

TRIZ: OTRA PERSPECTIVA DE LA INNOVACIÓN

Redondo Castán, A.¹; Gento Muncio, A. M.¹, Pérez Vázquez, M^a Elena¹ y Bertoluci, Gwenola²
¹E. T.S. de Ingenieros Industriales, Paseo del Cauce, s/n (47011-Valladolid); redondo@dali.eis.uva.es
²Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Metiers, 151 Boulevard de l'Hôpital (75013-Paris);
gwenola.bertoluci@paris.ensam.fr

Resumen

El TRIZ, acrónimo de “Teoría de Resolución de Problemas Inventivos”, es una filosofía de trabajo que trata de contribuir al sueño de cualquier proyecto: ser innovador y contribuir al éxito empresarial.

Palabras Clave: TRIZ, Innovación.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Aunque son muchas y muy dispares las definiciones de innovación existentes, como por ejemplo la realizada por la Real Academia Española (1992) “*Creación y modificación de un producto y su introducción en un mercado*”, nos centramos en la dimensión económico-empresarial definida por Schumpeter (1939) como “*cualquier modo de hacer las cosas de modo distinto*”.

Actualmente, los cambios en el entorno empresarial se producen con tal frecuencia y velocidad, que no sería extraño que una organización, que esté al margen del proceso de innovación, se quede estancada y llegue a desaparecer.

De ahí, la creciente necesidad que tiene la empresa de que en su estrategia se incluya dicha innovación, y que en todo momento se encuentre preparada para soportar los posibles costes que conllevan las nuevas tecnologías que habrá que adoptar.

Todo ello va encaminado a que la empresa sea capaz de mantener e incrementar su competitividad y lugar en el mercado. Para ello, necesita disponer de buenas ideas de partida y de enfoques que le permitan la obtención de un diseño realmente innovador.

La obtención de una idea que merezca la pena requiere tener muchas otras que luego serán descartadas. Lo mejor para la empresa sería disponer de un método sistemático que permita la generación de ideas sin tener que depender tanto de técnicas aleatorias como el brainstorming, prueba y error y

otros que ocasionan un aumento significativo del tiempo empleado en dicho proceso.

Además, a veces, el concepto elegido de partida no es el adecuado, incurriéndose así en un gasto innecesario de tiempo y de recursos.

Es aquí donde nos damos cuenta del beneficio que aportaría a las empresas el empleo de la metodología TRIZ, y por lo que este artículo podría resultar útil para muchas de ellas.

Dicha metodología tiene la ventaja de disponer de una herramienta que aunque, no sustituye a la creatividad, proporciona un camino para estimularla y sacarle la mayor productividad posible. Es decir, aporta un método estructurado para el desarrollo de nuevos productos o procesos.

2. FORMULACIÓN Y MODELADO DEL PROBLEMA: Etapas del TRIZ

Tres son las etapas principales, que tenemos que seguir, para la puesta en práctica del TRIZ.

La primera permite pasar nuestro problema a un problema estándar, y además, conocer el sistema gracias a un análisis bajo la forma de focalización progresiva. Procediéndose a continuación a realizar el modelado en “idioma” de TRIZ mediante las herramientas propias de resolución de problemas. Tras esto, ya se podrá perfeccionar el análisis mediante la definición de criterios de valoración, la utilización de las pistas exploradas y los recursos.

La segunda nos va a permitir obtener distintas vías de conseguir soluciones. El experto en TRIZ expondrá diferentes soluciones al grupo de trabajo. Sin embargo, si el problema se ha definido mal, es necesario retomar el análisis de nuevo desde la primera fase.

En la tercera fase ya se podrá definir la solución específica del problema mediante un análisis riguroso

de todas las soluciones específicas encontradas con la utilización de las diferentes herramientas de TRIZ.

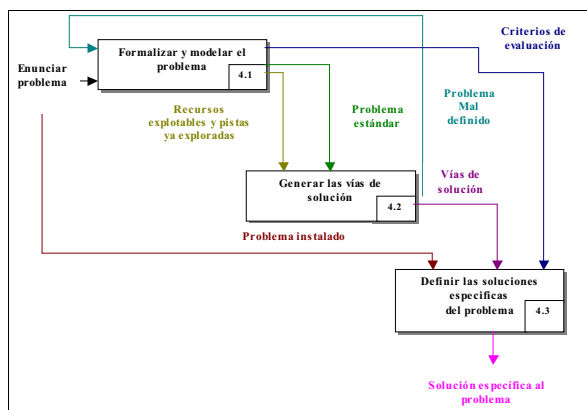


Figura 1: Visión de conjunto de la Filosofía TRIZ

2.1 Fichas de herramientas del TRIZ

Para usar el método de TRIZ, es necesario usar simultáneamente muchas herramientas de modelado o de investigación de soluciones llamadas «clásicas», como por ejemplo: el diagrama FAST, el organigrama, el análisis funcional, el brainstorming, junto con otras específicas de TRIZ. Todas estas herramientas han sido agrupadas en lo que se denomina fichas de herramientas:

1. Organigrama.
2. Diagrama FAST.
3. Análisis funcional externo.
4. Análisis funcional interno.
5. CRT.
6. Contradicción técnica.
7. Contradicción física.
8. Diagrama del campo-S.
9. 39 parámetros.
10. Recursos.
11. Matriz de contradicción.
12. Los 40 principios.
13. Algoritmo del campo-S.
14. 76 Soluciones estándar.
15. Principios de separación.
16. Brainstorming.
17. Tabla de consolidación.

