

SISTEM GRAFIC ÎN TIMP REAL-PARADIGMĂ PENTRU O STRUCTURĂ DE INTERACȚIUNE OM-MAȘINĂ

Ing. Constantin Vasiliu, Ec. Costin Pribeanu

Instituutul de Cercetări în Informatică

Rezumat. Pornind de la evoluțiile recente în domeniul sistemelor de automatizare, în principal automatizarea adecvată și proiectarea centrată pe om, autorii prezintă o serie de considerații privind abordarea sistemelor de automatizare ca sisteme generale om-mașină. În acest cadru, includerea unor facilități grafice având rolul de suport decizional în timp real constituie o problemă de mare interes. Se expun problemele cele mai importante legate de potențialul de cuplare cu aplicații de timp real al sistemelor grafice generale. Autorii prezintă, ca o contribuție privind abordarea acestei problematice, structura și funcțiunile unui sistem grafic în timp real conceput ca ipostază a unui sistem general de automatizare.

Cuvinte cheie: sisteme om-mașină, automatizare adecvată, modelarea comportamentului uman, proiectare centrată pe om, grafică pe calculator, standardul grafic GKS, sistem grafic în timp real, proiectare asistată de calculator.

1. Introducere

Problemele abordate în această lucrare se referă la două categorii de cercetare distincte: sistemele de conducere automată și sistemele de grafică pe calculator, a căror integrare este de natură însă să susțină prin efect sinergetic proiectarea sistemelor de automatizare moderne.

Ideea de bază a autorilor, confirmată și de aparatul bibliografic consultat, este de a considera sistemele de automatizare ca sisteme generale om-mașină cu constrângeri impuse de destinația și condițiile/restricțiile de funcționare ale sistemelor de automatizare (funcționarea în timp real și în conexiune cu procese tehnice, asigurarea unor funcțiuni de diagnostică și corectare a condițiilor anormale de funcționare, tratarea situațiilor neprevăzute etc.). Evoluția cercetărilor în acest domeniu (vezi, de exemplu, lucrările Congresului 11 IFAC din anul 1990 pentru o referință cuprinzătoare și Programul ESPRIT al CEE) atestă apariția și consolidarea unui model conceptual nou, în care rolul factorului uman este reevaluat.

În acest sens, primele două secțiuni conțin o sinteză a evoluțiilor recente în domeniul sistemelor de automatizare, tratând subiecte de mare interes cum ar fi: complexitatea în sisteme om-mașină, proiectarea centrată pe om și automatizarea adecvată.

Includerea în cadrul sistemelor de automatizare a unor facilități grafice având rolul de suport decizional în timp real constituie o problemă de mare interes,

evidențiată ca atare de experiența acumulată în domeniul acestor sisteme, de la cele tradiționale și pînă la cele bazate pe calculator. Din acest motiv, în secțiunea următoare se prezintă unele considerații legate de portabilitate și standardizare în grafica pe calculator și se evidențiază anumite aspecte referitoare la potențialul de cuplare cu aplicații de timp real al sistemelor grafice generale.

Pe baza evoluțiilor și a rezultatelor raportate, autorii prezintă structura și funcțiunile unui sistem de grafică pentru aplicații de timp real, conceput ca ipostază a unui sistem general de automatizare.

2. Abordări în ingineria sistemelor de automatizare avansată

2.1. Complexitatea în sisteme om-mașină

Conform definițiilor de dicționar, complexitatea îmbracă fațete multiple. Complex este echivalent cu ceva "avînd multe și variate părți inter-relaționate, pattern-uri sau elemente și, în consecință, greu de înțeles în întregime", dar și cu ceva "marcat de implicarea multor părți, aspecte, detalii, noțiuni și necesitînd studiu serios sau examinare serioasă pentru a-l înțelege sau a-i face față". Aceste definiții sînt aplicabile virtualmente la orice fel de lucruri, fie ele materiale sau abstracte, naturale sau create de om. Gradul de complexitate este asociat în general cu numărul de părți și extensia interacțiunilor despre acestea. De remarcat în acest paragraf tot introductiv că noțiunea în speță are și o conotație subiectivă cumva: este vorba de "a înțelege", de a "face față" caracteristicii respective.

Complexitatea în sistemele om-mașină pentru automatizare se poate analiza din trei perspective (proiecții) diferite: prima tehnică, a doua comportamentală și cea de-a treia operațională.

Dimensiunea tehnică este aceea care caracterizează în fapt complexitatea structurală și funcțională a sistemului respectiv. Ca metodă de tratare se recurge la "ierarhizare", aceasta reprezentînd "una dintre schemele structurale centrale pe care le utilizează arhitectul complexității" (Herbert A. Simon, [17]).

Ca măsuri posibile se utilizează "numărul de...", respectiv de componente și subsisteme, de pattern-uri de interacțiune, funcții etc., dar se pot lua în considerare și alte criterii (de exemplu, timpul de reacție și precizia).

Dimensiunea comportamentală a complexității caracterizează capacitățile și limitările umane în cadrul unui sistem om-mașină. Se poate vorbi de două categorii distincte:

- complexitatea perceptuală, legată de aspectele vizuale (în principal), deci de recunoașterea și

interpretarea de informație afișată; aceasta sugerează posibilitatea de a crește viteza și eficiența interacțiunii om-mașină prin manipularea modului de prezentare a informației. Un astfel de obiectiv este urmărit implicit și prin realizarea sistemului grafic în timp real;

- complexitatea de rezolvare de probleme, legată deci de aspecte cognitive; este cazul, de exemplu, al problemelor de diagnoză a abaterilor din funcționarea procesului; ca măsură se poate considera numărul de relații relevante între cauze și simptome.

Dimensiunea operațională a complexității este predominantă în sistemele om-mașină. Această dimensiune leagă abilitățile și limitările umane de proprietățile structurale și funcționale ale sistemului tehnic.

Cele două dimensiuni anterioare determină operațiile (sarcinile) care trebuie îndeplinite de către sistem. Aceste operații pot fi de două tipuri: prescrise (asignate) și percepute, respectiv reprezentări mentale ale operațiilor prescrise. Cu alte cuvinte, operațiile percepute sînt afectate de factori subiectivi, care reflectă gradul de înțelegere individuală a proprietăților structurale și funcționale. Acesta, la rîndul său, este influențat, atît de cunoștințele formale despre procesul tehnic, cît și de cunoștințele dependente de operație (acumulate sub forma de îndemînare).

Dacă aceste cunoștințe reprezintă dimensiuni ale complexității se poate pune, desigur, întrebarea cum le putem trata. Să remarcăm că, de fapt, a face tratabilă această complexitate este chiar unul din obiectivele interacțiunii om-mașină.

Un răspuns ar putea fi acela de a adopta o tactică umană "standard" pentru astfel de situații: aceea de "a mărgini" lumea considerată (universul discursului) prin introducerea de restricții convenabile (de exemplu, operînd cu un subset de interacțiuni pe orizonturi finite de timp). În ceea ce privește un sistem om-mașină pentru automatizare, o astfel de abordare este totuși riscantă deoarece nu există garanția că generalizarea rezultatelor acestor investigații mărginite va căpăta aspectele relevante ale întregului. Cu o altă formulare, avem de-a face în acest caz cu un pas inductiv care ridică problema delicată a ambiguității inductive inerente (vezi, pentru discuții substanțiale asupra acestui subiect, [17,27]).

Există însă și o altă soluție posibilă, inspirată și de considerente de natură pragmatică: a obține transparența față de complexitate (adică ignoră prin transparență). Aceasta se poate realiza prin:

- antrenare (pregătire), pentru crearea de reprezentări mentale mai clare, "automatizate" într-un anume sens (deci cu caracter reflex);
- prin mijloace tehnice, respectiv printr-o schemă adecvată de alocare a funcțiilor și operațiilor între om și mașină, în faza de proiectare a sistemului (schema poate fi, de asemenea, adaptivă la

condițiile de operare sau de eroare).

Într-o exprimare sintetică se poate vorbi, în cel de-al doilea caz, de o reducere a complexității operaționale printr-o creștere a complexității structurale și funcționale a sistemului. Condiția este, desigur, ca alocarea de funcții între om și mașină să asigure compensarea limitărilor umane; acest lucru se poate obține, fie prin includerea de funcții complet autonome ale sistemului (a căror siguranță se asigură prin redundanța intrinsecă), fie prin realizarea de sisteme suport pentru operator.

Este de subliniat însă că astfel de efecte pozitive nu se pot obține decît în situații în care cerințele operaționale și necesitățile informaționale umane se analizează prin prisma conceptului de proiectare centrată pe om.

