

Diseño de productos mediante el uso conjunto de metodologías TRIZ Y TOC

Enrique Gaspar Iserte Peña, Manuel Domínguez

Product design with TRIZ and TOC

RESUMEN

Este estudio se desarrolla con el fin de obtener una sistemática más completa y eficaz con la que afrontar las diferentes etapas del diseño de producto. Se presenta un enfoque que combina la Teoría para Resolver Problemas de Inventiva (TRIZ) y la Teoría de las Restricciones (TOC), uniendo las características comunes y conectando los aspectos complementarios de ambas metodologías. Se trata de una metodología aplicable a un número muy alto de tipo de diseño, y se aporta como ejemplo de su aplicación práctica al rediseño de una tostadora.

Recibido: 24 de septiembre de 2012
Aceptado: 30 de enero de 2013

ABSTRACT

The aim of this paper is to find out a new more complete and effective approach to face the different steps in product design. An approach which merges the Theory of Inventive Problem Solving, (TRIZ) with the Theory of Constraints (TOC) by merging the common characteristics and connecting the complementary aspects in both methodologies is presented. It is then applied to redesign a toaster.

Received: September 24, 2012
Accepted: January 30, 2013

Palabras clave

Ingeniería del diseño, diseño industrial, metodología, innovación, inventiva

Keywords

Design engineering, industrial design, methodology, innovation, invention



Foto: Shutterstock

A la hora de afrontar proyectos de diseño, la innovación es una de las claves principales del éxito. Partiendo de las primeras ideas, el proceso de diseño debe ser capaz de desarrollarlas y transformarlas en productos y servicios.

El cliente espera encontrar algo nuevo entre el gran número de productos similares presentes en el mercado y en la meta de la empresa se encuentra conseguir ese grado de diferenciación, el cual captará la atención de este y lo atraerá hacia ella o lo retendrá en el caso de que ya sea un cliente (Liu y Boyle, 2009).

Para esta labor se debe evitar la saturación del mercado con productos excesivamente similares a los anteriormente lanzados, tratando que los nuevos aporten alguna característica diferenciadora. Para llevar a cabo esta tarea es necesario sustituir productos existentes, mejorando su calidad y precio, perfeccionar productos existentes o cubrir nuevas necesidades. En esto consiste la innovación industrial, es decir, la creación constante de nuevos productos o versiones de los ya existentes que permitan a la empresa seguir estando presente en el mercado.

Tradicionalmente, la innovación de producto se ha llevado a cabo bajo el método de prueba error, algo que, actualmente, con la evolución de la industria y

el mercado, se hace poco recomendable en este campo. Por ello, a lo largo de muchos años de investigación se han desarrollado los métodos contemporáneos de diseño que permiten facilitar y optimizar la tarea de la innovación como el *brainstorming* (Osborn, 1959), la sinestesia (Gorden, 1961) y el análisis morfológico (Allen, 1962). Estos métodos invitan a pensar acerca de los problemas desde diferentes perspectivas, pero no aportan soluciones realmente innovadoras al carecer de un proceso debidamente estructurado (Chen et al, 2003). Otros métodos como la Teoría para Resolver Problemas de Inventiva o TRIZ (del ruso *Теория Решения Изобретательских Задач o Теория Решения изобретательских задач*), desarrollada por Altshuller (1988, 1994) tras estudiar más de 200.000 patentes, ofrecen técnicas más potentes para la solución de problemas de inventiva. Su efectividad se ha demostrado tanto para el trabajo individual como el trabajo en equipo (González-Cruz, 2008). Esta técnica, sin embargo, no es perfecta (Kowalick, 1999), (Cavallucci y Lutz, 1998), pues carece de los recursos necesarios para ayudar a definir e identificar dónde hace falta resolver un conflicto.

Precisamente en este punto es en el que la Teoría de las Restricciones o TOC

(del inglés Theory of Constraints), desarrollada por Goldratt et al (1992, 1994, 2000) principalmente centrada en el campo de las organizaciones industriales, muestra una mayor fortaleza. El presente estudio ofrece un enfoque que combina la metodología TRIZ con las herramientas de TOC con el fin de detectar y solucionar problemas de inventiva de forma más eficaz.

Bariani et al, con el fin de abordar el problema de la reducción de piezas con mayor eficacia, realizan un enfoque con el que combina el método de diseño para la fabricación y el montaje (en inglés DFMA, Design for Manufacture and Assembly) con la Teoría para Resolver Problemas de Inventiva (TRIZ). Hung y Hsu proponen un proceso integrado para diseñar sobre patentes existentes a través de TRIZ. El proceso propuesto integra estrategias para el diseño sobre patentes, diseños innovadores con TRIZ y reglas sistemáticas de determinación de infringimiento de patentes para diseñar a partir de patentes existentes e incrementar la patentabilidad de los resultados de la innovación. Cemiglia et al describen los resultados de la actividad metodológica llevada a cabo trabajando con TRIZ, con el fin de obtener un nuevo concepto para un dispositivo de

protección trasera contra el empotramiento en vehículos industriales.

