



## Development of an Automated Comprehensive Human Sanitation System Using TRIZ + FAST

---

Miguel Angel Ronzon Hernandez

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

August 27, 2020

# Desarrollo de un sistema automatizado de higienización humana integral utilizando TRIZ+FAST

*Área de participación: Ingeniería administrativa*

## Resumen:

Se emplea el diagrama FAST con el fin de determinar la estructura funcional de un sistema técnico, para posteriormente identificar las contradicciones existentes empleando el método TRIZ dentro de un contexto específico establecido por un protocolo generado en la presente crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19. El presente análisis deriva en el diseño de un prototipo que funge como una solución integral para las necesidades de un grupo empresarial que ejerce su influencia en la rama de la preparación y venta de alimentos y bebidas. Este prototipo responde a las necesidades de diseño establecidas con el fin de incrementar las interacciones económicas en el sector terciario, manteniendo como objetivo la reducción de la tasa de contagio en ambientes que usualmente presentan una gran concentración de masas.

**Palabras clave:** TRIZ, FAST, Higienización, automatización.

## Abstract:

FAST diagram is used in order to determine the functional structure of a technical system, to later identify the existing contradictions using the TRIZ method within a specific context established by a protocol generated in the current health crisis caused by COVID-19. This analysis results in the design of a prototype that serves as a comprehensive solution for the needs of a business group that exerts its influence in the field of food and beverage preparation and sale. This prototype responds to the design needs established to increase economic interactions in the tertiary sector, keeping the objective of reducing the contagion rate in environments that usually have a large masses concentration.

**Key words:** TRIZ, FAST, Sanitization, automation.

## Introducción

Las actividades económicas, sociales y culturales han sido modificadas de manera impactante en los primeros meses del año 2020 debido al surgimiento de un virus originario de Asia. Esto ha derivado a los diversos agentes que participan dentro del plano de la producción y los servicios a detener por un largo periodo sus actividades, en orden de reducir el índice de contagio de la presente enfermedad. Sin embargo, este paro de labores no puede continuar de manera indefinida, debido a las necesidades económicas vitales existentes de las organizaciones e individuos.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) los coronavirus son una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades tanto en animales como en humanos. En los humanos, se conoce que varios coronavirus causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como el síndrome respiratorio de Oriente Medio [1].

Es importante establecer que, de los múltiples tipos de coronavirus, la cepa denominada como COVID-19 es la que ha generado la situación de cuarentena. La COVID-19 es una enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto más recientemente. Tanto este nuevo virus como la enfermedad que provoca eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan, China en diciembre de 2019. Actualmente la COVID.19 es una pandemia que afecta a muchos países de todo el mundo [1].

La presencia de la COVID-19 en el mundo ha causado pérdidas económicas y humanas que en la actualidad son incalculables. Además, ha generado un importante impacto cultural sobre los usos y costumbres referentes a la higiene de la población. De acuerdo con los últimos reportes de la

universidad de Oxford, los países que dedican su economía al sector de los servicios son los que más han sufrido interrupciones dentro de su economía durante la pandemia de coronavirus [2].

De acuerdo con el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) en el primer trimestre del año 2020, 67% del PIB nacional provino del sector terciario de la economía. Es importante recalcar que la variación porcentual del primer trimestre del año 2020 en comparación con el primer trimestre del año 2019 presenta una disminución porcentual de 15.6% [3]. Las mediciones del INEGI sobre el comportamiento de la producción nacional muestran una clara recesión económica. Los efectos del COVID-19 sobre la economía nacional se encuentran latentes, y es necesario recuperar la confianza de los consumidores, así como incentivar el gasto corriente, con el fin de incentivar la demanda agregada.

La consultora McKinsey & Company ha detectado que un correcto control del COVID-19 es la clave para liberar la economía de la recesión actual. La consultora ha detectado que en los países que han controlado de manera efectiva al virus, cuyas tasas de contagio son cercanas a cero, la economía tiende a una recuperación constante, sin embargo, aquellos países que no han logrado disminuir sus tasas de contagio presentan cifras de productividad un 40% menores en comparación a sus condiciones anteriores a la pandemia [4].

