

ANEXO 1

LOS 40 PRINCIPIOS INVENTIVOS

Principio 1. Segmentación

A. Dividir un objeto en partes independientes.

- Reemplazar un sistema informático grande por computadoras personales.
- Reemplazar un camión grande por un camión y un remolque.
- Usar una estructura de trabajo desensamblada para un proyecto grande.

B. Hacer un objeto fácil de desmontar.

- Un mobiliario Modular
- Acoplamiento rápido para conexiones.

C. Incrementar el grado de fragmentación o segmentación.

- Reemplazar las ventanas sólidas con persianas venecianas.
- Usar metal en polvo para soldar en vez de usar el metal en varilla o lámina para mejorar la penetración.
- Hacer uso del agua en forma de niebla en vez de gotas para extinguir fuegos.

Principio 2. Extracción

A. Extraer (remover o separar) una porción que interfiere o perturba o propiedades.

- Ubicar un compresor ruidoso fuera del edificio dónde se usa aire comprimido.
- Usar fibras ópticas para separar la fuente de la luz caliente desde donde se produce la misma hasta dónde la luz se necesita.
- Usar una grabación del ladrido de un perro, sin el perro, como una alarma contra ladrones.
- Imitar la excitación de un ave de rapiña grabada para ahuyentar aves en aeropuertos.
- Educación a distancia, en donde el profesor no está presente, pero sí sus enseñanzas (texto, grabación, etc.).

Principio 3. Calidad Local

A. Cambiar una estructura del objeto desde una uniforme a una no uniforme, cambiar un ambiente externo (o la influencia externa) desde uno uniforme a uno no uniforme.

- Usar un gradiente de temperatura, densidad, o de presión, en lugar de temperatura, densidad o presión constantes.
- Para combatir el polvo en las minas de carbón, se aplica una llovizna fina de agua en forma cónica a las partes activas de la máquina de taladrar y de cargar. Las gotas más pequeñas, tienen mayor efecto para combatir el polvo, la llovizna fina impide el trabajo. La solución es desarrollar una capa de llovizna más gruesa alrededor del cono de la llovizna fina.
- Lápiz y goma de borrar en una unidad.

18

B. Hacer que cada una de las partes de una función del objeto sea en las condiciones más conveniente, mejor para su funcionamiento.

- Bandeja porta alimentos con compartimientos especiales para las comidas sólidas calientes y frías y para los líquidos

C. Hacer que cada parte de un objeto ejecute una función diferente y útil.

- Lápiz con la goma de borrar

- Martillo con uña extractora de clavos.

- herramienta multifunción que descama el pez, actúa como alicates, destripador, destornillador plano, destornillador de Phillips, juego de manicura, etc.

Principio 4. Asimetría

A. Cambiar la forma de un objeto de simétrico a asimétrico.

- Tanque de mezclados asimétricos mejoran el mezclado o también las paletas asimétricas en los recipientes simétricos mejoran la mezcla (camiones de cemento, mezcladores de pastelería, batidoras).

- Fresado plano en una punta de un eje para sujetar una perilla con un tornillo.

B. Si un objeto es asimétrico, aumente su grado de asimetría.

- Cambiar de un O-ring de sección circular a uno oval para mejorar el sellado.

- Usar ópticas astigmáticas para fusionar los colores.

- Incrementando asimetría en la forma del pistón del motor (Reanult Megane y el Mitsubishi GDI)

Principio 5. Unión

A. Unir (consolidar) objetos idénticos o similares para ejecutar funcionamientos paralelos.

- Computadoras personales en red.

- Paletas de un sistema de ventilación.

- Chips electrónicos montados sobre ambos lados de un circuito impreso o sub-ensamblado.

- Interfase entre hardware con cables en paralelo.

B. Hacer operaciones contiguas o paralelas, traerlos juntos en el tiempo

- Enlazar las partes de una persiana veneciana.

- Instrumentos de diagnóstico médicos que analizan muchos parámetros de la sangre simultáneamente.

- Cortadora de césped con embolsa pasto.

Principio 6. Universalidad (multifuncionalidad)

A. Hacer que un producto u objeto realice múltiples funciones, elimine la necesidad de otras partes.

- Empleo de un cepillo de dientes que contiene pasta dentífrica.

- Asiento de seguridad en automóviles para niños que se convierte en andador.

- Cortadora de césped y abonadora (se demuestra ambos Principios 5 y 6).

