

# Dezvoltarea unui sistem pentru planificarea procesului de fabricație a microfiredelor

Sergiu ZAPOROJAN  
Technical University of Moldova  
zaporojan\_s@yahoo.com

Constantin PLOTNIC  
Technical University of Moldova  
pcpvir13@rambler.ru

Vladimir LARIN  
"MFTI" SRL  
mfti@company.md

**Abstract:** Aplicația destinată planificării procesului de fabricare a microfiredelor este dezvoltată sub formă de două module, modulul care realizează interfața utilizatorului cu sistemul de operare și modulul care implementează algoritmi de planificare și optimizare. Aceste două module sunt independente unul față de altul în sensul că modificările efectuate în unul din ele nu necesită modificarea celuilalt, legătura dintre aceste module fiind realizată prin intermediul bazelor de date. Interfața are un caracter prietenos, simplu de utilizat, fiind realizată printr-o ierarhie de ferestre specifice sistemului Windows. În articolul respectiv se pune accent pe modulul de interfață.

**Cuvinte cheie:** Microfir, interfață, planificare predictivă, planificare reactivă, planificare interactivă, proces de fabricare.

## I. INTRODUCERE

În general un sistem de planificare înseamnă atribuirea unor valori temporale resurselor participante la un proces, atunci când este necesar să fie îndeplinite mai multe constrângeri. O varietate vastă de activități din domeniile aplicative se confruntă cu probleme de planificare, ca exemplu în: fabricarea produselor industriale, activitățile echipelor de muncitori, proiectări în diferite domenii, activități în construcții etc. În majoritatea domeniilor, cea mai importantă problemă ține de planificarea obiectivelor temporale. Îndeplinirea cererilor scadente este obiectivul principal de planificare, deoarece acest lucru va satisface clienții și va permite companiilor să răspundă flexibil la cerințele acestora. De asemenea, un obiectiv important este și cel de reducere a costurilor. De obicei, un amestec al acestor două obiective duce la găsirea unui plan „bun” pentru executarea sarcinilor dificile.

## II. PREZENTAREA PROBLEMELOR DE PLANIFICARE

Crearea unui plan anticipat, pentru o anumită perioadă de timp, se numește planificare predictivă, fiind cea mai veche latură din cercetările destinate domeniului de planificare. Când este necesar să se schimbe planificarea din cauza evenimentelor apărute în momentul executării procesului de producție, apare noțiunea unui nou tip de planificare, numită planificare reactivă. Evenimente curente de care trebuie să se țină cont, ar putea fi defecțiuni de aparat, necesitatea unor intervale de întreținere, sau apariția unor evenimente la nivelul logic, cum ar fi oferte noi sau oferte anulate. Planificarea reactivă presupune adaptarea programului

de activități la situațiile noi apărute, folosind acțiuni adecvate pentru realizarea fiecărui eveniment.

Dacă se cercetează atent procesul de planificare dintr-o companie se observă că el este încorporat în structurile decizionale. Cu alte cuvinte, permanent există persoane care trebuie să decidă, să interacționeze sau să realizeze un control în cadrul proceselor. Astfel, în planificare apare o nouă dimensiune importantă - planificarea interactivă care combină planificarea predictivă și reactivă cu cerințele utilizatorului. Un sistem de planificare menține coerența părților informaționale ale procesului de producție și este folosit ca instrument de suport decizional.

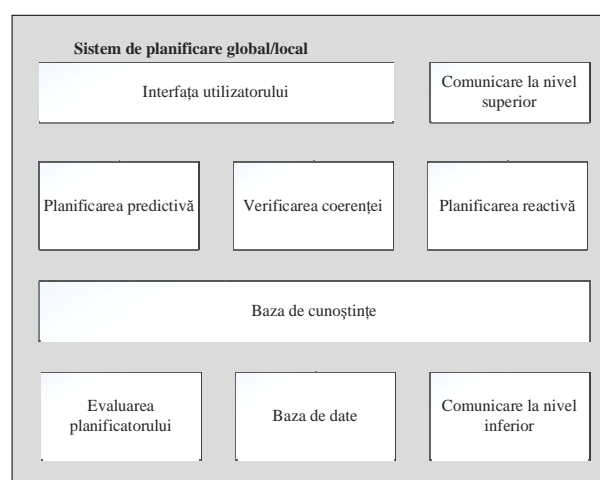


Fig. 1. Arhitectura sistemelor de planificare bazate pe cunoștințe.

