



5 Tecniche per risolvere le Contraddizioni/ Risorse/ Effetti

5.1 Definizione di contraddizione

Definizione

Letteralmente, una contraddizione significa dire “NO”, ma più in generale si riferisce ad una proposizione che afferma qualcosa di apparentemente incompatibile, opposto.



Teoria

TRIZ può essere riassunto come il risultato di un vasto studio e può essere presentato da tre postulati principali- uno di questi postulati indica l'importanza della “contraddizione” nel campo della risoluzione dei problemi e delle invenzioni: i tre postulati sono:

- L'esistenza delle Leggi evolutive.
- Il concetto di contraddizione come l'ostacolo chiave che limita l'evoluzione del sistema finché non si ha un'invenzione.
- Il concetto di situazione specifica che determina le condizioni specifiche e le risorse che influiscono sull'evoluzione di un sistema tecnico.

Per un problema, la soluzione inventiva più efficace, in accordo con TRIZ, è quella che supera le contraddizioni. [vedi capitolo 1-c]

Strumenti

Una contraddizione mostra “dove” (in TRIZ è la cosiddetta zona operativa) e “quando” (in TRIZ è il cosiddetto tempo operativo) si verifica un conflitto.

Le contraddizioni si hanno quando, migliorando un parametro o una caratteristica di un sistema tecnico, si influisce negativamente sulla stessa o su altre caratteristiche o parametri del sistema.



Esempio

La presenza di contraddizioni / dialettica può essere mostrato in vari campi:

- Matematica: più e meno, differenziale ed integrale;
- Fisica: azione e reazione meccanica, carica elettrica positiva e negativa
- Chimica: combinazione e dissociazione degli atomi;



5.1.1 Tipi di contraddizione

Definizione

Altshuller ed i suoi collaboratori differenziarono i seguenti tre tipi di contraddizione:

- Contraddizione amministrativa: si parla di contraddizione amministrativa quando è necessario fare qualcosa, ma non sappiamo cosa.
- Contraddizione Tecnica: si parla di Contraddizione Tecnica quando si migliora una parte (Parametro di Valutazione) di un sistema tecnico con l'aiuto di metodi noti, ma che comporta il peggioramento di un'altra parte (un altro Parametro di Valutazione) del sistema tecnico.
- Contraddizione Fisica: si parla di Contraddizione Fisica quando si impone requisiti opposti al medesimo Parametro di Controllo del sistema.



Ulteriori definizioni dei 3 tipi di contraddizioni saranno date nei paragrafi successivi.

Teoria

In accordo con Altshuller, una soluzione inventiva è intrinseca in un certo numero di Contraddizioni Tecniche o fisiche. L'identificazione della contraddizione che impedisce il raggiungimento del "Most Desirable Result" (Risultato più Desiderabile), è il primo passo verso una soluzione inventiva all'inizio della risoluzione del problema.

Di solito, una buona formulazione della Contraddizione Fisica mostra il nucleo del problema e quando la contraddizione è intensificata all'estremo, la soluzione al problema è spesso semplice e lineare.

Strumenti

Vedi il Capitolo 5.2, "Tecniche per risolvere le Contraddizioni Tecniche" ed il Capitolo 5.3, "Tecniche per la risoluzione di Contraddizioni Fisiche"

Esempio

Contraddizione amministrativa:

È necessario individuare il numero di particelle in un liquido con elevato grado di purezza ottica.

Le particelle riflettono male la luce, anche se si usa un laser.

Cosa fare?

Contraddizione Tecnica:

Se le particelle sono molto piccole, il liquido si considera otticamente puro, MA le particelle sono invisibili.

Oppure, se le particelle sono molto grandi, sono individuabili, MA il liquido non è otticamente puro.

Contraddizione Fisica:

La dimensione delle particelle deve incrementare per renderle visibili, E NON incrementare la dimensione per mantenere la purezza ottica nel liquido.



5.1.1.1 Contraddizione amministrativa

Definizione

La contraddizione amministrativa afferma che c'è un problema con una soluzione ignota.

Modello

È richiesto qualcosa per ottenere o ricevere un risultato, per evitare i fenomeni indesiderati, ma non è noto come raggiungere tale risultato.

Esempio

Vogliamo incrementare la qualità della produzione e diminuire i costi delle materie prime.

Tale formulazione del problema richiama una situazione inventiva.

La contraddizione amministrativa stessa è provvisoria, non ha valori euristici, e non mostra la direzione per la risposta.

Note

Molti professionisti che usano TRIZ ignorano completamente la contraddizione amministrativa a causa della mancanza di un significato tangibile.

5.1.1.2 Contraddizione Tecnica

Definizione

Una Contraddizione Tecnica si ha quando due diversi Parametri di Valutazione (Evaluation Parameters) sono in conflitto l'un l'altro.

Nota

Un Parametro di Valutazione è un parametro usato per valutare la qualità di un dato sistema.



Teoria

Ci sono diversi modelli per definire una Contraddizione Tecnica:

- La creazione o l'intensificazione della funzione utile in un sub-sistema crea una nuova funzione dannosa o ne intensifica una esistente in un altro sub-sistema (o nell'ambiente);
- L'eliminazione o la riduzione della funzione dannosa in un sub-sistema peggiora la funzione utile in un altro sub-sistema;
- L'intensificazione della funzione utile o la riduzione della funzione dannosa in un sub-sistema causa una complicazione inaccettabile di un altro sub-sistema o dell'intero sistema tecnico; oppure causa un'inaccettabile consumo di risorse.

Modello

Ci sono diversi modelli per definire una Contraddizione Tecnica:

- Il modello di contraddizione di OTSM (descritto successivamente- sezione Contraddizione Fisica);
- Un'azione è contemporaneamente utile e dannosa;
- Un'azione causa funzioni utili e funzioni dannose;
- L'introduzione della funzione utile o la diminuzione dell'effetto dannoso comporta un deterioramento di alcuni sub-sistemi o dell'intero sistema.

Strumenti

Vedi il capitolo 5.2 “tecniche per risolvere le Contraddizioni Tecniche”.

Esempio

Se un contenitore diventa resistente, diventa anche pesante.

Vogliamo incrementare la resistenza e diminuire il peso.

Vogliamo incrementare la profondità di penetrazione degli ioni all'interno di un semiconduttore e diminuire la potenza elettrica (sorgente di energia) necessaria per l'operazione di impianto degli ioni.



5.1.1.3 Contraddizione Fisica

Definizione

Una Contraddizione Fisica definisce una situazione in cui c'è un conflitto di valore fra i parametri di controllo.

I parametri di controllo influiscono su un sistema e quindi rappresentano il dominio delle variabili. I parametri di controllo ed il loro valore, definiscono i mezzi con cui si agisce sul problema.

Ciò significa che tali parametri rappresentano quello che siamo in grado di cambiare all'interno del sistema.



Teoria

Tale Contraddizione Fisica appare se:

- Intensificando la funzione utile in un sub-sistema, contemporaneamente si intensifica la funzione dannosa esistente nello stesso sub-sistema.
- Riducendo la funzione dannosa in un sub-sistema, contemporaneamente si riduce la funzione utile nello stesso sub-sistema.
- Questo potrebbe essere anche utile contro un'altra funzione utile, dannosa contro dannosa, etc..

Vedi inoltre “The OTSM Model of a contradiction” (descritto successivamente).

Modello

Un dato sub-sistema (elemento) dovrebbe avere una proprietà “A” per eseguire la funzione necessaria e la proprietà “NON A” o “ANTI A” per soddisfare le condizioni del problema.

Una Contraddizione Fisica implica dei requisiti incongruenti per la condizione fisica dello stesso

so sub-sistema (elemento) del sistema tecnico.

Strumenti

Vedi il Capitolo 5. 4 “Tecniche per la risoluzione di Contraddizioni Fisiche”

Esempio



Vogliamo contemporaneamente un elevato peso ed un basso peso.

Vogliamo che l’isolante in un semiconduttore abbia una bassa costante dielettrica k in modo da ridurre le capacità parassita; ma vogliamo che l’isolante abbia un elevata costante dielettrica k per memorizzare meglio le informazioni.

5.1.1.4 TRIZ e le Contraddizioni Fisiche e tecniche

Definizione



TRIZ afferma che le soluzioni inventive eliminano le contraddizioni piuttosto di accettarle, e che c’è un set definito di Principi Inventivi per aiutare ad eliminare tali contraddizioni.

Le ricerche di Altshuller mostrarono che non solo è possibile risolvere le contraddizioni, ma c’è un numero finito di modi per risolvere.

Le soluzioni ingegneristiche, molto spesso, sono trovate in seguito a ricerche casuali della soluzione (risoluzione dei problemi con il metodo “trial-and-error”) o prendendo ispirazione dalla propria conoscenza e dalle analogie. TRIZ offre un processo sistematico basato sul concetto dell’astrazione, in cui il solutore trasforma un problema specifico in una generica struttura, fuori dalla quale si perviene ad una soluzione, che viene poi applicata alla specifica situazione.

Identificare, comprendere e risolvere una contraddizione all’interno di un sistema è un potente modo di migliorare il sistema stesso. Il modo in cui identificare e risolvere le Contraddizioni Fisiche e tecniche all’interno del sistema, sono descritte qui di seguito.

Teoria e modello

Lo “Hill-Model” descrive molto bene tutti gli step del processo applicativo:

- Descrizione generale del problema;
- Astrazione del problema e definizione del problema come Contraddizioni Fisiche e tecniche;
- Applicazione delle tecniche TRIZ per risolvere le Contraddizioni Fisiche e tecniche, soluzione generale;
- Generazione dell’idea per la soluzione specifica del problema specifico.

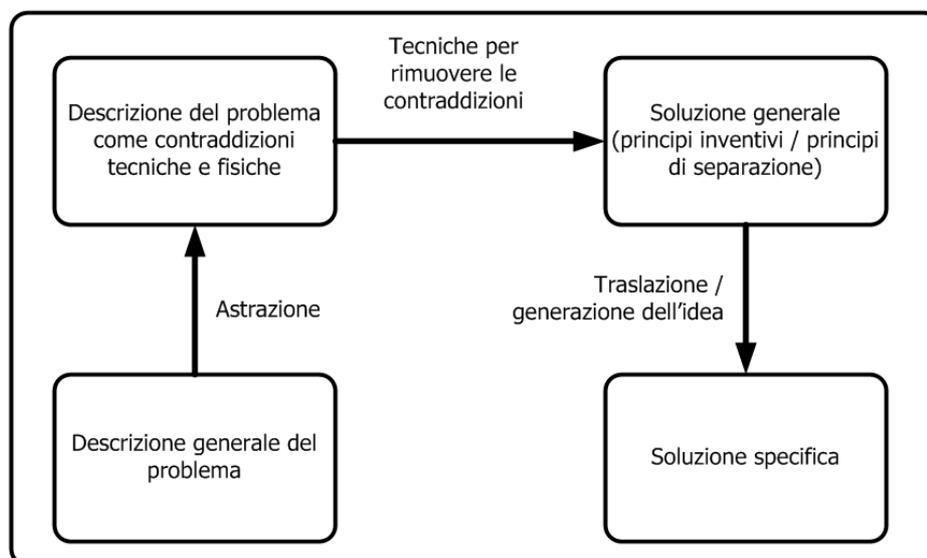


Figura 1 Hill Model

Strumenti

Vedi i capitoli 5.1 e 5.4.

5.1.2 Modello di contraddizione OTSM

Questo sistema di contraddizione è basato sull'esistenza di una Contraddizione Fisica e due Contraddizioni Tecniche. Tali Contraddizioni Tecniche giustificano la necessità di due differenti stati della Contraddizione Fisica.

Le due contraddizioni sono complementari e corrispondono all'incremento del primo Parametro di Valutazione che implica la diminuzione del secondo Parametro di Valutazione. E l'incremento del secondo implica la diminuzione del primo.

I due Parametri di Valutazione della Contraddizione Tecnica sono definiti come facenti parte della descrizione del problema, mentre il Parametro di Controllo della Contraddizione Fisica è il mezzo per cambiare la situazione.

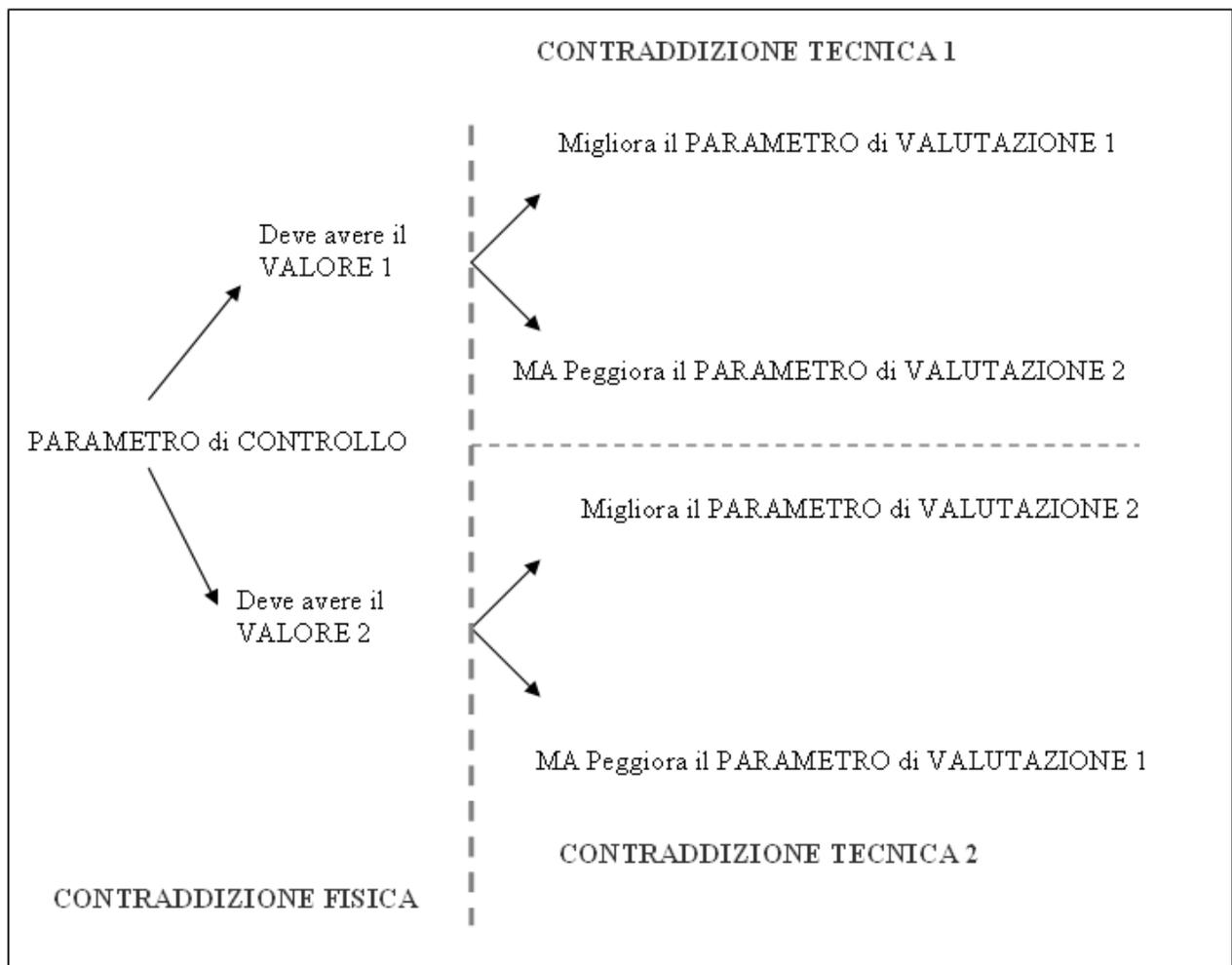


Figura 2 Modello di contraddizione OTSM

La rappresentazione grafica del modello di contraddizione OTSM rende la contraddizione molto chiara.

È stato definito un Parametro di Controllo e due Parametri di Valutazione del sistema. Dalla figura si osserva che nella parte a destra sono rappresentate le due Contraddizioni Tecniche, e nella parte a sinistra c'è la Contraddizione Fisica.

Modello

Un certo Parametro di Controllo dovrebbe avere il “Valore 1” allo scopo di migliorare il Parametro di Valutazione 1, ma ciò peggiora il Parametro di Valutazione 2; il Parametro di Controllo dovrebbe avere il “Valore 2” per migliorare il Parametro di Valutazione 2, ma ciò peggiora il Parametro di Valutazione 1.

È chiaro che V1 e V2 possono assumere anche valori estremi ed opposti, come “presente / assente” o “vero / falso”.

