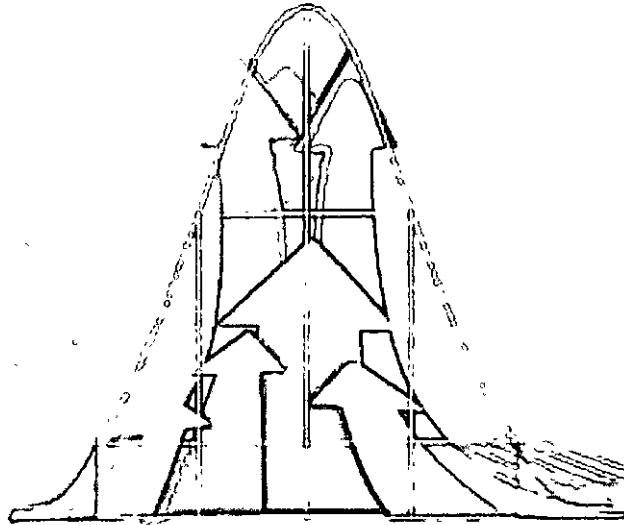




Diplomado:
Seis Sigma
nivel-Black Belt



MÓDULO IV "Mejorar" CA66
Ing. Adrián Espinosa

Síguenos en:  www.facebook.com/decdfi

 www.twitter.com/decdfi

**Módulo IV
MEJORAR**

MÓDULO IV

"MEJORAR"

1
Black Belt

Objetivo:
Al finalizar el módulo, el participante conocerá las herramientas para identificar principios de innovación y de diseño de experimentos para establecer mejoras en los procesos, así como los criterios necesarios para su implementación.

2
Black Belt

Temario:

Principios de innovación

- Introducción
- Niveles de innovación
- *Innovative Situation Questionnaire*
- Contradicciones físicas e Idealidad
- Contradicciones Técnicas y los 40 principios de innovación

Implementación

- Matriz de las contradicciones
- Redefinición del problema
- Ventanas de recursos y restricciones
- Diagrama de funciones
- Ariz

3

Black Belt

TRIZ

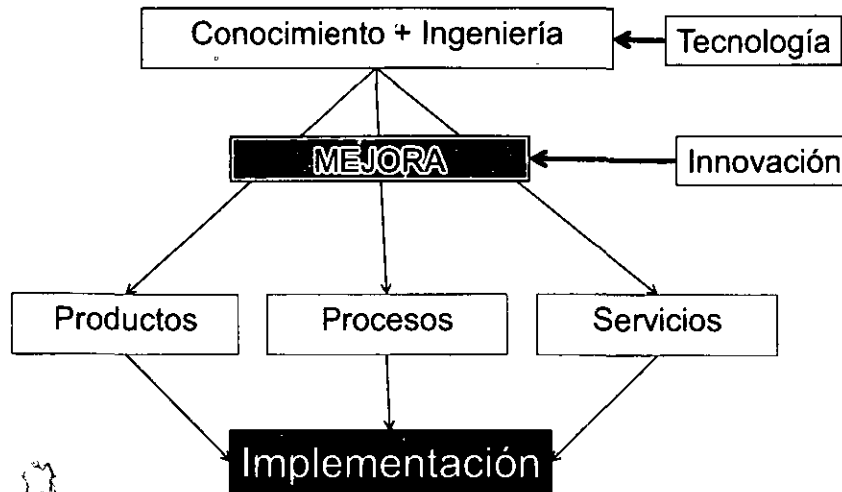
**Centro de Diseño Mecánico e Innovación
Tecnológica, UNAM**

Mariano García del Gállego
Antonio Zepeda Sánchez
Rosa Itzel Flores Luna
Adrián Espinosa Bautista

4

Black Belt

¿QUE ES INNOVACIÓN TECNOLÓGICA?



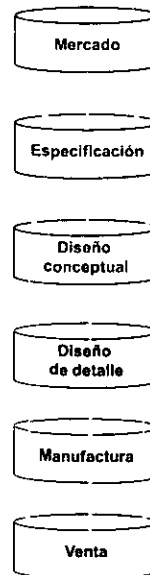
5
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

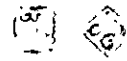
Metodología para la Innovación Tecnológica

TRIZ
Teorija Reshenija Izobretatelskikh Zadatch
The Russian Theory of Inventive Problem Solving
Teoría para la Solución Inventiva de Problemas



6
Black Belt

Un poco de historia

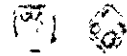


Genrikh Saulovich Altshuller



7
Black Belt

Un poco de historia...



Genrikh Saulovich Altshuller

- *Nace 1926, en Rusia*
- *Inventor, diseñador*
- *1946, Altshuller se pregunta:*

*¿Será posible **estructurar el proceso de lograr la inspiración** para resolver los problemas técnicos?*



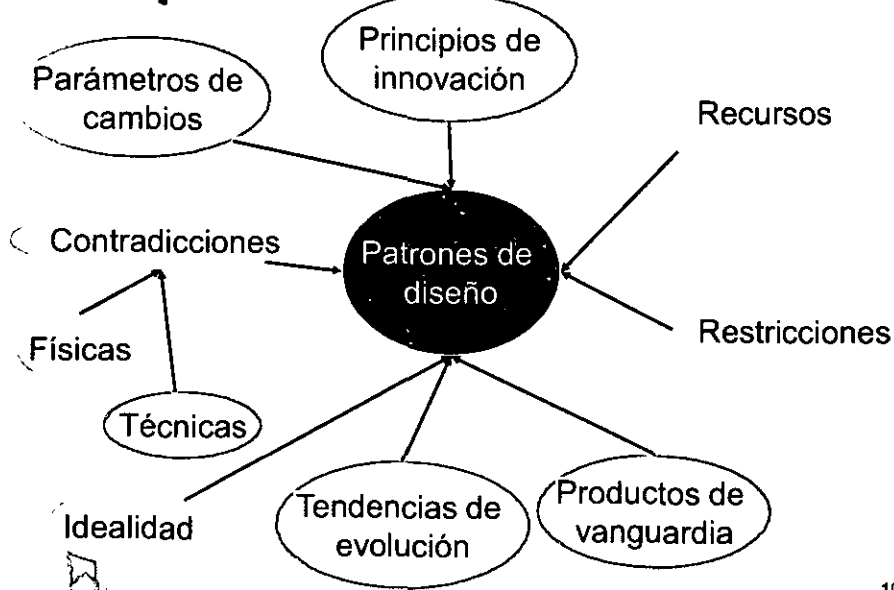
8
Black Belt

Un poco más de historia...

- *Patentes eran un certificado de reconocimiento de la contribución del autor (3 hojas). -> Fáciles de revisar*
- *1948 envía carta a Stalin para decirle que el sistema tecnológico era deficiente, pero él sabía como mejorarlo*
- *Sentenciado a 25 años en cárcel, tortura e interrogatorios*
- *Sin embargo, conoce a intelectuales, escritores, matemáticos, ...*
- *Dos años después de morir Stalin sale de la cárcel*
- **NACE TRIZ**
- *A la fecha, se han estudiado arriba de 3,000,000 de patentes*

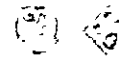
9
Black Belt

Un poco de historia...



10
Black Belt

Niveles de Innovación



Nivel 1. Una simple mejora de un sistema técnico: Se requieren conocimientos disponibles en el sector comercial correspondiente a dicho sistema.

Nivel 2. Una innovación que incluye la resolución de una contradicción técnica: requiere el conocimiento de diferentes áreas dentro de la industria de interés para el sistema.

Nivel 3. Una innovación que contiene una resolución de una contradicción física: se requieren el conocimiento de otras industrias.

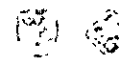
Nivel 4. Se aplica una nueva tecnología: Esta nueva tecnología incluye una solución innovadora que requiere de conocimientos en diversos campos de la ciencia.

Nivel 5. El descubrimiento de un fenómeno o sustancia nueva: Nuevos conocimientos, para el desarrollo de nuevas tecnologías con la utilización de los nuevos fenómenos.

11

Black Belt

**NO ESTÁS SOLO EN EL
UNIVERSO – EL PROBLEMA QUE
ESTÁS TRATANDO DE
RESOLVER YA HA SIDO
SOLUCIONADO- ¡EN TÉRMINOS
GENERALES!**



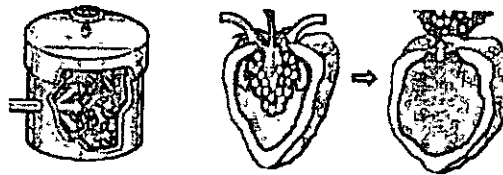
12

Black Belt

Un patrón de diseño: PRINCIPIOS DE INNOVACIÓN



Extracción de las semillas de un pimiento morrón. Se colocan en un contenedor sellado a presión, se eleva la presión, los pimientos se compactan y se genera una fisura en la parte más débil, las presiones se igualan, súbitamente se reduce la presión, el pimiento estalla dejando salir las semillas (1968).

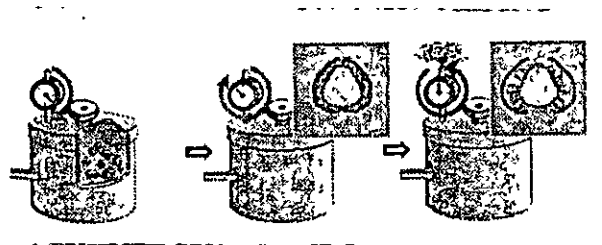
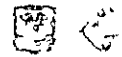


13
Black Belt

MÓDULO IV

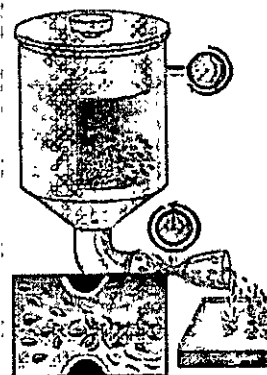
"MEJORAR"

Las nueces se colocan dentro del agua en una olla de presión. Se aplica calor hasta que la presión alcanza varias atmósferas. La presión se baja súbitamente a una atmósfera. Después de que el agua sobrecalentada penetra en las nueces, la súbita caída de presión causa que la cáscara se rompa y salga volando (patentado en 1986).



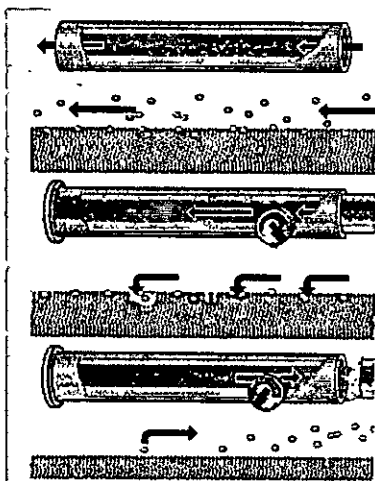
14
Black Belt

El descascarado de semillas de girasol involucra cargarlas en un contenedor sellado, aumentándose la presión dentro del contenedor, posteriormente se hacen pasar las semillas por un Vénturi hacia fuera del contenedor. La presión cae rápidamente y el aire que penetra las cáscaras se expande separando las cáscaras.



15

Black Belt



Un filtro usado para remover los granos finos del aire, tiene las paredes cubiertas con un tipo de material poroso. Cuando el aire pasa por el filtro, los granos quedan atrapados por la superficie. Su limpieza es difícil, sin embargo, la solución es desconectando el filtro del sistema, sometiéndolo a una alta presión de 5 a 10 atmósferas, súbitamente se baja la presión a 1 atmósfera, el cambio fuerza los granos y el polvo fuera del filtro.

16

Black Belt

40 PRINCIPIOS DE INNOVACIÓN



- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Segmentación | 21. Acción rápida |
| 2. Extracción | 22. Convertir algo malo en un beneficio |
| 3. Calidad local | 23. Retroalimentación |
| 4. Asimetría | 24. Mediador |
| 5. Combinación | 25. Autoservicio |
| 6. Universalidad | 26. Copiado |
| 7. Anidación | 27. Objeto barato de vida corta en vez de uno caro y durable |
| 8. Contrapeso | 28. Reemplazo de sistemas mecánicos |
| 9. Reacción previa (prevención) | 29. Uso de una construcción neumática o hidráulica |
| 10. Acción previa | 30. Película flexible o membranas delgadas |
| 11. Amortiguamiento anticipado | 31. Uso de material poroso |
| 12. Equipotencialidad | 32. Cambio de color |
| 13. Inversión. | 33. Homogeneidad |
| 14. Esferoidalidad | 34. Descarte y regeneración de partes |
| 15. Dinamicidad | 35. Transformación de parámetros físicos y químicos de un objeto |
| 16. Acción parcial o sobrepasada | 36. Transición de fases |
| 17. Traspaso a una nueva dimensión | 37. Expansión térmica |
| 18. Vibración mecánica | 38. Uso de oxidantes fuertes |
| 19. Acción periódica | 39. Medio ambiente inerte |
| 20. Continuidad de una acción útil | 40. Materiales compuestos |

17

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

PARÁMETROS DE CAMBIO



39 Parámetros generalizados de cambio

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Weight of moving object | 21. Power |
| 2. Weight of stationary object | 22. Loss or waste of Energy |
| 3. Length of moving object | 23. Loss of substance |
| 4. Length of stationary object | 24. Loss of Information |
| 5. Area of moving object | 25. Loss of Time |
| 6. Area of stationary object | 26. Amount of substance/matter |
| 7. Volume of moving object | 27. Reliability |
| 8. Volume of stationary object | 28. Measurement accuracy |
| 9. Speed | 29. Manufacturing precision |
| 10. Force | 30. External harm affects the object |
| 11. Stress, pressure, or tension | 31. Object-generated harmful factors |
| 12. Shape | 32. Ease of manufacture |
| 13. Stability of the object's composition | 33. Ease of operation Simplicity |
| 14. Strength | 34. Ease of repair |
| 15. Duration of action by a moving object | 35. Adaptability or versatility |
| 16. Duration of action by a stationary object | 36. Device complexity |
| 17. Temperature | 37. Complexity of control |
| 18. Illumination intensity, brightness, light quality, etc. | 38. Extent of automation |
| 19. Energy used by moving object | 39. Productivity |
| 20. Energy used by stationary object | |

18

Black Belt

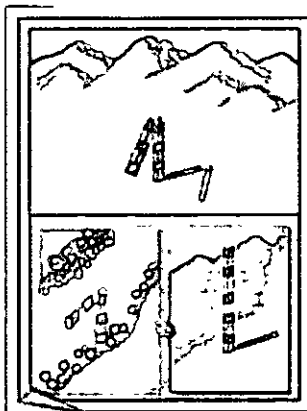
MATRIZ DE LAS CONTRADICCIONES TÉCNICAS

		CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA		
		1 Peso del objeto móvil	2 Peso del objeto estacionario	3 Longitud del objeto móvil
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA	1 Peso del objeto móvil			6, 15, 29, 34
	2 Peso del objeto estacionario			
	3 Longitud del objeto móvil	8, 15, 29, 34		
	4 Longitud del objeto estacionario		28, 29, 35, 40	
	5 Área del objeto móvil	2, 4, 17, 29		4, 14, 15, 18
	6 Área del objeto estacionario		2, 14, 18, 30	
	7 Volumen del objeto móvil	2, 28, 29, 40		1, 4, 7, 35
	8 Volumen del objeto estacionario		10, 14, 19, 35	14, 18
	9 Velocidad	2, 13, 28, 38		8, 13, 14
	10 Fuerza	1, 6, 18, 37	1, 13, 18, 28	9, 17, 19, 36
	11 Tensión/Presión	10, 36, 37, 40	10, 13, 18, 29	10, 35, 36
	12 Forma	6, 10, 29, 40	3, 10, 15, 26	4, 5, 29, 34
	13 Estabilidad de la composición	2, 21, 35, 39	1, 26, 39, 40	1, 13, 16, 28
	14 Resistencia o fortaleza	1, 8, 15, 40	1, 28, 27, 40	1, 8, 15, 35
	15 Tiempo de acción del objeto móvil	5, 19, 31, 34		2, 9, 19
	16 Tiempo de acción del objeto estacionario		6, 18, 19, 27	
	17 Temperatura	6, 22, 36, 38	22, 32, 35	9, 15, 19
	18 Brillantez	1, 19, 32	2, 32, 35	16, 19, 32
	19 Energía consumida por el objeto móvil	12, 18, 28, 31		12, 28
	20 Energía consumida por el objeto estacionario		6, 9, 19, 27	

19

Black Belt

CONTRADICCIONES TÉCNICAS



Problema:

Un poste para medir la altura de la nieve puede sufrir daños por las avalanchas de nieve.

Contradicciones:

Mejora: Resistencia o fortaleza (1)

Empeora: Peso del objeto móvil (2)

Principios de innovación aplicados en la resolución de la contradicción 1 (Segmentación), 8 (Contrapeso), 15 (Dinamicidad), 40 (Materiales compuestos)

Principio aplicado: 1 (Segmentación)

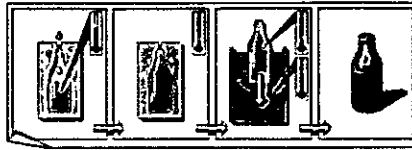
Solución:

Dividir al poste en partes incluyendo bisagras con resorte para permitir que se enderece cuando la nieve se ha derretido.

20

Black Belt

Fuente: A better way to solve engineering problems. Machine



Problema:

Un dulce de chocolate, en forma de botella, relleno de mermelada de fresa. La mermelada de fresa fluye muy lentamente. Calentar la mermelada la hace más fluida, pero derrite la botella de chocolate.

Contradicciones:

Mejora: Velocidad (9)

Empeora: Pérdida de sustancia (23)

Principios de innovación aplicados en la resolución de la contradicción 10 (Fuerza), 13 (Inversión), 28 (Reemplazo de sistemas mecánicos), 38 (Uso de oxidantes fuertes)

Principio aplicado: Inversión o hacer algo en forma contraria (13)

Solución:

Congelar mermelada en forma de botella y sumergirla en el chocolate.

21

Black Belt

Fuente A better way to solve engineering problems, Machine Design, 2004

Un patrón más:

Base de funciones (algo que le hace algo a algo)

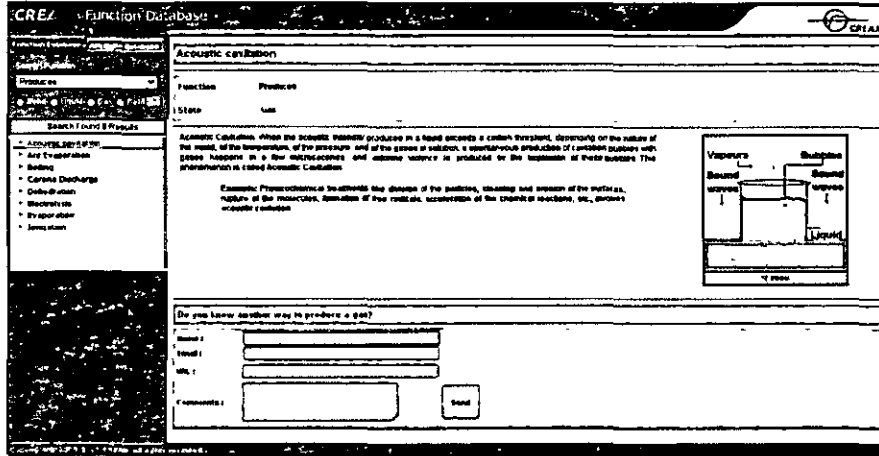
- A través de TRIZ se han identificado las diferentes formas de resolver las funciones (i.e. base de funciones)

<http://function.creax.com>

22

Black Belt

**Base de funciones
(algo que le hace algo a algo)**



23
Black Belt

Entonces...

Ejemplo: del Principio de Solución de Problemas

Problema abstracto
 $ax^2+bx+c = 0$

Solución abstracta
 $x=(-b+/-\sqrt{b^2-4ac})/2a$

Problema específico
 $3x^2+5x+2 = 0$

Solución especializada
 $x = -1, -2/3$

TRIZ HACE AL DISEÑO DE PRODUCTOS E INNOVACIÓN LO QUE EL ÁLGEBRA HACE A LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE ECUACIONES!

24
Black Belt

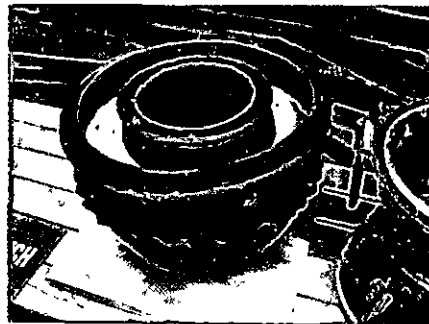
Un ejemplo más de innovación...

25
Black Belt

Zeer pot

Desarrollado por Mohammed Bah Abba, que dio cuenta de que podía poner la segunda ley de la termodinámica y la transpiración a trabajar para él. La olla Zeer, son en realidad dos ollas de barro, un bote más pequeño que el otro.

El espacio se llena de arena y se humedece, se tapa con una tela húmeda. Esto extrae el calor del interior de la olla pequeña y permite que dure el alimento hasta por 20 días.



26
Black Belt

Algunos sitios de Internet de TRIZ:

TRIZ Journal:	http://www.triz-journal.com
European TRIZ:	http://www.etria.net
Altshuller Institute for TRIZ Studies	http://www.aitriz.org
Technical Innovation Center:	http://www.triz.org
International TRIZ Association	http://matriz.karelia.ru
Asociación Mexicana de TRIZ	http://www.ametriz.com
TRIZ India	http://trizindia.ning.com/

27
Black Belt

TRIZ

**Centro de Diseño Mecánico e Innovación
Tecnológica, UNAM**

Mariano García del Gállego
Antonio Zepeda Sánchez
Rosa Itzel Flores Luna
Adrián Espinosa Bautista

28
Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

Al finalizar esta sesión Ud.:

- *Tendrá un documento describiendo el problema*
- *Tendrá algunas soluciones conceptuales*

29
Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

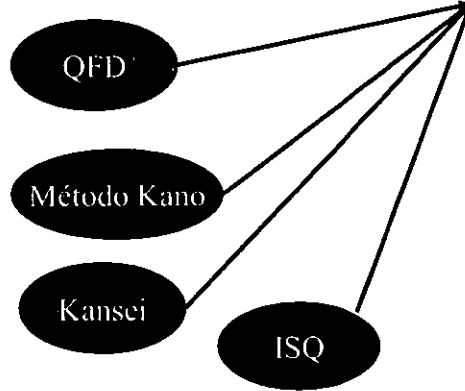
Este cuestionario provee una documentación sistemática de los aspectos del problema que el cliente puede proporcionar. También provee la estructura necesaria para reformular un problema y transformarlo en muchos problemas pequeños.

EL ISQ puede proveer la guía necesaria para completar la formulación de los requerimientos del cliente y frecuentemente provee el suficiente entendimiento del problema como para desarrollar soluciones al ir terminando de contestar el ISQ. Esta información se debe documentar para su uso futuro.

30
Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

Requerimientos



Mercado

Especificación

Diseño conceptual

Diseño de detalle

Manufactura

Venta

Interacciones

31
Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

1. Información acerca del sistema que quiere crear / mejorar y su ambiente

1.1 Nombre del sistema

1.2 Descripción de la función primaria del sistema

Un sistema provee una función cuando algo es afectado. Se debe usar un verbo activo describiendo un objeto que experimenta alguna acción dentro del sistema

1.3 Estructura actual del sistema

La estructura debe describirse en forma estática, es decir cuando el sistema no está operando.

1.4 Operación del sistema

Descripción de la operación del sistema para realizar su función primaria útil

1.5 Ambiente del sistema

32
Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

Ejemplo:

Problema: Mejorar la velocidad de la Bicicleta

33
Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

1. Información acerca del sistema que quiere crear / mejorar y su ambiente

Ejemplo:

1.1 Sistema Técnico: Bicicleta

1.2 Descripción primaria de la función útil del sistema:

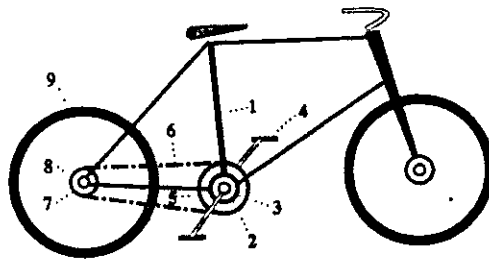
La función de la bicicleta es transportar gente y pequeñas cargas entre distancias relativamente cortas.

