

Raport de Cercetare

Grant: CONCEPȚIA INOVANTĂ, COLABORATIVA, INTEGRATĂ A PRODUSELOR

Autor: Prof. George-Emilian DRĂGHICI
Universitatea "Politehnica" din Timișoara

Proiectul a constat în elaborarea unei metodologii și a unei platforme hardware/software de concepție inovantă, colaborativă, integrată a produselor, bazată pe metode și mijloace informatice: analiza valorii – Valorise; analiza funcțională – TDC Need și TDC Choice; teoria de rezolvare a problemelor inventive - TRIZ Explorer; analiza modurilor de defectare, a efectelor și a criticității – TDC FMEA; desfășurarea funcției calitate – QFD Designer. Metodele folosite se încadrează într-un demers global de rezolvare a problemelor de inovare, care se desfășoară în cinci etape: identificarea problemei, formularea problemei, dezvoltarea de concepte, evaluarea, implementarea.

Proiectul a angrenat studenți din anul terminal, masteranzi și doctoranzi, care au desfășurat activități de cercetare în cadrul proiectelor de diploma, a lucrărilor de disertație și a tezelor de doctorat, sub coordonarea cadrelor didactice din echipa de cercetare, în colaborare cu profesori francezi de la Universitatea de Tehnologie din Belfort-Montbéliard, Universitatea Joseph Fourier și Institutul National Politehnic din Grenoble.

Rezultatele cercetărilor au fost valorificate prin publicarea de cărți și lucrări științifice, precum și prin organizarea de manifestări științifice internaționale: Conferința internațională de Inginerie Integrată C2I 2002 și Conferința TEHNO 2003.

Proiectul a continuat cercetările efectuate în cadrul unui proiect CNCSIS tip A derulat în anii 1998-2000 și a contribuit la extinderea obiectivelor urmărite în cadrul unui proiect CNCSIS tip D derulat în perioada 1998-2002, toate acestea consolidând activitatea Centrului de Cercetare Inginerie Integrată (CCII), recunoscut prin certificatul CNCSIS nr. 103/2001.

Cercetările au fost extinse prin participarea Centrului de Cercetare Inginerie Integrată ca partener în Rețeaua de Excelență Virtual Research Lab for a Knowledge Community in Production (VRL-KCiP) finanțată în perioada 2004-2008 de Comisia Europeană R&D prin Programul Cadru 6.

1 METODOLOGIA DE CONCEPȚIE A PRODUSULUI

Concepția (*engineering design*) este o activitate creativă care, pornind de la necesități exprimate și de la cunoștințe existente, are ca scop definirea unui obiect material sau imaterial, numit și *artefact*, care satisface aceste necesități și care poate fi realizat industrial.

Concepția este factorul cheie al procesului de dezvoltare al unui nou produs. Dacă ne referim la termenul englez *design*, activitatea de concepție este cea care permite transformarea unei invenții în inovație. Funcțiile și frontierele concepției nu pot fi precizate fără definirea în prealabil a termenilor de invenție, de inovație, precum și de descoperire științifică.

Cele mai interesante definiții ale inovației sunt:

- procesul care conduce de la o invenție la difuzarea ei (Kelly și Kranzberg, 1978);
- noutatea care rezultă dintr-o invenție, produsă pe scară mare și lansată pe piață în urma unei activități economice (Freeman, 1983);
- transformarea unei idei într-un produs nou sau îmbunătățit introdus pe piață, într-un procedeu operațional nou sau îmbunătățit utilizat în industrie sau în comerț, sau într-un demers privitor la un serviciu social (Fracasti, 1994);
- corespondența dintre o necesitate reală sau potențială, o piață și soluțiile de realizare (INSA, 1998).

Invenția este un nou principiu tehnic și / sau un nou mijloc tehnic care pune în aplicare o anumită funcție (Freeman, 1983; Kline și Rosenberg, 1986).

Descoperirile științifice pot avea la origine invenții, dar ceea ce distinge fundamental o invenție de o descoperire științifică este aceea că invenția este în primul rând o rezolvare a problemei prin construirea unui obiect material sau imaterial (software, organizare, serviciu), numit și *artefact*. A descoperi înseamnă a dezvălui, ceea ce explică faptul că obiectul descoperirii există deja, poate fi căutat și poate fi găsit. A inventa, dimpotrivă, înseamnă a produce ceva ce nu există încă. Astfel, Einstein a descoperit teoria relativității, în timp ce Leonardo da Vinci a inventat o mașină de zburat. Descoperirea științifică este rezultatul unui demers de căutare (cercetare), în timp ce invenția este rezultatul unui demers de concepție ! Nu poate exista deci invenție fără concepție, iar concepția permite transformarea unei invenții într-o inovație reușită.

