

Integrazione di TRIZ e altre metodologie in un ciclo di ri-progettazione del prodotto/processo

Pierluigi Petrali

Whirlpool Europe
Operation and Technology Engineering Center
Biandronno, Italy

Riassunto

L'articolo presenta una proposta di un approccio strutturato alla ottimizzazione integrata di prodotto/processo. Questo approccio è stato pensato principalmente come aiuto nella riduzione dei costi ed è basato sull'uso integrato di varie metodologie insieme a TRIZ.

Introduzione

E' risaputo quanto TRIZ possa essere un potente mezzo per analizzare e risolvere problemi tecnici particolarmente ostici, tuttavia, a causa di vari aspetti che non verranno trattati in questo articolo, la sua introduzione nelle attività quotidiane dei processi di sviluppo prodotto sembra debba essere ancora dimostrata.

Quando si ha a che fare sistemi tecnici complessi, ovvero sistemi che erogano più funzioni simultaneamente o che sono composti da tanti sottosistemi differenti o da un grande numero di componenti, nasce il bisogno di avere a disposizione uno spettro completo di strumenti, metodologie e capacità. Un altro aspetto molto importante è il forte legame esistente tra prodotto e processo: più un prodotto è tecnologicamente maturo, con un lungo ciclo di vita, con forti capitali investiti per la sua produzione, più il processo influenzerà le caratteristiche del prodotto.

Quindi, per le industrie che affrontano questo stato delle cose, diventa importante dotarsi di un processo strutturato di revisione del prodotto in cui:

1. Si tenga conto del processo
2. Si usino al massimo del loro potenziale le metodologie di design disponibili
3. Il punto di osservazione possa essere facilmente scalato dal microscopico al macroscopico.

Premesse

Molti lavori già pubblicati hanno posto in evidenza la forza sinergica derivante dall'uso complementare di TRIZ con varie altre metodologie tra cui QFD (Quality Function Deployment), Six Sigma, Design for Manufacturing and Assembly, Axiomatic Design, Taguchi etc.

Sfortunatamente la complessità dell'oggetto in esame (sistema tecnico o prodotto) causa spesso l'inapplicabilità di queste metodologie in modo strutturato e scalabile, e, mentre per problemi ben confinati e ben definiti l'uso integrato delle metodologie offre parecchi vantaggi ai progettisti, all'opposto, per problemi non ben definiti, generici o fumosi, l'uso combinato delle metodologie può aiutare solo alcune fasi del lavoro di ottimizzazione. Possiamo chiamare questo approccio *bottom-up*: usare una combinazione di metodologie per risolvere micro-problemi o obiettivi ben definiti.

D'altro canto le aziende necessitano di Innovazione per poter acquisire vantaggio competitivo, e necessitano quindi di strumenti che dotino una prospettiva diversa, più strategica che tattica, per poter decidere dove, cosa e come innovare, per esempio decidere quando sia meglio orientarsi ad una innovazione incrementale o ad una radicale su una certa tecnologia.

Entrambi gli approcci, bottom-up (ovvero dotarsi di strumenti potenti per risolvere i micro-problemi: approccio tattico) e top-down (ovvero fornire le indicazioni su cosa-quando-come innovare) devono essere combinati

Larry Smith [1] ha proposto in un suo recente lavoro, una nuovo e più completo punto di vista su questi argomenti. Il suo tentativo è stato quello di collocare ogni metodologia in uno spazio bidimensionale, in cui una dimensione è rappresentata dai quattro domini della progettazioni proposti da Nam Suh nel

suo Axiomatic Design; la seconda dimensione relativa al modo di pensare proposta da Peter Senge nel suo “the Fifth Discipline”: approccio a Eventi, approccio a Pattern, approccio Strutturale o Sistemico.

