



*Guanábana (Annona muricata L.)
en polvo secado por aspersión*

*Análisis de propuestas
metodológicas de implementación
de Lean manufacturing en
pequeñas y medianas empresas*

*Factores de la educación superior
que influyen en el engagement del
ámbito académico*

*Cálculo de variables de control PID
para drones cuadcopter*

*Sobre el concepto de vanguardia,
auge y decadencia*



ÍNDICE

Guanábana (<i>Annona muricata</i> L.) en polvo secado por aspersión	01
Análisis de propuestas metodológicas de implementación de Lean manufacturing en pequeñas y medianas empresas	08
Factores de la educación superior que influyen en el <i>engagement</i> del ámbito académico	16
Cálculo de variables de control PID para drones cuadcopter	24
Sobre el concepto de vanguardia, auge y decadencia	33



Editorial

La revista Reaxión presenta su séptima edición, en esta ocasión cuenta con la participación y entusiasmo de diez autores que dedicaron tiempo para brindarles colaboraciones muy interesantes.

En primer lugar presentamos el artículo “Guanábana (*Annona muricata* L.) en polvo secado por aspersión”, el objetivo fue evaluar la encapsulación con maltrodextrina DE-10, goma arábica y secado por aspersión en base en la conservación de compuestos volátiles en el producto en polvo de la guanábana.

A continuación tenemos el artículo denominado “Análisis de propuestas metodológicas de implementación de Lean manufacturing en pequeñas y medianas empresas”. Los sistemas de Lean manufacturing o manufactura esbelta han demostrado ser de gran efectividad cuando se realizan en sistemas productivos de gran tamaño; es por ello que el artículo presenta el análisis de las metodologías de implementación Lean manufacturing.

En tercer lugar contamos con el artículo denominado “Factores de la educación superior que influyen en el engagement del ámbito académico” donde la tarea fue considerar el grado de compromiso de los alumnos, profesores y trabajadores administrativos para identificar la relación entre los factores psicosociales intralaborales con el engagement.

El cuarto artículo nominado “Cálculo de variables de control PID para drones cuadcopter” define los elementos de un control PID y su implementación en drones para mejorar la estabilización de vuelo y control de maniobras, así como las variables que pueden afectar la eficiencia y desempeño de dispositivos tipo cuadcopter.

También presentamos el texto informativo nominado “Sobre el concepto de vanguardia, auge y decadencia”. En el que podemos vincular la ruptura y construcción sobre el concepto de vanguardia a través de la evolución en las diferentes épocas, entre el momento crítico y el momento propositivo ante la realidad de lenguajes establecidos.

A fin de conocer los métodos, resultados y conclusiones de cada uno de los artículos, invitamos a las/os lectoras a revisar las colaboraciones de la revista Reaxión en su séptimo número que permitirá ponerse en contacto con diferentes ámbitos de la ciencia y la sociedad.

**Comité Editorial
Revista Reaxión**



Comité Editorial

Liliana González Arredondo
Coordinador Editorial

José Arturo Segovia Rosales
Diseño Editorial y de Imagen

Daniel Israel Rodríguez Gante
Integrador Web

Laura Margarita Aguilar Cervantes
Corrector Editorial

Mónica Lucero López Rueda
Corrector Editorial

Ma. Angelina Rangel Cervantes
Corrector Editorial en Lengua Extranjera

Adriana López Barberena
Representante de Área Económico Administrativo

Ma. Guadalupe Serrano Torres
Representantes de Área Económico Administrativo

Francisco Javier Martínez Serrano
Representante de Área Electromecánica Industrial

Ricardo Miguel Sánchez Durán
Representante de Área Tecnologías de la Información y Comunicación

Brett González Cárdenas
Representante de Área Sustentabilidad para el Desarrollo

J. Guadalupe Santos Gómez
Representante de Área Ingenierías



Guanábana (*Annona muricata* L.) en polvo secado por aspersión

(Por Salvador González Palomares, Alejandro Hernández Estrada y Héctor Manuel González Sánchez)

Resumen

En el presente trabajo se estudió la obtención de guanábana en polvo secado por aspersión. El objetivo fue evaluar la encapsulación con maltodextrina DE-10, goma arábiga y secado por aspersión con base en la conservación de compuestos volátiles en el producto en polvo de guanábana. Se estudiaron tres tratamientos de encapsulantes (maltodextrina DE-10, goma arábiga y una mezcla de ambos), con base en la retención de compuestos volátiles durante el secado. Los compuestos volátiles se identificaron mediante microextracción en fase sólida (SPME) y cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS). Se encontró que el mejor tratamiento de secado por aspersión de guanábana fue la mezcla de maltodextrina DE-10 y goma arábiga (1:1) p/p. Se obtuvo un producto de guanábana en polvo secado por aspersión, fácil de diluir en agua purificada, fácil de conservar y con facilidad de utilizarse en los alimentos.

Palabras clave: Compuestos volátiles, guanábana en polvo, secado por aspersión.

Abstract

In this article, the production of soursop in spray dried powder was studied. The aim was to evaluate the encapsulation with DE-10 maltodextrin, gum arabic and spray drying based on the conservation of volatile compounds in the powder soursop. Encapsulation three treatments (DE-10 maltodextrin, gum arabic and a mixture of both) were studied based on the retention of volatile compounds during drying. Volatile compounds were identified by solid phase microextraction (SPME) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). It was found that the best treatment of soursop spray drying was the mixture of DE-10 maltodextrin and gum arabic (1:1) p/p. Soursop product was obtained in spray dried powder, easy to dilute in purified water, easy to maintain and easily used in food.

Keywords: Volatile compounds, soursop powder, spray drying.

Introducción

La guanábana es fuente de nutrientes, fitoquímicos y antioxidantes importantes para la salud humana. Esta fruta es originaria del Caribe, México, Centro y Sudamérica. Se introdujo a muchos países tropicales y subtropicales, incluido China, Australia y Polinesia^{1,2,3}. Los estados de la República Mexicana productores de guanábana son Nayarit, Colima, Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Campeche, Guerrero y Chiapas. El principal productor es el estado de Nayarit con una superficie de 2,300 ha⁴. Entre las bondades de la guanábana se destaca que tiene pulpa dulce, blanca, cremosa, jugosa, suave y ligeramente ácida, con excelentes características sensoriales^{3,5,6}. El producto deshidratado puede tener diversas aplicaciones en helados, aguas frescas, dulces, industria de saborizantes de alimentos, productos lácteos y repostería. La intención fue retener compuestos volátiles relacionados con el aroma y sabor de la guanábana. Los compuestos volátiles de la guanábana se han estudiado por diversos investigadores^{6,7,8,9,10}. Ellos informan que los compuestos volátiles de la guanábana pueden variar con base en la variedad de los frutales, manejo agronómico, lugar de producción, método de extracción y condiciones cromatográficas.

Por otro lado, es importante mencionar que el secado por aspersión es un proceso unitario útil para deshidratar soluciones acuosas, emulsiones y purés de baja viscosidad, y así obtener productos en polvo. El secado por aspersión es muy usado en la industria química y de alimentos para la obtención de saborizantes en polvo y productos, tales como café, leche, naranja, mango, jamaica y sandía, entre otros. El secado por aspersión es un proceso flexible, adaptable a numerosas aplicaciones y relativamente económico. El secado por aspersión



consiste en asperjar una solución acuosa en diminutas gotas a través de un atomizador en la cámara de un secador, las cuales al entrar en contacto con el aire caliente generado por una resistencia, se deshidratan y se obtiene un producto en polvo. Las condiciones más adecuadas en la operación de un secador por aspersión son donde se conserve la mayor cantidad de compuestos y las principales características de interés del producto, ya sea propiedades sensoriales o medicinales¹¹.

Durante el secado por aspersión, los alimentos pueden modificar sus compuestos y con ello algunas de sus principales propiedades sensoriales o medicinales. Para evitar lo anterior, actualmente se aplica el procedimiento de la encapsulación, que consiste en emplear materiales que funcionan como recubrimientos, mejor conocidos como materiales encapsulantes^{11,12,13}. En esta investigación los encapsulantes utilizados fueron maltrodextrina DE-10 y goma arábiga.

Debido a la importancia de conservar productos básicos de frutas como la guanábana, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la encapsulación con maltrodextrina DE-10, goma arábiga y secado por aspersión con base en la conservación de compuestos volátiles en el producto en polvo de guanábana.

Método de trabajo

Obtención del extracto de guanábana

Las guanábanas que se utilizaron en este proyecto fueron frutas maduras, sanas, frutas criollas, recién cosechadas, procedentes de un mercado local de Colima, Colima, México. El extracto de guanábana se realizó de forma manual: se quitó la cáscara a las guanábanas con un cuchillo, enseguida se retiraron las semillas, se licuó la pulpa y enseguida se filtró. Se realizaron diversas filtraciones, esto fue importante para obtener un extracto con pureza. Es decir, libre de la mayor cantidad posible de fibra para no tapar las boquillas del atomizador rotatorio del secador por aspersión. El extracto obtenido tuvo un 10 % de sólidos solubles, esto se midió en un refractómetro Atago. Se obtuvieron 60 L de extracto de guanábana, y se conservó en refrigeración a 4 °C durante 2 h.

Encapsulación y secado por aspersión de guanábana

El concentrado de guanábana se separó a la vez en ocho muestras, cada una de 7 L. Se evaluaron tres tratamientos de encapsulantes y un testigo, como se menciona en la Tabla 1. Los encapsulantes se agregaron a estas muestras homogeneizando en un molino coloidal Marca Colmil, Mod. AD-150, para la completa disolución. Los encapsulantes se compraron en Aranceles Arancia de Guadalajara, Jalisco, México¹¹.

El secado de las muestras se realizó en un secador por aspersión (modelo B290, Büchi, Flawil, Suiza) a una velocidad de secado de 1 kg/h de agua. La mezcla fue alimentada a la cámara de secado a temperatura ambiente a través de una bomba peristáltica con un flujo ajustado a 0.49 Kg/h. El secado por aspersión se realizó con un atomizador rotatorio con diámetro 0.7 mm, un aire de secado con un flujo de 0.36 m³/h (Figura 1). La temperatura de entrada del secado fue de 180 °C y la temperatura de salida de 75 °C. Las muestras de guanábana en polvo secado por aspersión se colocaron en frascos herméticos y se almacenaron en desecadores con sílice hasta su utilización¹¹.

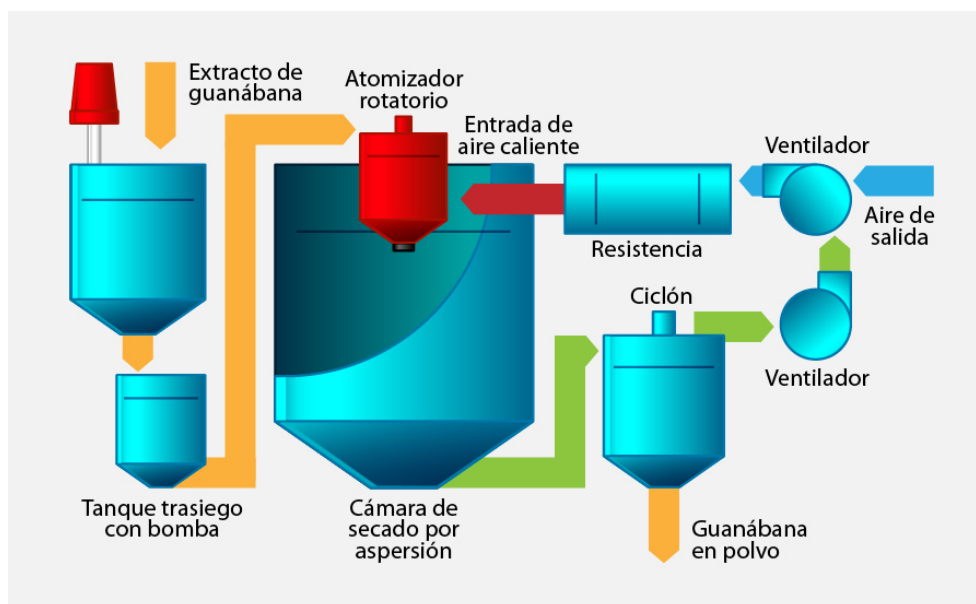
Análisis de humedad, peso y pH

Se determinó el contenido de humedad en todas las muestras de guanábana en polvo secado por aspersión. Las muestras se pesaron en una balanza analítica, y se secaron en un horno de vacío a 70 °C¹². Se midió el pH en un pH-metro encontrando que el concentrado de guanábana original (antes del secado), tuvo un pH de 4.0.

Tabla 1. Tratamientos de encapsulantes y variables evaluadas en las muestras de guanábana.

Tratamientos:	Variables evaluadas:			
	Contenido de humedad	Peso	pH	Retención de compuestos volátiles
T₀: Testigo (sin encapsulantes).	Se midió el contenido de humedad en todas las muestras en polvo secado por aspersión (%).	Se pesaron todas las muestras secadas por aspersión en una balanza analítica	Se midió el pH en las muestras de guanábana (antes y después del secado). En el caso de las muestras después del secado, se reconstituyeron porciones del polvo en agua destilada en la misma concentración que había antes del secado.	Se caracterizaron los compuestos volátiles en las muestras de guanábana (antes y después del secado).
T₁: 0.6 % p/p de maltodextrina DE-10.				
T₂: 0.6 % p/p de goma arábica.				
T₃: 0.6 % de una mezcla de maltodextrina DE-10 y goma arábica (1:1) p/p.				

Nota. Los tratamientos se evaluaron con 3 repeticiones con base en la retención de compuestos volátiles de la guanábana durante el secado por aspersión. p/p significa una relación de peso – peso en gramos. Es decir, se aplicaron las cantidades de encapsulantes en relación al peso de cada muestra de guanábana.


Figura 1. Diagrama del secado por aspersión de guanábana.



