

OPȚIUNI ÎN STABILIREA STRATEGIILOR DE CONTROL AL PRODUCȚIEI

ing. Dumitru Popescu
ing. Angela Popa
ing. Aurel Mihalache

Institutul de Cercetări în Informatică

REZUMAT: Flexibilizarea sistemelor de control a producției pentru a corespunde cerințelor schimbătoare ale pieței se realizează prin implementarea combinată a diferitelor filosofii de planificare și control. Sunt analizate atât filosofii consacrate MRP, MRP II și J.I.T., cât și unele în curs de consacrare sau dezvoltare, OPT și DPP. Un sistem de control bazat pe o combinație a acestor concepte poate acoperi cerințele specifice ale mai multor tipuri de sisteme de producție.

Cuvinte cheie: control producție, cereri dependente și independente, BOM, MRP, MRP II, OPT, J.I.T., DPP, sisteme combinate.

1. Introducere

Managementul industrial pune un accent egal pe strategia organizației, pe marketing și finanțe și pe producție, cu atât mai mult cu cât introducerea noilor tehnologii nu se valorifică fără îmbunătățirea controlului producției. Extinderea aplicării în Comunitatea Europeană (după Japonia și SUA), a unor filosofii cum sunt JIT, MRP sau OPT a pus problema studierii condițiilor și a criteriilor de selecție în stabilirea opțiunilor privind controlul producției complexe. Aceste opțiuni trebuie să realizeze un compromis convenabil între scurtarea timpilor conducători ai produselor și scăderea volumului de producție pe flux, pe o de o parte, și o încărcare convenabilă a resurselor și respectarea termenelor de livrare, pe de altă parte. Consecința unui astfel de compromis este o producție eficientă, competitivă.

Sistemul de control al producției trebuie să opereze în interiorul ariei de producție, în condițiile unor cereri externe, relativ fluctuante, și a unor oferte de materiale care, nu de puține ori, prezintă restricții și manifestă inerții.

Sistemele de producție prezintă, la rândul lor, caracteristici diferite, după cum fabricația este pe comandă (job shop), repetitivă (batch) sau continuă (process industry). Plecând de la aceste sisteme reprezentative, se pot dezvolta sisteme cu caracteristici intermediare, rezultând din combinația acestora.

2. Planificarea cererii de material

Ponderele materialelor în costul producției față de salarii a crescut în ultimii ani de la 2:1 la 3:1. Ca o consecință, controlul producției se concentrează

către o administrare mai economică a acestui element, cu atât mai mult cu cât antrenează restricții și perturbații externe sistemului de producție.

Din analiza structurii constructive a produselor (BOM - Bill Of Materials), rezultă că, la ultimul nivel al fiecărei ramuri, se regăsesc materialele și materiile prime - materialele din structura constructivă se află în relații de dependență între ele. Astfel, cererea oricărui articol dependent este calculată în raport cu cererile de articole dependente de ordin superior, această dependență repartizându-se până la cererea de produse de la primul nivel al structurii. În cazul articolelor dependente, această dependență se reflectă nu numai cantitativ, ci și în ceea ce privește momentul când sunt cerute.

Timpul conducător al fiecărui articol cumulează, alături de timpii de așteptare, pregătire, transport - transfer, și timpul propriu de prelucrare. O parte din componentele timpului conducător sunt controlate de strategia de fabricație (de ex.: flexibilitatea echipamentului, capabilitățile de prelucrare etc.), iar altă parte sunt controlate de abordările tactice și operaționale (managementul materialelor și filosofii de programare).

Timpul conducător al unui articol din structură se decalează după timpii conducători ai articolelor de ordin inferior. În acest fel, timpul conducător cumulativ al articolului însumează timpii conducători ai componentelor de pe ramura pe care suma acestora este cea mai mare. Articolul de la nivelul 0 al structurii este un articol independent. Rezultă că prin utilizarea structurii BOM, timpul conducător al articolului independent este foarte lung deși timpul de procesare cumulat este mult mai scurt.

Aceasta justifică preocuparea pentru realizarea unor structuri BOM cu un număr cât mai redus de niveluri.

În cazul articolelor prelucrate în loturi, timpul de prelucrare al lotului este mai scurt decât pentru un articol luat separat și aceasta cu atât mai mult cu cât mărirea loturilor crește.

3. Abordări “prin împingere” și “prin tragere”

Filosofiile de control a producției bazate pe BOM și timpii conducători operează în calitate de sisteme prin împingere (push system). Ele controlează inventarul de materiale, producția în lucru pe flux și stocurile de produse finite. Principiul acestei abordări este de a diviza sistematic operațiile de fabricație în elemente mai mici și apoi de a se concentra pe îmbunătățirea parcursului pe flux a fiecărui element. Această abordare operează într-o manieră reduționistă.