- Un comunicador Nokia combina teléfono, fax, internet y otras en un solo dispositivo.

- Diseños de motor que combina el volante, alternador y arranque en un solo componente (Opel, Toyota, etc.).

Principio 7. Anidamiento

A. Ubicar un objeto dentro de otro; colocar cada objeto, dentro de otro.

- Muñecas rusas

- Antena telescópica.
- Sistema de audio portátil (el micrófono encaja dentro del transmisor que encaja dentro del amplificador).
- Caña de pesca telescópica.

B. Hacer que una parte pase a través de una cavidad en el otro.

- Antena de radio extensible.
- Puntero extensible.
- Lente Zoom.
- Mecanismo de retractación de cinturón de seguridad para vehículos.
- Tren de aterrizaje del avión que se guarda dentro del fuselaje (también demuestra Principio 15, Dinamismo).
- Asientos apilables.

Principio 8. Anti-peso

A. Para compensar por el peso de un objeto, fusiónelo con otros objetos que proporcione elevación.

- Inyectar agente espumante dentro de un bulto de leños, para aumentar su flotabilidad.
- Usar globo de helio para apoyar las señales de publicidad.

B. Para compensar por el peso de un objeto, hacerlo interactuar actuar recíprocamente con el ambiente (por ejemplo el uso aerodinámico, hidrodinámico, flotación y otras fuerzas).

- La forma de las alas del avión reduce la densidad del aire por encima del ala y por debajo la aumenta, para crear elevación. (Esto también demuestra Principio 4, Asimetría.)
- Los vórtices mejoran el alzamiento de las alas del avión.
- Las aletas hidrodinámicas elevan la nave fuera del agua para reducir el arrastre.
- Un alerón trasero de un auto de carrera incrementa la presión del auto al piso.
- Aplicar sopapas a los objetos.

Principio 9. Anti-acción Preliminar

A. Acción con efectos útiles y efectos secundarios nocivos, los cuales deben contrarrestar con anti-acciones para controlar los efectos nocivos.

- El tampón (solución reguladora) de una solución para prevenir el daño de pH extremos.
- Acumulador neumático para lubricar el motor antes del arranque. Comparar con un calentador para calentamiento preliminar del motor antes del arranque.

B. Ordene los objetos de tal manera que puedan entrar en acción sin pérdidas de tiempo esperando la acción (y de la posición más conveniente).

- Barras pretensadas antes de verter el hormigón.
- Enmascarar algo antes de una exposición dañina: Usar un delantal de plomo en las partes del cuerpo no exponiéndose a los rayos X.
- Usar cinta de enmascarar para proteger la parte de un objeto a pintar.

Principio 10. Acción preliminar

A. Ejecutar antes de que se necesite los cambios requeridos de un objeto (totalmente o parcialmente).

- Aplicar adhesivo para el papel de la pared.

-Esterilizar todos los instrumentos necesarios para un procedimiento quirúrgico en una bandeja sellada.

B. Objetos pre-arreglados tales que ellos puedan venir en acción desde los lugares más conveniente y sin pérdida de tiempo para su entrega.

-Los arreglos de Kanban en una fábrica Just-in-Time.

-Celda de manufactura flexible.

-Partes pre-cortadas para la construcción de casas de maderas.

Principio 11. Amortiguación de antemano.

A. Preparar medio de emergencia de antemano a compensar la baja confiabilidad de un objeto.

-Paracaídas de seguridad o segundo paracaídas.

-Sistema de aire alternativo para instrumentos de aviación.

-Válvula de explosión en calderas.

-Mercadería magnetizada para evitar los robos.

Principio 12. Equipotencialidad

A. En un campo potencial, cambios de posición de límite (por ejemplo el cambio condiciones que opera para eliminar la necesidad de levantar o bajar objetos en un campo de gravedad).

-Sistema de entrega de partes de carga en una fábrica.

-Sistema de esclusas en un cauce entre 2 cuerpos de agua (el Canal de Panamá)

-Sistemas de mando de una planta automovilística que trae todas las herramientas a la posición correcta (también demuestra Principio 10, Acción Preliminar)

Principio 13. Inversión

A. Invertir la acción resuelve el problema (por ejemplo en lugar de refrescar un objeto, caliéntelo).

-Para liberar partes atascadas, enfriar la parte interna en lugar de calentar la parte exterior. Esto se puede usar cuando un vidrio esmerilado macho se atasca con otro hembra.