Análisis de compuestos volátiles

Se caracterizaron los compuestos volátiles en las muestras de guanábana, antes y después del secado por aspersión. Se usó el método de microextracción en fase sólida (SPME), usando una fibra de carbowax/divinilbenceno (CW/DVB, 65 μm). La fibra procede de Supelco, Bellefonte, PA, USA. Se usaron 8 g del concentrado de guanábana, 1 g de NaCl y 8 mL de agua desionizada (Barnsted E-pure) en un vial de 40 mL, y se incubó a 70 °C en un termobañero con agitación durante 30 min. Después de este tiempo, la fibra de SPME se insertó en el espacio de cabeza del vial, manteniéndose la temperatura y la agitación durante 30 min. Al finalizar el tiempo de extracción, se retiró del vial la fibra con los compuestos volátiles adsorbidos y se insertó en el puerto de inyección de un cromatógrafo de gases con un tiempo de desorción de 5 min (tres repeticiones).

Los compuestos volátiles de la guanábana se analizaron en un cromatógrafo de gases Shimadzu® GC-17A acoplado a un detector selectivo de masas QP5050. Se usó una columna RTX-5 sílice fundida (Restek®, 30 m x 0.32 mm id, con un espesor de película de 0.25 mm). Las condiciones en la identificación de compuestos volátiles de guanábana fueron: temperatura del inyector y del detector de 190 °C y 240 °C, respectivamente. Se estableció una temperatura inicial del horno de 40 °C, mantenida por 5 min hasta llegar a una temperatura final de 250 °C con incrementos de 5 °C/min. El gas acarreador fue helio grado cromatográfico (INFRA S.A.), con un flujo de 0.8 mL/min. Los compuestos volátiles se identificaron por comparación espectral de los picos del cromatograma de iones totales de las muestras con los compuestos de referencia de la biblioteca CLASS-5000 instalada en el GC-MS. La cuantificación se realizó con base en el porcentaje de área de cada pico del cromatograma correspondiente a cada compuesto volátil de la guanábana^{10,13}.

Análisis de compuestos volátiles

Los resultados de la cuantificación de compuestos volátiles de la guanábana fueron evaluados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) y el programa de estadística 8.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK).

Resultados y discusión

En el extracto de guanábana se identificaron 17 compuestos volátiles (antes del secado por aspersión), mismos que se presentan en la Tabla 2 en la columna Tx. Un aspecto importante de este proyecto es explicar cómo se dio la conservación de compuestos volátiles durante el proceso de secado por aspersión de las muestras. En este sentido se observa en la Tabla 2, que en el tratamiento T0 (sin encapsulantes), disminuyeron bastante los compuestos volátiles. De los tratamientos evaluados se puede decir que fue mejor el T3, el cual es muy similar al contenido original, Tx en la retención de compuestos volátiles durante el secado por aspersión de guanábana.

El metil hexanoato y metil 2-hexenoato fueron los más abundantes, lo cual coincide con MacLeod y Pieris⁷, quienes caracterizaron los compuestos volátiles de guanábana por extracción – destilación simultánea (SDE) con solvente orgánico. Los compuestos de guanábana coincidieron en la identificación que realizaron Márquez y colaboradores⁶, en Guanábana de Colombia mediante SPME / GC-MS; las diferencias entre este trabajo y de dichos autores fueron cuantitativas en el contenido de los compuestos.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de contenido de humedad, peso y pH en las muestras de guanábana secadas por aspersión. Se obtuvo que las muestras del tratamiento T3, fueron mejores, con un contenido de humedad adecuado en el producto en polvo, el mejor peso (g), así como la estabilidad del pH¹¹.



Tabla 2. Compuestos identificados en las muestras de guanábana.

Compuestos:	Concentración relativa de los compuestos de las muestras de guanábana (% de área):				
	T _x	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Metil hexanoato	18.01 ^a	0.12 ^c	6.80 ^b	7.01 ^b	16.90 ^a
Metil 2-hexenoato	15.30 ^a	4.00 ^{bc}	5.00 ^b	5.04 ^b	15.10 ^a
Etil acetato	4.00 ^a	1.00 ^b	1.04 ^b	1.10 ^b	3.00 ^a
Metil butanoato	1.13 ^a	--	0.11 ^b	0.90 ^a	1.00 ^a
(E)-2-Hexenal	2.42 ^a	2.22 ^a	2.30 ^a	3.31 ^a	2.32 ^a
3-Hexenol	1.44 ^a	0.22 ^b	0.90 ^a	0.99 ^a	1.09 ^a
(E, E) -2,4-hexadienal	3.46 ^a	0.30 ^b	3.00 ^a	3.04 ^a	3.03 ^a
Etil hexanoato	1.60 ^a	--	0.11 ^b	0.89 ^{ab}	1.30 ^a
Hexenil acetato	2.40 ^a	0.60 ^b	1.30 ^{ab}	1.50 ^{ab}	2.35 ^a
Acetato de 3-hexenol	2.50 ^a	0.29 ^b	2.00 ^a	2.01 ^a	2.03 ^a
2-Etil hexanoato	3.64 ^a	0.40 ^c	1.30 ^b	1.39 ^b	3.14 ^a
Linalol	2.45 ^a	0.50 ^c	1.50 ^b	1.53 ^b	2.03 ^a
Metil octanoato	3.14 ^a	0.30 ^c	1.01 ^b	1.40 ^b	3.08 ^a
α -terpinoleno	4.22 ^a	0.55 ^c	1.50 ^b	1.46 ^b	4.00 ^a
Nonanal	9.52 ^a	1.30 ^c	4.00 ^{bc}	5.09 ^b	9.43 ^a
Metil 2-octanoato	2.44 ^a	--	0.11 ^b	0.30 ^b	2.01 ^a
Oxanona	8.33 ^a	2.95 ^c	5.40 ^b	4.90 ^b	8.05 ^a
Total:	17	14	17	17	17

Nota. Los datos de cada compuesto que comparten las mismas letras en diferentes tratamientos (observado en renglón), indican que no tuvieron diferencia significativa (DMS por Duncan $P < 0.05$). Tx: extracto original (sin secar por aspersion), T0: sin encapsulantes, T1: 0.6 % p/p de maltodextrina DE-10, T2: 0.6 % p/p de goma arábica y T3: 0.6 % de una mezcla de maltodextrina DE-10 y goma arábica (1:1) p/p



Tabla 3. Datos evaluados en las muestras de guanábana secadas por aspersion.

Variable evaluada:	Tratamientos de encapsulantes:			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Humedad (%):	3.9	3.0	3.0	3.0
Peso (g):	80	114	120	120
pH:	4.5	4.0	4.0	4.0

El producto de guanábana en polvo obtenido mediante secado por aspersion en este proyecto, puede ser útil para utilizarse en la elaboración de aguas frescas, dulces, mermeladas y en diversos alimentos, como saborizante natural de esta fruta.

Conclusiones

El compuesto más abundante en la guanábana de Colima fue el metil hexanoato. La mezcla de maltodextrina DE-10 y goma arábica fue el mejor tratamiento para la retención de compuestos volátiles durante el secado por aspersion de guanábana, ya que formó una película viscoelástica y fue selectivamente permeable para permitir la evaporación del agua durante el proceso, pero con capacidad de conservar los compuestos, sin haber diferencia significativa con los compuestos encontrados antes del secado por aspersion (extracto original).

Recomendaciones

Algunos de los problemas que se encontraron en este trabajo, primero fue filtrar lo mejor posible el concentrado de guanábana, de tal manera que no tuviera residuos de fibra. Considerando que el contenido de fibra puede bloquear el flujo de alimentación en el atomizador rotatorio del secador por aspersion. En las muestras sin agentes encapsulantes se tuvieron problemas en el secado por aspersion, estos problemas fueron pegajosidad en las paredes del secador debido al contenido de azúcares de la fruta. Esto genera pérdidas del producto y mucho tiempo para la limpieza de la cámara del secador. Este problema se resolvió adecuadamente con el uso de los agentes encapsulantes.

Agradecimientos

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYTJAL) por el apoyo recibido para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

Referencias

1. LAKO, J., TRENERRY, V.C., WAHLQVIST, M., WATTANAPENPAIBOON, N., SOTHEESWARAN, S., and PREMIER, R. "Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods". Food Chemistry, 2007. p. 101(4):1727-1741.
2. CHIMENOS, K.E. "Aspectos prácticos en la prevención del cáncer oral". En: Avances de Odontostomatology, 2008. p. 24(1):61-67.
3. MÁRQUEZ, C.C.J. "Caracterización fisiológica, físico-química, reológica, nutraceútica, estructural y sensorial de la guanábana (*Annona muricata* L. cv. *Elita*)". Tesis de doctor en ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Colombia, 2009. p. 274.
4. VIDAL, H.L., LÓPEZ, M.H., VIDAL, M.N.A., RUIZ, R.B., CASTILLO, R.D.G., y CHIQUITO, C.R.G. "La situación de las annonaceae en México: principales plagas, enfermedades y su control". Revista Brasileira de Fruticultura, 2014. p. 36(1):44-54.
5. CUADROS, V. "Guanábana: Manejo del cultivo y poscosecha". 1era ed. Proexant. Quito, Ecuador, 2008. p. 25.



6. MÁRQUEZ, C.C.J., CARTAGENA, V.J.R., and CORREA, L.G.A. "Determination of Soursop (*Annona muricata* L. cv. *Elita*) fruit volatiles during ripening by electronic nose and gas chromatography coupled to mass spectroscopy". Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 2013. p. 66(2):7117-7128.
7. MACLEOD, J.A., and PIERIS, M.N. "Volatile flavor components of soursop (*Annona muricata*)". Journal of Agricultural Food Chemistry, 1981. p. 29(3):488-490.
8. CHEONG, K.W., TAN, C.P., MIRHOSSEINI, H., HAMID, N.S.A., OSMAN, A., and BASRI, M. "Equilibrium headspace analysis of volatile flavor compounds extracted from soursop (*Annona muricata*) using solid-phase Microextraction". Food Research International, 2010. p. 43(5):1267-1276.
9. CHEONG, K.W., TAN, C.P., MIRHOSSEINI, H., CHIN, C.T., CHE-MAN, Y.B., HAMID, N.S.A., OSMAN, A., and BASRI, M. "Optimization of equilibrium headspace analysis of volatile flavor compounds of Malaysian soursop (*Annona muricata*): comprehensive two-dimensional gas chromatography time-of-flight mass spectrometry (CGxGC-TOFMS)". Food Chemistry, 2011. p. 125(4):1481-1489.
10. GONZÁLEZ-PALOMARES, S., MÓNICO-JIMÉNEZ, J.C., DEL VAL-DÍAZ, R., MACEDO-GONZÁLEZ, L.A., RAMOS-RUBIO, A., y GARCÍA-ESTRADA, J. "Identificación de compuestos volátiles de guanábana (*Annona muricata* L.) de Colima, Colima". Revista PROYECTA TEC. Instituto Tecnológico Superior de Teposcolula, 2015. p. 2:7-10.
11. GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, H.M., GONZÁLEZ-PALOMARES, S., y ROSALES-REYES, T. "Caracterización de compuestos volátiles durante el secado por aspersión de jugo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb)". Revista Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2011. p. 51:10-15.
12. AOAC, Association of Official Analytical Chemists. "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists". 18th ed.; Gaithersburg, MD: AOAC Press. 2006.
13. GONZÁLEZ-PALOMARES, S., ESTARRÓN-ESPINOSA, M., GÓMEZ-LEYVA, J.F., FLORES-MARTÍNEZ, H., y ANDRADE-GONZÁLEZ, I. "Caracterización de compuestos volátiles en un extracto de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) por diferentes métodos de aislamiento y GC-MS" [en línea]. Memoria del IV Congreso Internacional y XV Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica. CMIB, A.C. Morelia, Michoacán, México. [ref. de 7 de abril del 2006]. Disponible en Web: http://www.researchgate.net/publication/266740776_CHARACTERIZACION_DE_COMPUESTOS_VOLATILES_EN_UN_EXTRACTO_DE_JAMAICA_%28Hibiscus_sabdariffa_L.%29_POR_DIFERENTES_MTODOS_DE_AISLAMIENTO_Y_GC-MS.

Fecha de recepción
19/05/2015

Fecha de aceptación
08/07/2015

Fecha de publicación
29/09/2015



Análisis de propuestas metodológicas de implementación de Lean manufacturing en pequeñas y medianas empresas.

(Por Mónica Pérez Castañeda)

Resumen

Los sistemas de Lean manufacturing o manufactura esbelta han demostrado ser de gran efectividad cuando se implementan en sistemas productivos de gran tamaño; sin embargo, a pesar de los beneficios que conlleva, estos no han sido totalmente desarrollados en pequeñas y medianas empresas manufactureras. Es por ello, que el presente artículo tiene como objetivo presentar el análisis de las metodologías de implementación Lean manufacturing, se realiza como primer momento de la investigación, una descripción cronológica del surgimiento, análisis de las metodologías de implementación, presentadas en tres modelos desarrollados por los pioneros en la evolución de los sistemas Lean, un resumen de los desperdicios (mudas) que se pretenden eliminar con la aplicación y finaliza con una revisión bibliográfica y análisis de las metodologías de implementación desarrolladas por autores hispanoamericanos para pequeñas y medianas empresas.

Palabras clave: Lean manufacturing, TPS, desperdicios, PyME, metodología.

Abstract

Lean manufacturing Systems have proven to be highly effective when they are implemented in large production systems; however, despite the benefits of implementing these systems they have not fully developed in small and medium-sized manufacturing companies. So this article aims to present an analysis of implementation methodologies Lean manufacturing, it is performed as the first stage of the investigation, a chronological description of the emergence of the methodology, the analysis of implementation methodologies presented in three models developed by pioneers in the evolution of Lean systems, a summary of the waste (muda) which the aim is to be removed with the implementation of the methodology, and ends with a literature review and analysis of implementation methodologies developed by Hispanic authors for small and medium enterprises.

Keywords: Lean manufacturing, TPS, waste, SMEs, methodology.

Introducción

El entorno actual donde la competencia global es cada vez mayor y donde los niveles de exigencia en calidad, aunada a las numerosas opciones existentes en el mercado, han desembocado en el uso e implementación de estrategias que permitan a las organizaciones optimizar los procesos productivos.

Dentro de las estrategias utilizadas para la gestión de procesos se encuentran la metodología Lean manufacturing, sistemas esbeltos de manufactura o sistemas de producción Toyota, que a través de la identificación de desperdicios y actividades que no agregan valor, aplica una serie de técnicas que permiten la eliminación de dichos elementos con la subsecuente mejora de la eficiencia del proceso^{1 y 2}.