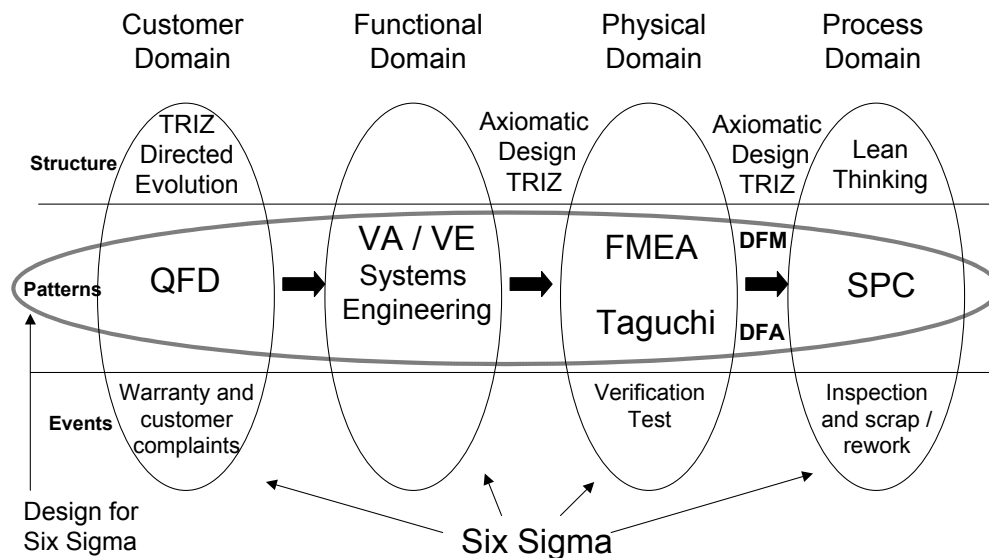


Figure 1

Questa struttura dimostra la sua utilità nella comprensione del potenziale di ciascuna metodologia e nell'offrire un orientamento nel variegato mondo delle metodologie, ed è servito come base per la progettazione del nostro sistema di ottimizzazione.

Miscelare metodologie e capacità.

Avendo di fronte lo schema proposto da Smith viene spontaneo chiedersi se tutte le metodologie siano realmente necessarie e quanto in dettaglio debbano essere studiate per poterle poi applicare.

Ovviamente le aziende non possono permettersi di avere nelle proprie progettazioni tecnici che siano completamente formati su tutte le metodologie, quindi diventa importante progettare un processo in cui si possa identificare un ben preciso percorso in cui siano identificate le metodologie da usare ad ogni passo.

L'approccio usuale delle aziende è di specializzare i propri tecnici nell'uso di una sola metodologia. Così alla fine esse hanno dei grandi esperti nel proprio specifico campo, ma molto spesso senza una struttura che li connetta e che dia loro i mezzi per comunicare l'un con l'altro.

Un primo aspetto negativo di questo approccio è che l'esperto è focalizzato a massimizzare i risultati derivanti dall'applicazione della *sua* metodologia, dimenticandosi i potenziali degli altri strumenti. Il secondo è che l'esperto tende a sviluppare uno specifico codice di comunicazione all'interno della propria comunità, vanificando così la capacità di comunicare efficacemente con esperti di differenti metodologie.

Ne consegue che le aziende che intendano sviluppare un approccio strutturato all'uso sinergico delle metodologie nel processo di sviluppo prodotto devono pianificare con attenzione la formazione e la crescita delle proprie risorse e devono focalizzarsi nel miscelare gli esperti a disposizione nei gruppi di progetto.

Ottimizzazione del prodotto/processo: un approccio strutturato

Prodotti e tecnologie mature, la cui S-curve è nella porzione di declino, sono molto spesso sotto una grossa pressione competitiva, quindi la riduzione dei costi è uno dei principali temi che guidano la ottimizzazione del binomio prodotto/processo. Tipicamente la riduzione di costo ottenuta può essere utilizzata in tre modi: aumento del margine, riduzione dei prezzi, o aumento del Valore del prodotto mediante l'introduzione di nuove funzioni o migliorando quelle già presenti. Secondo questa prospettiva i progetti di riduzione di costo possono essere considerati come strategici, in quanto essi conducono a tre strategie differenti per lo stesso prodotto.

Il costo di un prodotto è la somma di differenti fattori, influenzati però in modo preponderante dall'attività di progettazione.