Por lo tanto, vivimos en una contradicción en la cual se deben de reducir las tasas de contagio por medio del distanciamiento social y el encierro voluntario en domicilios, sin embargo, se debe de continuar incentivando la economía nacional, sobre todo el sector terciario, que se constituye principalmente de los servicios. En la presente investigación se busca establecer un sistema que permita englobar un protocolo de sanitización automatizada, en el cual se reduzca el contacto entre cualquier individuo que desee ingresar a cualquier establecimiento y el personal operativo y así asegurar a los consumidores, ambientes seguros que permitan retomar sus actividades dentro de diversos entornos comerciales.

Alrededor del mundo se han establecido protocolos para la reducción de contagios. Si bien, el sistema de sanitización que se ha diseñado dentro de esta investigación puede ser empleado en cualquier clase de establecimiento, el diseño específico se ha enfocado al ramo del sector de venta y preparación de alimentos y bebidas. Por medio del uso de la teoría para resolver problemas de inventiva (TRIZ) se establece el diseño de este sistema, tomando en cuenta las contradicciones existentes encontrando soluciones técnicas para incorporar todos los elementos necesarios, reduciendo el contacto entre individuos y el riesgo de contagio.

## **Metodología**

### **Métodos y técnicas:**

Se utilizó: Matriz de contradicciones de TRIZ, Método FAST.

### **Desarrollo del proyecto**

Este proyecto surge por la demanda de un grupo empresarial dedicado al sector de venta y preparación de alimentos y bebidas. El grupo desea establecer soluciones para higienizar de manera integral a los comensales que asisten de manera regular a las instalaciones en donde se brindan los servicios de restaurante. Después de un periodo en el cual las autoridades tomaron la decisión de suspender la apertura de locales comerciales, se ha establecido un levantamiento gradual de la cuarentena, en el cual se deben de aplicar medidas específicas para reducir la tasa de contagios.

La CANIRAC (Cámara Nacional de la Industria de Restaurantes y Alimentos Condimentados) ha dispuesto de un protocolo frente a la crisis sanitaria, el cual se encuentra apegado a la NOM-251-SSA1-2009 denominada como "Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios" [5]. Fundamentados en este protocolo, se han dispuesto normativas dentro de las sucursales. Este proyecto se encuentra enfocado a los protocolos de bienvenida a los clientes, en donde se debe de examinar la temperatura de los individuos, así como higienizar la plantilla de sus zapatos, su ropaje y las palmas de sus manos.

En la actualidad, un colaborador realiza todo este protocolo, poniéndose en riesgo de contagio directo, debido a que debe de tomar la temperatura de los asistentes a los locales comerciales. En caso de que su temperatura supere el estándar permitido por el protocolo establecido por CANIRAC se le debe de impedir su entrada al local comercial. En caso de que la temperatura sea la esperada dentro del estándar, se procede a la higienización del individuo y a su posterior acceso a las instalaciones.

### **Identificación de las funciones del sistema por medio del diagrama FAST**

La intención del grupo empresarial es la de automatizar el proceso de higienización, evitando el contacto humano en su totalidad, permitiendo que un sistema se encargue de medir la temperatura de los individuos, y en caso de que estos sujetos se encuentren en condiciones aceptables, higienizar sus ropajes y permitir el acceso. El trabajo de este colaborador puede ser asignado a una máquina, la cual por medio de un sistema de sensores, válvulas y pantallas puede realizar la actividad, disminuyendo aun mas el riesgo de contagio.

La diagramación de la técnica del sistema de análisis de funciones (FAST) es una herramienta que ha sido el pilar de la gestión de Valor desde su introducción en 1965. Los diagramas FAST proporcionan una representación gráfica de cómo las funciones están vinculadas o trabajan juntas en un sistema, producto o proceso para entregar los bienes o servicios previstos. Al enfocarse en funciones, equipos e individuos pueden enfocarse en lo que es verdaderamente importante y no ser restringidos por las características físicas de los productos o procesos, lo que lleva a una mejor definición del problema y un camino más claro hacia una solución [6].