2.2. Sisteme de automatizare adecvată

Tehnologia automatizării, bazată pe calculatoare numerice și tehnici de comunicație, constituie un domeniu în plină expansiune, cu un larg diapazon de subiecte tehnice și aplicații. Pentru exemplificare, să enumerăm automatizările de "mașină" (deci, localizate, îmbarcate), apoi automatizările de proces (respectiv, sistemele pentru conducerea proceselor industriale) și, în sfîrșit, procesele administrative computerizate (respectiv, sistemele automate din sfera organizării și conducerii). În paralel cu acestea, și de multe ori chiar în continuarea lor, trebuie menționată și automatizarea instalațiilor și a proceselor cu caracter militar (sisteme de tip C2 și C3).

Desigur, aceasta versatilitate deosebită în plan aplicativ este o consecință a gradului ridicat de abstractizare, atît al științei sistemelor (în particular al teoriei sistemelor automate), cît și al științei calculatoarelor, și ea se dovedește absolut profitabilă în plan tehnic. Pe de altă parte însă, această generalitate deosebită în plan conceptual și teoretic trebuie exploatată ținînd seama și de efectele secundare pe care le poate induce, în mod inerent, respectiv de efectele sociale sau de altă natură ale sistemelor automatizate. Cu bună știință sau nu, aceste efecte au fost acceptate ca atare sau neglijate, specialiștii automatiști fiind preocupați aproape în exclusivitate de formalismul matematic cu care operează.

Această cerință nouă a fost pusă acut în evidență de o serie de accidente cu impact internațional [26], iar preocupările în această direcție devin tot mai consistente în planul cercetării (vezi, de exemplu, lucrările Congresului al 11-lea IFAC din anul 1990).

Așadar, se pune problema de a se lua în calcul efectele sociale sau de altă natură ale sistemelor de automatizare, și, în mod concret, de a stabili unde, cînd și cum aceste efecte trebuie tratate în fazele de proiectare și implementare ale unui sistem de

conducere automată.

O abordare capabilă de a furniza un cadru general de rezolvare a acestei probleme este reprezentată de "automatizarea adecvată" (appropriate automation) introdusă în [19].

Cîteva note caracteristice ale acestui nou concept ar putea fi:

- 1) – Modelul funcțional al sistemelor de automatizare, tehnicile și metodele de proiectare și implementare trebuie să includă și personalul de operare sau cel deservit.

Tehnologia automatizării (automatizarea în sens larg) trebuie să satisfacă un set specificat de cerințe pentru a-și justifica utilizarea (de exemplu, adecvarea mijloacelor și a fondurilor, siguranță în exploatare a soluțiilor tehnice etc.). În acest sens, trebuie să se țină însă seama de faptul că, spre deosebire de alte produse ale ingineriei (de exemplu, circuitele electrice sau piesele mecanice) care se vor integra în medii pur tehnice, sistemele de automatizare sînt destinate a funcționa într-un mediu finalmente uman.

- 2) – Relația om-mașină este reconsiderată, și anume în sensul unei comparații favorabile omului. În legătură cu acest subiect, sînt de interes cel puțin două constatări.

Mai întîi, trebuie făcută o reevaluare a ideii că automatizarea ar constitui un panaceu pentru probleme tehnice complexe. Este adevărat că acest lucru s-a confirmat în multe cazuri, dar nu este mai puțin adevărat și că unele sisteme nu s-au dovedit viabile, datorită influențelor unor factori ca: "potențialul" insuficient de automatizare, interfețe om-mașină necorespunzătoare, incompatibilitatea între cerințele umane și condițiile oferite de sistem.

În al doilea rînd, se impune o anumită temperare a convingerii și în ceea ce privește capacitatea de a rezolva probleme complexe (de conducere automată) a sistemelor care integrează tehnici de inteligență artificială. Este din nou adevărat că sistemele expert, că noua paradigmă pentru programarea sistemelor de automatizare cu calculator au permis abordarea unor categorii de probleme insuficient (slab) definite, utilizînd declararea prin fapte și reguli a problemelor și căutarea euristică a soluțiilor. Dar, chiar și în aceste cazuri, sistemele expert nu pot exercita decît funcții cu caracter de "suportare". Ideea că un sistem expert se poate dispensa de evaluarea unei situații/decizii de operare și de asumarea responsabilității acestei evaluări de către om este extrem de periculoasă: sistemele expert sînt proiectate astfel încît să admită și rezultate (soluții) incerte, situație care ar putea fi însă recunoscută ca atare, adică anormală, într-un context adecvat de interacțiune om-mașină. Accidentul de la Cernobil sau doborîrea unor avioane de pasageri constituie exemplificări nefericite ale unor astfel de situații (iar lista poate fi continuată). De altfel, din teoria sistemelor axiomatice (de ordinul unu) se

cunoaște importanța, precum și faptul că, de exemplu, calculul predicatelor este un formalism indecidabil [22]. Pe lîngă decidabilitate, o problemă adițională decurge și din faptul că sensul simbolurilor este în prelucrarea umană și, în mod normal, dependent de context, în timp ce calculatorul (sistemul expert) nu poate efectua decît o aplicare "oarbă" a unor reguli formale, sensul (semantica) obiectelor (simbolurilor) fiind evident utilizat numai la introducerea și interpretarea rezultatelor. Concluzia acestor considerații ar putea fi aceea că sistemele complet automatizate, bazate pe procese euristice nu oferă siguranță absolută, deoarece procesele euristice conțin intrinsec și soluții "eronate" (efectul ambiguității inductive); deciziile finale trebuie lăsate pe seama omului care are capacitatea de a raționa în situații neanticipate sau fără un precedent. Așadar, relația om-mașină trebuie regîndită în sensul unei complementarități om-mașină dacă se dorește dezvoltarea unor sisteme de automatizare efective.

Această complementaritate constituie în același timp și modalitatea de a evita o potențială inversiune periculoasă în cazul sistemelor de automatizare: anume, nu realitatea trebuie să fie "reduasă" la aspectele sale care se pot formaliza și "potrivită" unui sistem expert, ci sistemul de automatizare trebuie adaptat pentru a răspunde la cerințele proceselor și sistemelor tehnice reale.

- 3) – Responsabilitatea inginerului automatist trebuie, de asemenea, revăzută.

Desigur, cerințele generale pentru asumarea unei responsabilități, respectiv capacitatea de a analiza și de a acționa orientat spre scop, precum și autoritatea de decizie și acțiune sînt și aici valabile. Din punctul de vedere al automatizării adecvate, însă, acestea implică extinderea cunoștințelor de automată "pură" cu noi cunoștințe privind efectele sociale sau alte efecte non-tehnice ale sistemelor de automatizare. De asemenea, este necesară definirea unor limite pînă la care se poate extinde responsabilitatea proiectantului pentru efectele sistemelor de automatizare.

Considerăm cele trei aspecte prezentate mai sus ca relevante pentru noua abordare din domeniul sistemelor de automatizare, denumită "automatizare adecvată" [19].

Automatizarea adecvată este un concept important și în ceea ce privește regîndirea relevanței sociale a sistemelor de automatizare, care pot fi considerate ca un factor de (re)organizare mai eficientă a proceselor productive și a altor activități umane. Din acest motiv, în proiectarea unor astfel de sisteme, relația dintre om și mașină devine un criteriu important. De altfel, ca urmare a unor proiecte de cercetare importante [15,16] se poate înregistra o reasezare (într-o poziție absolut firească, după părerea noastră) a rolului sistemelor de automatizare: anume acela de sisteme cu caracter de suport pentru activitățile umane și nu de factor

dominant (un super-stăpîn, un super-creier). Așa cum vom arăta în secțiunea următoare, se poate deja vorbi de o schimbare de paradigmă în domeniul automatizării industriale, iar relația om-mașină constituie problema dominantă a acestei evoluții.

Cu alte cuvinte, subiecte ca: organizarea și diviziunea muncii, care funcții anume se automatizează și care nu, precum și cerințele de structură și calificare a personalului preiau rolul de variabile strategice de proiectare și nu mai reprezintă doar consecința (rezultatul) sistemului de automatizare. Sistemul de automatizare devine acum un sistem socio-tehnic.

Să examinăm, pe scurt, ce consecințe principiale au considerațiile expuse mai sus în planul proiectării propriu-zise a sistemelor de conducere automată. Așa cum am încercat să arătăm, linia directoare generală este ca proiectarea să trateze sistemele din cel puțin două puncte de vedere:

- ca entități cu caracter de instrument;
- ca entități cu impact social,

ambele atribute fiind înțelese, desigur, în sens larg.

Semnificația caracterului de instrument este neglijată în cursul dezvoltării sistemelor dacă omul este privit numai ca un simplu sistem de prelucrare a informației (prin analogie cu calculatorul). Abilitățile intuitive, precum și cele de comportament integrativ ale omului reclamă posibilitatea ca acesta să-și poată propune și atinge scopuri în mod independent în procesul muncii și de a dobîndi o vedere de ansamblu. Aceste cerințe implică la rîndul lor, latitudine de acțiune, precum și crearea și întreținerea unor domenii și facilități de comunicație care să permită discuții și cooperare cu alți oameni. Satisfacerea unor astfel de cerințe impune, desigur, realizarea unui dialog corespunzător între personalul care dezvoltă sistemul și utilizatorii sistemelor.

