

ANALIZA CERINȚEI TIMPULUI TEHNOLOGIC MINIM ÎN DESFĂȘURAREA PROCESULUI ÎNTR-UN SISTEM DE PRODUCȚIE

RUSU Ștefan, Prof. Univ. Dr.-Ing., Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Utilaj Tehnologic pentru Construcții, Catedra de Tehnologie Mecanică și Organe de Masini
IONESCU Tone, Prof. Univ. Dr.-Ing., Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Utilaj Tehnologic pentru Construcții, Catedra de Tehnologie Mecanică și Organe de Masini
GHETU Camelia, Ing.-Prof., Grupul Școlar „Sfântul Pantelimon”, București, doctorand la Universitatea Tehnică de Construcții București
ANDREȘ Bogdan, student anul IV, Facultatea de Utilaj Tehnologic, Universitatea Tehnică de Construcții București .

ABSTRACT.

In this paper is analysed the development of a technological process in production system taking into account the realisation of a multitude of production controls in a given multitude of manufacturing systems. Using a Gantt diagram, in 3-D, we can view, in temporal terms, the development of this process and we can analyse the restrictions that the total technological time necessary for the accomplishment of all production controls can be minimized.

1. INTRODUCERE

Problematika minimizării consumului total de timp tehnologic necesar desfășurării unui proces de producție rămâne mereu actuală în condițiile creșterii cerințelor de adaptivitate și flexibilitate impuse acestor sisteme spre a fi realmente competitive în fața unei varietăți mereu crescătoare a cererii ca și a restricțiilor ce pretind o utilizare cât mai completă și optimală a resurselor. Evident, rezolvarea acestei problematice tehnologice, în mediul complex în care trebuie să-și găsească soluția, depinde esențial de asigurarea unui management tehnologic competent ca și de structura funcțională, matricială sau bazată pe lanțuri procesuale flexibile orientate pe produs. Lucrarea își propune un model de analiză funcțională a unui sistem de producție (SP) pentru execuția unui număr de comenzi pe grupe de producție componente, urmărindu-se respectarea cerinței amintite a minimizării timpului tehnologic total necesar procesării tuturor comenzilor la termenele contractate.

2. SISTEMUL DE PRODUCȚIE ASUMAT ȘI ASPECTE ALE FUNCȚIONĂRII SALE OPTIMALE

Se consideră un *sistem de producție* (SP) destinat fabricării unor piese de dimensiuni mici/medii, în condițiile unei producții de unicate sau de serie, în ultimul caz fiind aplicabile și principiile tehnologiei de grup. Se admit următoarele caracteristici ale (SP):

- I) mașinile unelte (MU) sau sistemele tehnologice de fabricare (STF), componente ale (SP) sunt, majoritar, universale, pentru a putea fi adaptate varietății de piese/produse ce trebuie executate, sunt grupate pe grupe de mașini, în cadrul fiecărui grup fiind reunite (MU)/(STF) având performanțe de procesare similare sau compatibile; vom numi acest grupe de mașini drept “grupe de producție”;
- II) piesele sau loturile de piese (în cazul aplicării tehnologiei de grup) se deplasează în această structură a (SP) la diferite grupe de producție, în funcție de operația ce trebuie executată în cadrul secvenței tehnologice de fabricare (SvTF) proiectate; manipularea pieselor trebuie să fie flexibilă pentru a facilita repartizarea fiecărei operații la (MU) sau (STF) de eficiență maximă și pentru a evita dezechilibrele între încărcările diferitelor componente ale (SP);
- III) în cazul producției de serie cu aplicarea tehnologiei de grup, loturile de piese lansate în fabricație au o varietate relativ redusă de forme geometrice și un nivel foarte scăzut de standardizare sau tipizare; costul fix al fabricației (investiția tehnologică) este minim, datorită caracterului universal al (MU)/(STF)/(SDV) din logistica tehnologică.

Funcționarea optimală a unui asemenea (SP) impune luarea unor decizii complexe în timp real. De pildă, dacă o anumită (MU) dintr-un grup de producție devine disponibilă prin încheierea unei operații tehnologice la o piesă oarecare, atunci se pune problema selectării unei operații/piese consecutive ce trebuie executată pe acea mașină. Iar această selectare trebuie astfel făcută încât să se evite timpul foarte lung de deplasare a pieselor prin (SP) ca și eventualele nivele ridicate ale stocurilor intermediare de piese, aflate în așteptare în cadrul sistemului.