34
Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

• **1.3 Descripción actual del sistema:**

La estructura de la bicicleta incluye el marco (1) y un cojinete (2) conectado a una flecha (3) en la cual hay pedales (4) y una catarina. Posteriormente se conecta una cadena (6) que se conecta a otra catarina (7), la cual se conecta a una flecha (8) y a la rueda (9).



35

Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

1. Información acerca del sistema que quiere crear / mejorar y su ambiente

Ejemplo:

1.4 Descripción del funcionamiento del sistema: Un ciclista hace girar los pedales empujándolos hacia abajo alternadamente. Los pedales hacen girar la catarina la cual jala la cadena, la cadena hace girar la segunda catarina, la cual hace girar la rueda, ...

1.5 Ambiente del sistema: La bicicleta interactúa con el ciclista, camino, aire y otros vehículos.

Una bicicleta es vecina de otros objetos en la casa o el garage donde se guarda.

Una bicicleta es parte del subsistema de un supersistema llamado equipo deportivo

El diseño de una bicicleta debe ser compatible con los procesos de la fábrica.

36

Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

2. Recursos disponibles

2.1 ¿Con que recursos se cuentan? Incluyendo recursos de espacio y tiempo.

Los *solucionadores* de problemas buscan recursos gratuitos dentro del ambiente de aplicación. Diseños innovadores frecuentemente toman ventaja de recursos naturales.

Es necesario listar los recursos disponibles y considerar su uso potencial para eliminar un inconveniente específico.

Use estas listas de recursos típicamente disponibles:

- Recursos de sustancia
- Recursos de campo
- Recursos funcionales
- Recursos de información
- Recursos de tiempo
- Recursos de espacio

37

Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

2. Recursos disponibles

Ejemplo:

2.1 Recursos de sustancia: Mientras se pedalea, el ciclista produce sudor y dióxido de carbono. El sudor puede ser usado para producir electricidad.

Recursos de campo: La energía libre puede ser encontrada en el ambiente, tal como el viento, si es favorable y la contracorriente de un camión.

Recurso de tiempo: el tiempo que se gana cuando una bicicleta se mueve en una superficie plana o de bajada es un recurso.

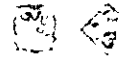
Recurso de información: El cambio en el sonido durante el cambio de velocidades es un recurso de información

Recurso funcional: Esto incluye la posibilidad de cambiar velocidades

38

Black Belt

Recursos - técnicos (Función, Substancia, Campo) (Poner especial atención a las cosas que no han sido usadas a sus máximos efectos positivos y negativos)



	Pasado	Presente	Futuro
Alrededor del sistema			
Sistema			
Dentro del sistema			

39

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

	Pasado	Presente	Futuro
Super-System Past	<ul style="list-style-type: none"> Toothbrush display in shop Noise People Vibration 	<p>Super-System</p> <ul style="list-style-type: none"> Water Electricity Adult who cleans his/her teeth Bathroom Steam Mirror Hand Other bathroom products 	<p>Super-System Future</p> <ul style="list-style-type: none"> Change in dental hygiene Teeth last longer Multiple family members Success
System Past	<p>Manufacture:</p> <ul style="list-style-type: none"> Assemble Pack / deliver Store Other toothbrushes 	<p>System</p> <p>Brushing teeth:</p> <ul style="list-style-type: none"> Water Hand Saliva Toothpaste Food / drink on teeth or in mouth 	<p>System Future</p> <p>AFTER use:</p> <ul style="list-style-type: none"> Storing it neatly Wash factors Disposal
Sub-System Past	<p>Manufacture individual components</p> <ul style="list-style-type: none"> Vibrations Dust Stain 	<p>Sub-System</p> <p>Toothbrush components:</p> <ul style="list-style-type: none"> Handle Brushes Toothpaste Water Surface 	<p>Sub-System Future</p> <ul style="list-style-type: none"> Re-usability Recyclability Disposal

40

Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

3. Información acerca de la situación del problema

3.1 Mejora deseada al sistema o problema que se quiere eliminar

Indicar las causas que llevan al problema

3.2 Mecanismo que causa el inconveniente, si se tiene claro.

Si es posible, describa el mecanismo que causa el inconveniente y circunstancias bajo los cuales aparecen los efectos.

3.3 Historia del desarrollo del problema

¿Después de qué evento o pasos en el sistema aparece el problema?

3.4 Otros problemas a ser resueltos

¿Es posible modificar la dirección del desarrollo de los eventos para eliminar los inconvenientes? Esto puede causar problemas que pueden ser más fáciles de resolver.

41

Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

3. Información acerca de la situación del problema

3.1 Mejora deseada al sistema o problema que se quiere eliminar:

La velocidad de la bicicleta esta limitada por la velocidad que provee el ciclista

3.2 Mecanismo que causa el inconveniente, si se tiene claro:

Hay dos causas de la baja velocidad: a) Transferencia de energía del ciclista a calor y fricción y b) resistencia aerodinámica del ciclista. La resistencia aerodinámica de los rayos de las ruedas también es una causa pero en menor grado.

3.3 Historia del desarrollo del problema

¿Después de qué evento o pasos en el sistema aparece el problema?

La baja velocidad de la bicicleta se remonta al origen de la bicicleta y se relaciona a las características particulares del diseño original.

42

Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

3. Información acerca de la situación del problema

Es posible cambiar el diseño de la bicicleta común. Por ejemplo, una bicicleta puede ser diseñada para una posición boca arriba. Esto genera nuevos problemas en el área del mercado así como del diseño. La gente está acostumbrada a un diseño convencional y pueden no aceptar este cambio importante. La introducción de un problema secundario en este punto es indeseable.

3.4 Otros problemas a ser resueltos

¿Es posible modificar la dirección del desarrollo de los eventos para eliminar los inconvenientes?

Se puede agregar un parabrisas para reducir la resistencia del aire, sin embargo se aumenta el peso de la misma. Se puede buscar una forma de reducir el peso, manteniendo el parabrisas.

43

Black Belt

Cuestionario para la Innovación Tecnológica

3. Información acerca de la situación del problema

En caso de no poder reducir la resistencia del aire, otra opción es aumentar la eficiencia de la transmisión.

Si es imposible mejorar la función de la bicicleta, una modificación a la función debe ser considerada. Se puede agregar un pequeño motor que apoye al ciclista.

Es necesario explorar todas las oportunidades de problemas que pueden ser resueltos, aunque no lleven a una solución del problema pueden ser fuente de otros productos.

44

Black Belt

Questionario para la Innovación Tecnológica

4. Cambios al sistema

4.1 Visión ideal de la solución

Describir cual sería el *Resultado Final Ideal* y cual sería el camino que me lleva este resultado final ideal

4.1. Cambios permitidos al sistema.

¿Que cambios se permite al sistema? Evalúe y describa el grado de posibles cambios al sistema que sean alcanzables como un resultado del procesos de solución de problemas. El grado de posibilidad de lograr una solución depende básicamente de:

- La situación actual de producción del sistema
- Las pérdidas (directas e indirectas) causadas por esta situación
- Las posibles ganancias y otros beneficios de la solución del problema

45

Black Belt

Questionario para la Innovación Tecnológica

4. Cambios al sistema

4.1. Cambios permitidos al sistema.

Debido a que el mercado influye mucho sobre los cambios de la apariencia de la bicicleta, solo pequeños cambios son posibles.

Cambios mayores al sistema de fabricación pueden ser caros.

Cambios completos al diseño de la tecnología de fabricación son posibles, los cambios están limitados por que la bicicleta no pierda su apariencia

46

Black Belt

Questionario para la Innovación Tecnológica

4. Cambios al sistema

4.2. Limitaciones de cambio al sistema.

¿Que no se permite cambiar al sistema?

Indicar que o que no puede ser cambiado en el sistema. Que razones técnicas, económicas o de otro tipo deben:

¿Permanecer constante?

¿No aumentar?

¿No disminuir?

Explicar las razones para las restricciones impuestas. Si es posible, indique las condiciones bajo las cuales esta condiciones pueden ser removidas. Si la remoción de las restricciones causa nuevos (secundarios) problemas, evaluar la conveniencia de resolver estos problemas

47

Black Belt

Questionario para la Innovación Tecnológica

4. Cambios al sistema

4.2. Limitaciones de cambio al sistema.

¿Que no se permite cambiar al sistema?

La bicicleta no puede ser reemplazada como otro medio de transporte, pero el medio de transporte puede ser influenciado por las condiciones ambientales.

Otros medios de transporte pueden ser necesarios en el invierno o con nieve profunda.

No debe ser castigada la seguridad y conveniencia del ciclista.

La reputación de las empresas que diseñan y fabrican bicicletas se basa en los diseño del pasado, por lo que debe cuidarse.

48

Black Belt

Questionario para la Innovación Tecnológica

5. Criterio para seleccionar soluciones conceptuales

5.1 Características tecnológicas deseadas

¿Qué cambios deben hacerse (ambos tipos cuantitativos y cualitativos) para lograr las características deseadas?

Indicar aquellas partes del sistema que deben cambiarse para lograr las características deseadas.

¿Cómo y por que estos cambios afectarán el inconveniente?

5.2 Características económicas deseadas

5.3 Itinerario deseable

Tiempos deseables para lograr la solución del sistema

5.4 Grado de novedad esperado

Indicar los criterios básicos que se usarán para evaluar las posibles soluciones

5.5. Otros criterios de selección



49
Black Belt

Questionario para la Innovación Tecnológica

5. Criterio para seleccionar soluciones conceptuales

5.5. Otros criterios de selección

Es necesario reducir la resistencia de la aerodinámica de la bicicleta y del ciclista. La reducción aumentará la velocidad sin cambio o reducción del esfuerzo. Los criterios de diseño deberían incluir:

- El porcentaje de aumento de velocidad.
- El tamaño de la inversión necesaria para implementar el cambio
- La posibilidad de patentar el dispositivo
- La cercanía con la apariencia a una bicicleta tradicional
- La posibilidad de aumento de ventas



50
Black Belt

Questionario para la Innovación Tecnológica

6. Historia de intentos de solución al problema.

6.1. Descripción de intentos previos para resolver el problema.

6.2. Otros sistemas en los que existan problemas similares.

51
Black Belt

Questionario para la Innovación Tecnológica

6. Historia de intentos de solución al problema.

6.1. Descripción de intentos previos para resolver el problema.
Por que han fallado los intentos previos

6.2. Otros sistemas en los que existan problemas similares.

a) Aumento de la velocidad de los patines

b) Aumento de la velocidad de los botes de remos (donde hay resistencia al viento y al agua)

Soluciones logradas

a) Cambio de sistema de los patines usando nuevos materiales y rodamientos

b) Cambio de la forma de la quilla y los remos. Cambio de la técnica de remado

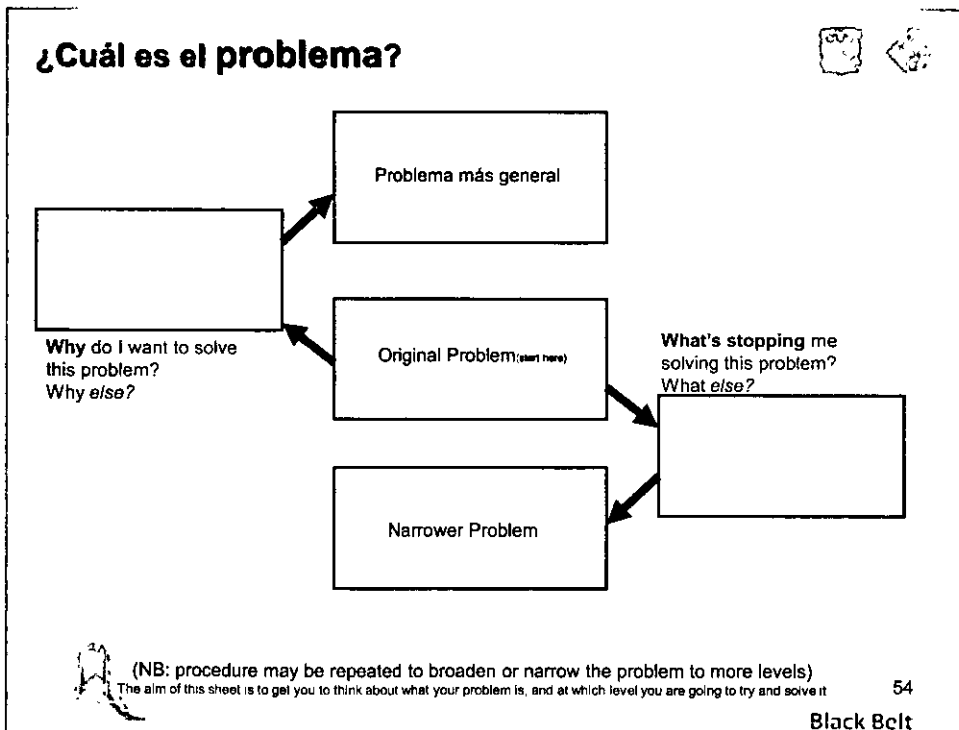
52
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Project Title	<input type="text"/>	Date	<input type="text"/>
Project Sponsor	<input type="text"/>		
Project Customer	<input type="text"/>		
Project Team	<input type="text"/>		
Benefits	Where are we trying to get to (what are the goals)?		How will we know when we've got there (measures of success)?
Sponsor	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Customer	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Team	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

53
Black Belt



IDEALIDAD

(You should only use this sheet if your constraints allow you the freedom to think of clean-sheet of paper solutions to your problem)

What function are you trying to achieve?

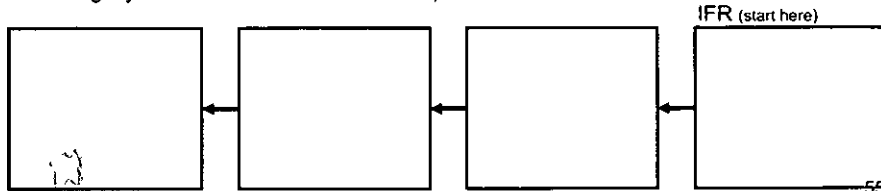
What is the Ideal Final Result (IFR)?
(Achieving the function without any cost or harm
Think about the system solving the problem by itself)

What's stopping you from achieving the IFR?

Why is it stopping you?

How could you make it go away?

How might you work back from the IFR to a practical solution?



55

Black Belt

TRIZ

Centro de Diseño Mecánico e Innovación
Tecnológica, UNAM

Mariano García del Gállego
Antonio Zepeda Sánchez
Rosa Itzel Flores Luna
Adrián Espinosa Bautista

56

Black Belt

Contradicciones físicas

Existen si un aspecto de un producto o servicio posee dos estados opuestos.

Es la ocurrencia simultánea de un estado con otro estado opuesto.

57
Black Belt

Contradicciones físicas



Cliente 1. Desea auto pequeño para ciudad y fácil de estacionar

Cliente 2. Desea auto tan grande como sea posible para fácil acceso y confort

Requerimiento: El diseño del auto debe ser pequeño de afuera y grande al interior

58
Black Belt

Contradicciones físicas



Requieren de estados mutuamente excluyentes relacionados a una función, desempeño o a un componente.

(algo debe ser rugoso o liso)

Pueden ser resueltas separando los requerimientos.

Sin embargo, en algunas situaciones una contradicción técnica puede convertirse en una contradicción física.

CF: El diseño requiere un auto pequeño por fuera pero amplio por dentro.

CT: Construir un auto amplio hace que sea más difícil estacionarse.



59
Black Belt

Contradicciones físicas



Cambio de contradicciones técnicas a físicas:

Se debe identificar la característica del resultado deseado que provoca el impacto negativo.

Esta característica se convierte en la contradicción física.

Ejemplo:

CT: Calentar a "A" causa degradación a "B"

CF: "A" debe ser caliente y "A" debe ser fría



60
Black Belt

Contradicciones físicas

Cambio de contradicciones técnicas a físicas:

Ejemplo:

CT: Calentar a "A" causa degradación a "B"

CF: "A" debe ser caliente y "A" debe ser fría

Qué?

Si se calienta "A" entonces se degrada "B", pero si no se calienta a "A" entonces no se degrada "B"

Función X: Lado de arriba y lado de abajo



61
Black Belt

Contradicciones físicas

Cambio de contradicciones técnicas a físicas:

Ejemplo: Tornillo

CT: Integrar el tornillo en el hueso incrementa deslizamiento en el hueco

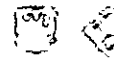
CF: Tener alta fuerza de fricción y tener poca fuerza de fricción

Función X: Alta Fuerza de fricción



62
Black Belt

Contradicciones físicas

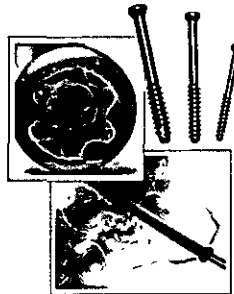


Cambio de contradicciones técnicas a físicas:

Ejemplo: Tornillo

Mayor fuerza de fricción mientras el tornillo esta uniéndose al hueso

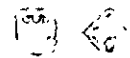
Menor fuerza de fricción al retirar el tornillo



63

Black Belt

Contradicciones físicas



Cambio de contradicciones técnicas a físicas:

Ejemplo: Tornillo

CT: El tornillo sale fácil y el hueso es dañado

CF: Alta energía de vibración y baja energía de vibración

Principio de separación en tiempo:

Alta energía de vibración por un tiempo corto

Baja energía de vibración durante el destornillado

64

Black Belt

Contradicciones físicas



Cambio de contradicciones técnicas a físicas:

Ejemplo: Tornillo
Reformula el problema

"Encuentra una alternativa para unir el hueso que mantenga a los huesos en posición y no sea difícil retirarlo"

CT: El tornillo debe mantener unido al hueso y debe ser fácil de retirar

Puede cambiar a:

CF: El tornillo es seguro para el hueso, el tornillo no es seguro para el hueso



65
Black Belt

Contradicciones físicas



Ejemplo: Tornillo
Reformula el problema

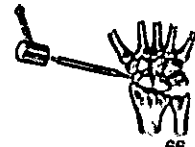
Encuentra una alternativa para unir el hueso que mantenga a los huesos en posición y no sea difícil retirarlo"

Principio de separación en tiempo:

El tornillo es seguro mientras el hueso se une y se retira fácilmente después de haber sanado



¿TORNILLO BIODEGRADABLE?

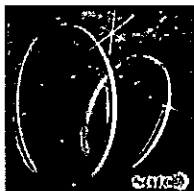
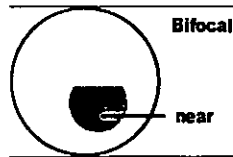


66
Black Belt

Contradicciones físicas



Ejemplo: Lentes
Se usan para ver de cerca y de lejos



Separación en espacio: Bifocales

Separación en el principio del tiempo: Dos pares de lentes que cambian conforme se necesitan

Principio de separación a una condición superior:
Los lentes se reemplazan mediante un dispositivo de enfoque similar a las cámaras



67

Black Belt

Contradicciones físicas



Estructura de las contradicciones físicas

A. Mejorar una función es necesario para alcanzar el resultado deseado y no mejorarla es necesario para evitar el daño o efecto indeseado

Ejemplo:

El pin de un chip de circuito integrado debe calentarse para unirlo a la tarjeta y no debe ser calentado para no dañar al chip



68

Black Belt

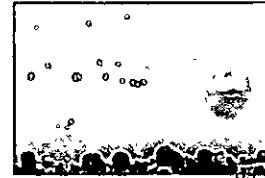
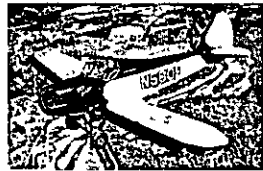
Contradicciones físicas

Estructura de las contradicciones físicas

B. Una característica debe ser grande para alcanzar el resultado deseado y debe ser pequeña para evitar el daño o efecto indeseado, o alcanzar otro resultado deseado

Ejemplo:

El ala de un aeroplano debe ser grande para aterrizar y pequeña para altas velocidades



Black Belt

Contradicciones físicas

Estructura de las contradicciones físicas

C. Un elemento debe estar presente para alcanzar el resultado deseado y debe estar ausente para evitar el daño o efectos indeseados o alcanzar otro resultado deseado.

Ejemplo:

Sistema de aterrizaje es necesario para aterrizar pero indeseable durante el vuelo



70
Black Belt

Contradicciones físicas



Estructura de las contradicciones físicas

Repasando

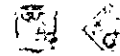
Si el desempeño de una función es asociada a un efecto indeseado, decide cual de las contradicciones A,B o C aplica a esa situación

A. Requiere de una función que se realiza para alcanzar el resultado deseado, pero no debe realizarse para evitar efectos indeseados



71
Black Belt

Contradicciones físicas



Estructura de las contradicciones físicas

Repasando

Si el desempeño de una función es asociada a un efecto indeseado, decide cual de las contradicciones A, B o C aplica a esa situación

B. Requiere de una característica medible para alcanzar el resultado deseado, pero debe ser opuesta para evitar el efecto indeseado

Separación en tiempo



72
Black Belt

Contradicciones físicas



Estructura de las contradicciones físicas

Repasando

Si el desempeño de una función es asociada a un efecto indeseado, decide cual de las contradicciones A, B o C aplica a esa situación

C. Requiere de un elemento presente para alcanzar el resultado deseado pero, este debe estar ausente para evitar el efectos indeseados.



73
Black Belt

Contradicciones físicas



Principios de separación

Separación en Espacio

Separación en Tiempo

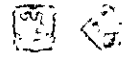
Separación incluye todo y sus partes

Separación a una Condición superior



74
Black Belt

Contradicciones físicas



Principios de separación

Separación en Espacio

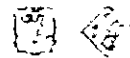
Separa en espacio a los requerimientos opuestos

"Intenta partir el sistema en subsistemas y asigna cada condición contradictoria a cada subsistema"



75
Black Belt

Contradicciones físicas



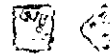
Separación en Espacio

Problem — Metallic surfaces are placed in metal salt solutions (nickel, cobalt, chromium) for chemical coating. During the reduction reaction, metal from the solution precipitates onto the product surface. The higher the temperature, the faster the process, but the solution decomposes at high temperatures. As much as 75% of the chemicals are settle on the bottom and walls of the container. Adding stabilizers is not effective and conducting the process at a low temperature sharply decreases production.

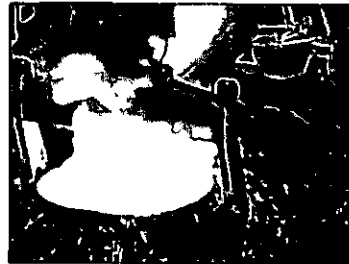
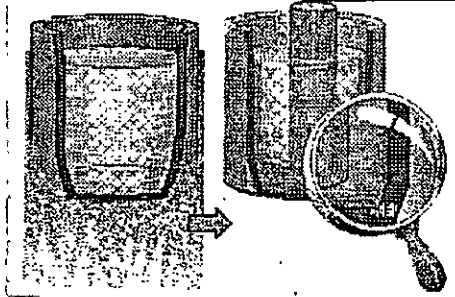


76
Black Belt

Contradicciones físicas

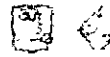


Separación en Espacio



77
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en Espacio

Contradicción:

La solución aparente se encuentra reescribiendo el problema.

Durante el proceso debe ser caliente para que sea rápido y efectivo el recubrimiento y debe ser fría para hacer eficiente el uso de la solución de sales.

Usando un principio de separación para calentar solo la superficie de la pieza.

78
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en Espacio

Solución:

El producto es calentado antes de sumergirlo en una solución fría.

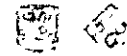
En este caso, la solución es caliente cerca del la pieza y fría en el resto.

Podría usarse un sistema de inducción mediante electricidad.