Sistemele clasice de planificare se confruntă cu unele probleme, fiind limitate în monitorizarea proceselor cât și necesitatea asigurării suportului uman la reeșalonarea procesului de producție.

Vizualizarea efectivă a evenimentelor și a acțiunilor efectuate de operatori, utilizarea algoritmilor de planificare sofisticată, pare a fi abordarea cea mai promițătoare pentru planificarea reactivă și interactivă. Dintre algoritmii utilizați în domeniile de planificare, o pondere mai mare o au algoritmii euristici și cei pe baza de constrângeri.

Arhitectura unui sistem de planificare bazat pe cunoștințe (fig. 1) constă din mai multe componente [1]. Caracteristica principală a tuturor sistemelor de planificare este combinația dintre interfața grafică pentru utilizator și algoritmi bazați pe cunoaștere, permițând astfel implementarea metodelor de planificări interactive, predictive și reactive. Arhitectura prezentată presupune utilizarea unor cunoștințe despre domeniul specific prin identificare, reprezentare și aplicare în soluționarea problemelor abordate. Cunoștințele euristice și baza de cunoștințe, de exemplu informația despre comenzile preferate, fluxuri alternative, sunt reprezentate prin evenimente, reguli și constrângeri. Componentele esențiale ale acestei arhitecturi sunt: interfață utilizator, responsabilă pentru prezentarea informației și care oferă instrumente de selectare, inserare, ștergere, realocarea și înlocuirea resurselor repartizate; module de planificare care conțin algoritmi euristici de optimizare, având ca suport o bază de cunoștințe și un sistem de verificare a coerenței; bază de date, care implementează accesul la datele ce conțin informații despre produse, resurse, oferte, etc.; module de comunicare pentru schimbul de informație cu mediul organizațional la diferite nivele, cât și cu alte sisteme de planificare.

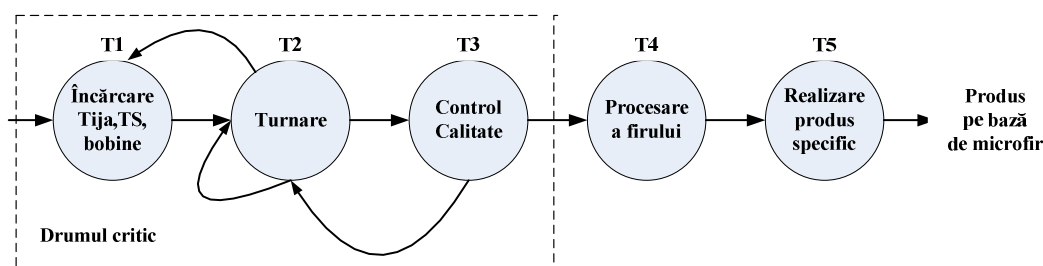


Fig. 2. Modelul simplificat al unei linii de fabricație a microfirului.

O rezolvare brută a acestei probleme este de a multiplica numărul instalațiilor de turnare cât și a echipamentelor de măsurare, pentru a permite sistemului de producere să utilizeze două sau mai multe fluxuri de fabricație a microfirului. În ciuda unor neajunsuri esențiale, această strategie poate îmbunătăți performanțele sistemului de producere.

