

UNELE ASPECTE PRIVIND STABILIREA SPECIFICAȚIILOR TEHNICE ALE SISTEMELOR

*Colonel profesor dr. inginer Mircea CERNAT
Agenția de Cercetare pentru Tehnică și Tehnologii Militare*

*Maior dr. inginer Nicolae IANCU
Departamentul pentru Politica de Apărare și Planificare*

Rezumat

Specificațiile tehnice reprezintă elementele fundamentale care contribuie la realizarea unui sistem, de la faza de proiect, la execuție, testare și punerea acestuia în exploatare. De modul corect și complet de stabilire a specificațiilor tehnice depinde, în mare măsură, și raportul costuri / beneficii al etapei de dezvoltare a sistemului, întrucât modificarea substanțială a uneia sau mai multor cerințe tehnice, produce creșteri spectaculoase și nedorite ale costurilor neproductive. Specificațiile tehnice se stabilesc prin parcurgerea unui proces ciclic ce are la bază cerințele provenite din mediul de generare a cerințelor, fiind subordonate scopului principal al sistemului, concretizat prin misiunea pe care acesta trebuie să o îndeplinească.

Prezenta lucrare reprezintă sinteza studiilor întreprinse pentru identificarea și fundamentarea logică a activităților implicate în procesul de analiză și de optimizare a cerințelor tehnice ale unui sistem, proces care reprezintă, în fapt, parcurgerea drumului de la concept la concret în materie de configurare a sistemelor.

1. Procesul de stabilire a specificațiilor tehnice

Specificațiile tehnice impuse unui anumit sistem constituie elementele fundamentale ale proiectului acestuia, pe baza lor urmând a se configura, a se realiza¹, testa și pune la lucru practic sistemul în cauză. Realizarea unui sistem presupune identificarea și alocarea unor resurse umane, materiale și financiare, ale căror dimensiuni depind de numărul și calitatea sau acuratețea cu care se definesc specificațiile tehnice ale sistemului. Specificațiile tehnice impuse unui sistem se stabilesc în urma parcurgerii unui proces complex, ce are la bază o multitudine de cerințe provenite de la diverse categorii de beneficiari sau utilizatori, fiind necesar să se evalueze, cu cât mai mare precizie, încă din fazele preliminare ale proiectului, performanțele pe care trebuie să le îndeplinească sistemul.

Practica dezvoltării sistemelor a demonstrat că modificarea radicală a specificațiilor impuse acestora, pe parcursul fazelor superioare de realizare, conduce la creșterea semnificativă a costului proiectului în ansamblu iar, în unele situații critice, poate provoca chiar abandonarea proiectului.

Din cele arătate mai sus, rezultă că scopul principal al stabilirii specificațiilor tehnice, este identificarea cerințelor emise de utilizatorii acestuia, precum și modelarea acestora în forme care să permită realizarea ulterioară a sistemului. Cuantificarea riguroasă a comportării prevăzute a sistemului este de natură să asigure că se va putea realiza o configurare corespunzătoare a acestuia. Analiza cerințelor și performanțelor se repetă pe parcursul realizării sistemului, identificându-se și detaliindu-se în mod constant noi specificații, pe măsură ce unele concepte se schimbă sau pe măsură ce se îmbogățește nivelul cunoștințelor legate de sistem. Specificațiile sunt în permanentă ajustare, în acest proces fiind primordial implicați utilizatorii sistemului, până când se stabilește o configurație de bază a proiectului.

Scopul secundar al etapei de stabilire a specificațiilor tehnice ale sistemului constă în determinarea felului în care diversele cerințe schimbă funcțiile sistemului, astfel încât să se ajungă la un set optim de impuneri și restricții ale acestuia, care să satisfacă atât obiectivele utilizatorilor, cât și prevederile normelor, regulamentelor sau legilor specifice organizațiilor în conjuncție cu care sistemul în cauză își derulează ciclul de viață.

Din cele prezentate anterior, se pot identifica trei zone ce furnizează informații

¹ Prin realizare, în contextul actualei lucrări se înțelege fabricarea sau achiziția sistemului.

necesare definirii sistemului: zona socială, zona organizațională și zona proiectului,

reprezentate în figura 1, denumite în continuare mediu de generare a cerințelor.