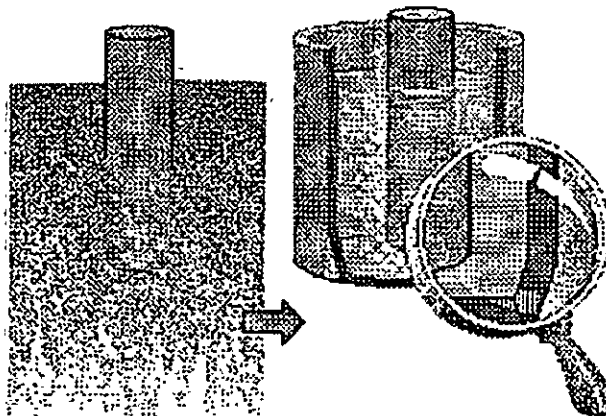


79
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en Espacio



80
Black Belt

Contradicciones físicas



Principios de separación

Separación en Tiempo

Separa dos requerimientos opuestos en el tiempo

"Esquematiza la operación del sistema y ordena los requerimientos, funciones u operaciones para que estos tomen efecto en diferentes tiempos"



81
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en Tiempo

Problem — When an electrotechnical wire is manufactured, it passes through a liquid enamel bath and then through a die which removes excess enamel and sizes the wire. The die must be hot to ensure reliable calibration. If the wire feed is interrupted for several minutes or more, the enamel in the hot die bakes and firmly grips the wire. The process must then be halted to cut the wire and clean the die.



82
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en Tiempo

Contradiction — The die should be hot when the wire is being drawn and cold when the wire is not moving. Is there a way to have the die heated and not heated automatically? While the wire is being drawn on the die, there is a significant force pulling the die in the direction of the wire pull. When the wire stops there will be no pull.



83
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en Tiempo

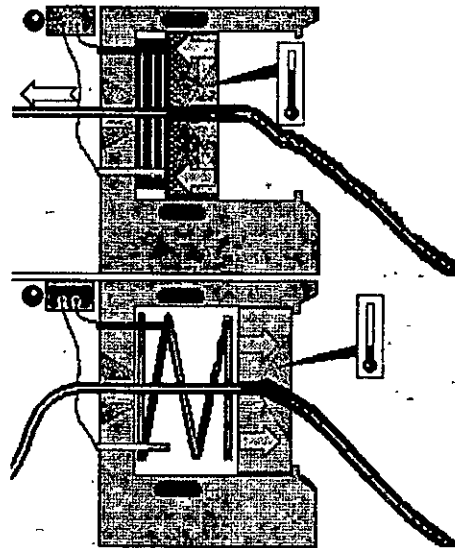
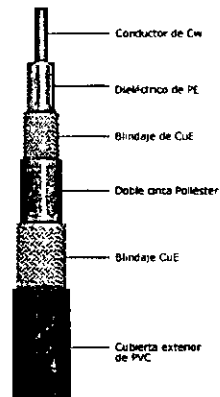
Solution — The die can be fixed to a spring. When the wire moves, it pulls the die which compresses the spring into a heating zone. The die is heated either by induction or by contact with the hot chamber walls. When the wire stops moving, the spring pushes the die back into the cold zone



84
Black Belt

Contradicciones físicas

Separación en Tiempo



Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Contradicciones físicas

Principios de separación
Separación en Tiempo

"Al mismo tiempo, una contradicción no es establecida como una restricción de tiempo"

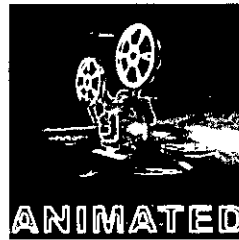
86
Black Belt

Contradicciones físicas



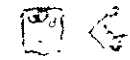
Separación en Tiempo

Problem — When wide-screen movies first appeared, they were not broadly distributed because existing movie projectors in the majority of theaters could not accommodate the wider film. Distribution of the new format required the ability to use existing projectors to show wide-screen movies.



87
Black Belt

Contradicciones físicas

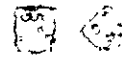


Separación en Tiempo

Contradiction — The time contradiction was having one wide angle camera making the film and many traditional projectors showing the film months later. Starting with the latter condition, the traditional camera must have the wide angle view within a traditional frame.

88
Black Belt

Contradicciones físicas



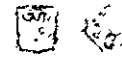
Separación en Tiempo

Solution — One solution consisted of placing wide-screen frames lengthwise on narrow film by rotating the camera 90 degrees. Projector optics and mechanisms could be easily modified to accept the rotated frames



89
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en Tiempo

Solution — Another solution is to optically compress the frame images so they fit in a conventional narrow-film frame. The frame images are optically expanded in the projector to provide wide-screen pictures.

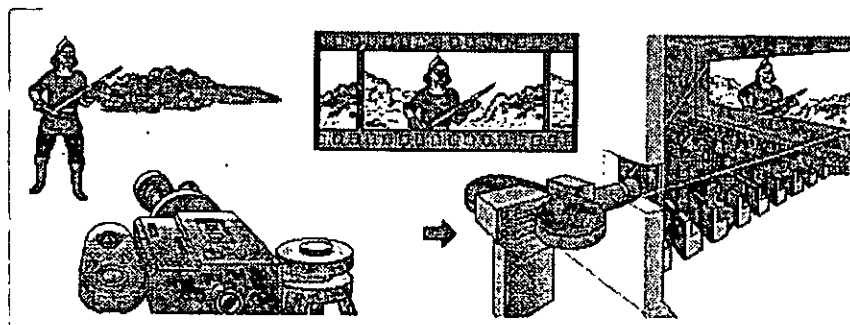


90
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en Tiempo

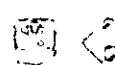


The problem of placing the sound track is still to be resolved. Also, **HOW** still needs to be solved.



91
Black Belt

Contradicciones físicas



Principios de separación

Separación en que incluye al objeto y sus partes

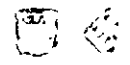
Si un sistema se mejora mediante funciones que operan mediante condiciones contradictorias Intenta dividir el sistema y asigna una de las funciones contradictorias a uno o varios subsistemas.

"Permite que el sistema como un todo, contenga al resto de las funciones o condiciones"



92
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en que incluye al objeto y sus partes

Problem — Work pieces having complex shapes can be difficult to grip using an ordinary vise.



Contradiction — The main function of the vise is to provide evenly distributed clamping force (a firm, flat grip face). The subsystem requires some means of conforming to the irregular shape of the object (a flexible grip face).

BLACK BELT

Contradicciones físicas



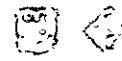
Separación en que incluye al objeto y sus partes

Solution — Stand hard brushings on end between the flat surface of the vice jaws and the irregular surface. Each bushing is free to move horizontally to conform to the shape of the piece as pressure increases, while distributing even gripping force on the object

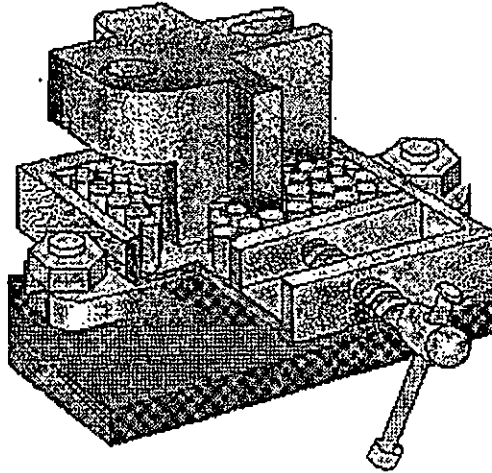


94
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en que incluye al objeto y sus partes



95
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en que incluye al objeto y sus partes

Alternativa

“Aísla la parte o partes del sistema que causan las características indeseables”

96
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en que incluye al objeto y sus partes

Problem — A soldering iron typically consists of a hollow shell which surrounds a heating element. This shell gets hot and can burn the operator.

Contradiction — Welding equipment must be hot and cool.



97
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en que incluye al objeto y sus partes

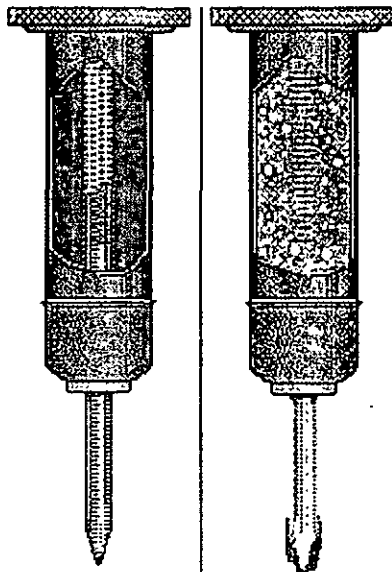
Solution — If the space between the heating element and the shell is filled with heat-insulating foam, the danger of injury decreases. This is a Level 1 innovation because the solution was a simple insulation increase



98
Black Belt

Contradicciones físicas

Separación en que incluye al objeto y sus partes



Black Belt

Contradicciones físicas

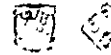
Separación en que incluye al objeto y sus partes

Alternativa

"Aisla o cambia las características del componente dentro del sistema"

100
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en que incluye al objeto y sus partes

Problem — In steel casting operations, it is difficult to separate slag from molten metal.

Contradiction — Combine molten minerals to form an alloy and do not combine impurities from the minerals in the alloy.



101
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación en que incluye al objeto y sus partes

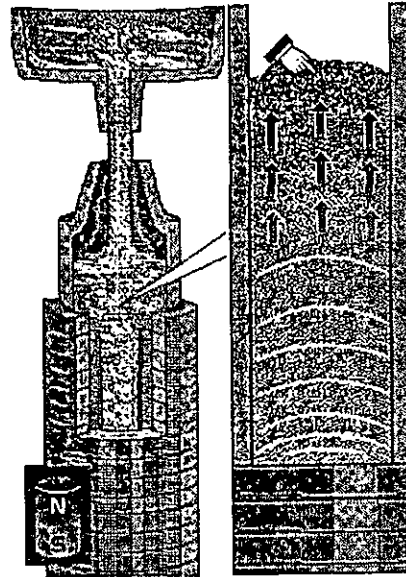
Solution — A magnetic field is applied to the mold into which the liquid steel and slag is poured. The magnetic field does not affect the slag, which rises to the top where it is easily removed.



102
Black Belt

Contradicciones físicas

Separación en que incluye al objeto y sus partes



Black Belt

Contradicciones físicas

Separación a una condición superior

Alternativa

“Considera cambiar el sistema o el ambiente de tal manera que solo el proceso benéfico tenga lugar”

104
Black Belt

Contradicciones físicas



Separación a una condición superior

Problem — In steel casting operations, it is difficult to separate slag from molten metal.

Contradiction — Combine molten minerals to form an alloy and do not combine impurities from the minerals in the alloy.

Solution — Increasing the diameter of the pipe for a short distance allows the heavier material to fall out.



105
Black Belt

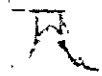
Contradicciones físicas



Separación a una condición superior

A Word Before Moving On

The shift in thinking needed to find the parameter that best describes your contradiction does not occur automatically. TRIZ practitioners must be persistent and disciplined in their use of the Contradiction Table. On the other hand, consider the time wasted trying to reach a solution through trial and error. Clearly, the benefits of this precise analysis of your problem speak for themselves.



106
Black Belt

Contradicciones físicas



"Don't fight forces; use them."

R. Buckminster Fuller

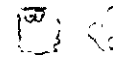


107
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Contradicciones físicas



Figurillas y recortes:

Terninko, John. Zusman, Alla. Zlotin, Boris.
Step-by-Step Triz: Creating Innovative
Solution Concepts. Responsible
Management Inc. Third Edition. 1996.



108
Black Belt

TRIZ

Centro de Diseño Mecánico e Innovación
Tecnológica, UNAM

Mariano García del Gállego
Antonio Zepeda Sánchez
Rosa Itzel Flores Luna
Adrián Espinosa Bautista

109
Black Belt

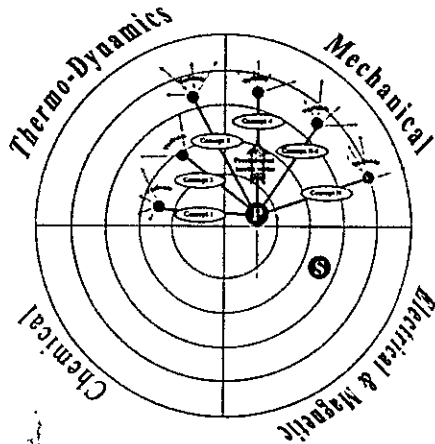
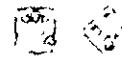
Idealidad



110
Black Belt



Idealidad

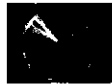


P. Diseño actual

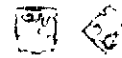
S. Provee la función deseada

La brecha entre P y S debe reducirse a cero

111
Black Belt



Idealidad



Idealidad, en filosofía se refiere al estado de ideas y patrones

"Los sistemas pueden moverse hacia la idealidad mediante el cambio continuo hacia otro objetivo"

"Es una abstracción que representa las reflexiones de la realidad útil para los estudios de varios fenómenos"



112
Black Belt



Idealidad

Idealización: Es una actividad mental para crear objetos abstractos que no existen en realidad y no pueden obtenerse como resultado de algún experimento

"Los objetos ideales representan el límite de los objetos reales"



113
Black Belt



Idealidad

En TRIZ se incluye:

El sistema ideal

El método ideal

El proceso ideal

La máquina ideal

Los recursos ideales

La sustancia ideal

La solución ideal



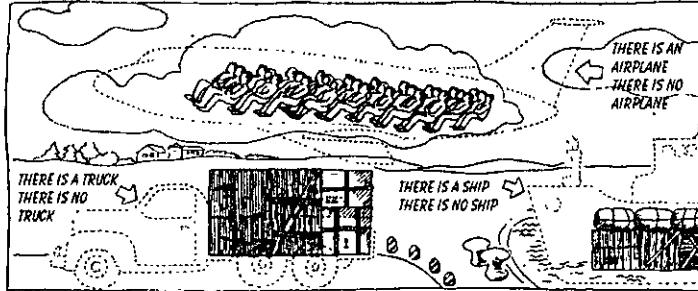
114
Black Belt



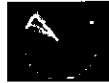
Idealidad

La máquina ideal:

Es aquella que no tiene masa o volumen pero desarrolla el trabajo deseado

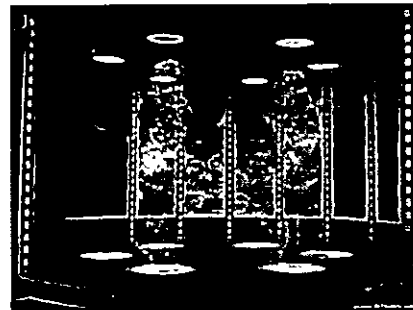


115
Black Belt



Idealidad

La máquina ideal es una solución que alcanza el resultado ideal, es decir, alcanza la función principal deseada, aunque la máquina no exista



116
Black Belt



Idealidad

El Método ideal:

Es aquel que no gasta energía o tiempo pero genera el efecto deseado de una manera autoregulada

El Proceso ideal:

Es el resultado del proceso sin el proceso por si mismo. Obtiene el resultado instantáneamente



117
Black Belt



Idealidad

La Sustancia ideal:

Es aquella que no es una sustancia (vacío), pero desarrolla la función

La Técnica ideal:

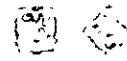
Es aquella que no ocupa espacio, no tiene peso, no requiere mantenimiento y genera el beneficio sin daño y "lo hace por si misma", sin energía adicional, mecanismos, costo o desperdicios



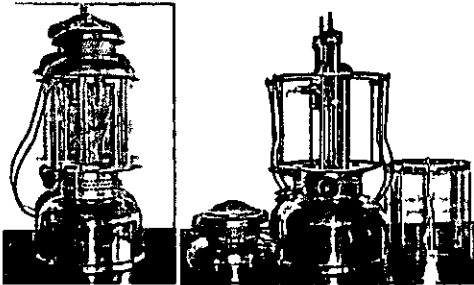
118
Black Belt



Idealidad



Un caso de aproximación a la idealidad:



Recurso negativo

Para funcional requiere:
 Gasolina blanca en estado gaseoso
 •Aire a presión
 •Se calienta y expande
 •Líquido se precalienta entonces se gasifica y sale hacia el quemador.

Zonas nevadas; El tanque se enfria al contacto con la nieve o el hielo.
 Entonces se hace necesario un aislamiento

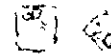


119

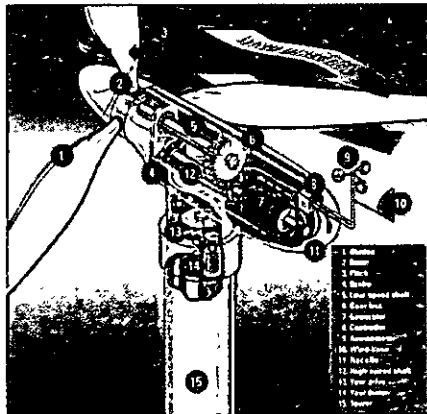
Black Belt



Idealidad



Un caso de aproximación a la idealidad:




Recurso negativo cambia a positivo en otra aplicación



120

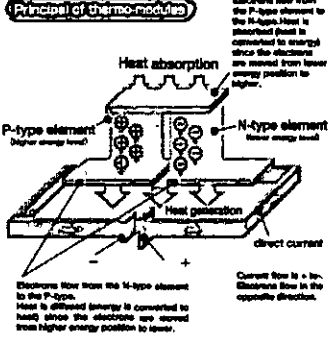
Black Belt



Idealidad

Conocimiento olvidado

Principle of thermo-module



Heat absorption

P-type element (higher energy level)

N-type element (lower energy level)

Heat generation

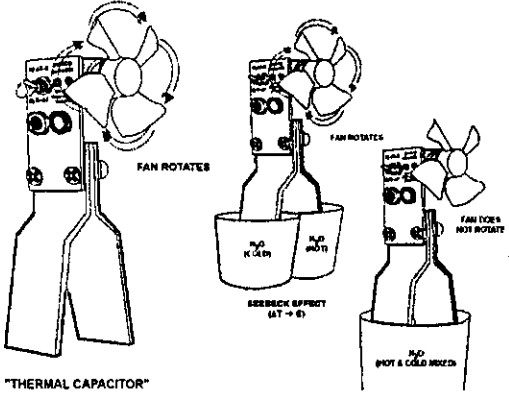
direct current

Electrons flow from the N-type element to the P-type.

Heat is diffused energy is converted to heat since the electrons are moved from higher energy position to lower.

Electrons flow from the P-type element to the N-type. Heat is absorbed (heat is converted to energy) since the electrons are moved from lower energy position to higher.

Current flow is a DC. Electrons flow in the opposite direction.



"THERMAL CAPACITOR"
(MODIFIED SEEBECK EFFECT)


SEEBECK EFFECT (AT - 65)

FAN DOES NOT ROTATE

Recurso negativo cambia a positivo en otra aplicación

121

Black Belt



Idealidad

Efectos físicos y fenómenos en la generación de soluciones

1. Medición de temperatura

- Expansión térmica y su influencia en la frecuencia natural
- Fenómenos térmicos-eléctricos
- Espectro de radiación
- Cambios en las propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas de las sustancias
- Transición sobre el punto de Curie
- Efectos de Hopkins, Barkhausen and Seebeck

122

Black Belt



Idealidad

Efectos físicos y fenómenos en la generación de soluciones

2. Reducción de temperatura

- Transiciones de fase
- Efecto de Joule-Tomson
- Efecto de Rank
- Efecto Magnetic calorie
- Fenómenos térmicos-electricos



123
Black Belt



Idealidad

Efectos físicos y fenómenos en la generación de soluciones

3. Incremento de temperatura

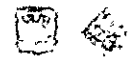
- Inducción Electromagnetica
- CEddy current
- Surface effect
- Dielectriceating
- Electronic heating
- Electrical discharge
- Absorption of radiation by substance
- Thermal-electricalphenomena



124
Black Belt



Idealidad



Efectos físicos y fenómenos en la generación de soluciones

4. Estabilizando temperatura

Phase transitions, including transition over the Curie point



125
Black Belt



Idealidad



Efectos físicos y fenómenos en la generación de soluciones


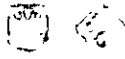
5. Locating an object

Introduction of markers substances which are capable of transforming existing field (like luminophores) or generating their own (like ferro-magnetic materials) and therefore are easy to detect .

- Reflection and emission of light
- Photo-effect Deformation
- Radioactive and x-ray radiation
- Luminescence
- Changes in electrical or magnetic field
- Electrical discharge
- Doppler effect



126
Black Belt


Idealidad


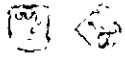
Grado de idealidad

El concepto ideal, es un concepto global, pero su solución o aproximación depende de soluciones locales

Los recursos son diferentes para diferentes individuos y diferentes lugares

Grado de idealidad = $\frac{\text{Efectos útiles}}{\text{Efectos no deseados}}$

 127
Black Belt


 


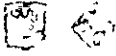
Idealidad

Grado de idealidad

a. Incrementa el numerador más rápido que el denominador


Grado de idealidad = $\frac{\text{Efectos útiles}}{\text{Efectos no deseados}}$

 128
Black Belt



 **Idealidad** 

Grado de idealidad

b. Incrementa el numerador añadiendo funciones que mejoren a algunas funciones (a las más importantes)

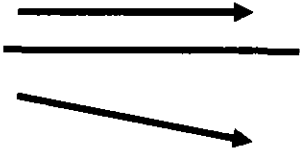
Grado de idealidad = 

129
Black Belt




 **Idealidad** 

Grado de idealidad

c. Elimina las funciones innecesarias para reducir el denominador

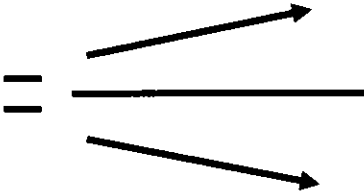
Grado de idealidad = 


130
Black Belt

 **Idealidad**  




Grado de idealidad

d y e. Combina los subsistemas con diferentes funciones en uno solo de tal manera que se disminuya el denominador

Grado de idealidad = 

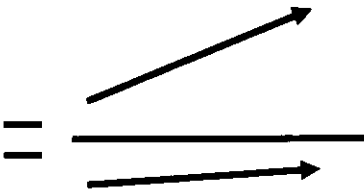



131
Black Belt

 **Idealidad**  

Grado de idealidad

d y e. Combina los subsistemas con diferentes funciones en uno solo de tal manera que se disminuya el denominador

Grado de idealidad = 



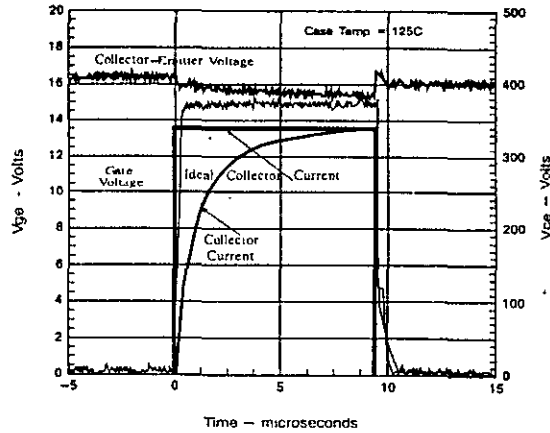
132
Black Belt



Idealidad



Ejemplo de Grado de idealidad



133
Black Belt



Idealidad

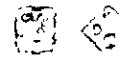


Caminos hacia la idealidad:

1. Excluye las funciones auxiliares
2. Excluye elementos
3. Identifica el autoservicio
4. Reemplaza elementos, partes o el sistema total
5. Cambia el principio de operación
6. Utiliza recursos



134
Black Belt

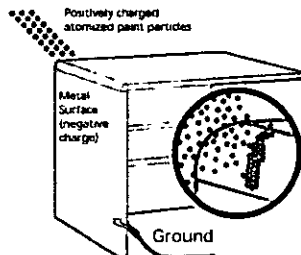
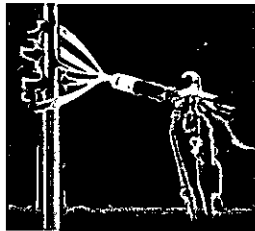


Idealidad

1. Excluye las funciones auxiliares

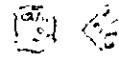
Funciones auxiliares proveen soporte y/o contribuyen para la ejecución de la o las funciones principales.