Într-un sistem real de producție, o reconfigurare a resurselor devine necesară de fiecare

### III. PLANIFICAREA PROCESULUI DE FABRICAȚIE A MICROFIRELOR

Scenariile reale de planificare a unui proces tehnologic sunt determinate de condițiile și cerințele impuse operațiilor și utilajului atașat acestui proces, ca exemplu:

- cerințele de producere, aparataj alternativ, etc.
- caracterul dinamic și incert al mediului de producție, de exemplu defectiunea de aparataj, etc.
- obiectivele organizaționale incompatibile, de exemplu minimizarea timpului de lucru, maximizarea resurselor utilizate, etc.
- necesitatea de a interacționa cu factorul uman.

În procesul de fabricație a microfiredor pot interveni probleme specifice, cu caracter tehnologic, uman sau organizațional [2].

Principala problemă tehnologică este de a menține, pe parcursul procesului de fabricație, parametrii principali la valorile optime, cu scopul de a produce microfir cu un diametru stabil. Unii factori importanți, cum ar fi vibrațiile microfirului la etapa de turnare, defecte de calitate a compoziției de sticlă și compoziției de aliaj, pot perturba în mod semnificativ procesul de turnare.

Defectarea unei instalații de turnare, într-o anumită măsură afectează sistemul de producere, provocând un nou ciclu de turnare și de testare a calității, implicând pierderi de timp în producere.

Asigurarea calității este o operație foarte complexă, în special pentru anumite tipuri de microfire. Operația de testare este responsabilă de respectarea cerințelor impuse de beneficiar pentru fiecare bobină de microfir. Când microfirul nu îndeplinește cerințele de calitate, intervin pierderi neprogramate de resurse.

dată când are loc o modificare substanțială în planul de producere. Într-o reconfigurare, fiecare stație de lucru, poate fi recunoscută sub formă de resursă alocată și sub formă de o locație în spațiul rezervat liniei de producere. Este foarte important, că nu numai echipamentul, dar și operatorii implicați în producție sunt atribuiți unei anumite stații. Ei sunt instruiți special pentru a efectua un volum de lucru specific, astfel încât o schimbare în plasamentul lor, ar putea fi asociată cu

costuri de instruire. Prin urmare, este de dorit să se menţină linia reconfigurată cât mai aproape posibil de cea anterioară. Acest aspect trebuie luat în considerare de către sistemul de suport decizional.

Modelul simplificat al liniei de producţie a microfirelor [3] conţine cinci etape interconectate (fig. 2). Prima etapă efectuează operaţia de încărcare a instalaţiei de turnare a microfirului cu tub de sticla, tija de aliaj şi una, două sau trei bobine goale. Etapa a doua ţine de procesul de turnare. A treia etapă reprezintă punctul de control al calităţii. Firul testat este procesat conform programului de producţie. În sfârşit, loturile de produse finale pe bază de microfir sunt depozitate.

Acest model este pe deplin realist. După cum se poate observa din figură, în linie există o cale critică. Această cale include etapa de încărcare, etapa de turnare, precum şi etapa de control a calităţii. O altă observaţie importantă ţine de feedbackul prezent în cale critică a liniei. Astfel problema de echilibrare şi programare a unor astfel de linii devine foarte complexă.

În asemenea situaţii este posibilă dezvoltarea unui sistem de planificare reactivă care permite realocarea resurselor şi resetarea evenimentelor în momentul procesului de fabricaţie. Extragerea bobinei, reversul, rebobinarea nu par a fi operaţii esenţiale, însă sunt consumatoare de timp, fiind luate în consideraţie în procesul de planificare.

Modelul de planificare prezentat în fig. 1 este luat ca bază într-o aplicaţie destinată planificării procesului de fabricaţie a microfirelor. Interfaţa aplicaţiei oferă posibilităţi de introducere a datelor iniţiale, pentru una sau mai multe linii de fabricaţie, afişarea grafului pentru aceste linii cu accentuarea drumului critic şi însăşi efectuarea planificării predictive şi reactive în dependenţă de algoritmul solicitat.