Se poate defini concepția unui produs (*product design*) ca ansamblul activităților și proceselor care permit trecerea de la ideea unui nou produs (sau îmbunătățirea unui produs existent) la informațiile (desene, programe etc.) care permit lansarea producției, asigurarea folosirii și mentenabilității acestuia. Adesea, noțiunea de concepție a unui produs este sinonimă cu cea de dezvoltare a unui produs, definită ca ansamblul activităților de creație și de comunicare de informații care transformă datele pieței și oportunitățile tehnice în informații pentru producție - modele, specificații, prototipuri, desene, programe, mașini-unelte, scule etc.

Conceptul de metodologie poate fi înțeles în sens restrâns ca ansamblul de proceduri și prescripții pe care un practician trebuie să le urmeze pentru a atinge un rezultat, iar în sens larg, ca reflexii asupra practicii.

Metodologia de concepție cuprinde studiul principiilor, practicilor și procedurilor de concepție. Obiectul său de studiu este concepția și maniera în care trebuie condus demersul de concepție. Ea include:

- studiul modurilor de lucru și de gândire al conceptorilor;
- implementarea structurilor adecvate pentru procesul de concepție;
- dezvoltarea și aplicarea de noi metode, tehnici și proceduri;
- reflexii asupra naturii și domeniilor de aplicare a cunoștințelor de concepție și aplicațiile lor la rezolvarea problemelor de concepție.

Demersul de concepție cuprinde două activități de bază (Evbuomwan ș.a., 1996):

- enunțarea problemei (*problem forming*), al cărei obiectiv este definirea caietului de sarcini;
- rezolvarea problemei (*problem solving*).

Activitatea de concepție constă din emergența soluțiilor, evaluarea soluțiilor și luarea deciziei, mobilizarea raționamentelor logice, calculelor, simulărilor, experimentelor. Concepția este un proces incremental, soluția reținută fiind rezultatul unor modificări, adaptări, îmbunătățiri succesive. Concepția este totodată un proces iterativ, care necesită adesea întoarceri pentru precizarea sau revederea specificațiilor sau a soluțiilor deja reținute.

Un demers de concepție poate fi structurat în jurul a trei logici de acțiune (Asimov, 1962):

- divergența – acțiunea care vizează lărgirea frontierelor situației de concepție pentru a lărgi spațiul de cercetare a soluțiilor;
- transformarea – acțiunea de construire a unei structuri, a unui model, a unei soluții, pornind de la rezultatele logicii de divergență; este o fază de descoperire și de creativitate;
- convergența – acțiunea de reducere progresivă a incertitudinii datorită multitudinii soluțiilor posibile, în scopul selecționării celei mai satisfăcătoare soluții.

În raport cu cele două forme canonice de raționament, analiza și sinteza, divergența face apel la analiză, în timp ce transformarea și convergența mobilizează mai ales capacitățile de sinteză ale conceptorilor.

Modelele de concepție sunt reprezentări, filosofii și strategii propuse pentru a arăta ce este concepția și cum poate fi pusă în aplicare.

Diferitele modele de concepție pot fi clasate în trei categorii (Evbuomwan ș.a., 1996):

- modele prescriptive, care au ca obiectiv să propună o procedură de concepție;
- modele descriptive (cognitive), care au ca obiectiv punerea în evidență a activităților de concepție;
- modelele computaționale, care au ca perspectivă integrarea tehnicilor numerice și calitative ale inteligenței artificiale.

O altă tipologie a modelelor de concepție are la bază cinci principii (Perrin, 2001):

- concepția ca succesiune ierarhică de faze diferite;
- concepția ca iterație a unui ciclu elementar de concepție;
- concepția ca fenomen emergent de auto-organizare care se construiește pornind de la interacțiunile unui grup de concepție;
- concepția ca proces cognitiv;
- concepția ca formă de conversație.

Unul dintre cele mai cunoscute modele de concepție este modelul Pahl și Beitz. Acesta se bazează pe concepția ca succesiune ierarhică de faze (fig. 1), logica de acțiune dominantă fiind convergența.

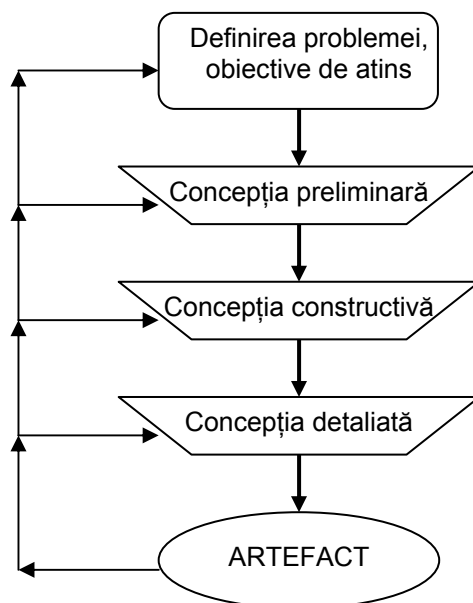


Figura 1. Fazele de concepție, după Pahl și Beitz

La originea oricărui nou obiect tehnic se află o problemă specifică de rezolvat și un obiectiv de atins. Prima fază de concepție constă în stabilirea caietului de sarcini sau a specificațiilor tehnice și economice dorite. Fazele următoare constau din înțelegerea concepției ca un proces de concretizare crescător al soluției adoptate sau ca o trecere de la o funcție (formă abstractă) la o soluție (formă concretă).