Se identifican las funciones del sistema por medio del diagrama FAST, así como los tiempos en los cuales deben de ocurrir estas funciones. La automatización de este proceso es posible por medio de sensores de movimiento, de temperatura y otras tecnologías disponibles en el mercado. Otro de los propósitos dentro del sistema, es el de mantener costos reducidos, debido a que se busca producir este artefacto para todas las sucursales, sin obtener aún un margen de ganancia por concepto de venta a una empresa externa.

### **Uso de TRIZ e identificación de contradicciones del sistema**

Para identificar las contradicciones dentro del sistema, y encontrar una solución causal se emplea la matriz de contradicciones de TRIZ, con el fin de identificar soluciones técnicas para el diseño esperado. Como objetivo principal, se desea reducir el contacto entre individuos en su totalidad, siendo el criterio máximo de diseño. Posteriormente se determina que, se requiere que el sistema pueda ser adaptable a cualquier clase de entrada y que informe al individuo si es posible

TRIZ es el acrónimo ruso de "Teoría de la resolución inventiva de problemas", un sistema internacional de creatividad desarrollado en la U.R.S.S. entre 1946 y 1985, por el ingeniero y científico Genrich Altshuller y sus colegas. Según TRIZ, los principios universales de creatividad forman la base de la innovación. TRIZ identifica y codifica estos principios y los utiliza para hacer que el proceso creativo sea más predecible. En otras palabras, cualquiera que sea el problema al que se enfrenta un diseñador, alguien, en algún lugar, ya lo ha resuelto. La resolución creativa de problemas implica encontrar esa solución y adaptarla a su problema [7].

## **Resultados y discusión**

### **FAST**

Podemos definir que la función básica del artefacto es el de permitir o impedir el acceso de un individuo a un local comercial por medio del cálculo de variables. De acuerdo con protocolo establecido por la CANIRAC [5], se deben realizar una serie de medidas de higienización. La intención del prototipo diseñado es el de englobar este protocolo en un solo sistema automatizado, por medio de la identificación de los sistemas.

**Protocolo de ingreso para comensales a los establecimientos de preparación y venta de alimentos y bebidas establecido por CANIRAC**

<b>Paso no.1:</b> Limitar el número de comensales dentro del establecimiento, determinando la cantidad en función del espacio disponible. Es menester no exceder la cantidad máxima de comensales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Función:</b> Contabilizar individuos.</li> <li>• <b>Función:</b> Permitir o denegar el acceso de individuos.</li> <li>• <b>Función:</b> Mostrar información.</li> </ul>
<b>Paso no.2:</b> Es menester tomar la temperatura de los comensales antes de ingresar al local comercial. La temperatura debe ser inferior a un parámetro determinado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Función:</b> Medir la temperatura corporal</li> <li>• <b>Función:</b> Mostrar información.</li> </ul>
<b>Paso no.3:</b> Se debe de informar de la temperatura corporal al comensal. En caso de ser más alta que el parámetro indicado, se deberá de solicitar que se retire de las instalaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Función:</b> Mostrar información.</li> <li>• <b>Función:</b> Permitir o denegar el acceso de individuos.</li> </ul>
<b>Paso no.4:</b> En caso de que la temperatura sea correcta, se procederá con la higienización de ropa, palmas de las manos y planta del calzado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Función:</b> higienizar ropa.</li> <li>• <b>Función:</b> higienizar calzado.</li> <li>• <b>Función:</b> Higienizar palmas de las manos</li> <li>• <b>Función:</b> Mostrar información.</li> </ul>
<b>Paso no.5:</b> Después de la higienización, se debe de permitir el ingreso al comensal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Función:</b> Permitir el acceso de individuos.</li> <li>• <b>Función:</b> Mostrar información.</li> </ul>

**Tabla 1. Identificación de las funciones**

El protocolo establecido por la CANIRAC para el ingreso de individuos a un local comercial se resume en 5 pasos, los cuales se pueden enfatizar en funciones básicas. El objetivo del diagrama FAST es conciliar un objetivo general para el sistema. El propósito de la maquina que se desea desarrollar es la de medir la temperatura de un individuo, posteriormente desarrollar un sistema lógico. Si la temperatura es superior al parámetro determinado, una pantalla le informará que no cumple con los estándares de seguridad, se le mostrará un teléfono de asistencia y se le invitará a resguardarse para evitar posibles contagios.