Una grossa parte del costo di un prodotto, è rappresentato dai materiali e dai costi di produzione: per i grandi elettrodomestici, così come per le automobili, la quota dei costi di produzione derivati da operazioni di assemblaggio manuale può essere notevole: come si evince dalla figura 2, fino al 15% del costo del prodotto.

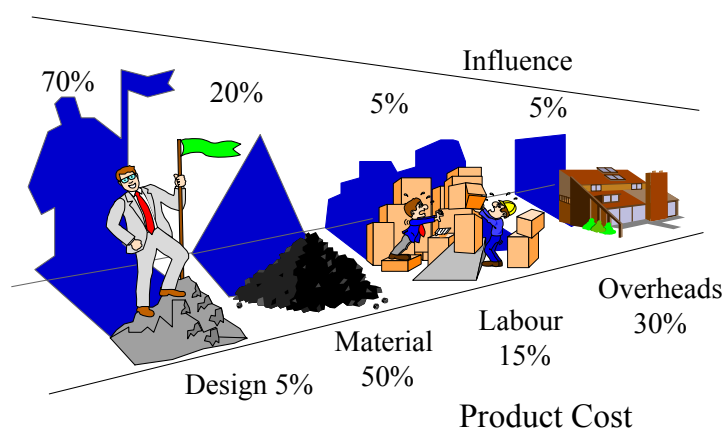


Figure 2 Copyright Design IV – Adapted from Ford Motor Co

Storicamente l'approccio più comune per affrontare la riduzione di costi è quello di far partire più sforzi paralleli e disgiunti così, per esempio, agli Acquisti viene chiesto di ridurre i costi dei materiali; alla Produzione e alla Logistica di ridurre i costi di processo e gli sprechi; allo Sviluppo prodotto di disegnare nuovi prodotti usando meno materiale o con componenti più economici. Ma, siccome tutta la catena del costo dipende dal Prodotto, è chiaro che la maggior influenza sul costo finale la eserciti il prodotto stesso. In altre parole il prodotto dovrebbe essere intrinsecamente cost-reducing.

Quando tutti gli sforzi di ottimizzazione di ogni singolo anello della catena raggiungono il loro limite, la innovazione incrementale non è più efficace e bisogna intraprendere un'azione più strutturata e guidata dalla metodologia.

Il nostro metodo di re-ingegnerizzazione, che abbiamo chiamato *Innoproduct™*, è basato sull'adozione di diverse metodologie, è orientato a migliorare la percezione della catena dei costi e si focalizza alla riprogettazione del prodotto/processo.

Il flusso logico di questo approccio è presentato nella figura 3.