Necesitatea de a optimiza, atât factorii de natură umană, cît și factorii de natură tehnică sugerează o abordare în maniera "paralelă" a proiectării, în care ambele aspecte sînt puse față în față pentru a realiza o optimizare globală a sistemului.

2.3. Proiectarea centrată pe om

În această secțiune se prezintă o descriere sintetică a unui nou concept de proiectare, asociat automatizării adecvate și denumit "proiectare centrată pe om". Descrierea urmărește expunerea din lucrarea [19], fiind completată însă cu elemente semnificative și din alte lucrări.

a) Umanizarea tehnologiei sau ingineria umanului

Se poate pune întrebarea, și aceasta a constituit de altfel subiectul unei discuții interesante în cadrul IFAC (încă începînd cu anul 1984), dacă modernizarea tehnologiei și ingineria umanului sînt obiective conflictuale sau, dimpotrivă, se susțin reciproc în ceea ce privește creșterea eficienței și a

productivității. Evident, cele două sintagme opuse în titlu, se referă la rolul acordat factorului uman aflat în postură de operator în industrie: instrument sau conducător.

S-a realizat chiar și un studiu de tip Delphi care cuprinde opiniile specialiștilor în sisteme om-mașină, pe de o parte, și ale specialiștilor în efecte sociale ale automatizării, pe de altă parte, pentru a se constata diferența aprecierilor lor privind crearea de condiții bune de muncă pentru operatori.

Tabelul 1

Rezultatele comparative ale studiului Delphi efectuat pe baza opiniilor experților în sisteme om-mașină și experți în efectele sociale ale automatizării

Subiectul aprecierii	Experți în sisteme om-mașină	Experți în efectele sociale ale automatizării
Dezvoltarea tehnologică	deterministic	interactiv
Omul	parțial	holistic
Interfață	omul ca apendice	mașina ca instrument
Organizațiile	mecanicista	organică
Modificarea	implementare	participare
Obiectivele sociale	control	emancipare
Varietatea umană	suparatoare	valoroasă
Datele	cantitative	calitative
Metoda	experimentală	interpretativă
Idealul de cercetare	tehnic	socio-tehnic
Sistemele	închise	deschise
Rolul cercetătorului	subiect-obiect	subiect-subiect
Funcția cercetătorului	manipulare	facilitare proces
Dimensiunea psihologică fundamentală	nevoia de control	nevoia de mai puțin control

Rezultatele acestui studiu prezentate în Tabelul 1 permit următoarele comentarii:

- deosebirile de vederi sînt generate aparent de ultimul subiect examinat: dimensiunea psihologică fundamentală care se comportă practic ca un macaz față de celelalte răspunsuri;
- dihotomia pusă inițial în evidență începe să se atenueze (ca efect al evoluției către o anumită maturitate a domeniului sistemelor om-mașină, manifestată prin accentuarea proiectării condusă de obiectiv față de cea condusă de tehnologie).

b) Probleme ale proiectării, centrate pe om

Dificultățile în proiectarea sistemelor om-mașină se datorează complexității care este intrinsec asociată sistemelor mari. Problemele centrate pe om nu se adresează complexității în general, ci consecințelor acesteia. Între aceste probleme se pot menționa:

- (1) – natura situațiilor de decizie;
- (2) – efectele de ordin superior din ce în ce mai importante ale sistemelor complexe (interacțiunea tehnologiei cu mediul, cu educația);
- (3) – rolul factorilor umani în sistemele complexe (văzut sub o dublă motivație: abilitatea de a prezenta, de a exercita îndemânarea, judecata și creativitatea, precum și, extrem de important, abilitatea de a căuta modalități inovative de a-și îndeplini aceste responsabilități).

Problema responsabilității este, în fapt, aceea care determină și filozofia de proiectare. Obiectivele de proiectare implică deci dezvoltarea de mijloace prin care factorii umani își pot realiza obiectivele operaționale pentru care sînt investiți cu răspundere în cadrul sistemelor complexe.

c) Metodologia de proiectare centrată pe om

Existența unei filozofii de proiectare, precum și a unor obiective de proiectare constituie o condiție necesară, dar nu și suficientă pentru automatizarea adecvată: este nevoie și de o metodologie de proiectare, care să permită proiectantului să permită atingerea obiectivelor într-o manieră consistentă cu filozofia de proiectare.

O astfel de metodologie structurată se poate construi pe baza unor criterii de măsurare, adecvate pentru anumite caracteristici principale ale sistemului, care trebuie asigurate prin procesul de proiectare.

Abordarea orientată pe măsurători constituie un cadru general pentru proiectarea centrată pe om, cadru care poate fi suplimentat, desigur, cu elemente mai detaliate de ghidare metodologică (de exemplu, sînt necesare metode care să permită sintetizarea funcționalității, în conformitate cu cerințele în domeniul obiectivelor de proiectare pe care le-am menționat anterior).

3. Sisteme om-mașină pentru automatizare

3.1. Modelarea sistemelor om-mașină pentru automatizare

Principii referitoare la "factorii umani", ca elemente constituente ale unor sisteme tehnice orientate către scop au fost dezvoltate începînd încă din cel de-al doilea război mondial și, ulterior, perfecționate în cadrul unor domenii de vîrf, cum ar fi, de exemplu, avionica.

Astfel de principii au pătruns însă relativ puțin în proiectarea automatizărilor (a camerelor de control)

industriale de largă răspîndire. O serie de rapoarte privind accidentele înregistrate în energia nucleară [26] au pus în evidență trei cauze generice: proiectarea camerei de comandă, procedurile de operare și pregătirea operatorilor.

Această concluzie este echivalentă însă cu faptul că, asigurarea securității sistemelor socio-tehnice complexe ridică problema elaborării de modele pentru comportamentul uman (individual sau de grup) în diferite situații, ca etapă a unor analize de sistem, care să conducă la îmbunătățirea performanțelor de siguranță în operare.

a) Modelarea operatorului uman

De la bun început, trebuie arătat că modelele din psihologie sînt mai mult descriptive, deci fără un potențial metodologic deosebit de a ghida un proces de proiectare.

Din acest motiv, au fost căutate modele care se bazează pe discipline ale ingineriei. De exemplu, s-a stabilit că răspunsul la o situație perturbatoare poate fi descris ca o secvență de decizii interconectate, unele dintre acestea fiind orientate spre diagnoză, altele către acțiunile de remediere. Potrivit studiilor efectuate, începînd cu anul 1976 de Rasmussen [26], sarcinile de decizie apar la trei nivele cognitive care definesc, respectiv, comportamentul bazat pe cunoștințe, reguli și îndemînare (pricepere).

Un aspect conex, cercetat în legătură cu studiile de evaluare probabilistică a siguranței îl reprezintă modelarea erorilor umane.

Probleme specifice privind modelarea operatorului uman decurg și din următoarele considerații:

- operatorii își construiesc (cel puțin aparent) diferite modele interne ale procesului pe care îl conduc: o parte pe parcursul instruirii, altă parte în operarea reală. Cît de corecte sînt însă aceste modele, rămîne un subiect de studiu;
- compararea performanțelor unui factor uman de decizie față de o decizie matematic optimă arată diferențe chiar și pentru operatori antrenați: această se datorează faptului că, funcțiile de utilitate întrebuintate de către om diferă de cele definite matematic;
- factorul intențional are, de asemenea, un rol important (ca mecanism de cauzare a acțiunilor): acesta reclamă definirea de funcții de utilitate subiective;
- "auto-raportarea" este un alt mecanism care trebuie modelat, deoarece omul își dezvoltă imagini (modele) ale lui însuși, care îi influențează comportarea în anumite situații.

b) Modelarea organizațiilor

Organizațiile sînt definite formal, dar nu este cert că sarcinile se realizează în concordanță cu regulile și se poate deci vorbi și de o organizare neformală, diferită de cea formală. Diferența dintre acestea trebuie redusă.

Modelarea unei organizații, în ceea ce privește studiul siguranței, presupune modelarea:

- lucrului în echipă;
- schimbului de informații;
- sistemului de stimulare (recompense și penalizări);
- memoriei (scrise și nescrise) a organizației.

Cercetările în această direcție se află încă într-un stadiu incipient.

c) Situații de decizie nestructurate

Prin situație de decizie se înțelege, în mod formal, o problemă de optimizare care combină următoarele elemente:

- o funcție de utilitate (care definește o relație de ordine pe mulțimea rezultatelor);
- o mulțime de acțiuni realizabile;
- un model al sistemului (care definește legătura dintre acțiuni și rezultate).