3. LAS SETENTA Y SEIS SOLUCIONES ESTÁNDAR Y LOS CUARENTA PRINCIPIOS.

Se trata de 76 tipos de transformación de campos-S clasificadas en las 5 categorías siguientes

1. Mejorar el sistema sin cambios o con pequeños cambios (13 soluciones estándar).

2. Mejorar el sistema cambiando el sistema (23 soluciones estándar).
3. Transiciones del sistema (6 soluciones estándar).
4. Detección y medida (17 soluciones estándar).
5. Estrategias para mejora (17 soluciones estándar).

Es decir, generalmente hay una conjunción de modelos S-Field, de tal forma, que muchos de los problemas que son resueltos por soluciones estándar están definidos en términos de sus modelos S-Field.

Los 40 principios de la resolución de problemas inventivos son una de las herramientas más populares de TRIZ, en parte por su longevidad (desarrollada entre el final de los 40 y 1972) y en parte por su disponibilidad en inglés. Su popularidad se acrecienta porque aparecen en un software comercial y además son de distribución libre en Internet.

Para usar estos 40 Principios Inventivos hay que formular el problema que usa los mismos métodos usados por TRIZ para problemas técnicos. Será particularmente útil para formular el resultado final ideal y lo que el ideal no puede lograr. Esto conducirá comúnmente a contradicciones.

4. ESTUDIO EN LA EMPRESA LESA.

El problema está localizado en los dos nuevos hornos de inducción (figura 2) que se sitúan en las instalaciones recientemente puestas en marcha (marzo de 2001). Esta fábrica se dedica a producir discos de frenos, utilizando para ello principalmente acero, al que se añaden aditivos como FeMn y FeCr. Las materias primas son acero, unos retornos y viruta (fonta en polvo).

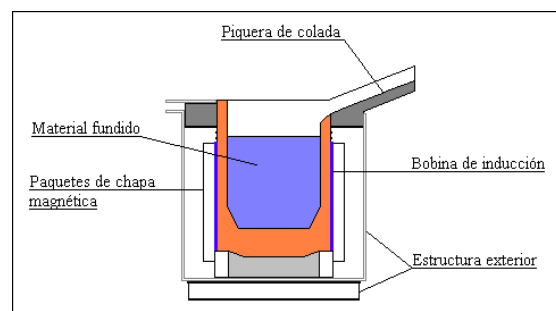


Figura 2: Esquema del horno a inducción

El problema de las nuevas instalaciones radica en que cuando se funde viruta a alta potencia, esta última "salta". Como consecuencia señalar que un trabajador resultó herido en las manos y en la cabeza a causa de una explosión.

4.1. Descripción del sistema

A continuación y, mediante sus correspondientes figuras, esquematizaremos las cuatro etapas del sistema productivo:

Llenado del carro.

Llenado del horno.

Calefacción de la mezcla metálica.

Vaciado del horno.

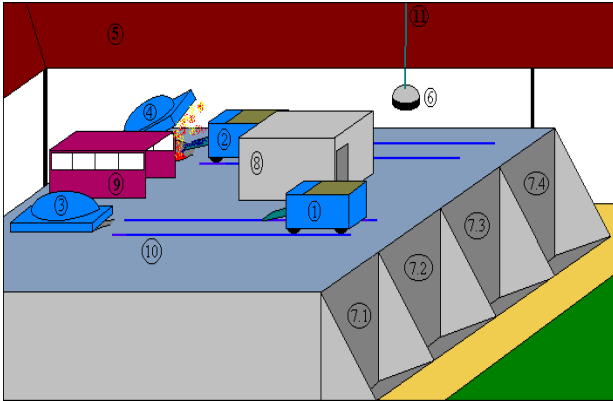


Figura 3: Nuevas instalaciones de inducción.

| | | | |
|---|----------------------------------|--|--|
| 1 | Carro en proceso de carga. | 6 | Electroimán |
| 2 | Carro en proceso de descarga. | 7 | Depósitos de las diferentes materias primas. |
| 3 | Horno en proceso de calefacción. | 8 | Centro de manda de los hornos y del electroimán |
| 4 | Horno en proceso de carga. | 9 | Centro de control de carga y descarga de los hornos. |
| 5 | Tejado del edificio. | 10 | Carriles de los carros. |
| | | 11 Sistema de puesta en movimiento del imán. | |