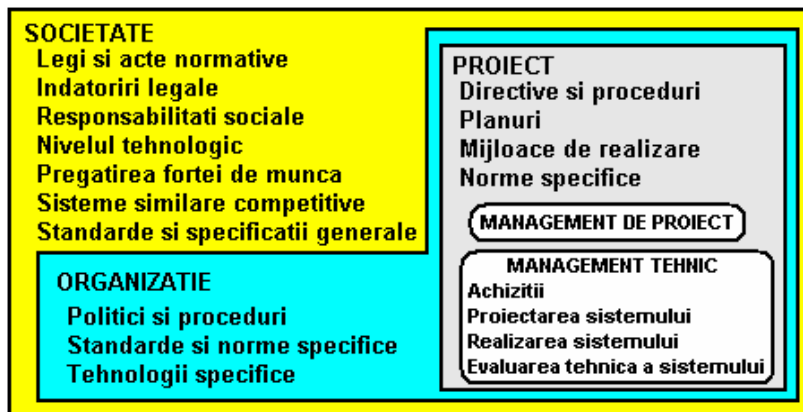


Figura 1

Modul de stabilire a specificațiilor tehnice nu este liniar, sau standardizat. El este un proces complex, iterativ, alcătuit dintr-o serie de analize de performanță, studii de optimizare, evaluare a constrângerilor și analiză a raportului costuri/beneficii.

Specificațiile tehnice ale unui sistem cuprind toate aspectele relevante legate de eficiență, costuri, încadrare în timp și riscuri și trebuie să susțină realizarea specificațiilor tehnice impuse sistemului căruia i se subordonează, sau cu care se integrează.

După stabilirea cerințelor primare ale sistemului, acestea urmează un proces de selecție, bazat pe identificarea, atât cât este posibil, a unor criterii cantitative, verificabile. De asemenea, este recomandabil ca cerințele să se trieze și să se limiteze în funcție de restricțiile impuse sistemului. Totuși, limitările stabilite nu au un caracter definitiv, întrucât ele pot fi modificate atât din

considerente tehnice, ca urmare a evoluției nivelului de cunoștințe pe măsură ce proiectul se dezvoltă în timp, precum și ca urmare a unor eventuale intervenții ale factorilor de decizie care țin de managementul proiectului. Din acest considerent, se recomandă ca motivele ce stau la baza stabilirii restricțiilor să fie înregistrate, câștigându-se astfel în planul eficienței în fundamentarea deciziilor.

Pe măsură ce sistemul se realizează, cerințele provenite din mediul de generare a cerințelor evoluează. Specificațiile tehnice impuse sistemului la un moment dat decurg din evaluarea performanțelor sistemului din starea anterioară a ciclului de dezvoltare și stau la baza formulării cerințelor corespunzătoare stării următoare, la un nivel superior al sistemului. Astfel, se pune în evidență caracterul dinamic și ciclic al procesului de configurare a cerințelor (figura 2).

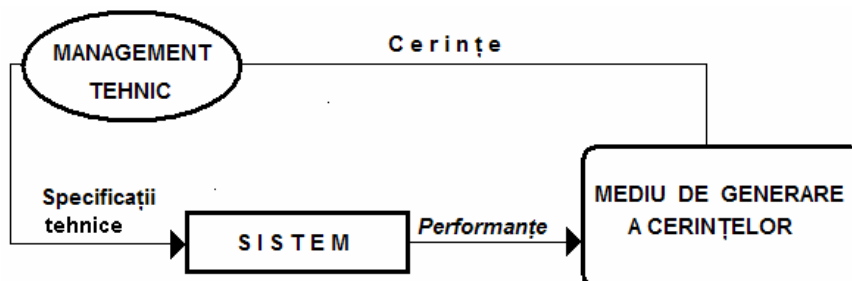


Figura 2

Specificațiile tehnice impuse sistemului evoluează odată cu sistemul,

ajungând la un stadiu de “maturitate” odată ce sistemul atinge configurația de referință.

Performanțele și cerințele se pot delimita din punct de vedere cantitativ sau calitativ. Cerințele determină specificațiile tehnice (calitative) ale sistemului și exprimă ce trebuie să facă sistemul, iar performanțele au caracter cantitativ, exprimând cât se realizează din specificațiile tehnice.

Este necesară nu numai evaluarea de ansamblu, ci și proiectarea conceptuală a sistemului, prin stabilirea proceselor din interiorul sistemului și a fluxului de date dintre acestea, cu scopul de a evalua impactul pe care realizarea performanțelor situate la interfața cu utilizatorul îl generează în structura internă a sistemului. Astfel, se pune în evidență caracterul dual al analizei cerințelor, de la simplu la complex și invers, până la configurarea optimă a listei de impuneri, moment denumit „alocarea cerințelor”. Documentul ce consfințește alocarea cerințelor, în contextul lucrării de față, este denumit „Specificație Tehnică”.

2. Baza de date cu specificațiile tehnice

Specificația Tehnică este, în mod practic, o bază de date cu o multitudine de attribute alocate fiecărei cerințe impuse sistemului.