Esempio

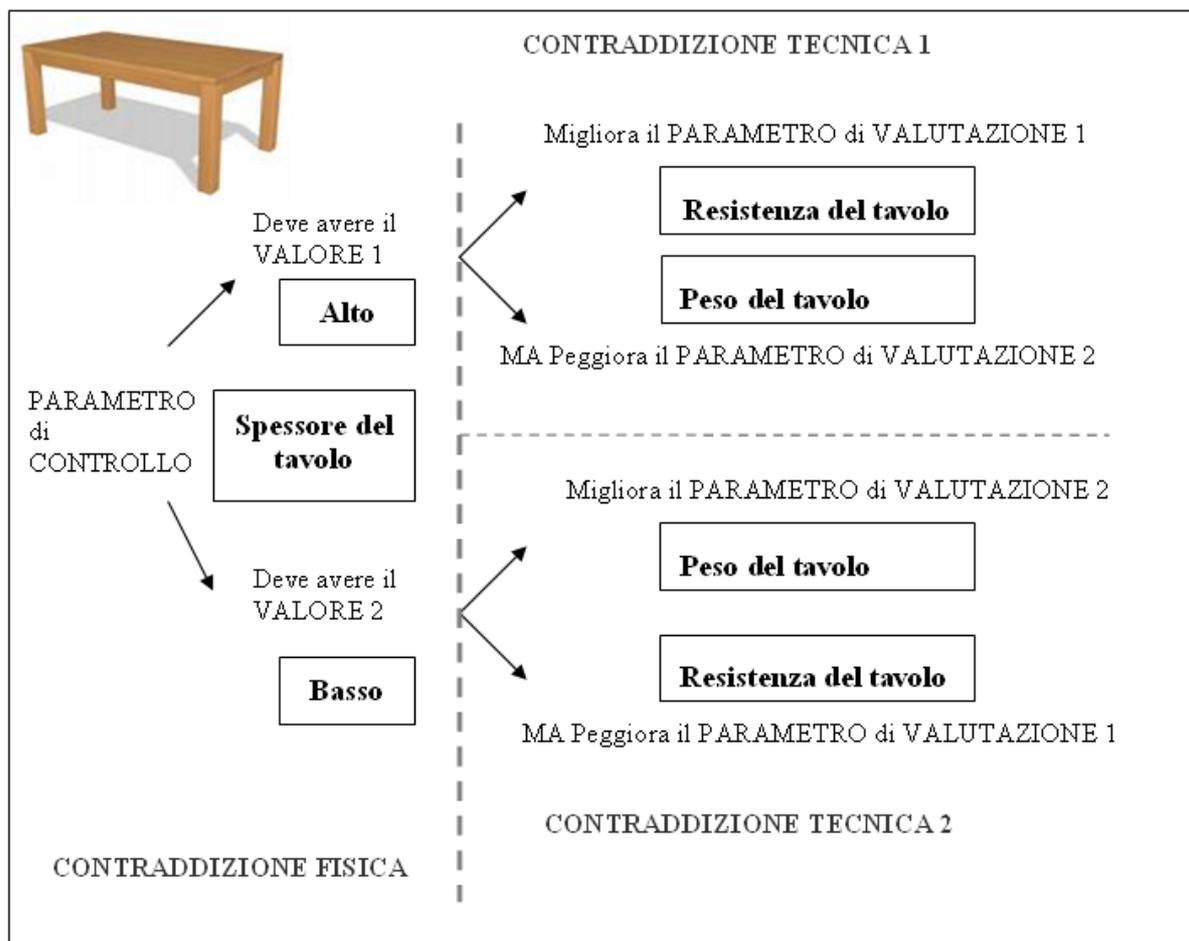


Figura 3 esempio di contraddizione – OTSM Model

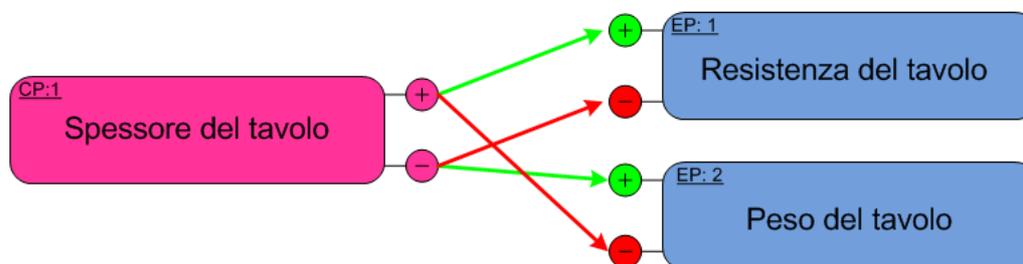


Figura 4 esempio di contraddizione – OTSM model

Contraddizione Tecnica 1: vogliamo migliorare la resistenza del tavolo ma normalmente peggiora il peso del tavolo.

Contraddizione Tecnica 2: se miglioriamo il peso (rendendo il tavolo leggero), la resistenza peggiora.

Possiamo quindi definire due Parametri di Valutazione:

EP1: resistenza del tavolo

EP2: peso del tavolo

Il prossimo stadio è quello di osservare il Parametro di Controllo: spessore del tavolo.

Il valore dello spessore può essere “grande” o “piccolo”.

Se lo spessore è grande, allora la resistenza sarà alta (positivo), ma il peso incrementerà (negativo);

Se lo spessore è piccolo, allora il peso sarà basso (positivo), ma la resistenza sarà bassa (negativo).

Quindi stiamo cercando una soluzione che dia uno spessore “grande” ed uno spessore “piccolo”!

5.2 Tecniche per risolvere le Contraddizioni Tecniche

Definizione



Una Contraddizione Tecnica è un conflitto fra due caratteristiche all'interno del sistema quando, migliorando un parametro del sistema si peggiora un altro parametro. Altshuller identificò 40 Principi che potrebbero essere usati per eliminare le Contraddizioni Tecniche. Aveva identificato inoltre 39 caratteristiche del sistema tecnico, chiamati Parametri Tecnici, che possono essere usati per sviluppare e descrivere una Contraddizione Tecnica. Come strutturare il problema secondo una contraddizione è uno step essenziale per l'analisi del problema. La formulazione della Contraddizione Tecnica aiuta a capire meglio la radice del problema ed a trovare velocemente la giusta soluzione. TRIZ afferma che se non ci sono contraddizioni (tecniche) allora non si ha un problema inventivo (vedi il capitolo 3.2.3.1, "Uso della Matrice: descrizione del problema")

Modello

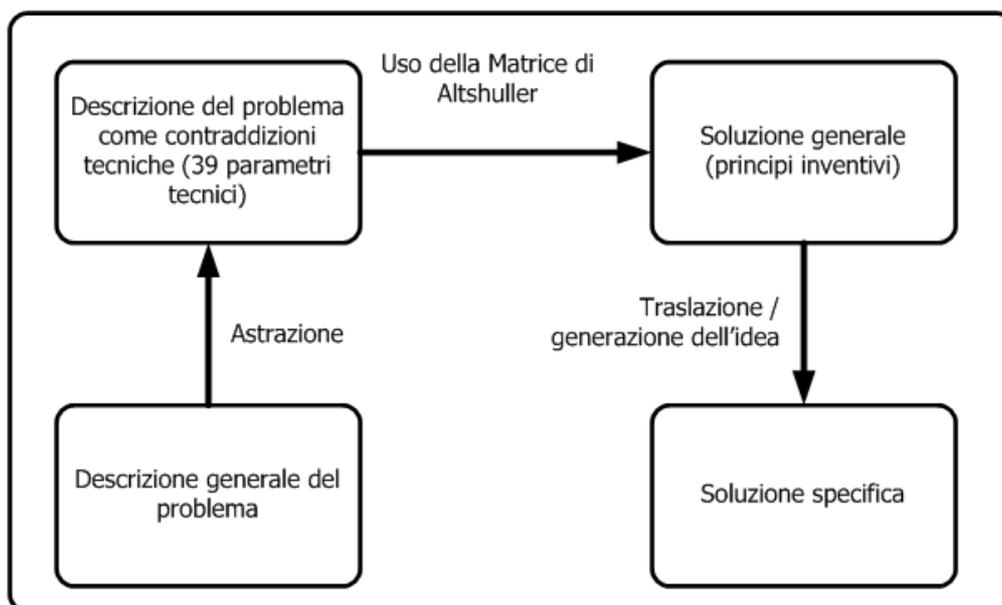


Figura 5 Hill model

Esempio



L'incremento della potenza del motore (effetto desiderato) può causare l'incremento del peso del motore (effetto negativo)

5.2.1 I 40 Principi Inventivi

Definizione



I Principi Inventivi sono uno strumento veramente semplice all'interno di TRIZ per la ricerca di idee e per risolvere le Contraddizioni Tecniche. L'applicazione dei 40 Principi Inventivi non richiede nessuna conoscenza speciale e possono usarli sia i bambini che i professionisti. La matrice di Altshuller fu progettata per formalizzare e facilitare l'uso di questo strumento TRIZ nell'attività pratica. Quindi l'uso dei Principi Inventivi in combinazione con la matrice di Altshuller (tavola delle contraddizioni), richiede un po' di esperienza pratica.

Teoria

Altshuller propose un approccio allo sviluppo dei Principi Inventivi alla fine degli anni '50: selezionò i principi che ricorrevano più spesso, basandosi sull'analisi di una gran quantità di brevetti. Ognuno di questi principi "lavorava" efficacemente almeno per 80-100 invenzioni, quindi, come risultato, furono pubblicati i 40 principi usati più spesso.

Modello

I quaranta Principi Inventivi:

1. Segmentation = Segmentazione
2. Extraction (Extracting, Retrieving, Removing, Taking out)= Estrazione (estrazione, ricupero, rimozione, portar fuori)
3. Local Quality = Qualità locale
4. Asymmetry = Asimmetria
5. Consolidation (Merging) = Unificazione (fusione)
6. Universality = Universalità
7. Nesting (Matrioshka, "Nested doll") = Inserimento all'interno (effetto bambola Matrioshka)
8. Counterweight (Anti-weight) = Contrappeso (anti-peso)
9. Prior Counteraction (Preliminary anti-action) = Azione contraria precedente (azione preliminare)
10. Prior Action (Preliminary action) = Azione precedente
11. Cushion in Advance (Beforehand cushioning) = Attenuare in anticipo (ammortizzamento in anticipo)
12. Equipotentiality = Equipotenzialità
13. Do it in Reverse ("The other way round") = Fare al contrario (nell'altro senso)
14. Spheroidality (Curvature) = Sfericità
15. Dynamics = Dinamicizza
16. Partial or Excessive Action = Azione parziale o eccessiva
17. Transition into a New Dimension (Another Dimension)= Passaggio ad un'altra dimensione
18. Mechanical Vibration = Vibrazione meccanica
19. Periodic Action = Azione periodica
20. Continuity of Useful Action = Continuità dell'azione utile
21. Rushing Through (Skipping) = Gettarsi da una parte all'altra (salto)
22. Convert Harm into Benefit ("Blessing in disguise" or "Turn Lemons into Lemonade") = Convertire il dannoso in utile (un male che si rivela un bene, trasformare i limoni in limonata)
23. Feedback
24. Mediator ("Intermediary") = Mediatore (intermediario)
25. Self-service
26. Copying = Copia
27. Dispose (Cheap Short-living Objects) = Smaltire (oggetti economici e di breve durata)
28. Replacement of Mechanical System (Mechanics Substitution) = Sostituzione di sistemi meccanici
29. Pneumatic or Hydraulic Constructions (Pneumatics and Hydraulics) = Costruzioni pneumatiche o idrauliche
30. Flexible Membranes or Thin Films (Flexible Shells and Thin Films) = Membrane flessibili o film sottili
31. Porous Material = Materiali porosi

32. Changing the Color (Color Changes) = Cambiamento del colore
33. Homogeneity = Omogeneità
34. Rejecting and Regenerating Parts (Discarding and Recovering) = Scarto e rigenerazione delle parti (scartare e recuperare)
35. Transformation of Properties (Parameter Changes) = Trasformazione di proprietà
36. Phase Transition = Transizione di fase
37. Thermal Expansion = Espansione termica
38. Accelerated Oxidation (Strong Oxidants) = Ossidazione accelerate (elevata ossidazione)
39. Inert Environment (Inert Atmosphere) = Ambiente inerte (atmosfera inerte)
40. Composite Materials = Materiali compositi

Strumenti

Per ognuno dei 40 Principi Inventivi, Altshuller ed i suoi colleghi avevano previsto una descrizione dettagliata (vedere le annotazioni).

Il modello di ogni principio è costituito da:

- Titolo;
- Un certo numero di linee guida;
- Un certo numero di esempi (facoltativo);

Principio 01- segmentazione

- Dividere un oggetto in parti indipendenti;
- Rendere un oggetto facilmente smontabile;
- Incrementare i gradi di frammentazione o segmentazione;

Varie descrizioni esemplificative sono poi state pubblicate. Negli ultimi anni inoltre, si sono rese disponibili anche altre descrizioni esemplificative dei Principi Inventivi, nei campi più disparati (architettura, biologia, chimica, costruzione, business & management, finanza...).

Esempio

Principio 01 – segmentazione

1. Dividi un oggetto in parti indipendenti
 - a Sostituire il computer centrale con i personal computer;
 - b Sostituire un grosso camion con un camion ed un rimorchio;
 - c Usare la suddivisione del lavoro per un grosso progetto;
2. Rendere un oggetto facilmente smontabile
 - a Arredi modulari;
 - b Giunti facilmente smontabili negli impianti idraulici;
3. Incrementare il grado di frammentazione e segmentazione
 - a Materiale di apporto per una migliore penetrazione della saldatura;
 - b Sostituisci tendaggi con tenda alla veneziana;

1 Principio 3 – qualità locale

1. Cambia la struttura di un oggetto da uniforme a non uniforme, cambia l'ambiente esterno (o l'influenza esterna) da uniforme a non uniforme.
 - a Usa un gradiente di temperatura, densità o pressione invece di valori costanti;
2. Rendi ogni parte di un oggetto funzionale per le condizioni più adatte alle sue funzioni.
 - a Confezioni per cibi con speciali scompartimenti per cibi solidi e liquidi, caldi e freddi;
3. Rendi ogni parte di un oggetto comprensivo di funzioni utili e diverse
 - a Lapis con gomma;
 - b Martello con estrattore per chiodi;



c Oggetto multifunzione che squama il pesce, agisce come pinza, sbuccia-fili, cacciavite, set per manicure;

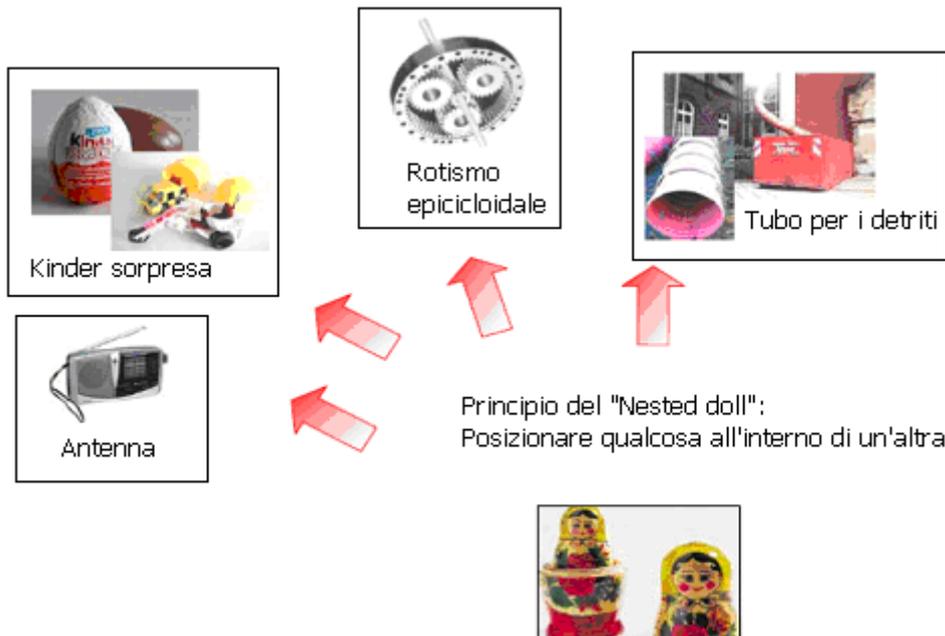


Figura 6 Nested doll, IP 7

Nota

È presente anche un link verso lo strumento TRIZ corrispondente o verso le soluzioni standard (sezione 5 – Su Field e Campi Inserire riferimento).

Ad esempio:

IP1, IP5 sono collegati al corrispondente standard di classe 2;

IP13 è collegato allo standard 3.1.3;

IP10 e IP13 sono collegati al “system Operator”

L'uso dei Principi Inventivi

In generale, ci sono due modi di applicare i Principi Inventivi nel corso del processo di “problem solving”:

Il metodo più semplice è che si prenda familiarità con i Principi Inventivi, provando ad applicare ciascun principio inventivo o una combinazione di essi per risolvere le Contraddizioni Tecniche ad un problema specifico. (nota: questo è solo un suggerimento per prendere confidenza con i Principi Inventivi, poiché non concordano con il principale scopo del lavoro Altshuller, cioè evitare la modalità di lavoro “trial and errors”)

Il secondo modo è la formulazione di Contraddizioni Tecniche e l'utilizzo della Matrice di Altshuller, con lo scopo di ottenere un determinato set di Principi Inventivi per risolvere il problema (vedi capitolo 2.2).

Un altro suggerimento è di soffermarsi sui Principi Inventivi che risultano strettamente correlati alla strategia di separazione nello spazio, poiché allargano la vista sulle possibili risorse da adottare (inoltre iniziano riducendo il livello di generalizzazione dalla soluzione ideale alla soluzione tecnica).

Familiarizzazione / brainstorming con i Principi

Strumenti

Il metodo più semplice è che si prenda familiarità con i principi. In questo caso si prova a cercare un'applicazione di ciascun principio o una combinazione di essi per vedere dove sono usati nei prodotti e nei processi.



Più si acquista familiarità con i principi, più si vedranno in azione ovunque attorno a noi e più si potranno applicare nei processi di risoluzione dei problemi.

Il secondo step è relativo all'uso dei principi o di una loro combinazione come "slogan", "argomento principale" della sessione di brainstorming. Un buono ed utile suggerimento per i precedenti step è quello di definire i cosiddetti "spazio operativo" e "tempo operativo", che identificano dove e quando si verifica esattamente il problema.

La contraddizione o Matrice di Altshuller

Definizione



La matrice delle contraddizioni fu uno dei primi risultati del lavoro di Altshuller e dei suoi colleghi.

Altshuller astrasse e classificò le soluzioni inventive (Principi Inventivi) ed inoltre creò 39 Parametri Tecnici che possono descrivere tutte le differenti contraddizioni risolte. (vedi capitolo 3.2.2, "I 39 Parametri Tecnici").

Tali Parametri Tecnici furono posizionati in una matrice 39x39: nell'asse delle ascisse ci sono i parametri che peggiorano nella contraddizione, mentre nell'asse delle ordinate ci sono i parametri da migliorare.

Modello

	Parametri che peggiorano →						
		Weight of moving object	Weight of stationary object	Length of moving object	Length of stationary object	Area of moving object	Area of stationary object
Parametri che migliorano ↓		1	2	3	4	5	6
1 Weight of moving object				15,8,29,34		29,17,38,34	
2 Weight of stationary object					10,1,29,35		35,30,13,2
3 Length of moving object	8,15,29,34					15,17,4	
4 Length of stationary object		35,28,40,29					17,7,10,40
5 Area of moving object	2,17,29,4			14,15,18,4			
6 Area of stationary object		30,2,14,18			26,7,9,39		

Figura 7 Una parte della matrice di Altshuller

Esempio

Uso della matrice di Altshuller: vedi capitolo 5.2.2.

Altri approcci di selezione dei Principi Inventivi

Negli ultimi anni sono apparsi altri approcci di selezione dei Principi Inventivi.

Selezione in base alla frequenza di occorrenze nella matrice di Altshuller.

Selezione in base all'approccio di Fayer.