En caso de que el individuo cumpla con los parámetros de seguridad establecidos por CANIRAC, se procede a verter por medio de un dispensador, una substancia funcional para la higienización, así como se libera un fluido en un recipiente rectangular, mientras por medio de válvulas, se libera un liquido desinfectante sobre los ropajes del asistente. Posteriormente, el sistema da la orden de abrir la puerta de manera automática, con el fin de evitar el contacto físico con objetos como manivelas o picaportes. En la figura 1 se expone el diagrama FAST, el cual identifica las funciones del sistema.

### S.A.H. (Sistema Automatizado de Higienización)

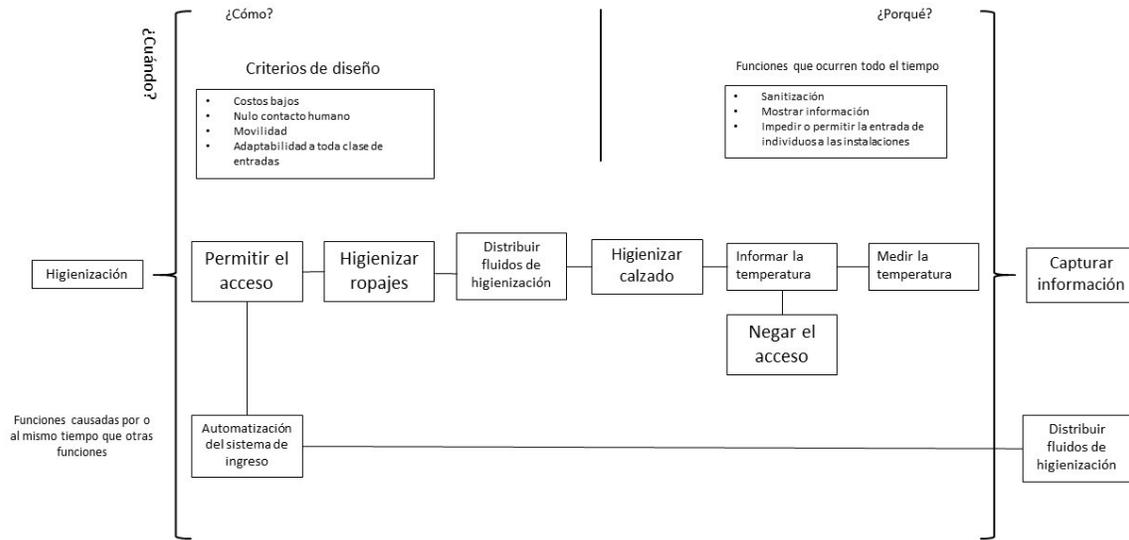


Figura 1. Diagrama FAST

### TRIZ

Con el fin de dar solución a las contradicciones dentro del sistema, se dispone a emplear la matriz de contradicciones, por medio de las funciones empleadas dentro del diagrama FAST. En especial las funciones referentes a la movilidad, a los bajos costos y a la automatización. Se busca diseñar un sistema lo más económico posible en términos de manufactura, pero que permita ser adaptable a cualquier marco y que pueda funcionar de manera automática.

Para emplear la matriz de TRIZ, se debe seleccionar una característica a mejorar y otra a preservar. En este paso se decide emplear como criterio de diseño a mejorar el principio número 38, denominado como grado de automatización. En la característica a preservar se selecciona el principio número 3, denominado como la dimensión de objetos en movimiento. La Matriz de TRIZ nos ofrece como principios de solución para las contradicciones lo presentado en la tabla número 2.