En muchas situaciones, las funciones auxiliares pueden excluirse junto con elementos y partes asociadas, sin afectar a la función principal



135

Black Belt



Idealidad

1. Excluye elementos

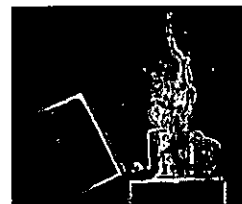
Delega las funciones de los elementos a los recursos

Recursos de sustancia:

Se incluye cualquier material del que se compone el sistema y su ambiente.

Waste:

- Materia prima o productos
- Elementos del sistema
- Sustancias de bajo costo



136

Black Belt



Idealidad



1. Excluye elementos

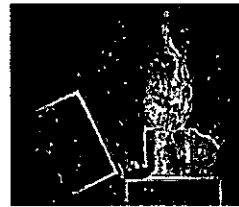
Recursos derivados:

Transforma el consumo

Transforma la materia prima o productos

Transforma otras sustancias

Agua modificada



137
Black Belt



Idealidad



2. Excluye elementos

Modificación de sustancias:

Transformaciones de fase

Reacciones químicas

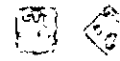
Uso de los efectos físicos

Tratamiento del calor

Descomposición



138
Black Belt



Idealidad

2. Excluye elementos

Modificación de sustancias:

Transformación a un estado de movimiento

Formación de mezclas

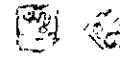
Introducción de aditivos

Ionización (recombinación)

Tratamiento de agua por medios físicos y químicos



139
Black Belt



Idealidad

3. Identifica el autoservicio

Prueba el objeto para el autoservicio

Busca funciones auxiliares que puedan desarrollarse simultáneamente a expensas de las funciones primarias útiles.

El sistema se hará más eficiente sin esas funciones auxiliares



140
Black Belt



Idealidad

4. Reemplaza elementos, partes el todo el sistema

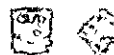
Trabaja sobre un modelo o una copia

Reemplaza un sistema complejo con otro que sea más simple.

Usa una imagen del objeto en todo momento



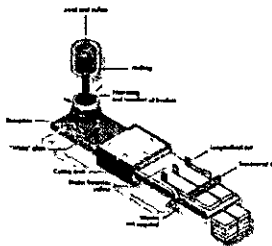
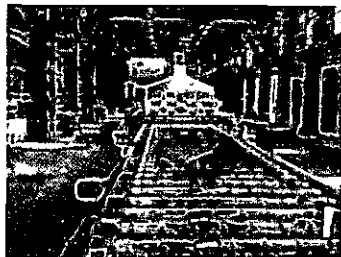
141
Black Belt



Idealidad

5. Cambia el principio de operación

Considera el cambio de los principios básicos de operación a fin de simplificar el sistema



142
Black Belt



Idealidad

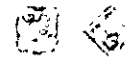
6. Usa los recursos

Para lograr la idealidad es importante usar los recursos existentes

Para lograr la idealidad es importante usar los recursos existentes



143
Black Belt



Idealidad

Conclusión

Idealidad y Contradicciones, permiten resolver problemas inventivos

Plantear el problema correctamente (Purificar)

Determinar las raíces del problema (Clarificar las contradicciones)

Imagina la mejor solución (Descubre la idealidad)

PASOS PODEROSOS EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA



144
Black Belt



Idealidad

Trabajo:

Aplica los 6 caminos en tu proyecto

1. Excluye las funciones auxiliares
2. Excluye elementos
3. Identifica el autoservicio
4. Reemplaza elementos, partes o el sistema total
5. Cambia el principio de operación
6. Utiliza recursos

145
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"



TRIZ

**Centro de Diseño Mecánico e Innovación
Tecnológica, UNAM**

Mariano García del Gállego
Antonio Zepeda Sánchez
Rosa Itzel Flores Luna
Adrián Espinosa Bautista

146
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Temario:

Implementación

- Tendencias de evolución
- Contradicciones Técnicas y los 40 principios de innovación
- Matriz de las contradicciones
- Redefinición del problema
- Ventanas de recursos y restricciones
- Diagrama de funciones
- Ariz

1
Black Belt

TRIZ

**Centro de Diseño Mecánico e Innovación
Tecnológica, UNAM**

Mariano García del Gállego
 Antonio Zepeda Sánchez
 Rosa Itzel Flores Luna
 Adrián Espinosa Bautista

2
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

Altshuller y sus seguidores identificaron el patrón que siguieron los productos de vanguardia.

Tres criterios:

- 1) Incorporación de tecnologías de vanguardia
- 2) Identificación de tendencias de evolución
- 3) Existencia de una conexión funcional

3
Black Belt

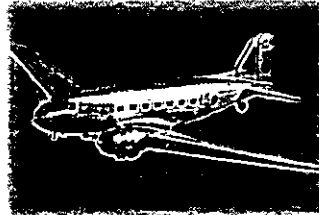
Definición de un producto de vanguardia

Incorporación de la mayor cantidad de tecnologías de vanguardia en el producto

DC3

- Hélice de inclinación variable,
- Tren de aterrizaje retráctil,
- Construcción monocasco ligera,
- Motor radial enfriado por aire
- Alerones

(se fabricaron alrededor de 1100)



Boeing 247

- Hélice de inclinación variable,
- Tren de aterrizaje retráctil,
- Construcción monocasco ligera,
- Motor radial enfriado por aire.
- (Se fabricaron alrededor de 20)



4
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Definición de un producto de vanguardia





- Identificar la tendencias de la evolución de innovación

5
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia





Aumento de transparencia

Trend: Increasing Transparency

			
Opaque construction	Partially transparent	Transparent	Active transparent elements

Trends with Examples Random Go to: Increasing transparency Show all Examples Selection

Examples Given

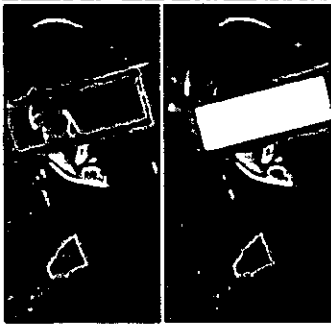
			
Opaque - Window oven	Partially transparent oven	Transparent oven	Active transparent oven

- Building facades
- Automobile transparencies
- See through packaging
- Viewing windows in cranes
- Fire-glass

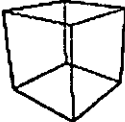
6
Black Belt

MÓDULO IV

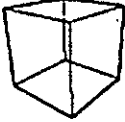
"MEJORAR"



Lighting panels that are transparent when switched off



fully transparent




fully transparent

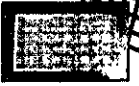
7
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia


Telas y fibras




Homogenous sheet



2D regular mesh




3D mesh with fibres aligned according to load conditions




Active elements

Trends with Example Randomly Go to: Show all Examples Selection


Example: Aircraft wing



Aircraft wing made of aluminum sheet



Carbon-fibre composite wing structure



Advanced composite wing with irregular lay-up of fibres

- Aircraft wing construction (aluminum sheet to 3D lay-up carbon-fibre composite)
- Formula 1 car panels
- Chess frame
- Chair design
- Golf-club shafts

8
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Polymer-filled pouch that expands when exposed to blood can quickly halt bleeding

The Tweel is the first tire that does not contain air

mesh structure

Increase deformation capability

3D mesh with active elements

9
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

No linealidad

Linear assumption of the system

Partial accommodation of system non-linearities

Full accommodation of system non-linearities

Linear Turbulator

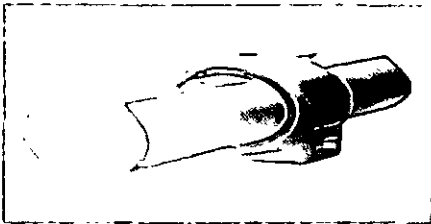
Partial Non-Linear Turbulator

Fully Non-Linear Turbulator

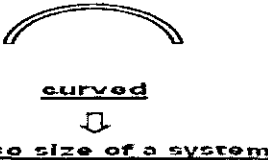
Search: Non-Linear Show all Examples

- B Safety razors that recognize the presence of local bumps and hollows
- A Aircraft with wing turbulence or wind-shear sensors
- F Turbulators on wing suction surfaces

10
Black Belt



This circular printer uses rotational, instead of linear, movement to obtain a truly portable design and reducing the printer size



curved
↓
reduce size of a system

11
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

Reducción de densidad

Trend Decreasing density

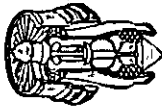
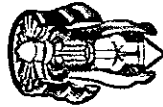
→

10^4 kg/m^3 10^3 kg/m^3 10^2 kg/m^3 10^1 kg/m^3 10^0 kg/m^3 10^{-1} kg/m^3 10^{-2} kg/m^3 10^{-3} kg/m^3

Decreasing density

Trends with Example Randomly Go to Decreasing density Show all Examples Selection

Example jet engines

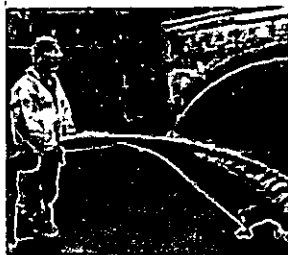

Steel parts in jet engines Titanium parts in jet engines Carbon-fibre parts in jet engines

- Shift from Steel → Titanium → TiAl alloys
- Steel → Aluminum
- Metal → Composites plastics
- Evolution of plastics
- Polystyrene


12
Black Belt

MÓDULO IV

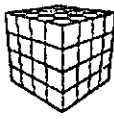
"MEJORAR"



foam concrete which is easier to apply and weighs less



foam



medium density

↓
reduce density

13
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

Evolución del mercado

Evolution of Market evolution


Commodity


Product


Service



Experience


Transformation

Trends with Example Randomly Go to Market evolution Show all Examples Section

Example: Fast food


Meat


Hamburger


Fast food

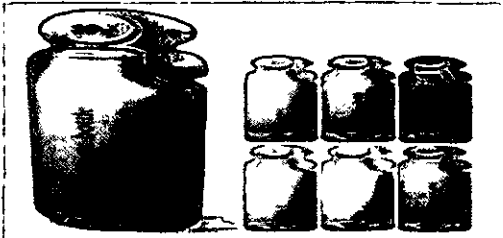

Fast food with gifts, hats, etc

* Commodities - Steel aluminum tractor chemicals generic drugs filters CDs videos etc
 * Products - Cars phones televisions DVD players washing machines etc
 * Services - Clean clothes power-by-the-hour fast food package holidays home delivery car rental library hotel shuttle contract cleaning
 * Experiences - Disney adventures sports McDonalds
 * Transformation - personal trainers


14
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"



Environmentally-friendly solution to the problem of plastic water bottles



product

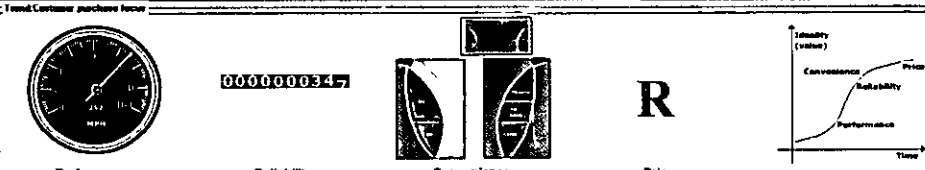
↓

make environmentally friendly

15
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

Evolución del enfoque del cliente



Performance Reliability Convenience Price

Trends with Example Randomly Go to Customer purchase focus Show all Examples Selection

Example: Customer purchase focus

Note: When a customer's desire for one thing is met sufficiently, their purchase focus will shift progressively to the right along the trend.
Different customers will be at different positions along the trend.
For example, when buying a car, most customers are no longer interested in performance figures like top speed or acceleration rate, so their buying focus shifts to the right.

- * Automobiles
- * Hydraulic components
- * Filters
- * Light bulbs
- * CDs
- * Computer hard-drives

16
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

Evolución del método de diseño

Trend: Design methodology

'Cut and try' Steady-state design Transient design Slow degradation effects Cross-coupling effects Design for 'Murphy'

Trends with Example Randomly Go to: Design methodology Show all Examples Selection

Example: Design methods

No design method employed	Designer considers design of product in its 'new' state with little consideration of what happens after the customer has bought it	Consideration of vibration, transition between operating conditions, etc	Consideration of component wear effects and how they influence the design	Consideration of how different (seemingly unconnected) parts of the system might influence the behavior of other parts. Also external influences like sand, dust	Design assumes anything that can go wrong, will go wrong (this stage is often connected to a shift to a 'functional sales' model - where the reliability responsibility shifts to the producer
---------------------------	--	--	---	--	--

Automotive
Fast-moving consumer goods
Aerospace
Nuclear and space represent the state of the art in terms of if anything can go wrong it will go wrong design philosophy

17
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Definición de un producto de vanguardia

Evolución del punto de diseño

Trend: Design point

Design optimised at single operating point Design optimised at two operating points Design optimised at multiple operating points Design continuously re-optimised at every operating conditions

Trends with Example Randomly Go to: Design point Show all Examples Selection

Example: Valve timing in internal combustion engines

Design optimised for single operating point Design optimised at two operating points Design optimised at several discrete operating points Design re-optimised continuously

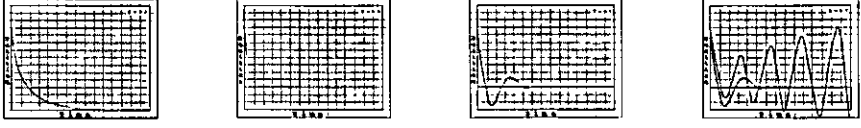
Aircraft optimised for cruise operation
Jet-engine design
Variable valve timing in internal combustion engines
'Self-tuning' engines
Electro-rheological suspension systems

18
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

Reducir amortiguamiento

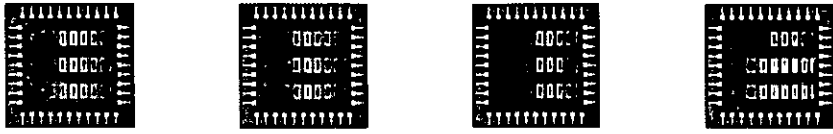
1. Trend: Reduced damping



Heavy damping Critical damping Light damping Undamped

2. Trends with Example Randomly Go to: Reduced damping Show all Examples Selection

3. Example: Integrated circuit



IC Heavy Damping IC Critical Damping IC Light Damping IC Undamped

- Aircraft flight control architecture
- Hydraulic systems
- Computer chip buffering

19
Black Belt


MÓDULO IV

"MEJORAR"

Definición de un producto de vanguardia

Grados de libertad


1. Trend: Degrees of freedom



Single degree of freedom (1DOF) system Second degree of freedom (2DOF) system Third degree of freedom (3DOF) system 4DOF, 5DOF and 6DOF systems

2. Trends with Example Randomly Go to: Degrees of freedom Show all Examples Selection

3. Example: Gear system



Single gear system Multiple gear system

- Machete teeth
- Flight simulators
- Gear shifts in manual drive cars
- Robot limb joints
- Ultrasonic pens
- Crane

20
Black Belt


MÓDULO IV

"MEJORAR"


Definición de un producto de vanguardia

Materiales inteligentes


Find Smart materials




Passive material



One-way adaptive



2-way adaptive material




Fully-adaptive material

Finds with Example Randomly Go to Smart material Show all Examples Selection

Example Smart materials

'Smart materials are important because they can be used to overcome physical contradictions –e.g. Shape Memory Alloys can solve the 'big AND small' Contradiction', rheopexic gel solves the 'viscous and not viscous' contradiction

- Smart gel-filled bicycle saddles
- Shoe-sockets
- Self-disassembly polymers
- Shape-memory alloy fasteners
- Gels capable of transforming from transparent to opaque and degree of brittleness




21
Black Belt


Definición de un producto de vanguardia

Aumento en el uso de los sentidos


Find Increasing use of senses




1 Sense




2 Senses



3 Senses




4 Senses




5 Senses

Finds with Example Randomly Go to Increasing use of senses Show all Examples Selection


Example Smart senses




Silent movie



Movie + sound




Movie + sound +
'sensurround'



Movie + sound +
'sensurround' + smell

Silent movies
 Talking pictures
 Sensurround
 Addition of smell (taste multi-media computers virtual reality, theatre communications in general re.g. emergence of video-phones; food products)







22
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia





Aumento en el uso de los colores

Trend: Increasing use of colour


			
No use of colour	Binary use of colour	Use of visible spectrum	Full spectrum use of

Trends with Example Randomly Go to: Processing use of colour Show all Examples Selection

Example File

			
No use of colour (Monochrome)	Binary use of colour	Use of visible spectrum	Full spectrum use of colour

Photography
 A Fan
 Thermal management on space systems
 Manufacturing inspection systems
 Pressure temperature sensitive paints



23
Black Belt




MÓDULO IV

"MEJORAR"

Definición de un producto de vanguardia




Tendencia a aumentar la simetría

Trend: Increasing asymmetry

		
Symmetrical system	Partial asymmetry	Matched asymmetry


Trends with Example Randomly Go to: Processing asymmetry Show all Examples Selection

Example: Work gloves

		
Glove pad	Plain working gloves	Hand gloves

Most systems or components with ergonomic functional requirements

Clothing
 Hand-grips
 Scissors
 Dress gloves
 Poke yoke assembly forms



24
Black Belt


MÓDULO IV

"MEJORAR"


Definición de un producto de vanguardia

Mono Bi Poly aumento de diferencias


Trend: Mono to poly-increasing difference




Similar components



Components with biased characteristics




Component plus negative component

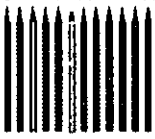


Different components


Trends with Example Randomly Go to: Mono to poly-increasing difference Show all Examples Selection




Pencil



Colored pencil




Pencil with eraser on the end



Geometry set

* Pencils: Colored pencils → Pencil with eraser → Geometry set
 * Hammer: Ball-peen → Mallet → Claw-hammer → Tool set different sizes etc.

Add your own examples in Options → Edit → Trend Description



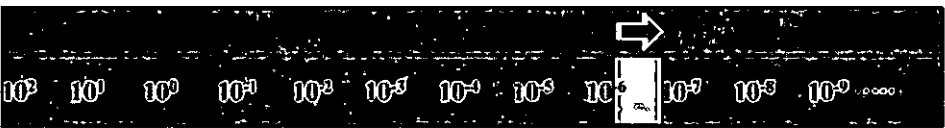
25

Black Belt


Definición de un producto de vanguardia

Macro a nano


Trend: Macro to nano scale




Trends with Example Randomly Go to: Macro to nano scale Show all Examples Selection




First generation computer



Second generation




Personal computer



Laptop

Systems evolve from the macro through to micro and nano scales

* Wing design: Wing panels - meter scale → Wing vortex generators - cm scale → Wing riblets - mm scale
 * Micro-chips → See growing number of transistors per unit area
 * Nanotechnologies - e.g. nanobots nano-chemistry



26

Black Belt


MÓDULO IV

"MEJORAR"

Definición de un producto de vanguardia

Rompimiento de fronteras


Trend: Boundary localisation



Many boundaries Reduced boundaries Few boundaries No boundaries

Trends with Example Randomly Go to Boundary breakdown Show all Examples Selection

Example: Metal structure



Many boundaries Reduced boundaries Few boundaries No boundaries

Number of boundaries between different parts of a system tends to zero

- ↳ Metallic structures evolve towards single → Crystal and thus eliminate (weak) grain boundaries
- ↳ Between departments in an organisation


Add your own examples in Outlook → Edit → Trend Description

27
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

Reducción de la conversión de la energía a "0"

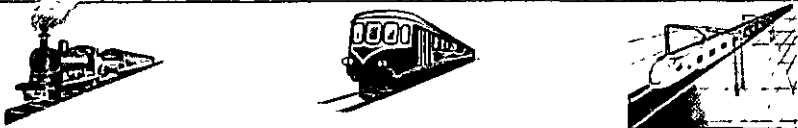
Trend: Reducing energy conversion to 0



Several energy Reduced energy One energy conversion No energy conversion

Trends with Example Randomly Go to Reducing energy conversion to 0 Show all Examples Selection

Example: Train



Steam Train - Chemical to heat to pressure to mechanical

Diesel Train - Chemical to pressure to mechanical

Electric Train - Electrical to mechanical

Number of energy state transformations tends to zero

- ↳ Car with internal combustion engine converts chemical → Heat → Mechanical
- ↳ Aircraft: Chemical → Heat → Mechanical → Pressure (pne) → a chemical-heat-pressure (turbojet)

Add your own examples in Outlook → Edit → Trend Description

28
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Definición de un producto de vanguardia

Segmentación del objeto

Trend: Object segmentation

Monolithic solid Segmented solid Highly segmented solid Solid Granules Solid Powder Monolithic liquid Segmented liquid Aerosol Gas Plasma Field Sparse field

Example: Sugar

Sugar block Sugar granules Crystalline sugar Powdered sugar Thick syrup Thin syrup Aerosol Sugar exchanger

Trends with Example Randomly Go to: Object segmentation Show all Examples Selection

- Soap → Granules → Liquid soap → Cleaning spray → Plasma → UV reduction → Vacuum cleaning
- Washing Powder → Washing liquid
- Shower soap → Shower Gel
- Medication granules → Gas medication → Vacuum
- Grease → Oil → Spray → Gas ...
- Pigment → Granules → Paste → Spray ...
- Pills → Granules → Liquid → Spray ...