Conceptul de situație permite o distincție metodologică între diferite procese de decizie. Înțelegerea comportamentului factorului de decizie presupune o înțelegere a înseși situației de decizie. În general, factorii de decizie utilizează experiența și intuiția pentru a selecta opțiunile realizabile și a aprecia meritele relative ale acestora. Pe lângă caracterul subiectiv al funcțiilor de utilitate (decurgând din raționalitatea procesului de decizie), un element de dificultate îl constituie și alegerea intervalului de optimizare.

d) Sisteme suport pentru decizie

Sistemele suport pentru decizie, SSD, au fost dezvoltate pentru a suplini lipsa de optimizare a factorului uman de decizie în anumite situații.

SSD pot interveni în diferite stadii în cadrul unei situații de decizie:

- detectarea necesității pentru o decizie (funcția de alarmare);
- căutarea cauzelor unei dereglări (perturbări) a procesului (funcția de diagnostic);
- evaluarea și execuția variantelor de decizie (funcția de execuție).

Orice sistem suport pentru decizie presupune o diviziune a sarcinilor între operator și sistemul de automatizare; în acest sens, se poate adopta următorul principiu de proiectare: "abilitățile factorului uman să fie utilizate în modul cel mai bun posibil".

Proiectarea unui sistem-suport operator trebuie să satisfacă și ea anumite principii și, în tot cazul, să permită o bună structurare a funcțiilor incluse:

- tratarea alarmelor (sisteme de alarmare inteligente);
- tratarea complexității (interfață inteligentă, cu multe canale de asociere între diferite tipuri de informație).

Deși se dorește elaborarea de recomandări pentru operator, aceasta ridică, pe de o parte, problema comportării în situații de decizie nestructurate (neexistând garanția că algoritmi proiectați sînt

eficienți), precum și, pe de altă parte, problema împărțirii responsabilității între proiectant și operator în cazul unei sugestii de operare eronate.

Dezvoltarea inteligenței artificiale a fost privită ca o soluție "suport" pentru decizia umană. Dar, aceste metode reclamă formalizarea problemei pînă la un grad care pare a fi foarte greu de obținut pentru situații de decizie nestructurate; alte critici sînt formulate, de exemplu, în [27].

3.2. Arhitectura sistemelor om-mașină pentru automatizare

Am arătat că, în domeniul sistemelor de automatizare, se înregistrează o abordare calitativ nouă, caracterizată de modificarea fundamentală a filozofiei de proiectare, care situează sistemele respective într-un context mai adecvat, mai natural în ansamblul societății umane și își propune, în mod programatic, integrarea multiplelor aspecte care concură la proiectarea și funcționarea unui sistem de automatizare.

Din argumentația prezentată în secțiunile anterioare, se poate conchide că asistăm în mod efectiv la o schimbare a paradigmei în domeniul sistemelor automate, prin reevaluarea cerințelor utilizatorului, precum și a modalităților de accentuare a gradului de participare și de activare a responsabilității utilizatorului în diferite situații de exploatare a sistemelor.

Practic, adoptînd implicit sau explicit un model conceptual esențial al sistemelor de automatizare, văzute ca sisteme om-mașină complexe, o serie de școli și grupuri cu reputație în domeniu desfășoară cercetări pe multiple planuri privind o serie de probleme conexe: complexitatea sistemelor om-mașină [15], interfețele cu operatorul, inclusiv interfețele inteligente [21], modelarea sistemelor om-mașină [26], utilizarea metodelor din inteligența artificială în proiectarea și implementarea sistemelor de supraveghere și conducere în timp real [9,24]. Astfel de cercetări se desfășoară în mod concertat, cum ar fi, de exemplu, cazul proiectului GRADIENT din cadrul Programului ESPRIT [16].

Vom încerca să prezentăm în acest capitol o sinteză a rezultatelor și problemelor de cercetare de interes.

Să admitem, așa cum am încercat să acredităm anterior, că, în cadrul evoluției de la sistemele de supervizare tradiționale (cu unele funcții de conducere directă) către sistemele de automatizare adecvată, respectiv acelea care includ și funcții de decizie cooperativă om-mașină, se impune cu necesitate realizarea unei proiectări centrate pe om.

Există, probabil, mai multe modalități de a descrie activitățile umane și de a cupla o astfel de descriere formală la o structură de conducere automată; în ceea

ce ne privește, optăm pentru o structură de sistem om-mașină orientată spre conducere automată de felul celei reprezentate în Fig. 1.

Aceasta constituie, de altfel, și modelul conceptual adoptat pentru proiectul GRADIANT [16] și, probabil modelul general de sistem om-mașină care își propune să simuleze (reproducă) modul de acțiune al operatorului uman și să ofere acestuia facilități cu caracter de suport în cadrul sistemelor de conducere automată. Notăm că, deși foarte simplu în formulare, acest obiectiv se dovedește capabil să genereze soluții constructive eficiente în plan teoretic și practic [24].

Într-o structură om-mașină de "automatizare", sarcina esențială a operatorului este aceea de a asigura o astfel de evoluție a sistemului tehnic (sau a sistemului obiect condus), încât efectele care măsoară această evoluție să corespundă unor valori predefinite (care caracterizează, de fapt, finalitatea sistemului obiect).

Această sarcină se realizează prin două categorii de activități:

- a) activități propriu-zise de conducere automată sau, pe scurt, de control: acestea desemnează activitățile specifice nivelelor tradiționale de automatizare (respectiv controlul în bucla închisă sau deschisă, cu caracter continuu sau discret);
- b) activități cu caracter de "rezolvare de probleme"; acestea cuprind activitățile de nivel superior: planificare (a evoluției pe orizonturi de timp a sistemului obiect, deci a acțiunilor de control), detecția, diagnoza și compensarea anomaliilor de funcționare etc.

Proiectarea centrată pe om, ca abordare definitorie a modelului conceptual adoptat (Fig. 1), trebuie să asigure integrarea celor două categorii de activități menționate; în continuare, ne propunem să ne oprim asupra implicațiilor de natură teoretică (probleme de cercetare-dezvoltare) și operațională (suport instrumental și procedural) ale acestei abordări.

Ca primă, și, probabil, și cea mai importantă problemă de cercetare se pune problema modelării comportamentului uman în activitățile de tipul celor prezentate.

Menționăm că problematica structurii cunoașterii umane, a structurii sistemului cognitiv și a mecanismelor decizionale umane constituie un domeniu vast de cercetare, care depășește aria strictă a sistemelor de automatizare, având de fapt un caracter pluridisciplinar (filozofie, fizică, psihologie, recunoașterea formelor, calculul probabilităților). O primă încercare de formalizare a aspectelor implicate este prezentată în [24], aceasta urmînd a fi aprofundată în vederea cercetărilor privind sisteme inteligente de conducere (intelligent control). În cadrul acestui articol vom adopta însă un cadru ceva mai restrîns, orientat pregnant către aplicații de natură "automatică", prezentarea urmînd liniile generale ale proiectului GRADIANT de care am mai amintit [16].

Vom admite, astfel, că operatorul uman (omul) avînd de realizat o sarcină de conducere a unui sistem/proces tehnic, în interacțiune cu un sistem de conducere (bazat pe calculator), are un comportament definit de trei nivele cognitive:

- 1) – comportament bazat pe deprinderi și rutine (deci comportament de tip reflex);
- 2) – comportament bazat pe reguli (de tip normativ, procedural);
- 3) – comportament bazat pe cunoștințe.

Deși poate manevra mult mai ușor decît factorul automat între diferitele paliere și probleme asociate acestora, factorul uman poate fi în schimb afectat de o serie de elemente ca:

- presiunea temporală (în situații de criză);
- apariția unor situații critice, anormale;
- plictiseala (monotonia) în condiții normale de funcționare în cazul unor sisteme cu grad înalt de automatizare (avînd drept consecințe pierderea vigilenței, satisfacția redusă a muncii și, ceea ce este cel mai periculos, comiterea unor erori de operare).

Aceste efecte sînt tocmai acelea pe care proiectarea centrată pe om trebuie să le anihileze prin alocarea flexibilă a funcțiilor și activităților între operatorii umani și sistemele automate în cadrul sistemelor de automatizare, în orice situație posibilă: funcționare normală sau anormală, situații de urgență.

3.3. Structura de interacțiune om-mașină pentru automatizare

Așa cum s-a arătat, nota fundamentală a noii abordări, proiectarea centrată pe om, o constituie reevaluarea interacțiunii dintre factorul uman și sistemul automat, în sensul transformării acesteia într-o modalitate eficientă de cooperare între cei doi factori, precum și de integrare a activităților lor specifice.

Atunci, în elaborarea soluțiilor de structură concrete (conform noului model conceptual), un demers natural ar fi acela de a se încerca adaptarea la cazul concret al sistemului și proceselor tehnologice, a unei structuri generale de interacțiune om-calculator. Aceasta constituie, de altfel, și soluția adoptată în cadrul proiectului GRADIANT/ESPRIT [16], pe care o vom prezenta pe scurt în continuare.