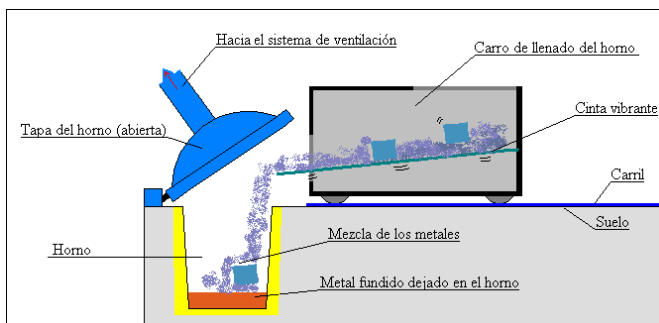


Figura 4: Fase de llenado del horno

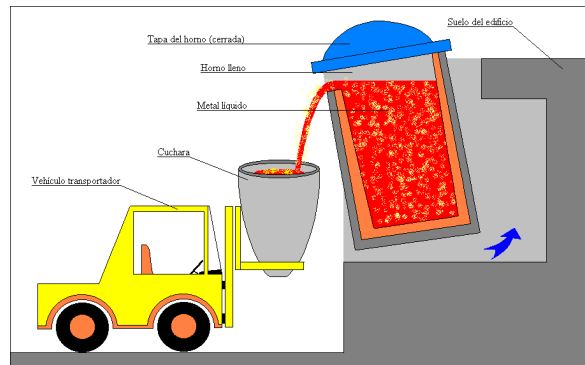


Figura 5: Vaciado del horno

4.2. Descripción del problema

Para describir el problema se debe primero tener una idea precisa de la geometría del horno. Su forma general ha sido descrita antes, pero hay que añadir que el horno en fase de calefacción tiene tres aberturas:

La de la ventilación que conduce fuera del edificio

La abertura que permite vaciar el horno (cf. esquema " *Esquematización del vaciado del horno*")

Una abertura frente al carro para quitar los óxidos y la capa superficial de metal no deseable en el metal fundido.

Como hemos señalado antes, el problema radica en que después de haber cerrado la tapa del horno (durante la etapa 3 de calefacción), la viruta, cargada de agua y de aceite, explota en el horno. La verdad es que no se sabe exactamente lo que ocurre dentro del horno, pero se supone que cuando se echa la viruta en él, al mezclarse con el caldo ya existente, se produce una vaporización (por condensación del agua contenida en la parte baja del bloque) que no al no poderse escapar del horno, produce una sobrepresión. Esta sobrepresión al adquirir un determinado valor genera la expulsión brusca de la parte más débil del metal fundido.

En efecto, las aberturas del horno permiten las proyecciones del metal a alta temperatura escapar en las dos direcciones del eje paralelo a los carriles de los carros. Una de esas direcciones importa poco, la de la abertura de descarga del metal líquido (detrás de los hornos no suele haber gente). Por contra, hay operarios que pasan a menudo entre el carro (en posición apartada) y el horno correspondiente Así fue como el operador se encontró quemado, mientras estaba a una distancia de unos cinco metros de la abertura de "limpiado" de la superficie del metal líquido.

Además, se pueden ver sobre las paredes del edificio los rastros de la explosión que parece haber sido muy

potente. Parece seguro que este tipo de explosión (o, mejor dicho, proyección), si fuera frecuente podría dañar el edificio.

Para tratar de evitar este tipo de accidentes, la empresa, ha puesto en práctica dos decisiones:

La primera fue añadir una placa metálica en el frontal de abertura de limpiado del horno.

Y la segunda consistió en minimizar o eliminar la viruta (materia prima que abarata la producción, pero que es la causante el problema) La utilización de esta materia prima, más barata que las otras, parece demasiado peligrosa.

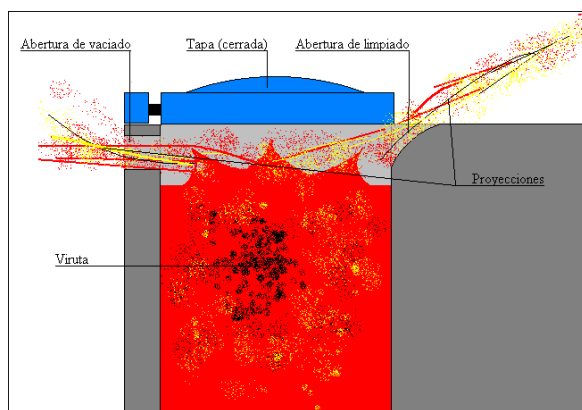


Figura 6: Esquema aberturas del horno

4.3. El cuestionario

El cuestionario TRIZ fue rellenado por dos ejecutivos de la empresa, dedicando aproximadamente una hora a su. Las respuestas a las 16 preguntas del cuestionario han sido omitidas por confidencialidad.