Las pequeñas y medianas empresas (pymes) constituyen el 99.8% de las empresas establecidas, generan el 72% del empleo y el 52% del producto interno bruto³, las estrategias y herramientas provenientes de un sistema Lean manufacturing traen beneficios hacia las empresas como: reducción de inventarios, mejora en la calidad de los productos, entrega justo a tiempo, lotes pequeños de producción, reducción del tiempo de proceso⁴. Sin embargo, las metodologías de implementación se han desarrollado desde la perspectiva japonesa y estadounidense, por lo que es importante, establecer una metodología que sea capaz de adaptarse al contexto de la pequeña y mediana empresa manufacturera, con el objetivo de obtener el mayor beneficio de la filosofía así como de las herramientas provenientes de esta.



Es por ello, que se realizará un análisis de las perspectivas de implementación en pequeñas y medianas empresas manufactureras dentro del contexto hispanoamericano, a través de la revisión bibliográfica de propuestas metodológicas, análisis de casos y los resultados obtenidos.

Albores de la metodología

Después de la segunda guerra mundial, la sociedad japonesa queda devastada y por ende, la industria manufacturera del país. Es entonces cuando los empresarios japoneses deciden realizar acciones que apoyen a la mejora de la productividad de sus empresas y por lo tanto, al incremento en la calidad de sus productos.

El sistema Lean tiene como uno de sus orígenes en la incipiente industria automotriz japonesa (Toyota Motor Corporation), la observación y contraste del sistema de producción japonés con el estadounidense. Es a partir de esta comparación que el industrial Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, desarrollan una filosofía integral en la compañía que incluye entre otros, el diseño de sistemas orientados a la mejora o “adelgazamiento” de procesos, entre los que destaca como primer inicio la reducción de lotes. Durante 30 años Ohno desarrolló el sistema que llevó a Toyota de la quiebra, a ser uno de los líderes internacionales en su ramo. Durante este proceso se sumaron una serie de herramientas clave de la metodología tales como: 5 porqués, kanban, 5s, TPM, flujo continuo, Jidoka, SMED, indispensables para una exitosa implementación^{5 y 6}. El término Lean se contextualiza en los sistemas de producción a principios de los 90's, por los estudios realizados por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) y presentados por Womak (1996) en su libro “The machine that change the world”, en los cuales se define que una empresa es Lean debido a la utilización de empleados multitareas, además del uso de la mitad de recursos utilizados en la producción; sin embargo, destaca que la principal diferencia entre los sistema de producción Lean y los sistemas de producción en masa se encuentra en la tendencia hacia la perfección⁶.

Enfoques Lean Manufacturing

La filosofía Lean se describe como un sistema cuyo objetivo principal es la identificación y reducción de desperdicios o mudas (término japonés para el desperdicio); sin embargo, al ser una filosofía integral, se acompaña de un conjunto de conceptos, que unidos constituyen la forma básica de la metodología.

A. Tipos de desperdicio

Dentro de esta filosofía, se considera como un término recurrente la identificación y eliminación de desperdicio. Este fue definido por Ohno como muda, e incluye todas las “actividades por las cuales un cliente no está dispuesto a pagar o actividades que no agregan valor al producto”⁷, y que generan el consumo de recursos dentro de la empresa.

Las actividades consideradas como mudas dentro del sistema se clasifican de acuerdo a las siguientes categorías:

- **Sobreproducción:** esta actividad sucede cuando se produce una cantidad mayor a la demandada por el cliente, argumentando la necesidad de tener un inventario de seguridad o contar con piezas para subsanar las defectuosas, desperdicio de materiales, o retrasos en la producción. Esta práctica constituye un desperdicio importante, ya que genera la necesidad de espacios adicionales para el almacenamiento de productos innecesarios, además de costos de producción y de almacén.
- **Inventario:** el objetivo primordial de tener inventario consiste en el almacenamiento sistemático de materiales utilizados en la manufactura del producto, sin embargo, cuando existe sobreproducción es inevitable la existencia de sobreinventario de materia prima, producto en proceso y productos terminados.
- **Defectos:** se refiere a la cantidad de productos que no cumplen con las especificaciones de calidad



establecidas, por lo que estos deben ser remanufacturados o en su caso terminar como material de desecho.

- **Movimientos:** se consideran dentro de esta categoría cualquier movimiento innecesario de personal directamente involucrado en el proceso de producción, que no agregue valor al producto, el cual puede ser consecuencia de un deficiente diseño del área de trabajo.
- **Procesos:** cuando el proceso no está diseñado de forma tal que el flujo del producto sea constante o incluye actividades que no agregan valor, causado generalmente por una falla en la sincronización del proceso.
- **Esperas:** se refiere a las esperas en la producción del producto, se refleja en la producción cuando operarios o maquinaria, se encuentran ociosos debido a falta de material o fallas en la maquinaria.
- **Transporte:** transportes innecesarios de un lugar a otro dentro de la producción ya sea de material o de trabajadores⁷.

Cabe hacer mención que estos últimos se consideran como las definiciones estándar de desperdicio dentro de la gestión Lean; sin embargo, existe una corriente adicional que integra la visión del desperdicio del talento, habilidades y capacidades del personal involucrados en las áreas de producción, se agrega entonces a la definición tradicional un octavo desperdicio denominado talento no utilizado⁸.

Una variante de este octavo desperdicio es el considerado por Pascal Dennis (2007) en su libro *Lean Production Simplified*, quien lo define como “desconexión del conocimiento”⁵ y refiere a la falta de comunicación entre los actores que intervienen en el proceso y puede darse en niveles horizontales y verticales ocasionando, que la organización no se encuentre alineada al sistema Lean y por tanto, exista una ruptura del sistema.

Existe controversia, sobre la utilización de este último desperdicio, ya que no interviene directamente en el proceso de producción y se considera una actividad que no agrega valor al producto de manera directa, por lo que, de acuerdo al tipo de organización y el impacto de este concepto sobre el sistema, puede o no integrarse en la identificación y análisis de desperdicios.

B. Metodologías de implementación

Una vez que se tiene conocimiento de los desperdicios que se pueden encontrar, la siguiente etapa consiste en la selección de las metodologías para implementar un sistema Lean con el objetivo de detectar y eliminar desperdicios.

Se distinguen entonces dos modelos de implementación que dependen de la forma de abordar las problemáticas a solucionar, estos son en paralelo y secuencial⁹. En el primero, deben identificarse y eliminarse los desperdicios a través de la implementación de herramientas Lean, mientras que en el segundo enfoque deben ser un proceso secuencial, estableciendo los objetivos de cada etapa para que al final de la implementación se obtengan resultados.

La esencia de la metodología en la llamada “casa Lean”, se ejemplifica de manera gráfica en la figura 1. En esta se observa que la base de la filosofía está constituida por la estabilidad y estandarización, los pilares los establecen el Jidoka y Justo a Tiempo (JIT), que establecen la entrega de productos conforme a demanda del cliente y la automatización con enfoque humano; sin olvidar que la meta principal de la implementación de esta filosofía es el cumplimiento de las metas y compromisos establecidos con el cliente, y por último, considera equipos de trabajo altamente motivados e involucrados con el cumplimiento de este sistema⁵.

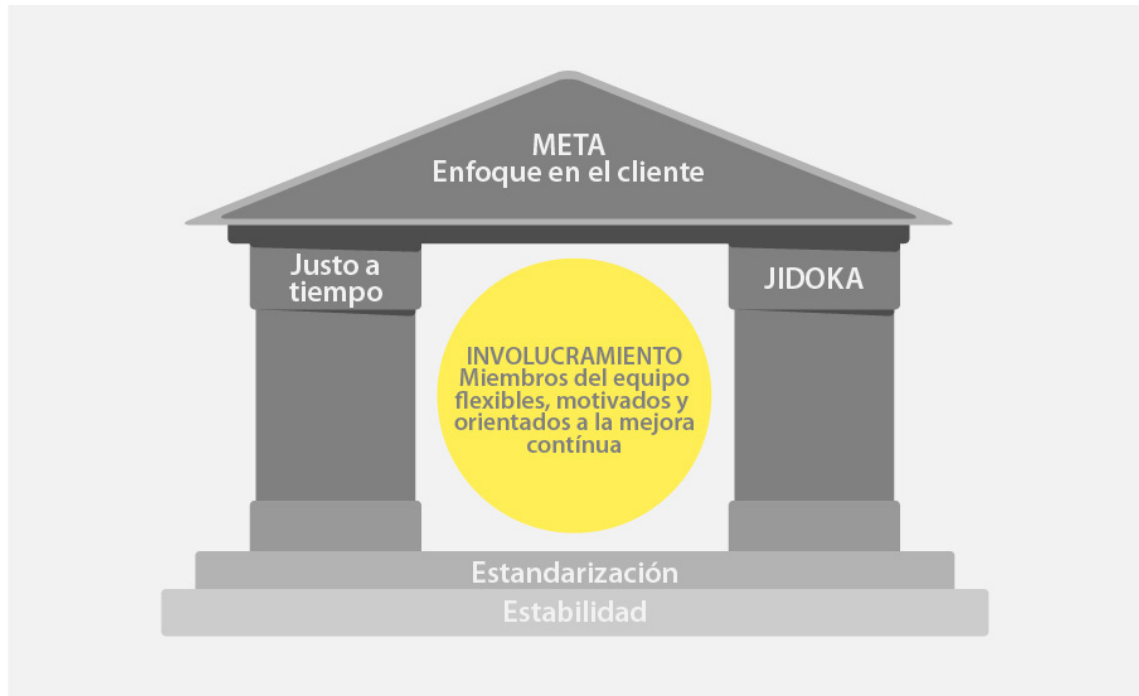


Figura 1. Casa Lean. Fuente: Dennis Pascal, Lean Production Simplified, 2007.

Un ejemplo del enfoque secuencial lo integra, uno de los pioneros en el establecimiento de una metodología de implementación, como el propuesto por Womack y Jones (2003), Figura 2 ¹⁰.

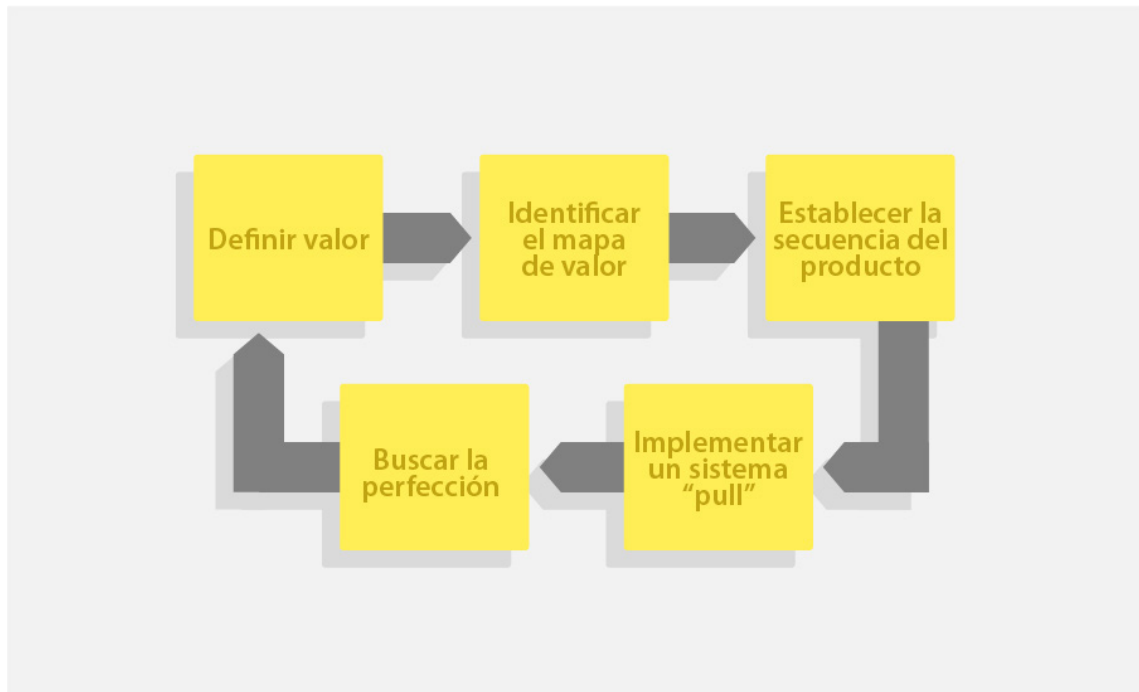


Figura 2. Modelo Lean Thinking. Fuente: Elaboración propia adaptado de Womak J. P., Lean Thinking, 2003

En este enfoque se determinan las actividades que agregan valor y las que no lo agregan, para después realizar el mapeo de la cadena de valor, establecer el flujo de producción, nivelarlo a la demanda del cliente y mejorar continuamente^{10 y 11}.



Un tercer acercamiento para la implementación de la metodología consiste en la relación de Lean manufacturing con six sigma y la metodología DMAIC, Figura 3 (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), partiendo de un enfoque estadístico para el control y la reducción de la variabilidad de procesos.

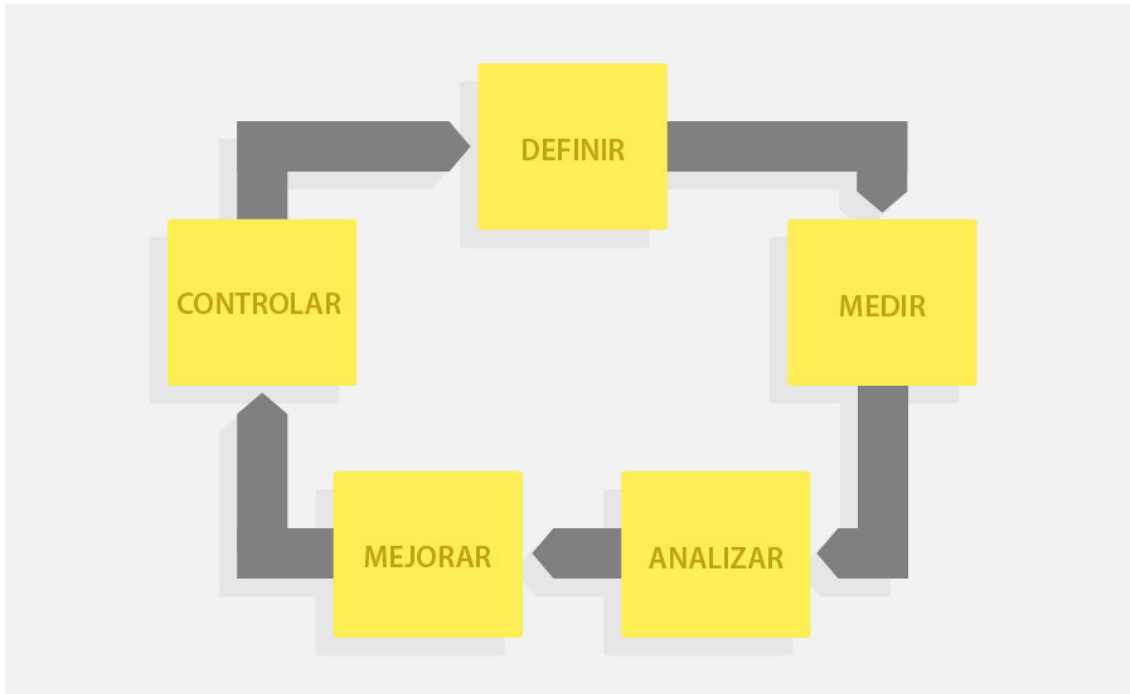


Figura 3. Modelo DMAIC. Fuente: Elaboración propia adaptado de Socconini, L. Lean manufacturing paso a paso, 2008.