#### IV. INTERFAŢA APLICAŢIEI

Pentru elaborarea aplicaţiei este utilizat limbajul de programare C# sub mediul integrat Visual Studio Net, versiunea 2010 [4].

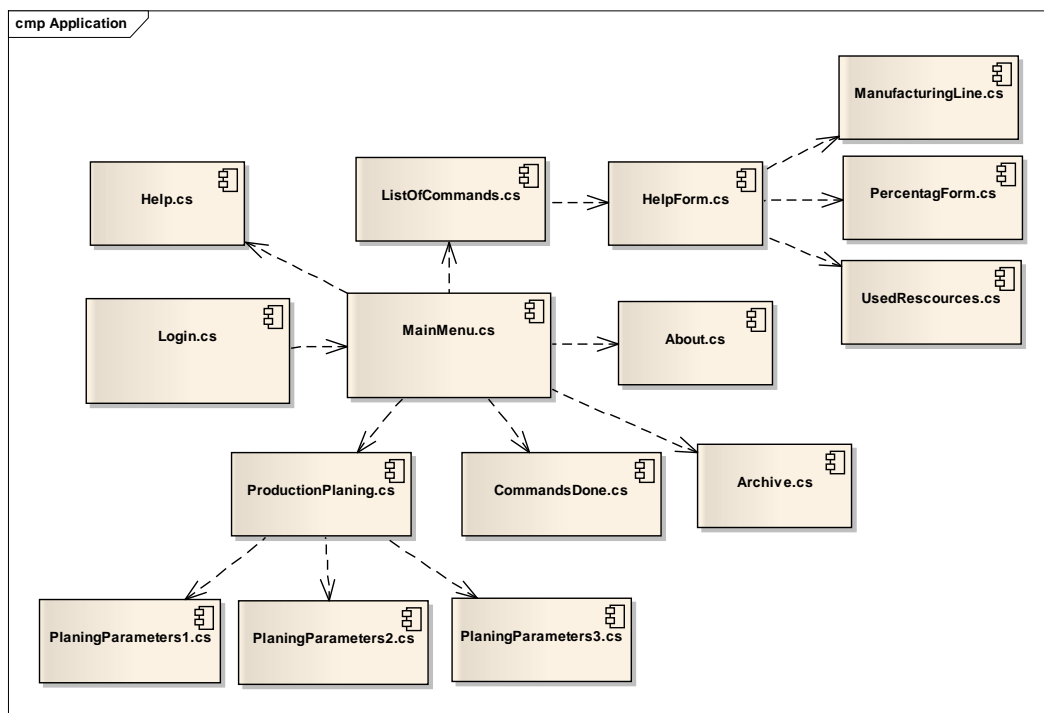


Fig. 3. Structura aplicaţiei.

Legătura directă cu bazele de date este realizată în ADO NET din aceeaşi platformă. Datele sunt gestionate prin intermediul aplicaţiei SQL Server [5]. La construirea şi dezvoltarea obiectelor grafice sunt utilizate facilităţile Windows Form. Toate clasele care sunt create şi legăturile dintre ele (fig.3) reprezintă schematic structura interfeţei.

Meniul principal (fig.4) face legătura cu celelalte componente, opţiunile cărora sunt afişate în partea stângă a ferestrei.

Parametrii iniţiali se introduc în cinci rânduri şi două coloane (fig.5), care includ datele de bază: denumirea beneficiarului, codul comenzii, diametrul microfirului, lungimea pe bobină, lungimea totală a microfirului, prioritatea, statutul, timpul total de executare a comenzii. În fig. 6 este reprezentată imaginea ferestrei prin intermediul căreia se realizează introducerea parametrilor liniei de producere, unde: rândul întâi conţine denumirile parametrilor, rândul doi

reprezintă timpul estimat de efectuare a operaţiilor, rândul trei reprezintă intervalul timpului estimat.