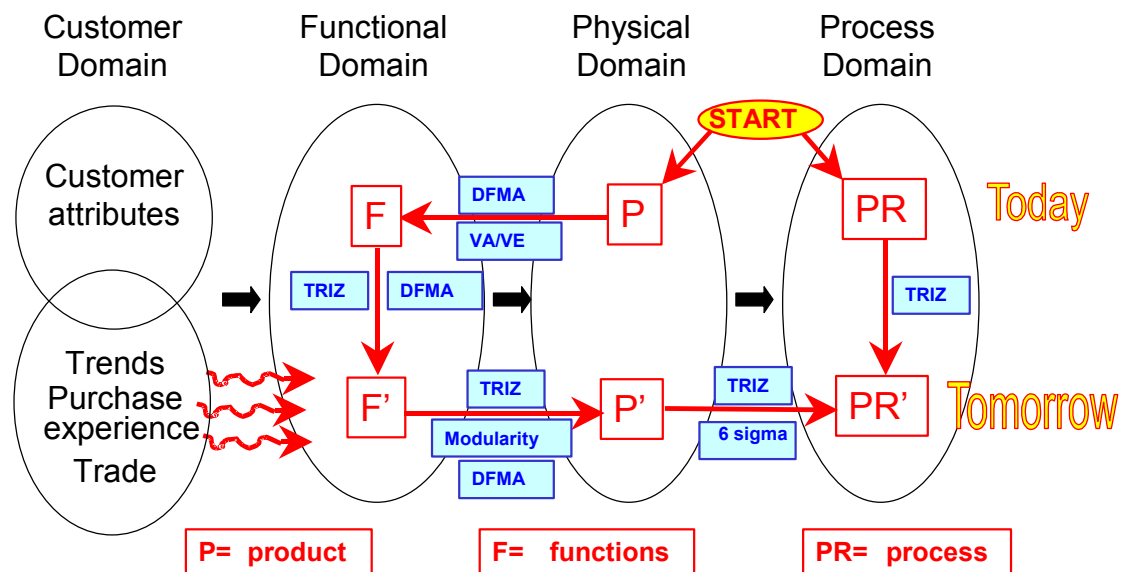


Figure 3. Innoproduct™ workflow

Il processo *Innoproduct™*, costruito sullo sfondo dei domini della progettazione proposti da Nam Suh, è stato pensato per azioni eccezionali, dato che si riferisce a re-ingegnerizzazione di prodotto/processo e non alla progettazione di un nuovo prodotto

Lo schema di lavoro è costituito da *modelli* e *vettori di trasformazione* di questi modelli,

- P è il *Modello Fisico* del prodotto
- F il *Modello Funzionale*
- PR il *Modello Fisico di Processo*
- P' il *Modello Fisico Evoluto*
- F' il *Modello Funzionale Evoluto*
- PR' il *Modello Fisico di Processo Evoluto*

Lavorare su modelli, nonostante sia difficile e richieda un notevole livello di astrazione, da alcuni vantaggi:

1. I modelli sono rappresentazioni della realtà *condivisi* da tutti i membri del gruppo di lavoro: permettono quindi di ridurre la soggettività della percezione a favore di una più oggettiva.
2. I modelli possono essere rappresentati graficamente, permettendo così di catturare ed esplicitare conoscenza implicita che può essere poi condivisa nel resto dell'azienda.
3. I modelli possono essere trasformati usando solo energia intellettuale.

Ogni trasformazione da un modello all'altro è guidata dallo specifico uso di una o più metodologie; ogni fase verrà brevemente spiegata:

Punto di partenza

Il punto di partenza è costituito dalla selezione del prodotto da ottimizzare e del relativo processo. Il percorso di ottimizzazione biforca subito, un ramo per ottimizzazione guidata dal prodotto; il secondo per la ottimizzazione guidata dal processo.

Punto di arrivo

Il punto di arrivo è un nuovo processo: di fatto *Innoproduct™* può essere considerato un modo di fare innovazione di processo architetturale.

Ramo di Innovazione guidata dal prodotto.

Questo è il ramo più lungo ed anche il più importante. Scopo principale è catturare le funzioni del prodotto, modellarle, trasformare il modello secondo gli obiettivi preposti, ricreare un modello fisico corrispondente e individuare il processo ottimale per produrlo.

Trasformazione P~~F~~

Lo scopo di questa trasformazione è la generazione di modelli funzionali dell'intero prodotto. Design for Assembly, usato in modalità inversa (tear-down) e Value Engineering and Analysis, sono le due metodologie che, combinate, permettono di ottenere modelli funzionali completi e precisi. La potenzialità della Value Analysis permette, a questo stadio, di focalizzarsi sui costi e sul valore delle funzioni percepite dal cliente. Per prodotti complessi è preferibile creare un albero di modelli, che saranno di conseguenza più semplici. Inoltre le considerazioni della Value analysis fatte a vari livelli all'interno dell'albero possono aiutare a prioritizzare le azioni nella fase seguente.

Trasformazione F~~F~~'

Questa è la fase più importante del percorso: i modelli funzionali vengono fatti evolvere usando TRIZ e DFMA.

Customer Domain Check-up

In tutte le precedenti trasformazioni il Dominio del Cliente non viene preso in considerazione. In questo stadio è invece assolutamente indispensabile effettuare questo controllo per garantire che le trasformazioni imposte non abbiano eliminato, ridotto o cambiato drammaticamente le funzioni utili fornite al cliente.

Trasformazione F'~~F~~'

In questa fase il modello architetturale viene ri-trasformato in un modello fisico; cioè i concetti sono trasformati in soluzioni. TRIZ, linee guida DFMA e principi di Modularità vengono utilizzati come supporto metodologico per delineare il nuovo modello fisico.