Teoría para resolver problemas de inventiva (TRIZ)

La TRIZ, desarrollada por Genrich Altshuller (1988, 1994), defiende que las buenas soluciones poseen una serie de características comunes que las diferencia de las malas soluciones. Estas características comunes son: 1) la resolución de contradicciones, 2) el incremento de la idealidad del sistema, es decir, la mejora de este y 3) la utilización de los recursos ocultos que el medio ofrece.

1) Las contradicciones son conflictos en el sistema, formados por una herramienta que ejerce una determinada acción sobre un objeto. Un buen ejemplo de estas contradicciones nos lo ofrecen Domb y Rantanen (2002), en el que “el filo de un hacha, por ejemplo, es una herramienta que parte un trozo de madera, es decir, el objeto. La capacidad de partir del hacha es una característica positiva que lleva aparejados efectos perjudiciales como, por ejemplo, la dificultad que entraña su uso. Un hacha más pesada parte trozos de madera más gruesos, pero su manejo resulta más complicado”. Aquí podemos observar la contradicción. Por un lado, obtenemos una mejora, ya que podemos partir trozos más gruesos, pero, por otro lado, el sistema empeora ya que se debe construir un hacha más pesada y más difícil de usar por consiguiente.

2) La idealidad del sistema hace referencia a la distancia a la que se encuentra este con respecto a la excelencia o perfección en su campo. Cada vez que realizamos una mejora sobre un sistema, este se aproxima a su “resultado final ideal”, que será aquel en el que el sistema posee todos los beneficios buscados sin que ello suponga ningún efecto no deseado.

3) Los recursos ocultos son aquel conjunto de elementos disponibles para resolver nuestra contradicción de los que todavía no se ha hecho uso, bien por no conocerlos, bien por no saber cómo aprovecharlos o por cualquier otro motivo.

Por tanto, estas tres características comunes se encuentran relacionadas, de forma que mediante la utilización de los recursos ocultos podemos resolver las contradicciones, lo que repercutirá de forma positiva en la idealidad del sistema. Esta es la estructura básica de TRIZ; sin embargo, en la mayoría de los proyectos no será suficiente, pues necesitaremos otros métodos que nos ayuden a resolver las contradicciones, encontrar y utilizar

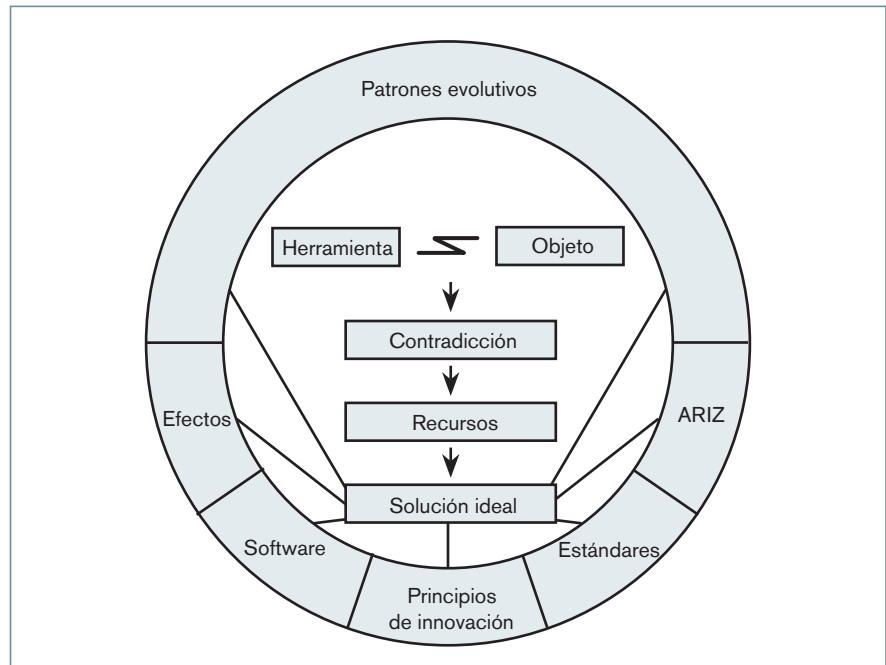


Figura 1. Modelo general de TRIZ.

los recursos e incrementar la idealidad del sistema. Para ello, TRIZ dispone de otras herramientas más o menos sofisticadas entre las que se pueden destacar:

- **Patrones evolutivos**, que son herramientas que nos permiten obtener soluciones partiendo del resultado final ideal. Con ellos, como su propio nombre indica, se puede comprender cómo evoluciona el sistema y, en consecuencia, actuar sobre él para solucionar el problema.

- **Principios de innovación**, que son las herramientas más conocidas de TRIZ, las cuales fueron recogidas por Altshuller (1998) y sus investigadores mediante el estudio de miles de patentes y su posterior clasificación en 40 principios según la naturaleza de la innovación aportada.

- **Guía ARIZ**, que es un Algoritmo de Resolución de Problemas de Inventiva, formado por una lista de cerca de 85 procedimientos para resolver problemas de inventiva de gran complejidad utilizado solo donde las otras herramientas de TRIZ no son suficientes.