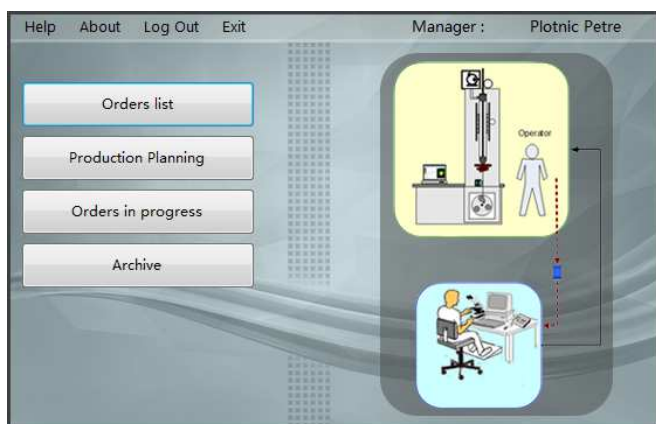


Fig. 4. Meniul principal al aplicaţiei.

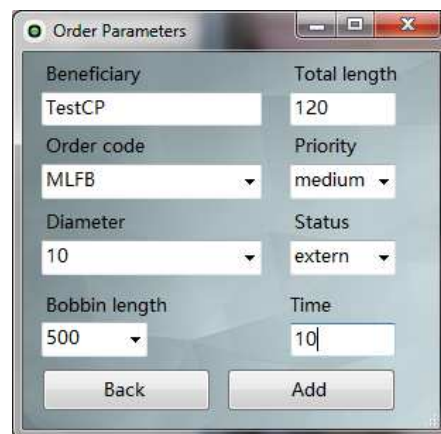


Fig. 5. Parametrii tehnologici.

Load Road, GT bobbin	Casting	Remove bobbin	Insert bobbin and reverse	Transfer bobbin	Insert 2x bobbin	Rewind	Remove bobbin
1	2	1	1	2	2	2	2
0	1	0	1	0	1	0	1

Fig. 6. Parametrii liniei de producere.

Interfaţa include suplimentar un set de ferestre, mai mult sau mai puţin importate: fereastra ce reprezintă graficul liniei de producere, afişarea procentajului de îndeplinire a comenzilor în curs de execuţie, planificarea procesului de producţie, starea de procesare a comenzilor, arhiva comenzilor executate, lista comenzilor incluse în planul de producţie, fereastra de logare în aplicaţie, etc.

#### V. CONCLUZII

Interfaţa aplicaţiei pentru planificarea procesului de fabricaţie a microfiredel are un caracter prietenos şi este dezvoltată conform principiilor moderne de planificare a proceselor industriale. Sistemul este deschis, fiind posibilă adăugarea unor noi facilităţi cu adaptări minimale ale codului sursă. Esenţial este faptul că cele doua subsisteme din care constă aplicaţia sunt independente una faţă de alta, adică pot fi dezvoltate fiecare în parte.

#### BIBLIOGRAFIE

1. Sauer, J.: Knowledge-Based Systems Techniques and Applications in Scheduling. In: Leondes, T.

- (Ed.) Knowledge-based Systems: Techniques and Applications. Academic Press, San Diego (2000).
2. Zaporozjan, S., Plotnic, C., Calmicov, I., Larin, V.: A knowledge-based approach for microwire casting plant control. In: Jozefczyk, J., and Orski, D. (Eds) Knowledge-Based Intelligent System Advancements: systemic and cybernetic approaches. Information Science Reference, Hershey New York (2011).
3. Zaporozjan, S., Moraru, V., Groza, A.: An approach to schedule production using the reservation tables. In: Selvaraj et al. (Eds.) Progress in Systems Engineering. Advances in Intelligent Systems and Computing. Volume 1089, pp 615-620, Springer (2014).
4. Jamsa, K., Klander, L. Totul despre C şi C++. Manualul fundamental de programare in C şi C++, Ed. Teora (2007).
5. Watson, K. Beginning C# 2005 Databases, Wiley Publishing (2006).