29
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

Reducción del involucramiento del ser humano

Trend: Decreasing human involvement

Human Human + Tool Human + Powered tool Human + Semi-automated tool Human + Automated tool Fully automated tool

Example: Machinery

Human Human and tool Human and powered tool Human and semi automatic machine Human and automatic machine Fully automatic machine

Trends with Example Randomly Go to: Decreasing human involvement Show all Examples Selection

- Use of computer aided systems
- Personal Map GPS Auto navigation

Add your own examples in Options → Edit → Trend Description

30
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

Controlabilidad

Trend: Controlability

Direct control Control through intermediary Addition of feedback Addition of intelligent feedback

Trends with Example Randomly Go to: Controlability Show all Examples Selection

Example: Camera

Manual focusing Press a button to focus (Mechanism) Focusing happens according to light reading Automatic focusing

Just about everything that has a micro-chip fitted in it

- Camera → Traffic lights → Central locking → ABS brakes washing machines → Lifts → Central heating systems → Wheel-wash etc.
- The 'intelligent' feedback step is worth adding to the sequence as there are a number of systems now evolving to provide users with intelligent feedback - self-controlling, self-learning systems etc.
- Solution triggers which should be altered complex - proportional integral differential control genetic algorithms neural systems self-learning systems

31
Black Belt

Definición de un producto de vanguardia

Reducción de la complejidad del sistema

Trend: Reducing system complexity

System at maximum viable level of complexity One part per useful function One part per main useful function IFR

Number of component parts per main useful function

Trends with Example Randomly Go to: Reducing system complexity Show all Examples Selection

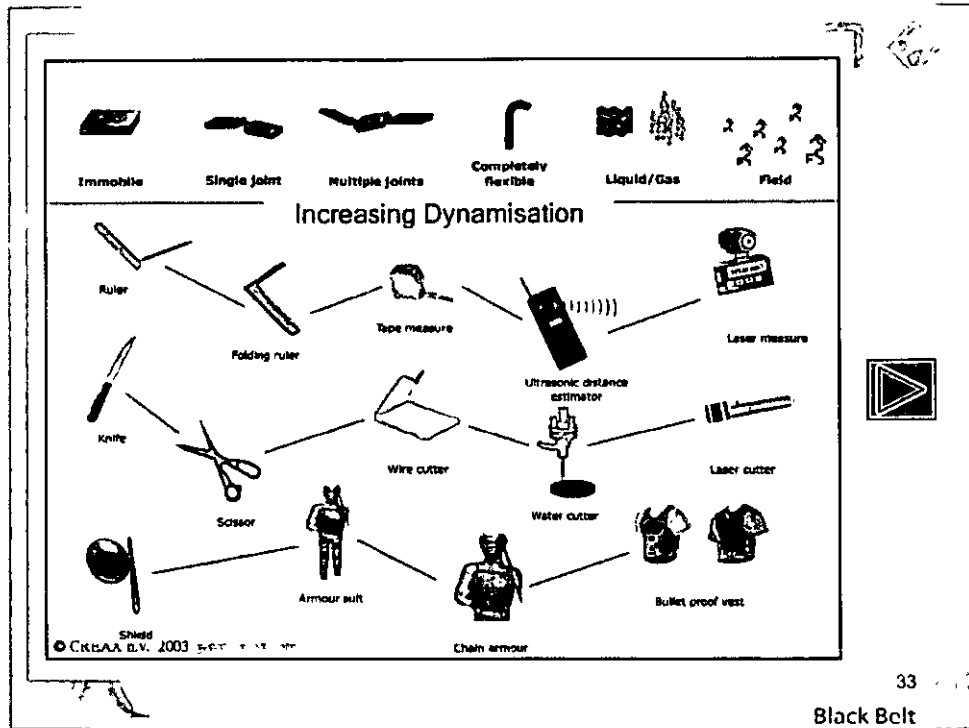
Example: Radio

Old, large bulb radio, many parts Electronic transistor radio, small and cheap Walk man Radio on ear

- Syringe
- Jet engine
- Computer hardware

Add your own examples in Options → Edit → Trend Description

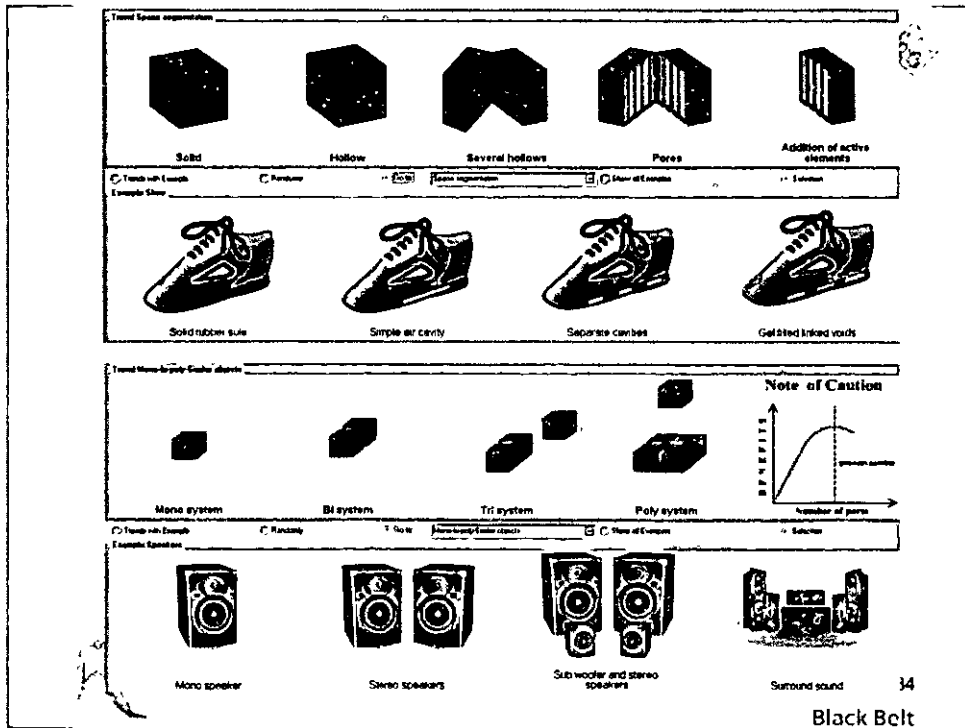
32
Black Belt



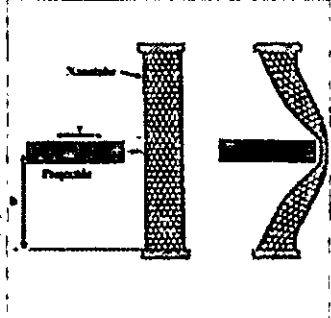
33
Black Belt

MÓDULO IV

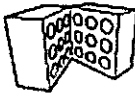
"MEJORAR"





34
Black Belt



carbon nanotube vest that can rebound the force of a bullet



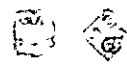
multiple hollows

35
Black Belt

Evaluación de una Innovación Tecnológica

- Fragmentación del objeto
- Escala Macro a nano
- Fragmentación del espacio
- Fragmentación de la superficie
- Evolución geométrica de las construcciones lineales
- Evolución geométrica de las construcciones volumétricas
- Dinamización
- Coordinación del ritmo
- Coordinación de la acción
- Reducción del consumo de energía a 0 (Transmisión de energía)
- Controlabilidad
- Reducción del involucramiento humano
- Rompimiento de fronteras ...



36
Black Belt

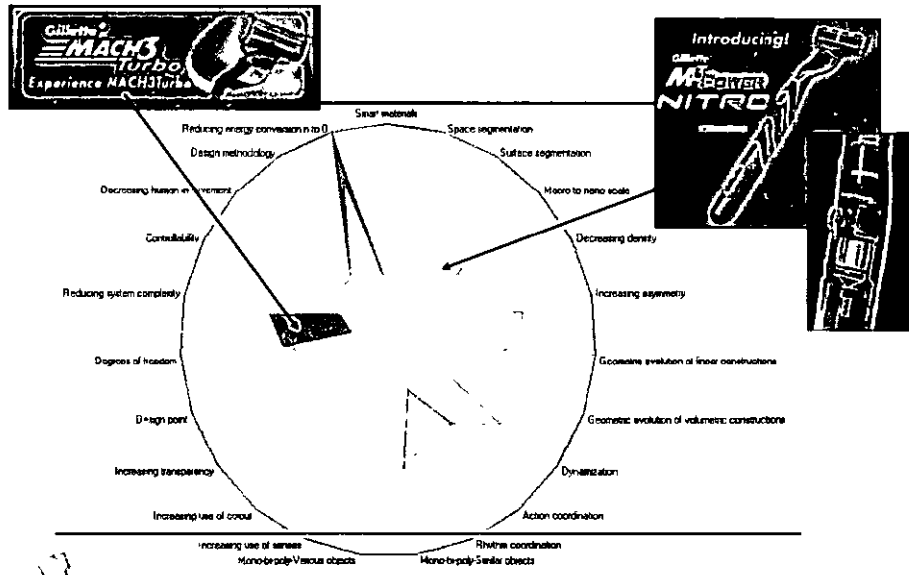
Evaluación de una Innovación Tecnológica

- Identificar posibilidades de evolución
 - Benchmarking basado en tendencias de evolución
 - Diagrama de Radar

37
Black Belt

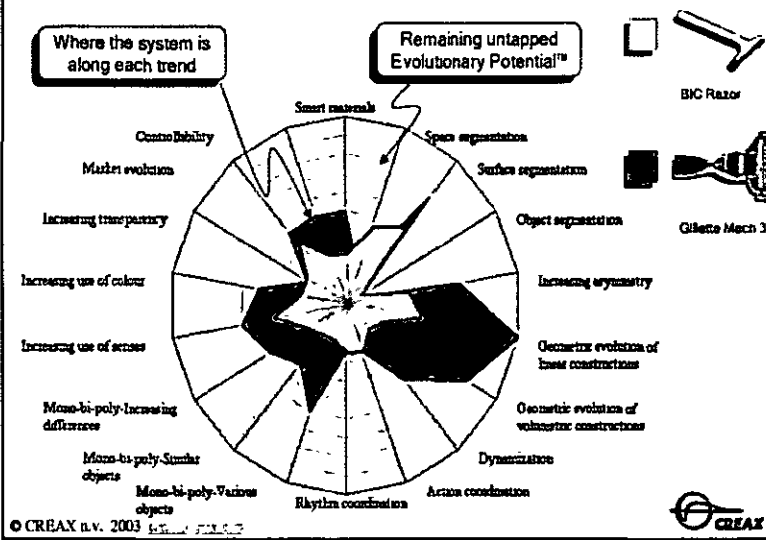
“MEJORAR”

Evaluación de una Innovación Tecnológica



38
Black Belt

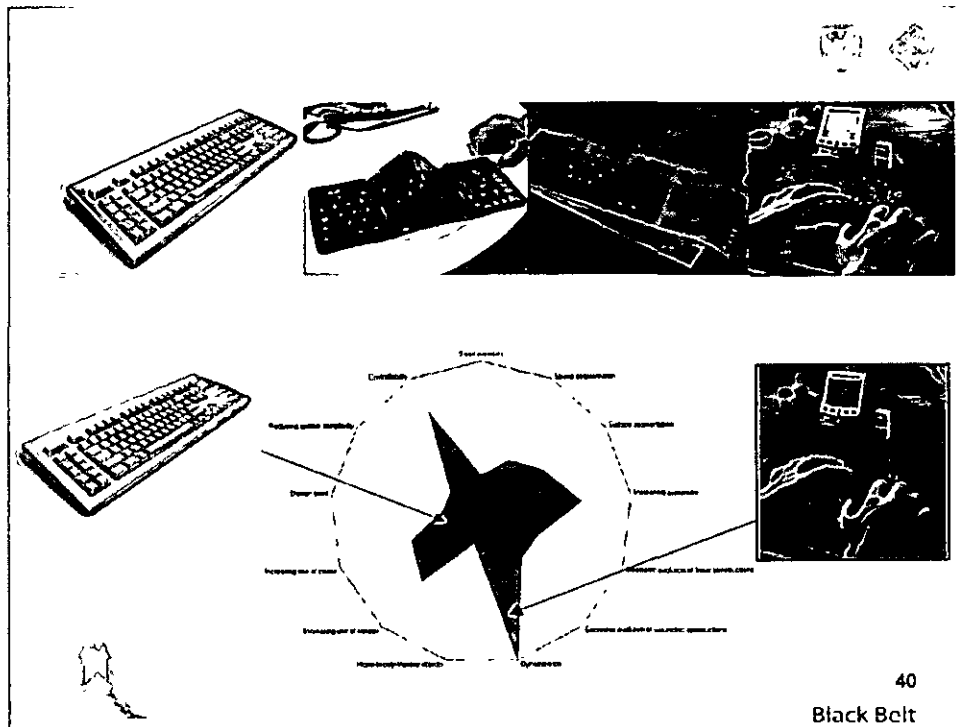
Evolutionary Potential™ Radar Plot



39
Black Belt

MÓDULO IV

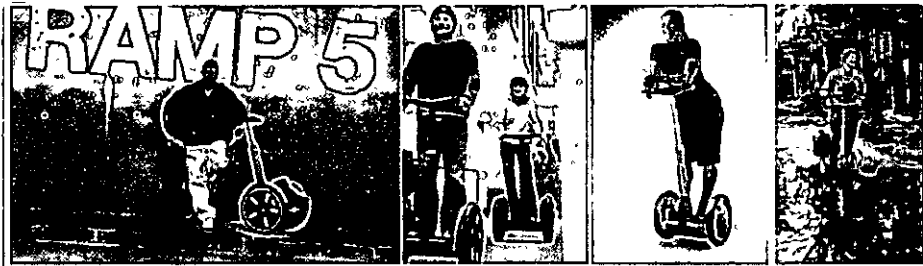
"MEJORAR"



40
Black Belt

Evaluación de una Innovación Tecnológica

- Identificar la conexión funcional



41
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

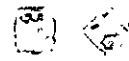
Resolviendo contradicciones

Al finalizar estas sesiones Ud.:

- Entenderá conceptos para resolver contradicciones técnicas
- Entenderá el concepto para resolver contradicciones físicas

42
Black Belt

Resolviendo contradicciones



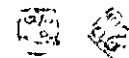
El cuestionario provee en sus preguntas 3 y 4, en el ejemplo de la bicicleta es:

Reducir la resistencia del viento con un parabrisas aumenta el peso de la bicicleta.



43
Black Belt

Resolviendo contradicciones



Principios de Innovación:

Extracción de las semillas de un pimiento morrón. Se colocan en un contenedor sellado a presión, se eleva la presión, los pimientos se compactan y se genera una fisura en la parte más débil, las presiones se igualan, súbitamente se reduce la presión, el pimiento estalla dejando salir las semillas (1968).



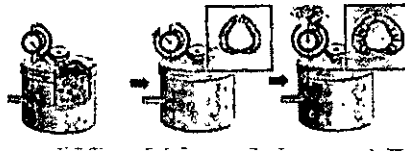
44
Black Belt

Resolviendo contradicciones



Principios de Innovación:

Las nueces se colocan dentro del agua en una olla de presión. Se aplica calor hasta que la presión alcanza varias atmósferas. La presión se baja súbitamente a una atmósfera. Después de que el agua sobrecalentada penetra en las nueces, la súbita caída de presión causa que la cáscara se rompa y salga volando (patentado en 1986).



45

Black Belt

MÓDULO IV

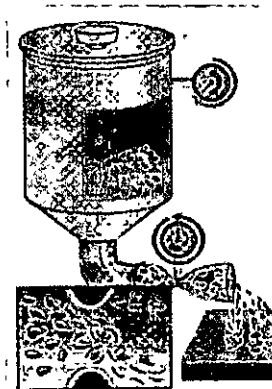
"MEJORAR"

Resolviendo contradicciones



Principios de Innovación:

El descascarado de semillas de girasol involucra cargarlas en un contenedor sellado, aumentándose la presión dentro del contenedor, posteriormente se hacen pasar las semillas por un venturi hacia fuera del contenedor. La presión cae rápidamente y el aire que penetra las cáscaras se expande separando las cáscaras.

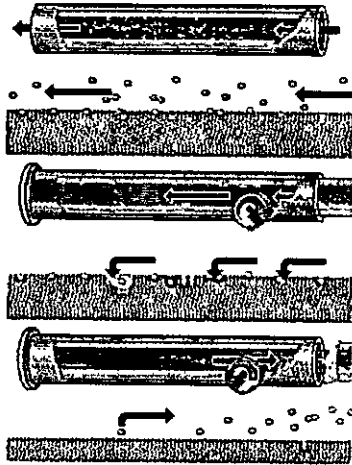


46

Black Belt

Resolviendo contradicciones

Principios de Innovación:



Un filtro usado para remover los granos finos del aire, tiene las paredes cubiertas con un tipo de material poroso. Cuando el aire pasa por el filtro, los granos quedan atrapados por la superficie. Su limpieza es difícil, sin embargo, la solución es desconectando el filtro del sistema, sometiéndolo a una alta presión de 5 a 10 atmósferas, súbitamente se baja la presión a 1 atmósfera, el cambio fuerza los granos y el polvo fuera del filtro.

47

Black Belt

Resolviendo contradicciones



Principios de Innovación:

Una técnica similar usando presiones bajas se usa para romper los cristales de azúcar en cristales.

Principios de Innovación:

Para la separación de diamantes, estos se colocan en un contenedor de pared gruesa. Los diamantes se someten a presiones de miles de atmósferas, súbitamente se reduce la presión a niveles normales. Este cambio causa que el aire fractura los cristales de diamante.

48

Black Belt

40 PRINCIPIOS DE INVENCION

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Segmentación | 13. Inversión. |
| 2. Extracción | 14. Esferoidalidad |
| 3. Calidad local | 15. Dinamicidad |
| 4. Asimetría | 16. Acción parcial o sobrepasada |
| 5. Combinación | 17. Traspaso a una nueva dimensión |
| 6. Universalidad | 18. Vibración mecánica |
| 7. Anidación | 19. Acción periódica |
| 8. Contrapeso | 20. Continuidad de una acción útil |
| 9. Reacción previa (prevención) | 21. Acción rápida |
| 10. Acción previa | 22. Convertir algo malo en un beneficio |
| 11. Amortiguamiento anticipado | 23. Retroalimentación |
| 12. Equipotencialidad | 24. Mediador |
| | 25. Autoservicio |

49
Black Belt

MÓDULO IV

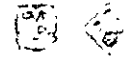
"MEJORAR"

40 PRINCIPIOS DE INVENCION

26. Copiado
27. Objeto barato de vida corta en vez de uno caro y durable
28. Reemplazo de sistemas mecánicos
29. Uso de una construcción neumática o hidráulica
30. Película flexible o membranas delgadas
31. Uso de material poroso
32. Cambio de color
33. Homogeneidad
34. Descarte y regeneración de partes
35. Transformación de parámetros físicos y químicos de un objeto
36. Transición de fases
37. Expansión térmica
38. Uso de oxidantes fuertes
39. Medio ambiente inerte
40. Materiales compuestos

50
Black Belt

39 PARAMETROS GENERALIZADOS DE ALTSHULLER

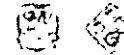


1. Peso de un objeto en movimiento
2. Peso de un objeto sin movimiento
3. Longitud de un objeto en movimiento
4. Longitud de un objeto sin movimiento
5. Área de un objeto en movimiento
6. Área de un objeto sin movimiento
7. Volumen de un objeto en movimiento
8. Volumen de un objeto sin movimiento
9. Velocidad
10. Fuerza
11. Tensión, presión
12. Forma
13. Estabilidad de composición de un objeto
14. Resistencia
15. Tiempo de acción de un objeto en movimiento
16. Tiempo de acción de un objeto sin movimiento
17. Temperatura
18. Iluminación
19. Energía gastada por un objeto en movimiento



51
Black Belt

39 PARAMETROS GENERALIZADOS DE ALTSHULLER



20. Energía gastada por un objeto sin movimiento
21. Potencia
22. Desperdicio de energía
23. Desperdicio de sustancia
24. Pérdida de información
25. Desperdicio de tiempo
26. Cantidad de sustancia
27. Confiabilidad
28. Precisión de mediciones
29. Precisión de manufactura
30. Factores perjudiciales actuando en un objeto
31. Factores perjudiciales del objeto
32. Conveniencia de manufacturabilidad
33. Conveniencia de uso
34. Conveniencia de reparabilidad
35. Adaptabilidad, universalidad
36. Complejidad de un mecanismo
37. Complejidad de control y medición
38. Nivel de automatización
39. Productividad



52
Black Belt

CLUSTER 1. COMMON PHYSICAL AND GEOMETRIC PARAMETERS

1 and 2 — Weight: The mass of the subsystem, element, or technique in a gravitational field. The force that the body exerts on its support or suspension, or on the surface on which it rests.

3 and 4 — Length: A geometric characteristic described by the part of a line (straight or curved and not necessarily the longest) that can be measured by any unit of linear dimension, such as meter, inch, etc.

5 and 6 — Area: A geometric characteristic described by the part of a plane enclosed by a finite continuous line that can be measured in a square unit of dimension. The part of a surface occupied by the subsystem.

7 and 8 — Volume: A geometric characteristic described by the part of a space that can be measured in a cubic unit of dimension. The part of a space, either internal or external, occupied by the subsystem.

9 — Speed: The velocity of the subsystem. The rate of a process or action in time that can be measured by any linear unit of length divided by a time unit.

10 — Force: Any interaction that can change the subsystem's condition due to the interaction between subsystems.

11 — Stress or pressure: Tension on or inside the subsystem.

12 — Shape: The external contour, boundaries, that separate the subsystem from the environment or other subsystems. The appearance of the subsystem in the space.

17 — Temperature: The thermal condition of the subsystem. Liberally includes other thermal parameters, such as heat capacity, that affect the rate of temperature change.

18 — Brightness: Light flux per unit area. Also any other illumination characteristics of the subsystem, such as light intensity, degree of illumination.

21 — Power: The time rate of energy usage due to which the subsystem's functions are performed.

53

Black Belt

CLUSTER 2. TECHNIQUE-INDEPENDENT NEGATIVE PARAMETERS

15 and 16 — Duration of action: The time during which the subsystem can perform useful and/or neutral functions (durability). It can be estimated as the average period between failures, the service life.

19 and 20 — Energy spent by the subsystem: The subsystem's requirement (such as electricity or rotation) to perform a particular function. Often energy is provided by the technique or super-system.

22 — Waste of energy: Use of energy (such as heat) that does not contribute to the job being done (compare with 19 and 20). Reducing energy loss sometimes requires heuristics that are different from the heuristics for improving energy usage. Consequently, energy waste is a separate Parameter.

23 — Waste of substance: Partial or complete, permanent or temporary loss of some of the subsystem's materials or elements.

24 — Loss of information: Partial or complete, permanent or temporary loss of data or access to data in or by the subsystem. Frequently includes sensory data such as aroma, texture, etc.

25 — Waste of time: Time is the duration of an activity. Improving the loss of time means reducing the time taken out of the activity. "Cycle time reduction" is a common term.

26 — Amount of substance: The number of the subsystem's materials or elements that might be changed fully or partially, permanently or temporarily.

30 — Harmful factors acting on subsystem: Susceptibility of the subsystem to externally generated harmful effects.

31 — Harmful side effects: A harmful effect that is generated by the subsystem as part of its operation within the technique, and that reduces the efficiency or quality of the functioning of the subsystem or whole technique.

See also Parameters 14, 36, 37.

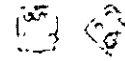
54

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

CLUSTER 3. TECHNIQUE-INDEPENDENT POSITIVE PARAMETERS



13 — Stability of the subsystem: The ability of the subsystem to keep its integrity (wholeness). Steadiness of the subsystem's elements in time. Wear, chemical decomposition, disassembly, and growth of entropy are all decreases in stability.

14 — Strength: The ability of the subsystem to resist a change in response to force. Resistance to breaking.

27 — Reliability: The subsystem's ability to perform its intended functions in predictable ways and conditions.

28 — Accuracy of measurement: The closeness of the measured value to the actual value of the subsystem parameter.

29 — Accuracy of manufacturing: The closeness of the actual characteristics of the subsystem to the specified or required characteristics that can be achieved during the subsystem production. (Note that manufacturing precision is often connected with quality of the subsystem.)

32 — Manufacturability: The degree of facility, comfort, ease, or effortlessness in manufacturing or fabricating of the subsystem.

33 — Convenience of use: Simplicity and ease of operation. The technique is not convenient if it requires many steps to operate or needs special tools, many highly skilled workers, etc. Often a convenient process has high yield due to the possibility to do it right.

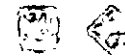
34 — Repairability: Quality characteristics such as convenience, comfort, simplicity, and time to repair faults, failures, or defects in the subsystem.



55

Black Belt

Resolviendo contradicciones



35 — Adaptability: The ability of the subsystem to respond positively to external changes, and the versatility of the subsystem that can be used in multiple ways under a variety of circumstances.

36 — Complexity: The number and diversity of elements and element interrelationships within the subsystem. The user may be an element of the subsystem that increases the complexity. The difficulty of mastering the subsystem is a measure of its complexity.

37 — Complexity of control: Measuring or monitoring the subsystems that are difficult, costly, and require much time and labor to set up and use, that have fuzzy relationships between components, or that have components that interfere with each other, demonstrating "difficult to detect and measure."

38 — Level of automation: The ability of the subsystem to perform its functions without human interface. The lowest level of automation is the use of a manually operated tool. For intermediate levels, humans program the tool, observe its operation, and interrupt or reprogram as needed. For the highest level, the machine senses the operation needed, programs itself, and monitors its own operations.

39 — Productivity: The number of functions or operations performed by the subsystem or whole technique per unit of time. The time for a unit function or operation. The output per unit of time or the cost per unit of output.



56

Black Belt

Resolviendo contradicciones

MATRIZ DE LAS CONTRADICCIONES

Altshuller definió más claramente un problema inventivo como uno en que la solución causa otros problemas, es decir que cuando algo se mejora, otras se empeoran que posteriormente lo llamó contradicción técnica.

Ejemplo

Objetivo: Reducir el costo de una pieza metálica estampada.

Parámetro a mejorar: Reducir el espesor de la placa.

Parámetro que empeora: Disminuir su resistencia mecánica.

Para alcanzar una solución ideal se deben eliminar las soluciones por compromiso o trade off (i.e. aquellas con las que sentimos como obvias).

