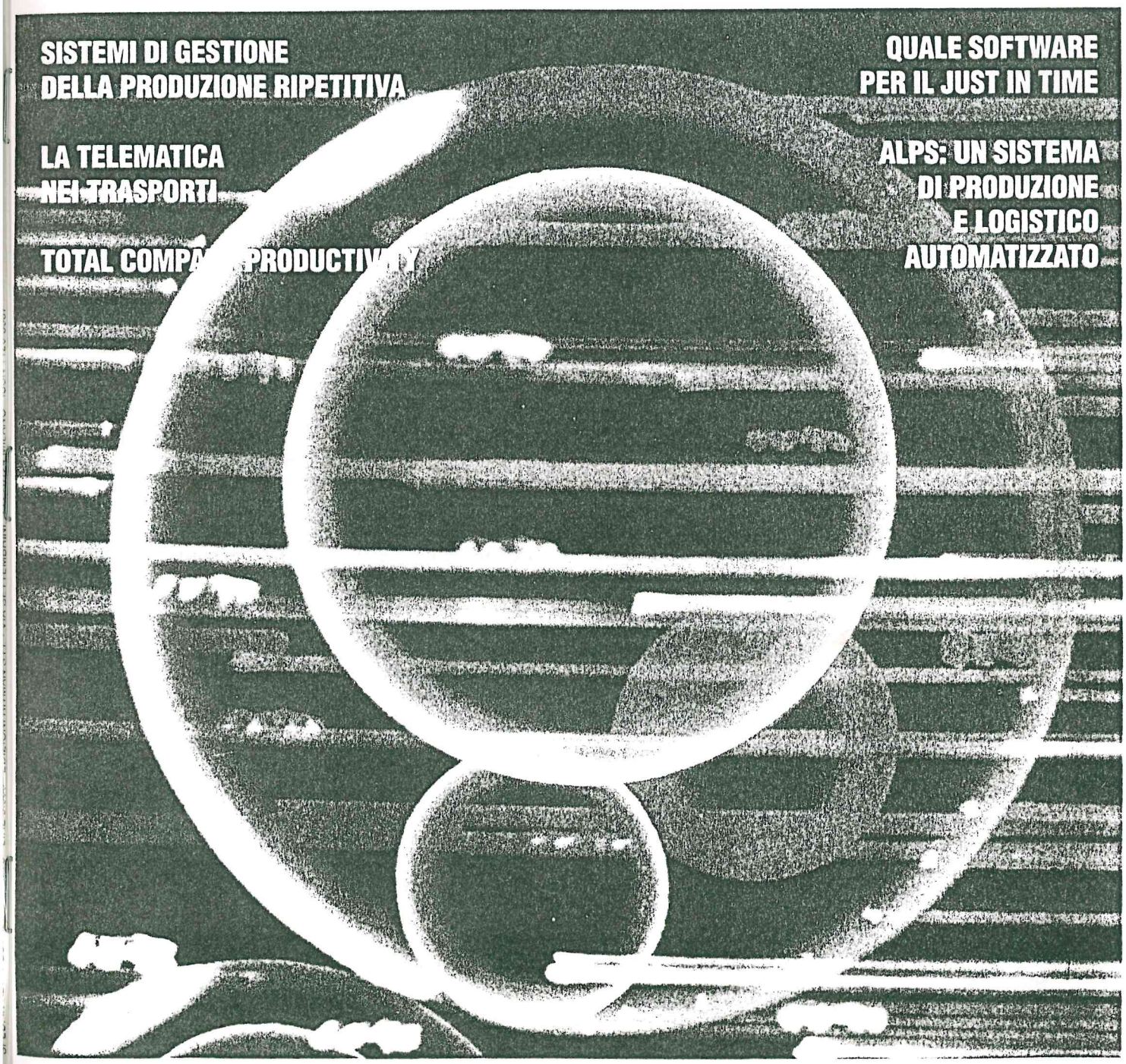
EDIZIONI RITMAN

34

LOGISTICA Management

IL SERVIZIO ▪ L'APPROVVIGIONAMENTO ▪ LA PRODUZIONE ▪ LA DISTRIBUZIONE



N° 20/21 - AGOSTO/SETTEMBRE 1991

Sistemi di gestione della produzione ripetitiva

Un quadro concettuale interpretativo delle differenze di gestione nella produzione intermittente e ripetitiva all'interno dei tre sottosistemi base di governo della produzione: pianificazione, gestione scorte e controllo avanzamenti.