Ca model generic de structurare a interacțiunii om-calculator se propune modelul UIMS - "User Interface Management System" [4].

Potrivit UIMS, interacțiunea om-calculator este separată în cinci subfuncțiuni:

- 1) – prezentare;
- 2) – dialog;
- 3) – model utilizator;
- 4) – model aplicație;
- 5) – activități (acțiuni)

și, în mod similar, se va structura și pentru sisteme de automatizare (sisteme dinamice/tehnice).

Vom denumi, în continuare, UIMS-AS structura generală UIMS particularizată pentru cazul sistemelor de automatizare. Arhitectura UIMS-AS este reprezentată în Fig. 2.

Prin activități (acțiuni) se desemnează interacțiunea operatorului (om) cu procesul tehnic (sistemul obiect) și subprocesele acestuia, cu sistemul de supervizare și control automat, precum și cu modulele suport ale modelului aplicației.

Aplicația, în Fig. 2, constă din următoarele nivele:

- 1) – nivelul proces, care cuprinde procesul tehnic propriu-zis;
- 2) – nivelul interfețelor de proces, care includ două selectoare de informații (corespunzătoare celor două din modelul conceptual, Fig. 1), precum și elementele de execuție;
- 3) – nivelul control de sisteme, care include sistemul de supervizare și conducere automată, precum și modulele suport pentru modelul aplicației;
- 4) – nivelul operator care cuprinde operatorul uman (operatorii) precum și modulele suport ale modelului operator;
- 5) – nivelul de prezentare, cu două subdiviziuni, respectiv interfață om-mașină și modulele suport pentru grafică;
- 6) – nivelul dialog, care constituie un suport de comunicație între toate nivelele din structură.

4. Structura unui sistem grafic în timp real

4.1. Evoluții în sistemele de grafică

Pornind de la ideea că interfața grafică este unul dintre cele mai puternice și versatile mijloace de comunicație om-mașină [2,20], susținând prin funcția de suport decizional pe care o poate îndeplini implementarea conceptelor de automatizare adecvată și proiectare centrată pe om, se prezintă în cele ce urmează câteva din tendințele evidențiate în ultimii ani în domeniul sistemelor de grafică pe calculator.

În perioada 1980-1985, atât standardizarea în grafica pe calculator, cât și utilizarea standardelor în realizarea de sisteme grafice au cunoscut o extindere spectaculoasă, elaborarea și implementarea de standarde fiind permanent susținută de activități de cercetare/dezvoltare, atât la nivel național (academii, cercetare publică, instituții de standardizare), cât și la nivel microeconomic (firme de software și producători de echipamente grafice).

Există în prezent standarde și propuneri de standarde care acoperă diferite nivele și/sau arii de aplicabilitate având o funcționalitate specifică; dintre

acestea, două categorii prezintă un interes deosebit pentru lucrarea de față:

- a) standarde de programare a aplicațiilor grafice GKS [10], PHIGS [14], GKS 3D [13], PHI-GKS;
- b) standarde de stocare a informației pe termen lung (arhivare): CGM (Computer Graphics Metafile) [11], și GKSM (GKS Metafile).

Adoptat ca standard internațional ISO în anul 1985, GKS (Graphical Kernel System) definește, într-o manieră independentă de limbaj și de dispozitiv, un set de rutine grafice care satisfac cerințele majorității aplicațiilor și asigură un suport pentru o utilizare uniformă a unei game largi de echipamente [7].

Standardul GKSM definește metafișierul ca o înregistrare a comenzilor GKS utilizate pentru a produce imagini reținând, atât structura, cât și unele informații de control.

Cercetări recente în domeniul dezvoltării și utilizării standardelor grafice relevă preocupări pentru introducerea tehnologiei VLSI în scopul suportării și/sau optimizării de drivere de dispozitiv GKS, GKS3D, capabile să ridice performanțele până la nivelul restricțiilor de funcționare în timp real. Modalitățile de abordare sînt diverse, cuprinzînd realizarea și utilizarea de procesoare grafice, circuite integrate specializate, calculatoare specializate ca stații de lucru GKS [5].

4.2. Descrierea sistemului grafic în timp real

În această secțiune este prezentată o descriere generală a unui sistem cu caracter de suport operator, de natură grafică, denumit "sistem grafic în timp real" (în continuare SGTR).

SGTR este un sistem original, conceput de autori în spiritul filozofiei și metodologiilor de automatizare adecvată și proiectare centrată pe om, prezentate în Secțiunea 1. Cu o formulare concisă, SGTR este un sistem de tip suport operator orientat către aplicații de conducere pe bază de scheme sinoptice. Desigur, avînd ca obiect probleme de conducere a proceselor, instalațiilor sau sistemelor tehnice și non-tehnice (de altă natură), SGTR trebuie să funcționeze în timp real în raport cu sistemul condus (respectiv, să permită luarea de decizii și acțiuni în timp util în raport cu baza de timp a sistemului condus).

Așadar, SGTR poate fi văzut, pe de o parte, ca un sistem om-mașină pentru automatizare și decizie cooperativă (sau, în cazul general, ca subsistem al unui astfel de sistem), conform principiilor de arhitectură și structură expuse în Secțiunea 2. Pe de altă parte însă, SGTR poate fi văzut și ca un instrument grafic cu caracter de suport, în sensul considerațiilor prezentate în Secțiunea 1. Această dublă condiționare explică, de altfel, și denumirea adoptată de "sistem grafic în timp real".

SGTR este conceput ca o arhitectură de conducere pe bază de scheme sinoptice, care conferă utilizatorului avantajele ce decurg din filozofia de proiectare

socio-tehnică a sistemelor de automatizare avînd, în plus, și unele valențe specifice:

- (1) – oferă utilizatorului instruit (inginer tehnolog etc.) posibilitatea de a exprima în mod adecvat viziunea proprie asupra conducerii procesului respectiv, prin sistematizarea și relaționarea corespunzătoare a procedurilor de conducere;
- (2) – interfața foarte puternică de tip grafic (în dezvoltări viitoare ale SGTR, chiar inteligente) constituie un instrument robust și ușor accesibil pentru operator în ceea ce privește siguranța în funcționare;
- (3) – SGTR poate fi "tăiat" pe aplicație în faza de generare, astfel încît să asigure o transparență ridicată față de complexitatea operațională a sistemului condus, cu prețul unei creșteri minime a complexității funcționale;
- (4) – SGTR reprezintă un sistem cu un puternic potențial formativ pentru personalul de operare.

Pentru a descrie structura și funcțiile SGTR ne vom situa în cazul general, în care acesta este un subsistem al unui sistem de automatizare, și vom detalia din structura UIMS-AS numai nivelele de interfață, de dialog și de control de sisteme.

O structură software pentru aceste niveluri cuprinde mai multe componente funcționale: sistem de conducere automată, sistem de alarmare, sistem de supervizare prin intermediul schemelor sinoptice, sistem de raportare, sistem de arhivare.

Sistemul grafic în timp real este destinat să suporte funcția de supervizare și este structurat pe două subsisteme, on și off-line, care corespund, respectiv, fazelor de proiectare/implementare și fazei de operare propriu-zise a sistemului de automatizare.

Alegerea unei astfel de soluții de tratare diferențiată în două ipostaze temporale a problematicii, se justifică prin analiza cerințelor funcționale, impuse de cele două atribute caracteristice: timp real și grafică.

Pe de o parte, complexitatea schemelor sinoptice tehnologice reclamă elaborarea unor instrumente grafice puternice, flexibile, portabile care au, însă, un timp de răspuns relativ ridicat.

Pe de altă parte, adoptarea conceptului de timp real pentru sistemele grafice, impune realizarea unui timp de răspuns suficient de mic, după unii autori sub 40 msec. [18], astfel încît transformările grafice și funcțiile de interacțiune să nu fie degradate din punctul de vedere al percepției vizuale umane.

În sfîrșit, în ceea ce privește suportul hardware, vizualizarea în timp real presupune, chiar și numai pentru cazul unor scheme sinoptice 2D, o putere de calcul apreciabilă care nu este asigurată, în general, decît de echipamente specializate (stații grafice de mare performanță), dar cu un preț relativ ridicat. Mai mult chiar, discrepanța între funcțiile realizate de asemenea echipamente (care merg pînă la facilități de

modelare 3D) și cerințele unui sistem de supervizare este mare și nu justifică o atare investiție.

Pentru prezentarea celor două subsisteme (on și off-line), vom defini cîteva concepte privitor la sistemele de conducere (componenta de supervizare) prin intermediul schemelor sinoptice tehnologice.