4.4. Formulación del problema.

La formulación del problema (*Problem Formulator*) es la fase siguiente del estudio. Para ello hemos utilizado la formulación propuesta por el software de ayuda a la innovación llamado IWB (*"Innovation WorkBench"*), creado por la empresa norteamericana *Ideation* y distribuido en España por el *Labein*.

En este esquema fueron colocados los elementos del sistema involucrados en el problema y sus lazos lógicos. El *Problem Formulator* resultante para el estudio realizado para LESA fue:

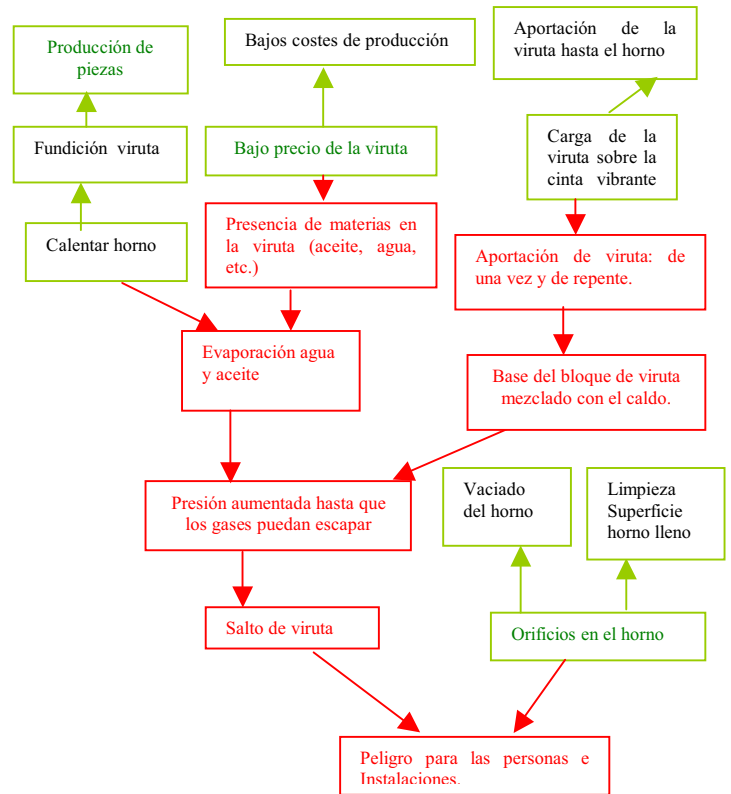


Figura 7: "Problem Formulator" para LESA

4.5. Las contradicciones.

A partir de este esquema, ha sido fácil encontrar tres contradicciones que representan caminos para intentar resolver nuestro problema. A continuación analizaremos dichas contradicciones mediante las herramientas clásicas de TRIZ: los 39 Parámetros, la Matriz de las Contradicciones, y los 40 Principios.

Las contradicciones detectadas han sido las siguientes:

Los orificios en el horno permiten vaciar y limpiar su superficie cuando están llenos, pero son peligrosos para los empleados y las instalaciones en caso de explosión.

El modo de carga de las materias primas permite la colocación en el horno de ellas, pero tiene por consecuencia la presencia en el mismo de un bloque muy denso de viruta que acarrea una sobrepresión.

El calentamiento del horno permite la fundición de viruta, pero acarrea la evaporación del agua y del aceite contenidos en ella.

El bajo precio de la viruta permite tener bajo costes de producción, pero favorece la presencia de agua y aceite.

Estas contradicciones nos orientan sobre posibles soluciones, como por ejemplo:

- Buscar algún medio para no herir los empleadores y no estropear las instalaciones, a pesar de la existencia de los orificios en el horno.
- Buscar algún medio para no evaporar los agua y aceite, a pesar de la calefacción en el horno.
- Buscar algún medio para no aportar la cantidad de viruta en el horno de una vez y de repente, a pesar de utilizar la cinta vibrante.

Una de estas pistas ya fue utilizada por los empleados de LESA al añadir una placa delante del orificio de limpieza de la superficie del metal fundido, para así proteger a las personas.

4.6. Los parámetros

Para cada una de estas contradicciones se deben encontrar los parámetros mejorados, y los deteriorados en el sistema. Dichos parámetros serán elegidos de entre los 39 parámetros propuestos por el método TRIZ. La tabla que sigue presenta los números de los parámetros elegidos para intentar resolver las contradicciones.