Alberto De Toni, Roberto Panizzolo

1 - Introduzione

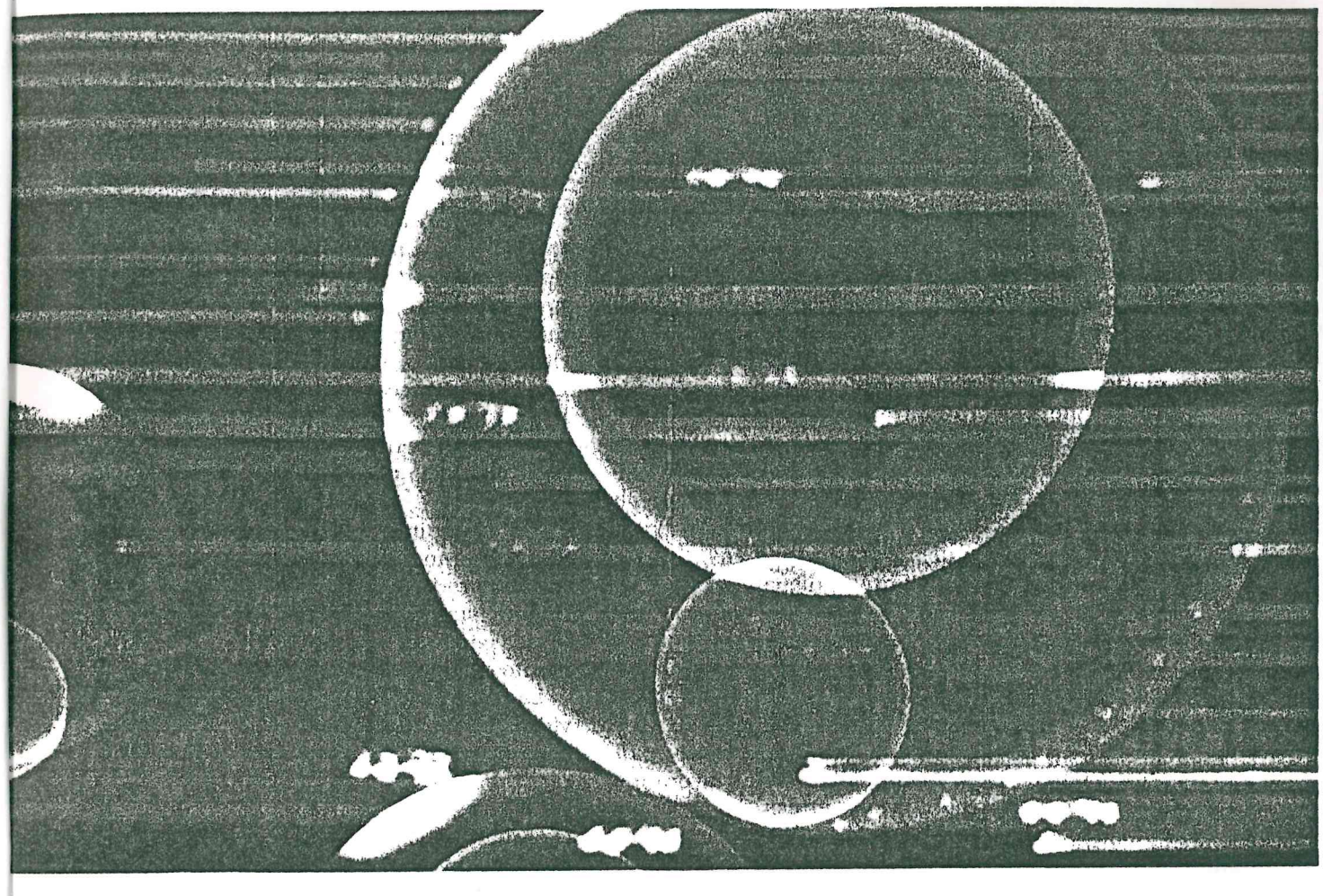
In un precedente articolo sui sistemi di produzione intermittente e ripetitiva (De Toni e Panizzolo, 1991 a), gli autori, dopo aver proposto una classificazione delle diverse modalità di produzione e dei rispettivi sistemi produttivi, hanno individuato varie classi di impianti che realizzano la produzione ripetitiva. Sono state anche esaminate le possibilità applicative della produzione ripetitiva, in relazione ai volumi di produzione richiesti e ai gradi di flessibilità necessari. Sono stati infine descritti gli elementi fondamentali che differenziano la produzione intermittente da quella ripetitiva.