- **Estándares**, los cuales se componen de una lista de 76 procedimientos que sirven como modelo o patrón de referencia.

- **Efectos**, que están formados por una base de datos técnica de fenómenos mecánicos, físicos, químicos, geométricos y de otras naturalezas que pueden resultar de gran utilidad para la resolución imaginativa de problemas.

- **Software basado en TRIZ**, el cual constituye la herramienta más moderna de TRIZ. En el mercado hay disponibles

diferentes tipos de programas informáticos que emplean las bases de datos antes mencionadas y otras muchas basadas en este procedimiento, de entre los que cabe destacar Invention Machine®.

TRIZ se trata, en resumen, de una metodología para la resolución de problemas, que parte de la contradicción existente entre un objeto y una herramienta para, a través de los recursos latentes presentes en el entorno, junto con otras herramientas como son los patrones evolutivos, los principios de innovación, la guía ARIZ, los estándares, los efectos y las diferentes aplicaciones informáticas, obtener una solución que acerque el conjunto a su resultado final ideal (figura 1).

Teoría de las restricciones (TOC)

La Teoría de las Restricciones o TOC, desarrollada por Goldratt E. et al (1992, 1994, 2000), es una filosofía enfocada a la gestión de organizaciones que permite enfocar soluciones a problemas críticos de modo que estas se acerquen a su fin mediante un conjunto de conocimientos, principios, herramientas y aplicaciones que simplifican la gestión de sistemas complejos utilizando la lógica y el sentido común. Para realizar este proceso, TOC propone una metodología que consta de cinco pasos básicos:

1. **Identificar** (la restricción del sistema), encontrar ese elemento que está lastrando el funcionamiento de nuestro sistema. Casi siempre conocemos el resultado que esa restricción genera, pero

conocer con exactitud qué lo genera y por qué es más complicado.

2. **Explotar** (la restricción del sistema), consiste en modificar la restricción en busca de una mejora, sin que por ello se haga necesaria la necesidad de introducir elementos nuevos.

3. **Subordinar todo lo demás a la decisión anterior**, de forma que todos los subsistemas se adapten a la capacidad que representa nuestra restricción.

4. **Elevar** (las restricciones del sistema) nos ofrece la posibilidad de elevar la capacidad de nuestra restricción para así poder seguir mejorando, una vez se ha explotado la restricción del sistema y se ha subordinado todo lo demás.

5. **Retroceder al primer punto** (evitando que la inercia se convierta en la restricción de nuestro sistema). Una vez llegados a este punto debemos plantearnos si la restricción sigue siendo tal y, en caso de no serlo, buscar la que será la nueva restricción sobre la que habrá que aplicar nuevamente todo el proceso.

Este proceso no es siempre fácil de recorrer y presenta numerosos problemas para los que TOC presenta unas herramientas llamadas procesos de pensamiento (del inglés *thinking processes*). Estos procesos, que tienen como meta encontrar qué es necesario cambiar, cómo es necesario cambiarlo y hacia dónde debe ir este cambio, son los siguientes:

El Árbol de la Realidad Actual (CRT del inglés Current Reality Tree) analiza la red de relaciones causa-efecto entre los efectos no deseados, disponiéndose en forma de cadena de CRD, con el objetivo de encontrar el problema raíz (figura 2).

La Nube o Diagrama de Conflicto (CRD del inglés Conflict Resolution Diagram), se utiliza para resolver conflictos mediante una idea, lo que en TOC se llama inyección (figura 3).

El Árbol de la Realidad Futura (FRT del inglés Future Reality Tree) analiza el árbol futuro fruto de las inyecciones realizadas sobre el CRT. Ayuda a identificar y eliminar los aspectos negativos de los cambios introducidos para modificarlos con antelación (figura 4).

- **El Árbol de Prerrequisitos** (PRT del inglés Prerequisite Tree) identifica todos los obstáculos, así como las respuestas requeridas para solucionarlos con el fin de conseguir la inyección buscada.

- **El Árbol de Transición** (TRT del inglés Transition Tree) identifica y establece la secuencia de acciones que realizar para lograr un determinado objetivo.

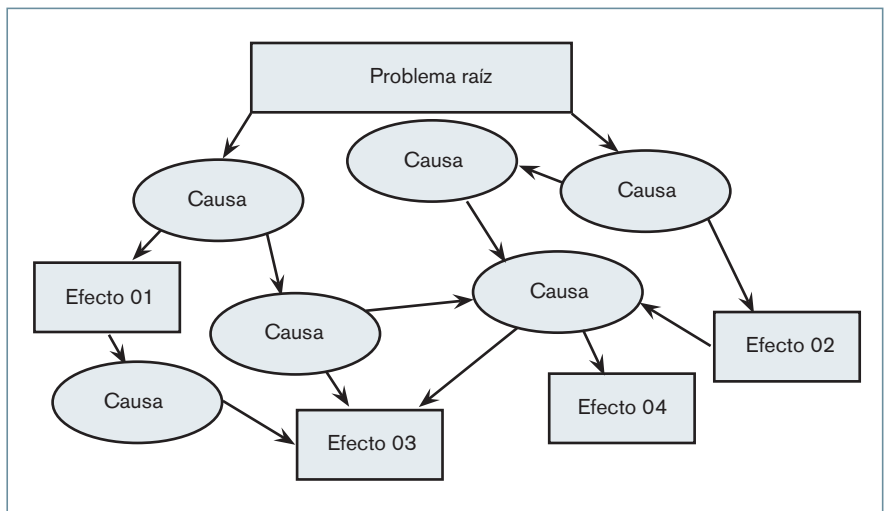


Figura 2. Árbol de la Realidad Actual (CRT).