Estos parámetros se pueden clasificar en dos categorías: una categoría "+", que representa los parámetros característicos a mejorar, y una "-" que representa las características que deben ser degradadas.

| Contrad. | (+) | (-) |
|----------|--------------------|---------------------|
| 1 | 16, 23, 27, 30, 35 | 12 |
| 2 | 15 | 1, 7, 9, 11, 13, 26 |
| 3 | 13, 21, 22, 23, 35 | 17, 31 |
| 4 | 13, 15 | 24, 30 |

Los nombres de los parámetros empleados son los siguientes:

| | |
|----|--------------------------------|
| 1 | Masa del objeto móvil |
| 7 | Volumen del objeto móvil |
| 9 | Velocidad |
| 11 | Tensión, presión |
| 12 | Forma |
| 13 | Estabilidad del objeto |
| 15 | Durabilidad del objeto móvil |
| 16 | Durabilidad del objeto inmóvil |

| | |
|----|----------------------------|
| 17 | Temperatura |
| 21 | Potencia |
| 22 | Pérdida de energía |
| 23 | Pérdida de sustancia |
| 24 | Pérdida de información |
| 26 | Cantidad de sustancia |
| 27 | Fiabilidad |
| 30 | Factores nocivos externos |
| 31 | Factores nocivos inducidos |
| 35 | Adaptabilidad |

Justificación de los parámetros:

Primera contradicción

Parámetro 16: La duración durante la que el horno funciona sin accidente tiene que ser mejorada.

Parámetro 23: Hay que disminuir la pérdida de sustancia.

Parámetro 27: La fiabilidad del horno debe ser mejorada.

Parámetro 30: Hay que reducir la susceptibilidad del horno a los saltos de viruta.

Parámetro 35: La capacidad del horno para adaptarse a los saltos de viruta tiene que ser mejorada.

Parámetro 12: La presencia de los orificios en el horno, que incluimos en el concepto de "forma" de éste, son nefastos así que permiten a la viruta salir del horno cuando salte.

Segunda contradicción

Parámetro 15: La durabilidad de la viruta tiene que ser mejorada así que en el horno acarrea una sobrepresión mientras que fundir normalmente.

Parámetro 1: La masa de la viruta es nefasta así que con una masa más pequeña, la sobrepresión sería menos alta.

Parámetro 7: Hemos elegido este parámetro por la misma razón que en el caso anterior.

Parámetro 9: La lectura de la contradicción acarrea la elección de la velocidad como parámetro nefasto.

Parámetro 11: El parámetro presión está relatado a la sobrepresión puesta en causa en la contradicción.

Parámetro 13: La estabilidad del bloque de viruta es nefasta, y resulta directamente del modo de distribución utilizado.

Parámetro 26: La cantidad de viruta echada en el horno es, por supuesto, un parámetro nefasto del sistema.

Tercera contradicción

Parámetro 13: La estabilidad de la composición de la viruta tiene que ser mejorada así que el agua y el aceite contenidos en ella se evaporan y acarrear la sobrepresión.

Parámetro 21: Hay que mejorar el rendimiento de la fundición de viruta.

Parámetro 22: Hay que disminuir la energía gastada por la viruta a causa de la evaporación.

Parámetro 23: Hemos elegido este parámetro por la misma causa que el anterior.

Parámetro 35: Hay que mejorar la capacidad del sistema a adaptarse a la evaporación de agua y de aceite.

Parámetro 17: La temperatura es la causa principal de la evaporación del agua y del aceite.

Parámetro 31: La potencia de la que dispone el horno acarrea la alta temperatura y la evaporación de los agua y aceite.

Cuarta contradicción

Parámetro 13: La composición de la viruta tiene que ser mejorada así que está compuesta también de agua y aceite.

Parámetro 15: La duración durante la que la viruta tiene una composición aceptable tiene que ser mejorada.

Parámetro 24: La presencia de agua y aceite en la viruta acarrea una pérdida de las propiedades originales por las que la viruta fue elegida para ser fundida.

Parámetro 30: El modo de abastecimiento elegido por LESA favorece la presencia de materias en la viruta.

4.7. Los principios

Primera contradicción

| Parejas de parámetros | Principios encontrados |
|-----------------------|------------------------|
| (23, 12) | 29, 35, 3, 5 |
| (27, 12) | 35, 1, 16, 11 |
| (30, 12) | 22, 1, 3, 35 |
| (35, 12) | 15, 37, 1, 8 |

Segunda contradicción

| Parejas de parámetros | Principios encontrados |
|-----------------------|------------------------|
| (15, 1) | 19, 5, 34, 31 |
| (15, 7) | 10, 2, 19, 30 |
| (15, 9) | 3, 35, 5 |
| (15, 11) | 19, 3, 27 |
| (15, 13) | 13, 3, 35 |
| (15, 26) | 3, 35, 10, 40 |

Tercera contradicción

| Parejas de parámetros | Principios encontrados |
|-----------------------|------------------------|
| (13, 17) | 35, 1, 32 |
| (13, 31) | 35, 40, 27, 39 |
| (21, 17) | 2, 14, 17, 25 |
| (21, 31) | 2, 35, 18 |
| (22, 17) | 19, 38, 7 |
| (22, 31) | 21, 35, 2, 22 |
| (23, 17) | 21, 36, 39, 31 |

| | |
|----------|---------------|
| (23, 31) | 10, 1, 34, 29 |
| (35, 17) | 27, 2, 3, 35 |