Schema de proces se definește ca o reprezentare grafică, afișată și actualizată în timp real, a unui proces/ansamblu tehnologic sau tehnic/installație etc. din cadrul sistemului condus (obiect). Aceasta presupune ca, pentru a fi efectivă, o schemă trebuie să fie alimentată cu/să aibă acces la mărimile (variabilele) caracteristice ale sistemului condus (evoluții ale unor mărimi fizice, stări ale unor elemente/installații tehnologice etc.).

Asocierea unui proces/subsistem fizic cu una sau mai multe scheme care îl reprezintă (din punctul de vedere al conducerii), precum și stabilirea formei/conținutului schemei se vor face de către utilizator în faza de dezvoltare-implementare a sistemului de conducere în timp real, SCTR. Noțiunea de utilizator are aici sensul de personal care conduce efectiv procesul (exploatează SCTR: operatori, dispeceri etc.)

Utilizatorul va defini toate schemele care caracterizează scenariile posibile de conducere pentru procesul respectiv, aceasta inclusiv detaliile ce se cer vizualizate și eventualele sugestii de operare pe parcursul funcționării efective a SCTR (tratate la nivel de schemă separată).

Entitatea de structură generică a unei scheme de proces (SP), o constituie blocul. Un bloc reprezintă o componentă (subschemă) disjunctă a unei scheme care se caracterizează prin aceea că:

- 1) – poate avea regimuri de afișare diferite, corespunzătoare unor regimuri de funcționare sau configurații diferite, ale componentelor procesului; regimul de afișare se referă, atît la aspectul grafic (elementele grafice ca atare), cît și la alte informații care se afișează în cadrul blocului;
- 2) – se poate defini, modifica și afișa separat de restul schemei.

Avînd definite aceste concepte, vom prezenta în continuare o descriere funcțională de ansamblu a celor două subsisteme ale SGTR. Componentele funcționale și legăturile la nivel de date între acestea sînt reprezentate în Fig.3.

Vom admite că, toate variabilele specifice unui proces (sistem) condus (deci unui SCTR) au o codificare simbolică unică pentru toate componentele software (aceasta poate fi, de exemplu, codificarea tehnologică uzuală), codificare reținută într-un Repertoar General de Variabile, RG.V.

Sistemul off-line sau sistemul de generare a schemelor (SGS) constituie instrumentul prin care utilizatorul poate defini și modifica schemele sinoptice

asociate procesului condus.

Prin facilitățile pe care le oferă, SGS constituie de fapt un instrument pentru proiectarea scenariilor și procedurilor de conducere ale procesului, în concordanță cu cerințele și practicile tehnologice, permițând utilizatorului (inginer tehnologic) să-și exprime viziunea proprie asupra modului de organizare și desfășurare a procesului respectiv.

SGS este astfel conceput încât să permită o integrare comodă și eficientă a fazelor de proiectare tehnologică și exploatare ale unui SGTR.

Subsistemul off-line este alcătuit din următoarele componente:

- editor logic scheme (ELS);
- editor grafic scheme (EGS);
- suport grafic (GKS).

Editarea și/sau modificarea unei scheme se realizează în două etape: descrierea logică DLS și descrierea grafică DGS, în această succesiune; o editare grafică reclamă existența descrierii logice asociate. Din considerente de portabilitate la nivelul aplicației s-a urmărit satisfacerea descrierii logice printr-un editor logic de scheme ELS; mai mult chiar, descrierea logică a schemei (DLS) este accesibilă pe parcursul editării grafice pentru a asista (a conduce) utilizatorul.

Ca rezultat al operației de editare grafică se obțin două ieșiri:

- descriere structurată, asigurând accesul ulterior pentru modificări, reținută în baza de simboluri și componente grafice BSCG, în format GKSM (10);
- descriere grafică compactă (imagine ecran) reținută în baza de date și structuri scheme (BDSS) în vederea afișării în timp real.

În linii mari, etapele care intervin în generarea unei scheme de proces se pot defini astfel:

- (1) – Etapa 1: editarea logică a schemei. În această etapă, utilizatorul va preciza elementele de schemă potrivit structurii logice a domeniului. Rezultatul acestei etape îl va constitui o structură de date, denumită descriere logică schema (DLS).
- (2) – etapa 2: generarea sistemului de adaptare și calcul SAC. Această etapă se realizează automat, de către sistemul de generare scheme SGS și ea revine în esență la completarea adreselor variabilelor în cadrul DLS. Pornind de la lista brută de variabile, aferente unei scheme (precizată în etapa 1), precum și de la repertoarul de nume, (identificatori) și adrese ale variabilelor din proces asociat (BDIP este fixă, în raport cu SGS), se construiește baza de date auxiliară BDW (care poate fi privită ca o extensie logică a BDIP), precum și repertoarul de identificatori de variabile și de adrese asociat acesteia.
- (3) – Etapa 3: specificare operatori. Se realizează tot de către utilizator care va preciza operatorii de

calcul pentru variabile și selecție regim.

- (4) – Etapa 4: editare grafică schema (se obține descrierea grafică a schemei, DGS).

Pentru implementarea subsistemului grafic off-line se are în vedere dezvoltarea unui generator de scheme sinoptice tehnologice. Având în vedere cerințele suportului grafic, comune pentru o gamă largă de sisteme grafice 2D, dezvoltarea va fi grefată pe o implementare de nivel 2b a standardului grafic GKS, pe calculatoare personale, compatibile IBM.

Așa cum s-a arătat, sistemul grafic în timp real (SGTR), operează asupra unei mulțimi de scheme de proces, atât de sine stătător (stand-by), cât și în cadrul mai larg al unui SCTR.

Prin denumirea de sistem on-line se înțelege ansamblul tuturor subsistemelor SGTR care asigură selectarea și afișarea în timp real a schemelor sinoptice, în concordanță cu evoluția procesului condus.

Se poate considera că partea activă a SGTR (componenta on-line) se distribuie pe trei nivele ale ierarhiei funcționale a SCTR:

- (1) – nivelul aplicație, prin Sistemul de Afișare Scheme (SAS);
- (2) – nivelul dialog, prin modulul de adaptare și calcul (SAC);
- (3) – nivelul structurilor de date și informații, prin baza de date și structuri scheme (BDSS).

Funcționarea sistemului on-line, al cărui output este direct sesizat de către operator, se controlează prin tactul (ciclul) de actualizare, impus de utilizator. Acesta trebuie să fie un multiplu al tactului (ciclului) fundamental, al sistemului de conducere în timp real (SCTR) în care se integrează sistemul grafic.

Procedura de afișare și actualizare presupune parcurgerea, la fiecare tact, a următoarelor două faze:

- a) calculul valorilor variabilelor derivate și ale variabilelor de regim, memorate în BDW; se realizează de către sistemul de Adaptare și Calcul (SAC);
- b) afișarea fiecărui bloc aferent schemei solicitate, în conformitate cu regimul curent, precum și a valorilor curente ale variabilelor afișate; se realizează de către sistemul de Afișare Scheme (SAS).

Programele SAC și SAS funcționează în secvența SAC-SAS, SAC fiind cel care lansează pe SAS. Operatorul poate solicita afișarea oricărei scheme (din portofoliul de scheme generate în sistem) în orice moment, indiferent de schema afișată în mod curent, prin intermediul sistemului de comunicație cu operatorul (SCO).

Concluzii

Concluziile studiului efectuat pot fi formulate astfel:

- (1) Ca efect al creșterii importanței atașate efectelor sociale (în sens larg), non-tehnice ale sistemelor de automatizare se înregistrează apariția unei

abordări conceptuale noi a sistemelor de automatizare, acestea fiind tratate ca ipostaze ale unor sisteme om-mașină, cu funcțiuni de decizie evaluate. Pentru astfel de sisteme, se prezintă în lucrare o posibilă adaptare a structurii generale de interacțiune UIMS (User Interface Management System).

(2) Se constată, în corelație și cu concluzia (1), o reevaluare a rolului factorului uman în cadrul sistemelor de automatizare, în sensul restabilirii rolului prioritar al acestuia în raport cu factorul tehnic. Ca materializare a acestei schimbări de atitudine, proiectarea centrată pe "om", ca noua paradigmă a procesului de proiectare, pare a fi calea naturală de integrare a teoriei sistemelor automate, cu o serie de alte domenii și științe cu dezvoltare independentă, dar de pe urma cărora această teorie profită: inteligența artificială, ingineria cunoașterii, știința calculatoarelor, psihologie, fizică etc. În acest sens, trebuie remarcat că proiectarea centrată pe "om" se află în stadiul de definire și rafinare a normelor și procedurilor proprii, ridicând numeroase probleme de cercetare cu caracter pluridisciplinar

(vezi, de exemplu, proiectul GRADIENT din cadrul Programului ESPRIT [15], probleme în care autorii au deja o serie de rezultate [24].

(3) Sistemele grafice de interes general, oferă deschideri efective pentru o utilizare în context "timp real", în principal prin tipizarea și standardizarea avansată ale unor sisteme (GKS, PHIGS etc.).