Ca urmare, managementul tehnologic al (SP) va fi condiționat de o consistentă estimare a comenzilor de producție, atât ca volum, cât și ca timp de livrare. Inițial, se vor lua în considerare programarea operațiilor din (SvTF) pentru acele piese pentru care nu se pot defini trasee tehnologice alternative, rezultând un prim nivel al sarcinilor/încărcărilor pentru fiecare grup de producție. Apoi, apare problema ordonanțării operațiilor din (SvTF) pentru piesele care admit trasee tehnologice alternative, ordonanțare care să respecte criteriile de minimizare a timpului tehnologic total, de încărcare cât mai uniformă a grupelor de producție, de eliminare sau, cel puțin, atenuare a fenomenelor de așteptare din (SP) și de respectare a datelor contractuale de livrare a produselor la volumul impus.

O asemenea problemă de management tehnologic este relativ dificil de rezolvat printr-o programare rigidă a execuției diferitelor operații pentru diferite piese pe diferite grupe de producție, mai ales dacă avem imaginea unui (SP) în care, la un moment dat, se găsesc o mulțime de piese variate, în diverse stadii de execuție și care, pentru fabricația lor integrală, presupune efectuarea unor diverse operații tehnologice. Se impune deci o planificare a activităților din (SP) cu respectarea criteriilor sus-amintite.

3. MODELAREA FUNCȚIONĂRII SISTEMULUI DE PRODUCȚIE ANALIZAT

Fie CP_i comanda de producție de rang „i” ce trebuie executată în cadrul sistemului (SP), într-un segment dat de timp. Vom nota prin tp_i , timpul necesar pregătirii fabricației pentru execuția comenzii CP_i și prin ti_i , timpul impus determinat de momentul stabilit pentru livrarea comenzii CP_i . Atunci, timpul permisibil TP_i pentru execuția integrală a comenzii CP_i , va fi :

$$TP_i = ti_i - tp_i \quad (1)$$

Apoi, în derularea tuturor operațiilor tehnologice incluse în secvența de fabricare (SvTF) asociată comenzii CP_i , pot apărea fenomene de așteptare interoperațională. Notăm prin ta_{ik} , timpul de

așteptare după execuția a „ $k-1$ ” operații tehnologice din secvența (SvTF) și înainte de demararea celei de a „ k ” operații din aceeași secvență tehnologică de fabricare. De asemenea, pentru fiecare operație tehnologică de rang „ k ” din cadrul comenzii CP_i , luând în considerare timpii de așteptare interoperaționali și timpii tehnologici t_{ijk} necesari realizării acestei operații pe (MU)/(STF) de ordinul „ j ” dintr-o grupă de producție din componența (SP), se va putea defini un moment de start, respectiv un moment de finalizare asociate operației considerate. Notăm prin m_{ijk} și, respectiv, prin m'_{ijk} cele două momente definite anterior. Vom avea, evident :

$$m'_{ijk} - m_{ijk} = t_{ijk} \quad (2)$$

Se va diferenția între timpul impus ti determinat de momentul stabilit pentru livrarea comenzii CP_i și timpul total tti pentru îndeplinirea integrală a secvenței tehnologice de fabricare pretinse de execuția comenzii CP_i . Dacă $tti > ti$ apare o întârziere, Δti , eventual penalizabilă, în respectarea termenelor contractuale pentru livrarea comenzii de producție CP_i . Dacă $tti < ti$, se obține o rezervă de timp în funcționarea liniei fabricație, ce poate fi benefic utilizabilă de către managementul tehnologic al firmei. În fine, se notează prin T_i , timpul tehnologic total necesar parcurgerii întregului traseu de prelucrare pentru execuția comenzii CP_i , dat de :

$$T_i = tti - tpi \quad (3)$$

Toți acești parametri de timp, ce servesc la modelarea funcționării, în termeni temporali, a sistemului de producție analizat, sunt înscrși într-o diagramă tip Gantt (Fig.1). S-a admis că sistemul de producție analizat trebuie să execute s comenzi de producție CP_i ($i = 1, \dots, s$), că, în structura sistemului (SP) există n mașini-unelte sau sisteme tehnologice de fabricare M_j ($j = 1, \dots, n$) și că pentru realizarea fiecărei comenzi CP_i sunt necesare v_i operații tehnologice OT_k ($k = 1, \dots, v_i$).