57

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Matriz de contradicción^{2,13,15}

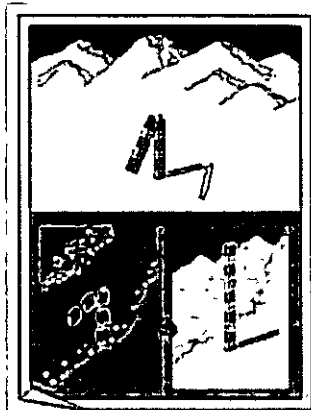
		CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA		
		1 Peso del objeto móvil	2 Peso del objeto estacionario	3 Longitud del objeto móvil
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA	1 Peso del objeto móvil			8,15,29,34
	2 Peso del objeto estacionario			
	3 Longitud del objeto móvil	8,15,29,34		
	4 Longitud del objeto estacionario		28,29,35,40	
	5 Área del objeto móvil	2,4,17,29		4,14,15,18
	6 Área del objeto estacionario		2,14,18,30	
	7 Volumen del objeto móvil	2,26,29,40		1,4,7,35
	8 Volumen del objeto estacionario		10,14,19,35	14,19
	9 Velocidad	2,13,28,38		6,13,14
	10 Fuerza	1,8,18,37	1,13,18,28	9,17,19,36
	11 Tensión/Presión	10,36,37,40	10,13,18,29	10,35,36
	12 Forma	8,10,29,40	3,10,15,26	4,5,28,34
	13 Estabilidad de la composición	2,21,35,39	1,26,39,40	1,13,15,28
	14 Resistencia o fortaleza	1,8,15,40	1,26,27,40	1,8,15,35
	15 Tiempo de acción del objeto móvil	5,19,31,34		2,9,19
	16 Tiempo de acción del objeto estacionario		6,16,19,27	
	17 Temperatura	6,22,36,38	22,32,35	9,15,19
	18 Brilantez	1,19,32	2,32,35	16,19,32
	19 Energía consumida por el objeto móvil	12,18,28,31		12,28
	20 Energía consumida por el objeto estacionario		6,9,19,27	

www.triz40.com

58

Black Belt

Resolviendo contradicciones



Problema:

Un poste para medir la altura de la nieve puede sufrir daños por las avalanchas de nieve.

Contradicciones:

Mejora: Resistencia o fortaleza (1)
 Empeora: Peso del objeto movil (2)

59

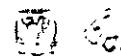
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Apéndice A Matriz de contradicción^{2,13,15}

TRIZ



CARACTERÍSTICA QUE MEJORA	CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA		
	1 Peso del objeto móvil	2 Peso del objeto estacionario	3 Longitud del objeto móvil
1 Peso del objeto móvil			8,15,29,34
2 Peso del objeto estacionario			
3 Longitud del objeto móvil	8,15,29,34		
4 Longitud del objeto estacionario		28,29,35,40	
5 Área del objeto móvil	2,4,17,29		4,14,15,18
6 Área del objeto estacionario		2,14,18,30	
7 Volumen del objeto móvil	2,26,29,40		1,4,7,35
8 Volumen del objeto estacionario		10,14,19,35	14,19
9 Velocidad	2,13,28,38		8,13,14
10 Fuerza	1,8,18,37	1,13,18,28	9,17,19,36
11 Tensión/Presión	10,36,37,40	10,13,18,29	10,35,36
12 Forma	8,10,29,40	9,10,15,28	4,5,29,34
13 Estabilidad de la composición	2,21,35,39	1,28,39,40	1,13,15,28
14 Resistencia o fortaleza	1,8,15,40	1,26,27,40	1,8,15,35
15 Tiempo de acción del objeto móvil	5,19,31,34		2,9,19
16 Tiempo de acción del objeto estacionario		8,16,19,27	
17 Temperatura	8,22,36,38	22,32,35	9,15,19
18 Brillantez	1,19,32	2,32,35	16,19,32
19 Energía consumida por el objeto móvil	12,18,28,31		12,28
20 Energía consumida por el objeto estacionario		6,9,19,27	

- 1. Segmentación.
- 8. Contrapeso.
- 15. Dinamicidad.
- 40. Uso de una construcción neumática o hidráulica.

60

Black Belt

Resolviendo contradicciones



Problema:

Un poste para medir la altura de la nieve puede sufrir daños por las avalanchas de nieve.

Contradicciones:

Mejora: Resistencia o fortaleza (1)

Empeora: Peso del objeto estacionario (2)

Principios de innovación aplicados en la resolución de la contradicción 1, 8,15,40

Principio aplicado: Segmentación (1)

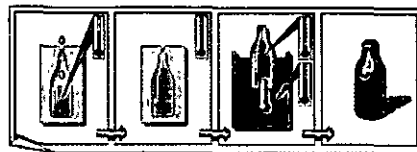
Solución:

Dividir al poste en partes incluyendo bisagras con resorte para permitir que se enderece cuando la nieve se ha derretido.

61

Black Belt

Resolviendo contradicciones



Problema:

Un dulce de chocolate, en forma de botella, relleno de mermelada de fresa. La mermelada de fresa fluye muy lentamente. Calentar la mermelada la hace más fluida, pero derrite la botella de chocolate.

Contradicciones:

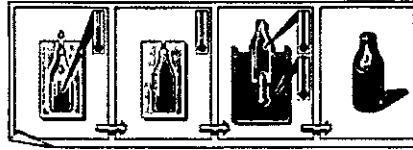
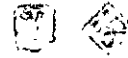
Mejora: Velocidad (9)

Empeora: Pérdida de sustancia (23)

62

Black Belt

Resolviendo contradicciones



Problema:

Un dulce de chocolate, en forma de botella, relleno de mermelada de fresa. La mermelada de fresa fluye muy lentamente. Calentar la mermelada la hace más fluida, pero derrite la botella de chocolate.

Contradicciones:

Mejora: Velocidad (9)

Empeora: Pérdida de sustancia (23)

Principios de innovación aplicados en la resolución de la contradicción
10,13,28,38

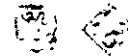
Principio aplicado: Inversión o hacer algo en forma contraria (13)

Solución:

Congelar mermelada en forma de botella y sumergirla en el chocolate. ⁶³

Black Belt

Resolviendo contradicciones



Método de uso de la Matriz de las contradicciones

1. Determinar el parámetro del sistema cuyo mejoramiento lleva hacia la eliminación del efecto indeseado (UDE), el cual debe ser formulado previamente.
2. Definir una opción de solución para mejorar el efecto indeseado.
3. Determinar el parámetro que empeora como resultado de la aplicación de la opción de solución.
4. Determinar el parámetro que mejora como resultado de la aplicación de la opción de solución.
5. Hacer coincidir cada uno de los dos parámetros a uno (o más) de los 39 parámetros apropiados (fila = parámetro que mejora, columna = parámetro que empeora)
6. Encontrar los números de los principios en la celda donde se intersecan el renglón y columna seleccionada.
7. Encontrar la descripción de los principios recomendados.
8. Convertir la solución general recomendada por la solución específica a una solución concreta del problema.

64

Black Belt

Recursos

- **Recurso.**
- (Del lat. *recursus*).
- **2. m.** Medio de cualquier clase que, en caso de necesidad, sirve para conseguir lo que se pretende.
- **7. m. pl.** Conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa. *Recursos naturales, hidráulicos, forestales, económicos, humanos*
- **8. m. pl.** Expedientes, arbitrios para salir airoso de una empresa.

Diccionario de la real academia española 22 ed

Un recurso es cualquier cosa que se puede aplicar para resolver un problema y mejorar el sistema sin un gran gasto. Un recurso deberá ser gratis o de bajo costo y fácil de implementar o conseguir.

65

Black Belt

MÓDULO IV

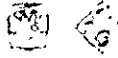
"MEJORAR"

Recursos

Es necesario optimizar el uso de los recursos para alcanzar el estado ideal del sistema


66

Black Belt

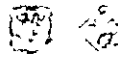


Recursos

TIPOS DE RECURSOS

<p style="text-align: center;">Recurso de Espacio</p> <p>Lugar en el espacio lleno o vacío que podrá utilizarse para modificar la eficiencia o funcionalidad</p> <p style="text-align: center;">Recurso de Función</p> <p>Son las funciones que tienen los sistemas u objetos utilizados en otra aplicación para el cual no estaba diseñado, con o sin cambios.</p> <p style="text-align: center;">Recurso de Información</p> <p>Es la información del objeto, campos, propiedades, cambios de las propiedades, parámetros de la sustancia.</p> 	<p style="text-align: center;">Recurso de Energía</p> <p>Son todas las fuentes y tipos de energía (magnética, eléctrica, campo gravitacional, térmica, eólica)</p> <p style="text-align: center;">Recurso de Sustancia</p> <p>Son todas las sustancias utilizadas en el sistema analizado y del medio ambiente</p> <p style="text-align: center;">Recurso de Tiempo</p> <p>Son los intervalos de tiempo que se podrán aprovechar para mejorar el proceso o las operaciones básicas.</p> <p style="text-align: center;">Recurso Combinado</p> <p>Es la combinación de los recursos primarios</p>
--	---

67
Black Belt



Recurso de Energía: Son todas las fuentes y tipos de energía (magnética, eléctrica, campo gravitacional, térmica, eólica)

Recurso de Espacio: Lugar en el espacio lleno o vacío que podrá utilizarse para modificar la eficiencia o funcionalidad


Recurso de Función: Son las funciones que tienen los sistemas u objetos utilizados en otra aplicación para el cual no estaba diseñado, con o sin cambios.

Recurso de Información: Es la información del objeto, campos, propiedades, cambios de las propiedades, parámetros de la sustancia.

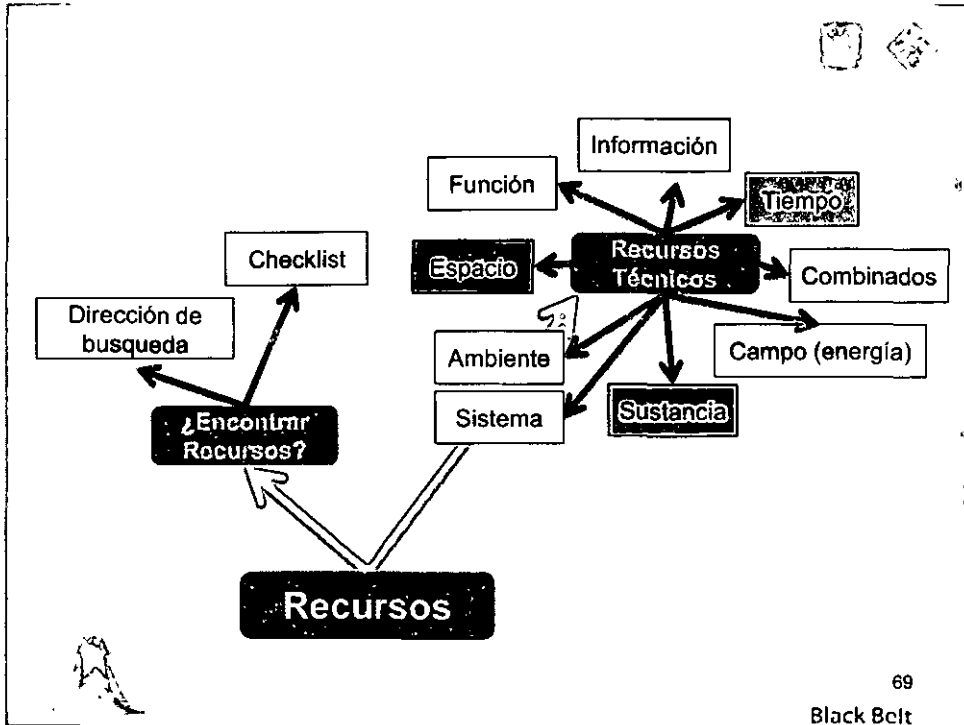
Recurso de Sustancia: Son todas las sustancias utilizadas en el sistema analizado y del medio ambiente

Recurso de Tiempo: Son los intervalos de tiempo que se podrán aprovechar para mejorar el proceso o las operaciones básicas.

Recurso Combinado: Es la combinación de los recursos primarios



68
Black Belt



69
Black Belt

MÓDULO IV

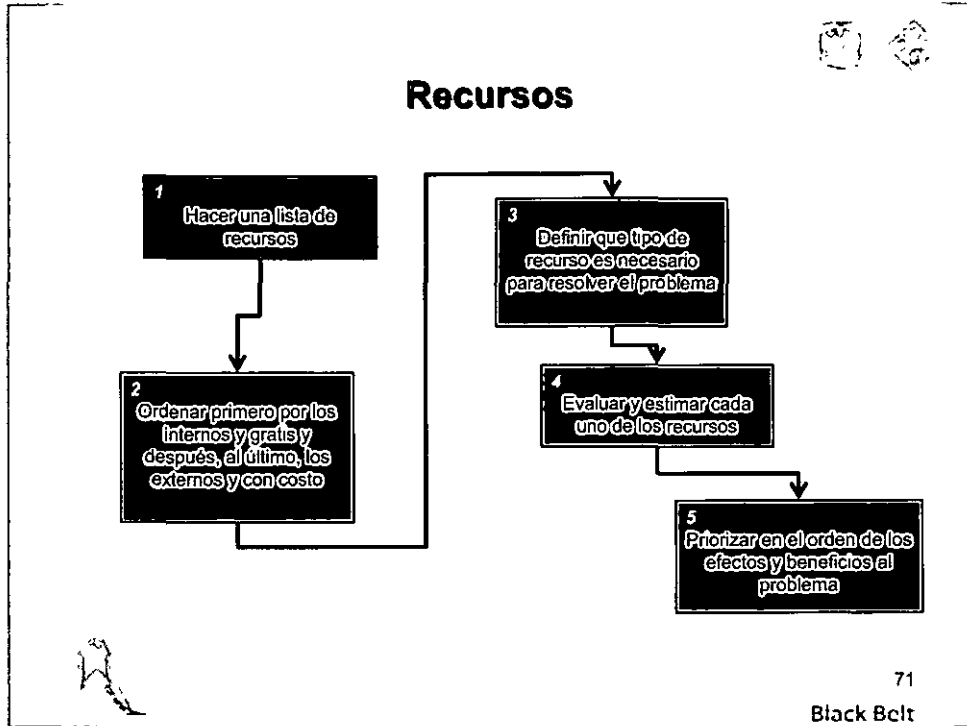
"MEJORAR"

Recursos

¿Como usar los recursos?

1. Gratis y estén dentro del sistema
2. Fuera del sistema, pero fácil de conseguir a un costo reducido
3. Disponible a un costo mayor (dentro o fuera)

70
Black Belt



MÓDULO IV

"MEJORAR"

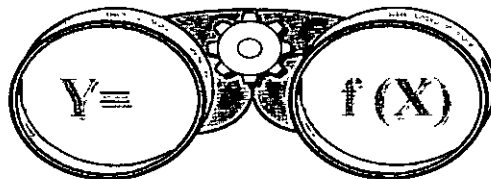
ANOVA

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

EL ENFOQUE DE SIX SIGMA



Para obtener resultados, debemos enfocar nuestro esfuerzo en la Y o en la X?

- | | |
|---------------|-------------------|
| ■ Y | ■ $X_1 \dots X_N$ |
| ■ Dependiente | ■ Independiente |
| ■ Salida | ■ Entrada-Proceso |
| ■ Efecto | ■ Causa |
| ■ Síntoma | ■ Problema |
| ■ Monitor | ■ Control |

© 1994 Six Sigma Academy

Enfocarse en las X en lugar de la Y, como lo hemos hecho históricamente

Black Belt

PRUEBAS ESTADÍSTICAS

		Factor (X)	
		CONTINUO	DISCRETO
Respuesta (Y)	CONTINUO	ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y DE CORRELACIÓN REGRESIÓN MÚLTIPLE	ANOVA, PRUEBAS DE Z Y T, ALTERNATIVAS NO PARAMÉTRICAS
	DISCRETO	REGRESIÓN LOGÍSTICA	PRUEBA DE JI-CUADRADA, PRUEBA DE PROPORCIONES

Black Belt

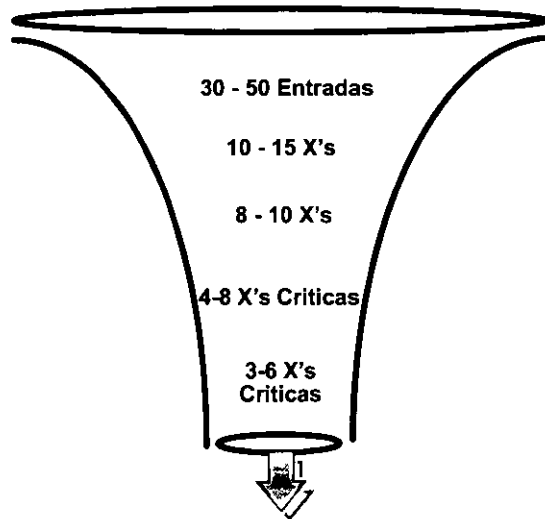
MÓDULO IV

"MEJORAR"

ESTRATEGIA DE SIX SIGMA

- *El efecto embudo*

- Mapa de proceso
- Matriz C&E y AMEF
- Estudios Multi-Vari
- Pruebas de hipótesis
- ANOVA
- DOE
- Plan de Control



Proceso Optimizado

Black Belt

TERMINOLOGÍA DE ANÁLISIS DE VARIANZA

- Factor: Una variable independiente
- Nivel: Un valor discreto o establecido para un factor

$$Y = f(X)$$

Y	25	22	81	78
X	40	40	150	150

1 Factor con dos niveles : 40 y 150

•Datos Balanceados: Número igual de observaciones para cada factor y combinación de nivel. El ejemplo de arriba está balanceado, ya que hay dos observaciones para cada nivel.

•Datos No balanceados: Número desigual de observaciones para cada factor y combinación de nivel

Y	25	77	81	78
X	40	150	150	150

1 Factor con dos niveles : 40 y 150, pero en este caso existen tres valores "Y" para el nivel 150 y un solo valor para el nivel 40

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

¿CUÁNDO USAR EL ANÁLISIS DE VARIANZA?

La temperatura afecta el rendimiento?

Temp. °C	Rendimiento (g)					
25	36	33	35	34	32	
30	35	37	36	35	38	
35	35	39	37	38	39	
40	34	31	35	32	34	

ANOVA de 1 vía

Un sólo factor (X) con dos o más de dos niveles

La cantidad de harina, cantidad de azúcar, y temperatura del horno, impactan en el nivel de satisfacción de los clientes en cuanto al sabor de las galletas?

Cantidad de Azúcar	Mucha		Poca	
	180°	200°	180°	200°
10g	4.3	4.5	4.6	3.2
15g	3.7	4.0	4.4	2.2

(Unidad: 1-5 escala)

ANOVA de 3 vías

Tres factores (X) con dos o mas de dos niveles

La cantidad de instructores y el # de estudiantes afectan el nivel de satisfacción del curso?

(Unidad 1-5 escala)

Instructor	# de estudiantes		
	10	30	50
A	4.2	4.0	4.0
B	4.0	4.0	3.7
C	3.8	3.9	3.8
D	3.5	3.3	3.2

ANOVA de 2 vías

Dos factores (X) con dos o mas de dos niveles

De los preservativos A, B, C y D, cual afecta el rendimiento?

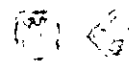
No	A	B	A+B	C	D	A+D	B+C	A+B+C	A+B+C+D
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2	2	3
3	1	2	2	1	1	2	2	4	4
4	1	2	2	2	2	3	3	5	5
5	2	1	2	1	2	3	2	4	4
6	2	1	2	2	1	2	1	3	3
7	2	2	1	1	2	2	1	3	3
8	2	2	1	2	1	1	2	2	2

ANOVA de Múltiples Variables

Factores múltiples (2 o mas) representados en múltiples niveles

BLACK BELT

SUPUESTOS BÁSICOS PARA USAR ANOVA



Promedios Muestrales Normalmente Distribuidos: Las medias muestrales deben ser independientes y normalmente distribuidas. El teorema del límite central asegura esto (Los promedios muestrales casi siempre están distribuidos normalmente). Recuerde, la normalidad para la medición individual NO es un requisito, especialmente si el tamaño de muestra es grande.

Igualdad de Varianzas: Las varianzas poblacionales deberían ser iguales o (cercanas a la misma) a través de todos los niveles para un factor dado

Datos Aleatorios: Los datos muestrales deben representar verdaderamente su variación poblacional. Para cada nivel, los datos muestrales deben ser seleccionados al azar en cada población.

Gage R y R Aceptable: El sistema de medición usado para recolectar los datos muestrales deben mostrar un gage R&R aceptable.

Usar ANOVA para responder a la pregunta:

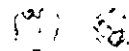
¿Cuánto contribuye los niveles del factor ("X") a la variación total en la respuesta ("Y")?

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

ANOVA



Dentro del grupo



Entre grupos



$$\sigma^2_{total} = \sigma^2_{entre\ grupos} + \sigma^2_{dentro\ de\ grupos}$$

El efecto de los cambios son determinados por cambios en la variación total. El ANOVA separa las diferentes fuentes de variación para evaluar los cambios en los promedios.

Black Belt

CUÁLES SERÍAN LOS VALORES DE F PARA LAS SIG. TABLAS:

1.0	1.5	2.0
31.5	31.5	31.5
31.5	31.5	31.5
31.5	31.5	31.5
31.5	31.5	31.5
31.5	31.5	31.5

1.0	1.5	2.0
11.5	21.1	40.6
11.5	21.1	40.6
11.5	21.1	40.6
11.5	21.1	40.6
11.5	21.1	40.6
11.5	21.1	40.6

1.0	1.5	2.0
31.5	42.5	42.7
10.5	21.4	31.7
10.1	10.8	10.2
42.9	31.3	10.4
21.0	10.5	21.5

1.0	1.5	2.0
11.5	22.2	41.4
12.6	20.3	40.3
11.9	23.4	42.3
13.4	22.3	43.4
13.3	21.5	41.4



Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

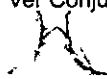
PROBLEMA PRÁCTICO

Un ingeniero de desarrollo está utilizando un adhesivo específico para unir dos partes. Hay otros dos tipos de pegamentos que son factibles, pero requerirían de un nivel de control de proceso más alto. Si uno de los otros pegamentos muestra una fuerza de adhesión promedio de por lo menos 20, valdría la pena aplicar el control de proceso adicional y cambiar de proveedor.

Nivel 1 Adhesivo Actual	Nivel 2 Adhesivo Fórmula A	Nivel 3 Adhesivo Fórmula B
9	18	21
12	15	19
14	14	21
13	17	16
18	15	23

Con base en una muestra del 1er adhesivo y una α deseada del 5%, fue seleccionado un tamaño muestral de 5 para cada nivel de prueba, en este caso los resultados son tabulados de las 5 pruebas del adhesivo

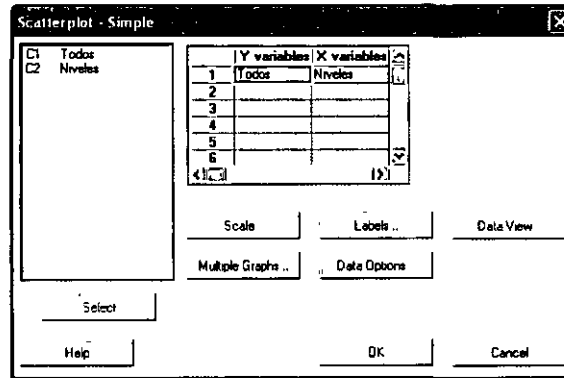
Ver Conjunto de datos en Anexo de ejercicios y tablas → **Ejercicio : "Adhesivo"**



Black Belt

¡PRIMERO GRÁFICA LOS DATOS!