In una successiva nota (De Toni e Panizzolo, 1991 b) gli autori hanno proposto una matrice dei contesti applicativi degli impianti produttivi che realizzano la produzione intermittente e ripetitiva. Sono stati analizzati gli effetti dell'aumento del volume di produzione complessivo annuo e delle azioni simultanee prodotto-processo sulle modificazioni delle condizioni operative che comportano la scelta di impianti diversi.

In questo articolo gli autori intendono esaminare le caratteristiche di funzionamento e le logiche di gestione dei sistemi produttivi caratterizzati da una produzione di tipo ripetitivo; in particolare ci si propone di:

- descrivere le caratteristiche di gestione della produzione ripetitiva sottolineandone le logiche di funzionamento in contrapposizione a quelle della produzione intermittente;
- approfondire in particolare le caratteristiche delle attività di controllo avanzamenti nella produzione ripetitiva;
- proporre un quadro concettuale interpretativo che costituisca una chiave di lettura per individuare nei due principali contesti manifatturieri - produzione intermittente e produzione ripetitiva - le differenze di gestione all'interno dei tre sottosistemi base di governo della produzione: pianificazione, gestione scorte e controllo avanzamenti.

Alberto De Toni, Università di Udine
Roberto Panizzolo, Università di Padova



2 - Modalità di gestione della produzione intermittente nei sistemi job-shop

I sistemi produttivi job-shop si caratterizzano essenzialmente per il fatto di possedere processi produttivi di tipo generico in grado di ottenere una vasta gamma di codici. Questi ultimi vengono prodotti in lotti che si contendono le risorse dello stabilimento e fluiscono nel sistema produttivo in modalità intermittente, anziché a flusso.

Il piano principale di produzione, o Master Production Schedule (MPS), è di norma definito su previsione delle vendite e ha per oggetto componenti o gruppi funzionali. Il piano finale di montaggio, o Final Assembly Schedule (FAS), è definito su ordine o su previsione al più tardi e ha per oggetto prodotti finiti con specifica di eventuali optional.

La distinta base dei prodotti è generalmente multilivello. A partire dall'MPS, la procedura MRP genera sia ordini di produzione (job order o work order), che di acquisto (purchasing order). Per giungere alla realizzazione del prodotto finito sono necessari prelievi e versamenti a magazzino che richiedono accurate registrazioni in numero proporzionale ai livelli della distinta dei prodotti.

I responsabili della gestione della produzione in questi contesti produttivi sono impegnati soprattutto nel controllo degli avanzamenti e nell'assegnazione dettagliata delle priorità di lavorazione, attività tanto più complessa quanto maggiore è la varietà dei codici e delle quantità degli ordini di produzione. Per svolgere questi compiti è necessario disporre di informazioni tempestive e corrette sui diversi carichi di lavoro che gravano sui centri.

Lo strumento fondamentale di regolazione e di controllo dell'intero processo produttivo è l'ordine di lavoro, che consente di individuare con precisione il singolo lotto del particolare che si muove lungo i vari reparti sulle diverse macchine utensili.

Per ogni lotto in lavorazione viene approntato, in modo automatico, un documento cartaceo relativo al ciclo di produzione, che evidenzia la successione di operazioni da eseguire e i centri di lavoro interessati. Possono essere allegati disegni creati dall'ufficio tecnico ed eventuali ulteriori informazioni

su utensili e attrezzature particolari, macchine o centri di lavoro alternativi.