Contradicciones por resolver	Principios para resolver la contradicción
38: Grado de automatización	14 - Curvatura: Utilizar formas curvilíneas.
	13 - Invertir la acción determinada: Hacer partes móviles
3: Dimensión de objetos en movimiento	17 - Diferentes dimensiones: Mover un objeto en diferentes dimensiones.
	28 - Sustitución mecánica: Reemplazar partes mecánicas con sensores o crear barreras sensoriales.

Tabla 2. Contradicciones por resolver

Por medio de las sugerencias establecidas por la matriz de contradicciones, establecemos incorporar al diseño de un marco funcional, una barrera sensorial, por medio de sonidos, en la cual el usuario siga pasos indicados por una pantalla. Además, se establece un marco, el cual se coloca antes de la puerta, evitando tener que colocarlo dentro de este elemento general.

## Trabajo a futuro

Se debe de realizar un estudio de costos, así como un análisis de riesgos y beneficios sobre el sistema diseñado en la presente investigación. Si bien, la vida humana es invaluable, los riesgos son necesarios en orden de impulsar nuevamente la economía dentro del sector de los servicios, los cuales son necesarios dentro de nuestro país. La principal intención de la inversión realizada es la de generar una patente sobre el sistema para su posterior producción para diferentes entidades comerciales, como otros restaurantes, bancos o tiendas de abarrotes y supermercados.

## Conclusiones

El desarrollo de un proceso automatizado para la higienización es una necesidad básica para cualquier industria dedicada al ramo de los servicios, especialmente servicios ampliamente relacionados con el trato directo con personas como lo son restaurantes, bancos, supermercados. En la actualidad millones de comercios alrededor del mundo arriesgan a sus colaboradores al contagio por la COVID-19. Debe existir un esfuerzo conjunto de los grupos empresariales y la comunidad académica por establecer soluciones innovadoras para impulsar la economía sin elevar la tasa de contagio. El uso de las herramientas como FAST, permiten comprender de una manera más eficiente las funciones de un sistema, paso fundamental antes de poder emplear métodos como TRIZ, que se fundamentan en identificar contradicciones dentro de los sistemas. Debemos de recordar que la eficiencia de FAST y de TRIZ dependen en gran medida de las habilidades del usuario, así como su conocimiento previo en el área de ingeniería, sin embargo, en este caso específico han sido un gran marco de trabajo para identificar las características y las contradicciones que el sistema debía de tomar en cuenta para su correcto desarrollo.

## Agradecimientos

## Referencias

- [1] OMS, «Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19)», 2020. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses> (accedido ago. 20, 2020).
- [2] O. Klachkin, «US | Services-oriented states are on the front lines», 2020. <http://blog.oxfordeconomics.com/coronavirus/services-oriented-states-are-on-the-front-lines> (accedido ago. 20, 2020).
- [3] INEGI, «Producto Interno Bruto. PIB. Trimestral», *Cuentas de Bienes y Servicios del Sistema de Cuentas Nacionales de México. SCNM; Producto Interno Bruto. Trimestral*, 2020. <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/> (accedido ago. 20, 2020).
- [4] McKinsey & Company, «Coronavirus' business impact: Evolving perspective | McKinsey», 2020. <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/covid-19-implications-for-business#> (accedido ago. 20, 2020).
- [5] CANIRAC, «Protocolo de prevención COVID-19 Mesa segura», 2020. [https://canirac.org.mx/images/notas/files/Protocolo%20Reapertura%20-%20Mesa%20Segura\\_compressed.pdf](https://canirac.org.mx/images/notas/files/Protocolo%20Reapertura%20-%20Mesa%20Segura_compressed.pdf) (accedido ago. 20, 2020).
- [6] J. S. Borza, «FAST Diagrams: The Foundation for Creating Effective Function Models», p. 10, 2011.
- [7] Mind Tools, «TRIZ: – A Powerful Methodology for Creative Problem-Solving», 2018. [http://www.mindtools.com/pages/article/newCT\\_92.htm](http://www.mindtools.com/pages/article/newCT_92.htm) (accedido ago. 22, 2020).