-Traer la montaña a Mahoma, en lugar de traer a Mahoma a la montaña.

B. Hacer que las partes móviles queden fijas, y las fijas en móviles.

-Rotar la parte en lugar de la herramienta.

-Piso móvil con las personas en pie (escalera mecánica).

-Cinta de correr en vez de caminar o correr en el lugar.

-Agitador magnético en donde el uso es la parte que produce la agitación de la masa.

-Motor eléctrico en donde el rotor es fijo y el estator es móvil (Nipón Otis).

C. Rotar el objeto (o proceso) 'al revés.'

-Tornar un ensamble de arriba hacia abajo para inserciones rápidas (especialmente tornillos).

-Vaciar cargas invirtiendo el contenedor (buques o trenes).

-Rompehielos que utiliza el cabeceo de la popa en vez de hacer uso de la proa.

Principio 14. Esfericidad

A. En lugar de usar partes rectilíneas, superficies, o formas, usar una curvilínea; mover desde superficies planas a uno esféricos; desde partes formadas como un cubo (el paralelepípedo) a las estructuras de forma esferoidal.

-Usar arcos y domos para resistencia en arquitectura.

- Forma de banana en teléfono celular.

B. Usar rodillos, esferas, espirales y domos.

- Engranaje helicoidal que produce una resistencia por contacto continuo en un levantamiento de pesos.

- Bolígrafos y plumas con punto de rodillo para la distribución de tinta.

C. Ir desde un movimiento lineal a uno rotatorio, usar fuerzas centrífugas.

- Producir el movimiento lineal del cursor en la pantalla de la computadora usando un mouse o un trackball.

- Reemplazar el secado de ropa a rodillo, que retuerce a la ropa para quitar el agua de la ropa por el centrifugado de la misma.

- Usar dispositivos de ruedas esféricas en lugar de ruedas cilíndricas para mover el mobiliario.

-Parrilla espiedo en cambio de parrilla fija movable.

D. Utilizar una fuerza centrífuga

-Uso de fuerza centrífuga, ejemplo: en Ing. Química, el empleo de máquinas centrífugas para separar los distintos componentes de mezclas líquidas que tienen diferentes densidades.

-Ruleta para lechuga - utiliza fuerza centrífuga para eliminar el agua de las hojas después del lavado.

Principio 15. Dinamismo

A. Permitir (o diseñar) las características de un objeto, ambientes externos, o procesos a modificar para ser óptimo o para encontrar una condición de operación óptima.

- Volante ajustable o asientos ajustables, posición del espejo, etc.

- Semáforo cambia en dependencia del estado del tiempo y de la intensidad del tráfico.

B. Dividir un objeto en partes capaces de un movimiento relativo para cada una de las otras.

-Teclado de computadora de "mariposa", (también demuestra Principio 7, anidar).

C. Si un objeto (o proceso) es rígido o inflexible, hágalo movable o adaptable.

-Boroscopio flexible para los artefactos examinadores.

-Sigmoidoscopio flexible para el examen médico.

-Cambio de tracción en los vehículos.

Principio 16. Acciones parciales o excesivas

A. Si el 100 por ciento de un objeto es difícil de lograr usando un método de solución dado, entonces usar 'ligeramente menos' o 'ligeramente más' del mismo método, el problema puede ser considerablemente más fácil resolver.

-Sobre-rocado al pintar, quitar el exceso, por ejemplo usando una plantilla, el exceso de pintura queda en la misma (ésta es una aplicación de Principio 3, Calidad Local y Principio 9, el anti-acción Preliminar).

-Un cilindro es pintado por inmersión en pintura líquida, pero contiene más pintura que lo deseado. El Exceso de pintura es luego retirado rápidamente rotando el cilindro.

- Para obtener una descarga uniforme de un polvo metálico desde un depósito, la tolva tiene un embudo interno especial la que es continuamente sobrellenado para proveer presión casi constante.

- Embalajes previamente troquelados son más fáciles de abrir.

Principio 17. Transición hacia otra dimensión (cambio dimensional).

A. para mover un objeto en un espacio bidimensional o tridimensional.

- Mouse infrarrojo para las computadoras puede trabajar en tres dimensiones, una más que en el caso de los mouse tradicionales.

- Herramienta de corte de varios ejes, puede ser posicionada en donde se las necesite.

- Usar un arreglo multicapa, en cambio de una sola capa.