Graph>Scatter plot Simple



Hacer click en "OK"

Black Belt

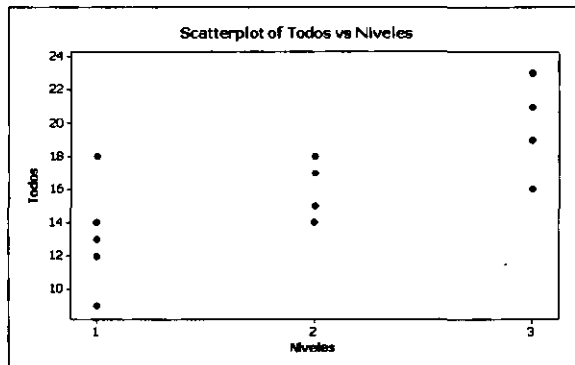
MÓDULO IV

"MEJORAR"

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

"Una gráfica vale más que mil palabras"

Observe la grafica



- 1.- ¿Los 3 pegamentos aparentan ser iguales?
- 2.- ¿Algún adhesivo parece tener una fuerza de adhesión mayor que 20?

La **fórmula B** Nivel 3, parece tener una fuerza de adhesión mayor que el **Adhesivo Actual** o de la **fórmula A**, sin embargo la apariencia de una diferencia NO significa que existe una diferencia estadísticamente significativa, requerimos de pruebas para llegar a esta conclusión.

Black Belt

PROBAR LA SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA

Para probar si hay significancia estadística, primero necesitamos responder las siguientes preguntas claves:

1.- ¿Qué factor está siendo evaluado?

El tipo de adhesivo

2.- ¿Qué respuesta está siendo medida?

La fuerza de adhesión del pegamento

3.- ¿Qué es lo que quiero conocer realmente?

Podría cualquiera de los otros pegamentos darnos un promedio de fuerza de adhesión mayor que 20

4.- ¿Qué herramienta voy a usar para el análisis? Y ¿Por qué?

ANOVA 1 vía, por que tenemos 1 factor que es el pegamento con 3 niveles y tratamos de ver si alguno de los tres es diferente

5.- ¿Cuáles son las hipótesis NULA y ALTERNATIVA?

Ho : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

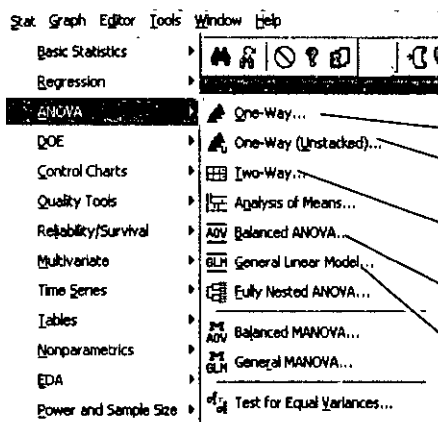
Ha: Al menos un μ_i no es igual

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

ANOVA EN MINITAB



Antes de usar Minitab para analizar los datos pare el problema del adhesivo, veamos las opciones del menú:

Un factor, niveles >2
(datos apilados solamente)

Niveles en diferentes columnas

Dos factores, niveles >2

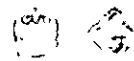
Múltiples factores y niveles
(Datos balanceados)

Múltiples factores y niveles
(Datos NO balanceados)

Balanced Anova y el General Linear Model (GLM) pueden comparar un máximo de 9 factores y 50 respuestas. GLM es la única herramienta que se puede usar para datos no balanceados

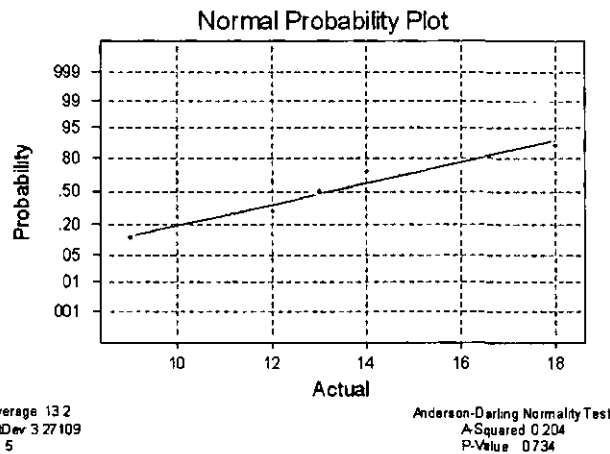
Black Belt

PASOS PARA REALIZAR EL ANOVA



1. Correr la prueba de normalidad para las tres muestras (Actual, formula A y formula B).

Stat > Basic Statistics > Normality Test

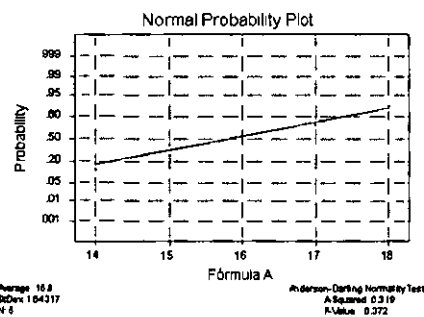
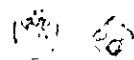


Black Belt

MÓDULO IV

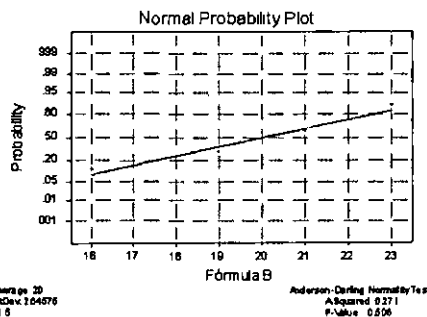
"MEJORAR"

PASOS PARA REALIZAR EL ANOVA CONT.



P Value > 0.05

¡Por lo tanto se dice que las tres muestras son normales!



Black Belt

PASOS PARA REALIZAR EL ANOVA CONT.

2. Verificar la homogeneidad de varianzas
Usar "Test For Equal Variances" para comparar varianzas.

Prueba Barlett contra
Levene... ¿Cuál usar?

Barlett →
Datos normales

Levene →
Datos no normales

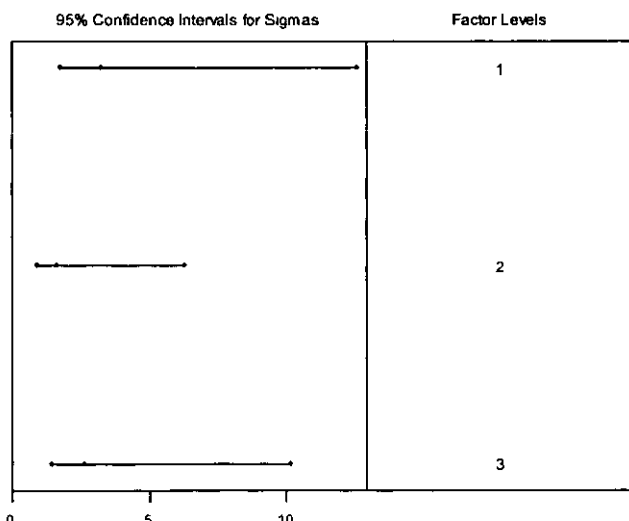
Stat > ANOVA > Test For Equal Variances

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

PASOS PARA REALIZAR EL ANOVA CONT.



Usar la prueba de Barlett para Datos Normales. Con un valor de p de 0.452 no podemos afirmar una diferencia de varianzas entre las 3 muestras del adhesivo

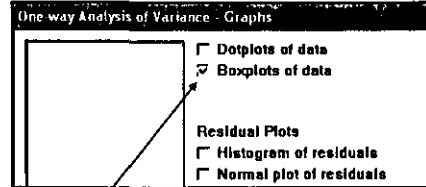
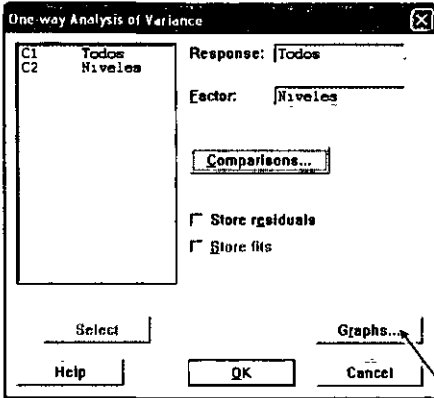
Black Belt

PASOS PARA REALIZAR EL ANOVA CONT.

3. Efectuemos el ANOVA en el ejemplo de adhesivo usando MINITAB

Stat > ANOVA > One way

(Usar *One way* de ANOVA porque solo hay un factor de "X")



La opción Graphs, producirá un Boxplot de los datos

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

LA SALIDA ANOVA DE MINITAB

Comparar el valor de p con el valor de $\alpha = 0.05$ (generalmente). Si $p < 0.05$ entonces los resultados son estadísticamente significativos

H_0 : todas las medias son iguales

H_a : Al menos una media es diferente

One-way ANOVA: Todos versus Niveles

Analysis of Variance for Todos

Source	DF	SS	MS	F	P
Niveles	2	117.73	58.87	8.66	0.005
Error	12	81.60	6.80		
Total	14	199.33			

Valor de $p < 0.05$ acepto H_a

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI Lower	CI Upper
1	5	13.200	3.271	6.500	19.900
2	5	15.800	1.643	12.500	19.100
3	5	20.000	2.646	14.700	25.300

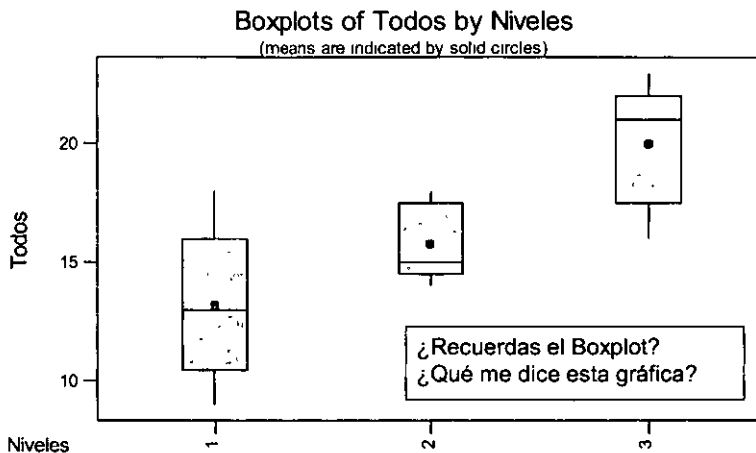
Pooled StDev = 2.608 14.0 17.5 21.0

Los intervalos de confianza representan el 95% del rango de confianza para cada una de las medias de fuerzas de adhesión de las formulas de adhesivo. Si estas se traslapan, las medias probablemente **NO** son diferentes. Si los intervalos no se traslapan, entonces los niveles de las medias **SON** estadísticamente diferentes (Siempre observa el valor de p, para estar seguros)

Black Belt

LA SALIDA ANOVA DE MINITAB CONT.

Debido a que se selecciono la opción GRAPHS, se muestra la siguiente grafica



Black Belt

MÓDULO IV

“MEJORAR”

ANOVA DE DOS VIAS

Consideremos los siguientes datos:

X1	X2	Y
Tratamiento térmico	Material	Result
A1	B1	28
A2	B1	37
A1	B2	30
A2	B2	35
A1	B3	24
A2	B3	25
A1	B4	32
A2	B4	33
A1	B1	30
A2	B1	33
A1	B2	27
A2	B2	31
A1	B3	27
A2	B3	26
A1	B4	30
A2	B4	31

ANOVA de 2 vías
Dos factores (X) con dos o mas de dos niveles

X1 con Niveles = 2
X2 con Niveles = 4

Desarrollemos el análisis siguiendo los Mismos los pasos que para la ANOVA de 1 vía:

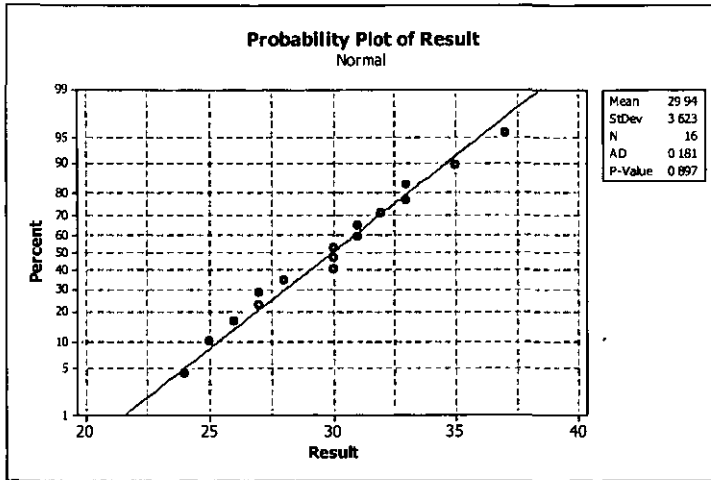
1. Prueba de Normalidad
2. Homogeneidad de Varianzas
3. ANOVA (**Stat > ANOVA > Two-Way**)

Ver Conjunto de datos en Anexo de ejercicios y tablas → Ejercicio : **2Way con replica**

Black Belt

ANOVA DE DOS VIAS CONT.

P Value = 0.897 Los datos son normales



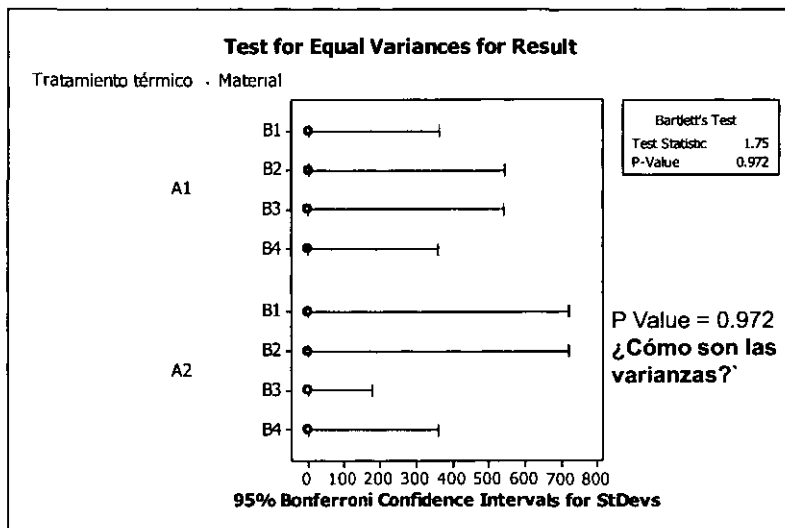
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

ANOVA DE DOS VIAS CONT.

Respuesta: Result Factores: Tratamiento térmico y Material



Black Belt

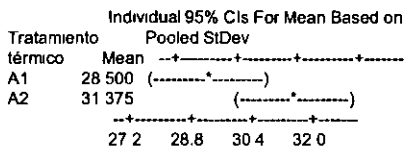
ANALISIS TWO WAY ANOVA

Two-way ANOVA: Result versus Tratamiento térmico, Material

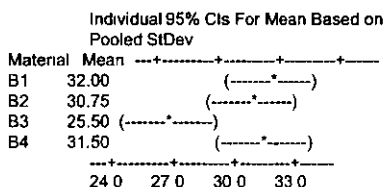
Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamiento térm	1	33.063	33.0625	8.40	0.020
Material	3	108.188	36.0625	9.16	0.006
Interaction	3	24.188	8.0625	2.05	0.186
Error	8	31.500	3.9375		
Total	15	196.938			

Dado que $P < 0.05$ se deduce que los factores tratamiento térmico y material son significantes en el resultado y su interacción no

S = 1.984 R-Sq = 84.01% R-Sq(adj) = 70.01%



Observe que la columna de Interacción aparece en la salida de sesión de Minitab



Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

ANOVA DE MULTIPLES FACTORES

Situación: Un equipo de Six Sigma tiene como meta mejorar el tiempo que requiere "El ciclo de entrada de pedido" reduciendo su promedio actual de 10.8 minutos hasta uno menor a 9.0. Esta magnitud de reducción de tiempo del ciclo mejorara la productividad global de la empresa y reducirá en gran medida los costos telefónicos. Se propusieron como las "X" potenciales que podían afectar el tiempo del ciclo de toma de pedido:

- La experiencia del empleado
- El turno
- La ubicación del centro receptor de llamadas ("Región")

La siguiente tabla representa los datos del tiempo de ciclo de las tres regiones receptoras de llamadas de la empresa

FACTOR	NIVELES	1	2	3
REGION	3	ESTE	CENTRO	OESTE
TURNOS	3	MAÑANA	TARDE	NOCHE
EXPERIENCIA	2	SIN	CON	

Black Belt

ANOVA DE MULTIPLES FACTORES CONT.

Nota: Hay 5 observaciones por combinación de factor o celda, para un total de 90 observaciones ($3 \times 3 \times 2 \times 5 = 90$) quedando la tabla de la siguiente manera:

Tiempo de ciclo	No.	Region	Turno	Experiencia	Tiempo
	1	1	1	1	14.9
	2	1	1	2	15.3
	3	1	1	3	16.2
	4	1	1	4	17.5
	5	1	1	5	13.6
	6	1	2	1	15.1
	7	1	2	2	14.1
	8	1	2	3	9.9
	9	1	2	4	13.4
	10	1	2	5	15.1
	11	1	2	1	13.9
	12	1	2	2	15.1
	13	1	2	3	14.6
	14	1	2	4	14.9
	15	1	2	5	15
	16	1	2	1	14.2
	17	1	2	2	11.9
	18	1	2	3	14.2
	19	1	2	4	13.9
	20	1	2	5	16.2
	21	1	3	1	13.7
	22	1	3	2	12.8
	23	1	3	3	14.6
	24	1	3	4	13.4
	25	1	3	5	14.7
	26	1	3	2	15.5
	27	1	3	3	14
	28	1	3	4	13.9
	29	1	3	5	15.7

Para Ver el Conjunto total de datos remitirse al Anexo de ejercicios y tablas → **Ejercicio : "Tiempo de ciclo"**

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

PRIMERO GRAFICAR LOS DATOS

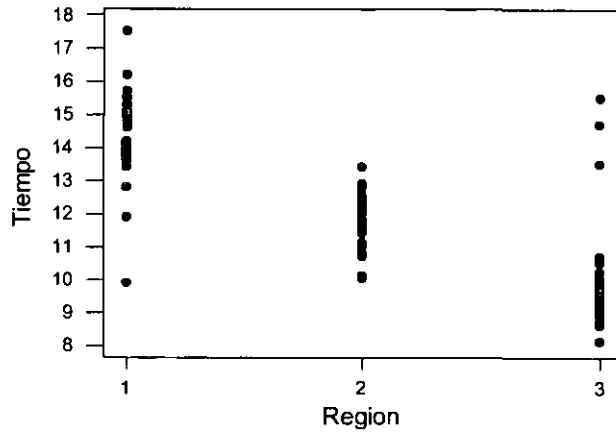
- Generar las tres graficas:
- Tiempo contra región
 - Tiempo contra turno
 - Tiempo contra experiencia

Graph>Scatter plot Simple

Presiona OK

Black Belt

PRIMERO GRAFICAR LOS DATOS CONT.



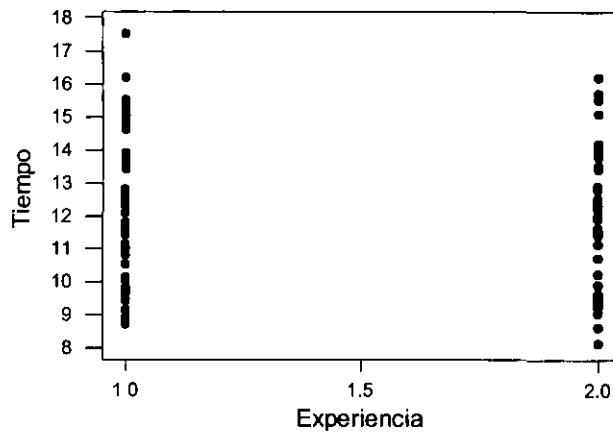
Parece que en la región ESTE (Nivel 1) tiene un tiempo de ciclo de tomar pedidos más alto que las demás operaciones

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

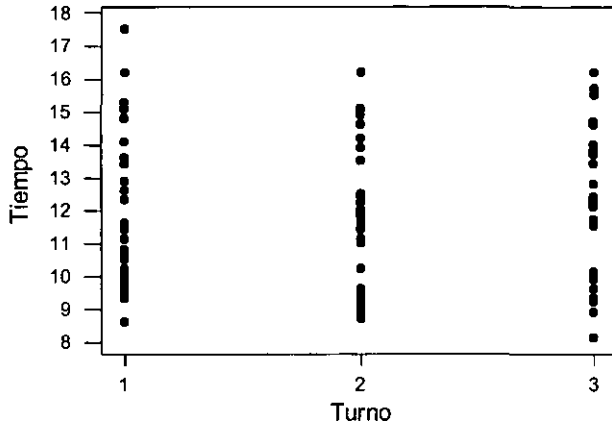
PRIMERO GRAFICAR LOS DATOS CONT.



Los empleados con más experiencia parece tener tiempos de ciclo más cortos que los recién entrenados

Black Belt

PRIMERO GRAFICAR LOS DATOS CONT.



Mientras que existe una gran variabilidad, esta parece crecer más para aquellos que trabajaron en el primer turno

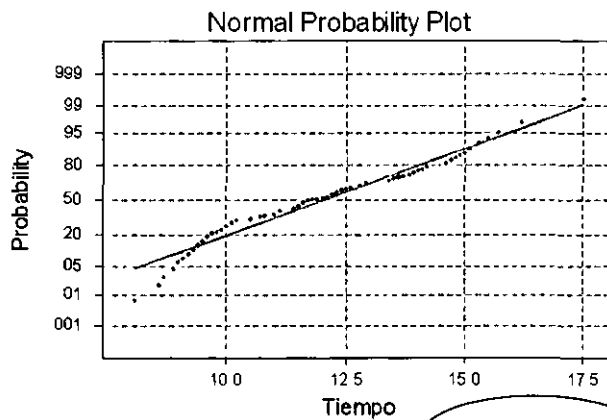
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

VERIFICAR LA NORMALIDAD

Verificar la normalidad de los ciclos de tiempo



NO SON NORMALES
P<0.05

Average 12.0556
StDev 2.27542
N 90

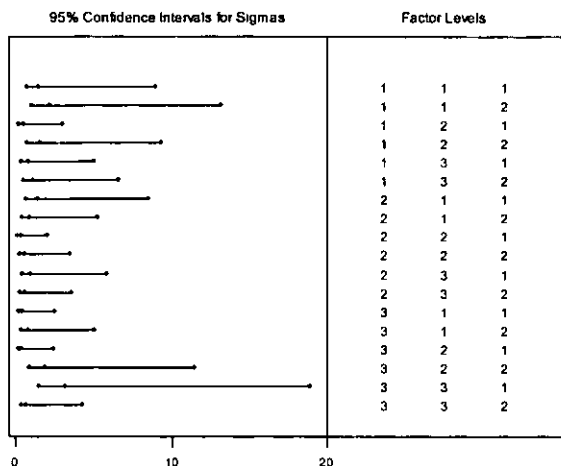
Anderson-Darling Normality Test
A-Squared 1.112
P-Value 0.006

Black Belt

VERIFICAR LA HOMOGENEIDAD

Stat>Anova>Test for Equal Variances

Respuesta: Tiempo Factores: Región, Experiencia, Turno



Bartlett's Test
Test Statistic: 49.273
P-Value : 0.000

Levene's Test
Test Statistic: 1.343
P-Value : 0.192

Ya que los datos son No-normales, usar la prueba de LEVENE. Un valor de p de 0.192, no hay evidencia de decir que las varianzas son diferentes

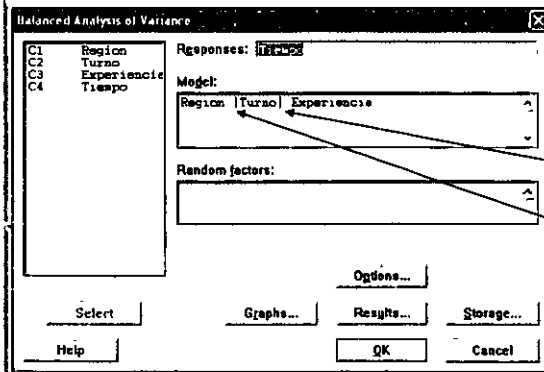
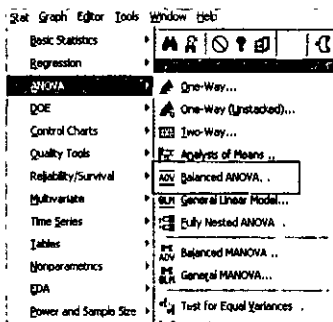
Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

EFFECTUAR EL ANÁLISIS

Stat>ANOVA>Balanced ANOVA



Para dar a conocer al Minitab que deseas incluir cada interacción de los factores de ANOVA, debes insertar "Barras" entre los factores

Black Belt

EFFECTUAR EL ANÁLISIS CONT.