Opusă acestei abordări este abordarea “prin tragere” (pull system) în care cererea pieții dictează producția de finalizat și inițiază un lanț de cereri ca un eveniment reactiv pentru controlul necesarului de cereri de articole dependente și pentru ciclul de producție. În această manieră, nivelul inventarelor pe fluxul de producție sunt determinate în timp de nivelul variabil al cererii pieții.

Între cele două tipuri de sisteme se regăsesc abordări combinate de tip “push - pull”. Sistemele MRP și MRP II, funcționând cu un sistem supraordonat MPS cu un orizont de timp mai scurt, vor avea capacitatea de a planifica volume de producții mai apropiate de cererea pieții, decât de un plan de perspectivă teoretic, în acest fel comportându-se ca un sistem “împingere - tragere” (push - pull). Similar, un sistem JIT grefat pe un mediu MRP se va comporta ca un sistem de tip “tragere”, dacă suportul MRP va fi capabil să estimeze și să asigure activitățile asociate pe o perioadă lungă și să asigure resurse suficiente care să susțină nivelurile de producție așteptate.

Pentru definirea modului de abordare a controlului sistemelor de producție, s-au definit caracteristicile operaționale ale acestora. Obiectivele economice pot fi transpuse în termenii continuității fluxului de producție, inventarului și costurilor operaționale. Exprimarea grafică a fluxului material, timpului conducător și inventarului în funcție de timp reflectă relațiile dintre acestea. Astfel, inventarul este în orice moment diferența între intrări și ieșiri, iar timpul conducător este distanța în timp între curbele medii ale intrărilor și ieșirilor. Acești indicatori sunt utilizați pentru evaluarea stării de sănătate a sistemului.

În prezent, sunt disponibile pe piață mai multe produse bazate pe aceste filosofii de planificare a producției. Din cele recunoscute fac parte MRP / MRP II, JIT, OPT și diferitele combinații dintre ele. În pregătire, există abordări de tip distribuit cum este DPP - planificarea dinamică a producției.

4. Abordarea MRP / MRP II

Numeroase firme mari și medii utilizează planificarea cererilor de materiale (MRP - Material Requirement Planning) care este modulul principal al sistemelor de planificare a resurselor de fabricație (MRP II - Manufacturing Resources Planning). MRP elaborează și menține un program valid de producție pe baza unui set de reguli euristice, aplicate potrivit unei logici ce are ca obiectiv reducerea costului de păstrare a inventarului, îmbunătățirea servirii clientului și a eficienței operării. MRP preia cerințele de produse finite și, utilizând BOM, produce comenzi de producție și de aprovizionare. Pentru a se crea un sistem complet de planificare și de control, au fost încorporate funcțiuni adiționale, destinate să închidă bucla fabricației, rezultând MRP II. Au fost astfel incluse, planificarea necesarului de capacitate (CRP-Capacity Requirements Planning), planificarea capacităților brute (RCCP - Rough Cut Capacity Planning), controlul stocurilor (SC - Stock Control), costurile de producție (PC - Product Costing), controlul atelierului (SFC - Shop Floor Control), controlul activității de producție (PAC - Production Activity Control), finanțe, marketing, alte funcțiuni tehnice și de personal.

Mecanismul central al MRP parcurge următorii pași:

- stabilirea orizontului de planificare și a intervalelor elementare de programare;
- calculul timpului conducător pentru fiecare articol al structurii constructive (BOM) a unui produs complex: în acest scop se ține seama de durata de procesare și de pregătire, precum și de timpul de transfer și de așteptare între posturile de lucru, între ateliere și secții și încadrarea în intervalele elementare de programare;
- desfășurarea cantităților necesare de articole ale fiecărei ramuri din structură pe orizontul de planificare și cumulara articolelor de același fel pe fiecare interval elementar al orizontului de planificare: în această etapă se dispune de necesarul de articole dependente (cantități - termene) pentru o structură de cereri externe ferme și eventual preliminate;
- aplicarea unor politici de planificare, care să asigure termenele finale cu un nivel al inventarelor intermediare minime: acestea pot fi de tip lot pentru lot, EOQ - cantități comandate economic sau POQ - cantități comandate periodic, care urmăresc

obținerea unui inventar zero la sfârșitul intervalului de planificare în cazul unor comenzi externe pentru care nu există perspectiva de a se repeta:

- determinarea cantităților de articole de fabricație pentru termene de lansare în avans, cu un număr de intervale elementare corespunzător timpului conducător al fiecărui articol.