- Compactera de 6 CD para aumentar el espacio musical y la variedad.

- Microprocesadores montados en ambos lados de la placa impresa.

C. Inclinar o re-orientar el objeto, póngalo en su lado.

- Camión volcador.

- Colector solar inclinado, celda solar con superficies inclinadas.

D. Usar 'otro lateral' de un área dada.

- Almacenar circuito híbrido microelectrónico para mejorar la densidad.

Principio 18. Vibración mecánica

A. Provocar un objeto para oscilar o vibrar.

-Cuchillo de entalladura eléctrico de hojas vibratorias.

-Caladora eléctrica.

B. Aumentar su frecuencia (incluso hasta ultrasonido).

-Distribuir polvo con vibración.

C. Usar la frecuencia resonante de un objeto.

-Destruir piedras de bilis o el riñón desmenuzándolas mediante resonancia ultrasónica.

D. Usar vibradores piezoeléctricos en lugar de mecánicos.

- Oscilaciones del cristal de cuarzo para relojes de gran exactitud.

E. Uso combinado de oscilaciones de campos ultrasónicos y electromagnéticos.

- Mezclar aleaciones en un horno de inducción.

-Filtración electroacústica puede ser incrementada su eficiencia entre siete y diez veces.

Principio 19. Acciones periódicas

A. En lugar de la acción continua, usar acción periódica o pulsante.

- Golpear repetidamente con un martillo alguna cosa.

- Reemplazar una sirena continua con un sonido pulsátil.

- Cambiar carácter de manufactura pequeños, serie orientada al cliente, en cambio de una gran serie.

B. Si una acción ya es periódica, cambiar la magnitud de la frecuencia periódica.

- Usar modulación de Frecuencia para llevar la información, en lugar de alfabeto Morse.

- Reemplazar una sirena continua con sonido que cambia de amplitud y frecuencia.

C. Usar pausas entre los impulsos para realizar una acción diferente.

- En la respiración cardio-pulmonar (RCP) respire después de cada 5 compresiones del pecho.

Principio 20. Continuidad de acción útil

A. Llevar a cabo el trabajo continuadamente; hacer que todos las partes de un objeto trabaje a plena carga, todo el tiempo.

- Volante que acumula (o sistema hidráulico) energía cuando un vehículo se detiene, para que el motor pueda seguir funcionando a la potencia óptima.

- Realizar una acción sin descanso - todas las partes de un objeto deben ser operadas constantemente a su total capacidad.

B. Eliminar todas las acciones ociosas o intermitentes o trabajo.

- Imprimir durante el retorno de un carro de impresora de matriz de punto, de rueda margarita, de chorro de tinta.

Principio 21. Aumento de la velocidad en acciones riesgosas

A. Conducir un proceso, o ciertas fases (por ejemplo actividades destructibles, dañinas o arriesgadas) a alta velocidad.

- Usar el taladro de un dentista de alta velocidad para evitar el calentamiento del tejido.

- Cortar plástico más rápido para que el calor no se pueda propagar en el material, evitando la deformación del diseño.

Principio 22. Convertir lo nocivo en beneficio

A. Usar los factores nocivos (particularmente, efectos nocivos del ambiente o ambientes) para lograr un efecto positivo.

- Usar el calor desechado para generar energía eléctrica.

- Reciclar materiales de desperdicio (scrap) de un proceso como materia prima para otros.

B. Eliminar la acción nociva primaria por agregado de otra acción nociva para resolver el problema.

- Agregar un material regulador del pH a una solución corrosiva.

- Usar la mezcla de helio-oxígeno para bucear, para eliminar narcotismo de nitrógeno y el envenenamiento de oxígeno del aire y otras mezclas nitrosas.

- Para la mayoría de la gente el gusto de la sal (NaCl) es agradable, pero desafortunadamente a muchas les resulta nocivo debido a causa de hipertensión. Una forma de solucionar es reemplazar por cloruro de potasio, que es más saludables en éste caso, pero el sabor es intolerablemente inferior. La solución es una mezcla de ambas sales en una proporción de 50 a 60 % de las sal de sodio y un 30 a un 40% de la sal de potasio.

C. Amplificar un factor nocivo de tal manera que no sea más nocivo.

- Usar un contrafuego para eliminar el combustible de un fuego en un bosque.