Herramientas de gestión

De acuerdo al análisis realizado se observa que los procesos de implementación, tienen herramientas de aplicación en común que únicamente varían de acuerdo al momento de aplicación, y que hacen la diferencia entre sistemas de mejora continua contra un sistema Lean manufacturing¹² estas herramientas son:

- Estandarización de procesos
- Sistemas "Pull"
- Estabilidad
- Identificación de valor

Se identifican además herramientas de aplicación que si bien forman parte de un sistema de manufactura esbelta estas pueden ser aplicadas de acuerdo a los requerimientos o necesidades de mejora continua de una empresa.

En la revisión bibliográfica de estas herramientas destacan las siguientes:

- Just in time
- Kanban
- Jidoka
- Poka yoke
- TPM
- 5S
- SMED



- Kaizen
- Hoshing planning
- 5 porqués
- AMEF
- 8D
- Células de manufactura
- Andón

Por otra parte, una corriente complementaria integra enfoques adicionales a la metodología y utiliza herramientas como:

- Six sigma
- Control estadístico de procesos
- DMAIC
- Balanced score card
- Administración total de la calidad
- Lean logistics
- Lean accounting

Retos de la gestión Lean en PYMES

Durante la maduración de esta filosofía se han desarrollado numerosas herramientas de gestión, estandarización y control del proceso, así como diferentes enfoques para orientar la aplicación de la metodología Lean. Es de considerar que cuando se intenta la implementación dentro de la empresa, esta se encuentra ya en funcionamiento y es por la necesidad de mejora continua de la empresa o bien por las exigencias propias del mercado que esta inicia con la aplicación. Bajo esta premisa, se debe tomar en cuenta que de acuerdo a la situación de cada empresa, la metodología de implementación, así como las herramientas a aplicar son variables. Debe tenerse en consideración que la aplicación de las bases de la filosofía no siempre conducirán a los mismos resultados exitosos de Toyota, un ejemplo claro de esta condición es lo sucedido a GM (General Motors), que en sus primeros intentos por implementar la metodología obtuvo resultados pobres de la aplicación⁶.

En el ámbito internacional, los resultados de la implementación de metodologías Lean en pequeñas empresas y medianas empresas, destacan que los factores críticos del éxito de la implementación radican en el involucramiento y compromiso de la dirección aunado a un sistema de comunicación eficiente en la empresa, la dificultad para establecer y mantener tiempos de entrega de materia prima y producto terminado con proveedores y clientes, así como la capacidad financiera de la empresa^{13 y 14}.

Un caso específico del alcance de la aplicación de esta metodología en empresas colombianas indica que es casi imposible la implementación de un sistema Lean en pequeñas y medianas empresas de este país, debido a las condiciones de la infraestructura de la red de distribución logística, la dificultad de que los proveedores de la empresa se adapten a un sistema justo a tiempo por un solo cliente que adopta el sistema, los altos costos de capacitación e implementación, las condiciones laborales de las empresas colombianas que no fomentan la protección personal al trabajador además de la propia estructura gubernamental¹⁵. El contexto mexicano refleja que las empresas manufactureras en Tlaxcala, solo el 4% de estas tienen implementado un sistema Lean⁹; además, una vez que la empresa se ha decidido a aplicar este sistema se enfrenta a diversos retos en la implementación, tales como dificultades para cambiar la cultura organizacional, falta de conocimientos de técnicas y herramientas de implementación, concentrarse en objetivos a corto plazo sin realizar una visión integral de la empresa, resistencia al cambio así como usar modelos que no se ajustan a las condiciones de la empresa mexicana¹⁶.



Metodologías para PYMES

La metodología para la recopilación de información proviene de las bases de datos de artículos en repositorios digitales, de estos se seleccionaron aquellos con distinción en propuestas metodológicas de la implementación de Lean en pequeñas y medianas empresas manufactureras a nivel hispanoamericano.

Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 1.

METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN		RESULTADOS OBTENIDOS
Ferizzola-Luna [17] <ul style="list-style-type: none"> - Preparación - Identificación - Ejecución - Evaluación 	Diseña un enfoque basado en six sigma, integra el compromiso de la dirección y planeación estratégica, define la separación de proyectos de mejora, obteniendo con la aplicación a una empresa productora de muebles de madera, reducción de defectos de calidad y aumento en la capacidad de producción.	
Fourtuny-Santos, Cuatrecas-Arbos Cuatrecas-Castellsaques Olivilla-Nadal [18] <ul style="list-style-type: none"> - Recolección de datos - Formación acerca de Lean manufacturing - Análisis de las operaciones y su flujo - Trazado del mapeo de la cadena de valor actual - Fase central de estudio y diseño - Trazado del mapeo de la cadena de valor futuro - Fase de implantación final 	Propone una metodología de implementación a partir de ciertas características en la empresa como: empresas de tamaño mediano, autonomía de gestión, actividad industrial y nivel tecnológico medio, considera como parte fundamental de la implementación la capacitación Lean, aplica la metodología a tres casos de estudio obteniendo disminución del lead time, disminución de tiempos de entrega, cuellos de botella y tamaño de lote.	
Niño Luna-Bednarek [12] <ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico y preparación - Lanzamiento - Estabilidad - Estandarización - Flujo 	Integra el diseño de una metodología a partir de la revisión bibliográfica y contextualización con la empresa pyme mexicana, presenta la integración de sistemas ISO 9001, para la fase de diagnóstico.	
Cuatrecas [19] <ul style="list-style-type: none"> - Recolección de datos - Formación acerca de Lean management - Análisis de las operaciones y su flujo - Mapeo de la cadena de valor - Fase de estudio - Mapeo de la cadena de valor futuro - Fase de implantación final 	Hace énfasis en el desarrollo de capacitación y formación en sistemas Lean, utilizando como estrategia de desarrollo, el mapeo de cadena de valor como parte fundamental del éxito de implementación.	
Barbosa-Saucedo Gracia-Villar Dzul-López [20] <ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico - Planeación y proyección - Definición detallada - Traducción - Análisis - Estado futuro - Estandarización y sesión 	Desarrolla un enfoque metodológico de Lean six sigma, a través de la participación en la implementación de actores internos (gerentes, equipo de proyectos) y externos (profesores consultores, estudiantes de ingeniería industrial y centros de desarrollo profesional). Obteniendo el logro de los proyectos planteados en cuatro empresas piloto.	

Tabla 1. Metodologías de implementación para PYMES.

De los modelos anteriores se observa que las metodologías desarrolladas para PYMES incluyen una fase introductoria de diagnóstico y preparación, con el objetivo de iniciar una concientización y compromiso previo de la dirección de la empresa, capacitaciones en la metodología y herramientas, además de la alineación e integración de los objetivos del proyecto Lean con el plan estratégico. La segunda parte consiste en el diseño de mediciones (con herramientas estadísticas o VSM) y establecimiento de indicadores clave, para a partir de estos datos, aplicar herramientas que permitan la estandarización y ajustar el ritmo de producción a un sistema pull, para finalizar con evaluaciones o fases de control.

De los casos presentados se observa una tendencia hacia la alineación de las metodologías con los procedimientos de los sistemas de calidad establecidos en ISO 9001, ya que este constituye un primer acercamiento de las PYMES a la estandarización de procesos, además de un ajuste con el modelo DMAIC, y el sistema PDCA.

Conclusiones

Un factor clave para el éxito de la aplicación de sistemas Lean manufacturing radica en la selección de la metodología de implementación de acuerdo a las condiciones de cada empresa en particular, complementándola con los sistemas ya existentes en la misma, para de este modo obtener los mejores resultados derivados de esta filosofía.

Del análisis anterior puede deducirse que, la implementación de Lean manufacturing en pequeñas y medianas empresas es factible y pueden obtenerse resultados benéficos, siempre y cuando se establezcan como puntos previos, objetivos claros de por qué, cuándo y cómo aplicar el sistema, debe existir como punto de partida el involucramiento del personal y sobre todo de la alta dirección para llevar a cabo el proceso con éxito, es necesario contemplar capacitaciones sobre metodologías, técnicas y herramientas para obtener los resultados planteados, además debe incluirse la asignación de recursos (infraestructura, materiales, recursos humanos, financieros, etc.) para alcanzar las metas propuestas y con esta base seleccionar la metodología y herramientas pertinentes del sistema Lean.

Queda como trabajo futuro el desarrollo de una investigación acerca de las PYMES manufactureras en el entorno mexicano que tienen implementado el sistema Lean, para detectar su nivel de implementación, tiempos de ejecución, retos y oportunidades encontradas para desarrollar una metodología de implementación, con herramientas de gestión ajustadas al entorno industrial mexicano.

Referencias

1. SOCCONINI, L., *Lean Manufacturing paso a paso*. México: Norma, 2013.
2. SÁNCHEZ, M. R. J. L. *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010.
3. MORALES, E. G. *Lean manufacturing como estrategia de competitividad para las Pymes industriales del estado de Tlaxcala*. 7 Octubre 2011.
4. R. B. M. D. a. M. N. A. R. Ahmad Nasser Mohd. *A review on lean manufacturing practices in small and medium enterprises*. AMReG 09, 2009.
5. DENNIS, P. *Lean Production Simplified*. United States Of America: Productivity Press, 2007.
6. WOMACK, J. P. *The Machine that change the world*. United States Of America: Macmillan, 1990.
7. IMAI, M., Gemba Kaizen. *A commonsense approach to a continuous improvement strategy*. United States: McGraw-Hill, 2012.
8. CUDNEY Elizabeth, A. S. F. D. D. *Lean Systems: Applications and case studies in manufacturing, service, and Healthcare*. United States: CRC Press, 2013.
9. M. F. J. Espejo Alarcon M. *Lean production: Estado actual y desafíos futuros de la investigación*. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa. vol. 13, nº 2, 2007.
10. J. D. T. Womak James P. *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. United States: Productivity Press, 2003.
11. SILVA, P. P. B. *Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas*. Scientia et Technica, nº 38, 2008.
12. LUNA, M. B. Luis Fernando Niño. *Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en Pymes industriales Mexicanas*, Ide@s Concyteg , 2010.
13. KUMAR, J. A. &. D. M. *Lean six sigma: research and practice*, Professor Jiju Antony, Dr. Maneesh Kumar & Ventu0 3Publishing ApS, 2011.
14. ROSE A. D. B. M. R. M. &. N. N., *Lean manufacturing best practices in SMEs, de The 2nd International Conference on Industrial Engineering*, Kuala Lumpur, Malaysia, IEOM Research Solutions Pty Ltd, 2011, pp. 872-877.
15. J. A. P. V. Daisy Johana Valencia Cocuy. *XVI International conference on industrial engineering and operations management, de Análisis de la implementación del Lean Manufacturing en Pymes Colombianas*, São Carlos, Brazil, 2010.
16. MARIUSZ, L. F. N. L. *The Selected Problems of Lean Manufacturing Implementation in Mexican SMEs, de Lean Business Systems and Beyond*. Boston , Springer , 2008, pp. 239-247.
17. FELIZZOLA, Heriberto, C. L. A. *Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico*, Ingeniere. Revista Chilena de Ingeniería , pp. 263-277, 2014.
18. FORTUNINI, L. C. A. O. C. -. C. J. O.-N. Jordy -Santos. *Metodología de implementación de gestión Lean en plantas industriales*. Universia Business Review , pp. 28-41, 2008.
19. ARBÓS, L. *Instituto Lean Management*. 2006. Disponible en web: http://www.institutolean.org/oldsite/articulos/articulos_ilm.html.
20. BARBOSA, Alejandro, S. G. V. L. A. D. L. *Propuesta metodología Lean Seis Sigma en empresas PyMes; un enfoque participativo con la academia*. Revista de I+d Tecnológico, Revista de Investigación de la Universidad Tecnológica de Panamá p. 10, 2013.

Fecha de recepción
07/07/2015

Fecha de aceptación
31/08/2015

Fecha de publicación
29/09/2015



Factores de la educación superior que influyen en el engagement del ámbito académico

(Por Miriam Roxana Vázquez Zamudio, Alma Gloria de Guadalupe Zuazo Solórzano, Eugenio Sevares Baryardo, Nadia Yesenia Vázquez Zamudio)

Resumen

El *Engagement* es un vocablo teóricamente opuesto al *Burnout* y designa una experiencia de bienestar de la persona a consecuencia de la alta vinculación positiva con su trabajo; en este caso, en el estudiante universitario. El presente trabajo realiza un análisis de los factores que influyen en el compromiso académico y para conocerlos se aplicó un cuestionario de *Engagement* UWES¹ (*Utrecht² Work Engagement Scale*) a la población de estudiantes, docentes y personal administrativo tanto de la Universidad Tecnológica de Manzanillo (UTeM) como de Universidad del Desarrollo Profesional (UNIDEP), campus Manzanillo.

El *Engagement* se define como "un estado mental positivo, de realización, relacionado con el trabajo que se caracteriza por vigor, dedicación y absorción"¹.