În cazul apariției unor perturbații pe parcursul orizontului de planificare se poate relua în noile condiții procedura de planificare.

Planul elaborat este confruntat cu capacitățile disponibile și prin aplicarea unor proceduri de armonizare se poate obține o variantă validă pe baza căreia se lansează comenzile de fabricație și comenzile de aprovizionare.

Procedurile de armonizare recomandate sunt:

- adaptarea unor tehnologii ocolitoare pentru unele articole astfel încât să se evite capacitățile supraaglomerate;
- mărirea schimbului cu 10-25% pentru capacitățile aglomerate;
- comandarea în exterior a unor articole;
- devansarea termenelor de lansare pentru unele articole, dacă prin aceasta se nivelează încărcarea unor capacități suprasolicitate.

MRP dispune de o bază de date cuprinzătoare în care se regăsesc articolele și structura constructivă (BOM) a produselor. Operațiile și itinerarele tehnologice, materialele și nivelul stocurilor, nivelul stocurilor intermediare a articolelor pe flux, consumurile specifice de materiale, capacitățile disponibile etc.

Capabilitățile și suportul solid de date pe care se bazează modulul MRP fac ca acesta să aibă o largă utilizare. Cu toate acestea unele premise de lucru fac ca utilizarea MRP să nu fie universal acceptată și să se studieze, în continuare, și alte soluții. Printre aceste premise sunt de subliniat:

1. MRP presupune capacitate infinită în mecanismul său de planificare, iar procedurile de armonizare sunt numai căi de ameliorare. În plus diferitele perturbații privind capacitățile sunt lăsate spre rezolvare componentelor de programare de la nivelul atelierelor.
2. MRP presupune timpii conducători fixați, în realitate pot exista componente ale acestora variabile cum sunt timpii de așteptare. Din această cauză, există tendința ca timpii conducători să fie calculați în

circumstanțele cele mai nefavorabile, conducând la includerea unor importante rezerve de timp.

3. Timpii conducători sunt nediferențiați de la un lot la altul. Prin aceasta nu se realizează un acord cu cerințele externe cunoscând că numai în puține cazuri se insistă pentru scurtarea timpului conducător și se oferă costuri compensatorii.
4. Există o influență a mărimii loturilor asupra costurilor de stocare, de transport, de pregătire, care nu este suficient reflectată în MRP.

Cu toate aceste neajunsuri, MRP este agreat pentru rolul său integrator într-o organizație și apar numeroase dezvoltări destinate să-i amelioreze performanțele. În plus, așa cum se va vedea, MRP poate conlucra cu alte diferite metode având aplicații pentru tipuri specifice de sisteme productive.

5. Abordarea J.I.T.

Abordarea Just-In-Time (JIT) are la bază o filosofie construită pe cerințele următoare: se fabrică numai articolele cerute, în cantitățile cerute, la termenele cerute, având calitatea dorită.

La nivel strategic, această abordare dispune de o viziune filosofică pentru fabricație, care asigură un mediu adecvat implementării JIT.

La nivel tactic, se elaborează tehnici de proiectare și planificare pentru sistemul de fabricație JIT.

La nivel operațional, se dezvoltă tehnici de control al articolelor în regim JIT cum sunt tehnicile de operare KANBAN, care acționează în amonte, pe trepte, ale fluxului de fabricație, stimulul fiind cererea externă.

Exigențele sistemului JIT tind către implementarea numai a mediului ideal în care indicatorii să aibă următoarele tendințe:

- defecte zero
- timp de pregătire zero
- inventare zero
- manipulări - transferuri zero
- căderi de resurse - zero
- timp conducător - zero
- mărime lot - unitate articol.

Implementarea acestor tendințe se bazează pe trei condiții de bază:

- corespondența proiectului produsului cu cererea pieței,

- fabricația în flux a unor familii de produse.
- construirea unor relații speciale cu furnizorii și clienții în cadrul mediului JIT.