Ho: El factor no afecta a la respuesta (Sin diferencia)
 Ha: El factor afecta significativamente la respuesta (Diferencia)

ANOVA: Tiempo versus Region, Turno, Experiencia

Factor	Type	Levels	Values
Region	fixed	3	1 2 3
Turno	fixed	3	1 2 3
Experien	fixed	2	1 2

Analysis of Variance for Tiempo

Source	DF	SS	MS	F	P
Region	2	302.504	151.252	90.76	0.000
Turno	2	1.676	0.838	0.50	0.607
Experien	1	1.067	1.067	0.64	0.426
Region*Turno	4	2.162	0.540	0.32	0.861
Region*Experien	2	3.698	1.849	1.11	0.335
Turno*Experien	2	4.328	2.164	1.30	0.279
Region*Turno*Exp	4	25.383	6.346	3.81	0.007
Error	72	119.984	1.666		
Total	89	460.802			

Los factores representativos tienen valores $p < 0.05$

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

¿QUÉ NOS DICE EL ANÁLISIS ANOVA?

- La X potencial es la **Región**
- La interacción de tres vías entre los factores región, experiencia y turno es estadísticamente significativa
 ¿Podría haber una diferencia en los programas de capacitación o en las políticas de contratación en algunas regiones?
- De la columna "SS" (suma de cuadrados)
- El **ERROR** en el modelo representa 119.984 de la variación total 460.802 (**26%**)
- El **ERROR** es la variación que no se puede explicar por los factores utilizados en el modelo
- **Conclusión:** Podría haber más "X" influyendo en este proceso

Black Belt

¿QUÉ PASA SI NO TIENES TODOS LOS DATOS?

- El General Linear Model (GLM) es la herramienta que debes utilizar.
- El GLM puede manejar datos "NO BALANCEADOS" → conjunto de datos con observaciones desiguales por subgrupo. Los subgrupos desiguales pueden ocurrir por elección (Un experimento diseñado) o por accidente (Puntos de datos faltantes). Esto puede ocurrir a veces cuando usas ANOVA para analizar datos históricos o de línea base.

•Los datos deben de ser de "Rango completo" (Con suficiente información para estimar todos los términos en el modelo). Pero no debes de preocuparte por esto ; Minitab te dirá si tus datos no son de rango completo ! (Si tus datos no son de rango completo, entonces necesitarás más puntos de datos)

•Veamos un ejemplo

¿Por que los datos no están balanceados?
Por que hay números desiguales de observaciones por celda

	TEMP=10	TEMP=16
OXIGENO=2	n =3	n =3
OXIGENO=6	n =3	n =2
OXIGENO=10	n =1	n =3

Black Belt

EJEMPLO GENERAL LINEAR MODEL (GLM)

Aquí esta el conjunto de datos, observar los faltantes:

- ROT es una variable de respuesta continua que está en función del oxígeno y temperatura
- Temperatura esta representada por dos niveles : 10 y 16
- Oxígeno tiene 3 niveles: 2, 6 y 10

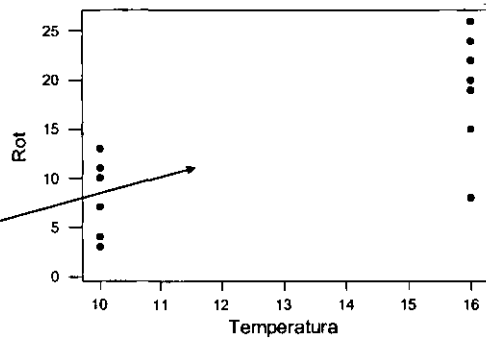
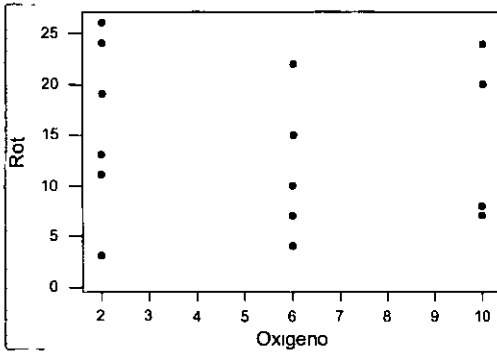
Temperatura	Oxigeno	Rot
10	2	13
10	2	11
10	2	3
10	6	10
10	6	4
10	6	7
10	10	7
10	10	
10	10	
16	2	26
16	2	19
16	2	24
16	6	15
16	6	
16	6	22
16	10	20
16	10	24
16	10	8

Observe los datos de respuesta faltantes

Ver conjunto de datos en Anexo de ejercicios y tablas →
Ejercicio : "Rot"

Black Belt

LAS GRÁFICAS



Se puede observar una relación entre ROT y TEMP

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

EL ANÁLISIS GLM...

Stat > ANOVA > General Linear Model

No se te olvide agregar barras, para asumir interacciones

Black Belt

VENTANA DE SESIÓN

General Linear Model: Rot versus Temperatura, Oxígeno

Factor	Type	Levels	Values
Temperat	fixed	2	10 16
Oxígeno	fixed	3	2 6 10

Analysis of Variance for Rot, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Temperat	1	528.04	453.19	453.19	15.50	0.003
Oxígeno	2	51.19	41.57	20.78	0.71	0.517
Temperat*Oxígeno	2	8.00	8.00	4.00	0.14	0.874
Error	9	263.17	263.17	29.24		
Total	14	850.40				

Unusual Observations for Rot

Obs	Rot	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
7	7.0000	7.0000	5.4075	0.0000	* X
18	8.0000	17.3333	3.1220	-9.3333	-2.11R

R denotes an observation with a large standardized residual.
X denotes an observation whose X value gives it large influence.

Black Belt

INTERPRETACIÓN

Observa los valores p para los factores significativos

- Temperatura es significativa. $p < 0.05$
 - No significativos: Oxígeno y la interacción
 - El término de error es grande respecto al total de SS.
- Posiblemente debes de buscar mas "X"

Notas: La observación 7 esta señalada porque tiene un valor indefinido para el residual estándar (error). Esto se debe a que hay un valor para Temperatura= 10 y Oxígeno =10, así que el valor ajustado es igual al valor observado

La observación 18 esta señalada por que tiene un residual de error muy grande

Black Belt

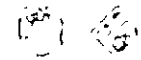
¡PRECAUCIÓN!

CONOZCA LAS LIMITACIONES DEL MODELO ANOVA

En estos ejemplos hemos usado ANOVA para seleccionar mediante eliminación las potenciales pocas "X" vitales, basándonos en los datos históricos o de línea base fijados (Datos pasivos)

Esto no prueba que estas "X" son vitales

Se utiliza DOE (Diseño de Experimentos) para probar que las "X" verdaderamente son vitales



Black Belt

Regresión Múltiple

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Regresión Múltiple

Propósito

Medir la relación entre variable Resultado y dos o más variables Causa

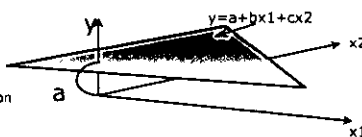
$$\text{Resultado } y = a + (\text{Causa 1})b + (\text{Causa 2})c + \dots + \text{Causa } p$$

La regresión múltiple trae la sig. ecuación

$$y = a + bx_1 + cx_2 + \dots + zxp$$

Meanings

- y = Resultado
- x1 - xp = Causas
- a = Segmento
- b-z = Coeficiente de regresion



Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Pasos para conducir análisis

Paso	Ilustración																																																																		
REcolectar Datos <ul style="list-style-type: none"> El set de datos no debe exceder a (numero de factores + 20) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mansion #</th> <th>Price</th> <th>Occupancy</th> <th>Balcony</th> <th>Year</th> <th># of rooms</th> <th>Floor</th> <th>Total Floor</th> <th>Bus (min)</th> <th>Pool (min)</th> <th>Expense</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2,680</td> <td>72.6</td> <td>13.29</td> <td>83</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>6</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3,180</td> <td>82.3</td> <td>8.88</td> <td>89</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>14</td> <td>18</td> <td>2</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2,980</td> <td>71.8</td> <td>10.41</td> <td>83</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>6</td> <td>13.7</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1,490</td> <td>53.17</td> <td>4.5</td> <td>66</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>8</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1,980</td> <td>54.8</td> <td>14.69</td> <td>77</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>8</td> <td>12.5</td> <td>2</td> <td>12.5</td> </tr> </tbody> </table>	Mansion #	Price	Occupancy	Balcony	Year	# of rooms	Floor	Total Floor	Bus (min)	Pool (min)	Expense	1	2,680	72.6	13.29	83	6	2	12	18	6	18	2	3,180	82.3	8.88	89	7	4	14	18	2	20	3	2,980	71.8	10.41	83	6	4	5	10	6	13.7	4	1,490	53.17	4.5	66	4	3	4	0	8	17	5	1,980	54.8	14.69	77	5	3	8	12.5	2	12.5
Mansion #	Price	Occupancy	Balcony	Year	# of rooms	Floor	Total Floor	Bus (min)	Pool (min)	Expense																																																									
1	2,680	72.6	13.29	83	6	2	12	18	6	18																																																									
2	3,180	82.3	8.88	89	7	4	14	18	2	20																																																									
3	2,980	71.8	10.41	83	6	4	5	10	6	13.7																																																									
4	1,490	53.17	4.5	66	4	3	4	0	8	17																																																									
5	1,980	54.8	14.69	77	5	3	8	12.5	2	12.5																																																									
Conducir análisis preliminar Gráfico	<p>[Minitab] <<Graph>> >><<Matrix Plot>></p>																																																																		

Black Belt

Pasos para conducir análisis

STEPS	ILLUSTRATIONS																																																																																																																																																																											
<p>Checar correlación entre factores (multi-colinearidad)</p> <p>Si el coeficiente de correlación es sobre 0.9, borrar una de las variables</p>	<p>[Minitab] <<Stat >> >> <<Basic Statistics>> >> <<Correlation >></p> <p>Correlations: Price, Area, balcony, Years, No. of Room, Floor, Total Floor, Bus,</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Price</th> <th>Area</th> <th>balcony</th> <th>Years</th> <th>No. of R</th> <th>Floor</th> <th>Total Fl</th> <th>Bus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Area</td> <td>0.837</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>balcony</td> <td>0.547</td> <td>0.510</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Years</td> <td>0.503</td> <td>0.404</td> <td>0.083</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. of R</td> <td>0.001</td> <td>0.008</td> <td>0.600</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Floor</td> <td>0.749</td> <td>0.761</td> <td>0.529</td> <td>0.273</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total Fl</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.081</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bus</td> <td>0.298</td> <td>0.422</td> <td>0.117</td> <td>0.210</td> <td>0.438</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>On Foot</td> <td>0.056</td> <td>0.005</td> <td>0.460</td> <td>0.182</td> <td>0.004</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mngt. Co</td> <td>0.247</td> <td>0.355</td> <td>0.174</td> <td>0.190</td> <td>0.612</td> <td>0.520</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mngt. Co On Foot</td> <td>0.115</td> <td>0.021</td> <td>0.270</td> <td>0.228</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mngt. Co</td> <td>0.525</td> <td>0.559</td> <td>0.341</td> <td>0.265</td> <td>0.681</td> <td>0.318</td> <td>0.454</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.027</td> <td>0.089</td> <td>0.000</td> <td>0.040</td> <td>0.003</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>-0.504</td> <td>-0.475</td> <td>-0.401</td> <td>0.065</td> <td>-0.680</td> <td>-0.248</td> <td>-0.364</td> <td>-0.672</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.001</td> <td>0.001</td> <td>0.009</td> <td>0.682</td> <td>0.000</td> <td>0.113</td> <td>0.018</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.009</td> <td>-0.091</td> <td>-0.180</td> <td>0.222</td> <td>-0.023</td> <td>0.186</td> <td>0.381</td> <td>-0.148</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.957</td> <td>0.567</td> <td>0.253</td> <td>0.158</td> <td>0.888</td> <td>0.238</td> <td>0.013</td> <td>0.348</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.246</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.116</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Price	Area	balcony	Years	No. of R	Floor	Total Fl	Bus	Area	0.837								balcony	0.547	0.510							Years	0.503	0.404	0.083						No. of R	0.001	0.008	0.600						Floor	0.749	0.761	0.529	0.273					Total Fl	0.000	0.000	0.000	0.081					Bus	0.298	0.422	0.117	0.210	0.438				On Foot	0.056	0.005	0.460	0.182	0.004				Mngt. Co	0.247	0.355	0.174	0.190	0.612	0.520			Mngt. Co On Foot	0.115	0.021	0.270	0.228	0.000	0.000			Mngt. Co	0.525	0.559	0.341	0.265	0.681	0.318	0.454			0.000	0.000	0.027	0.089	0.000	0.040	0.003			-0.504	-0.475	-0.401	0.065	-0.680	-0.248	-0.364	-0.672		0.001	0.001	0.009	0.682	0.000	0.113	0.018	0.000		0.009	-0.091	-0.180	0.222	-0.023	0.186	0.381	-0.148		0.957	0.567	0.253	0.158	0.888	0.238	0.013	0.348		0.246									0.116							
	Price	Area	balcony	Years	No. of R	Floor	Total Fl	Bus																																																																																																																																																																				
Area	0.837																																																																																																																																																																											
balcony	0.547	0.510																																																																																																																																																																										
Years	0.503	0.404	0.083																																																																																																																																																																									
No. of R	0.001	0.008	0.600																																																																																																																																																																									
Floor	0.749	0.761	0.529	0.273																																																																																																																																																																								
Total Fl	0.000	0.000	0.000	0.081																																																																																																																																																																								
Bus	0.298	0.422	0.117	0.210	0.438																																																																																																																																																																							
On Foot	0.056	0.005	0.460	0.182	0.004																																																																																																																																																																							
Mngt. Co	0.247	0.355	0.174	0.190	0.612	0.520																																																																																																																																																																						
Mngt. Co On Foot	0.115	0.021	0.270	0.228	0.000	0.000																																																																																																																																																																						
Mngt. Co	0.525	0.559	0.341	0.265	0.681	0.318	0.454																																																																																																																																																																					
	0.000	0.000	0.027	0.089	0.000	0.040	0.003																																																																																																																																																																					
	-0.504	-0.475	-0.401	0.065	-0.680	-0.248	-0.364	-0.672																																																																																																																																																																				
	0.001	0.001	0.009	0.682	0.000	0.113	0.018	0.000																																																																																																																																																																				
	0.009	-0.091	-0.180	0.222	-0.023	0.186	0.381	-0.148																																																																																																																																																																				
	0.957	0.567	0.253	0.158	0.888	0.238	0.013	0.348																																																																																																																																																																				
	0.246																																																																																																																																																																											
	0.116																																																																																																																																																																											

Black Belt

MÓDULO IV

"MEJORAR"

Pasos para conducir análisis

Pasos	Ilustración																																																																																																																																																																																																																																																																								
<p>Seleccionar factores que afectan el resultado</p>	<p>[Minitab] <<Stat >> >> <<Regression>> >> <<Stepwise>></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Step</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Constant</td> <td>-214.6</td> <td>-1640.2</td> <td>-1318.4</td> <td>-1437.6</td> <td>-1460.8</td> <td>-1754.5</td> <td>-2242.1</td> </tr> <tr> <td>Area</td> <td>42.1</td> <td>38.1</td> <td>31.3</td> <td>27.6</td> <td>28.5</td> <td>36.0</td> <td>22.9</td> </tr> <tr> <td>T-Value</td> <td>9.58</td> <td>9.38</td> <td>9.10</td> <td>5.97</td> <td>9.31</td> <td>9.85</td> <td>2.90</td> </tr> <tr> <td>P-Value</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>balcony</td> <td></td> <td>18.5</td> <td>25.0</td> <td>26.4</td> <td>28.1</td> <td>25.0</td> <td>22.9</td> </tr> <tr> <td>T-Value</td> <td></td> <td>2.17</td> <td>2.96</td> <td>3.21</td> <td>3.44</td> <td>3.18</td> <td>2.90</td> </tr> <tr> <td>P-Value</td> <td></td> <td>0.036</td> <td>0.005</td> <td>0.003</td> <td>0.001</td> <td>0.003</td> <td>0.004</td> </tr> <tr> <td>Years</td> <td></td> <td></td> <td>-33</td> <td>-28</td> <td>-34</td> <td>-43</td> <td>-28</td> </tr> <tr> <td>T-Value</td> <td></td> <td></td> <td>-2.42</td> <td>-2.14</td> <td>-2.51</td> <td>-3.20</td> <td>-1.88</td> </tr> <tr> <td>P-Value</td> <td></td> <td></td> <td>0.021</td> <td>0.039</td> <td>0.017</td> <td>0.003</td> <td>0.074</td> </tr> <tr> <td>No. of R</td> <td></td> <td></td> <td>23</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>T-Value</td> <td></td> <td></td> <td>1.85</td> <td>1.88</td> <td>2.88</td> <td>2.88</td> <td>1.56</td> </tr> <tr> <td>P-Value</td> <td></td> <td></td> <td>0.072</td> <td>0.080</td> <td>0.045</td> <td>0.045</td> <td>0.128</td> </tr> <tr> <td>Floor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-17</td> <td>-32</td> <td></td> <td>-8</td> </tr> <tr> <td>T-Value</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-1.51</td> <td>-2.52</td> <td></td> <td>-0.28</td> </tr> <tr> <td>P-Value</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.140</td> <td>0.016</td> <td></td> <td>0.781</td> </tr> <tr> <td>Total Fl</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>35</td> <td></td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>T-Value</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.25</td> <td></td> <td>2.52</td> </tr> <tr> <td>P-Value</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.031</td> <td></td> <td>0.017</td> </tr> <tr> <td>Bus</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>209</td> <td>208</td> </tr> <tr> <td>T-Value</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.08</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>P-Value</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.038</td> <td>0.038</td> </tr> <tr> <td>On Foot</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>208</td> </tr> <tr> <td>T-Value</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>P-Value</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.038</td> </tr> <tr> <td>Mngt. Co</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>208</td> </tr> <tr> <td>T-Value</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>P-Value</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.038</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>274</td> <td>358</td> <td>337</td> <td>327</td> <td>322</td> <td>305</td> <td>288</td> </tr> <tr> <td>R-Sq</td> <td>78.08</td> <td>73.22</td> <td>78.87</td> <td>78.83</td> <td>80.08</td> <td>82.61</td> <td>82.22</td> </tr> <tr> <td>R-Sq(Adj)</td> <td>69.34</td> <td>71.95</td> <td>75.04</td> <td>76.54</td> <td>77.32</td> <td>79.43</td> <td>82.22</td> </tr> <tr> <td>C-p</td> <td>27.5</td> <td>22.4</td> <td>16.6</td> <td>14.3</td> <td>13.6</td> <td>10.1</td> <td>6.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Factores seleccionados (Paso 4)</p> <p>Desviación estándar</p> <p>Rate de contribución >80%</p>	Step	1	2	3	4	5	6	7	Constant	-214.6	-1640.2	-1318.4	-1437.6	-1460.8	-1754.5	-2242.1	Area	42.1	38.1	31.3	27.6	28.5	36.0	22.9	T-Value	9.58	9.38	9.10	5.97	9.31	9.85	2.90	P-Value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	balcony		18.5	25.0	26.4	28.1	25.0	22.9	T-Value		2.17	2.96	3.21	3.44	3.18	2.90	P-Value		0.036	0.005	0.003	0.001	0.003	0.004	Years			-33	-28	-34	-43	-28	T-Value			-2.42	-2.14	-2.51	-3.20	-1.88	P-Value			0.021	0.039	0.017	0.003	0.074	No. of R			23	22	25	25	18	T-Value			1.85	1.88	2.88	2.88	1.56	P-Value			0.072	0.080	0.045	0.045	0.128	Floor				-17	-32		-8	T-Value				-1.51	-2.52		-0.28	P-Value				0.140	0.016		0.781	Total Fl					35		34	T-Value					2.25		2.52	P-Value					0.031		0.017	Bus						209	208	T-Value						2.08	2.08	P-Value						0.038	0.038	On Foot							208	T-Value							2.08	P-Value							0.038	Mngt. Co							208	T-Value							2.08	P-Value							0.038	S	274	358	337	327	322	305	288	R-Sq	78.08	73.22	78.87	78.83	80.08	82.61	82.22	R-Sq(Adj)	69.34	71.95	75.04	76.54	77.32	79.43	82.22	C-p	27.5	22.4	16.6	14.3	13.6	10.1	6.3
Step		1	2	3	4	5	6	7																																																																																																																																																																																																																																																																	
Constant	-214.6	-1640.2	-1318.4	-1437.6	-1460.8	-1754.5	-2242.1																																																																																																																																																																																																																																																																		
Area	42.1	38.1	31.3	27.6	28.5	36.0	22.9																																																																																																																																																																																																																																																																		
T-Value	9.58	9.38	9.10	5.97	9.31	9.85	2.90																																																																																																																																																																																																																																																																		
P-Value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000																																																																																																																																																																																																																																																																		
balcony		18.5	25.0	26.4	28.1	25.0	22.9																																																																																																																																																																																																																																																																		
T-Value		2.17	2.96	3.21	3.44	3.18	2.90																																																																																																																																																																																																																																																																		
P-Value		0.036	0.005	0.003	0.001	0.003	0.004																																																																																																																																																																																																																																																																		
Years			-33	-28	-34	-43	-28																																																																																																																																																																																																																																																																		
T-Value			-2.42	-2.14	-2.51	-3.20	-1.88																																																																																																																																																																																																																																																																		
P-Value			0.021	0.039	0.017	0.003	0.074																																																																																																																																																																																																																																																																		
No. of R			23	22	25	25	18																																																																																																																																																																																																																																																																		
T-Value			1.85	1.88	2.88	2.88	1.56																																																																																																																																																																																																																																																																		
P-Value			0.072	0.080	0.045	0.045	0.128																																																																																																																																																																																																																																																																		
Floor				-17	-32		-8																																																																																																																																																																																																																																																																		
T-Value				-1.51	-2.52		-0.28																																																																																																																																																																																																																																																																		
P-Value				0.140	0.016		0.781																																																																																																																																																																																																																																																																		
Total Fl					35		34																																																																																																																																																																																																																																																																		
T-Value					2.25		2.52																																																																																																																																																																																																																																																																		
P-Value					0.031		0.017																																																																																																																																																																																																																																																																		
Bus						209	208																																																																																																																																																																																																																																																																		
T-Value						2.08	2.08																																																																																																																																																																																																																																																																		
P-Value						0.038	0.038																																																																																																																																																																																																																																																																		
On Foot							208																																																																																																																																																																																																																																																																		
T-Value							2.08																																																																																																																																																																																																																																																																		
P-Value							0.038																																																																																																																																																																																																																																																																		
Mngt. Co							208																																																																																																																																																																																																																																																																		
T-Value							2.08																																																																																																																																																																																																																																																																		
P-Value							0.038																																																																																																																																																																																																																																																																		
S	274	358	337	327	322	305	288																																																																																																																																																																																																																																																																		
R-Sq	78.08	73.22	78.87	78.83	80.08	82.61	82.22																																																																																																																																																																																																																																																																		
R-Sq(Adj)	69.34	71.95	75.04	76.54	77.32	79.43	82.22																																																																																																																																																																																																																																																																		
C-p	27.5	22.4	16.6	14.3	13.6	10.1	6.3																																																																																																																																																																																																																																																																		
<p>Obtener ecuación de regresión</p>	<p>La ecuación de regresión : Price = - 2496 + 22.6 Area + 17.7 balcony + 22.9 Years + 260 No. of Room - 48.5 Total Floor - 26.5 On Foot + 36.1 Mngt Cost</p>																																																																																																																																																																																																																																																																								

Black Belt