Una formación académica de calidad que incluye, un acercamiento entre la teoría y la práctica, considera que el "*Engagement* es un estado psicológico de realización o la antítesis positiva del burnout"².

De acuerdo a este planteamiento de *Engagement* se desarrolló un cuestionario de diez ítems considerando el estado cognitivo, emocional y físico; fue aplicado al personal docente y administrativo, así como al estudiantado de diferentes carreras.

Palabras clave: Educación Superior, *Engagement*, estudiantes, docentes, personal administrativo.

Abstract

The *Engagement* is a theoretically opposed to *Burnout* word and designates a wellness experience of the person as a result of the high positive relationship with their work; in this case related with the student. This article analyzes the factors that influence the academic commitment, and to know them a questionnaire Engagement UWES (Utrecht Work Engagement Scale) to the population of students, teachers and staff of both the Technological University of Manzanillo was applied (UTeM) and UNIDEP, (University Professional Development).

The Engagement is defined as "a positive mental state, of realization, related to work that is characterized by vigor, dedication and absorption".

An academic background which includes an approach between theory and practice, believes that engagement is a psychological state of progress or positive antithesis of burnout.

According to this approach, a questionnaire of 10-item scale was developed considering the cognitive, emotional and physical state, which was applied to the teaching and administrative staff and students from different careers.

Keywords: Higher Education, Engagement, students, teachers, administrative staff.

Introducción

Engagement no es un vocablo nuevo, a través del tiempo ha sido estudiado por la investigación psicológica y educativa, con el fin de superar las áreas de mejora que presenta, en determinado momento, todo individuo



que se relaciona con el compromiso educativo, ya que implica una responsabilidad la actualización de los conocimientos.

Ha sido demostrado el efecto benéfico del *Engagement* para los estudiantes, porque se utilizan estrategias efectivas de autorregulación como son: el tener objetivos y metas, la planificación, la organización y monitoreo de sus estudios. A la par, estos estudiantes se esfuerzan, persisten, se retan a sí mismos y disfrutan de todo esto, haciendo placentero el camino de enseñanza – aprendizaje³.

Por consiguiente, el estudio presentado está basado en la investigación de aquellos factores que de alguna manera influyen en el *Engagement* del trabajo académico en la Educación Superior en algunas universidades del Puerto de Manzanillo, Col., como son la UTeM y UNIDEP.

El trabajo describe los resultados de la investigación cuyo objetivo fue considerar el grado de compromiso organizacional y académico hacia las actividades y tareas a realizar por parte del estudiante; así como el conocimiento, dominio del tema habilidades y destrezas del docente, identificando la relación entre los factores psicosociales intralaborales con el *Engagement*.

Se tomó en cuenta a dos universidades de la misma zona, de diferentes sectores ya que una de ellas pertenece al sector público y la otra, al sector privado.

Transcripción del caso

Dos instituciones académicas de nivel profesional, UTeM y UNIDEP, han tenido que realizar algunos cambios organizacionales debido a que el personal tanto docente como administrativo, no cumplen con los requisitos establecidos para el puesto en el que se encuentran. La falta de compromiso con la institución escolar ha generado que no realicen las labores correspondientes a su área de manera adecuada, se considera que algunos no cumplen con el perfil requerido, otros se sienten desvalorizados, existe apatía, acumulación de estrés y falta de motivación, aunado a esto, la inexactitud de presupuesto ha tenido gran injerencia.

Esto ha influido en la planta docente a la hora de impartir su cátedra, ya que el alumnado ha manifestado que los trabajos escolares que realizan no reciben el reconocimiento esperado, no se valora que muchos de ellos hacen un gran esfuerzo por cumplir, puesto que tienen que trabajar porque su solvencia económica es limitada; también, reportan que la atención que reciben de algunos departamentos administrativos no es la adecuada.

Objetivo

Identificar los factores de la Educación Superior que influyen en el *Engagement* en las relaciones laborales y escolares de la educación superior en Manzanillo, Colima.

Planteamiento del problema

En la comunidad universitaria de Manzanillo, Col., empieza un fenómeno en el que se encuentran inmersos sus participantes, sin que ellos lo detecten, esto es, un gran cúmulo de estrés, apatía, enfado, etc. Se entiende por estresores académicos todos aquellos factores o estímulos del ambiente organizacional educativo (eventos, demandas, etc.), que presionan o sobrecargan de algún modo tanto al estudiante como al trabajador.

Se detectan en el estudiante como posibles fuentes de estrés, aspectos tales como: los exámenes y evaluaciones, el rendimiento académico y las relaciones sociales; y en el caso de los trabajadores universitarios tanto académicos como administrativos: la sobrecarga de trabajo, la remuneración mal ponderada, metodología o



sistema de trabajo y la falta de control sobre el propio entorno educativo, lo que provoca la falta de compromiso académico.

De tal manera, que el sujeto evalúa diversos aspectos de su entorno educativo como amenazas o retos, a las que se puede responder adecuadamente o para las que cree no tener los recursos necesarios, con factores que están o no bajo su control.

Sin embargo, no todos los estudiantes ni trabajadores universitarios se encuentran inmersos en la apatía laboral o educativa, depende de la disposición personal para hacer frente a las demandas de la situación así como de la propia situación a la que se enfrentan. Es decir, cómo un individuo responde a los acontecimientos, depende tanto de la disposición personal como de la situación en la cual se encuentre.

Método de trabajo

El estudio se centra en el compromiso e implicación laboral de las actividades que se realizan en el sector académico a nivel profesional. Por lo que se presenta un estudio de caso en el que se determina una serie de situaciones y factores que implican el *Engagement*, cuyo objetivo fue evaluar e identificar la relación entre los factores psicosociales intralaborales y estudiantiles.

Por consiguiente, el método utilizado es cualitativo nominal.

Diseño de la investigación

El diseño o tipo de investigación, es de tipo descriptivo-correlacional con la finalidad de conocer el comportamiento y la relación entre las variables, mediante técnicas estadísticas y análisis de contenido.

Muestra

Se trabajó con una muestra representativa de la población, a través del uso de la técnica del cuestionario, aplicándose a estudiantes de nivel profesional de las carreras de contaduría, administración y educación; así como a docentes y personal administrativo de la Universidad Tecnológica de Manzanillo (UTeM) y de la Universidad del Desarrollo Profesional (UNIDEP).

La muestra es aleatoria simple por cada unidad escolar, en donde del universo poblacional estudiantil se extrae una muestra de 150 cuestionarios aplicados por universidad, además de 300 trabajadores que se aplicó el 50% de cuestionarios a hombres y el otro 50% a mujeres, con edades entre los 20 y 60 años.

Instrumentos y variables

Se utiliza un cuestionario de percepciones de la comunidad escolar y la aplicación del instrumento se realiza de forma simultánea en cada organización académica para evitar la contaminación en las respuestas. El cuestionario aplicado es anónimo y voluntario⁴.

Se realizaron dos tipos de cuestionarios; uno para el trabajador, es decir, docentes y administrativos; el otro para los estudiantes, cada uno de los cuestionarios está compuesto por 10 ítems.



Cuestionario aplicado al trabajador^{III}:

No.	ÍTEM	0	1	2	3	4	5	TOTAL
1	¿Se presentan nuevos retos en mi trabajo, en el que me encuentro actualmente?							
2	¿Me siento entusiasmado con el trabajo que realizo?							
3	¿Me siento inmerso y concentrado con las actividades de mi trabajo?							
4	¿Soy persistente como trabajador?							
5	¿Estoy entusiasmado con el trabajo que tengo ahora?							
6	¿Le dedico horas debidas al trabajo y se me pasa rápido el tiempo?							
7	¿Al levantarme por la mañana, me entusiasma asistir a trabajar?							
8	¿Se aprenden nuevas cosas e interesantes en mi trabajo cada día?							
9	¿Cuándo estoy trabajando me concentro en ello, que no importa lo que gire a mi alrededor?							
10	¿Considero que la carrera que elegí, es gratificante e inspiradora y tiene relación con mi trabajo?							
SUMATORIA TOTAL								



Cuestionario aplicado a los estudiantes^{IV}:

No.	ÍTEMS	0	1	2	3	4	5	TOTAL
1	¿Se presentan nuevos retos en la carrera que actualmente estudio?							
2	¿Me siento entusiasmado con la carrera que estoy estudiando?							
3	¿Me siento inmerso y concentrado con las actividades de mi trabajo?							
4	¿Soy persistente como estudiante?							
5	¿Estoy entusiasmado con la carrera que elegí?							
6	¿Le dedico horas al estudio y se me pasa rápido el tiempo?							
7	¿Al levantarme por la mañana, me entusiasma asistir a la escuela a estudiar?							
8	¿Se aprenden nuevas cosas e interesantes en mi carrera cada día?							
9	¿Cuándo estoy estudiando me concentro en ello, que no importa lo que gire a mi alrededor?							
10	¿Considero que la carrera que elegí, es gratificante e inspiradora?							
SUMATORIA TOTAL								

III y IV: Elaboración propia de los autores

A continuación se caracterizan las variables examinadas:

- X1 *Engagement* del estudiante
- X2 *Engagement* del docente
- X3 *Engagement* del administrativo

- Y1 Oportunidades de carrera profesional
- Y2 Retribución
- Y3 Reconocimiento

Figura 1. Relación de variables, una vez aplicada la herramienta de investigación:

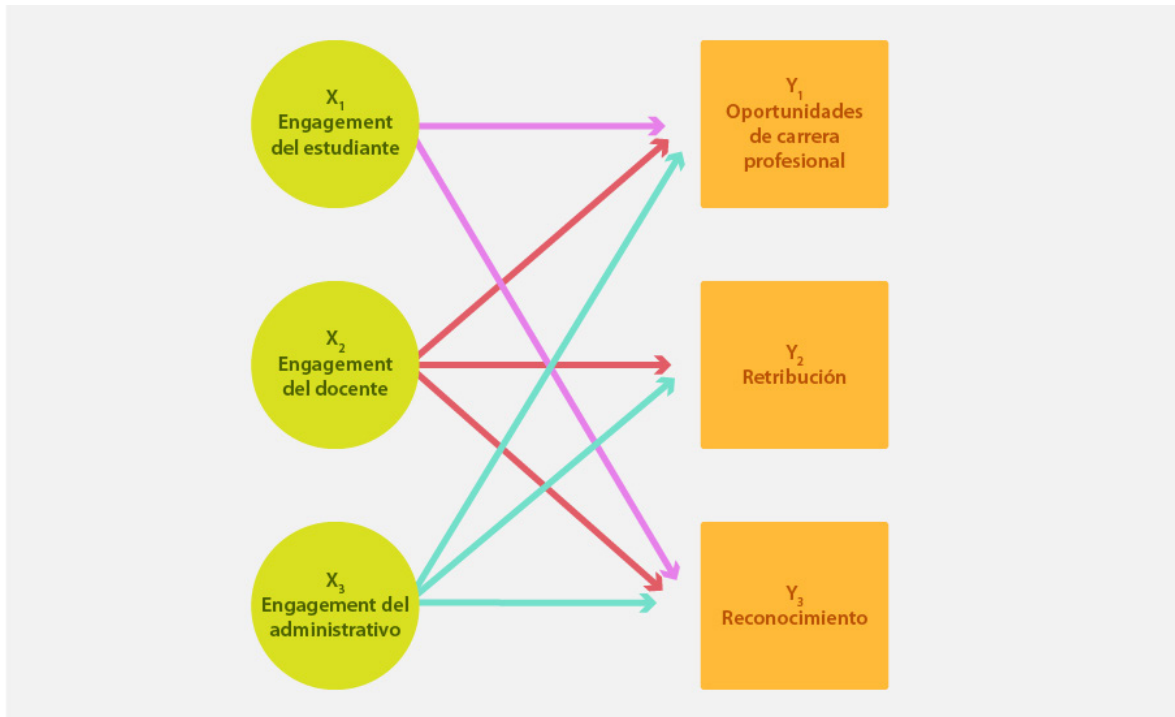


Figura 1. Elaboración propia de los autores

En la figura anterior, se muestra la relación de variables detallándose de la siguiente manera:

- a** La variable X_1 corresponde a las variables Y_1, Y_2 , considerando que el estudiante pueda obtener mejores oportunidades de trabajo con la carrera elegida, y reconocimiento por la actividad laboral desarrollada.
- b** La variable X_2 corresponde a las variables Y_1, Y_2, Y_3 , el docente al obtener mayores oportunidades de carrera profesional, una mejor retribución económica, desempeño laboral y reconocimiento por el mismo, entonces se verá reflejado en el *Engagement* académico.
- c** La variable X_3 corresponde a la relación de las variables Y_1, Y_2, Y_3 , ya que el personal administrativo inmerso en el ámbito académico profesional, al conseguir mejores oportunidades de carrera profesional, mayores ingresos y reconocimiento por su trabajo, determinará el *Engagement* en sus actividades laborales diarias.

Procedimiento

El presente trabajo se desarrolló en el horario regular de las universidades con autorización previa de las autoridades de cada área. La administración se realizó en pequeños grupos (de 5 a 10 individuos aproximadamente) brindando a los participantes algunas consideraciones generales para contestar el cuestionario.

Cabe destacar que la participación fue voluntaria y se aseguró tanto a los docentes, trabajadores como a los estudiantes la confidencialidad de los datos y el anonimato de sus respuestas.



Resultados

Para obtener buenos resultados, antes de aplicar el cuestionario a la muestra definitiva del estudio de investigación, se realizó una prueba piloto a escala reducida a $n=5$, tendiente a examinar el funcionamiento del instrumento, considerando especialmente los criterios siguientes:

- Comprensión de los ítems
- Comprensión de las opciones de respuesta
- Ponderaciones de las respuestas

Una vez realizada la prueba piloto, no se detectó ningún problema de comprensión con respecto a los criterios antes mencionados, por el contrario, la mayoría de los participantes manifestaron que se trataba de un instrumento de fácil comprensión e interesante, una vez hecha la prueba, se procedió entonces a llevar a cabo el instrumento de investigación final.

Con la aplicación del instrumento establecido se pudo evaluar e identificar la relación entre los factores psicosociales intralaborales y el *Engagement* en el ámbito educativo de la educación superior, específicamente en la UTeM y UNIDEP, participaron 300 personas, se describen los resultados de la siguiente manera:

El puntaje total de ambas universidades coincide en la evaluación de factores de psicosociales, en donde la inferencia manifiesta que las dos se encuentran en un riesgo medio de compromiso laboral y estudiantil; sin embargo, en las dimensiones que indican un nivel alto y por lo tanto riesgoso, son las demandas de remuneración laboral y el reconocimiento por las actividades realizadas.