L'ordine di lavoro specifica inoltre il numero di elementi che costituiscono il lotto. E' compito del pianificatore verificare, prima del lancio in produzione, se sono presenti a magazzino le quantità necessarie di materiali per realizzare quel lotto. Il prelievo a magazzino avviene a fronte di una lista di prelievo o "picking list", anch'essa generata automaticamente dal sistema informatico.

L'ordine di lavoro inoltre, registrando l'evoluzione della vita del lotto durante il passaggio tra i diversi stadi del processo produttivo, è il solo mezzo che permette la rilevazione dei costi, l'analisi degli scostamenti rispetto agli standard previsti, il monitoraggio del livello del "Work In Progress" (WIP) e l'assegnazione delle priorità o "dispatching".

Quest'ultima attività è di grande importanza. Infatti in un determinato istante i diversi centri di lavoro sono impegnati da ordini differenti che si trovano in differenti stati di avanzamento. In questa situazione quando un lotto termina una operazione e transita verso il centro successivo, di norma non può essere immediatamente lavorato e quindi viene messo in coda di attesa.

Si presenta quindi la necessità di dover conoscere la sequenza più corretta da seguire per lavorare gli innumerevoli ordini che contemporaneamente gravano su un centro produttivo: tramite l'attività di dispatching si arriva allora a definire, in modo automatico, attraverso prestabilite regole di priorità, la "dispatch list" o più comunemente lista di priorità dei lavori, la cui validità è generalmente di un giorno. Evidentemente la qualità dell'output giornaliero è strettamente legata alla qualità della schedulazione degli ordini che sono in competizione per l'uso delle stesse risorse.

3 - Modalità di gestione della produzione ripetitiva in linea

Nei sistemi a flusso in linea o ripetitivi, le logiche di funzionamento delle attività produttive risultano molto diverse da quelle precedenti.

L'attività di gestione della produzione in tali ambienti è caratterizzata infatti da una visione d'assieme del sistema produttivo che comporta la focalizzazione non sui singoli componenti, bensì sull'intero processo. L'attenzione viene posta non più sul particolare ma sull'insieme e il "successo" non sta tanto nella efficienza delle singole fasi, ma nel mantenere una elevata velocità di attraversamento dell'intero sistema produttivo (Schonberger, 1987).

L'obiettivo è di ottenere un processo caratterizzato da un fluire, il più possibile continuo e uniforme, dei materiali attraverso la fabbrica sino a diventare prodotto finito. Le materie prime vengono trasformate in semilavorati e quindi in prodotti finiti a ritmo costante. Tra le varie fasi non esistono magazzini di disaccoppiamento classicamente intesi. In questa ottica lo sforzo maggiore è di operare con macchine di lavorazione che privilegiano la rapidità di attrezzaggio rispetto all'efficienza dell'esecuzione.

Per l'ottenimento del flusso è necessario raggiungere e mantenere un equilibrio dinamico del sistema produttivo, poiché essendo diversi i prodotti di una stessa famiglia che transitano lungo la stesso percorso, sono diversi i tempi di attraversamento dello stesso centro.

La ricerca è continuamente finalizzata alla individuazione di uno scorrimento fluido attraverso tutti i centri predisposti, al fine di ottenere il programma produttivo prefissato.

Il processo produttivo ripetitivo quindi è tale per cui i materiali si muovono lungo lo stabilimento in maniera pressoché continua secondo determinati flussi. Si parla talvolta di fabbricazione "on-line" per evidenziare il fatto che la fabbricazione dei componenti e il montaggio dei sottoassemblaggi è spesso eseguita simultaneamente con le operazioni di assemblaggio finale. I cicli di lavorazione sono predefiniti e pertanto i flussi, come è già stato in parte precisato, sono relativamente fissi, cioè avvengono su macchine in linea impegnando personale ben preciso.

Gli elevati volumi di produzione e i bassi tempi di attraversamento comportano che il tradizionale strumento di controllo tipico del job-shop - il work order - risulta difficilmente utilizzabile in tali ambienti.

E' quasi impossibile infatti, visti i ritmi di produzione elevati, ottenere informazioni dettagliate relative allo stato dei vari "jobs" sulla linea. Sarebbe comunque costoso da non risultare conveniente e in ogni caso inutile: se pensiamo a prodotti realizzati in alti volumi per parecchi periodi di tempo, con un ritmo giornaliero di 1000 pezzi ciascuno, è intuibile che è di scarsa utilità riuscire a identificare diversi codici e diversi lotti durante l'esecuzione.

