

**Proiectarea pentru fabricație –
Design for manufacturing****7.5. Prototipul: validarea unei proiectări corecte și complete**

Proiectarea este un proces creativ care poate fi descris formal ca o structură formată din mai multe stagii:

- Analiza situației: selectarea problemei care trebuie rezolvată de către noul produs;
- Definirea pe scurt a trăsăturilor esențiale care trebuie rezolvate;
- Culegerea de informații, documentarea;
- Generarea de idei creative (*brainstorming*) materializată în descrierea detaliată a problemei specificând ce trebuie să realizeze proiectarea și care sunt limitările care vor afecta soluția finală;
- Analiza soluțiilor potențiale: combinarea ideilor proprii cu informațiile obținute în stagiul de documentare pentru a formula câteva soluții posibile de proiectare;
- Luarea deciziei: selectarea soluției care îndeplinește cel mai bine specificațiile, totodată îndeplinind și alte condiții rezultate din constrângeri de timp, costuri;
- Pregătirea documentației și planului de realizare în detalii;
- Realizarea prototipului: indiferent de modul cum se realizează prototipul, el poate fi considerat ca fiind primul element al seriei;
- Testarea și evaluarea proiectării: testarea se efectuează și pe parcursul desfășurării procesului, dar testarea finală a întregului sistem este cea care certifică dacă produsul își îndeplinește funcțiile pentru care a fost proiectat;
- Raportul final: evidențierea activităților de analiză, planificare, proiectare, îndeplinirea activităților practice, evaluare și comunicare.

Un important stadiu în cadrul proiectării îl constituie realizarea prototipului. De ce este necesar un prototip? În dezvoltarea unui produs prototipurile pot avea mai multe scopuri. Ele pot fi folosite pentru [1]:

- Analiza proiectării: dacă performanțele prevazute a fi obținute de un produs nu au fost realizate atunci va trebui să fie făcute modificări ale proiectului pentru a le îmbunătăți;
- Testarea pentru validare: pentru testarea fiabilității trebuie să existe un exemplar fizic, deoarece unele defecte neașteptate datorate unor deficiențe (*bugs*) pot fi puse în evidență numai prin testarea unor prototipuri fizice;
- Testarea compatibilității: prototipurile se utilizează adesea pentru a proba faptul că subansamblele și componentele produsului se potrivesc și pot fi bine asamblate. De asemenea, se testează faptul că unele părți ale sistemului pot lucra bine împreună cu altele asamblate ca un întreg.
- Comunicare și demonstrație: puterea de convingere a clientului poate fi mult marită dacă acesta poate vedea produsul și mai ales dacă acesta funcționează.

Prototipurile pot fi clasificate după mai multe criterii, astfel:

Dupa felul reprezentării:

- Prototipul analitic: produsul este reprezentat într-un limbaj matematic permitând ca multe aspecte ale produsului să poată fi analizate. De exemplu, prin modelul elementului finit o componentă mecanică poate fi analizată din punct de vedere al deformării, stresului, etc.
- Prototipul fizic: produsul este realizat așa cum va arăta în final, fiind construit de regulă cu aceleași materiale și componente, dar putând fi construit și cu altele, în funcție de ceea ce se urmărește (de exemplu, în domeniul auto se practică realizarea unor prototipuri din materiale plastice pentru studierea unor aspecte geometrice).

Dupa ponderea funcțiilor produsului implementate prin prototip:

- Prototipul focalizat: este realizată numai o parte din produs, numai anumite funcții sau atribute ale sale;
- Prototipul cuprinzător: sunt realizate cea mai mare parte din funcțiile sau atributele produsului sau chiar toate.

Toate prototipurile analitice sunt prototipuri focalizate deoarece sunt axate numai pe anumite funcții, în timp ce prototipurile fizice pot fi de la foarte focalizate până la foarte cuprinzătoare. Cele mai importante prototipuri fizice sunt:

- Prototipul experimental: sunt prototipuri foarte focusate, proiectate și construite pentru a testa sau analiza anumite funcții bine definite;

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

- Prototipul alfa: este realizat și folosit pentru a valida performanțele funcționale ale produsului; de obicei un prototip alfa poate oferi toate funcțiile produsului, poate fi construit cu componentele și materialele care vor fi folosite și la produsul final, dar este realizat printr-un proces fabricație de prototipuri, nu printr-un proces de fabricație industrială, de masă;

- Prototipul beta: este folosit pentru a analiza validarea cerințelor de fiabilitate, validarea specificațiilor de produs, validarea probelor de durabilitate, s.a. Se mai poate folosi pentru testarea și reglarea procesului de producție, cum ar fi reglarea profilului termic pentru lipirea prin retopire a componentelor electronice. Aceste prototipuri sunt fabricate la producătorul avut în vedere pentru producția de masă, dar sunt realizate de către un colectiv de specialiști (ingineri, tehnicieni), nu de către operatorii care lucrează curent pe mașinile de producție.

- Prototipul pre-producție: este prima serie a produsului, realizată în condițiile procesului de producție de masă, dar care încă nu este lansat. Se folosește pentru verificarea capabilității procesului de producție de masă. Se mai folosesc noțiunile de serie pilot sau serie zero.

Principiile prototipării:

1. Prototipurile analitice sunt mai flexibile decât prototipurile fizice;
2. Prototipurile fizice sunt necesare pentru a depista fenomenele neașteptate;
3. Un prototip poate reduce riscul costurilor iterative.

Deoarece construirea prototipurilor implică atât costuri cât și consum de timp, managementul lor este un factor important în proiectare. Trebuie luate câteva decizii privitoare la:

- Numărul de prototipuri ce trebuie construite;
- Câte prototipuri analitice și câte prototipuri fizice trebuie realizate;
- Când trebuie realizat fiecare prototip;
- Ce trebuie testat la fiecare prototip.

Managementul prototipării este în strânsă legătură cu activitatea de validare a proiectării, de aceea aceste activități ar trebui să fie planificate împreună.

Concluzionând, validarea prototipului înseamnă:

- validarea proiectării:
 - o validarea performanțelor funcționale;
 - o validarea cerințelor de funcționare de mediu;
 - o validarea cerințelor de fiabilitate;
 - o validarea cerințelor de utilizare;
 - o validarea cerințelor de siguranță;
 - o validarea cerințelor de interoperabilitate;
 - o validarea cerințelor de mentenabilitate.
- validarea cerințelor de manufacturabilitate:
 - o validarea specificațiilor produsului;
 - o verificarea capabilității procesului;
 - o validarea costurilor procesului tehnologic;
 - o validarea producției tranzitate.

Bibliografie

[1] “Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development” - Kai Yang, Basem S.El-Haik, The McGraw-Hill Companies Inc., 2009, ISBN 978-0-07-154767-3