Față de aceste evoluții, autorii propun în lucrare elaborarea unui sistem grafic în timp real, orientat pe manipularea schemelor de proces, și examinează soluția acestuia în raport cu noile criterii de proiectare menționate mai sus. Într-o descriere de esență, sistemul grafic în timp real conține un subsistem de generare a schemelor de proces (componenta off-line) și un subsistem de afișare a schemelor (componenta on-line), care pot funcționa de sine stătător sau în conexiune cu alte componente ale unui sistem de conducere în timp real (respectiv, cele evidențiate de structura generală de interacțiune UIMS, particularizată pentru sisteme dinamice).

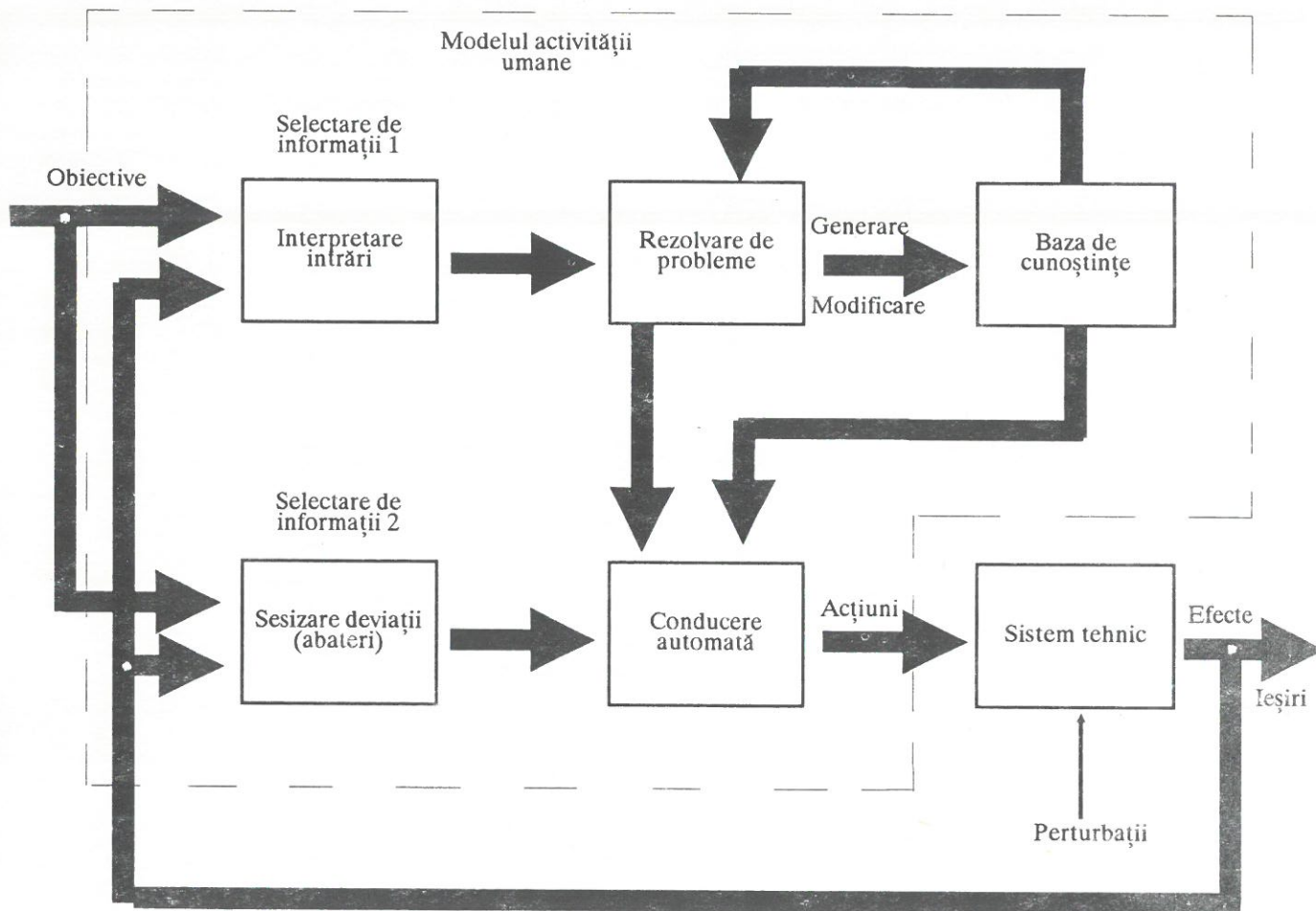


Figura 1. Sistem om-mașină de "automatizare"

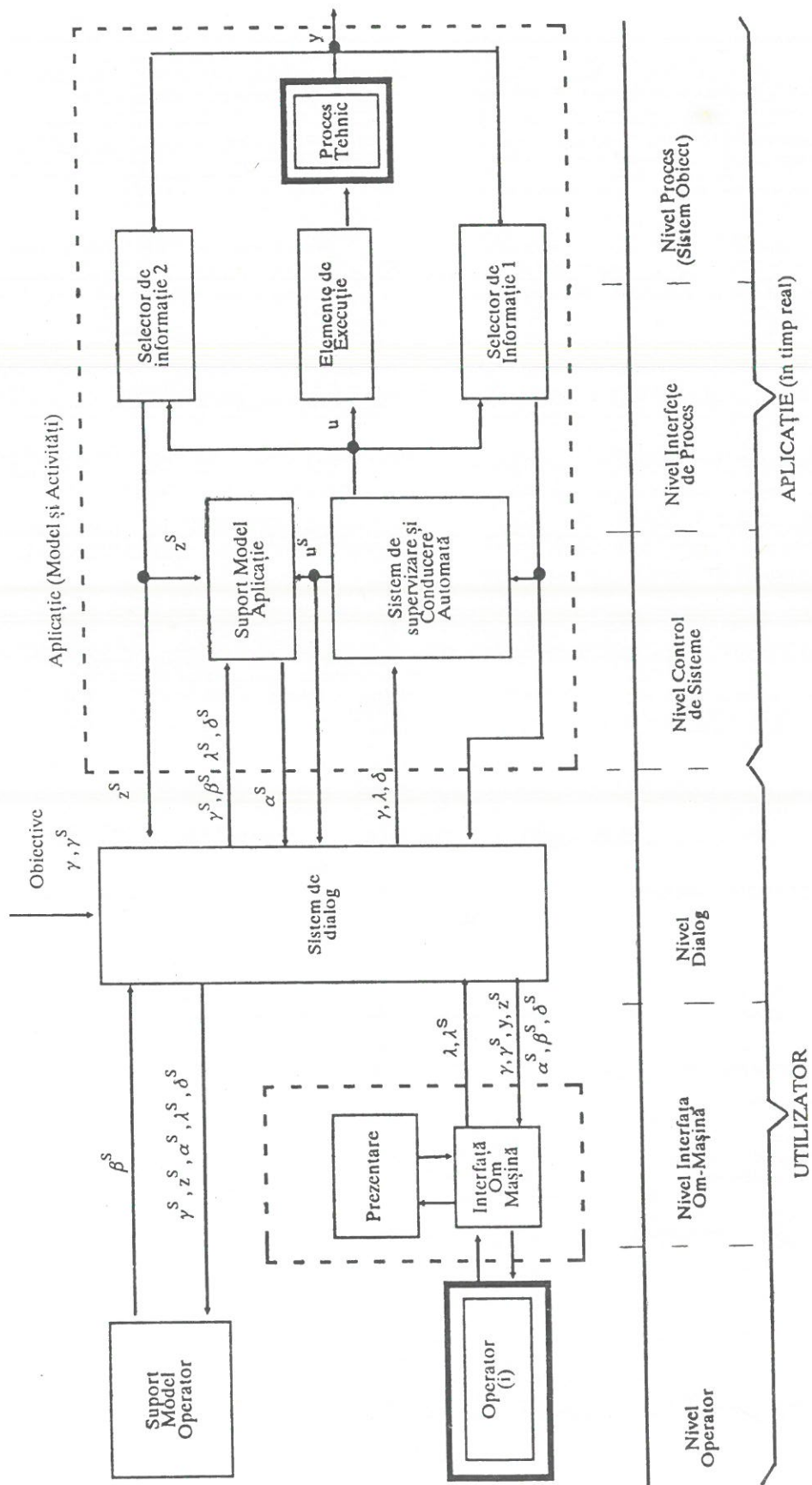
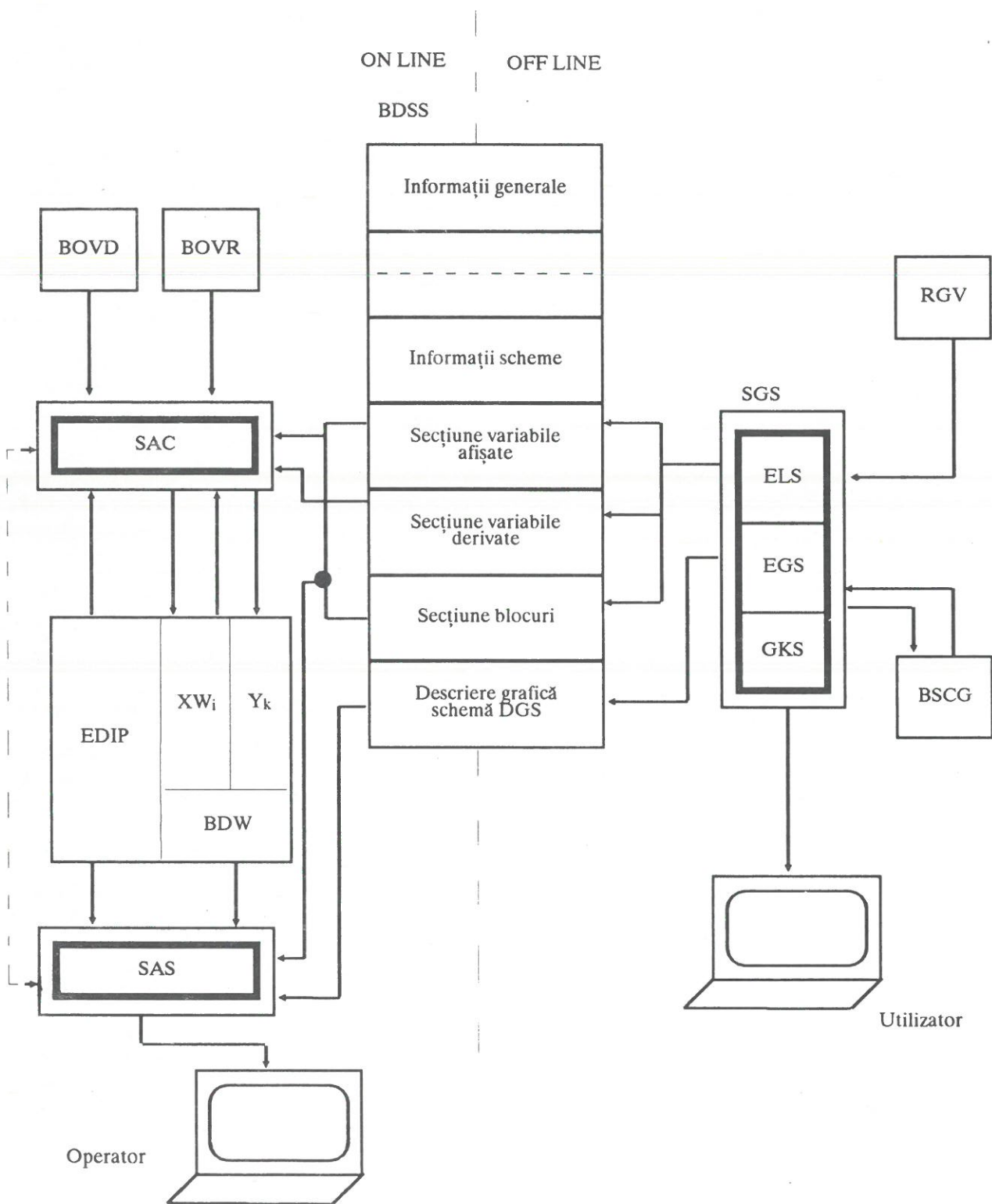