Per di più, i vari materiali affluiscono alle linee principali non in quantità esattamente definite a fronte di precisi fabbisogni riportati su una lista di

prelievo, ma sulla base di programmi di produzione giornalieri. Si capisce quindi come negli ambienti ripetitivi gli strumenti di controllo non devono focalizzarsi sul dettaglio, sul singolo ordine o lotto, bensì devono monitorare il flusso totale e i volumi ottenuti nell'unità di tempo. Nel fare ciò è necessario dotarsi di strumenti diversi dal work-order e più in generale operare con modalità di gestione diverse da quelle utilizzate in sistemi del tipo job-shop (Gessner, 1988).

All'interno dello scenario appena descritto, la pianificazione ha un ruolo importante nell'assicurare regolarità al flusso produttivo, mettendo a punto programmi più uniformi possibile per l'orizzonte operativo. Nei prossimi due sottoparagrafi saranno descritte le modalità di definizione dei piani di produzione in ambito ripetitivo, partendo dell'esemplificazione dei processi di pianificazione sviluppati in una grande impresa automobilistica nipponica.

3.1 - Le modalità di definizione dei piani di produzione alla Toyota

Per una maggiore comprensione delle modalità con cui si perviene alla definizione del piano principale di produzione (MPS) e del piano finale di assemblaggio (FAS) in ambienti ripetitivi, si ritiene utile descrivere le attività di pianificazione svolte presso la Toyota[1].

Il piano di produzione è sviluppato in tre fasi[2]:

- un piano generale di produzione che determina, in funzione delle previsioni di vendita, un numero approssimato di unità da produrre nell'arco dell'anno (milioni di automobili);
- un programma intermedio di produzione che definisce rispetto al mese di produzione:
- modelli e quantità con due mesi di anticipo;
- tipi e dettagli produttivi con un mese di anticipo;
- un programma dettagliato di montaggio che indica, per il mese di produzione, le quantità per modello e per giorno da assemblare sulle linee.

In figura 1 sono esemplificate le modalità con cui vengono definiti i piani di produzione alla Toyota.

Ad inizio Gennaio, su previsione delle vendite, sono definite le quantità di automobili da produrre per ogni modello nel mese di Marzo. Tali dati vengono comunicati allo stabilimento e ai fornitori.

Ad inizio Febbraio sono decisi, su previsione delle vendite, i tipi di automobili ed altri dettagli produttivi che vengono comunicati ancora allo stabilimento e ai fornitori. Nella seconda metà di Febbraio viene definito, sempre su previsione dalle vendite[3], il piano di assemblaggio di ciascuna linea. Il piano viene reso noto solo all'inizio della linea di montaggio ed a nessun altro reparto[4].

Se sono introdotte modifiche rispetto al piano, esse sono notificate solo alla testa della linea d'assemblaggio finale.

La procedura del kanban regola automaticamente la produzione dei processi produttivi di monte, richiedendo la produzione dei componenti necessari ad attuare il piano modificato con semplicità ed accuratezza.

Ai reparti a monte del montaggio (lavorazione meccanica, fonderia, fucina e stampaggio) viene comunque data un'informazione di massima sul piano mensile di assemblaggio. In base alla quantità che si prevede di produrre il responsabile di ciascun reparto può organizzare la forza lavoro per il mese in programma[5].

Il piano di assemblaggio definisce la sequenza giornaliera con cui i veicoli avanzano sulla linea di montaggio nell'arco del mese. Il mese viene considerato suddiviso in decadi[6]. Tale suddivisione è funzionale al fatto che gli ordini dei concessionari arrivano tre volte al mese e in anticipo di circa sette[7] giorni rispetto alla decade a cui si riferiscono. In base agli ordini decadali viene rivista la sequenza giornaliera prevista.