Dacă funcționarea (SP) este astfel condusă încât să asigure minimizarea timpilor tehnologici necesari parcurgerii întregului traseu de prelucrare pentru toate comenzile de producție CP_i , atunci modelul matematic al problemei este:

$$\sum_{i=1}^s T_i \rightarrow \min, \quad (4)$$

Îndeplinirea condiției de minimizare dată de relația (4) implică respectarea anumitor cerințe tehnologice rezultate din desfășurarea fluentă a procesului de prelucrare. De exemplu, dacă două operații tehnologice OT_k ($k = 1, \dots, v_i$) din cadrul comenzii de producție CP_i sunt consecutive, atunci este necesar ca :

$$t_{ij,k+1} - t_{ijk} > tp_{ij,k+1}, \quad (5)$$

unde $t_{ij,k+1}$ și t_{ijk} sunt definiți anterior, iar $tp_{ij,k+1}$ este timpul tehnologic de procesare a operației OT_{k+1} din cadrul comenzii de producție CP_i pe mașina-unealtă M_j . Restricția (5) apare din cerința evidentă de micșorare/atenuare a fenomenelor de așteptare pe linia de fabricație. În funcție impunerile tehnologice de succesiune a unor operații sau de ordonanțare [5] a operațiilor în cadrul mulțimilor reunite a operațiilor OT_k , comenzilor CP_i și sistemelor de fabricare M_j cuprinse în diferite grupe de producție, se pot formula, din analiza derulării optimale a procesului tehnologic de fabricare și alte restricții firești care să concure la îndeplinirea condiției (4).

4. CONCLUZII

Vizualizarea desfășurării în termeni de timp a unui proces tehnologic care trebuie să asigure acoperirea unei mulțimi de comenzi de producție independente, pe o logistică tehnologică reunită pe grupe de producție, pentru realizarea unei mulțimi de operații de prelucrare cu ajutorul unor diagrame Gantt, eventual în 3-D, poate constitui suportul pentru sesizarea modului în care se respectă mult dorita minimizare a timpului tehnologic total, condiție obligatorie pentru competitivitatea oricărui sistem industrial.

Implicit, utilizarea conștientă a acestor diagrame poate asigura desfășurarea în termeni de profitabilitate tehnologică și economică a unui proces de producție și sugerează soluții pentru analiza raportului optim specializare/polivalență pentru structura grupelor de producție în vederea îndeplinirii impuse contractual a unor comenzi de producție ca și pentru ordonanțarea favorabilă a operațiilor cuprinse într-un set de comenzi pe o logistică tehnologică dată.

BIBLIOGRAFIE

- [1] - **Baker, K.**: *“Introduction to Sequencing and Scheduling”*, John Willey and Sons, New York, 1994.
- [2] - **Billant, J.C., Roubellat, F.**: *“A new method for workshop real time scheduling”*, în *“International Journal of Production Research”*, vol. 34, nr. 6, pag. 1555-1575, 1996.
- [3] - **Rusu, Șt.**: *“Management tehnologic”*, Ed. MATRIX-ROM, ISBN 973-685-820-0, București, 2004.
- [4] - **Rusu, Șt., Ionescu T.**: *“Modelarea funcționării unui sistem de producție pentru minimizarea consumului de timp tehnologic”*, în *„Buletinul Științific al Universității Valahia din Târgoviște și al Academiei de Științe Tehnice din România”*, vol.IV, pag. 185-190, Editura „Valahia University Press”, ISBN 973-86834-5-9, 2004.
- [5]- **Rusu, Șt.** : *„Ordonanțarea operațiilor tehnologice într-un sistem de producție”*, în Buletinul Științific al Universității Tehnice de Construcții București, nr. 1, pag. 36-42, ISSN-1224-628X, 2004.
- [6] -**Rusu, Șt., Dan, M.** : *“Analiza desfășurării procesului tehnologic în cadrul unui sistem de producție”*, la al XI-lea Simpozion Național de Utilaje pentru Construcții (SINUC 2005), poz. S-I-28, pag. 1-5, ISBN 973-7797-72-8, Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea Utilaj Tehnologic, 2005.