Figura 2. Structura UIMS-AS



**Figura 3. Nivelul de dialog
(circulația informațiilor între structurile de date)**

Bibliografie

1. ÅSTROM, K.J.: Expert Control, *Automatica*, 22(3), 1986.
2. BALTAC, V., ROMAN, D., ZEGHERU, N., COSTĂCHESCU, D., LUSTIG, A., DUMITRESCU, C., STĂNESCU, C., TEPELEA, V., CORCODEL, G., JALOBEANU M.: *Calculatoare electronice, grafică interactivă și prelucrarea imaginilor*, Ed. Tehnică, București, 1985.
3. BARKER, H.A., CHEN, M., GRANT, P. W., HARVEY, I. T., JOBLING C. P., TOWNSEND, P.: The Impact of Recent Developments in User Interface Specification, Design and Management on the Computer Aided Design of Control Systems. În: *The 11-th IFAC World Congress, Vol. 10, Tallin, Estonia, 1990 (Preprint)*.
4. ENCARNAÇÃO, J.L.: Incorporating Knowledge Engineering and Computer Graphics for Efficient and User-friendly Interactive Graphics Applications. În: *Eurographics '85*, Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam, 1985, pp. 9-11.
5. ENCARNAÇÃO, J.L., SCHONHUT, J.: Interface and Data Formats for Transfer and Communications in Computer Graphics Systems. În: G. Enderle, M. Grave, F. Lillehagen eds. *Advances in Computer Graphics I.*, Springer-Verlag, Berlin, 1987, pp. 237-254.
6. ENCARNAÇÃO, J.L. R&D. Issues and Trends Consequent Upon GKS and Related Standards. În: *Techniques for Computer Graphics*, Springer-Verlag., New York, 1987, pp. 443-454.
7. ENDERLE ,G., KANSY, K., PLAFF, G.: *Computer Graphics Programming GKS - The Graphics Standard*, Springer-Verlag, Berlin, 1987.
8. FOLEY, J.D., van DAM A.: *Fundamentals of Interactive Computer Graphics*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1984.
9. HAASE, V.H. The use of AI - Methods in the Implementation of Realtime Software Products. În: *Preprints of the 11-th IFAC World Congress, Vol. 10, Tallin, Estonia, 1990*, pp.141-145.
10. ISO 7942. Information Processing Systems - Computer Graphics - Graphical Kernel System (GKS), Functional Description, 1985.
11. ISO 8632:1,2,3,4: Information Processing Systems - Computer Graphics - Metafile for Storage and Transfer of Picture Description Information, Part 1-4, 1987.
12. ISO 8651:1,2,3 : Information Processing Systems - Computer Graphics - Graphical Kernel System (GKS) Language Bindings. Part 1-3 Fortran, Pascal, Ada, 1988.
13. ISO 8805: Information Processing Systems - Computer Graphics - Graphical Kernel System for Three Dimensions (GKS3D), Functional Description, 1988.
14. ISO/IEC 9592:1,2,3: Information Processing Systems - Computer Graphics - Programmer's Hierarchical Interactive Graphics Systems (PHIGS) - Part 1,2,3, 1989.
15. JOHANNSEN G.: Complexity in Man-Machine Systems. În: *Preprints of the 11-th IFAC World Congress, Vol 10, Tallin, Estonia, 1990a*, pp. 241-242.
16. JOHANNSEN G.: Towards a New Quality of Automation in Complex Man-Machine Systems. În: *Preprints of the 11-th IFAC World Congress, Vol. 10, Tallin, Estonia, 1990b*, pp.175-181.
17. KLIR, G.: *Architecture of Systems Problem Solving*, Plenum Press, New York, 1985.
18. LINDNER, R, RIX,J: A GKS Interface to a Realtime Oriented Raster Workstation for CAD Applications. *GKS Theory and Practice*, Springer-Verlag, 1987.
19. MARTIN T, KIVINEN, J., RIJNSDORP, J.E., RODD M.G., ROUSE W.B.: Appropriate Automation - Integrating Technical, Human, Organizational, Economic and Cultural Factors. În: *Preprints of the 11-th IFAC World Congress, Vol 10, Tallin, Estonia, 1990*, pp.47-65.
20. NEWMAN W.M., SPROUL R.F.: *Principles of Interactive Computer Graphics*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1982.
21. RIMVALL, M, KUNDIG, M.: Intelligent Help for CAE Applications. În: *Preprints of the 11-th IFAC World Congress, Vol. 10, Tallin, Estonia, 1990*, pp.83-90.
22. THAYSE, A. ed., GOCHET, P., GREGOIRE, E., GRIBOMONT, P., LOUIS, G., SANCHEZ, E., SNYERS, D., WODON P.: *From Standard Logic to Logic Programming*, John Wiley & Sons, 1988.
23. TODA, M.: *Man, Robots and Society*, North Holland, Amsterdam, 1987.
24. VASILIU, C.: Metode de inteligență artificială și de recunoaștere a formelor în conducerea automată avansată, Universitatea din Galați, 1989a.
25. VASILIU, C.: Tehnici de proiectare și implementare a sistemelor instruibile, Universitatea din Galați, 1989b.
26. WAHLSTROM ,B.: Modelling of Man-Machine Systems - A Challenge for Systems Analysis. În: *Preprints of the 11-th IFAC World Congress, Vol. 10, Tallin, Estonia, 1990*.
27. WATANABE,S.: *Pattern Recognition - Human and Mechanical*, John Wiley & Sons, New York, 1985.