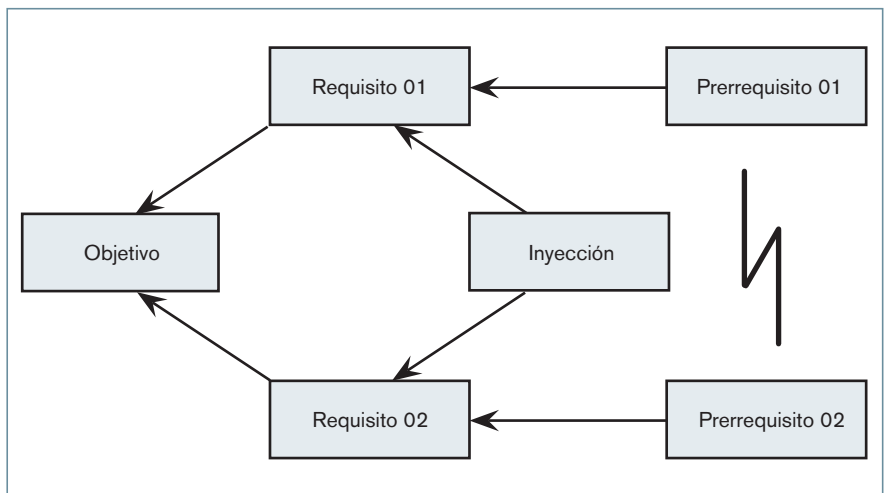


Figura 3. Nube o diagrama de conflicto CRD.

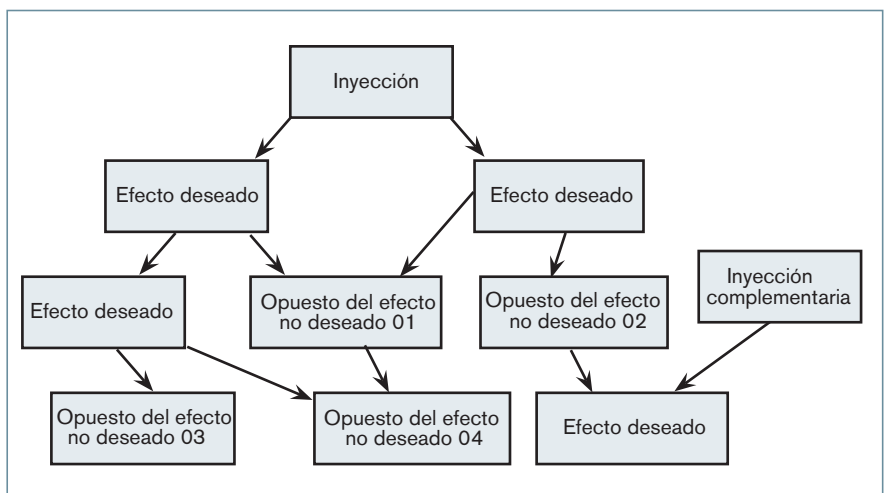


Figura 4. Árbol de la realidad futura FRT.

- **El Árbol de Estrategia y Táctica** (E&T del inglés Strategy and Tactics) es el plan que llevará al éxito en la implantación a través de la mejora continua.

TOC se trata, en resumen, de una metodología para la localización, acotación y solución de problemas que a lo largo de los años ha sido aplicado con éxito a multitud de campos empresaria-

les como finanzas, operaciones, proyectos y mercadotecnia, entre otros.

Uso conjunto de TRIZ y TOC

Comparando TRIZ y TOC

Una comparación superficial entre las teorías de TRIZ y TOC desvela que ambos poseen numerosas características similares, las cuales rigen el funcionamiento de ambos:

1. Su objetivo es la detección y solución de problemas.

2. Se basan en el uso de la psicología como herramienta para romper los bloqueos mentales que nos impiden llegar a la solución óptima.

Una comparación a fondo entre ambas teorías permite sacar a la luz muchos otros detalles, que hacen que el apoyo de una de ellas en la otra permita potenciar su capacidad:

1. Ambas teorías poseen una estructura sistemática bien definida que permite realizar todo el proceso paso a paso. Esto nos permite modificar la capacidad introduciendo nuevas herramientas u obviando aquellas que sabemos de antemano que no nos servirán en nuestro objetivo.

2. TRIZ es una herramienta muy poderosa para la generación de nuevas ideas innovadoras, mientras que TOC es una herramienta que presenta sus mayores virtudes a la hora de presentar y estructurar los elementos cruciales de cualquier conflicto.