Selezione in base alla frequenza di occorrenze nella matrice di Altshuller

La seguente figura mostra i Principi Inventivi elencati in base alla frequenza di occorrenze (FoO) all'interno della Matrice (partendo con il principio citato più spesso)

Principi Inventivi FoO 1- 10	Principi Inventivi FoO 11-20	Principi Inventivi FoO 21-30	Principi Inventivi FoO 31-40
35	26	14	38
10	03	22	08
01	27	39	05
28	29	04	07
02	34	30	21
15	16	37	23
19	40	36	12
18	24	25	33
32	17	11	09
13	06	31	20

Selezione in base all'approccio di Fayer

S.Fayer consiglia 4 gruppi di problemi, in cui i Principi Inventivi possono essere relativi a:

gruppo 1: cambiare qualcosa circa la sostanza (qualità, quantità, struttura, forma);

Principi Inventivi: 1, 2, 3, 4, 7, 14, 17, 30, 31, 40

gruppo 2: come trattare i fattori dannosi;

Principi Inventivi: 9, 10, 11, 12, 13, 19, 21, 23, 24, 26, 33, 39

gruppo 3: come incrementare l'efficienza e l'idealità;

Principi Inventivi: 5, 6, 15, 16, 20, 25, 26, 34

gruppo 4: usare effetti scientifici, speciali campi e sostanze;

Principi Inventivi: 8, 18, 28, 29, 32, 35, 36, 37, 38, 30, 31, 40

5.2.2 La Matrice di Altshuller / Matrice delle contraddizioni

5.2.2.1 Il progetto della Matrice di Altshuller

Definizione

La Matrice delle contraddizioni o Matrice di Altshuller, sviluppata da G.S. Altshuller, suggerisce i Principi Inventivi per risolvere le contraddizioni che appaiono quando si prova a migliorare le caratteristiche dei prodotti, processi o servizi. La matrice delle contraddizioni è stato uno dei primi risultati del lavoro di Altshuller e dei suoi colleghi. Nonostante sia uno dei più vecchi componenti di TRIZ, la matrice è ancora utile nella risoluzione dei problemi.

Altshuller astrasse e classificò le soluzioni inventive (Principi Inventivi) ed inoltre creò 39 Parametri Tecnici che possono descrivere tutte le differenti contraddizioni risolte. (vedi capitolo 2.2.2 "i 39 Parametri Tecnici").

Tali Parametri Tecnici furono posizionati in una matrice 39x39: nell'asse delle ascisse ci sono i parametri che peggiorano nella contraddizione, mentre nell'asse delle ordinate ci sono i parametri da migliorare.



La matrice delle contraddizioni fu progettata per formalizzare e facilitare l'uso di questo strumento TRIZ nell'attività pratica. La Matrice si presenta con 39 caratteristiche del sistema o Parametri Tecnici che rappresentano i Parametri di Valutazione in conflitto.

Le coppie di caratteristiche in contraddizione compongono la Matrice. Il primo termine della coppia è situato nella colonna di sinistra della Matrice ed è chiamato "Parametro Utile" (oppure caratteristica da migliorare...). L'altro termine della coppia è situato nella riga in alto della Matrice ed è chiamato "Parametro Dannoso" (oppure caratteristica che peggiora, risultato indesiderato...). Non tutte le coppie di contraddizioni hanno un set di Principi Inventivi associati.

Modello

	Parametri che peggiorano →	Weight of moving object	Weight of stationary object	Length of moving object	Length of stationary object	Area of moving object	Area of stationary object
	Parametri che migliorano ↓	1	2	3	4	5	6
1	Weight of moving object			15,8,29,34		29,17,38,34	
2	Weight of stationary object				10,1,29,35		35,30,13,2
3	Length of moving object	8,15,29,34				15,17,4	
4	Length of stationary object		35,28,40,29				17,7,10,40
5	Area of moving object	2,17,29,4		14,15,18,4			
6	Area of stationary object		30,2,14,18		26,7,9,39		

Figura 8 Una parte della matrice di Altshuller

5.2.2.2 I 39 Parametri Tecnici

Definizione



Allo scopo di trovare uno strumento descrittivo e ben organizzato per l'applicazione dei Principi Inventivi, Altshuller definì ed astrasse le caratteristiche dei sistemi tecnici. L'obiettivo che si pose era quello di scoprire l'esistenza di alcuni principi che venivano usati più spesso di altri per la risoluzione di specifici problemi inventivi. In TRIZ queste caratteristiche sono chiamate 39 Parametri Tecnici o 39 caratteristiche. Altshuller, per ciascuno dei 39 Parametri Tecnici, ha fornito una descrizione più dettagliata (in allegato).

Una delle domande alla base fu quella di trovare l'esistenza di vari Principi Inventivi che erano stati usati più spesso di altri per la risoluzione di specifici problemi inventivi.

Strumenti

I 39 Parametri Tecnici:

1. Weight of moving object = Peso di un oggetto in moto
2. Weight of non-moving object = Peso di un oggetto non in moto
3. Length of moving object = Lunghezza di un oggetto in moto
4. Length of non-moving object = Lunghezza di un oggetto non in moto
5. Area of moving object = Area di un oggetto in moto
6. Area of non-moving object = Area di un oggetto non in moto
7. Volume of moving object = Volume di un oggetto in moto
8. Volume of non-moving object = Volume di un oggetto non in moto
9. Speed = Velocità
10. Force = Forza
11. Tension, pressure = Tensione, pressione
12. Shape = Forma
13. Stability of object = Stabilità di un oggetto
14. Strength = Resistenza
15. Durability of moving object = Durata di un oggetto in moto
16. Durability of non-moving object = Durata di un oggetto non in moto
17. Temperature = Temperatura

18. Brightness = Luminosità
19. Energy spent by moving object = Energia spesa per muovere un oggetto
20. Energy spent by non-moving object = Energia spesa per non muovere un oggetto
21. Power = Potenza
22. Waste of energy = Spreco di energia
23. Waste of substance = Spreco di sostanza
24. Loss of information = Spreco di informazione
25. Waste of time = Spreco di tempo
26. Amount of substance = Ammontare della sostanza
27. Reliability = Affidabilità
28. Accuracy of measurement = Accuratezza della misura
29. Accuracy of manufacturing = Accuratezza della fabbricazione
30. Harmful factors acting on object = Fattori dannosi che agiscono sull'oggetto
31. Harmful side effects = Effetti secondari dannosi
32. Manufacturability = Fabbricabilità
33. Convenience of use = Comodità d'uso
34. Repairability = Riparabilità
35. Adaptability = Adattabilità
36. Complexity of device = Complessità del dispositivo
37. Complexity of control = Complessità del controllo
38. Level of automation = Livello di automazione
39. Productivity = Produttività

Esempio

TP 01- peso di un oggetto in moto

La forza misurabile, dovuta alla gravità, che un oggetto in moto esercita sulla superficie che evita la sua caduta. Un oggetto in moto è un oggetto che cambia la propria posizione da solo o a causa della risultante delle forze esterne.

TP 02 – peso di un oggetto non in moto

La forza misurabile, dovuta alla gravità, che un oggetto stazionario esercita sulla superficie sulla quale si trova. Un oggetto stazionario è un oggetto che non cambia la propria posizione da solo o a causa della risultante delle forze esterne.

TP 17 – temperatura

La perdita o l'aumento di calore su un oggetto o su un sistema durante l'esercizio della funzione, che può causare potenziali cambiamenti indesiderati all'oggetto, al sistema o al prodotto.



5.2.2.3 Uso della matrice di Altshuller

Teoria

L'uso della Matrice richiede un'opportuna analisi del problema, poiché una Contraddizione Tecnica (ce ne potrebbero essere più di una) deve essere definita all'interno del sistema.

I principali step nell'uso della Matrice sono:

- Descrizione del problema;

- Definizione della Contraddizione Tecnica (modi per modellare il sistema e ricerca delle contraddizioni);

- Traduzione in Parametri Tecnici (caratteristiche che migliorano e che peggiorano);

- Identificazione dei Principi Inventivi dalla Matrice di Altshuller;

- Generazione delle idee con i Principi Inventivi;

Il primo punto implica la sintesi del problema da risolvere ed il contesto del problema.

In questa fase può essere utile osservare il problema e domandarsi che cosa impedisce di risol-



verlo: si evidenzierà un vincolo o verrà alla luce una contraddizione da risolvere. Quindi, si prosegue traducendo l'analisi del problema in contraddizioni separate: la condizione desiderata non può essere raggiunta poiché qualcos'altro nel sistema lo impedisce.



Esempio

- L'ampiezza di banda incrementa (positivo) ma richiede più potenza (negativo);
- I servizi sono personalizzati per ogni cliente (positivo) ma il servizio di consegna del sistema diventa complesso (negativo);

Lo step successivo implica la traslazione delle precedenti affermazioni in Contraddizioni Tecniche, adattando le precedenti caratteristiche in Parametri Tecnici.

Nota

Questo step, inizialmente, può non essere facile: è importante quindi prendere confidenza con i parametri, questo significa studiare i parametri stessi ed iniziare ad fare una propria raccolta di esempi.

Poi è necessario cercare i parametri che migliorano quelli che peggiorano sulla Matrice di Altshuller, identificando i numeri dei Principi Inventivi che possono aiutare a risolvere la Contraddizione Tecnica. I numeri dei Principi Inventivi sono contenuti nella cella individuata dall'intersezione di righe e colonne. Il passo successivo è quello di cercare il Principio corrispondente al numero e usarlo per generare e registrare le idee solutive. Le descrizioni di ciascun principio e gli indizi aggiuntivi, daranno poi delle tracce circa le possibili soluzioni.

Modello

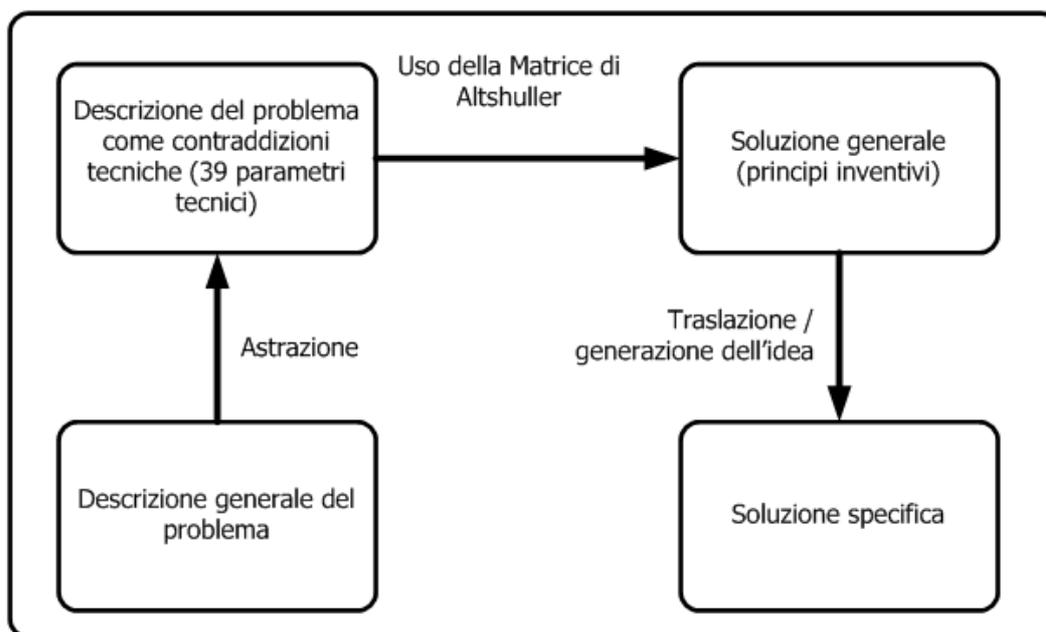


Figura 9 Uso della Matrice di Altshuller

Esempio

Uso della matrice di Altshuller: vedi capitolo 5.2.2

Uso della Matrice: descrizione del problema

Teoria

Gli esperti di problem solving affermano che un problema ben definito è un problema mezzo risolto; una buona analisi si ha se c'è una comprensione ottimale del sistema che sta attorno al problema. Di conseguenza, dovrebbero essere documentati sistematicamente i vari aspetti del problema.

Per una descrizione dettagliata del problema e dell'ambiente circostante il problema, TRIZ

consiglia il cosiddetto “Innovation-Situation-Questionnaire” (ISQ) – traducibile come “Questionario sullo Stato dell’Innovazione” o lista dell’innovazione. Il ISQ fu sviluppato dalla “Kishinev School of TRIZ” della Repubblica di Moldavia (Ideation International Inc.). L’applicazione del ISQ non è obbligatorio nel lavoro con la Matrice di Altshuller, tuttavia può esser d’aiuto nella ricerca e nella definizione di importanti contraddizioni nel sistema.

Nota

ARIZ comprende e definisce il processo passo dopo passo per risolvere le Contraddizioni Tecniche e tradurle in Contraddizioni Fisiche (vedi il capitolo ARIZ).

Strumenti

Struttura dell’”Innovation-Situation-Questionnaire“.

1. Informazioni circa il sistema da migliorare / creare e circa il suo ambiente
2. Nome del sistema
3. Funzione utile primaria del sistema
4. Struttura corrente o desiderata del sistema
5. Funzione del sistema
6. Ambiente del sistema
7. Risorse disponibili (vedi risorse Sostanza- Campo)
8. Informazione circa la condizione del problema
9. Miglioramento desiderato o difetti da eliminare
10. Meccanismo che causa il difetto, se risulta chiaro
11. Altri problemi da risolvere
12. Cambio del sistema
13. Cambiamenti disponibili
14. Limitazioni al cambiamento del sistema
15. Criteri di selezione dei concetti solutivi
16. Caratteristiche tecniche desiderate
17. Caratteristiche economiche desiderate
18. Tempistica desiderata
19. Novità attese
20. Altri criteri
21. Storia della soluzione al problema cercata
22. Tentativi precedenti
23. Altri sistemi nei quali esiste un problema analogo



Esempio

Vedi il libro: “Systematic Innovation – an Introduction to TRIZ”, John Terninko, Allo Zusman, Boris Zlotin, (disponibile su: “books.google.com”)



Uso della Matrice: definizione delle Contraddizioni Tecniche (modalità di modellazione del problema – ricerca delle Contraddizioni Tecniche)

Ci sono diverse strade e modelli descritti in TRIZ sulle modalità di ricerca delle contraddizioni nel sistema:

Definire “cosa migliora – cosa peggiora”;

OTSM “Model of Contradictions”, Modello di contraddizione OTSM (vedi Capitolo 2.2);

ARIZ (vedi il capitolo ARIZ).

Teoria e strumenti

Definire “cosa migliora – cosa peggiora” o “se-allora-ma”

Il modo più semplice per cercare i parametri in conflitto in un sistema è – dopo un frase di sintesi del problema – rispondere alle due domande seguenti:

Riassunto del problema da risolvere e del contesto del problema

Cosa migliora? (cosa è "good")	Cosa peggiora? (cosa è "bad")
Questo aspetto del sistema migliora....	A scapito di questo aspetto...

Modello di contraddizione OTSM

Vedi il Capitolo 1.2

Esempio

1: "incrementare la durata di un prodotto"

Definizione di "cosa migliora- cosa peggiora" o "se-allora-ma"



Riassunto del problema da risolvere e del contesto del problema
<i>La maggior parte delle strategie per incrementare la durabilità consiste nel sovra dimensionare la tipologia del materiale o la sua quantità. La soluzione più comune è quella di aggiungere materiale per rendere qualcosa più resistente</i>

Cosa migliora? (cosa è "good")	Cosa peggiora? (cosa è "bad")
<i>Questo aspetto del sistema migliora....</i>	<i>A scapito di questo aspetto...</i>
Il prodotto diventa più resistente...	...ma il suo peso incrementa

Risultato

Se voglio rendere un oggetto più "resistente", il "peso" peggiora. (Contraddizione Tecnica)

2 Traduzione in Parametri Tecnici

Modello

Il passo successivo è di tradurre le contraddizioni formulate in generale, in Contraddizioni Tecniche usando i 39 Parametri Tecnici definiti.

All'inizio, questo step potrebbe non essere semplice, ma è importante prendere confidenza con i parametri: ciò significa studiare i parametri e iniziare a collezionare dei propri esempi pratici. (vedi allegato)

Strumenti

Lista dei 39 Parametri Tecnici (con spiegazioni)

Esempio

"incrementare la durata di un prodotto"

Riassunto del problema da risolvere e del contesto del problema
<i>La maggior parte delle strategie per incrementare la durabilità consiste nel sovra dimensionare la tipologia del materiale o la sua quantità. La soluzione più comune è quella di aggiungere materiale per rendere qualcosa più resistente</i>

Cosa migliora? (cosa è "good")	Cosa peggiora? (cosa è "bad")
<i>Questo aspetto del sistema migliora...</i>	<i>A scapito di questo aspetto...</i>
Il prodotto diventa più resistente...	...ma il suo peso incrementa

Parametro tecnico – caratteristica che migliorare	Parametro tecnico – caratteristica che migliorare
<i>Il prodotto diventa più resistente...</i>	<i>...ma il suo peso incrementa</i>
Resistenza – TP14	Peso di un oggetto non in moto – TP02



3 Identificare il principio inventivo dalla matrice di Altshuller

Cercare il parametro che migliora ed il parametro che peggiora sulla matrice di Altshuller. Identificare i numeri dei Principi Inventivi che possono aiutare a risolvere la Contraddizione Tecnica contenuti all'interno della cella, che si trova all'intersezione di righe e colonne.

Se la matrice di Altshuller non contiene numeri ma risulta vuota, è necessario provare a ribaltare la contraddizione oppure a ridefinire i parametri.

Strumenti

Matrice di Altshuller (allegato)

Esempio

“incrementare la durata di un prodotto”



<p>Riassunto del problema da risolvere e del contesto del problema</p> <p><i>La maggior parte delle strategie per incrementare la durabilità consiste nel sovra dimensionare la tipologia del materiale o la sua quantità. La soluzione più comune è quella di aggiungere materiale per rendere qualcosa più resistente</i></p>

Cosa migliora? (cosa è "good")	Cosa peggiora? (cosa è "bad")
<i>Questo aspetto del sistema migliora...</i>	<i>A scapito di questo aspetto...</i>
Il prodotto diventa più resistente...	...ma il suo peso incrementa

Parametro tecnico – caratteristica che migliorare	Parametro tecnico – caratteristica che migliorare
<i>Il prodotto diventa più resistente...</i>	<i>...ma il suo peso incrementa</i>
Resistenza – TP14	Peso di un oggetto non in moto – TP02

Numero del principio inventivo dell'intersezione, sulla Matrice, dei Parametri Tecnici: <i>(riga 14) vs. (colonna 2 →)Principi Inventivi: 40, 26, 27, 1</i>
--

	Parametri che peggiorano →	Weight of moving object	Weight of stationary object	Length of moving object
	Parametri che migliorano ↓	1	2	3
1	Weight of moving object			15,8,29,34
2	Weight of stationary object			
3	Length of moving object	8,15,29,34		
4	Length of stationary object		35,26,40,29	
5	Area of moving object	2,17,29,4		14,15,18,4
6	Area of stationary object		30,2,14,18	
12	forma	8,10,29,40	15,10,26,3	
13	stabilità di un oggetto	21,35,2,39	26,39,1,40	
14	resistenza	1,8,48,15	40,26,27,1	

Figura 10 Numeri dei Principi Inventivi

4 Generazione dell'idea con i Principi Inventivi

Nell'ultimo step, le idee devono essere generate con i Principi Inventivi individuati.