În faza de concepție preliminară (*conceptual design*) este ales un concept de obiect pornind de la o analiză funcțională și de la un studiu al alternativelor tehnice disponibile pentru fiecare funcție și subfuncție.

Obiectivul în faza de concepție constructivă (*embodiment design*) este de a determina formele și dimensiunile artefactului.

În cursul fazei de concepție detaliată (*detail design*) se precizează componentele care compun produsul și se elaborează documentele necesare aprovizionării și pregătirii fabricației acestora.

În acest tip de model procesul de concepție nu este liniar descendent, numeroase interacțiuni (*feed back*) apărând între faze și etape intermediare.

Una dintre criticile formulate la adresa modelului Pahl și Beitz este că acesta nu ține cont de multiplele soluții alternative care sunt generate și analizate pe parcursul procesului de concepție.

Asociația Inginerilor din Germania VDI a completat modelul prin aplicarea a două din logicile de acțiune: divergența (lărgirea spațiului de cercetare de soluții la fiecare etapă) și convergența (selectarea soluției cele mai satisfăcătoare).

2 METODELE DE CONCEPȚIE A PRODUSELOR

Prin metode de concepție se înțelege totalitatea procedurilor și tehnicilor utilizate de concepatori în procesul de concepție.

Metodele de concepție pot fi grupate în două categorii:

- metode analitice (carteziene), care determină pas cu pas obiectul, analizând realitatea;
- metode sistematice, conform cărora trebuie conceput modelul obiectului.

Abordarea sistemică a concepției se distinge prin tipul de întrebare care se pune: “cum se concepe un model al obiectului?” față de “cum se identifică obiectul?”. Deși metodele sunt complementare, se pot evidenția diferențele dintre acestea (tab. 1).

Tabelul 1. Compararea metodelor analitice și a metodelor sistemice de concepție

Metode analitice	Metode sistemice
Obiectul este determinat Se caută rezolvarea problemei, se cercetează cauzele, rezultatul contează:	Obiectul este construit Problema trebuie pusă bine, procesul este important.
Obiectul este descompus în elemente care trebuie izolate Analiză și deducție	Obiectul este compus prin articularea și relaționarea elementelor între ele și în totalitate Sinteză și inducție
Superioritatea expertului care știe: "știința descoperă, industria aplică, omul urmărește" Expertul crede în cea mai bună soluție	Modestia expertului care caută să înțeleagă și care știe că trebuie să învețe Expertul crede că există mai multe soluții satisfăcătoare
Principiul celei mai mici acțiuni Prioritatea metodelor matematice și cantitative	Principiul acțiunii inteligente Construirea modelului care poate fi redus
Validarea prin încercări experimentale	Validarea prin transformarea realului (simulare)
Învățământ disciplinar (juxtapus) Liniaritate, monorațiune, monocriteriu în decizie	Învățământ transdisciplinar Paralelism, plurirațiune, pluricriteriu
Cunoștințele provin din descoperirea a ceea ce există	Cunoștințele provin din construirea realului, ele acționează asupra lui
Se elimină contradicțiile pentru a face realitatea conformă cu schema	Se iau în considerare conflictele și contradicțiile
Expertul este o albină pentru care totul este codificat	Omul este un arhitect liber, care construiește prin încercare și eroare

Metodele folosite în prezent în ciclul de concepție al produsului pot ocupa loc, la rândul lor, într-un demers global de rezolvare a problemelor de inovare, care poate fi definit în cinci etape. În urma analizării metodelor, fără pretenția însă de cuprindere exhaustivă, acestea pot fi grupate pe cele cinci etape după cum se arată în tabelul 2.

Tabelul 2. Metode de concepție folosite în ciclul de inovare

Etape	Metode
Identificarea problemei	Legea <i>Pareto</i> Diagrame cauze - efect (<i>Ishikawa</i>) Desfășurarea funcției calitate (<i>QFD</i>) Diagrama de afinitate
Formularea problemei	APTE Ludion Caracatița (<i>Pieuvre</i>) Blocul de diagrame funcțional (<i>BDF</i>) FAST Analiza structurală (<i>SADT</i>)
Dezvoltarea de concepte	Brainstorming Purge Diagrame arborescente
Evaluare	Analiza modurilor de defectare, a efectelor și criticității lor (<i>AMDEC</i>) Analiza funcțională Diagrama matricială Evaluarea multicriterială
Implementare	GANTT PERT Diagrama sagitală Chart

Câteva observații esențiale pot fi făcute în urma acestei treceri în revistă a principalelor metode de concepție a unui produs:

- nu există o filiație naturală și simplă între aceste categorii diferite de metode și succesiunea de etape ale demersului de rezolvare a problemei;

- nici una dintre metodele citate în faza de dezvoltare de concepte nu permite sau nu facilitează cercetarea unei soluții în afara domeniului de expertiză al inginerilor de concepție sau al întreprinderii de care aparțin;
 - aceste metode sunt foarte eficiente în primele două etape, cât și în ultima, în schimb etapa de cercetare a ideilor și a conceptelor nu are ca suport decât metode bazate pe psihologie, puțin sistematice și lipsite de reproductibilitate;
 - uneori complementare, adesea prea puțin exploatate, *QFD*, *Brainstorming*, *AMDEC* și analiza funcțională prezintă numeroase atracții și se dovedesc a fi mijloacele cele mai capabile să ajute întreprinderile în căutarea perpetuă de inovare, dar cheia acestora rezidă în idee, în iluminarea geniului purtător al unei soluții ideale la problema pusă, și nici unul dintre aceste mijloace nu ajunge să propună o soluție la această problemă.
- În figura 2 se prezintă cele mai folosite metode de concepție.

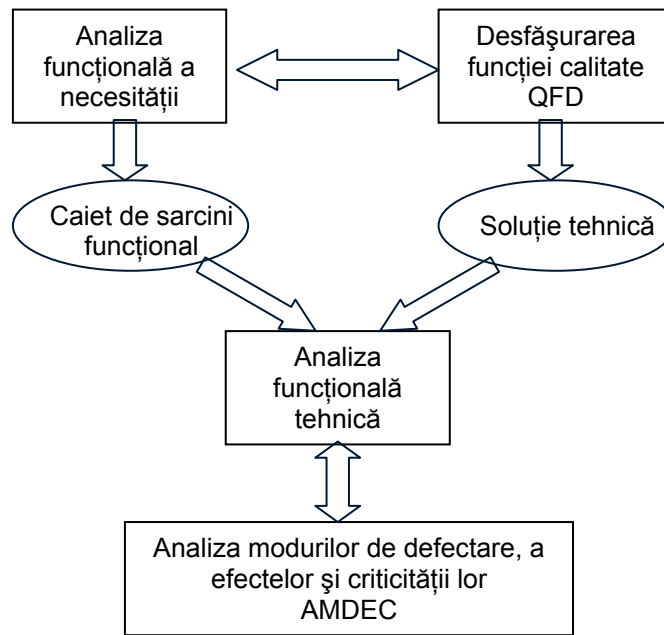


Figura 2. Cele mai folosite metode de concepție

În raport cu metodele și mijloacele menționate, teoria de rezolvare a problemelor inventive (*Teoriya Reshenija Izobretateliskih Zadatch – TRIZ* sau *Theory of Inventive Problem Solving – TIPS*) trebuie, de asemenea, să-și găsească locul în ciclul de concepție al unui produs, pentru rezolvarea problemelor de inovare, acolo unde metoda este performantă.

Diferitele mijloace dezvoltate în cadrul acestei metode pot acoperi întregul ciclu de concepție al produsului (tab. 3).

Tabelul 3. Metode de concepție folosite în ciclul de inovare

Etape	Metode
Identificarea problemei	Chestionar, Legi de evoluție
Formularea problemei	Enunțarea contradicției tehnice, Construcția modelului câmp-substanță (<i>Su-Field</i>), Enunțarea contradicției fizice
Dezvoltarea de concepte	Cele 40 principii, Matricea de rezolvare a contradicțiilor, Soluții standard, Principii de separare, Efecte fizice
Evaluare	Rezultatul ultim ideal
Implementare	

Metoda *TRIZ* combină avantajele a două tipuri de concepție, reducând inerția psihologică care blochează apariția de noi idei și utilizând mijloace analitice bazate pe cunoștințe, pentru multiplicarea emergenței conceptelor inovante. De menționat că *TRIZ* nu înlocuiește celelalte metode, ci se plasează complementar acestora, prin aptitudinea sa de a genera idei purtătoare de soluții. *TRIZ* se integrează perfect în demersul de dezvoltare al unui produs, iar asocierea sa cu alte mijloace precum *QFD* și *Robust Design* aduce avantaje competitive importante.

În continuare se prezintă cele mai uzuale metode de concepție preliminară a produsului.

2.1 Analiza valorii

Conform normei franceze NF X 50-150 analiza valorii este definită astfel: "metodă de competitivitate organizată și creativă, vizând satisfacerea nevoilor utilizatorului printr-un demers specific de concepție atât funcțional, cât și economic și pluridisciplinar."

Analiza valorii apare ca o metodă logică, structurată în care căutăm înainte de toate să concepem un produs perfect adaptat nevoilor consumatorului, la costuri mai mici.