Tanto el estudiante, el docente y el personal administrativo manifiestan que no se les reconoce el esfuerzo que realizan al llevar a cabo algunas acciones, por lo que no reciben recompensa alguna.

Discusión

Los factores psicosociales en el ambiente laboral y escolar, que consisten en interacciones entre las actividades laborales, su medio ambiente, la satisfacción en el trabajo, las condiciones de su organización, por una parte y por la otra, las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura, su situación personal fuera del ámbito laboral; por ello, a través de percepciones y experiencias, pueden influir en la salud, en el rendimiento así como en la propia satisfacción de hacer las cosas bien en el trabajo, y este se les reconozca de alguna manera.

En relación con esta definición se muestra un diagrama (figura 2) representando el conjunto de factores humanos del medio ambiente organizacional que están en continua interacción dinámica.

Conclusiones

La investigación realizada logró conjuntar las relaciones laborales y académicas evidenciando los factores psicosociales en el trabajo, a través de las respuestas obtenidas del cuestionario aplicado. Se determinó la interacción entre la actividad laboral y educativa con el *Engagement*, por medio de una relación interpersonal de la enseñanza-aprendizaje entre docente y alumno, a su vez, la atención proporcionada por el personal administrativo. Se destacan las condiciones de trabajo, la satisfacción y las condiciones en las que se encuentran el personal laboral y los estudiantes al no obtener respuesta de las variables arriba mencionadas.

Los factores psicosociales que influyen en un *Engagement* en el ámbito educativo de la educación superior se relacionan con: el medio ambiente, la satisfacción en el trabajo, las condiciones de la estructura organiza-

cional. Por parte de los estudiantes, la calidad de la enseñanza, el núcleo familiar y la falta de reconocimiento en su desempeño diario, tanto del personal laboral como de los alumnos.

Figura 2. Los factores psicosociales en el ámbito laboral y escolar.

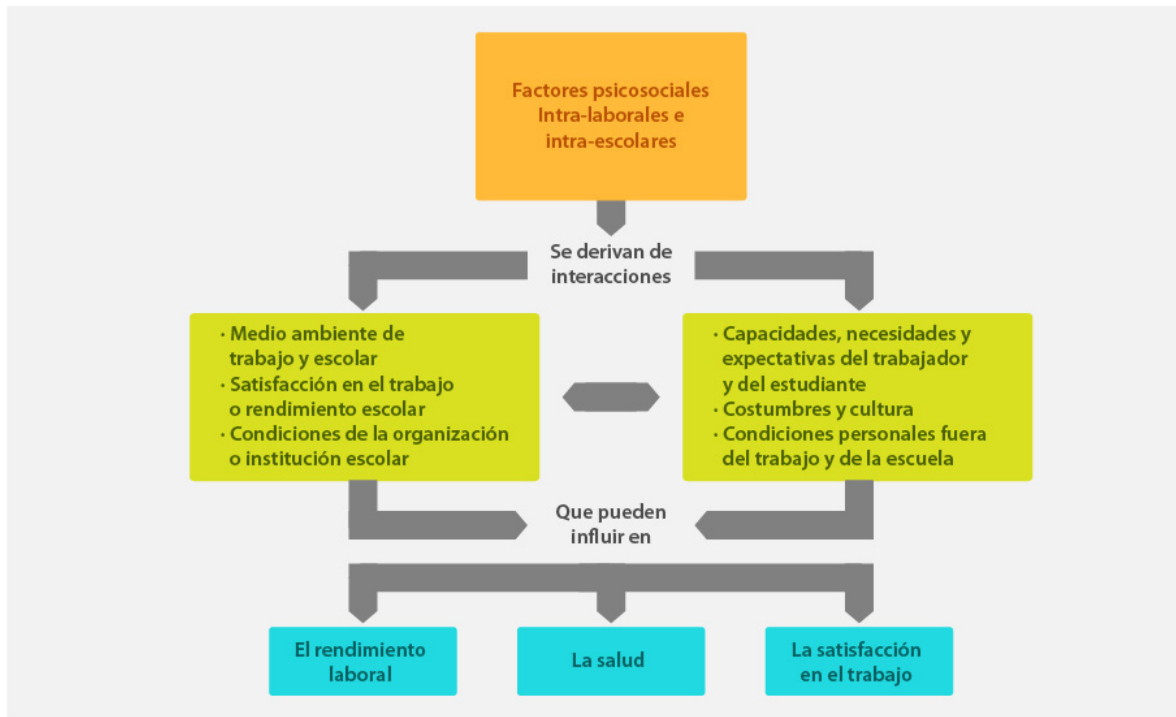


Figura 2. Elaboración propia de los autores.

Referencias bibliográficas

1. SCHAUFELI, SALANOVA, GONZÁLEZ-ROMA y BAKKER. *Psicología de la salud ocupacional*. España: Síntesis. 2002. ISBN 140-519-115-5
2. SCHAUFELI, W. B. y SALANOVA, M. *Engagement en el trabajo. La gestión de cuestiones sociales y éticas en las organizaciones*. Greenwich, CT: Información Edad Publishers. 2007. ISBN 1-59311-555-5
3. BROOKS Y GOLDSTEIN. *Manual de resiliencia en los niños*. Berlín: Springer, 2012. ISBN 146-143-660-5
4. ESTUDIOS PEDAGÓGICOS, Chile, 34(1). Junio 2008. ISSN: 0718-0705.
5. ACTA Colombiana de Psicología, Colombia, 16(1). Mayo 2013. ISSN: 0123-9155

Referencias

1. ARENAS ORTÍZ, F. *Factores de riesgo psicosocial y compromiso (Engagement) con el trabajo en una organización del sector salud de la ciudad de Cali, Colombia*. ACTA Colombiana de Psicología. [en línea]. 16, no. 1. [fecha de consulta: 30 de junio del 2015]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=79829185005> ISSN: 0123-9155
2. DÍAZ, Ángel. *Metodología de investigación educativa*. 1ª. ed. México: Ediciones Díaz de Santos / Universidad. 2014. 327 p. ISBN: 9788499696980
3. HERNÁNDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6ª. ed. México: McGraw Hill, 2014. 632 p. ISBN: 9781456223960
4. HOYT, Dick. *Compromiso absoluto*. 1ª. ed. Florida: Taller del éxito. 2011. 216 p. ISBN: 9781607380511
5. SÁNCHEZ, Remedios. *Compromiso docente y realidad educativa*. 1ª. ed. México: Síntesis. 2012. 268 p. ISBN: 9788497568128
6. ZAMORA, P. G. *Factores de la organización escolar que configuran en compromiso organizacional afectivo de los profesores de enseñanza básica*. Estudios Pedagógicos. [en línea]. 34, no. 1 [fecha de consulta: 22 de junio del 2015]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3337575>. ISSN: 0716-050X

Fecha de recepción
08/07/2015

Fecha de aceptación
19/08/2015

Fecha de publicación
29/09/2015



Cálculo de variables de control PID para drones cuadcopter

(Por Eduardo Berra Villaseñor)

Resumen

Este artículo define los elementos de un control PID y su implementación en Drones para mejorar la estabilización de vuelo y control de maniobras, así como las variables que pueden afectar la eficiencia y desempeño de dispositivos tipo cuadcopter. La implementación se llevó a cabo mediante las librerías de Mega Pirate derivada de Arduo Pilot así como el entorno gráfico de Mission Planner para el control de Drones Multi Rotor, tras la elección de un marco para la implementación (marco forma X) se procedió al control de equilibrio sobre los ejes del Dron.

Palabras clave: Dron, control, estabilización, PID, equilibrio.

Abstract

This article defines the elements of a PID control and its implementation in Drones to improve flight stabilizing and control maneuvers, as well as the variables that can affect the efficiency and performance of such quadcopter devices. The implementation was carried out by bookstores Mega Pirate derivative of Arduo Pilot and graphic environment Mission Planner for control of Drones Multi Rotor, following the election of a framework for implementation (framework form of X) proceeded control balancing on the axles of Dron.

Keywords: Dron, control, stabilization, PID, balance.

Introducción

La industria de los Drones en la actualidad tiene la atención de diversas áreas de la ingeniería debido los usos derivados de esta tecnología algunas ramas de la ingeniería¹ que aportan sus conocimientos como lo son: la electrónica, el aeromodelismo, la programación y la matemática debido a esta gama de áreas involucradas en su desarrollo se tienen avances en su versatilidad así como en las implementaciones de su arquitectura.

Los Cuadcopteros son sistemas de vuelo impulsados por cuatro hélices ubicadas alrededor de un cuerpo principal², la acción dinámica de las fuerzas que actúan sobre el sistema requieren de mecanismos para estabilizarlas y controlar la interacción en un equilibrio constante.

Cada hélice que proporciona un empuje tiene un sentido, un par gira en sentido horario mientras dos giran en sentido anti horario⁹ (figura 1), este movimiento es controlado por sistemas electrónicos denominado ESC (Control de velocidad electrónico).

La implementación del control PID para el manejo de las fuerzas que actúan sobre el vuelo se han dividido en 3:

- 1 **Control PID Roll** o control de giro horizontal el equilibrio del dron se centra en este eje con lo que el control PID es crítico para evitar que el dron gire, a su vez tiene en cuenta que la libertad de maniobra tiene que ser la suficiente como para poder realizar piruetas en 360°.
- 2 **Control PID Yaw** o control de giro vertical evita que las fuerzas de movimiento de giro de las hélices hagan que el sistema gire sobre su propio eje, pero deja suficiente libertad para poder orientar la acción de maniobra izquierda y derecha.
- 3 **Control PID pitch** o control de elevación mantiene el control de avance o retroceso del sistema dejando la libertad necesaria para acelerar o disminuir la velocidad si las maniobras lo requieren.

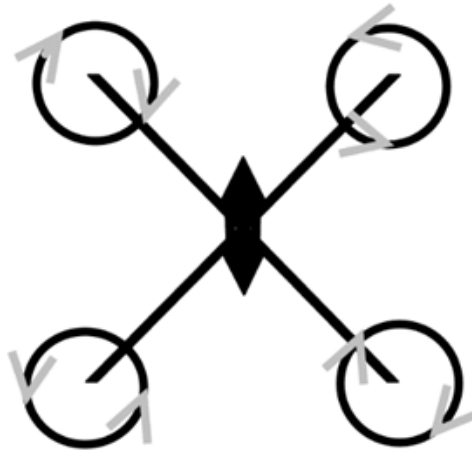


Figura 1 Movimiento de las hélices frame X. **Fuente:** Elaboración propia.

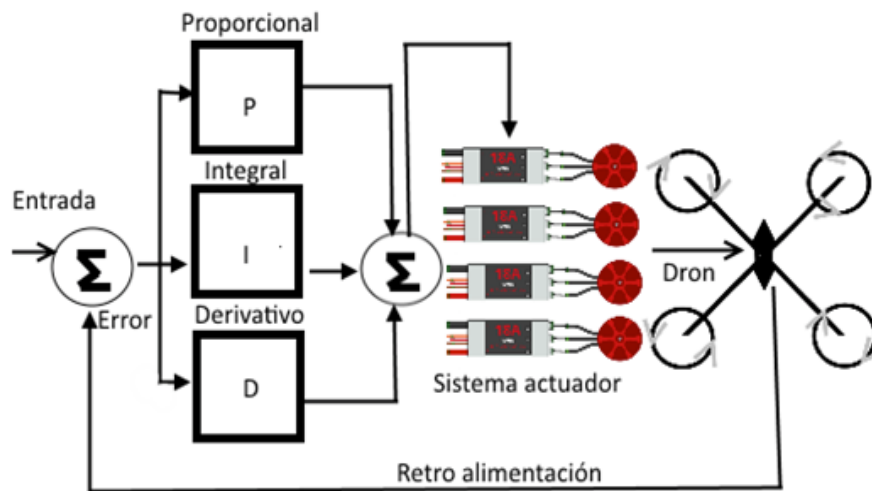


Figura 2 Diagrama de bloques control PID para Dron. **Fuente:** Elaboración propia.

El diagrama (figura 2) muestra la interacción de la entrada o señal de los sensores de aceleración y giroscopio del dron con el algoritmo para poder estabilizar los 3 ejes enviando la corrección a los actuadores. Estas señales gracias a las tecnología actual, pueden ser analizadas por micro controladores², que mediante algoritmos analizan las entradas procesando datos y evaluando su corrección con un tiempo de respuesta adecuado. El algoritmo de corrección se basa en la siguiente ecuación:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_p T_d \frac{\partial e(t)}{\partial t}$$

Donde $u(t)$ es la entrada de control de proceso, $e(t)$ el error de la señal. K_p es la ganancia proporcional, T_i es la constante de tiempo integral, T_d la constante de tiempo derivada.



Experimento en cuadro estático

Los motores del tipo Brushless con los que cuenta el dron tiene diferencias significativas con respecto a los motores de corriente continua con escobillas, una de ellas consistente en el rotor, la armadura del motor es la que rota a diferencia de los motores de corriente continua donde el centro es quien gira. La ventaja de esta acción radica en la baja vibración que su diseño proporciona³. La primera fase para crear un sistema estable consiste en tener un actuador estable para posteriormente tratar de aminorar aún más los posibles errores en su desempeño mediante el control PID.

Para poder observar la acción integral, derivativa y proporcional sobre el control de vuelo del dron se montó una estructura metálica en forma de H. Este marco permitirá calcular los efectos de los valores necesarios para mantener el control de una de los tres ejes en el dron. El primero en calcular por tener una relevancia significativa en la estabilización será el Roll⁴ debido a que el proporciona al dron el equilibrio lateral.

El experimento se dividirá en dos partes:

- 1 Cálculos de los valores necesarios para mantener la estabilidad lateral (Roll).
- 2 Cálculos de los valores necesarios para la estabilidad frontal (Pitch).

Debido a que el control Yaw requiere de un movimiento sobre su propio eje, se propone el cálculo para la implementación PID mediante la relación directa de los datos obtenidos para Pitch y Roll.