Note

I Principi Inventivi devono essere usati come una precisa direzione da seguire per superare la corrispondente Contraddizione Tecnica. Un errore tipico: spesso il principiante appli-

ca i Principi Inventivi all'intero sistema (e non allo specifico elemento in cui si ha la Contraddizione Tecnica).

Le linee guida dei Principi Inventivi dovrebbe essere interpretate in maniera letterale, in modo da evitare il loro uso come una conferma dell'idea già concepita.

Le direzioni suggerite dai diversi principi proposte dalla medesima cella della matrice possono essere combinate, in quanto spesso prevedono suggerimenti complementari.

Strumenti e esempio

“incrementare la durata di un prodotto”



Summarise the problem to be solved and the problem context

La maggior parte delle strategie per incrementare la durabilità consiste nel sovra dimensionare la tipologia del materiale o la sua quantità. La soluzione più comune è quella di aggiungere materiale per rendere qualcosa più resistente

Cosa migliora? (cosa è "good")

Cosa peggiora? (cosa è "bad")

Questo aspetto del sistema migliora...

A scapito di questo aspetto...

Il prodotto diventa più resistente...

...ma il suo peso incrementa

Parametro tecnico – caratteristica che migliorare

Parametro tecnico – caratteristica che migliorare

Il prodotto diventa più resistente...

...ma il suo peso incrementa

Resistenza – TP14

Peso di un oggetto non in moto – TP02

Numero del principio inventivo dell'intersezione, sulla Matrice, dei Parametri Tecnici:

(riga 14) vs. (colonna 2 →)Principi Inventivi: 40, 26, 27, 1

Idée di soluzione

IP 40 - materiali compositi

Uso di materiali composite e leggeri in prodotti che avranno probabilmente una “vita lunga” e che beneficiano del fatto di essere leggeri o creazione di materiale composito da materiale di scarto.

IP 26 – Copia, imita

Elimina I componenti meccanici delle interfacce elettroniche usando uno schermo e pochi tasti, oppure usa solo il software con un robusto touch screens.

IP 27 - prodotti economici e di vita breve

Valuta se un prodotto deve avere una lunga vita. Usa la logistica già esistente ed incentivi per aumentare il riciclo, poi progetta i prodotti ed i suoi componenti per il ri-uso, l'aggiornamento o il riciclaggio.

IP 1 - segmentazione

Rendi il componente di un assemblaggio facilmente accoppiabile e smontabile alla fine del ciclo di vita. Quasi tutte le strategie per la fine del ciclo di vita di un prodotto si basano sulla facilità di separazione dei componenti e dei materiali.

5.3 Tecniche per la risoluzione di Contraddizioni Fisiche

Definizione

Una Contraddizione Fisica è un conflitto fra due requisiti fisici dello stesso parametro di un elemento del sistema, che si escludono a vicenda. Più precisamente, in accordo con il modello ENV (vedi il capitolo 1c), una Contraddizione Fisica si ha quando sono richiesti differenti valori per un dato Parametro di Controllo.

Per la risoluzione del problema, la formulazione della contraddizione ha il seguente formato: "un dato elemento del sistema dovrebbe avere la caratteristica A al fine di realizzare la funzione richiesta (per risolvere il problema) E lo stesso elemento dovrebbe avere la caratteristica NON A per soddisfare le limitazioni ed i requisiti esistenti".



Esempio

Un elemento che deve essere caldo e freddo.

Un elemento che deve essere duro e soffice.

La Contraddizione Fisica può essere risolta secondo tre concetti:

Separazione dei requisiti in contraddizione (vedi i 4 principi di separazione);

Soddisfazione dei requisiti in contraddizione;

Bypass dei requisiti della contraddizione;



Modello



Figura 11 Modello di risoluzione della Contraddizione Fisica

5.3.1 I quattro principi di separazione

Definizione

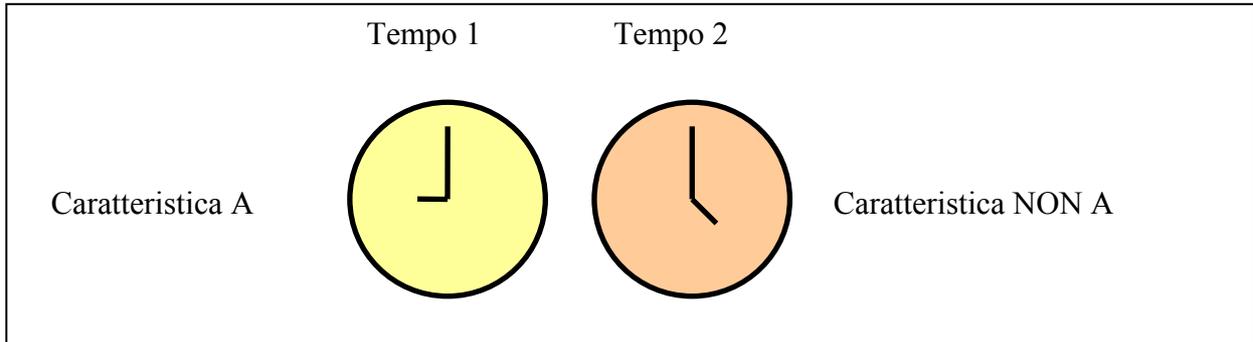
Quando si affronta una Contraddizione Fisica, ed i concetti di "soddisfazione" e "bypass" non sono efficaci, per superare questo tipo di contraddizione si può usare uno dei 4 Principi di Separazione:

- Separazione nel tempo
- Separazione nello spazio
- Separazione su condizione / in relazione
- Separazione nel livello del sistema

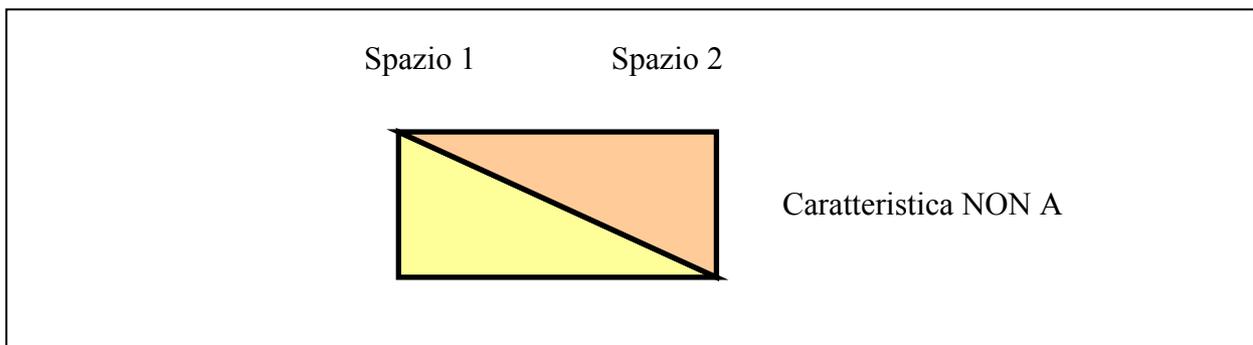


Modello

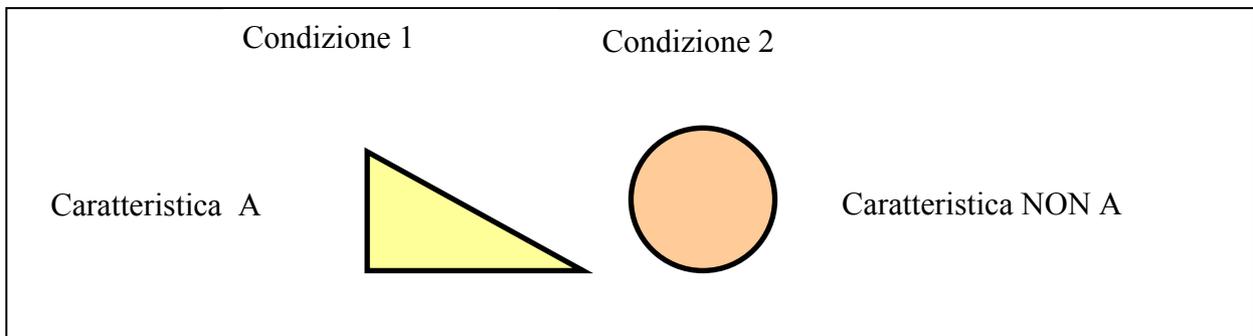
Separazione nel tempo



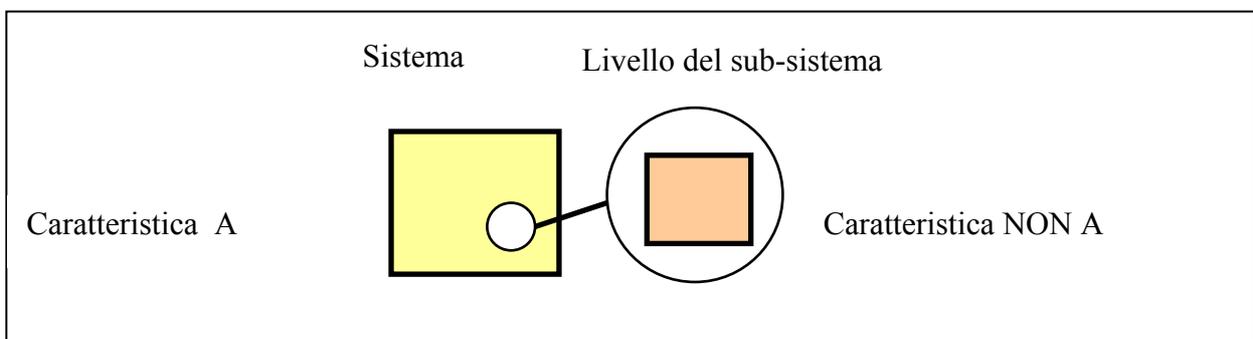
Separazione nello spazio



Separazione su condizione / in relazione



Separazione nel livello del sistema



5.3.1.1 Separazione nel tempo

Definizione

Il concetto è quello di separare i requisiti opposti nel tempo

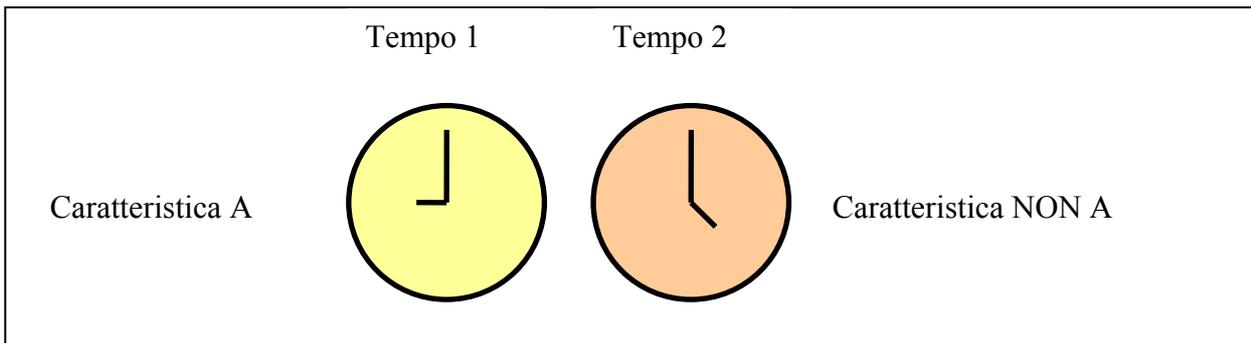
Se un sistema o un processo devono soddisfare un requisito in contraddizione, compiere un'operazione in contraddizione o operare in condizioni contraddittorie, è possibile provare ad elencare le operazioni del sistema in modo tale che i requisiti, le funzioni o le operazioni che sono in conflitto, entrino in azione in diversi periodi di tempo.

Il concetto di separazione nel tempo è basato sulla definizione del cosiddetto "tempo operativo": l'istante di tempo in cui si necessita avere requisiti opposti.



Modello

La domanda da porsi è:



Abbiamo bisogno della caratteristica A sempre o solo in certi momenti?

Se la caratteristica A non è sempre necessaria, possiamo effettuare la separazione nel tempo.

Strumenti

I Principi Inventivi che prevedono la separazione nel tempo sono: (la lista non è esaustiva)

IP 15 – Dynamics = Dinamizza

IP 34 – Rejecting and Regenerating Parts = Scarto e rigenerazione delle parti (scartare e recuperare)

IP 10 – Prior Action = Azione precedente

IP 9 – Prior Counteraction = Contro-azione precedente

IP 11 – Cushion in advance = Attenuare in anticipo



Esempio

Prodotto

Un metro dovrebbe essere lungo per avere un ampio campo di misura, ed un metro dovrebbe essere piccolo per essere facilmente trasportabile.

Il Principio Inventivo 15 consiglia la dinamizzazione: incrementare, ad esempio, i gradi di libertà del metro.

Il prodotto di tale principio inventivo è la cosiddetta "rotella metrica".

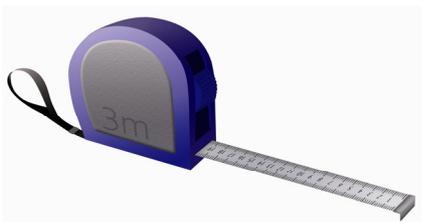


Figura 12 rotella metrica

Esempio 1



Formulazione del problema: “cannoni a ricarica rapida”

Durante una battaglia, i cannoni devono essere caricati sempre molto velocemente.

Quando si introduce rapidamente la polvere da sparo all’interno della canna del cannone, la polvere può incendiarsi. Perciò un rapido caricamento del cannone è molto pericoloso: il compito fu quello di sviluppare un “fast firing gun”, un cannone a ricarica rapida.



Fig. 13 cannone con avancarica (Foto: R. Adunka)

Il problema può essere tradotto in una Contraddizione Fisica:

- Il tempo di carica del cannone dovrebbe essere breve per avere un cannone a rapida accensione E
- Il tempo di carica del cannone dovrebbe essere lungo per essere più sicuro durante la fase di ricarica.

Il tempo operativo della funzione “combustione veloce” può essere separata dal tempo operativo della

funzione “introdurre il colpo”.

Possiamo usare il concetto di Separazione nel tempo per trovare delle idee.

Uno dei Principi Inventivi consigliati che contengono una separazione nel tempo è:

IP 10– Prior Action = precedente azione

1. Esegui i cambiamenti richiesti completamente o parzialmente in anticipo;
2. Poni l’oggetto in avanti così che può entrare in azione immediatamente grazie alla posizione più conveniente.

Soluzione

“La camera di caricamento” ha la polvere da sparo ed il proiettile in camere separate. Le camere sono preparate per ogni colpo extra. Un certo numero di queste camere possono essere preparate per una battaglia con una carica di polvere da sparo e possono essere usate durante la battaglia. I proiettili sono introdotti in modo continuativo dalla parte frontale, quindi il rischio di accensione della polvere da sparo, quando viene introdotta nel cannone è così ridotto.

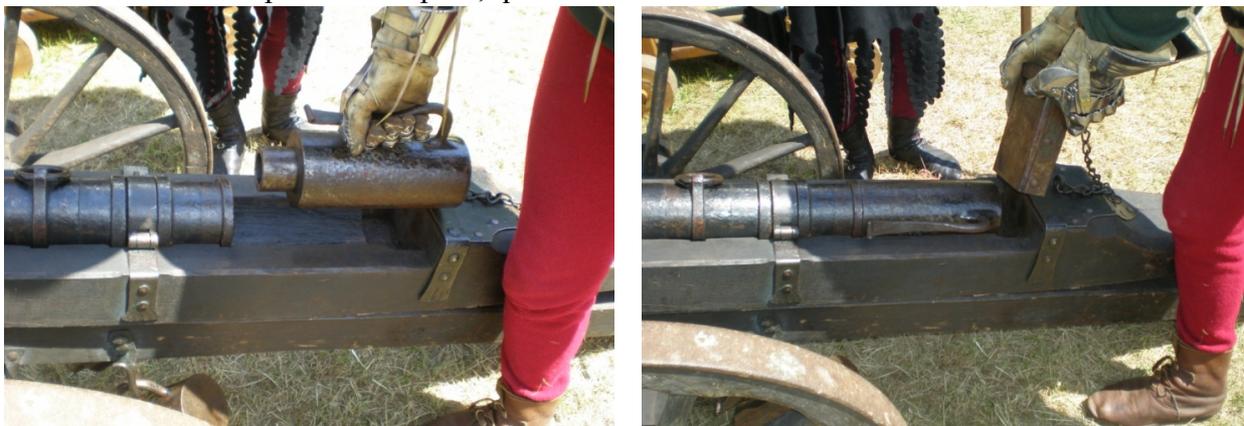


Fig. 14 cannone a carica rapida, a retrocarica (Foto R. Adunka)

Esempio 2

Formulazione del problema: "ago con cruna dinamica"

È difficile far passare un filo spesso attraverso la piccola cruna di un ago. È possibile formulare la seguente Contraddizione Fisica per rappresentare il problema: la cruna dovrebbe essere larga per facilitare l'inserimento del filo, e dovrebbe essere piccola per facilitare la cucitura.

Con la separazione nel tempo della contraddizione, il problema può essere formulato come segue:

- La cruna deve essere larga quando si inserisce il filo
- La cruna deve essere piccola durante la cucitura.