Această metodă cuprinde șapte etape: orientarea acțiunii, căutarea informațiilor, analiza funcțională, căutarea soluțiilor, validarea soluțiilor, bilanțul previzional, urmărirea realizării. Acestea sunt detaliate în tabelul 4.

Tabelul 4. Etapele analizei valorii

Etapa	Descriere
Orientarea acțiunii	Sintetizarea cadrului general al proiectului, planificarea etapelor proiectului, informații marketing.
Căutarea informațiilor	Recenzarea informațiilor utile derulării proiectului, pregătirea analizei funcționale, enumerarea caracteristicilor comparative ale produselor similare concurente.
Analiza funcțională	Analiza sistemică a mediului înconjurător al produsului cu recenzarea sistemelor aflate în interacțiune cu produsul și căutarea funcțiilor pe care trebuie să le îndeplinească (realizeze) produsul pentru a răspunde la nevoile utilizatorilor, caracterizarea funcțiilor, ierarhizarea funcțiilor, matricea costuri / funcții, analiza concurenței, analiza procesului, caiet de sarcini funcțional.
Căutarea soluțiilor	Analiza a ceea ce s-a realizat până la acest punct în vederea recenzării pistelor de căutare și a soluțiilor prioritare, brainstorming structurat de căutare a ideilor și soluțiilor prin reprezentare grafică, împărțirea unei probleme în sub-probleme pentru căutarea soluțiilor parțiale recombinate pentru formarea soluțiilor de ansamblu. Căutare creativă prin arborescență plecând de la funcțiile de utilizare sau tehnice ale produsului (FAST (Fonctional Analysis System Technic)) Regruparea și reprezentarea schematică a soluțiilor găsite în etapa de creativitate în raport cu fezabilitatea lor tehnică, economică și comercială.
Validarea soluțiilor	Permite calcularea costului țintă a constituenților noului produs plecând de la un cost global țintă al produsului Repartizarea sarcinii de dezvoltare a soluțiilor prin atribuire la diferite persoane. Modulul permite o supervizare a realizării acestor dezvoltări și constituirea fișelor de pregătire
Bilanțul previzional	Utilizarea modelării funcționale pentru a compara diferite soluții de ansamblu elaborate de-a lungul fazei de validare a soluțiilor. Permite o sinteză a elementelor de decizie pentru prezentarea către decideri.
Urmărirea realizării	Planificarea urmăririi realizării pentru industrializarea soluției reținute.

2.2 Desfășurarea funcției calitate (QFD)

Desfășurarea funcției calitate (*Quality Function Deployment – QFD*) este o metodă structurată de planificare și concepție a unui produs, care permite specificarea și identificarea dorințelor și nevoilor clienților.

Principiul metodei se bazează pe analize în cascadă, din ce în ce mai fine, pentru definirea așteptărilor clientului în funcție de "ce"-urile dorite. Se analizează apoi "cum"-urile, pentru a da un

răspuns material și funcțional (“cât”) la “ce”-uri. Apoi, cu ajutorul matricilor de corelație, și prin construirea “casei calității”, fiecare “cum” este reluat sub unghiul “ce”-urilor, din ce în ce mai detaliat. Procedura se repetă până la nivelul de detaliu dorit, în întregul ciclu de dezvoltare a produsului.

Datele care sunt analizate sunt:

- toate datele funcționale ale produsului;
- toate datele soluțiilor deja utilizate, avute în vedere și reținute pentru satisfacerea funcțiilor de îndeplinit.

Rezultatele așteptate sunt:

- reprezentarea și evaluarea satisfacției funcțiilor de către soluții;
- structurarea, comunicarea și compararea cu concurenții sau cu situația existentă.

2.3 Teoria de rezolvare a problemelor inventive (TRIZ)

În raport cu alte metode de preconcepție, teoria rezolvării problemelor inventive (*Teorija Reshenija Izobretateliskih Zadatch* – TRIZ sau *Theory of Inventive Problem Solving* – TIPS) trebuie să își găsească locul în ciclul de preconcepție al produsului, acolo unde metoda este performantă: fie la începutul concepției, fie în cursul dezvoltării produsului. Asocierea sa cu alte metode ca QFD, și Robust Design nu pune probleme în măsura în care ea vine în completarea acestora oferind avantaje competitive importante.

Demersul TRIZ combină avantajele a două tipuri de gândire, reducând inerția psihologică care blochează apariția de noi idei, utilizând mijloace analitice bazate pe cunoștințe, pentru multiplicarea emergenței conceptelor inovante.

Diferitele mijloace dezvoltate în TRIZ pot acoperi întreg ciclul de preconcepție al unui produs sau sistem (tab. 5).

Tabelul 5. Mijloace TRIZ și ciclul de concepție

Ciclul de concepție	Mijloace TRIZ
Identificarea problemei	Chestionar, legi de evoluție
Formularea problemei	Enunțarea contradicției tehnice, construcția modelului câmp-substanță (Su-Field), enunțarea contradicției fizice
Dezvoltarea de concepte	Cele 40 de principii, matricea de rezolvare a contradicțiilor, soluții standard, principii de separare, brainstorming, efecte fizice.
Evaluare	Rezultatul ultim ideal
Aplicare	?