Această bază de date conține informații complete și neredundante referitoare la componentele și fluxurile de date schimbate de acestea în cadrul sistemului, posibil de exploatat de către toate categoriile de utilizatori.

Cercetările teoretice și practice, precum și experiența acumulată până în prezent [1], au pus în evidență existența unui număr de șase etape ale procesului de stabilire a Specificației Tehnice a unui sistem, astfel:

1. identificarea necesității de realizare a sistemului;
2. colectarea cerințelor și crearea unor concepte alternative;
3. realizarea propunerii cu cerințele operaționale (conceptul operațional);
4. analiza cerințelor operaționale și proiectarea performanțelor sistemului;
5. evaluarea, verificarea și validarea performanțelor;
6. stabilirea specificațiilor funcționale detaliate.

Colectarea cerințelor și crearea unor concepte alternative reprezintă etapa în care se determină toate sarcinile impuse sistemului, stabilindu-se, în același timp și procedee concrete, cuantificabile, prin care acestea să poată fi evaluate.

Cerința cu valoarea cea mai ridicată este reprezentată de *misiunea* la care urmează a fi utilizat sistemul. Pentru a îndeplini cerința fundamentală (misiunea), sistemul trebuie să fie configurat printr-o serie de attribute, care în ansamblu, definesc cadrul sau conceptul operațional. În marea majoritate a cazurilor, o misiune poate fi realizată prin mai multe procedee, cu alte cuvinte, prin mai multe concepte operaționale, din care se va selecta acela care este considerat optim, în baza actului de decizie al factorilor cu responsabilități în acest sens. Grafic, modelul misiunii poate fi reprezentat printr-un tabel în care coloanele reprezintă cerințele operaționale, iar rândurile (înregistrările) reprezintă variantele de decizie.

Fiecare cerință operațională va genera un flux de date de la procesele interne ale sistemului. În urma procesului de analiză funcțională rezultă parametrii interni ai componentelor sistemului și arhitectura (structura acestuia).

Structura teoretică prezentată poate fi transformată într-un set de tabele între care se stabilesc relații funcționale, ansamblul definind o bază de date relațională. Cerințele operaționale rezultă prin analizarea și prelucrarea cerințelor primare provenite de la toate categoriile de utilizatori. În urma acestui proces, baza de date cu cerințele sistemului trebuie să îndeplinească condițiile principale ale unor baze de date relaționale: neredundanța (ortogonalitatea) și claritatea.

Colectarea cerințelor primare se efectuează de echipa de management tehnic al dezvoltării sistemului, care extrage, clarifică și pune pe priorități toate cerințele cuprinse în sursele de documentare relevante pentru fiecare fază în parte a activității de dezvoltare. Câteva exemple de surse de documentare necesar a fi luate în considerare sunt:

- cerințele sau obiectivele noi ori actualizate ale utilizatorilor sistemului, în

cea ce privește misiunea acestuia și măsurile de evaluare a eficienței, a performanțelor tehnice, a condițiilor de întreținere și constrângerilor;

- datele tehnologice principale, incluzând identificarea tehnologiilor fundamentale, a performanțelor, maturității sistemului, costurile implicate de acesta și riscurile;
- datele de la fazele anterioare de dezvoltare a sistemului;
- cerințele prevăzute în documentele de contractare a sistemului și ale părților sale componente;
- obiective de natură tehnică
- date rezultate din ședințele și întâlnirile cu utilizatorii.

Cerințele primare rezultate după consultarea surselor precizate mai sus reprezintă numai o parte din totalitatea cerințelor sistemului. Cerințele primare sunt detaliate și transformate, parcurgând o serie de faze de segmentare care, de regulă, necesită clarificări, conducând la revizuirea documentelor originale sau adăugarea unor documente primare suplimentare ca de exemplu, cele rezultate în urma unor noi ședințe de lucru.

Procesul de colectare a cerințelor primare și de transformare a acestora, se desfășoară pe întreg ciclul de viață al sistemului, deci este necesar să se țină o evidență riguroasă a activităților implicate, precum și să se efectueze cu maximă responsabilitate toate operațiile de gestiune și de mentenanță a bazei de date.