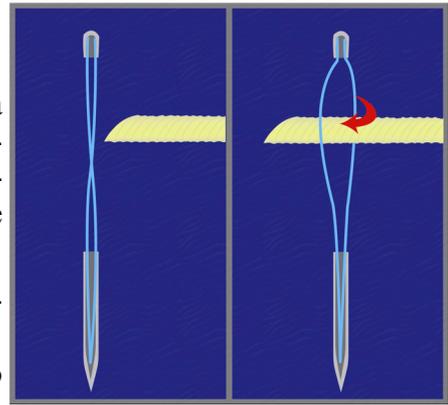


Fig. 15 soluzione al problema dell'ago



R. Pace of Britain hanno progettato un ago composto di due fili metallici sottili e flessibili e di uguale lunghezza. I fili metallici sono saldati insieme da un lato, attorcigliati per $\frac{3}{4}$ di giro, poi saldati dal lato opposto. L'ago risulta simile ad un ago tradizionale, ma quando viene leggermente svolto, si apre una fessura attraverso la quale può passare facilmente il filo. Quando poi viene rilasciato, l'ago torna nella sua forma iniziale e stringe il filo. (Riferimento: Ideation, TRIZ Tutorial)

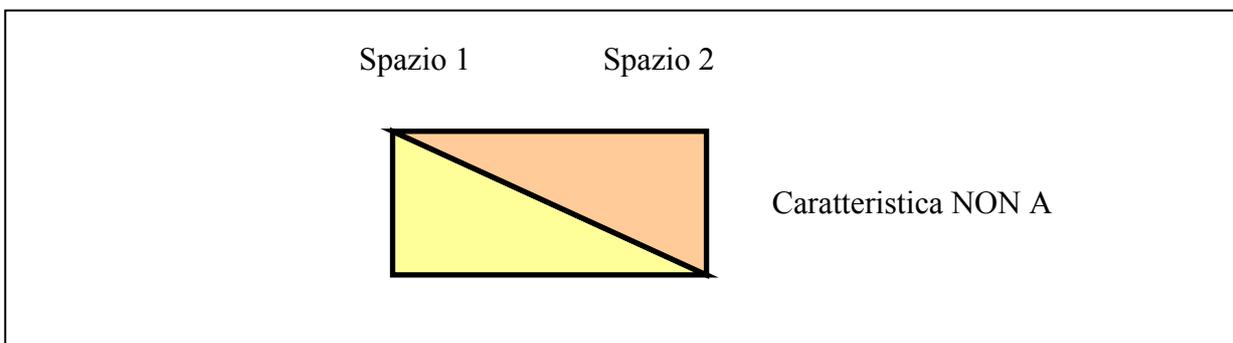
5.3.1.2 Separazione nello spazio

Il concetto è quello di separare i requisiti opposti nello spazio.

Se un sistema deve eseguire funzioni in contraddizione o operare sotto condizioni contrastanti, è possibile provare a dividere il sistema in sub-sistemi, assegnando poi ciascuna funzione in contraddizione o condizione contrastante, a diversi sub-sistemi.

Modello

La domanda da porsi è:



- Abbiamo ovunque bisogno della caratteristica A o solo in alcune parti?

Se la caratteristica A non è ovunque necessaria, possiamo effettuare la separazione nello spazio.

Strumenti

I Principi Inventivi che prevedono la separazione nello spazio sono:

- IP 1 – Segmentation = Segmentazione
- IP 2 – Extraction = Estrazione
- IP 3 – Local Quality = Qualità locale
- IP 7 – Nesting = Inserimento all'interno
- IP 4 – Asymmetry = Asimmetria
- IP 17 – Transition into an other Dimension = Passaggio ad un'altra dimensione
- IP 13 - The other way round = Nel verso opposto



Esempio

Prodotto



Una tazzina da caffè dovrebbe essere calda per mantenere il caffè alla giusta temperatura per un certo tempo, e la tazzina non dovrebbe essere calda per non bruciarsi le dita.

Il principio inventivo 7 consiglia di usare l'idea della "nidificazione".

La ditta Starbucks utilizza questo principio:

www.jeremyadamdavis.com



Fig. 16 tazzine da caffè Starbucks

Esempio

Formulazione del problema: "armatura"



Durante i tornei medioevali, l'armatura dei cavalieri doveva proteggerli dai colpi subiti: per far piacere al pubblico inoltre, le armature dovevano essere anche belle da vedere.



Fig. 17 Armatura (Foto R. Adunka)

Quindi, il compito fu quello di sviluppare un'"affascinante armatura".

Il problema può essere tradotto in una Contraddizione Fisica:

- L'armatura dovrebbe essere di metallo all'esterno per proteggere il cavaliere E
- L'armatura NON dovrebbe essere di metallo all'esterno per essere affascinante.

Possiamo usare il concetto di Separazione nello spazio per trovare delle idee.

Uno dei Principi Inventivi consigliati che contengono una separazione nello spazio è:

IP 3 – Local Quality = Qualità locale

1. per un oggetto o per l'ambiente esterno, transizione da una struttura omogenea ad una struttura eterogenea;
2. Parti diverse di un oggetto possono eseguire funzioni differenti;
3. Ciascuna parte di un oggetto dovrebbe essere posta sotto le condizioni più favorevoli per eseguire le operazioni.

Soluzione

La cosiddetta "brigantina" è un'armatura costituita da placche metalliche dal lato interno e da tessuto o pelle dal lato esterno: era una sorta di giubbotto anti-proiettile del 15° secolo.



Figura 18 "brigantina" (Foto R. Adunka)

Esempio

Ricoprimento di un pezzo meccanico metallico

Le superfici metalliche sono ricoperte chimicamente nel modo seguente:

Il pezzo metallico è posizionato in una vasca riempita di soluzione di Sali metallici (nickel, cobalto..). Durante la reazione di riduzione, il metallo della soluzione precipita sulla superficie del pezzo. Più è alta la temperatura, più velocemente avverrà il processo; tuttavia, alle alte temperature la soluzione si decompone, e più del 75 % dei prodotti chimici sono persi a causa della precipitazione sui bordi della vasca. L'aggiunta di elementi stabilizzanti non è efficace e la conduzione del processo a bassa temperatura riduce drasticamente la produzione.

Per applicare il principio di separazione nello spazio, per esempio, dovremmo porci la seguente domanda:

- abbiamo bisogno che questo parametro- in questo caso la temperatura- sia alto (o basso) ovunque, o è necessario solo in certi posti?

Se la temperatura non deve essere alta (o bassa) ovunque, possiamo provare a separare questi requisiti opposti nello spazio.

In questo caso, necessitiamo dell'alta temperatura solo nell'intorno del pezzo, e non nell'intera vasca. Come possiamo realizzare ciò?

La risposta è la seguente: il pezzo metallico è riscaldato ad alta temperatura prima dell'immersione nella soluzione, ed il processo stesso avviene ad alta temperatura. La soluzione è perciò calda attorno al pezzo, e fredda altrove. (un altro modo per realizzare tale effetto è quello di applicare una corrente elettrica al pezzo durante il processo di ricoprimento).

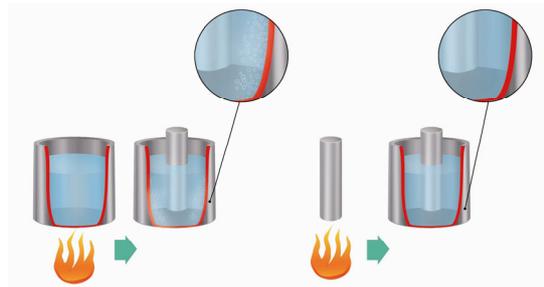
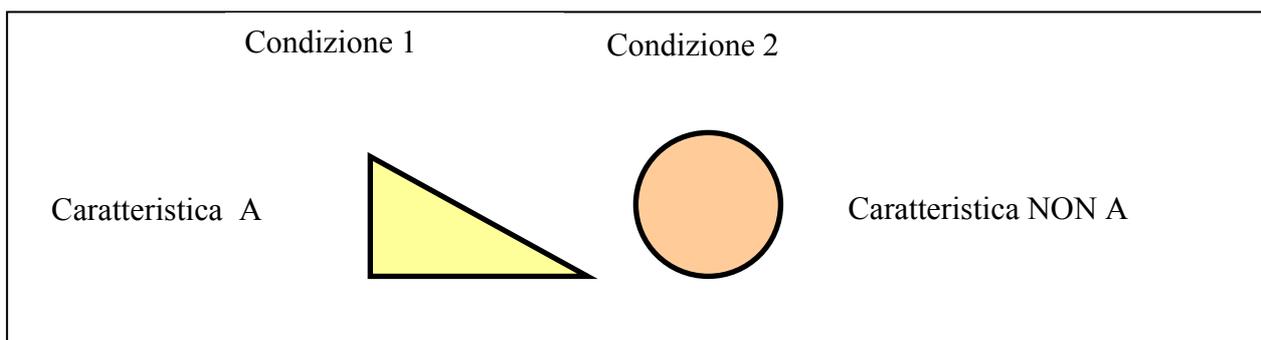


Figura 19 esempio di ricoprimento di un pezzo

5.3.1.3 Separazione su condizione / in relazione

Definizione

Il concetto di separare i requisiti opposti su condizione, consiste nel risolvere una contraddizione eseguendo il processo utile solo sotto la particolare condizione: si prende in considerazione il cambiamento del sistema o dell'ambiente circostante così da eseguire solo il processo utile. Ad esempio, in cucina, lo scolapasta blocca la pasta ma non l'acqua.



Modello

La domanda che dobbiamo porci è la seguente:

- Possiamo cambiare le condizioni del sistema o dell'ambiente circostante così da soddisfare entrambe le caratteristiche A e NON A?

Strumenti

I Principi Inventivi che prevedono la separazione su condizione sono: (la lista seguente non è esaustiva):

- IP 40 – Composite Materials = Materiali compositi
- IP 31 – Porous Material = Materiali porosi
- IP 32 – Changing the Colour = Cambiamento del colore
- IP 3 – Local Quality = Qualità locale
- IP 19 – Periodic Action = Azione periodica
- IP 17 – Transition into an other Dimension = Passaggio ad un'altra dimensione

Nota

In questo caso la relazione fra il concetto di separazione e i Principi Inventivi non è evidente).

Esempio

Formulazione del problema: "segatura"

Un cliente di una segheria vuole acquistare della segatura pura: la segatura è raccolta creando il vuoto attorno alle lame della sega, cosicché, attraverso una tubazione metallica, la segatura finisce in un contenitore. Sfortunatamente spesso sono aspirati anche dei piccoli pezzetti di legno, quindi il contenuto del contenitore risulta contaminato.

La contraddizione può essere formulata come segue:

- L'aspirazione (il vuoto) dovrebbe essere potente per aspirare tutta la segatura (ma anche i pezzetti di legno) e l'aspirazione dovrebbe essere piuttosto debole per non risucchiare i pezzetti di legno.

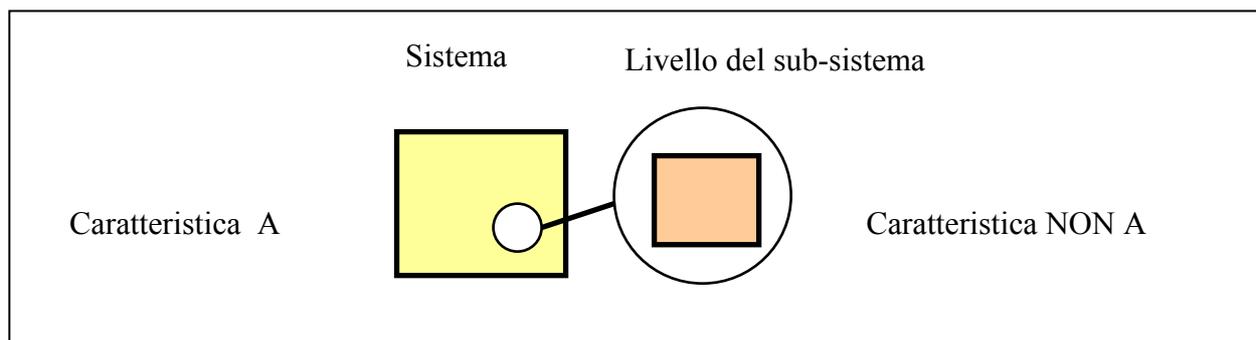
Soluzione

Incrementando la sezione del tubo di aspirazione per una certo tratto (creando una convessità), la direzione del flusso può cambiare in modo tale che le parti più grosse (i pezzetti di legno) si accumulano lì e non fluiscono nel tubo di raccolta.

5.3.1.4 Separazione del livello del sistema / attraverso la transizione a Sub o a Supersistema

Definizione

Il concetto è quello di separare i requisiti contrapposti dentro l'intero sistema o dentro una parte di esso. Se un sistema deve eseguire funzioni contrarie o operare sotto condizioni contrapposte, è possibile provare a dividere il sistema ed assegnare una delle funzioni in contraddizione, o una condizione, al sub-sistema o a diversi super-sistemi, lasciando all'intero sistema le funzioni e condizioni restanti.





Modello

La domanda da porsi è:

- È possibile soddisfare le caratteristiche A e NON A assegnando una di loro all'intero sistema e l'altra ad una sua parte?

Esempio 1

Morsa per pezzi dalla forma complessa

Per afferrare pezzi dalla geometria complessa, la morsa deve avere la forma corrispondente alla forma del pezzo. Risulta però estremamente costoso avere un'unica morsa per ogni pezzo. D'altronde un sistema di afferraggio deformabile è in grado di adattare la sua forma al pezzo da bloccare, ma la sua capacità di sostegno peggiora. (la morsa non risulta abbastanza rigida)

La Contraddizione Fisica è la seguente:

- La morsa dovrebbe essere rigida per supportare correttamente il pezzo, e la morsa dovrebbe essere deformabile in modo da modificare la sua geometria per adattarsi alla forma complessa del pezzo.

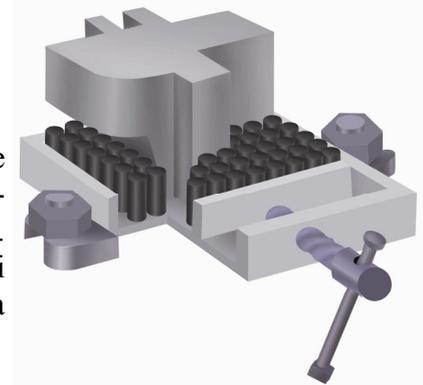


Fig. 20 Morsa per pezzi dalla forma complessa

La risposta è la seguente: è possibile usare una morsa comune, aggiungendo però degli elementi cilindrici multipli attorno al pezzo, i quali, muovendosi sul piano, si adattano alla forma del pezzo (alta deformabilità al livello del sistema e bassa deformabilità al livello del sub-sistema).

5.3.2 Soddisfazione & Bypass (ri-progetto)

5.3.2.1 Soddisfazione

Teoria

Se la Contraddizione Fisica non può essere risolta con un principio di separazione, potrebbe essere possibile soddisfare i requisiti simultaneamente. In molti casi è necessario un radicale cambiamento della struttura del sistema.

Le Leggi di Evoluzione di TRIZ aiutano ad identificare la direzione per superare la contraddizione:

La Transizione a super-sistema include:

Il trend mono-bi-poly;

Il trend verso l'incremento delle differenze fra i sistemi

→ Riferimento alle Leggi di Evoluzione 6 e 7

Transizione da Micro-livello o Sub-sistema: ad esempio la transizione a sistemi alternativi

→ Riferimento agli effetti fisici, chimici e geometrici

I Principi Inventivi che prevedono la separazione con la transizione a Sub- o Super-sistema sono: (questa lista non è esaustiva)

- IP 1 – Segmentation = segmentazione
 - IP 5 – Merging = fusione
 - IP 33 – Homogeneity = omogeneità
- IP 12 – Equipotentiality = equipotenzialità

Nota

In questo caso la relazione fra i concetti di separazione ed i Principi Inventivi non sono evidenti.

5.3.2.2 Bypass

Teoria

Se la Contraddizione Fisica non può essere risolta con uno dei principi di separazione, potrebbe essere possibile effettuare un bypass, evitare e girare attorno ad entrambi i requisiti. Questa nuova soluzione può rendere la contraddizione irrilevante.

Questo è possibile osservando i diversi schermi dello strumento “System Operator”. Gli schermi possono aiutare a trovare percorsi alternativi fermo restando l’obiettivo generale.

→ Riferimento al System Operator e

→ Riferimento alla “transizione a Super-sistema e Microlivello”.

	PASSATO	PRESENTE	FUTURO
SUPERSISTEMA	<i>Cosa dovrebbe fare ogni risorsa del super-sistema per prevenire l’insorgere del problema e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Cosa dovrebbe fare ogni risorsa del super-sistema per rendere il sistema capace di eseguire la funzione, senza che si abbiano effetti indesiderati e dannosi e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Se il problema non è stato risolto, cosa dovrebbe fare ogni risorsa del super-sistema per rendere il sistema capace di raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>
SISTEMA	<i>Cosa dovrebbe fare il sistema per prevenire l’insorgere del problema e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Cosa dovrebbe fare il sistema per essere capace di eseguire la funzione, senza che si abbiano effetti indesiderati e dannosi e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Se il problema non è stato risolto, cosa dovrebbe fare il sistema per essere capace di raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>
SUBSISTEMA	<i>Cosa dovrebbe fare ogni risorsa del sub-sistema per prevenire l’insorgere del problema e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Cosa dovrebbe fare ogni risorsa del sub-sistema per rendere il sistema capace di eseguire la funzione, senza che si abbiano effetti indesiderati e dannosi e per raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>	<i>Se il problema non è stato risolto, cosa dovrebbe fare ogni risorsa del sub-sistema per rendere il sistema capace di raggiungere il Risultato Più Desiderabile?</i>

5.4 Effetti

Definizione



L’uso di effetti scientifici e di fenomeni aiutano l’inventore a sviluppare soluzioni ad alto livello innovativo, dato che le contraddizioni del problema formulate sono state risolte a livello fisico.

Allo scopo di trovare i giusti effetti da applicare, Altshuller iniziò a raccogliere i fenomeni fisici ed a classificarli in base agli effetti ed alle proprietà richieste: nacque quindi uno speciale database di conoscenza, sulla base del quale, nel corso degli anni, si sono sviluppati vari stru-



menti software e servizi on-line.

La tradizionale classificazione degli effetti in TRIZ si basa sulla differenziazione degli effetti fisici, chimici e geometrici:

Effetti fisici: consentono di trasformare una forma di energia in un'altra;

Effetti chimici: consentono di ottenere certe sostanze a partire da altre con, l'assorbimento o l'emissione di energia;

Effetti geometrici: organizzano e ridistribuiscono i flussi di energia e di sostanza che sono già disponibili nel sistema.

Nota

Gli effetti geometrici hanno inizio dove terminano gli effetti fisici e chimici.

All'interno della letteratura TRIZ sono stati pubblicati studi più completi circa gli effetti geometrici (GE).