Cu ajutorul acestei metode căutarea conceptelor devine o aplicare de reguli și legi provenite din abstractizarea datelor concrete “experimentale”, invențiile. Rolul TRIZ nu este de a înlocui metodele actuale ci de a se situa complementar acestora prin generarea de idei purtătoare de soluții.

TRIZ se poate aplica:

- la cercetarea și dezvoltarea de noi produse și sisteme propunând un ansamblu de legi de evoluție;
- la rezolvarea problemelor dificile utilizând o metodologie și mijloace bazate pe rezolvarea unor conflicte inerente tuturor sistemelor tehnice;
- identificarea și tratarea defectărilor produselor și sistemelor industriale.

2.4 Analiza modurilor de defectare, a efectelor și a criticității (AMDEC/FMEA)

AMDEC/FMEA este o metodă utilizată pentru detectarea defectărilor care pot să apară la un produs care în continuare permite luarea măsurilor necesare remedierii, aceasta încă din faza de concepție. Se asigură astfel atât fiabilitatea cât și securitatea produsului sau procesului.

Metoda AMDEC (*Failure Mode and Effect Analysis* – FMEA) a fost dezvoltată de NASA la începutul anilor '60. Este o metodă inductivă care permite studiul sistematic al cauzelor și efectele defectărilor care afectează componentele unui sistem (produs, mașină sau procedeu). Metoda urmărește evaluarea previzională a fiabilității sistemului, analizând în mod sistematic diversele defectări pe care acesta le poate avea în cursul utilizării sale. Este deci o metodă calitativă de fiabilitate, care permite prevederea riscurilor de apariție a defectărilor, evaluarea consecințelor lor și stabilirea cauzelor. Metoda are ca obiectiv principal obținerea calității optime de către un sistem. Pentru aceasta trebuie examinate în mod sistematic defectările potențiale, evaluată gravitatea

consecințelor lor, asigurată detectarea, declanșate acțiunile corective în funcție de gradul lor de criticitate.

Demersul comportă trei faze:

- *pregătirea*: constituirea unui grup de lucru, culegerea de informații asupra subiectului tratat, planificarea acțiunii, prevederea materialului necesar;
- *acționarea*: descompunerea produsului în funcții (analiza funcțională), stabilirea pentru fiecare funcție a cauzelor eventualelor defectări, evaluarea criticității pe care o pot genera cifrată în parametri, calcularea indicelui de prioritate a riscurilor;
- *acțiuni corective* specifice.

AMDEC poate fi găsită la sfârșitul fiecărei etape a ciclului de viață al unui produs:

- AMDEC *produs* - privește produsul în faza sa de concepție și permite verificarea dacă acesta îndeplinește toate funcțiile pentru care a fost conceput;
- AMDEC *proces* - privește produsul în faza sa de realizare și permite verificarea impactului procesului de fabricație asupra conformității produsului;
- AMDEC *mijloace* - privește mijloacele de producție utilizate în fabricația produsului.

3 MIJLOACELE INFORMATICE DE ASISTARE A CONCEPȚIEI PRODUSELOR

Mijloacele informatice instalate pe rețeaua de calculatoare a laboratorului de Inginerie Integrată pentru asistarea metodelor de concepție preliminară a produselor ușurează aplicarea acestora. Principalele metode și mijloacele de asistare informatică ale platformei de concepție preliminară a produselor sunt prezentate în tabelul 6.

Tabelul 6. Mijloace de asistare informatică a concepției preliminară

Metode	Mijloace de asistare
Analiza valorii	Valorise (Cesame3)
Analiza funcțională	TDC Need (Knowllence)
Decizia multicriterială	TDC Choice (Knowllence)
Teoria de rezolvare a problemelor inventive (TRIZ)	TRIZ Explorer (Insytec),
Desfășurarea funcției calitate (QFD)	QFD Designer (Insytec)
Analiza modurilor de defectare, a efectelor și a criticității (AMDEC/FMEA)	TDC FMEA (Knowllence)

3.1 Valorise

Cu ajutorul acestuia se poate urmări dezvoltarea unui produs pornind de la studiul de marketing până la comportarea lui în utilizare programul fiind structurat pe șapte module:

- orientarea acțiunii,
- căutarea informațiilor,
- analiza funcțională,
- căutarea soluțiilor,
- validarea soluțiilor,
- bilanțul previzional,
- urmărirea realizării.

3.2 TDC Need

Rolul acestui mijloc de asistare informatică este de a obține un document scris, contractual, între diferite servicii ale unei aceleași întreprinderi, între client și furnizor. Acesta se încadrează într-o acțiune de Analiza Valorii, conducând la realizarea unui Caiet de Sarcini Funcțional.