Cuarta contradicción

| Parejas de parámetros | Principios encontrados |
|-----------------------|------------------------|
| (13, 30) | 35, 24, 30, 18 |
| (15, 24) | 10 |
| (15, 30) | 22, 15, 33, 28 |

Entonces, la lista de los principios que presentamos en el segundo capítulo de la memoria nos permite reflexionar sobre estos principios "interesantes", es decir los que la matriz de las contradicciones nos ha aconsejado utilizar para resolver las contradicciones de nuestro estudio.

Cronología de los principios, del más al menos encontrado

Primera contradicción

| Principios | Nº de veces encontradas |
|------------------------------|-------------------------|
| 1, 35 | 3 |
| 3 | 2 |
| 5, 8, 11, 15, 16, 22, 29, 37 | 1 |

Segunda contradicción

| Principios | Nº de veces encontradas |
|-------------------------------|-------------------------|
| 3 | 4 |
| 19, 35 | 3 |
| 5, 10 | 2 |
| 2, 13, 27, 30, 31, 34, 35, 40 | 1 |

Tercera contradicción

| Principios | Nº de veces encontradas |
|--|-------------------------|
| 35 | 5 |
| 2 | 4 |
| 1, 21, 27, 31 | 2 |
| 3, 7, 10, 14, 17, 18, 19, 22, 29, 31, 34, 36, 38, 40 | 1 |

Cuarta contradicción

| Principios | Nº de veces encontradas |
|------------------------------------|-------------------------|
| 10, 15, 18, 22, 24, 28, 30, 33, 35 | 1 |

4.8. Las ideas

4.8.1. Añadir viruta en la primera carga.

Actualmente, la viruta se echa únicamente durante la segunda carga. Tal y como ya hemos explicado, el

problema se produce al añadir viruta húmeda en el horno, lo cual acarrea un aumento de la presión de las 5 toneladas de mezcla, en especial del material situado en la base del bloque con el caldo. Así, el agua se evapora dentro del caldo a causa de la convección, lo que acarrea una sobrepresión, y por fin el salto de viruta.

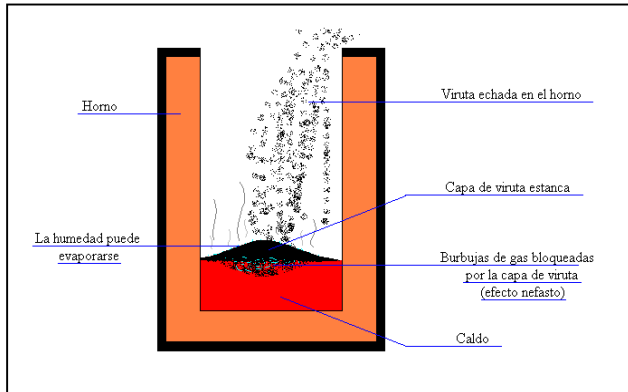


Figura 8: Viruta expulsada en la segunda carga

En los hornos de media frecuencia (los antiguos) la potencia solo se concentra sobre los materiales contenidos en el horno; también, con el horno hueco, no tendríamos ninguna evaporación de agua en el metal líquido, es decir, si no hubiera caldo en el fondo del horno.

Entonces, el agua se evaporaría pronto después de la echada de viruta dentro del horno; como su punto de evaporación se sitúa a los 100 grados, ella se evaporaría antes del principio de la fundición de la viruta. Entonces no hubiera ninguna sobrepresión, así que la viruta no estuviera todavía líquida.

Además, echar la viruta en el horno hueco no lo estropearía, así que la estructura de la viruta, parecida a polvo, no es tan agresiva como las de los retornos o de los cubos de acero.

Se debería cumplir algunas experiencias así que, para encontrar esta solución, hemos hecho con nuestros interlocutores de LESA una mayor hipótesis:

Desde el principio, hemos considerado que la salta de viruta era la consecuencia de una sobrepresión acarreada por la evaporación del agua dentro del caldo muy denso.

Pero, en el caso de nuestra solución, no podemos estar seguros de que el agua pueda encontrar un camino a través de la viruta para evaporarse.

Lo creemos así que en nuestra opinión, como lo hemos escrito arriba, el agua se evaporaría mucho más antes de que la viruta empiece a fundir, y que por consecuencia la estructura de ésta no estaría

todavía tan compacta como la del caldo sobre él que está echada la viruta hoy.

De toda manera, echar la viruta primera disminuiría la potencia de la explosión y también la cantidad de material rechazado del horno, así que la viruta se situaría a una profundidad mas alta.