Modello

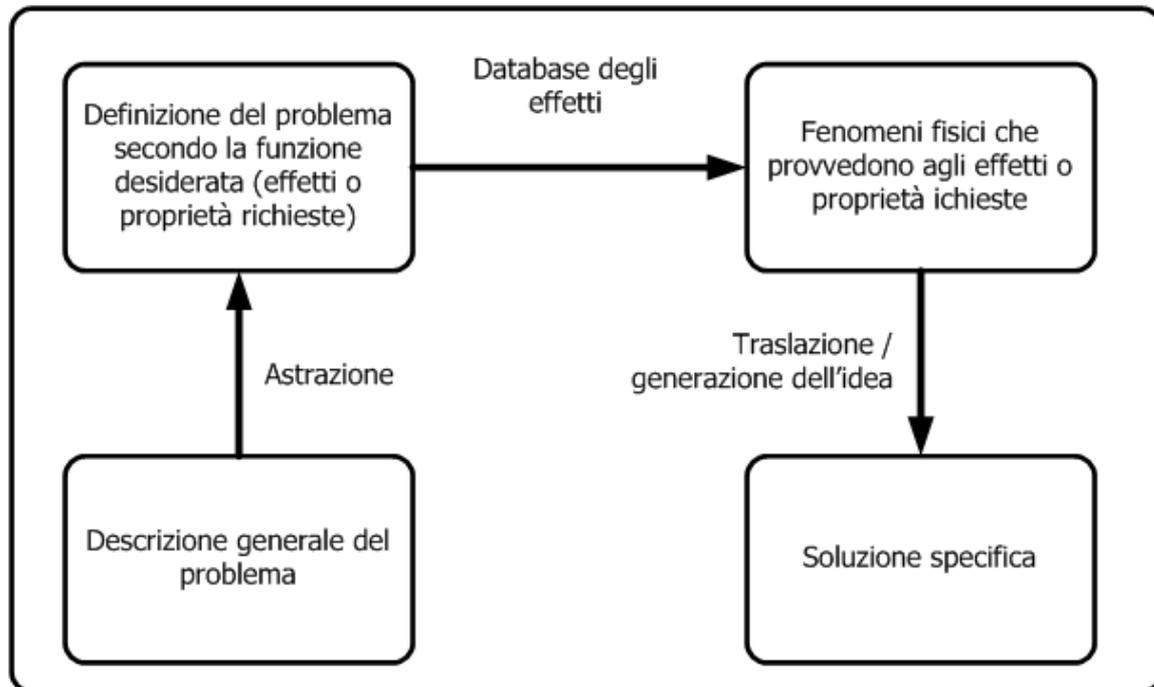


Figura 21 Modello a collina degli effetti fisici

Strumenti

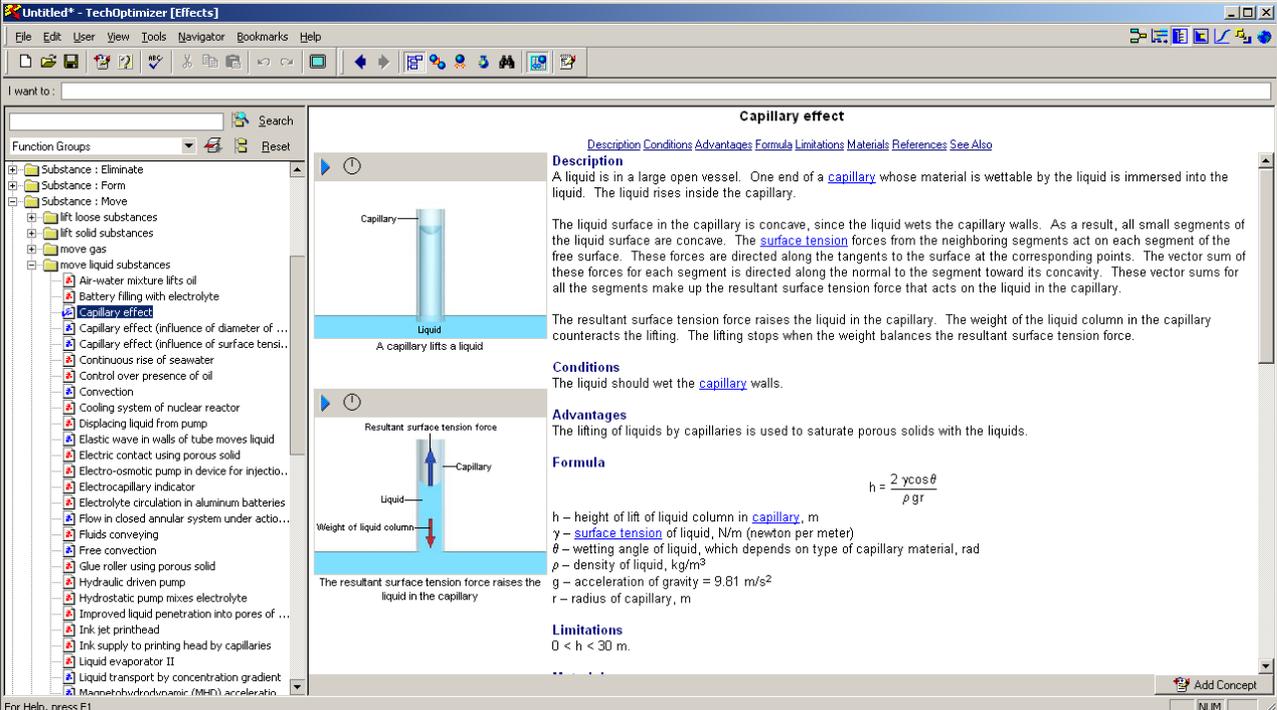
I fenomeni fisici che prevedono le seguenti richieste di “effetti e proprietà” sono stati classificati e sono disponibili nell'allegato [inserisci collegamento per allegato]:

1. Measure temperature = Misurare la temperatura
2. Reducing temperature = Ridurre la temperatura
3. Increasing temperature = Incrementare la temperatura
4. Temperature stabilization = Stabilizzare la temperatura
5. Object location = Posizionare un oggetto
6. Moving an object = Muovere un oggetto
7. Moving a liquid or gas = Muovere un liquido o un gas
8. Moving an aerosol (dust particles, smoke, mist, etc.)= Muovere un aerosol (particelle di polvere, fumo, nebbia, etc..)
9. Formation of mixtures = Formare una miscela
10. Separating mixtures = Separare una miscela
11. Stabilizing object position = Stabilizzare la posizione di un oggetto



12. Generating and/or manipulating force = Generare e/o manipolare una forza
13. Changing friction = Cambiare l'attrito
14. Crashing objects = Rompere oggetti
15. Accumulating mechanical and thermal energy = Accumulare energia meccanica e termica
16. Transferring energy through mechanical, thermal, radiation, or electric deformation = Trasferire energia per via meccanica, termica, o elettrica
17. Influencing moving object = Influire sul moto di un oggetto
18. Measuring dimensions = Misurare le dimensioni
19. Varying dimensions = Variare le dimensioni
20. Detecting surface properties and/or conditions = Determinare lo stato e/o le proprietà superficiali.
21. Varying surface properties = Variare le proprietà superficiali
22. Detecting volume properties and/or conditions = Determinare lo stato e/o le proprietà volumetriche
23. Varying volume properties = Variare le proprietà di volumetriche
24. Developing certain structures, structure stabilization = Sviluppare strutture, stabilizzare strutture
25. Detecting electric and magnetic fields = Rilevare campi elettrici e magnetici
26. Detecting radiation = Rilevare radiazioni
27. Generating electromagnetic radiation = Generare radiazioni elettromagnetiche
28. Controlling electromagnetic fields = Controllare campi elettromagnetici
29. Controlling light, light modulation = Controllare e modulare la luce
30. Initiating and intensification of chemical reactions = Avviare ed intensificare reazioni chimiche

In questo campo sono stati sviluppati vari software e strumenti online:



The screenshot shows the TechOptimizer software interface. The main window is titled 'Capillary effect'. It contains a description of the phenomenon, a diagram of a capillary tube in a liquid, and a diagram showing the forces acting on the liquid column. The formula for the height of the liquid column is given as $h = \frac{2 \gamma \cos \theta}{\rho g}$. The interface also includes a list of function groups on the left and a search bar at the top.

Figura 22 Software Invention Machine Inc.: TechOptimizer / Goldfire Innovator

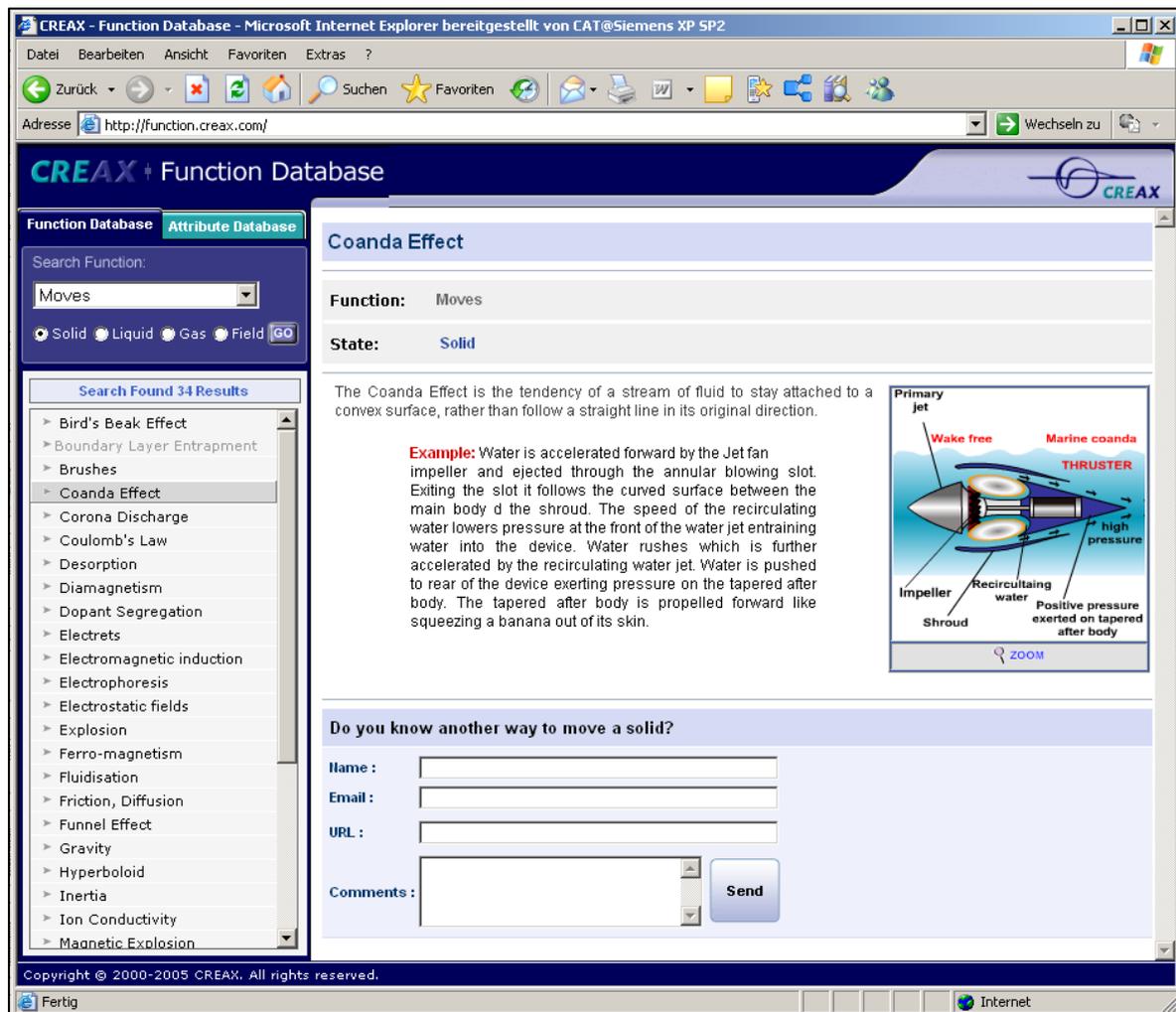


Figura 23 Function Database CREAX : <http://function.creax.com>

5.5 Risorse di sostanza e campo

Definizione

Durante la risoluzione di un problema, TRIZ raccomanda l'uso di risorse sostanza-campo interne, esterne, di sotto-prodotto e di insieme, del sistema esistente. Ciò va incontro ai requisiti di un sistema ideale e conduce alla soluzione con minime variazioni rispetto al risultato ottimale.

Una volta identificato il sistema tecnico e definita la contraddizione, è necessario valutare quali risorse sono disponibili per superare le contraddizioni. Per la risoluzione delle contraddizioni, TRIZ raccomanda l'uso di risorse di sostanza-campo del sistema esistente: ciò va incontro ai requisiti di un sistema ideale.

Una risorsa è qualsiasi cosa che può essere applicata per la risoluzione del problema, e migliora il sistema senza grosse spese. Le risorse dovrebbero essere facilmente accessibili, gratuite o di basso costo. Le risorse possono essere interne o esterne al sistema o al super-sistema. Le risorse possono essere sostanze o campi, o possono anche comprendere spazio e tempo, o altre cose, attorno al sistema.

L'identificazione di tali risorse fornisce molte opportunità per le soluzioni da sviluppare velocemente. Ogni risorsa è una potenziale soluzione al problema. Più sono le risorse disponibili, più ampio sarà lo spazio in cui si possono generare le soluzioni.

Le risorse di un sistema esistente, ed i suoi elementi, sono alla base delle migliori e più efficienti soluzioni. Usando tali risorse, ciascuna delle quali è una potenziale soluzione al problema, non è necessario aggiungere altro dall'esterno e si possono raggiungere risultati molto buo-



ni.

Le risorse inoltre giocano un ruolo importante in due concetti di TRIZ:

L'uso del System Operator per guidare / migliorare la ricerca delle risorse;

La ricerca delle risorse come mezzo per riformulare le Contraddizioni Fisiche (ARIZ parte 3)

Modello

Che genere di risorse sono usate nella risoluzione dei problemi? Le risorse possono essere classificate come sostanze, energia, spazio, tempo, funzioni, informazioni e risorse combinate:

Le risorse di sostanza sono tutte le sostanze e le proprietà delle sostanze (ed esempio la transizione di fase, il punto di curie, la conducibilità termica, elettrica, ottica...) usate nel sistema analizzato e nell'ambiente esterno.

Le risorse di energia sono tutte le forme di energia e di campo note (campo elettrico, elettromagnetico, termico etc.), le risorse sono già presenti nel sistema migliorato o nell'ambiente esterno in cui si trova il sistema.

Le risorse di spazio, sono gli spazi non occupati o i "vuoti", che possono essere usati i cambiamenti del sistema iniziale al fine di incrementare l'efficienza o la funzionalità.

Le risorse di tempo sono, per prima cosa, il tempo che precede l'inizio dei processi produttivi, e, secondariamente, il tempo fra due fasi del processo produttivo. Entrambi questi intervalli possono essere usati per migliorare le operazioni di base del sistema.

Le risorse funzionali sono le opportunità di usare le funzioni conosciute dell'oggetto per scopi diversi, oppure di identificare nuove funzioni nel sistema. La possibilità di eseguire funzioni aggiuntive in seguito a cambiamenti sono comunque risorse funzionali. È molto importante la percentuale di utilizzazione delle risorse in quanto la conoscenza e l'applicazione di diverse qualità o di proprietà caratteristiche mediante una nuova funzione agente sulla stessa sostanza, può significare una nuova invenzione.

Nota: la ricerca delle risorse funzionali causa spesso confusione, poiché la maggior parte di esse sono già elencate.

Le risorse di informazione sono usate comunemente nella risoluzione dei problemi di misura, identificazione, e separazione. Di conseguenza, le risorse di informazione sono informazioni circa le sostanze, i campi, cambiamenti di proprietà o di oggetti. Quindi, più si vogliono identificare le differenze di una sostanza rispetto ad un'altra, più efficientemente deve esser fatta la misura o il rilevamento.

La combinazione di risorse è la combinazione delle risorse precedenti. Un altro dato importante circa l'utilizzazione delle risorse, è l'applicazione delle proprietà delle sostanze che possono cambiare facilmente in seguito ad alcune influenze. Spesso nel sistema non ci sono risorse che rispondono alle richieste per la risoluzione del sistema. Possiamo risolvere il problema cambiando le sostanze esistenti nel sistema. Conosciamo ad esempio che un liquido può diventare solido, e viceversa, controllando la temperatura (acqua in ghiaccio; ghiaccio in acqua), il ferro può diventare magnetico, e una sostanza solida può cambiare volume e forma se riscaldato o raffreddato.

Come usare le risorse per la risoluzione dei problemi?

Qui di seguito è riportato un elenco, raccomandato per l'uso delle risorse:

Formulazione del problema;

Creazione di una lista di risorse nel seguente ordine: interne, esterne, di prodotto, complesse;

Definizione di che genere di risorsa è necessaria per la risoluzione del problema;

Stima per ciascuna risorsa ed effetto esistente del livello di utilizzazione;

Proposta di come usare la fusione delle risorse.

Strumenti

Vedi allegato “5.6.5 – Substance-and-Field Resources – Risorse di sostanza e di campo”

Il System Operator è, grazie ad una scansione sistematica, uno strumento molto utile per la ricerca delle parti del sistema e del suo ambiente circostante, nell’arco dell’intero ciclo di vita del sistema.

5.6 Allegati

5.6.1. I 40 Principi Inventivi

Riferimento:

G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*

Principio 01 - Segmentation = Segmentazione

Dividi un oggetto in parti indipendenti.

Rendi un oggetto facilmente scomponibile.

Incrementa il grado di scomposizione o segmentazione.

Principio 02 - Extraction (Extracting, Retrieving, Removing, Taking out) = Estrazione (estrazione, ricupero, rimozione, portar fuori)

Estrai dall'oggetto la parte o la proprietà che "disturbo".

Estrai dall'oggetto solo la parte necessaria.

Principio 03 - Local Quality = Qualità locale

Transizione di un oggetto o dell'ambiente esterno da una struttura omogenea ad una eterogenea.

Diverse parti del sistema dovrebbero eseguire funzioni differenti.

Ciascuna parte del sistema dovrebbe essere posta nelle migliori condizioni per eseguire le operazioni.

Principio 04 – Asymmetry= Asimmetria

Sostituisci le forme simmetriche con forme asimmetriche.

B. Se un oggetto è già asimmetrico, incrementa il suo grado di asimmetria.

Principio 05 – Consolidation (Merging) = Unificazione (fusione)

Unisci, consolida gli oggetti omogenei nello spazio, o gli oggetti destinati a svolgere operazioni continue.

Unisci, consolida nel tempo le operazioni omogenee o continue.

Principio 06 – Universality = Universalità

Un oggetto può svolgere diverse funzioni; di conseguenza possono essere rimossi altri elementi.