3. Mientras que TRIZ está centrada en la solución de problemas de inventiva, TOC está centrada en la optimización de operaciones, proyectos y muchos otros campos. Por tanto, introduciendo TOC dentro de la estructura general de TRIZ conseguiremos una herramienta mucho más poderosa para la solución de problemas de inventiva, mientras que si introducimos TRIZ dentro de la estructura general de TOC generaremos una herramienta mucho más eficaz centrada en la optimización de operaciones, proyectos y el resto de aplicaciones en la que TOC se ha mostrado eficaz.

Combinando TRIZ y TOC

De lo expuesto anteriormente, se evidencia que debido a la problemática que plantea este estudio, centrada en la detección y resolución de problemas de diseño, debemos introducir TOC dentro del modelo general de TRIZ. Para ello, hay que destacar las herramientas de TOC que potenciarán TRIZ, las cuales son: 1) el árbol de la realidad actual o CRT, 2) la nube o diagrama de conflicto o CRD,

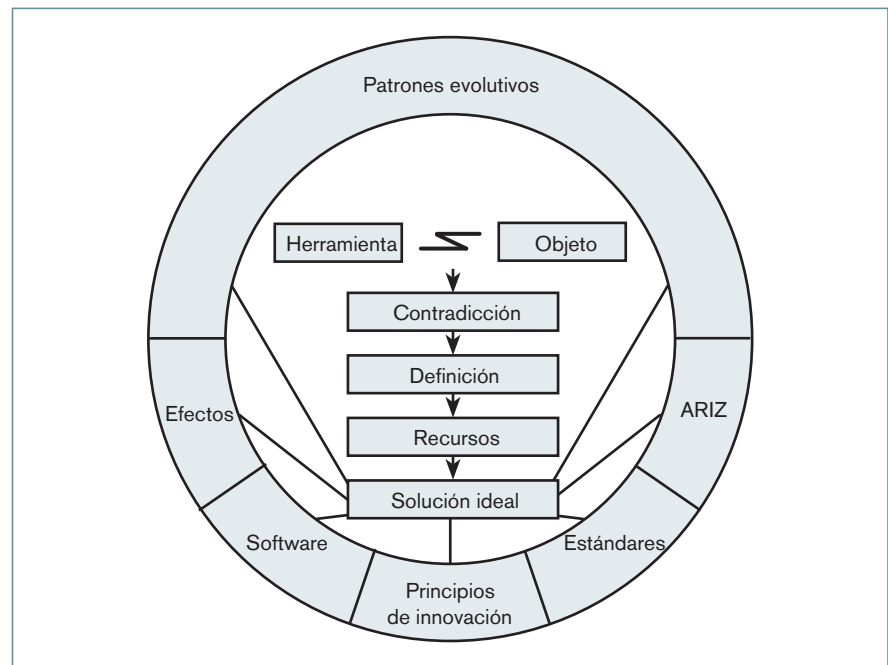


Figura 5. Modelo general de TRIZ modificado.

3) el árbol de la realidad futura o FRT y 4) el árbol de prerequisites o PRT. La introducción del árbol de la realidad actual, la nube o diagrama de conflicto y el árbol de la realidad futura deben realizarse justo después de plantear el problema y antes de comenzar la solución del mismo, con el fin de acortarlo y definirlo perfectamente para facilitar las operaciones posteriores. Se define, por tanto, que sobre el modelo general de TRIZ habrá que realizar un pequeño ajuste, introduciendo las herramientas TOC que permiten acotar el problema justo después de enunciar la contradicción y antes de hacer uso de los recursos, en un paso intermedio que se denominará definición de la contradicción (figura 5).

Adicionalmente, cuando se haya hallado el conjunto de soluciones potenciales, la aplicación del árbol de la realidad futura, conjuntamente con el resto de herramientas de evaluación de soluciones ayuda a obtener una visión más clara y concreta de la factibilidad de estas.

Caso de estudio: diseño de una tostadora

Las tostadoras de gama baja presentan usualmente dos problemas: 1) el pan no queda tostado uniformemente a lo largo de toda su superficie y 2) el tueste obtenido no es homogéneo a lo largo de varias tiradas consecutivas. La aplicación de TRIZ llevada a cabo en este estudio sobre estos dos problemas obtuvo dos compromisos y sus correspondientes contradicciones:

1. Cuando el pan queda tostado uniformemente a lo largo de toda su superficie (bueno), el número de resistencias presentes en el sistema aumenta (malo). Por tanto, el producto debe tener muchas resistencias (para tostar uniformemente), pero ninguna (para no incrementar la complejidad del sistema).

2. Cuando el tueste obtenido es homogéneo a lo largo de varias tiradas consecutivas (bueno), se introduce un nuevo elemento en el sistema, el medidor del tueste (malo). Por tanto, el producto debe tener un mecanismo (para calcular el tueste del pan), pero no debe tenerlo (para no incrementar la complejidad del sistema).