Al estudiar las segunda y tercera contradicciones, el principio 2 (Extracción), nos ha hecho buscar ideas que tratan de resolver el problema de la presencia de agua y aceite en la viruta antes de que llegue en el horno. Todas las ideas que siguen tienen esta meta.

4.8.2. Insertar una etapa de centrifugado.

Pensando en un medio para secar la viruta, hemos buscado los medios existentes para hacerlo. Hemos intercambiado algunas informaciones con representantes de empresas que comercializan máquinas especializadas en estas tareas.

Así que, en nuestro problema, el papel del aceite es menos importante que el del agua, nos hemos dado cuenta de que la integración en el proceso de una centrífuga sería suficiente. Esta centrífuga se colocaría entre los depósitos y el carro. Entonces, al principio de cada ciclo de fundición, se debería tomar la viruta con el imán, echarla en la centrífuga, recogerla, y después ponerla en el carro para seguir con el proceso clásico.

Los enlaces con las páginas web de las empresas que hemos contactado para tener informaciones sobre este tipo de máquinas están referenciadas en la bibliografía.

Cada depósito permite la evacuación del agua que fluye de la viruta hasta su fondo; entonces, la cantidad de agua contenida en la viruta disminuye cuando ésta está estocada.

Así, y es lo que está presentado en las tres ideas siguientes, hemos intentado encontrar soluciones para aumentar esta disminución durante la fase de estoque.

4.8.3. Aumentar la duración de convección con el aire.

El stock de viruta se gestiona mediante un sistema LIFO (Last In First Out). Una solución ideal para dar tiempo a la viruta para secarse sería cambiar a una gestión de tipo FIFO (First In First Out). Desgraciadamente, la estructura de los depósitos no lo permiten.

Sin embargo, se podría cambiar por un modo de gestión semi-FIFO; en efecto, en lugar de utilizar

solo un depósito, se podría utilizar dos, lo que permitiría multiplicar por dos el tiempo de evacuación del agua.

4.8.4. Sistema para quitar la humedad.

Aunque la puesta al aire libre puede ser buena para permitir el derrame del agua hacia abajo del depósito, cuando el aire esta húmedo y especialmente cuando llueve, la disipación de la humedad de la viruta no está favorecida. Por eso, hemos pensado añadir otro efecto a la división del depósito de viruta: hemos pensado cerrar los depósitos y secar el aire contenido en ellos, con un sistema par “quitar la humedad”.

Esto se podría hacer gracias a una bomba de aire. Además de secar la viruta gracias a un imán, se debería poder cerrar o abrir las puertas con un sistema de control y unos motores.

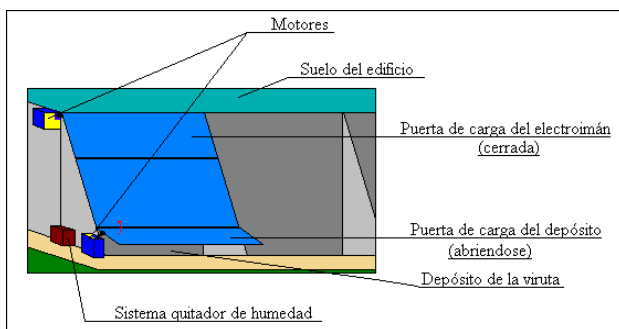


Figura 9: Sistema para quitar la humedad

4.8.5. Secar utilizando el calor del horno

En la misma lógica que en la idea anterior, sería aun mejor calentar el depósito de viruta para eliminar el agua contenida en ella. El principio 22 que nos propone transformar una pérdida en ganancia, nos ha hecho pensar en utilizar el calor del horno para calentar la viruta en su depósito; también, habíamos pensado a esta solución cuando, contestando al cuestionario, habíamos enumerado los recursos del sistema.

Para abordar esta solución, junto con uno de los directivos, se pensó en utilizar el agua del sistema de refrigeración del horno para calentar el depósito de viruta.

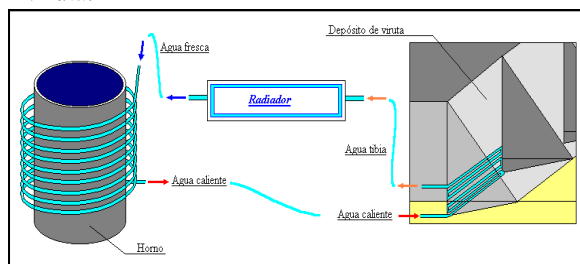


Figura 10: Sistema de refrigeración con agua caliente procedente del horno

4.8.6. Recoger una parte del calor del horno para calentar la viruta cuando se está echando del carro.

Las dos ideas siguientes proponen calentar la viruta poco antes de que ésta sea echada en el horno (cuando está progresando sobre la cinta vibrante hacia el horno).