Principio 07 - Nesting (Matrioshka, "Nested doll") = Inserimento all'interno (tipo bambola "Matrioshka")

Un oggetto è posto all'interno di un altro. A sua volta, questo oggetto è posto all'interno di un altro, e così via...

Un oggetto passa in un altro oggetto attraverso una cavità.

Principio 08 – Counterweight (Anti-weight) = Contrappeso (anti-peso)

Compensa il peso di un oggetto combinandolo con un altro oggetto che esercita una forza di sollevamento.

Compensa il peso di un oggetto con forze aerodinamiche o idrodinamiche causate dall'ambiente esterno.

Principio 09 – Prior Counteraction (Preliminary anti-action) = Contro azione precedente (anti-azione preliminare)

Pre-carica con una tensione opposta un oggetto per compensare un eccessivo ed indesiderato stress.



Principio 10 – Prior Action (Preliminary action) = Azione preliminare

Esegui i cambiamenti richiesti da un oggetto, completamente o parzialmente in anticipo.
Posiziona gli oggetti in anticipo così che possano entrare immediatamente in azione a causa della posizione più conveniente.

Principio 11 – Cushion in Advance (Beforehand cushioning) = Attenua in anticipo

Compensa l'affidabilità relativamente bassa di un oggetto con misure di emergenza preparate in anticipo.

Principio 12 - Equipotentiality = Equipotenzialità

Cambia le condizioni di lavoro in maniera tale che non richiederà il sollevamento o l'abbassamento dell'oggetto.

Principio 13 – Do it in Reverse (“The other way round”) = Inverti

Invece dell'azione diretta imposta dal problema, implementa l'azione opposta (ad esempio raffredda invece di riscaldare).

Rendi stazionaria la parte mobile di un oggetto, o dell'ambiente esterno; oppure stazionarie le parti mobile.

Ruota la parte superiore di un oggetto verso il basso.

Principio 14 - Spheroidality (Curvature) = Sfericità

Sostituisci le parti lineari con parti curve, superfici piane con superfici curve, e cubi con sfere.

Usa cilindri, sfere, spirali.

C. Sostituisci il moto lineare con il moto rotazionale; usa la forza centrifuga.

Principio 15 - Dynamics = Dinamizza

Le caratteristiche di un oggetto o dell'ambiente esterno, devono essere modificate per eseguire la prestazione ottimale in ciascuno stage dell'operazione.

Se un oggetto è immobile, rendilo mobile. Rendilo intercambiabile.

Divide un oggetto in elementi capaci di cambiare la loro posizione relative.

Principio 16 - Partial or Excessive Action = Azione parziale o eccessiva

Se è difficile ottenere il 100% degli effetti desiderati, raggiungi più o meno l'effetto desiderato.

Principio 17 – Transition into a New Dimension (Another Dimension) = Passaggio ad un'altra dimensione

Passa dal movimento o dal posizionamento monodimensionale di un oggetto a quello bidimensionale, tridimensionale, etc...

Utilizza la composizione multi livello dell'oggetto.

Inclina l'oggetto o posizionalo dall'altro lato.

Utilizza l'altro lato della superficie.

Proietta le linee in vista sulle superfici vicine o dalla parte opposta dell'oggetto.

Principio 18 - Mechanical Vibration = Vibrazioni meccaniche

Utilizza le oscillazioni.

Se le oscillazioni esistono, incrementa la loro frequenza fino all'ultrasonico.

Usa la frequenza di risonanza.

Sostituisci le vibrazioni meccaniche con vibrazioni piezo-elettriche.

Usa le vibrazioni ultrasoniche insieme al campo elettromagnetico.

Principio 19 - Periodic Action = Azione periodica

Sostituisci un'azione continua con un'azione periodica (impulso).
 Se l'azione è già periodica, cambia la loro frequenza.
 Usa una pausa fra due impulsi per eseguire un'azione aggiuntiva.

Principio 20 - Continuity of Useful Action = Continuità dell'azione utile

Esegui un'azione senza interruzioni. Tutte le parti dell'oggetto dovrebbero lavorare alla massima capacità.
 Rimuovi i moti intermedi e inutili.
 Sostituisci il moto "avanti e dietro" con un moto rotativo.

Principio 21 – Rushing Through (Skipping) = Attraversa velocemente (saltare)

Esegui le azioni dannose e pericolose ad alta velocità.

Principio 22 – Convert Harm into Benefit ("Blessing in disguise" or "Turn Lemons into Lemonade") = Converti il male in beneficio (un male che si rivela un bene)

Utilizza i fattori dannosi, specialmente l'ambiente, per ottenere effetti positive.
 Rimuovi un fattore dannoso combinandolo con un altro fattore dannoso.
 Incrementa il grado di azione dannosa ad un'estensione tale da farlo cessare di essere dannoso.

Principio 23 - Feedback (reazione)

Introduci un feedback.
 Se il feedback esiste già, cambialo.

Principio 24 – Mediator („Intermediary“) = Mediatore, intermediario

Usa un oggetto intermedio per trasferire o eseguire un'azione.
 Connetti temporaneamente l'oggetto originale ad un altro che è si può facilmente togliere.

Principio 25 - Self-service

Un oggetto deve ripararsi da sé ed eseguire operazioni supplementari e di riparazione.
 Fai uso di materiali ed energia di scarto.

Principio 26. Copying = Copia

- A. Una copia semplice ed economica dovrebbe essere usata al posto di un oggetto fragile o di uno che è scomodo da usare.
- B. Se è usata una copia visibile, sostituiscila con una a luce infrarossi o ultravioletta.
 Sostituisci un oggetto (o un sistema di oggetti) con la sua immagine. L'immagine può essere ridotta o allargata.

Principio 27 – Dispose (Cheap Short-living Objects) = Smaltire

- A. Sostituisci un oggetto caro con uno economico, compromettendo altre proprietà (longevità).

Principio 28 – Replacement of Mechanical System (Mechanics Substitution) = Sostituzione di sistemi meccanici

- A. Sostituisci un sistema meccanico con uno ottico, acustico, termico, olfattivo.
- B. Usa un campo elettrico, magnetico, elettromagnetico per interagire con un oggetto.
 Sostituisci i campi:
 Stazionari con mobili.
 Fissi con variabili nel tempo.
 Random con strutturati.
- D. Usa I campi insieme a particelle ferromagnetiche

Principio 29 – Pneumatic or Hydraulic Constructions (Pneumatics and Hydraulics) = Costruzioni pneumatiche o idrauliche

Sostituisci le parti solide di un oggetto con del gas o del liquido. Tali parti possono ora usare l'aria o l'acqua per gonfiarsi, o usare la pneumatica o l'idrostatica per smorzare.

Principio 30 – Flexible Membranes or Thin Films (Flexible Shells and Thin Films) = Membrane flessibili o film sottili

- A. Sostituisci le consuete costruzioni con membrane flessibili o film sottili.
- B. Isola un oggetto dall'ambiente esterno con una membrane o un film sottile.

Principio 31 - Porous Material = Materiali porosi

- A. Rendi poroso un oggetto o usa una elementi porosi supplementari.
- Se un oggetto è già poroso, riempi prima i pori con altre sostanze.

Principio 32 – Changing the Color (Color Changes) = Cambia il colore

- A. Cambia il colore di un oggetto o del suo ambiente.
- B. Cambia la lucentezza di un oggetto o del suo ambiente.
- C. Usa un additive colorato per osservare un oggetto, o un processo, difficile da vedere.
- D. Se tale additive esiste già, usa le tracce luminescenti o traccia gli atomi.

Principio 33 - Homogeneity = Omogeneità

- A. Gli oggetti che si interfacciano con l'oggetto principale dovrebbero essere fatti dello stesso materiale dell'oggetto principale (o in materiale dalle proprietà simili).

Principio 34 – Rejecting and Regenerating Parts (Discarding and Recovering) = Scarto e rigenerazione delle parti (scartare e recuperare)

- A. Dopo aver completato la propria funzione, o esser diventato inutile, un elemento di un oggetto è scartato (eliminato, dissolto, evaporato) o è modificato durante il processo di lavoro.
- B. Le parti consumabili di un oggetto devono essere ripristinate durante il lavoro.

Principio 35 – Transformation of Properties (Parameter Changes) = Trasformazione di proprietà

- A. Cambia lo stato fisico del sistema.
- B. Cambia la concentrazione o la densità.
- C. Cambia il grado di flessibilità.
- D. Cambia la temperature o il volume.

Principio 36 - Phase Transition = Transizione di fase

- A. Usa I fenomeni di cambiamento di fase (ad esempio un cambio di volume, il rilascio o l'assorbimento di calore, etc..).

Principio 37 - Thermal Expansion = Espansione termica

- A. Usa l'espansione o la contrazione dei metalli variando la loro temperature.
- B. Usa differenti materiali con diversi coefficienti di dilatazione termica.

Principio 38 – Accelerated Oxidation (Strong Oxidants) = Ossidazione accelerate (elevata ossidazione)

- A. Compi la transizione da un livello di ossidazione al livello superiore:
- a. Aria ambientale per ossigenare.
 - b. Ossigenare con l'ossigeno.
 - c. Ossigeno in ossigeno ionizzato.
 - d. Ossigeno ionizzato in ossigeno azotato.
 - e. Ossigeno azotato in ozono.
 - f. Ozono in ossigeno.

Principio 39 - Inert Environment (Inert Atmosphere) = Ambiente inerte

- A. sostituisci l'ambiente normale con uno inerte.
- B. Introduci nell'oggetto una sostanza neutrale o un additivo.
- C. Svolgi il processo nel vuoto.

Principio 40 - Composite Materials = Materiali compositi

Sostituisci materiali omogenei con materiali compositi.

5.6.2. – I 39 Parametri Tecnici / caratteristiche

Fonte:

G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*)



TP 01 - Weight of moving object = Peso di un oggetto in moto

La forza misurabile, risultante dalla gravità, che un corpo mobile esercita sulla superficie che previene la caduta. Un oggetto mobile è uno che cambia la posizione da solo o a causa della risultante delle forze esterne

TP 02 - Weight of non-moving object = Peso di un oggetto non in moto

La forza misurabile, risultante dalla gravità, che un corpo stazionario esercita sulla superficie sulla quale è posto. Un oggetto stazionario è un oggetto che non cambia la posizione da solo o a causa della risultante delle forze esterne.

TP 03 - Length of moving object = Lunghezza di un oggetto in moto

La misura lineare di lunghezza, altezza o larghezza di un oggetto, nella direzione del moto osservato. Il movimento può essere causato da forza interne o esterne.

TP 04 - Length of non-moving object = Lunghezza di un oggetto non in moto

La misura lineare di lunghezza, altezza o larghezza di un oggetto, nella direzione in cui non avviene il moto.

TP 05 - Area of moving object = Area di un oggetto in moto

La misura della superficie di ogni piano o porzione di piano di un oggetto che, quando soggetto a forza interne o esterne, cambia la sua posizione nello spazio.

TP 06 - Area of non-moving object = Area di un oggetto non in moto

La misura della superficie di ogni piano o porzione di piano di un oggetto che, quando soggetto a forza interne o esterne, non cambia la sua posizione nello spazio.

TP07 - Volume of moving object = Volume di un oggetto in moto

La misura del volume di un oggetto che cambia la propria posizione nello spazio quando soggetto a forza interne o esterne.

TP08 - Volume of non-moving object = Volume di un oggetto in moto

La misura del volume di un oggetto che non cambia la propria posizione nello spazio quando soggetto a forza interne o esterne.

TP09 - Speed = Velocità

La velocità con la quale un'azione o un processo è completata.

TP10 - Force = Forza

La capacità di causare cambiamenti fisici in un oggetto o nel sistema. Il cambiamento può essere totale o parziale, permanente o temporaneo.

TP11 - Tension/ Pressure = Tensione / Pressione

L'intensità della forza che agisce su un oggetto o su un sistema, misurata come forza di compressione o tensione per unità di area.

TP12 - Shape = Forma

L'apparenza esterna o il contorno di un oggetto o di un sistema. La forma può essere totalmente o parzialmente, in modo permanente o in modo temporaneo, cambiata a causa delle forze che agiscono sull'oggetto o sul sistema.

TP13 - Stability of object = Stabilità di un oggetto

La resistenza dell'intero oggetto o sistema ai cambiamenti causati dall'interazione con i suoi oggetti o sistemi associati.

TP 14 - Strength = Resistenza

Sotto condizioni e limiti ben definiti, l'abilità di un oggetto o di un sistema ad assorbire gli effetti di forza, velocità, stress etc.. senza rotture.

TP 15 - Durability of moving object = Durevolezza di un oggetto in moto

Il tempo oltre il quale un oggetto, che cambia la sua posizione nello spazio, è sempre in grado di svolgere le sue funzioni.

TP 16-Durability of non-moving object = Durevolezza di un oggetto non in moto

Il tempo oltre il quale un oggetto, che non cambia la sua posizione nello spazio, è sempre in grado di svolgere le sue funzioni.

TP 17 –Temperature = Temperatura

La perdita o l'aggiunta di calore di un oggetto o di sistema durante lo svolgimento delle funzioni, che possono causare potenziali cambiamenti indesiderati all'oggetto, al sistema o alla produzione.

TP 18-Brightness = Luminosità

Il valore dell'energia luminosa che incide su un'area illuminata dal sistema o che si trova nel sistema. La luminosità comprende la qualità della luce, il grado di illuminazione ed altre caratteristiche.

TP 19-Energy spent by moving object = Energia spesa da un oggetto in moto

L'energia richiesta da un oggetto o da un sistema che cambia la sua posizione nello spazio da solo o a causa della risultante delle forze esterne.

TP 20-Energy spent by non-moving object = Energia spesa da un oggetto non in moto

L'energia richiesta da un oggetto o da un sistema che non cambia la sua posizione nello spazio da solo o a causa della risultante delle forze esterne.

TP 21-Power = Potenza

Il rapporto fra il lavoro ed il tempo impiegato a svolgerlo.

TP 22-Waste of energy = Spreco di energia

La perdita della capacità del sistema di compiere lavoro, in modo complete, parziale, permanentemente o in modo temporaneo.

TP 23-Waste of substance = Spreco di sostanza

La diminuzione o l'eliminazione di materiale da un oggetto o sistema, specialmente quando non lavora o non sono fabbricati prodotti.

TP 24-Loss of information = Spreco di informazione

La diminuzione o l'eliminazione di dati, o la possibilità di accedere ai dati, in un sistema o dal sistema.

T25-Waste of time = Spreco di tempo

Incremento del tempo necessario per completare una data azione.

TP26-Amount of substance = Quantità di sostanza

Il numero degli elementi o la quantità di un elemento usato per creare un oggetto o un sistema.

TP27-Reliability = Affidabilità

La capacità di un oggetto o di un sistema di eseguire adeguatamente le funzioni richieste in un dato periodo di tempo o di un ciclo.

TP28-Accuracy of measurement = Accuratezza della misura

Il livello con il quale una misura è prossima al valore vero della quantità da misurare.

TP29-Accuracy of manufacturing = Accuratezza della produzione

Il livello di corrispondenza fra gli elementi di un oggetto o di un sistema con le specifiche di progetto.

TP30-Harmful factors acting on object = Fattori dannosi che agiscono sull'oggetto

Le azioni, prodotte all'esterno, che agiscono su un oggetto o su un sistema che ne riducono l'efficienza e la qualità.

TP31-Harmful side effects = Effetti secondari dannosi

Le azioni, prodotte all'interno, che agiscono su un oggetto o su un sistema che ne riducono l'efficienza e la qualità.

TP32-Manufacturability = Producibilità

La comodità e la facilità con cui un oggetto o un sistema è prodotto.

TP33-Convenience of use = Comodità d'uso

La comodità e la facilità con cui un oggetto o un sistema è usato.

TP34-Repairability = Riparabilità

Comodità e facilità con cui un oggetto o un sistema è ripristinato alle condizioni operative in seguito ad un danno o ad un uso estensivo.

TP35-Adaptability = Adattabilità

La capacità di un oggetto o un sistema di cambiare forma o riassetarsi da solo in seguito a cambiamenti delle condizioni esterne (ambiente, funzioni, etc..).

TP36-Complexity of device = Complessità del dispositivo

La quantità e la varietà di elementi che compongono l'oggetto o il sistema, incluse le relazioni fra gli elementi. La complessità può intendersi anche come la difficoltà nell'imparare a fondo l'uso di un oggetto o di un sistema.

TP37-Complexity of control = Complessità del controllo

La quantità e la varietà degli elementi usati per la misura ed il monitoraggio di un oggetto o di un sistema, come pure il costo della misura confrontato con l'errore accettabile.

TP38-Level of automation = Livello di automazione

La capacità di un oggetto o di un sistema di eseguire le operazioni senza l'intervento dell'uomo.

TP39-Productivity = Produttività

Il numero di operazioni o funzioni eseguite per unità di tempo.