Caietul de Sarcini Funcțional, prin demersul său original și riguros, constituie un mijloc metodologic indispensabil obținerii calității în concepție și va interveni în diferitele etape ale unei acțiuni de Analiza Valorii într-un mod mai mult sau mai puțin iterativ.

3.3 TDC Choice

Acest program de asistare informatică permite luarea deciziei optime în cadrul problemelor complexe. Problemele vor fi descompuse într-o arborescență exhaustivă a tuturor criteriilor de luat în considerare, se definesc prioritățile în raport cu aceste criterii, caracterizarea criteriilor, extragerea

caracteristicilor diferitelor soluții, compararea acestor caracteristici și analizarea clasamentului obținut. Criteriile pot proveni dintr-un Caiet de Sarcini Funcțional redactat anterior. Rezultatele obținute în urma diferitelor clasamente realizate pot fi vizualizate prin grafice, diagrame, histograme.

3.4 TRIZ Explorer

TRIZ Explorer™ combină abilitatea de a accesa baza de date TRIZ cu abilitatea de a gestiona cunoștințele utilizatorului.

Se permite accesul la tehnicile TRIZ: principii, efecte fizice, standarde, are posibilitatea de adăugare de noi cunoștințe la secțiunile corespunzătoare, afișarea paginilor web care conțin informații referitoare la concepte existente.

Este structurat pe cinci secțiuni:

1. Inventive - Principles - principii inventive pentru eliminarea contradicțiilor fizice și tehnice;
2. Inventive Standards-modele generice de transformare a sistemelor fizice care încorporează tendințele evoluției tehnologice
3. Pointer to Physical Effects – o librărie de efecte și fenomene fizice care este structurată în concordanță cu funcțiile tehnice.
4. TRIZ Internet Resources – referințe la site-uri web și pagini web care conțin informații legate de metoda TRIZ
5. My Knowledge Base – un model care poate fi folosit pentru adăugarea, păstrarea și ștergerea propriilor concepte și referințe.

3.5 TDC FMEA

TDC FMEA favorizează folosirea metodei FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) într-o primă fază folosind informații din Analiza funcțională, pentru clarificarea ansamblului analizei și apoi dezvoltarea unei faze de analiză propriu-zisă, numită Analiza modurilor de defectare.

3.6 QFD Designer

Programul realizează o coordonare de ansamblu privind Metode de dezvoltare a proiectelor, proiecte de Dezvoltarea funcțiilor de calitate, Design Failure Mode & Effects Analysis (DFMEA), Process Failure Mode & Effects Analysis (PFMEA), fiind un software interactiv care permite îmbunătățirea calității și satisfacerea nevoilor clienților.

BIBLIOGRAFIE

1. AFNOR (1988). Recommandation pour obtenir et assurer la qualité en conception. Norme X50-127, AFNOR, Paris
2. Asimov, M. (1982). Introduction to Design. Prentice Hall, Englewood Cliffs
3. Banciu F., Drăghici G. - Axiomatic Design Method-Corollaries and Theorems, in Proceeding of the International Conference on Manufacturing Science and Education Challenges of the European Integration, 6th – 7th November 2003, Sibiu, pp.15-20, ISBN 973-651-700-4
4. Banciu F., Drăghici G. - About Axiomatic Design Method, in Academic Jurnal of Manufacturing Engineering, Volume1, Number 3/2003, Editura Politehnica, pp.22-26, ISSN 1583-7904
5. Bertoluci, G., Le Coq, M. (2000). Intégration de TRIZ au sein du cycle de conception de produit. Proceedings of The 3rd International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering IDMME 2000, Mascle, Ch., Fortin, C. & Pegna J. (Ed.), CD-ROM, Presses Internationales Polytechnique, ISBN 2-553-00803-1, Montréal
6. Choulier, D., Drăghici, G. (2000). TRIZ : une approche de résolution des problèmes d'innovation dans la conception de produits. In: Modélisation de la connaissance pour la conception et la fabrication intégrées, Drăghici G. & Brissaud D. (Ed.), pp. 31-59, Editura Mirton, ISBN 973-585-216-0, Timișoara
7. Cross, N. (1992). Research in Design Thinking. Delft University Press
8. Declerck, R. P. DESS Management de projet. <http://www.iae.univ-lille1.fr/projet/mdp/init/>
9. De La Bretesche, B., (2000). La méthode APTE. Analyse de la Valeur, Analyse Fonctionnelle, Editions Petrelle, ISBN 2-84440-019-1, Paris.
10. Drăghici, G. (1999). Inginerie integrată. Editura Eurobit, Timișoara, 1999
11. Drăghici G. – Préconception de produits, processus et systèmes de production (invited paper), in Romanian Journal of Technical Sciences, Applied Mecanics, Tome 47, Special number, 2002, Editura Academiei Romane, Bucuresti, 2002, pp.29-36, ISSN 0035-4074, ISBN 973-27-0932-4