Aplicando las herramientas TOC del árbol de la realidad actual o CRT, la nube o diagrama de conflicto o CRD y el árbol de prerequisites o PRT, aparecieron los siguientes efectos negativos:

1. Tostado no uniforme y tostado insuficiente. Para solucionar este problema debemos introducir una inyección o mejora en el sistema que provoque un mayor poder calorífico, conserve o aumente la simplicidad del sistema y no suponga la necesidad de introducir un mayor número de resistencias.

2. El tostado no es uniforme, se desconoce el momento de tostado óptimo, las tostadas son expulsadas incorrectamente y la primera que se obtiene queda sin tostar o el resto, quemadas. Para solucionar esto debemos introducir una inyección o mejora en el sistema que provoque que las resistencias se calienten

más rápidamente, que se conserve o aumente la simplicidad del sistema y no sea necesario introducir nuevas resistencias más eficientes y con mayor coste.

A través del análisis de las herramientas básicas de TRIZ, análisis de recursos, patrones evolutivos y los 40 principios de innovación, se obtuvo una lista de posibles inyecciones, de entre las cuales destacan:

- Redefinir la tostadora como una eliminadora de humedad del pan.
- Alargar las resistencias de forma que ocupen un espacio mayor.
- Incluir un motor y dos cilindros que desplacen la tostada a través de la tostadora y la liberen al final del proceso.
- Cerrar la ranura superior gracias al carro móvil que sujeta la tostada.
- Concentrar las resistencias en el inferior para que el calor producido tenga que pasar por toda la superficie de la tostada antes de salir al exterior.
- Disponer las tostadas en vertical.
- Unir el conjunto con otros objetos similares.
- Girar la tostadora un determinado ángulo para reducir la pérdida de calor en la parte superior.

Las anteriores soluciones fueron evaluadas posteriormente sometiéndose a las seis siguientes preguntas: 1) ¿Desaparecen las características perjudicia-

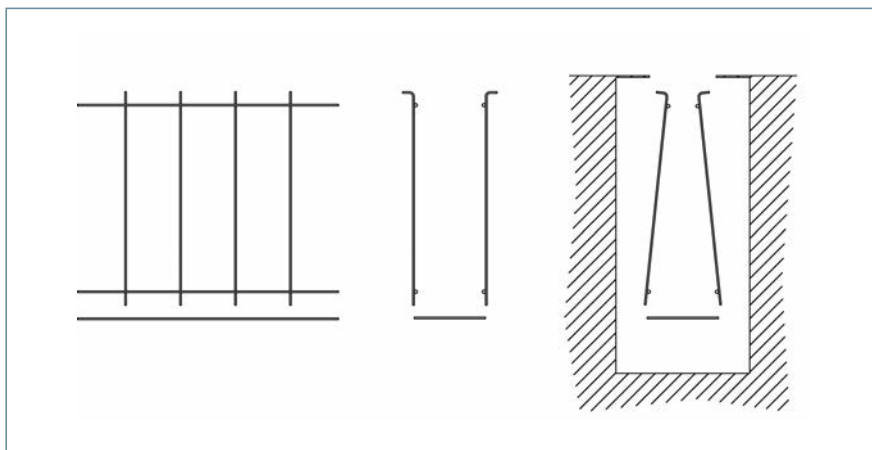


Figura 6. Rejilla original.