1. Cálculo de los valores PID para Roll

El dron se fijó sobre la estructura H con la carga de la batería tal como se haría al tener un vuelo real, la parte frontal se ubicó en el centro de la estructura similar al efecto de balanceo que se tiene en una palanca.

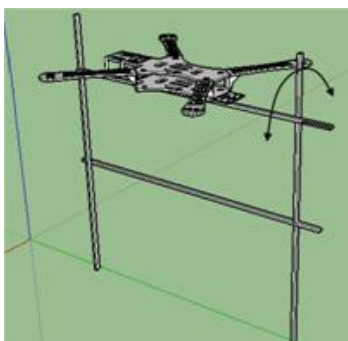


Fig. 3 Cálculo PID de ROLL. Fuente: Elaboración propia.

Los cálculos de las variables de control de errores tienen en cuenta la potencia de los motores es de 980kv⁵.

$$\text{rpm} = \text{kv} * \text{volts}$$

$$\text{rpm} = 980 * 11.1 \text{ volts}$$

La cantidad de las revoluciones por minuto que se tiene en un motor de 980 kv como los aplicados en este experimento serían de 10878 rpm.

El valor de las revoluciones que el motor puede alcanzar es relevante para determinar cómo se ajusta la

salida a manera de impulsar la entrada hacia el punto de ajuste⁶.

De esta manera se plantea que la señal de control de velocidad tiene que alcanzar un valor de 6.500 como total en el ajuste PID que sería el máximo de revoluciones alcanzadas por el motor. Para obtener este valor en el experimento se tomaron diez lecturas mediante la graficación de los valores arrojados por los sensores del dron.

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos en una simulación programada para obtener la estabilización de P o nivel óptimo de señal.

Tabla I. Tabla para cálculo de SP simulado

SP	P	P	P
2.000	0.1700	0.0300	0.0700
2.500	0.1700	0.0300	0.0700
3.000	0.1700	0.0300	0.0700
3.500	0.1700	0.0300	0.0700
4.000	0.1700	0.0300	0.0700
4.500	0.1700	0.0300	0.0700
5.000	0.1700	0.0300	0.0700
5.500	0.1700	0.0300	0.0700
6.000	0.1700	0.0300	0.0700
6.500	0.1700	0.0300	0.0700

Fuente: Elaboración propia a partir de datos recabados en interface Mission Planner.

Estos valores con incrementos progresivos fueron obtenidos en el sistema H con el dron ubicado en posición de ajuste del eje roll, se logró obtener un valor estable en la prueba 10 donde el valor de 6.500 mantiene al dron en equilibrio sin fuerzas que interactúen con él.

El control PID tiene que encargarse de equilibrar la horizontal del dron evitando que este gire en el eje Roll. En el caso de los valores P, I, D mediante un simulador programado en C# obtuvimos que el mejor valor asignado para P en un número de interacciones n sería de 0.0500 como lo muestra las siguiente imagen del simulador.



Fig. 4. Simulación de P con un valor estable de 6.500. **Fuente:** Elaboración propia Interface creada en C# para simulación de PID.



Esta implementación es la ideal por lo que al grabar los parámetros en el sistema de control del dron se obtuvo un sistema lento e inestable por lo que al modificar el valor de P a 0.700 se obtuvo un sistema con mejor ganancia aunque aún inestable por la carencia de los valores I y D del algoritmo de control.

Para calcular a I, el sistema de simulación arrojó el resultado de 0.0430 con este valor la reacción del movimiento para mantener el equilibrio se suaviza evitando un efecto armónico en el control de los errores. El valor de D en simulación arrojó un resultado de 0.150 este parámetro no implica gran mejora pero permite evitar picos de valores de señal en la retro alimentación mejorando con el tiempo la precisión de retorno al valor de estabilización indicado.

Al aplicar los datos obtenidos por simulación en el sistema tipo H se pudo observar que la carga no estaba bien distribuida y debido a esto se tenía un efecto de descompensación por lo que al tratar de mejorar los valores se obtuvieron los siguientes resultados:

SP	P	I	D
6.500	0.0500	0.0430	0.0150
Reales			
SP	P	I	D
6.500	0.0700	0.0500	0.0125

Fuente: Elaboración propia datos ideales simulados y datos reales recabados en dron.

Estos datos se obtuvieron programando la fórmula del control PID en C# el siguiente diagrama muestra la lógica de programación:

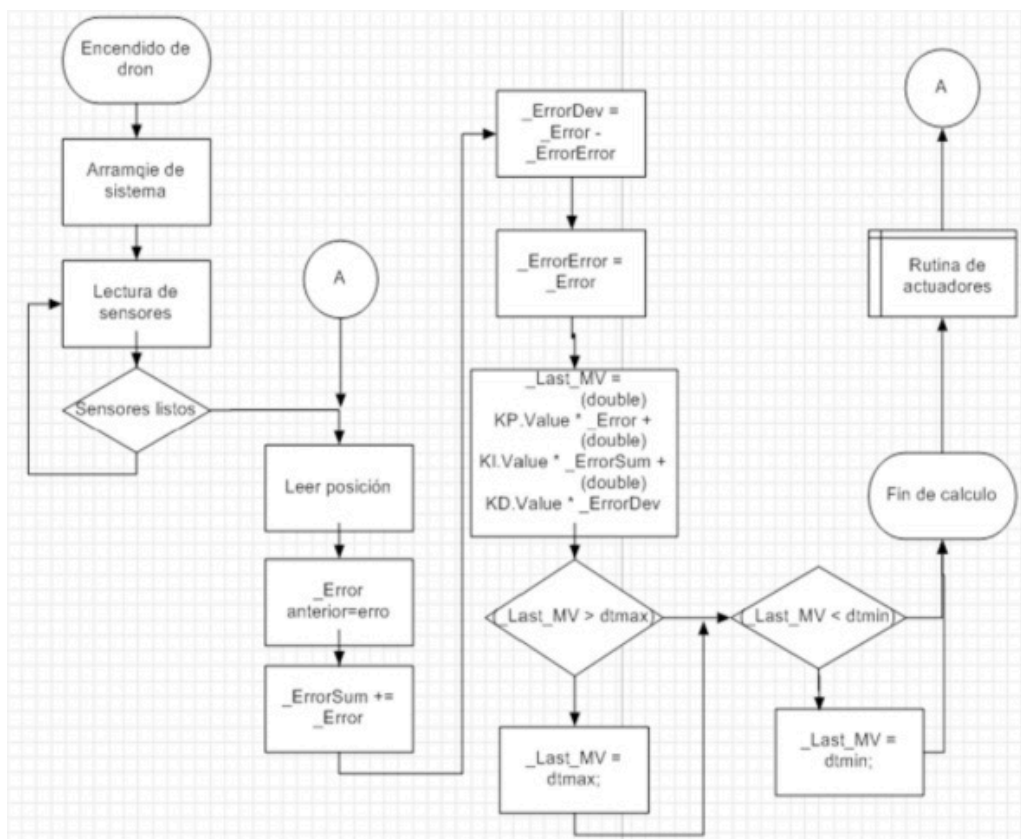


Fig. 5. Simulación de PID en C#. Fuente: Elaboración propia lógica de simulación creada en C#.

Este mismo código se implementó en forma embebida al dron mediante una tarjeta 3M pilot la cual cuenta con un microcontrolador Arduino mega 2560, sensor barométrico, giroscopio, GPS y brújula magnética, de esta forma se tiene un certeza entre la simulación y la acción realizada por el dron. Sin embargo, los valores reales implementados por al dron varían en un porcentaje significativo. Esto debido a cambios en la distribución de la carga así como factores externos de la estructura del dron, pero permiten tener un inicio aproximado para implementar los valores reales⁸.

2. Cálculo de los valores PID para Pitch

El dron se fijó a la estructura H en esta ocasión orientado la parte frontal a un extremo lateral de la barra central y la trasera para hacer el balanceo como lo muestra la siguiente figura.

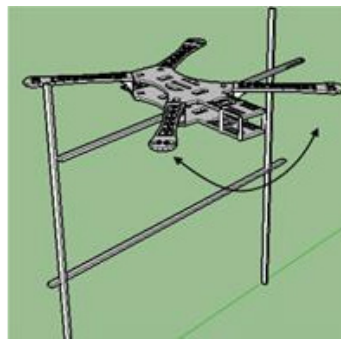


Figura 5. Cálculo PID de Pitch. Fuente: Elaboración propia.

A diferencia del cálculo para la corrección de error del sistema en H en Roll el sistema en H de pitch no requiere de un balanceo constante estable solo requiere de una fuerza constante en dirección frontal o hacia atrás evitando un cambio brusco en el movimiento que aplica al dron.

Los valores de rotación en los motores calculados anteriormente se necesitan para volver aplicar a la ecuación del sistema y teniendo en consideración que previamente se ha balanceado el sistema en el eje Roll los valores a obtener complementan la estabilidad del vuelo del dron.

El valor estable simulado para el eje Pitch arroja un resultado simulado en 4.600 al aplicar el valor en el sistema de control del dron tenemos que es un tanto elevado y brusco el cambio de dirección por lo que se disminuye un 0.1 de la fracción obtenida en la simulación quedando con un valor fijo estable de 4.5000 como el valor estable que el sistema deberá de alcanzar.

Los valores obtenidos por simulación en esta ocasión con una corrida de solo seis interacciones de algoritmo PID se muestran en la siguiente tabla:

Justificación

Las máquinas en la empresa requieren de un plan de mantenimiento preventivo para extender su vida útil ya que se puede prevenir que los equipos fallen constantemente además de que al realizar inspecciones rutinarias se logra identificar si se requiere dar mantenimiento a la máquina o si es necesario reemplazar una pieza propensa a fallar lo que ayuda a reducir la implementación del mantenimiento correctivo.

Al tener un plan de mantenimiento preventivo en la empresa la maquinaria estará trabajando en las condiciones apropiadas ya que se contará con los materiales necesarios en caso de que se presente una falla, y al



contar con registros de fallas de los equipos se logrará identificar que máquina requiere mantenimiento constante lo que proporcionará información necesaria para saber si se necesita remplazar para que no se presenten problemas.

Tabla para cálculo de SP simulado

SP	P	P	P
2.500	0.0200	0.0250	0.300
3.000	0.0200	0.0250	0.300
3.500	0.0200	0.0250	0.300
4.000	0.0200	0.0250	0.300
4.600	0.0200	0.0250	0.300

Fuente: Elaboración propia datos simulados para estabilidad de dron.

Los valores fueron simulados mediante la lógica del diagrama PID en C#, la siguiente figura muestra la interacción del simulador y las pruebas reales para la obtención de los valores para P.

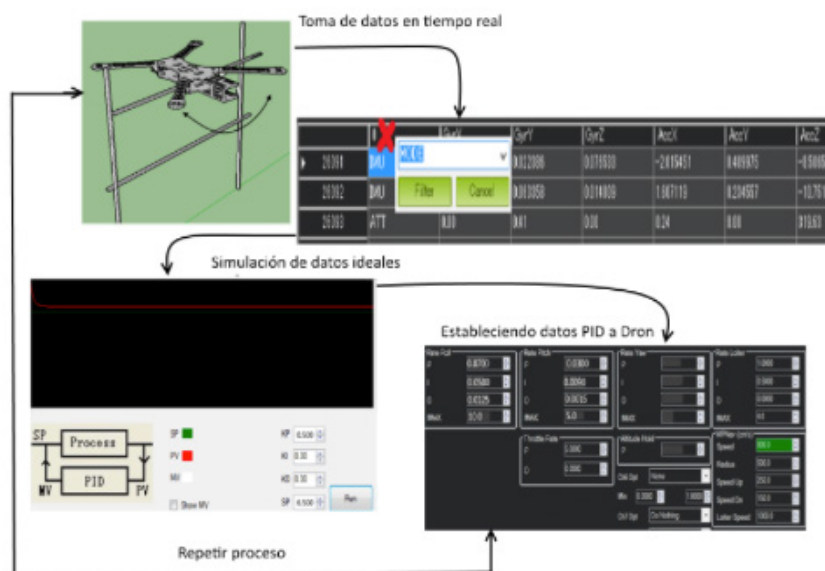


Figura 6. Proceso para cálculo de valores con simulador. Fuente: Elaboración propia proceso de cálculo de variable P.

Basados en el valor real se procedió a simular los valores de ID, el valor de I fue obtenido en 3 interacciones del algoritmo de simulación con un valor ideal de 0.0110 al aplicar los valores al sistema de control se notó que los movimientos eran bruscos en el control del eje Pitch por lo que se decremento en 0.002 obteniendo un valor de 0.0090 con un sistema más estable pero lento en los movimientos. Para el valor de D la simulación arrojó un valor ideal de 0.0015 al aplicar este valor ideal al sistema se observó una reacción estable por lo que no existió la necesidad de modificar el resultado para tener un sistema más estable.

Los valores reales e ideales simulados se muestran en la siguiente tabla:

SP	P	I	D
4.600	0.0300	0.0110	0.0015
Reales			
SP	P	I	D
4.600	0.0300	0.0090	0.0015

Fuente: Elaboración propia datos simulados para variables P,I,D así como los datos reales para estabilidad de vuelo.

Determinados los valores para dos ejes que permiten la estabilidad horizontal y vertical del dron en el experimento se implementaron los valores mediante la interface gráfica de Mission Planner como se puede observar en la siguiente imagen.



Fig. 7. Parámetros en interface Mission Planner. Fuente: Interface Mission Planner configuración de dron.

Usando esta interface para grabar los valores en las variables del sistema, también se pueden leer los valores grabados previamente⁸.

Las herramientas gráficas de Mission Planer permiten observar la acción de los parámetros dentro del sistema del dron y los actuadores¹¹. La siguiente imagen muestra los resultados mediante la herramienta.

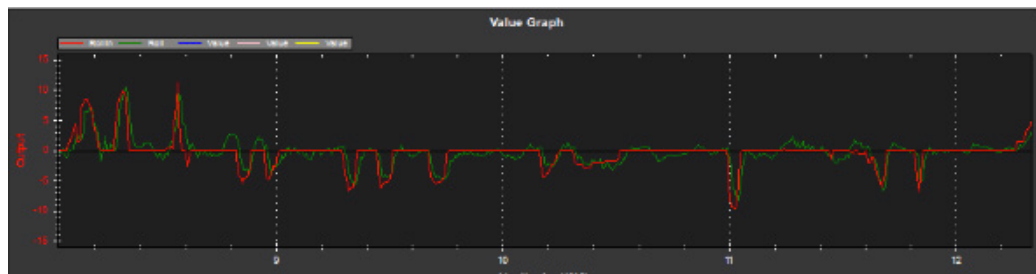


Fig. 8. Datos graficados en Mission Planner tiempo real. Fuente: Interface Mission Planner lectura de sensores.