- Gracias a una reja en el suelo

Según el Señor Pedro Diez, hay un espacio hueco en el suelo abajo del sitio donde se para el carro, para poder echar los materiales dentro del horno. Entonces se podría disponer una reja en el suelo, y también otra debajo del carro para permitir la difusión del calor recuperada del horno.

Este calor vendría del aire aspirado por el sistema de aspiración del horno, que se debería filtrar antes de soplarlo por el suelo.

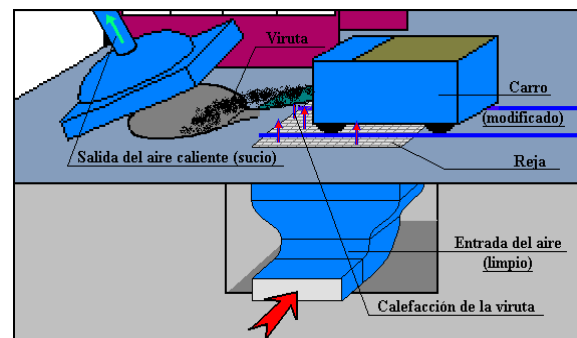


Figura 11: Calentar la viruta por el suelo

- Gracias a una manguera sobre el carro

Así que sería posible, como lo hemos visto arriba, calentar la viruta por debajo del carro, también hemos pensado hacerlo por encima.

Haría que estudiar la posibilidad de recuperar el calor del horno y poder difundirlo por encima del carro gracias a una manguera.

4.8.7. Instalar una plancha frente a los orificios del horno para proteger a los empleados.

Esta es la única idea implantada, de momento, por los ingenieros de LESA sin ayuda de TRIZ. No obstante la reseñamos pues coincide con la única idea interesante que se ha encontrado en el estudio de la primera contradicción.

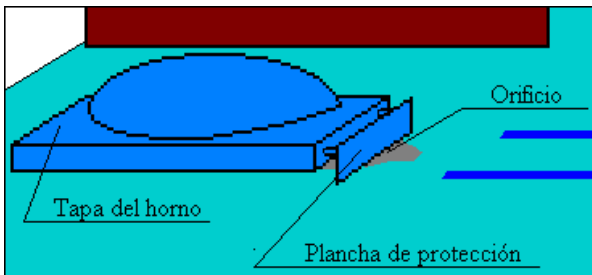


Figura 12: Plancha de protección

La solución ha consistido en la colocación de una plancha frente al orificio delantero del horno (figura 12), pues el otro orificio no acarrea ningún peligro para los empleados..

5. CONCLUSIÓN

Tal y como ya pasó con otro estudio realizado en FASA Renault de Valladolid, la presencia de los responsables del problema durante las sesiones de creatividad fue la clave del éxito. En efecto, la mayor idea innovadora encontrada que va a ser probada por LESA, es decir la de echar la viruta en la primera carga, fue conseguida durante la sesión que tuvimos con los técnicos de la empresa.

Acerca de las otras pistas de soluciones, nos ha parecido que las ideas de utilizar dos depósitos para realizar el stock de la viruta y de sacar provecho del calor de los hornos para calentar el depósito de viruta van a ser explotadas.

6. BIBLIOGRAFÍA

Alshuller, G. (1997). *Introducción a la innovación sistemática: TRIZ*. Internet Global, S.L.

Cédric Jusseaume y Frédéric Bomo. *Estudios de resolución de dos problemas inventivos con el método TRIZ Clásico*. Proyecto Fin de carrera, E.T.S.I.I. de Valladolid, Junio de 2001.

Chiches González. L. (2001). *Estudio de la Teoría de Resolución de Problemas Inventivos con el Método TRIZ. Comparación con Herramientas Clásicas*. Proyecto Fin de carrera, E.T.S.I.I. de Valladolid, Febrero de 2001.

Garbayo Aparicio, N. (2001). *Innovación con la Teoría de Resolución de Problemas Inventivos: TRIZ. Metodología, herramientas y comparativa*. Proyecto Fin de carrera, E.T.S.I.I. de Valladolid, Mayo de 2001.

Lemerur, Y. (2000). *Présentation de la Résolution de Problèmes Inventifs par la Méthode I-TRIZ*. ENSAM, Paris, Diciembre de 2000.

Paginas WEB:

- www.lanner.de consultado en Junio de 2001.
- www.comessa.com consultado en Junio de 2001.
- www.ctif.fr consultado en Mayo de 2001.

AGRADECIMIENTOS

No quisiera finalizar esta comunicación sin agradecer en primer lugar a la Profesora Gwenola Bertoluci, quien me introdujo en esta metodología y me ofreció sus valiosos conocimientos.

Con esta semilla, y alentado por el espíritu siempre innovador de mi director y compañero Cesáreo Hernández Iglesias, y con la ayuda inestimable de los proyectantes indicados en la bibliografía, fue posible realizar, en un tiempo récord, una correcta actualización de conocimientos en la filosofía TRIZ y su experimentación en dos empresas.