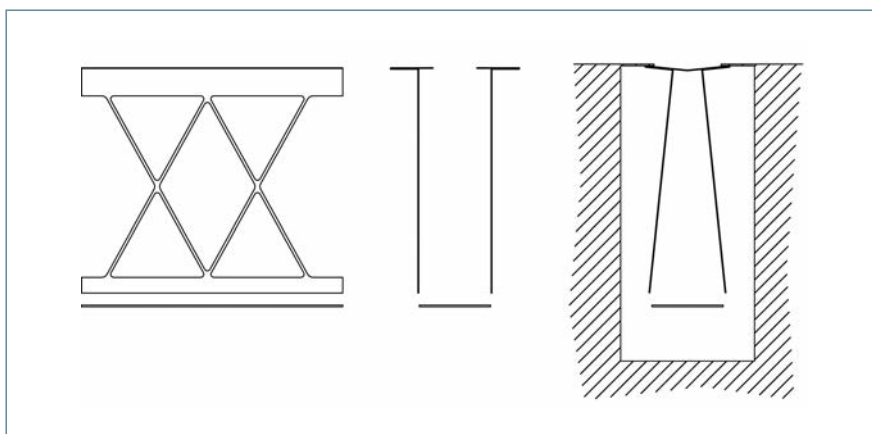
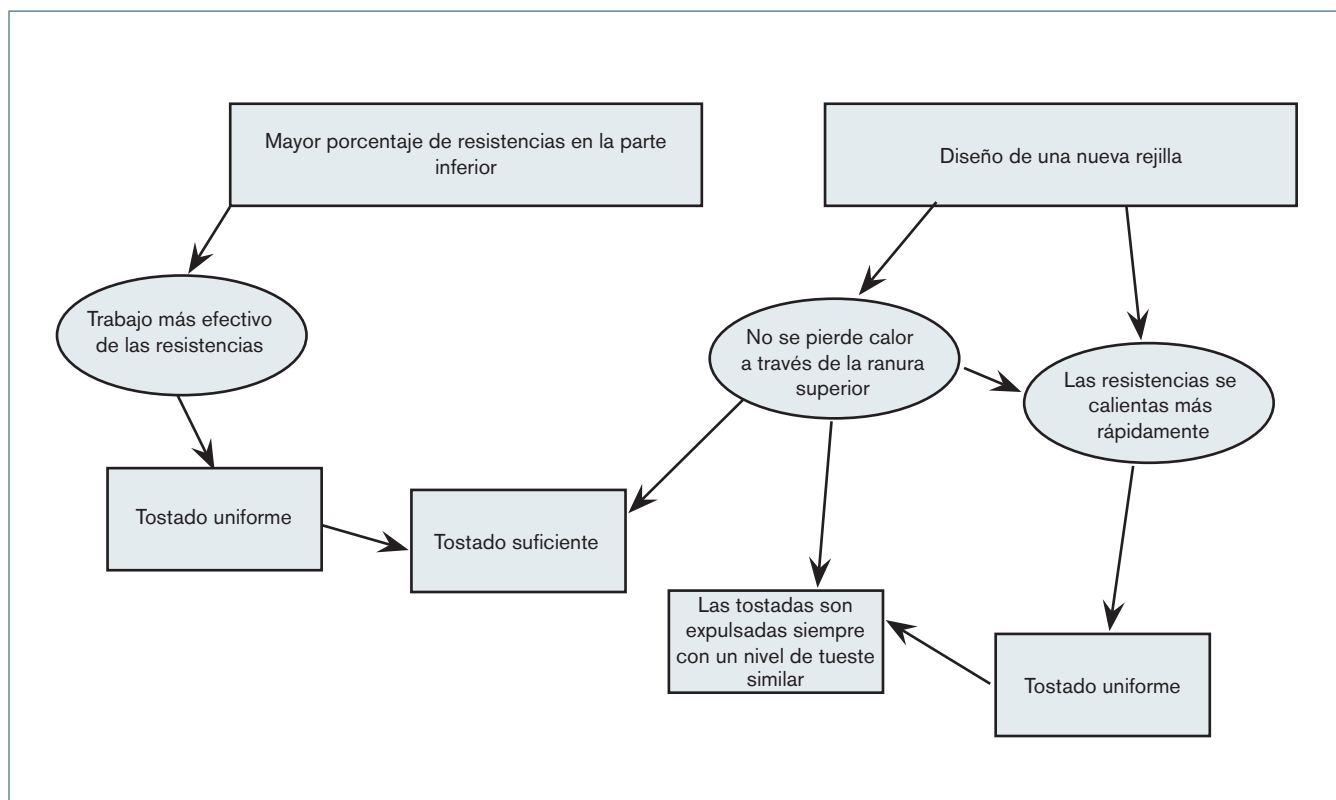


Figura 7. Rejilla rediseñada.

Figura 8. Árbol de la Realidad Futura (FRT).



les?, 2) ¿se preservan las características útiles y aparecen nuevos beneficiarios?, 3) ¿aparecen características perjudiciales nuevas?, 4) ¿el sistema se vuelve más complejo?, 5) ¿se resuelve la contradicción inherente principal?, 6) ¿se utilizan recursos latentes y disponibles aunque ignorados hasta el momento?, 7) ¿ofrece otras consideraciones positivas? Aquellas que responden afirmativamente a las cuestiones 1, 2, 5, 6 y 7 y negativamente a las cuestiones 3 y 4 son las seleccionadas, en este caso.

– Cerrar la ranura superior durante el proceso de tostado, gracias al carro móvil que sujeta el pan en su posición. De esta forma, el aire caliente de las resistencias no sale al exterior y permanece dentro de la tostadora durante el proceso de tostado. Gracias a eso, las resistencias llegan antes a su temperatura de trabajo y el tostado se realiza más rápido al conseguirse mayor temperatura en el interior, con el consiguiente ahorro energético. Esto se realiza disponiendo una pestaña superior que cierra la ranura al moverse ambas rejillas hacia el centro con la finalidad de sujetar el pan durante el proceso. Adicionalmente, gracias a la metodología seguida, se ha descubierto que al variar la geometría de este, el nuevo elemento se puede realizar por troquelado y doblado, proceso por el que se realiza la mayor parte de los elementos interiores de una tostadora, en lugar extrusión, estirado y soldado por resistencia, como se realizaba anteriormente. Con esto se elimina la necesidad de disponer de una máquina para la manufactura de la pieza (soldador) y la eliminación de un proveedor (varillas metálicas), ya que esto será absorbido por las máquinas presentes y los proveedores actuales, repercutiendo positivamente en los costes de fabricación (figuras 6 y 7).

– Concentrar las resistencias en la parte inferior para que el calor producido tenga que pasar por toda la superficie de la tostada antes de salir al exterior.

Aunque como ya se ha apuntado anteriormente, gracias a las mejoras introducidas no saldrá, sino que se acumulará. Con esto, se potencia la acción calorífica en la zona en la que se aprecia mayor deficiencia en el tostado, ya que el aire caliente tiende a fluir hacia arriba.