Obiectivul fundamental urmărit pe parcursul etapei de fundamentare a cerințelor este de a întocmi o bază de date cu specificațiile necesare a fi realizate de sistem, plecând de la cerințele primare, care constituie un punct de plecare ce se rafinează și se prelucrează ulterior pe parcursul etapelor de realizare a proiectului, concomitent cu configurarea elementelor fizice ale sistemului. Baza de date trebuie să fie întocmită cu respectarea unor reguli de acuratețe și completitudine, astfel încât fluxul de date să fie ușor de urmărit în structura sa, plecând de la cerințele finale stabilite, până la cerințele

sursă. Principalele reguli de întocmire a bazei de date trebuie să țină cont de: cerințele proiectului, cerințele misiunii, constrângerile specificate de utilizatori, cerințele legate de mediul de lucru, de modul de operare cu sistemul respectiv, de aspectele neclare descoperite pe parcursul procesului de analiză a cerințelor, precum și de metodele de verificare cerute de clienți.

Baza de date, ce se urmărește a se realiza, se completează în etape succesive, pe măsura definirii și detalierii cerințelor. În prima fază, ea se completează cu cerințele provenite din documentele sursă, care constituie elementele de plecare pentru întregul set de cerințe impuse și care, la rândul lor, constituie punctele de referință utilizate la realizarea proiectului sistemului. Completarea bazei de date cu elementele documentelor primare se face prin parcurgerea unor activități specifice, între care, cele mai importante sunt prezentate în continuare.

a. Se alege documentul sursă de cea mai mare importanță și se înregistrează în baza de date în așa fel încât fiecare paragraf al său să se regăsească sub forma unui grup de cerințe bine definit. Paragrafele trebuie legate printr-un sistem de evidență de tipul documentului, de titlul și de numărul paragrafului. Aceste înregistrări poartă denumirea de „înregistrări sursă”.

b. Se analizează conținutul fiecărei cerințe sursă din etapa anterioară și se determină:

– Dacă există în acestea informații legate de cerințe sau obiective impuse sistemului; în caz afirmativ, se analizează dacă informațiile respective sunt suficient de clare, dacă nu intră în conflict cu alte cerințe și dacă pot fi atribuite selectiv unei singure funcții, unei singure componente structurale, unei singure proceduri de măsurare a performanțelor sau unei singure constrângeri a sistemului. În caz afirmativ, se trece peste etapele descrise în continuare și se ajunge la analiza următoarei cerințe sursă. În caz negativ, se stabilește un procedeu de descompunere a

respectivei cerințe sursă în cerințe separate, dar legate între ele, cu scopul de a determina o familie de cerințe simple, care să satisfacă criteriile de unicitate anterioare.

– Se înregistrează informațiile în baza de date, astfel încât să se poată urmări cu ușurință traseul de la cerința sursă la cerința derivată sau simplă.

– Se repetă procedura cu obiectele cerințe complexe, până când se atinge unul din obiectivele de unicitate.

c. Se repetă etapele a. și b. pentru documentele sursă cu prioritatea mai redusă.

3. Rolul analistului de sistem

Analiza unui sistem constă în studiul acestuia, cu scopul de a formula orientări în vederea luării unei decizii privind modalitatea cea mai bună de realizare a acestuia. Activitățile pe care analistul de sistem trebuie să le parcurgă sunt deosebit de numeroase, diverse și complexe, începând cu realizarea și păstrarea permanentă a legăturilor cu utilizatorii sistemului, întocmirea specificațiilor tehnice, realizarea studiului de piață, a analizei de fezabilitate și evaluarea performanțelor sistemului. O analiză corect realizată oferă date clare referitoare la:

- modalitatea optimă de realizare a misiunii sistemului;
- documentația detaliată asupra felului în care urmează să fie îndeplinită misiunea sistemului, astfel încât prin realizarea practică a acestuia, sistemul să poată fi evaluat pentru a se vedea dacă scopul principal (misiunea) poate fi atins;
- estimarea cât mai exactă a parametrilor importanți de care depinde realizarea misiunii, cum sunt: costurile, beneficiile, încadrarea în timp (programul) și caracteristicile de performanță;
- acceptarea de către toți factorii implicați a elementelor enunțate mai sus.

Analistul de sistem este persoana de legătură dintre utilizator care decide ce

trebuie făcut și echipa de realizare a sistemului, care pune în practică deciziile. El realizează această punte prin întocmirea documentului cu specificațiile tehnice, care permite formarea unei imagini asupra modelului sistemului.

Legătura cu utilizatorii sistemului, indiferent din ce parte a mediului de generare a cerințelor provine acesta, este deosebit de importantă. Toți utilizatorii trebuie înștiințați asupra modului cum urmează să funcționeze sistemul, cât și despre felul în care ei îl vor întrebuința sau cum vor beneficia de pe urma lui.