Trasformazione P'~~F~~r'

Il nuovo processo per il nuovo prodotto viene definito e progettato

Process-driven innovation branch

Lungo questa linea di trasformazione il processo attuale viene ridisegnato, sia a micro che a macro-livello. Usando TRIZ si può agire a livello micro andando a proporre soluzioni ai problemi che causano incremento di costi, di tempi, di stock etc. A livello macro, le leggi di evoluzione possono aiutare a capire meglio i limiti dell'evoluzione di ogni tecnologia presa in esame.

Il ruolo di TRIZ nell'approccio Whirlpool Innoproduct™

Come descritto nei paragrafi precedenti, quasi tutte le fasi del processo *Innoproduct™* usano TRIZ come metodologia predominante.

È per altro vero che TRIZ può essere collocato a diversi livelli di percezione e di utilizzo.

Per esempio, nella trasformazione principale, **F~~F~~'**, TRIZ assume un ruolo sia tattico che strategico [2], le Leggi di Evoluzione dei Sistemi possono essere usate, insieme ad una verifica del livello di maturità della tecnologia presa in esame, per determinare una direzione generale di evoluzione e per differenziare i percorsi evolutivi dei diversi sottosistemi presenti. Ovviamente queste trasformazioni (che possono consistere per esempio nella redistribuzione di funzioni tra i componenti "salvati" dopo una semplificazione intensiva del sistema) possono generare numerosi problemi tecnici da risolversi con gli strumenti tradizionali (ARIZ, Su-Field, Principi e Contradiction Matrix).

Ancora TRIZ ha svolto un ruolo fondamentale nel formare le menti dei membri del team: concetti astratti come IFR (Ideal Final Result), rimozione delle barriere psicologiche, ruolo di Supersistemi come risorse, dopo qualche mese di full-immersion in sessioni di lavoro e seminari TRIZ, hanno pervaso e permeato ogni attività mentale, singola e di gruppo.

Osservazioni

Possibili arricchimenti e miglioramenti già individuati per *InnoproductTM* :

- Complessità del sistema e obiettivi multipli di progetto necessitano di altri strumenti per aiutare le decisioni nelle fasi iniziali del progetto, quando il modello funzionale sta per essere trasformato. Una possibile soluzione per trattare la complessità di prodotto, o meglio la complessità di gamma, è lavorare per moduli, ovvero identificare moduli e interfacce nel sistema cosicché l'intera gamma di prodotto possa essere derivata dalla combinazione di pochi moduli. Prima si applica questo approccio meglio si possono valutare gli eventuali benefici.
- Altre metodologie devono necessariamente entrare nel processo (FMEA, Robust Design etc.)

D'altro canto, l'approccio *InnoproductTM* ha dimostrato di essere abbastanza robusto e può essere utilizzato in progetti di dimensione differente, a patto che, ovviamente, si tratti di ottimizzazione prodotto/processo o re-ingenerizzazione.

Riferimenti

[1] Smith, L. (2001) *Six Sigma and the Evolution of Quality in Product Development*, SixSigma Forum Magazine, http://www.asq.org/pub/sixsigma/past/vol1_issue1/evolution.html

[2] Domb, E. (1999) *Strategic TRIZ and Tactical TRIZ: Using the Technology Evolution Tools*. <http://www.triz-journal.com/archives/2000/01/e/index.htm>

Henderson, R., K.B. Clark (1990) *Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Systems and the Failure of Established Firms*.

Bariani P., Berti G., Lucchetta G., Cornolò R. (2002) *A Combined DFMA and TRIZ Approach to the Design of Satellite Antennas*

Terninko, J. (1998) *The QFD, TRIZ and Taguchi Connection: Customer-Driven Robust Innovation* <http://www.triz-journal.com/archives/1998/01/b/index.htm>

Leon-Rovira, N., Aguayo, H. *A New Model of the Conceptual Design Process Using QFD/FA/TRIZ* <http://www.triz-journal.com/archives/1998/07/d/index.htm>