Aceste condiții presupun cerere stabilă, ceea ce înseamnă că modelul JIT este mai potrivit pentru producția repetitivă decât pentru producția de unicat. De asemenea, se presupune că mediul JIT include un sistem de control adecvat implicând întregul personal și disponibilitatea colaborării furnizorilor de materiale. Planificarea afacerilor pe termen lung are în vedere definirea de familii de produse corespunzătoare cererii pieții. Rezultă că JIT nu este un software standard, ci un concept larg, adresat logisticii interne a întreprinderii. Aplicarea JIT în mediile industriale Vest europene a evidențiat și unele limite care au determinat eforturi de adaptare. Iată câteva:

1. JIT cere schimbări organizaționale majore cu spargeri ale unor bariere departamentale. Se cer operatori multispecializați cu responsabilități distribuite pe o întreagă arie de lucru, ceea ce implică o schimbare de cultură. În mod tradițional, existența unor cozi de așteptare la un post de lucru conferă un sentiment de siguranță și confort operatorului pentru locul său de muncă.
2. Implicarea furnizorilor externi în obiectivele unei companii trebuie văzută mai mult decât o simplă mutare a stocurilor de materiale la furnizori.
3. Minimizarea inventarului și a nivelurilor stocurilor face organizația mai vulnerabilă față de modificări și perturbații.
4. Proiectarea familiilor de produse este dificilă la produsele complexe ce se fabrică în volume mici.
5. JIT nu poate funcționa decât grefat pe un sistem suport, deoarece depinde de datele conținute în baza de date BOM și trebuie să coexiste cu un sistem de planificare pe termen lung. În unele cazuri, JIT se implementează sub un sistem MRP II cu care împarte conducerea unor procese potrivit specificului diferitelor segmente ale producției.

6. Abordarea OPT

Tehnologia optimizată de producție (Optimized Production Technology) a fost dezvoltată de Goldratt în anii '70 și a fost propusă pe piață în

1979 după care drepturile de distribuție au fost preluate de Scheduling Technology Group din Anglia. Este o filosofie aplicabilă în domeniul controlului operațional și vizează programarea eficientă a resurselor atelierului, secției de producție prin maximizarea fluxului material, minimizarea inventarului și a costurilor de operare. Aplicând teoria restricțiilor, OPT prevede o soluție operațională globală la problemele ridicate, ca urmare a consecinței combinate a existenței gâtuirilor, pregătirii resursei, mărimii loturilor, priorităților, fluctuațiilor aleatoare, măsurilor operaționale etc. Strategia de control a OPT utilizează reguli operaționale care rezultă din următoarele:

1. Resursele gătuite s-ar alocă la volume mari de producție, în medii destul de stabile. OPT este potrivit pentru controlul producției repetitive și a operațiilor de montaj de volum mare și în medii complexe.
2. Nu sunt necesare loturi identice de prelucrare și transfer.
3. Controlul operațional este concentrat pe controlul resurselor strangulate. Capacitățile lor sunt programate la maximum și urmăresc să găsească termene de livrare și sincronizare a altor operații nestrangulate cu programul strangulat. OPT activează combinat, push-pull, resursele strangulate sunt împinse, iar cele nestrangulate (de tip furnizor) sunt trase.

Implementări OPT s-au făcut în spatele MRP cu schimburi de date între pachete. Software-ul OPT deosebește modelarea de programare și găsește timpii conducători din mărimea loturilor și a capacităților. Termenele de livrare sunt găsite din considerarea capacităților, în timp ce termenele de încheiere indică prioritățile. Facilitatea de simulare este importantă în analiza efectelor cererilor fluctuante.

Se menționează și unele puncte slabe ale OPT provenind din premisele pe care se bazează:

1. Filosofia OPT cere informații de mare acuratețe asupra operațiilor (loturi de procesare și de transfer, timp de pregătire, timp de procesare, timp de transfer etc.) și asupra nivelurilor de inventar, care se actualizează cu dificultate.
2. OPT presupune o stabilitate a capacităților strangulate, deși în timp aceste strangulări tind să se mute la diferite capacități.
3. Programul este foarte sensibil la abateri și poate fi cu ușurință invalidat. Ca o

condiție prealabilă este existența personalului de urmărire a programului.

4. Prin monitorizarea programului de către un grup centralizat de planificatori, se împiedică delegarea de responsabilitate către maiștri și șefi de echipă.
5. Abordarea OPT nu este adecvată pentru fabricația pe comandă a unor cantități mici de produse.
6. Utilizarea OPT necesită investiții în pregătirea personalului și în suportul hard-soft al sistemului și o face mai puțin atractivă pentru întreprinderi mici și mijlocii.
7. OPT nu este o alternativă pentru MRP, ci se integrează cu baza de date MRP în care se încorporează facilități de programare a capacităților finite.

Ca și în cazul JIT, și integrarea OPT cu MRP trebuie să beneficieze de o cale optimă de integrare.