5.6.3. – The Altshuller Matrix = La matrice di Altshuller

PARAMETRI CHE MIGLIORANO	PARAMETRI CHE PEGGIORANO	PARAMETRI CHE MIGLIORANO																				
		potenza	sprego di energia	sprego di sostanza	sprego di informazione	sprego di tempo	ammontare della sostanza	affidabilità	accuratezza della misura	accuratezza della fabbricazione	fattori dannosi che agiscono sull'oggetto	effetti secondari dannosi	fabbricabilità	comodità d'uso	riparabilità	adattabilità	complessità del dispositivo	complessità del controllo	livello di automazione	produttività		
1	peso di un oggetto in moto	12,36	6,2	5,35	10,24	10,35	3,26	1,3	26,27	28,35	22,21	22,35	27,28	35,3	2,27	29,5	26,30	28,29	26,35	35,3		
2	peso di un oggetto non in moto	18,31	34,19	3,31	35	20,28	18,31	11,27	35,26	26,18	18,27	31,39	1,36	2,24	28,11	15,8	36,34	26,32	18,19	24,37		
3	lunghezza di un oggetto in moto	15,19	18,19	5,8	10,15	10,20	19,6	10,28	18,26	10,1	2,19	35,22	28,1,9	6,13	2,27	19,15	1,10	25,26	2,26	1,28		
4	lunghezza di un oggetto non in moto	18,22	28,15	13,30	35	35,26	18,26	8,3	28	35,17	22,37	1,39	1,32	28,11	29	26,39	17,15	35	15,35			
5	area di un oggetto in moto	12,8	6,28	10,28	24,26	30,29	29,30	29,9	26,28	2,32	1,18	15,17	2,25	3	1,35	1,26	26	28	10,26			
6	area di un oggetto non in moto	32,18	30,26	2,39	30,26	26,4	6,13	29,9	32,3	2,32	22,33	17,2	13,1	15,17	15,13	14,1	14,1	26,18	28,23			
7	volume di un oggetto in moto	17,32	17,7	10,14	30,16	10,35	2,18	32,35	26,28	2,29	27,2	22,1	40,16	16,4	16	15,16	1,18	36	30,18			
8	volume di un oggetto non in moto	35,6	7,15	36,39	2,22	2,6	29,30	14,1	25,26	25,28	22,21	17,2	29,1	15,13	10	15,29	26,1	29,26	35,34			
9	velocità	13,18	13,16	34,10	34,10	34,10	7	40,11	28	2,16	27,35	40,1	40	30,12	10	15,29	26,1	4	16,24			
10	forza	30,6	10,39	35,34	32,18	35,16	35,3	2,35	16	35,10	34,39	30,18	35	1	1,31	2,17	2,17	26	35,37			
11	tensione, pressione	19,35	14,20	10,13	13,26	10,19	11,35	28,32	10,28	1,28	2,24	35,13	32,28	34,2	15,10	10,28	3,34	3,34	10,18			
12	forma	38,2	19,35	28,36	27,31	29,38	27,28	1,24	32,25	35,23	35,21	8,1	13,12	28,27	28	4,34	27,16	27,16	3,28			
13	stabilità di un oggetto	19,35	14,15	8,35	40,5	10,37	3,35	35,10	28,29	1,35	13,3	15,37	1,28	15,1	15,17	26,35	36,37	2,35	3,28			
14	resistenza	18,37	40,5	40,5	40,5	36	18,36	13,21	23,24	37,36	40,18	36,24	18,1	3,25	11	18,20	10,18	10,19	35,37			
15	durata di un oggetto in moto	10,35	10,36	10,36	3,37	37,36	10,14	10,13	6,28	3,35	22,2	2,33	1,35	11	2	35	19,1	2,36	35,24			
16	durata di un oggetto non in moto	14	35,29	3,5	34,17	4	36	16	25	37	27,18	16	1,32	32,15	2,13,1	1,15	16,28	15,13	15,1			
17	temperatura	4,6,2	14	3,5	34,17	14,10	36,22	10,40	28,32	32,30	22,1	35,1	1,32	32,15	2,13,1	1,15	16,28	15,13	15,1			
18	luminosità	32	13,1	1,6	19,1	1,19	1,19	11,15	3,32	3,32	15,19	32,38	28,26	19	13,16	19	13	39,35	35,38			
19	energia spesa per muovere un oggetto	6,19	12,22	35,24	18,5	35,38	34,23	19,21	3,1,32	1,35	2,35,6	26,26	19,35	1,15	15,17	2,29	13,16	27,28	32,2			
20	energia spesa per non muovere un oggetto	37,18	15,24	18,5	18,31	19,18	16,18	11,27	3,1,32	6,27	19,22	30	17,28	13,16	27,28	19,35	16,25	1,6	1,6			

PARAMETRI CHE MIGLIORANO		PARAMETRI CHE PEGGIORANO																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	peso di un oggetto in moto																				
2	peso di un oggetto non in moto																				
3	lunghezza di un oggetto in moto																				
4	lunghezza di un oggetto non in moto																				
5	area di un oggetto in moto																				
6	area di un oggetto non in moto																				
7	volume di un oggetto in moto																				
8	volume di un oggetto non in moto																				
9	velocità																				
10	forza																				
11	tensione, pressione																				
12	forma																				
13	stabilità di un oggetto																				
14	resistenza																				
15	durata di un oggetto in moto																				
16	durata di un oggetto non in moto																				
17	temperatura																				
18	luminosità																				
19	energia spesa per muovere un oggetto																				
20	energia spesa per non muovere un oggetto																				

PARAMETRI CHE PEGGIORANO	PARAMETRI CHE MIGLIORANO																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	potenza																			
22	spreco di energia																			
23	spreco di sostanza																			
24	spreco di informazione																			
25	spreco di tempo																			
26	annuntiare e della sostanza																			
27	affidabilità																			
28	accuratezza della misura																			
29	accuratezza della fabbricazione																			
30	fattori dannosi che agiscono sull'oggetto																			
31	effetti secondari dannosi																			
32	fabbricabilità																			
33	comodità d'uso																			
34	riparabilità																			
35	adattabilità																			
36	complessità del dispositivo																			
37	complessità del controllo																			
38	livello di automazione																			
39	produttività																			

PARAMETRI CHE PEGGIORANO	↑		↓	
	potenza	sprego di energia	sprego di sostanza	sprego di informazione
PARAMETRI CHE MIGLIORANO	21	22	23	24
21	potenza	10,35, 38	28,27, 18,38	10,19
22	sprego di energia	3,38	35,27, 2,37	19,10
23	sprego di sostanza	28,27, 18,38	35,27, 2,31	19,10
24	sprego di informazione	10,19	19,10	24,26, 28,32
25	sprego di tempo	35,20, 10,6	10,5, 18,32	35,18, 10,39
26	ammontare della sostanza	35	7,18, 25	6,3, 10,24
27	affidabilità	21,11, 26,31	10,11, 35	10,35, 29,39
28	accuratezza della misura	3,6,32	26,32, 27	10,16, 31,28
29	accuratezza della fabbricazione	32,2	13,32, 2	35,31, 10,24
30	fattori dannosi che agiscono sull'oggetto	19,22, 31,2	21,22, 35,2	33,22, 19,40
31	effetti secondary dannosi	2,35, 18	21,35, 2,22	10,1, 34
32	fabbricabilità	27,1, 12,24	19,35, 33	15,34, 32,24
33	comodità d'uso	35,34, 2,10	2,19, 13	28,32, 2,24
34	riparabilità	15,10, 32,2	15,1, 32,19	2,35, 34,27
35	adattabilità	19,1, 29	18,15, 1	15,10, 2,13
36	complessità del dispositivo	20,19, 30,34	10,35, 28,29	35,10, 35,10
37	complessità del controllo	18,1, 16,10	35,3, 15,19	1,18, 10,24
38	livello di automazione	28,2, 27	23,28	18,5
39	produttività	35,20, 10	28,10, 29,35	28,10, 35,23

5.6.4. – Effects – EFFETTI

Fonte:

G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*)

Effetti o proprietà richieste	Fenomeni fisici che forniscono l'effetto o la proprietà richieste
Measure temperature = Misurare la temperatura	Espansione termica ed influenza sulla frequenza naturale dell'oscillazione Fenomeni termoelettrici Spettro delle radiazioni Cambiamenti delle proprietà ottiche, elettriche e magnetiche Passaggio oltre il punto di Curie Effetti Hopkins, Barkhausen e Seebeck
Reducing temperature = Riduzione della temperatura	Transizione di fase Effetto Joule-Thomson Effetto Rank Effetto magnetocalorico Fenomeno termoelettrico
Increasing temperature = Aumento della temperatura	Induzione elettromagnetica Corrente di Eddy Surface effect Riscaldamento dielettrico Riscaldamento elettronico Scarica elettrica Assorbimento di radiazione Fenomeno termoelettrico
Temperature stabilization = Stabilizzazione della temperatura	Transizione di fase, incluso il passaggio oltre il punto di Curie
Object location = Localizzazione di un oggetto	Intruduzione di un tracciante: sostanze capaci di trasformare i campi esistenti, (come i luminiferi) o generare dei campi propri (come materiali ferromagnetici) e che sono quindi facilmente identificabili con la Riflessione o l'effetto Photo Deformation. Radioattività e radiazioni a raggi X Luminescenze Cambiamenti nel campo elettrico o magnetico Scarica elettrica Effetto Doppler
Moving an object = muovere un oggetto	Campo magnetico applicato per esercitare un influsso su un oggetto o su un magnete attaccato all'oggetto Campo magnetico applicato per esercitare un influsso su un conduttore attraversato da corrente continua Campo magnetico applicato per esercitare un influsso su un oggetto caricato elettricamente Trasferimento di pressione in un liquido o in un gas Oscillazioni meccaniche Forza centrifuga Espansione termica Pressure of light = Pressione di luce

Moving a liquid or gas = muovere un liquido o un gas	Capillarità Osmosi Effetto Toms Onde Effetto Bernoulli Effetto Weissenberg
Moving an aerosol = muovere un aerosol (polvere, fumo, nebbia, etc.)	Elettrizzazione Applicazione di un campo elettrico o magnetico Pressure of light = Pressione di luce
Formation of mixtures = formazione di miscele	Ultrasuoni Cavitazione Diffusione Applicazione di un campo elettrico Applicazione di un campo magnetico in combinazione con materiali magnetici Elettroforesi (movimento di particelle nel liquido a causa dell'influenza del campo elettrico) Solubilizzazione
Separating mixtures = separazione di miscele	Separazione elettrica e magnetica Applicazione di un campo elettrico e magnetico per cambiare la pseudo viscosità di un liquido Forza centrifuga Assorbimento Diffusione Osmosi
Stabilizing object position = stabilizzazione della posizione di un oggetto	Applicazione di un campo elettrico o magnetico Bloccaggio di un liquido attraverso l'indurimento per mezzo dell'influenza di un campo elettrico o magnetico Effetto giroscopico Forza di reazione
Generating and/or manipulating force = generazione e/o manipolazione della forza	Generazione di alta pressione Applicazione di un campo magnetico attraverso un materiale magnetico Transizione di fase Espansione termica Forza centrifuga Cambiamento delle forze idrostatiche influenzando la pseudo viscosità di un liquido magnetico elettro-conduttivo in un campo magnetico Uso di esplosivi Effetto elettroidraulico Effetto ottico-idraulico Osmosi
Changing friction = cambiamento dell'attrito	Effetto Johnson-Rabeck Effetto radiativo Effetto "Abnormally low friction" = attrito estremamente basso Rivestimento ceramico di basso attrito

Crashing objects = rottura dell'oggetto	Scarica elettrica Effetto elettroidraulico Risonanza Ultrasuoni Cavitazione Uso del laser
Accumulating mechanical and thermal energy = Accumulazione dell'energia meccanica e termica	Deformazione elastica Giroscopio Transizione di fase
Transferring energy through mechanical, thermal, radiation, or electric deformation = trasferimento dell'energia per via meccanica, termica, radiativa o per elettrica	Oscillazioni Effetto di Alexandrov Onde, inclusa onda d'urto irraggiamento conduzione termica convezione riflessione della luce fibre ottiche Laser Induzione elettromagnetica Superconduttività
Influencing moving object= esercitare un influsso su un oggetto in moto	Applicazione di un campo elettrico o magnetico, senza influenze attraverso il contatto fisico
Measuring dimensions = misurare le dimensioni	Misurazione delle frequenze naturali Applicazione e identificazione di segnalatori / generatori di campi magnetici ed elettrici
Varying dimensions = variare le dimensioni	Espansione termica Deformazione Magnetostrizione Piezoelettrico
Detecting surface properties and/or conditions = identificare le proprietà e/o lo stato superficiali	Scarica elettrica Riflessione della luce Emissione di elettroni Effetto Moiré Irraggiamento
Varying surface properties = variare le proprietà superficiali	Attrito Assorbimento Diffusione Effetto Bauschinger Scarica elettrica Oscillazioni meccaniche o acustiche Radiazione ultravioletta

<p>Detecting volume properties and/or conditions = identificare le proprietà e/o lo stato volumetrico</p>	<p>Introduzione di segnalatori; sono sostanze capaci di trasformare i campi esistenti (come i luminofori) o di generare dei campi propri (come i materiali ferromagnetici), a seconda delle proprietà del materiale</p> <p>Variatione della resistenza elettrica, che dipende dalla variazione della struttura e/o della proprietà</p> <p>Interazione con la luce</p> <p>Fenomeno Elettro- e/o magneto-ottico</p> <p>Polarizzazione della luce</p> <p>Radioattività e radiazioni a raggi X</p> <p>Risonanza Paramagnetica Elettronica o Risonanza Magnetica Nucleare</p> <p>Effetto Magneto-elastico</p> <p>Passaggio oltre il punto di Curie</p> <p>Effetto Hopkins e Barkhausen</p> <p>Ultrasuoni</p> <p>Effetto Moessbauer</p> <p>Effetto Hall</p>
<p>Varying volume properties = variare le proprietà volumetriche</p>	<p>Applicazione di campi elettrici o magnetici per variare le proprietà di un liquido (pseudo viscosità, fluidità)</p> <p>Influenza con campi magnetici per mezzo dell'introduzione di materiali magnetici</p> <p>Riscaldamento</p> <p>Transizione di fase</p> <p>Ionizzazione attraverso campi elettrici</p> <p>Radiazione ultravioletta, raggi X, radioattività</p> <p>Deformazione</p> <p>Diffusione</p> <p>Campo elettrico o magnetico</p> <p>Effetto Bauschinger</p> <p>Effetto termoelettrico, termo-magnetico, magneto-ottico</p> <p>Cavitazione</p> <p>Effetto fotocromatico</p> <p>Effetto Internal photo-electric = effetto foto-elettrico interno</p>
<p>Sviluppo ed evoluzione della struttura</p>	<p>Interferenza</p> <p>Onda che si erge</p> <p>Effetto Moiré</p> <p>Onde magnetiche</p> <p>Transizione di fase</p> <p>Oscillazione meccanica e acustica</p> <p>Cavitazione</p>

<p>Detecting electric and magnetic fields = identificare campi elettrici e magnetici</p>	<p>Osmosi Elettrizzazione Scarica elettrica Effetto di segnali Piezoelettrici ed elettrici Electrets = Materiale dielettrico Emissioni elettriche Fenomeno elettro-ottico Effetto Hopkins and Barkhausen Effetto Hall Risonanza Magnetica Nucleare Fenomeno giromagnetico magneto-ottico</p>
<p>Detecting radiation = identificare le radiazioni</p>	<p>Effetto ottico - acustico Espansione termica Effetto fotoelettrico Luminescenza Effetto fotoplastico</p>
<p>Generating electromagnetic radiation = generare radiazioni elettromagnetiche</p>	<p>Effetto Josephson Induzione di radiazione Effetto tunnel Luminescenza Effetto Hann Effetto Cherenkov</p>
<p>Controlling electromagnetic fields = controllare campi elettromagnetici</p>	<p>Uso di schermature Cambiamento delle proprietà (per esempio, variazione della conduttività elettrica) Cambiamento della forma dell'oggetto</p>
<p>Controlling light, light modulation = controllare la luce, modulazione della luce</p>	<p>Rifrazione e riflessione della luce Fenomeno Elettro- e magneto-ottico Foto-elasticità Effetti Kerr e faraday Effetto Hann Effetto Franz-Keldysh</p>
<p>Initiating and intensification of chemical reactions = avviare e intensificare reazioni chimiche</p>	<p>Ultrasuoni Cavitazione Radiazione ultravioletta, raggi X, radioattività Scarica elettrica Onde d'urto</p>

5.6.5. – Substance-and-Field Resources – Risorse di sostanza e di campo



fonte:

G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity*, Technical Innovation Center, 2000)



Risorse di sostanza

- Scarti
- Materiali e prodotti greggi
- Elementi del sistema
- Sostanze economiche
- Flusso della sostanza

Proprietà delle sostanze

Risorse di campo

- Energia nel sistema
- Energia dall'ambiente

Lo scarto del sistema diventa energia del sistema

Risorse di spazio

- Spazio vuoto
- Altra dimensione
- Sistemazione verticale

Inserimento all'interno

Risorse di tempo

- Pre-lavoro
- Programmazione
- Operazioni in parallelo

Post-lavoro

Risorse di informazione

- Emissione di sostanza
- Proprietà intrinseca
- Informazioni mobili
- Informazioni temporanee

Cambiamento dello stato dell'informazione

Risorse funzionali

- Risorse di spazio all'interno della funzione primaria
- Uso degli effetti dannosi

Uso delle funzioni secondarie generate

Glossario: Contraddizioni / Effetti / Risorse



Contraddizione

La Contraddizione uno dei principali postulati di TRIZ ed è un fattore decisivo per una risoluzione di un problema in modo inventivo.

In generale, è un requisito opposto per uno stesso oggetto.

Le contraddizioni si dividono in Amministrative, Tecniche e Fisiche:

Contraddizione amministrativa:

Si parla di contraddizione amministrativa quando è necessario fare qualcosa ma non conosciamo cosa (contraddizione fra i bisogni e le abilità).

Contraddizione Tecnica:

Si parla di Contraddizione Tecnica quando si migliora una parte (o un parametro) del sistema tecnico con l'aiuto di metodi conosciuti, ma ciò comporta il peggioramento di un'altra parte (o di un altro parametro) del sistema tecnico.

Questa contraddizione è un conflitto fra caratteristiche all'interno del sistema: il miglioramento di un parametro del sistema comporta il peggioramento di un altro parametro (una dipendenza inversa fra parametri/caratteristiche di una macchina o una tecnologia).

Contraddizione Fisica:

Si parla di Contraddizione Fisica quando imponiamo requisiti opposti allo stesso parametro su una stessa parte del sistema (opposto requisito fisico su un oggetto).

Principi Inventivi:

Altshuller identificò 40 Principi che possono essere usati per eliminare le Contraddizioni Tecniche.

Principi di separazione:

Per superare una Contraddizione Fisica, ci sono 4 principi "fisici" ed un database di fenomeni fisici e di effetti.

Matrice delle Contraddizioni / matrice di Altshuller

Sviluppata da G. Altshuller, la matrice propone i Principi Inventivi per risolvere le contraddizioni che si manifestano quando si prova a migliorare una caratteristica di ogni prodotto, processo, sistema.

Parametri Tecnici / caratteristiche

Altshuller identificò 39 parametri o caratteristiche dei sistemi tecnici che possono essere usati per sviluppare e descrivere la Contraddizione Tecnica. Con tali parametri possiamo usare la Matrice delle Contraddizioni.

Riferimenti



1. **Altshuller G.S.**, Creativity as an exact science, (translated by Anthony Williams)
2. **Savransky Seymon**, Engineering of Creativity, 2000
3. **Terninko J., Zusman A., Zlotin B.**, Systematic Innovation, an Introduction to TRIZ, 1998
4. **Mann Darrell**, Hands on Systematic Innovation, 2002
5. **Valery Krasnoslobodtsev**, TRIZ Lessons, www.triz.org/index.htm
6. **Larry K. Ball**, TRIZ Journal 2004/01, Supplement to Breakthrough Thinking with TRIZ 2nd Edition
7. **Adunka R.**, TRIZ Lecture (Presentation slides), 2008
8. **A.A.V.V.**, SUPPORT—Sustainable Innovation Tools, Training Materials, 2005