-El oxígeno mezclado con una neblina de gasolina resulta una mezcla explosiva. Pero incrementando la cantidad de oxígeno puede ser diluido hasta un punto en la cual la explosión no se produce más.

-Arena y grava como sólidos congelados, se transportan por climas gélidos. Si se sobrecongela con nitrógeno líquido, hace al hielo quebradizo, permitiendo su vaciado.

- Cuando se usa corriente de alta frecuencia para calentar metal solo las capas externas se calientan, éste efecto negativo fue más tarde usado para el tratamiento térmico superficial.

Principio 23. Retroalimentación

A. Introducir retroalimentación (refiriéndose hacia atrás, chequeo cruzado) para mejorar un proceso o acción.

- Control del volumen automático en circuitos de audio.

- Señal del giróscopo que se utiliza para controlar el piloto automático del avión.

-Control Estadístico Proceso (CEP)--se usan las mediciones para decidir cuándo modificar un proceso. (No todos los sistemas de retroalimentación son automatizados!)

- Presupuestos--se usan como medidas para decidir cuándo modificar un proceso.

B. Si la retroalimentación ya se usa, cambie su magnitud o influencia.

- Cambiar la sensibilidad de un piloto automático cuando está dentro de 5 millas de un aeropuerto.

- Cambiar una medida de dirección del presupuesto variable para satisfacción del cliente.

- Cuando la presión de agua de un pozo es mantenida por sensado en la presión de salida, esto permite el arranque de una bomba si la presión baja.

Principio 24. Intermediario

A. Usar un artículo intermediario para transferir o llevar a cabo una acción.

-Punzón de carpintero usado entre el martillo y el clavo.

-Equipos de protección personal.

-Para enfriar electrodos se puede usar un metal de bajo punto de fusión.

B. Conectar un objeto temporalmente con otro (qué puede quitarse fácilmente).

- Portaplatos para platos calientes.

- El hielo puede ser usado temporariamente para fijar objetos pequeños.

Principio 25. Autoservicio

A. Hacer un objeto que se autosirve para ejecutar funciones útiles auxiliares.

- En una máquina expendedora de gaseosa, una bomba aumenta la presión inyectando anhídrido carbónico que se usa para "burbujear" las bebidas. Esto asegura que esta bebida no tendrá una superficie plana horizontal, y elimina la necesidad de sensores.

- Las lámparas de halógeno regeneran el filamento durante su uso, pues al usarse, se evapora el material redepositado.

B. Usar los recursos desechados, energía, o sustancias.

- Usar el calor de un proceso para generar electricidad: "Co-generación."

- Usar desecho animal como fertilizante.
- Usar desperdicios alimentarios y del jardín para hacer abono.

Principio 26. Copiado

A. En lugar de usar un objeto no disponible, caro, frágil, usar copias más simples y baratas.

- Realidad virtual vía computadora en lugar de una vacación cara.
- Escuchar una cinta de audio en lugar de asistir a un seminario.

B. Reemplace un objeto, o proceso con copias ópticas.

- Hacer la topografía de las fotografías del espacio en lugar de hacerlo en la tierra.
- Medir un objeto midiendo la fotografía.
- Hacer ecografías para evaluar la salud de un feto, en lugar de arriesgarse a un daño por la comprobación directa.

C. Si ya se usan copias ópticas visibles, probar copias en infrarrojo o ultravioleta.

- Hacer imágenes en el infrarrojo para descubrir las fuentes de calor, como las enfermedades en las cosechas, o intrusos en un sistema de seguridad.

Principio 27. Usar objetos de corta-vida y baratos

A. Reemplazar un objeto barato con una variedad de objetos baratos, comprendiendo ciertas calidades (como la vida de servicio, por ejemplo).

- Usar objetos de papel descartables para evitar el costo de limpiar y guardar objetos durables.
- Tazas plásticas en los moteles, pañales disponibles, muchos tipos de suministros médicos.

Principio 28. Reemplazo de sistemas mecánicos

A. Reemplazar un medio mecánico por un sensor (óptico, acústico, gustativo u olfatorio).

- Reemplazar un cerco físico para confinar un perro o gato con un cerco acústico (señal animal audible).
- Usar un compuesto de aroma desagradable en el gas natural para alertar a los usuarios de la pérdida, en lugar de un mecanismo o sensor eléctrico.

B. Usar campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos para actuar recíprocamente con el objeto.

- Mezclar dos polvos, electrostáticamente, uno cobre positivo y el otro negativo. Lo cual permite dirigirlo a través de un campo eléctrico hacia la superficie a pintar.