7. Abordarea DPP

Filosofia de planificare distribuită a producției (DPP - Distributed Production Planning) este mai nouă, apărută ca un rezultat al dezvoltării arhitecturilor distribuite. Această filosofie vine în întâmpinarea schimbărilor rapide ale cererii pieții, care implică o alunecare a producției pe stoc în loturi mari, către comenzi conduse de cererea curentă a pieții. Aceasta cere flexibilitate și timpi conducători mai scurți. Flexibilitatea cere o schimbare în controlul producției și operarea logistică. O cale de flexibilizare este utilizarea unui BOM cu număr redus de niveluri, rezultat prin crearea mai multor grupe de planificare celulare, bazate pe structurile produselor și prin nerestricționarea fluxului de informații între funcțiuni (ca un efort al aplicării conceptului de inginerie simultană și concurrentă).

Sarcina controlului producției unor volume mari de producție/asamblare a unor familii de produse poate fi realizată printr-o combinație de filosofii MRP - JIT. Combinația MRP - OPT poate fi aplicată la controlul producției cu lot multinivel și producții de proces în flux a unor volume mari chiar de înaltă complexitate.

DPP schimbă obiectivul sistemului de planificare de la comanda centralizată la informarea și comunicarea distribuită.

DPP ia în considerație performanțele de coordonare interdepartamentală și de livrare fără să influențeze itinerarul dintr-un departament și

alocă lucrări și formulează obiective pentru departamente, lăsând sarcina planificării la nivelul departamentului. Planificarea logistică detaliată este o responsabilitate a departamentului care o exercită după ce începe producția.

Metoda de planificare integrată DPP își propune să opereze ajustări în timp real și să se adapteze la perturbații neprevăzute, cauzate de căderi de mașini, ruperi de scule, schimbări în cererile clienților. Legătura departamentală stabilită pentru planificarea globală a organizației va crea comunicații între departamente și sistemul de planificare al fabricației, stabilindu-se astfel o arhitectură deschisă pentru dialog. Acest dialog reduce efectul împingerii lucrărilor prin introducerea unor grade de tragere în scopul îndeplinirii obligațiilor. Între sistemul central și departamental se produce o negociere susținută de simulare în cadrul căreia pot fi considerate următoarele acțiuni:

1. Selectarea rutei alternative între mai multe planuri de prelucrare candidate se va face de către un controlor al fabricii, numai în cazul rutelor alternative, care afectează mai mult de un departament.
2. Prin relaxarea celor mai devreme date de început a fabricației, se admite că lucrarea respectivă poate fi începută mai devreme, în afara perioadei supraîncărcate. Aceasta trebuie coordonată cu operațiile precedente.
3. Prin relaxarea restricției impuse de EOQ, înseamnă că partea din conținutul comenzii care contribuie la stabilirea condițiilor EOQ (cantitate economică comandată) poate fi eliminată. În acest fel, cantitățile reduse eliberează gătuirea și sunt produse numai articolele real necesare.
4. Stocul de siguranță se poate utiliza pentru a reduce sau elimina comenzile de producție.
5. Prin introducerea unor schimburi depășite sau schimburi suplimentare sau prin subcontractare, capacitatea poate crește.
6. Relaxarea termenelor unor comenzi specifice ce pot fi produse mai târziu.

Funcționalitatea programării dinamice depinde de cât de apropiate de realitatea proceselor sunt sursele de informații. Informațiile de monitorizare și de feedback trebuie să aibă o frecvență de patru până la zece ori frecvența sistemului. Frecvența cea mai înaltă într-un sistem de fabricație, este determinată de cel mai scurt timp conducător al

unui produs. De exemplu, pentru un produs cu timp conducător de o săptămână, monitorizarea avansului trebuie făcută zilnic.

În sisteme cu mare frecvență, nu se pot aplica sisteme ierarhice, multinivel cum este MRP. Ele pot fi controlate dinamic numai de unități de control local.

Concluzii

În prezent, asistăm la cristalizarea unor concepte realiste și adaptate culturii industriale europene care au la bază metode japoneze și americane care au beneficiat de condiții specifice acestor medii.

Fără a fi respinse din cauza neconcordanței dintre condițiile de mediu din care provin, eforturile de înțelegere și de asimilare a acestor metode se dovedesc profitabile.

Metodele prezentate au eficiență optimă pentru diferite tipuri de sisteme de producție. Cu toate acestea, combinarea lor poate conduce la soluții convenabile pentru numeroase tipuri de sisteme de producție.

În oricare din aceste cazuri, cea mai bună soluție pentru controlul producției este aceea care păstrează un rol și operatorului planificator, dotat cu instrumente puternice de simulare și susținut de o bază de date care colectează informații de acuratețe și actuale.