12. Drăghici G. - Sur la methodologie et les modeles de conception de produits, in Academic Jurnal of Manufacturing Engineering, Volume1, Number 1/2003, Editura Politehnica, pp.20-23, ISSN 1583-7904
13. Drăghici G. - Méthodes et outils de management de projet de conception de produits, in Academic Jurnal of Manufacturing Engineering, Volume1, Number 4/2003, Editura Politehnica, pp.17-20, ISSN 1583-7904
14. Drăghici G. - Manufuture Paradigm – a New Challenge for the European Manufacturing Research and Education (invited paper), in Romanian Journal of Technical Sciences, Applied Mecahanics, Tome 49, Special number 2004, Editura Academiei Romane, Bucuresti, 2004, pp.31-38, ISSN 0035-4074, ISBN 973-27-1102-7
15. Drăghici G., Banciu F. – Development of a Conceptual Design Methodology for Products, in Romanian Journal of Technical Sciences, Applied Mecahanics, Tome 49, Special number 2004, Editura Academiei Romane, Bucuresti, 2004, pp.575-578, ISSN 0035-4074, ISBN 973-27-1102-7
16. Drăghici G. - Aplicarea teoriei de rezolvare a problemelor inventive (TRIZ) la concepția unui produs (invited paper), in Analele Universității din Oradea, Fascicola Inginerie Managerială și Tehnologică, Oradea, 2002, Ediția integrală CD-ROM, ISSN 1583-0691
17. Drăghici G. - Plateforme de préconception de produit (invited paper), in Annals of the Oradea University, Fascicle of Management and Technological Engineering, Volum II (XII), 2003, Editura Universității din Oradea, CD-ROM Edition, ISSN 1583-0691
18. Drăghici G. - Concepts, modèles, méthodes et outils pour la conception de produits (lucrare în plen), in Conference internationale d'Ingénierie Intégrée C2I 2002, 25-25 avril 2002, Timișoara, Romania, Editura Politehnica, Timișoara, 2002, CD-ROM, ISBN 973-8247-92-6
19. Drăghici G., Banciu F. - Development of a Conceptual Design Platform for Products, The 1st International Conference on Computing and Solutions in Manufacturing Engineering, CoSME 2004, 16-18 September 2004, Brașov-Sinaia, pp.55-56 (extended abstract), CD-ROM (full paper), ISBN 973-635-372-9
20. Dejeu L., Brissaud D., Drăghici G. - Tracking justifications to guide decision making design, in The 5th International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering IDMME 2004, Bath, UK, 5-7 April 2004, CD-ROM, ISBN 1 85790 129 0
21. Evbuomwan, N. F., Sivaloganathan, S., Jebb, J. (1996). A Survey of Design Philosophies, Models, Methods and Systems. In: Journal of Engineering Manufacturing, vol. 210
22. Gabriel, M. (2004). Analiza funcțională, Médiatice (UHP Nancy 1, France), available at: <http://www.cyber.uhp-nancy.fr/demos/ROMA-002/general/index.html>
23. Gabriel, M., (2004). AMDEC, Médiatice (UHP Nancy 1, France), available at <http://www.cyber.uhp-nancy.fr/demos/ROMA-003/general/index.html>
24. Kline, S., Rosenberg, N. (1986). An Overview of Innovation. In: The positive Sum, Washington, National Academy Press
25. Martin, C., Bocquet, J.-C., Djeapragache (1999). Amélioration de la gestion du processus de conception : relation entre les méthodes dans le cadre de la Conception Intégrée. Colloque International Conception et Production Intégrée, Tanger (Maroc)
26. Mocan D., Brissaud D., Drăghici G. - Generative Method of a Manufacturing Process, in Proceeding of the International Conference on Manufacturing Science and Education Challenges of the European Integration, 6th – 7th November 2003, Sibiu, pp.225-228, ISBN 973-651-700-4
27. Oakley, M. (1990). Design Management. Cambridge, Basil Blavkwel
28. Pahl, G., Beitz, W. (1996). Engineering Design. London, Design Council
29. Perrin, J. (2001). Concevoir l'innovation industrielle - Méthodologie de conception de l'innovation. CNRS Editions, ISBN 2-271-05822-8, Paris
30. Roozenburg, N. F., Eekels, J. (1995). Product Design: Fundamentals and Methods. John Wiley & Sons
31. Tichkiewitch, S. (1999). Méthodologie et outils pour l'intégration dans la conception. In: Conception et fabrication de produits mécaniques, Drăghici G. & Brissaud D. (Ed.), pp. 7-42, Editura Eurobit, ISBN 973-9441-59-9, Timișoara
32. Tollenaere, M., (1998). Conception de produits mécaniques. Editions Hermès, ISBN 2-86601-694-7, Paris.
33. Zwengelstein, G., (1996). La maintenance basée sur la fiabilité, guide pratique d'application de la RCA, Edition Hermès, ISBN 2-86601-545-2, Paris.