C. Cambiar desde campos estáticos hacia campos móviles, de campos no estructurados a aquellos que tienen estructura.

- Las primeras comunicaciones utilizaron la radiodifusión omnidireccional. Actualmente se utilizan antenas con estructura muy detallada del modelo de radiofrecuencia.

D. Usar campos en conjunción con otros campos (por ejemplo el ferromagnético) partículas activadas.

- Calentar una sustancia que contiene material ferromagnético variando el campo magnético. Cuando la temperatura excede la temperatura de Curie, el material se vuelve paramagnético, y ya no se absorbe calor.

Principio 29. Uso de sistema neumáticos e hidráulicos

A. Usar el gas y las partes líquidas de un objeto en lugar de las partes del sólido (por ejemplo inflable, llenable con líquidos, colchón aéreo, hidrostático, hidro-reactivo).

- Zapato cómodo cuyas suelas se llenan con gel.
- Almacenar energía desde la desaceleración de un vehículo con un sistema hidráulico, luego utilizar la energía almacenada para acelerar.

Principio 30. Membranas flexibles y películas delgadas

A. Usar membranas flexibles y películas delgadas en lugar de estructuras tridimensionales

- Usar estructuras inflables (película delgada, estructuras como cubiertas de invierno en las canchas de tenis.

B. Aislar el objeto del ambiente externo usando membranas flexibles y películas delgadas.

- Película flotante de material bipolar (un film hidrófilo-hidrófobo) en un depósito para limitar la evaporación.

Principio 31. Materiales porosos

A. Hacer un objeto poroso o agregar los elementos porosos (insertos, cubiertas, etc.).

- Agujerear una estructura para reducir el peso.

B. Si un objeto ya es poroso, usar los poros para introducir una sustancia o función útil.

- Usar una malla de metal poroso en el exceso de soldadura fuera de junta.
- Almacenar hidrógeno en los poros de una esponja de paladio. (El "tanque" de combustible para el automóvil de hidrógeno—mucho más seguro que guardar gas hidrógeno).

Principio 32. Cambios de color

A. Cambiar el color de un objeto o su ambiente externo.

- Usar luces de seguridad (rojas) en una cámara obscura para revelar fotografías.

B. Cambiar la transparencia de un objeto o su ambiente externo.

- Un vendaje transparente que permita inspeccionar una herida sin quitar las vestiduras.

C. Usar aditivo coloreado para observar un objeto o un proceso que resulta difícil para ver.

- Magnaflux.
- En una fábrica de acero se diseñó una cortina de agua para proteger a los obreros del sobrecalentamiento. Pero esta cortina solo protege de los rayos infrarrojos, así que la luz brillante del acero fundido pasa fácilmente a través de la cortina. Un colorante fue agregado al agua para crear un efecto filtrante mientras se queda transparente.

D. Si tales aditivos ya fueron utilizados, emplear trazas luminiscentes o elemento trazador.

- Usar reactivos marcados con tritio.
- Usar yodo radiactivo en medicina.

Principio 33. Homogeneidad

A. Hacer que los objetos interactúen con un objeto dado del mismo material (o material con idénticas propiedades).

- *Hacer que el recipiente sea del mismo material del contenido, para reducir reacciones químicas.*
- *Hacer que un diamante sea la herramienta cortante de diamantes.*
- *La torta que se forma durante el filtrado, se puede usar como material filtrante.*
- *La superficie de un alimentador para granos abrasivos, está hecho del mismo material que corre a través del alimentador permitiendo una continua restauración de su superficie.*

Principio 34. Desechando y recubriendo

A. Hacer que las porciones de un objeto que ha cumplido sus funciones se eliminen (descartar por disolución, evaporación, etc.) o modificar éstos directamente durante el funcionamiento.