Alla Toyota vengono gestiti anche gli ordini che i concessionari fanno pervenire giornalmente. Tali

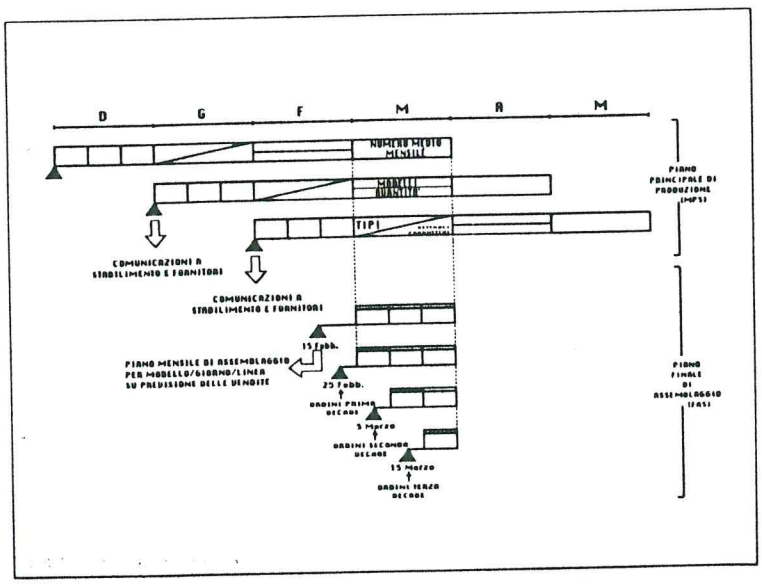


Fig. 1 - Modalità con cui vengono definiti i piani di produzione alla Toyota: MPS a dettaglio crescente e discrezionalizzazione dei lead time.

ordini definiti "daily alteration" cioè variante giornaliera, sono inviati dai concessionari in funzione delle effettive richieste del cliente (optional). Gli ordini giornalieri sono ricevuti quattro giorni prima dell'uscita del veicolo dalla linea e vengono utilizzati per rettificare gli ordini decadali e per rivedere la produzione sulla base di tali ordini rettificati[8].

In ultima analisi la metodologia utilizzata dalla Toyota trasforma, all'avvicinarsi del periodo di produzione, il piano di produzione su previsione in un piano di produzione su ordine[9]. I vantaggi sono evidenti: evasione delle richieste del cliente e riduzione a zero delle scorte di prodotti finiti.

Interessanti in conclusione ci sembrano le osservazioni di Monden[10], quando, confrontando le tecniche di gestione utilizzate alla Toyota con le tecniche tradizionali, l'autore individua nella rigidità del piano di produzione la diversità principale: il piano di produzione non vincola in modo stretto la produzione, ma rappresenta solo uno schema flessibile sul quale organizzare a livello di stabilimento sia il personale che l'approvvigionamento dei materiali.

Considerando le attività di logistica manifatturiera articolate nei tre sottosistemi di pianificazione, gestione scorte e controllo avanzamenti, a differenza del classico sistema MPS/MRP/Dispatching applicato nei job-shop, il sistema di produzione Toyota realizza un modello che potremo definire MPS/Calcolo dei fabbisogni/Kanban per i reparti di monte[11] e MPS/Calcolo dei fabbisogni/Daily Rate[12] per le linee di assemblaggio di valle.

3.2 - Le attività di pianificazione e controllo nella produzione ripetitiva

Come visto nell'esempio della Toyota, il piano principale di produzione, o MPS, ha per oggetto elementi che aumentano il proprio grado di dettaglio man mano che il tempo procede. Per tale motivo potremmo definirlo un "MPS a dettaglio crescente".

L'MPS nell'esempio trattato viene definito tre volte: la prima per definire le quantità complessive di prodotti che verranno costruiti per poter apportare per tempo le eventuali modifiche alla capacità produttiva, la seconda per calcolare i fabbisogni dei codici a maggiore lead time, la terza infine per calcolare i fabbisogni dei codici a lead time minore.

Si noti come sia stato realizzato ciò che potremmo definire la "discrezionalizzazione dei lead time", ovvero i lead time dei vari codici sono stati posti pari a 1 o 2 o al limite 3 mesi, cioè con incremento temporale pari alla frequenza con cui si ridefiniscono i piani produttivi. E' chiaro infatti che un codice con lead time ad esempio pari ad 1,5 mesi verrebbe pianificato sulla base dei piani che interessano i codici con lead time pari a 2 mesi. Lo sforzo che deve essere compiuto è quindi quello di riportare i lead time dei codici a valori temporali corrispondenti agli intervalli individuati dagli istanti temporali di definizione degli MPS e la data di completamento prevista per i prodotti finiti.