El software Mission Planner tiene un parámetro extra el cual permite especificar el valor máximo que I puede tener¹⁰ dentro de la ecuación, este parámetro fue calculado por los algoritmos aplicados en la interface llamado auto tuning, también pueden ser calculados modificando la ecuación PID general mediante los métodos como lo son PID por optimización, por parámetro de fase o por asignación de polos y cero.

Conclusiones

El propósito de este artículo fue definir los cálculos necesarios para las variables del control PID para ser implementadas en el control y estabilización de vuelo en drones, mediante las librerías Mega Pirate en el entorno Mission Planer. Basados en los resultados obtenidos mediante simulación de dos de las tres ejes (Roll y Pitch) podemos concluir que los movimientos en estos son controlados de forma eficiente y con mayor suavidad



evitando las inercias provocados por los mismos, con estas variables de control aplicadas a un Cuadcopter se tendrá un vuelo simplificado y mejorado respecto a las órdenes que el sistema recibe vía RF y las compensaciones realizadas debido a variables externas como ráfagas de viento o turbulencia.

En trabajos futuros se pretende comprobar los valores para estabilizar la toma de imágenes mediante cámaras de alta definición así como el posicionamiento y ubicación del dron en un ambiente abierto y cerrado.

Referencias

1. A. B. L. Y. A. W. Ajanta Ganguly. *Design of Tuning method for PID controller using Fuzzy Logic*. International Journal of Emerging trends in Engineering and Development. 2013. pp. Volume Issue 3, Vol.5.
2. M. M. H. A. F. M. Atheer L. Salih1. *Flight PID controller design for a UAV quadrotor*. Scientific Research and Essays Vol. 5(23), pp. 3660-3667, 2010.
3. M. Q. R. G. Dirman Hanafi. *Simple GUI Wireless Controller of Quadcopter*. In Int. J. Communications. 2013. pp. 52-59 .
4. R. H. B. R. C. Dorf. *Modern Control Systems*. Addison-Wesley, 1995.
5. D. N. R. C. Edwin Chobot. *Design and Implementation of Wireless Sensor and Actuator Network for Energy Measurement and Control at Home*. International Journal of Embedded Systems and Applications. 2013. (IJESA) Vol.3, No.1, p. 26.
6. A. Gallagher. *Surveillance UAV*. Worchester Polytechnic Institute. 2014. pp. 75-80.
7. T. Jirinec. *Stabilization and control of unmanned quadcopter*. Master's thesis, CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE. 2011. p. 45.
8. M. Kurien. *Overview of different approach of PID controller tuning*. International Journal of Research in Advent Technology. 2011. pp. E-ISSN: 2321-9637.
9. K. Ogata. *Modern Control Engineering*. Prentice Hall - Br, 1999.
10. M. W. S. S. Vitul Varshney. *PID based Stabilization of Gesture Controlled*. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). 2014. pp. ISSN: 2249 – 8958, Volume-3 Issue-6.
11. D. Vrančić. *A New PID Controller Auto-tuning Method based on Multiple Integrations*. J. Stefan Institute. 2012. p. 39.

Sobre el concepto de vanguardia, auge y decadencia

(Por Alejandro Guzmán Ramírez)

La vanguardia, como concepto ha pasado por una serie de acepciones distintas, pero podríamos comentar que es a principios del siglo XX cuando surge en las esferas de lo político y lo social con un valor altamente revolucionario y de ruptura.

En este sentido, por vanguardia se entiende como una postura única, una postura de protesta y propuesta, que lleva en sí misma la idea de trasgresión de los límites establecidos; que se caracteriza por el énfasis puesto en la innovación y en la confrontación con las normas establecidas.

Así, uno de los objetivos principales de la vanguardia era crear escuela, iniciar una nueva tendencia separándose del pasado ¹.

Aunque aparentemente su irrupción en los distintos contextos sociales y artísticos propuso una nueva versión de la vieja querrela entre «antiguos» y «modernos», en realidad su caracterización resultó mucho más compleja y poliédrica. Las vanguardias pueden entenderse como el repudio militante de una tradición, como subversión antiacadémica, como transgresión violenta de los códigos dominantes, como revolución semántica de las formas, como fractura epistemológica o como insurrección ideológica.

De tal forma, haciendo una revisión histórica del concepto, encontramos que:

- En un principio el término estuvo asociado a una doctrina estratégico-militar de algunos grupos militares en el siglo XVIII. Por lo que el término Avant-garde aparece por primera vez en una revista militar durante la Revolución Francesa.

El significado original de vanguardia hace referencia a la parte de una fuerza armada que va delante del cuerpo principal. La vanguardia está formada por las primeras líneas de la formación de combate; que alude a las tropas que van por delante en el ejército, la línea de choque con el enemigo ².

- En la primera mitad del siglo XIX, el socialismo utópico y revolucionario se apropia del término y adquiere una dimensión Histórico-filosófico de carácter internacional. En este sentido, el concepto puede hacerse extensivo para nombrar a la avanzada de un movimiento artístico, político o ideológico donde la vanguardia es algo novedoso que escapa de la tendencia dominante y que podría sentar las bases del desarrollo futuro.

La vanguardia supone una renovación de formas y contenidos. Una vanguardia artística, por ejemplo, intenta reinventar el arte y se enfrenta a los movimientos existentes. En un principio, la vanguardia es minoritaria y suele generar rechazo por parte de los círculos tradicionales. Con el paso del tiempo, sin embargo, puede convertirse ella misma en parte del sistema (perdiendo su condición vanguardista).

Aunque las vanguardias tienen características muy distintas entre sí, se asemejan en la lucha contra las tradiciones, la apuesta por la innovación, el ejercicio de la libertad individual y su carácter experimental. En un sentido ideológico y político, los socialistas utópicos representaron la vanguardia en el rompimiento del modelo capitalista resultado de la revolución industrial ³.

- En la segunda mitad del siglo XIX, la idea de vanguardia se introduce progresivamente en los discursos artísticos y literarios para aludir a los movimientos de renovación y cambio, innovando y rompiendo con lo anterior.

Surgieron los movimientos de vanguardia, a partir de la crisis del racionalismo, cobrando fuerza en el siglo siguiente, cuando las guerras, sobre todo la Primera Guerra Mundial y la Revolución Rusa, las crisis económicas y los adelantos técnicos mostraron un mundo en constante cambio.



El arte de vanguardia se aleja de la naturaleza, a la que ya no plagia, pues intenta separarse del realismo. Modifican la naturaleza e incluso llegan a deformarla. Son movimientos novedosos y temporales, ya que no buscan perdurar, sino innovar y provocar, sin sujeción a ninguna regla y proclamando la libertad expresiva.

Las formas arquitectónicas se tornan asimétricas, la escultura se libera de las formas y la pintura instauro lo abstracto, desterrando lo figurativo. La literatura se torna libre, sin medida en los versos y sin sintaxis, expresando sobre todo, estados anímicos ⁴.

- Comienzos del siglo XX, caracterizados por la proliferación de manifiestos vanguardistas (más de carácter utópico) principalmente en el ámbito artístico y cultural. El periodo de entreguerras mundiales fortalece las inquietudes artísticas de rebeldía frente al ocaso de la cultura existente. El contexto social en el que se desarrollaron las vanguardias fue extremadamente agitado. Todavía quedaban frescas las consecuencias de la revolución industrial cuando se produce la primera guerra mundial y la revolución rusa, trazando un nuevo mapa político.

Como hecho agravante de esta convulsionada situación, el sistema económico sufría su crisis más grave de la historia. Es por ello, por los importantes cambios que se estaban padeciendo y por la sensación de que podía contribuirse positivamente en ellos, que las vanguardias pretenden tener injerencia social a través de su arte. Así, una obra ya no estaba solamente destinada a la contemplación, sino a reflejar estos cambios ⁵.

Algunos ejemplos de estos movimientos son: el dadaísmo, que hace hincapié en lo poco razonable, en la rebeldía y en lo destructivo; el surrealismo, que se sustenta en los postulados de Freud acerca del inconsciente pretendiendo reflejarlo en la obra; el futurismo, que se inspiraba en adelantos técnicos; el ultraísmo, que favoreció el verso libre y la elaboración de la metáfora; el cubismo, que representaba la realidad a través de formas geométricas; el fauvismo, que pretendía expresar sentimientos mediante la explosión de colores y el expresionismo, que hace hincapié en las experiencias interiores.

En general, las vanguardias no lograron prosperar, principalmente por carecer de sustento propio y solo fundarse en el rechazo de otras tendencias. No obstante, es menester reconocer que han tenido una influencia importante en las creaciones artísticas del siglo XX y en las de hoy en día.

- Después de la segunda Guerra Mundial, la idea del comenzar de “cero” rechazando todo lo hecho hasta entonces (fortalecimiento e internacionalización del Movimiento Moderno).

La Vanguardia tiene una contraparte antagónica natural, la Tradición, la cual representa un estilo de vida clásico, propio de personas que encontraron un estilo de vida cómodo en su tiempo y no ven necesidad de buscar nuevas comodidades, en este caso, la vanguardia y la tradición se sumergen en una lucha social en la que la economía juega un papel fundamental como herramienta para evolucionar o quedarse como esta. A pesar de todo esto, el tiempo juega con ambos caracteres haciendo lo vanguardista tradicional con el pasar del tiempo y con lo tradicional obsoleto, haciendo que lo clásico se auto obligue a usar tendencias vanguardistas para poder seguir en el hilo del tiempo el cual es indetenible ⁶.

- Finales del siglo XX y principio del siglo XXI, las vanguardias se convierten en establishment, donde los valores estéticos se convierten en valores de mercado.

Si bien en un principio, La vanguardia se presentaba como una crítica al modelo de sociedad predominante y ofrecía la idea del cambio y de transformación de la sociedad a condiciones de vida venideras ⁷.

En la cultura contemporánea, podríamos hablar sobre la muerte de la vanguardia como un proceso puntual e inventivo, como propuesta delimitada de incorporación de nuevos recursos técnicos y de nuevas demandas sociales y culturales; pues esta, ha sido sustituida por una especie de eclecticismo, como producción masiva de “satisfactores”, flexible de acuerdo a una demanda diversificada, cambiante y consumista⁸.

Para Eduardo Subirats, el concepto de vanguardia que venía entendido como una “formación artística de choque y ruptura, de una nueva forma y una concepción de la sociedad y la civilización con contenidos político revolucionarios”. Se ha devaluado hasta convertirse en la actualidad en “una práctica institucional, académica y aún burocrática, donde las vanguardias asumen una voluntad esteticista, y se funden con los fenómenos de las modas mercantiles y de la comunicación de masas”⁹.

Es decir, la vanguardia ha pasado de un papel crítico y rebelde a un estado normativo, donde sus valores estéticos y de propuesta se han convertido en valores de mercado; en valores de culto al objeto, que nos lleva a plantearnos parte del porqué de la desarticulación de la cultura contemporánea.

Más allá del discurso meramente artístico y de ruptura social, podríamos comentar que la vanguardia también viene entendida como un periodo de reflexión, que rompe con la lógica del progreso y plantea la formulación de un nuevo orden de valores y principios teóricos.

“La dialéctica de la vanguardia es siempre dialéctica entre ruptura y construcción, entre momento crítico y momento propositivo ante la realidad de lenguajes establecidos”¹⁰.

Este lapso de replanteamiento nos lleva a distintas condiciones que se pueden extraer del concepto de vanguardia en la actualidad:

- La elaboración de un pensamiento que proyecta un futuro, como un rechazo total al pasado; y busca un partir de “cero” (un tanto ilusorio), con el riesgo de llegar fácilmente a la utopía y a su aislamiento de la realidad.
- Que la vanguardia se convierta únicamente en la metáfora o satirización de las figuraciones tradicionales ya en crisis, cayendo en cuestiones más de forma que de contenido¹¹.
- Las vanguardias se han convertido ya en una idea artística e intelectual de signo ambiguo, que ya no ve hacia el futuro en sentido crítico, más bien se establece como un ritual contemporáneo donde la vanguardia adquiere mayor valor en un museo que en las calles y las escuelas¹².

Referencias

1. GIDDENS, Anthony. *Modernidad e identidad del yo. El yo y la sociedad en la época contemporánea*. Península. Barcelona, 1997.
2. BURGER, Peter. *Theory of the avant-garde*. University of Minnesota Press. Minneapolis, 1984.
3. TAFURI, Manfredo. *The sphere and the Labyrinth*. MIT Press. London, 1995.
4. HABERMAS, Jürgen. *El discurso filosófico de la modernidad*. Taurus. Madrid, 1989.
5. CALINESCU, Matei. *Cinco caras de la modernidad: Modernismo, vanguardia, Decadencia, Kitsch, Posmodernismo*. Tecnos, Madrid, 1991.
6. FERNÁNDEZ, Alba. *La metrópoli vacía: aurora y crepúsculo de la arquitectura de la ciudad moderna*. Anthropos. Barcelona, 1990.
7. AULLÓN DE HARO, Pedro. *La modernidad poética, la vanguardia y el creacionismo*. Universidad de Málaga. Málaga, 2000.
8. VATTIMO, Gianni. *Fin de la modernidad: nihilismo y hermenéutica en la cultura posmoderna*. Gedisa. Barcelona, 1996.
9. SUBIRATS, Eduardo. *El final de las vanguardias*. Anthropos. Barcelona, 1989.
10. SOLÁ-MORALES, Ignasi. *Eclecticismo y Vanguardia*. Gustavo Gili. Barcelona, 1980.
11. ECO, Umberto. *Obra Abierta*. Planeta Agostini. Buenos Aires, 1992.
12. SUBIRATS, Eduardo. *La flor y el cristal*. Anthropos. Barcelona, 1986.

Fecha de recepción
11/05/2015

Fecha de aceptación
13/08/2015

Fecha de publicación
29/09/2015

