vehículo submarino dirigido por control remoto, el cual reduce el riesgo humano al evitar en muchos casos la sumersión de un equipo de buzos.

El trabajo realizado se ha dividido en tres etapas en base a las fases abordadas. Una primera fase de búsqueda de información de diferente índole para el planteamiento

del proyecto. Una segunda fase en la que se desarrollan las etapas centrales del PDDP y finalmente la fase de resultados, que engloba diseño preliminar, innovación, conclusiones y trabajos futuros.

1.1. Objetivos

En relación al objeto y alcance del trabajo, cabe decir que, dada la complejidad del sistema integral de un ROV, el desarrollo se centra en el PDDP del vehículo.

Al realizar el estado del arte de revisión de artículos y estudios actuales se ha detectado una carencia de análisis y planteamiento en las fases tempranas del PDDP de ROVs, ya que estos estudios previos se centran en las fases de diseño de detalle y desarrollo tecnológico.

Por tanto, el objetivo principal del presente proyecto es el desarrollo de las fases tempranas del PDDP, como son las fases de análisis de mercado, definición de especificaciones y el diseño conceptual. Como objetivos particulares se establecen el análisis actual de mercado, establecer un listado de necesidades genéricas en ROVs de exploración marina, establecer un listado de funciones, desarrollar el dominio físico del producto proponiendo un listado de componentes básicos, desarrollar propuestas de *lay-out* de producto, diseño preliminar y de detalle del sistema estructural básico y definir una propuesta de diseño innovador por biomimesis. Todos estos objetivos se desarrollan bajo el enfoque eco-innovador.

2. Propuesta metodológica

El primer aporte de este proyecto consiste en la definición de una estrategia idónea para el PDDP de un ROV. Se plantea una estrategia *Push-Pull* ya que se establece como oportunidad el desarrollo de un ROV para investigación combinando tecnología y mercado desde la fase inicial del proceso. En base a la tipología de proyecto y a las etapas de interés del PDDP se valoraron diferentes modelos metodológicos, siendo el Modelo Total Design de Pugh el que mejor satisface los objetivos y alcance del proyecto (Villanueva, Lostado-Lorza, y Corral, 2016). El modelo propuesto establece un núcleo de diseño para la definición de especificaciones o parámetros de diseño (PDS) idóneo para el desarrollo del proyecto.

Las fases desarrolladas del modelo propuesto son el análisis de mercado, centrando la atención en el estudio de necesidades, especificaciones de diseño y diseño conceptual. Para el desarrollo de dichas fases se proponen una serie de técnicas y herramientas metodológicas tales como benchmarking, técnicas de educación de requisitos, análisis de afinidad, matriz de dominancia, matriz de correlación,

diagrama FAST, QFD-I, QFD-II, matriz DSM y la teoría de resolución de problemas y de invención (TRIZ).

3. Aplicación metodológica

La aplicación metodológica se ha centrado en desarrollar las fases tempranas de un PDDP para un ROV de inspección e investigación.

3.1. Análisis de mercado

Como primera fase del Modelo de Pugh se establece el análisis de mercado. Se ha propuesto la estructuración en tres bloques: búsqueda de información del mercado en la actualidad, *tecnology push* o análisis tecnológico y análisis de necesidades. Destaca el interés en la fase de análisis de necesidades mediante la aplicación de técnicas de educación de requisitos para conocer qué herramientas resultarían más idóneas para este proyecto. Como resultado, las técnicas adecuadas fueron la entrevista abierta y estructurada, cuestionarios y casos de uso. Se han realizado entrevistas a expertos en el sector, tanto a nivel empresarial como a nivel de investigación. En base a la información recopilada en las entrevistas, se realizó un estudio de necesidades, definiendo una estructura jerárquica según el grado de especificación de la necesidad. Posteriormente se estableció una clasificación de necesidades adaptando la clasificación que plantea la Metodología de Organización de Especificaciones en Ingeniería (MOOSE). Esta clasificación incluye necesidades corporativas, de usuario final, técnicas, básicas, eco-innovadoras y derivadas del marco normativo legal (Hedge, Utne, y Schjøllberg, 2015).

A partir de las necesidades definidas anteriormente y con apoyo de diagrama FAST y QFD-I, se propone un listado de funciones, clasificadas en tres grupos, funciones operacionales, utilitarias y por eco-innovación. Las funciones eco-innovadoras son propuesta propia ya que no aparecen en productos actuales, por ello se plantea un proceso de validación con los expertos consultados.

A partir de las funciones definidas anteriormente, se propone la definición del dominio físico estableciendo un listado de componentes en base al estado del arte, el estudio de mercado, la consulta a expertos y aplicación de técnicas como QFD-II. En relación a las funciones eco-innovadoras fueron establecidos los siguientes componentes: carcasa para la mimetización en el medio, focos LED y luz infrarroja con regulador de intensidad para la captación de imagen, focos de luz ultravioleta para el estudio del coralígeno, y propulsores adaptados con hélices silenciosas y toberas para una mejor canalización del flujo y evitar laceraciones en especies marinas.

3.2. Diseño conceptual

Para estudiar las dependencias físicas y con el objetivo de analizar los componentes propuestos y establecer propuestas de lay-out conceptual, se ha optado por aplicar una matriz DSM. Se ha obtenido la agrupación de componentes en siete sistemas: sistema de propulsión, de alimentación, de geolocalización, audiovisual, de soporte y sujeción, de estanqueidad y de extracción de información. En base a esta propuesta se han establecido diferentes lay-out conceptuales para los ROVs de tipo torpedo y tipo prismático.

3.3. Diseño innovador biomimético

Con el objetivo de mejorar la durabilidad, la autonomía y la recopilación de información en un área del lecho marino durante exploraciones prolongadas se propone un diseño innovador basado en biomimesis para la mimetización del módulo en el entorno. Para ello se aplica la metodología TRIZ bajo los principios inventivos de segmentación y separación (Fayemi *et al.*, 2014). Se propone la solución conceptual de un módulo autónomo y acoplable al ROV para la captación y almacenamiento de información.

4. Conclusiones

Mediante la aplicación de herramientas metodológicas de diseño industrial se ha conseguido aportar un listado de especificaciones básicas para el diseño y desarrollo de ROVs desde las etapas tempranas del PDDP supliendo la carencia percibida en los artículos y estudios del ámbito y aportando propuestas eco-innovadoras para el dominio funcional y físico.

Referencias bibliográficas

- Fayemi, P. E., Maranzana, N., Aoussat, A., y Bersano, G.** (2014). Bio-inspired Design characterisation and its links with problem solving tools. *Proceedings of the 13th International Design Conference*. https://www.researchgate.net/publication/279866725_Bio-inspired_design_characterisation_and_its_links_with_problem_solving_tools
- Hedge, J., Utne, I. B., y Schjøberg, I.** (2015). Applicability of current remotely operated vehicle standards and guidelines to autonomous subsea IMR operations. *International Conference on Ocean*. <https://doi.org/10.1115/OMAE2015-41620>

Villanueva, P. M., Lostado-Lorza, R., y Corral, M. (2016). Pugh's Total Design. *Concurrent Engineering Research and Applications*, 24(3), 227-239. <https://doi.org/10.1177/1063293X16638710>