Pentru formularea unor cerințe viabile este deosebit de importantă experiența utilizatorilor în domeniile lor de activitate. Analistul de sistem și echipa de dezvoltare a proiectului trebuie să mențină continuu legătura cu utilizatorii, informându-i asupra stadiului în care se află proiectul, pentru eventualitatea când este necesară ajustarea sau corectarea cerințelor. În acest context, activitatea analistului de sistem este deosebit de importantă, el având rolurile de instructor, interpret și consilier al utilizatorilor.

Studiul raportului dintre costurile și beneficiile prevăzute pentru sistemul ce urmează să se realizeze, reprezintă mecanismul de control (feedback) prin care analistul de sistem urmează să optimizeze cerințele fundamentale, în vederea satisfacerii misiunii prevăzute. Un instrument eficient în acest studiu îl reprezintă structurarea analizei, prin care se poate obține un model funcțional clar al viitorului sistem, suficient de detaliat pentru a permite obținerea unor informații precise asupra eficienței, definită de raportul costuri / beneficii.

Analiza de fezabilitate este procesul prin care analistul de sistem urmărește să dovedească viabilitatea sistemului, adică faptul că acesta poate fi realizat și pus în funcțiune în condiții reale de exploatare, luând în considerare și restricțiile impuse. În acest sens, se concep și se proiectează modele funcționale ale sistemului, după care, acestea sunt evaluate și validate din punct de vedere al performanțelor, prin parcurgerea unor proceduri de testare.

Principalele aspecte care pot pune probleme în dezvoltarea sistemului, cu implicații majore asupra acestuia, de care analistul de sistem trebuie să țină obligatoriu seama, sunt:

- comunicarea incompletă sau necoerentă cu actorii implicați;
- modificarea naturii cerințelor impuse sistemului;
- lipsa unor mecanisme adecvate de analiză;
- formularea necorespunzătoare a documentului cu specificațiile funcționale;
- problemele legate de încadrarea personalului pentru realizarea proiectului;
- influențele din partea factorilor de management.

Întrucât etapa de analiză a variantelor posibile ale sistemului se desfășoară numai în plan teoretic, ea incumbă un ridicat nivel de relativitate. Totuși, analistul de sistem este pus în fața unor probleme concrete, la care se așteaptă răspunsuri pertinente, fapt pentru care acesta este obligat să emită aprecieri sau estimări asupra unei diversități de aspecte ale proiectului, cum ar fi, de exemplu, costurile, activitățile ce urmează a se desfășura, performanțele tehnice prevăzute sau aspecte privind personalul implicat.

4. Concluzii

Importanța etapei de analiză a sistemului este reliefată de faptul că, de corectitudinea și profesionalismul cu care ea este efectuată depind costurile necesare dezvoltării. Astfel, costurile alocate pentru

corectarea unor erori ce pot apărea pe parcursul fazei de dezvoltare, odată ce proiectul este conceput în aspectele sale fundamentale, sunt mult mai mici în comparație cu costurile ce ar trebui alocate, dacă se constată că după realizarea completă sau parțială a acestuia, sistemul nu îndeplinește una din cerințele fundamentale, eroare ce poate fi atribuită unei analize de sistem desfășurată cu lipsă de profesionalism. Din acest motiv, este necesar ca factorii de management al proiectului sistemului să investească resurse în mod corespunzător în analiza de sistem pentru a evita costuri mult mai mari în cazul eventualei apariții a unui eșec. Tot atât de adevărat este că analiza nu trebuie să degenereze în filozofie sau în discuții interminabile între specialiști pentru căutarea soluțiilor ideale în scopul evitării eventualelor disfuncționalități ale sistemului.

Sarcina analistului de sistem este ingrată, întrucât practica a demonstrat că realizarea cu succes a sistemului nu este, de regulă, considerată ca fiind urmarea unor estimări corecte ale performanțelor, pe când eșecul este întotdeauna atribuit unor evaluări sumare. Cu toate acestea, estimarea performanțelor este absolut necesară, lucru care trebuie conștientizat la nivelul tuturor utilizatorilor sistemului, inclusiv al managerilor, tot atât de necesar fiind să se accepte ideea că, pe de o parte, nimeni nu este expert în estimări, întrucât fiecare proiect se dezvoltă în alt context decât proiectele anterioare, iar, pe de altă parte, o estimare este întotdeauna mai bună decât a lăsa lucrurile să meargă la voia întâmplării.

Bibliografie

- [1] *** - *International Council of Systems Engineering - Systems Engineering Handbook*, INCOSE TP-2003-016-02, Version 2a;
- [2] *** - *Systems Engineering Fundamentals* – Defence Acquisition University Press, Virginia 22060 – 5565;
- [3] **TOM DE MARCO** – *Structured Analysis and System Specification* – Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 07632.