- *Usar medicamento en una cápsula digerible al estómago.*
- *Moldeo de tierra con hielo de agua o con hielo seco. Una vez encerrado estos materiales con tierra, esperar su fusión o su volatilización y queda el molde.*
- *Materiales biodegradables son utilizados en medicina. Polilactidas son utilizadas para disolver tornillos y pernos. Ellos pueden reemplazar los tornillos de titanio utilizados por los cirujanos para arreglar huesos rotos. La segunda operación que es para remover los tornillos no es necesaria.*

B. Invertir, restaurar partes consumibles de un objeto directamente en el funcionamiento.

- *Autoafilado de la hoja del cortacésped*
- *Pala autoafilable.*

Principio 35. Cambios de parámetro

A. Cambio del estado físico de un objeto (por ejemplo a un gas, líquido, o sólido).

- *Congelar el centro líquido relleno de dulces, luego sumergir esta masa fría en chocolate fundido, en lugar de manejar el líquido caliente.*
- *Transportar oxígeno o nitrógeno o gas de petróleo como un líquido, en lugar de un gas, para reducir el volumen.*

B. Cambiar la concentración o consistencia.

- *El jabón de mano líquido se concentra y resulta más viscoso al punto de uso, haciéndose más fácil para distribuir en la cantidad correcta y más sanitario cuando se comparte con varias personas.*

C. Cambiar el grado de flexibilidad.

- *Usar amortiguadores ajustables para reducir el ruido de partes que entran en un recipiente restringiendo el movimiento de las paredes del recipiente.*
- *Vulcanizar caucho para cambiar su flexibilidad y durabilidad.*

D. Cambiar la temperatura.

- *Elevar la temperatura sobre el punto Curie para cambiar de una sustancia ferromagnética a una sustancia paramagnética.*
- *Elevar la temperatura de la comida para cocinarla. (Cambiar sabor, aroma, textura, propiedades químicas, etc.)*
- *Bajar la temperatura de especímenes médicos conservándolos para el análisis posterior.*

Principio 36. Cambio de fase

A. Usar fenómenos que ocurren durante las transiciones de fase (por ejemplo los cambios de volumen, pérdida o absorción de calor, etc.).

- *El Agua se expande cuando se enfría, al contrario de la mayoría de los otros líquidos. Aníbal utilizó esto al marchar hace más de mil años hacia Roma. Las piedras grandes bloqueaban los pasajes en los Alpes. Él hizo verter agua por las noches en ellas. El frío de la noche congeló el agua, y la expansión partió las piedras en pedazos pequeños que podían movilizarse más fácilmente.*

- *Las bombas de calor usan el calor de vaporización y el calor de condensación de un ciclo termodinámico cerrado para hacer trabajo útil.*

Principio 37. Expansión térmica

A. Usar la expansión térmica o contracción de los materiales.

- *Ajustar juntas firmemente enfriando la parte externa para contraer y calentar la parte interna para dilatar.*

B. Si la expansión térmica está utilizándose, entonces utilizar muchos materiales con diferentes coeficientes de expansión térmica.

- *Lámina de termostato a resorte: (se unen 2 metales con coeficientes de dilatación diferentes para expandirse durante el calor y contraerse cuando hace frío).*

Principio 38. Oxidantes fuertes

A. Reemplazar el aire común con aire enriquecido con oxígeno.

- *Buzo que bucea con Nitrógeno u otras mezclas no-aéreas para extender el tiempo de buceo.*

B. Reemplazar el aire enriquecido con oxígeno puro.

- *Cortar a una temperatura más alta que usa una llama oxiacetilénica.*

- *Tratar las heridas en ambiente de oxígeno a alta presión para matar bacterias anaerobios y ayudar a la curación.*

C. Exponer aire u oxígeno a radiaciones ionizantes.

D. Usar oxígeno ionizado.

- *Ionizar el aire para atrapar los contaminantes en un depurador de aire.*

E. Reemplazar el oxígeno ozonizado (o ionizado) con el ozono.

- *Acelerar las reacciones químicas ionizando el gas antes de su uso.*

Principio 39. Atmósfera inerte

A. Reemplazar un ambiente normal con uno inerte.

- *Prevenir el deterioro de un filamento de metal caliente usando una atmósfera de argón.*

B. Agregar partes neutras, o aditivos inertes a un objeto.

- *Incrementar el volumen de detergente en polvo agregando ingredientes inertes. Esto le hace más fácil para medir con las herramientas convencionales.*

Principio 40. Materiales compuestos

A. Cambiar desde un material uniforme hacia un material compuesto (múltiple).

- *Los ejes de resina epoxi con fibra de carbono para palos de golf, los ejes compuestos son más ligeros, más fuertes, y más flexibles que el metal. Lo mismo para partes de avión.*

- *Las tablas de surf de fibra de vidrio son más ligeras y más controlables y más fáciles de fabricar en una variedad de formas que las de madera.*