Aplicando de nuevo una de las herramientas de TOC, el Árbol de la Realidad Futura o FRT, se obtuvo la visión definitiva del sistema y cómo las inyecciones o mejoras introducidas afectan a los problemas iniciales (figura 8):

Como se trata de dos soluciones que interactúan y participan juntas en la

mejora, el árbol de la realidad futura o FRT se simplificó de una forma significativa, fusionándose los dos iniciales en uno solo mucho más fácil de interpretar.

Conclusiones

Este estudio aborda la necesidad de mejorar la eficacia de TRIZ a la hora de detectar y acotar problemas de diseño. Se ha investigado la aplicación en conjunto de TRIZ y TOC uniendo las características comunes de ambos y fusionándolos en un único procedimiento mediante una secuencia estructurada. Se ha determinado qué herramientas de TOC son eficaces a la hora de acotar y definir los problemas de diseño de producto para definir este nuevo procedimiento o secuencia que provee al diseñador de una herramienta más potente para la detección y solución de problemas de diseño. La aplicación de este nuevo procedimiento al rediseño de una tostadora ha mostrado cómo la combinación de las herramientas de estas dos metodologías potencia la efectividad, primero, a la hora de acotar y definir el problema, lo que repercute en un gran avance cuando se abordan las tareas de solución de problemas y, segundo, a la hora de validar la idoneidad de la propuesta.

Bibliografía

- Allen MS (1962). *Morphological creativity*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Altshuller GS (1988). *Creativity as an exact science*. Gordon and Breach Science, New York.
- Altshuller GS (1994). *And suddenly the inventor appeared*. *Technical Innovation books*, Worcester, MA 01605
- Altshuller GS, Shulyak L (1998). 40 Principles: TRIZ to Technical Innovation, *Technical Innovation books*, Worcester, MA 01605
- Bariani PF, Berti GA, Lucchetta G (2004). A combined DFMA and TRIZ approach to the simplification of product structure. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers* 218: 1023-1027.
- Cavalucci D and Lutz P (1998). Beyond TRIZ limits. *TRIZ Journal*, March, <http://www.triz-journal.com/archives/1998/03/d/index.htm> (consultado el 29 de enero de 2013).
- Cemiglia D, Lombardo E, Nigrell V (2008). Conceptual Design by TRIZ: An Application to a Rear Underrun Protective Device for Industrial Vehicle. *International Electronic Conference on Computer Science* 1: 328-331.
- Chen C, Khoo LP, Yan W (2003). Evaluation of multicultural factors from elicited customer requirements for new product development. *Research in Engineering Design* 14: 119-130.
- Domb E, Rantanen K (2002). *Simplified TRIZ: New Problem-Solving Applications for Engineers and Manufacturing Professionals*, PQR Group, Upland, California, USA
- Goldratt EM, Cox J (1992). *The Goal*, North River Press, Great Barrington, MA.
- Goldratt EM (1994). *It's Not Luck*, North River Press, Great Barrington, MA.
- Goldratt EM, Schragenheim E, Ptak CA (2000). *Necessary but no Sufficient*, North River Press, Great Barrington, MA.

- Gonzalez Cruz MC (2008). La estrategia de creatividad sistemática TRIZ con equipos multidisciplinares de diseño de producto. *Dyna Ingeniería e Industria* 83-6: 337-352
- Gorden WJ (1961). *Synerctics*. Harper and Row, New York.
- Hung YC, Hsu YL (2006). An integrated process for designing around existing patents through the theory of inventive problem-solving. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers* 221 (10): 109-122.
- Kowalick J (1999). Problem-solving systems: what's next after TRIZ?, *TRIZ Journal*, March, <http://www.triz-journal.com/archives/1999/03/b/index.htm>. (Consultado el 29 de enero de 2013).
- Liu S, Boyle IM (2009). Engineering design: perspectives, challenges, and recent advances. *Journal of Engineering Design* 20 (2): 7-19.
- Osborn AF (1959). *Applied imagination*, Charles Scribner's Sons, New York.

Enrique Gaspar Iserte Peña

egiserte@gmail.com

Ingeniero técnico en diseño industrial por la Universidad Jaume I de Castellón y máster universitario en Ingeniería del Diseño por la UNED. Ha colaborado con el Grupo Porcelanosa en el sector de equipamiento de baño y la cerámica. Desarrolla su actividad laboral como diseñador industrial en la empresa Bytec Medical en el Reino Unido.

Manuel Domínguez

mdominguez@ind.uned.es

Doctor ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Madrid y profesor titular de universidad desde hace más de 25 años. Ha compaginado durante varios años su actividad docente en la universidad con la actividad profesional en empresas de ingeniería de ámbito internacional. Ha participado en diversos proyectos de investigación, nacionales e internacionales, fruto de los cuales son más de 20 publicaciones de carácter internacional. En la actualidad desarrolla su actividad académica y de I+D+i en el ámbito del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño, en la Universidad Nacional de Educación a Distancia, en Madrid.