Si noti inoltre come la classica procedura di MRP si sia "ridotta", nell'esempio considerato, ad un mero calcolo dei fabbisogni. Infatti a partire dall'MPS di inizio Gennaio e Febbraio vengono calcolate ed ordinate le quantità necessarie di codici ai fornitori o agli stabilimenti di monte[13].

Infine le operazioni finali di assemblaggio sono determinate in base ad un FAS che prevede la sequenza giornaliera della produzione di un mix di prodotti (Quillen, 1985).

In generale, in contesti produttivi ripetitivi, l'MPS, definito su previsione delle vendite di prodotti finiti, viene formulato anche con modalità cosiddette "cumulate" (Powell, 1980; Maranka, 1984; Scott, 1986). Se il numero di prodotti finiti realizzati nell'unità di tempo è molto alto risulta opportuno, per minimizzare le quantità di informazioni da gestire durante la fase di pianificazione, definire un MPS in termini cumulativi usualmente con orizzonte annuale.

Di seguito viene rappresentato uno schema che esemplifica questo concetto (Hall, 1984):

Periodi	1	2	3	4	5	6	7
MPS standard	1500	2000	2000	2500	2500	2000	2000
MPS cumulato	1500	3500	5500	8000	10500	12500	14500

Come si può vedere, nell'MPS cumulato, le quantità di prodotti finiti da realizzare nell'intero orizzonte non vengono tempificate per periodo, ma vengono definite in maniera cumulata a partire dall'inizio.

Queste poche cifre cumulate del piano permettono di valutare, in maniera rapida ed efficace, l'evoluzione delle attività produttive in quanto è sufficiente confrontarle con i consuntivi di produzione, pure cumulati. L'MPS cumulato rappresenta uno strumento utile in quanto, per la sua semplicità, consente una facile attività di monitoraggio delle attività produttive di tipo ripetitivo caratterizzate

un elevato numero di parti prodotte. Per quanto guarda i piani di assemblaggio in contesti produttivi petitivi, il FAS ha in generale un orizzonte temporale ri o superiore al lead time di montaggio ed è abilito congruentemente con l'MPS.

Il FAS, formulato al più tardi, consente di rispondere al meglio alla variabilità della domanda, terminando mix e tassi produttivi giornalieri lle linee di montaggio.

La definizione del FAS comporta l'emissione di ontrol order" e di "flow order" di seguito descritti, contrapposizione ai "job-order" tipici della produzione intermittente nei job-shop.

Le quantità complessive da produrre (ad esempio 10.000 prodotti finiti) in un periodo (ad esempio 0 giorni) sono definite tramite i cosiddetti "ordini controllo". I flow order sono invece ordini che, in nzione delle quantità previste dall'ordine di ntrollo, specificano le quantità giornaliere di oduzione (nell'esempio 1000). Le quantità specificate per i diversi flow order non possono assumere valori arbitrari, ma devono essere coerenti n la capacità giornaliera che caratterizza la linea. uando i prodotti sono realizzati secondo il programma, essi vengono accreditati automaticamente l'ordine di controllo fino al raggiungimento della uantità da produrre (nell'esempio 10.000).

L'accreditamento automatico delle produzioni gli ordini di controllo, ad esempio mediante lettura i "bar-code", deve avvenire sempre al più vecchio quindi al più vicino temporalmente) tra gli ordini i controllo aperti per quel codice. Quando un rdine di controllo viene completato, una produzione ggiuntiva del codice viene automaticamente accreditata all'ordine di controllo aperto successivo, e osì via.

Operando in questo modo è evidente che gli ordini i controllo richiedono la minima quantità indispensabile di compilazione e trasmissione di documenti artacei nell'ambito dell'area produttiva.

L'uniformità degli obiettivi giornalieri assicura il nantenimento dell'efficienza, tanto più che il programma successivo è studiato per non discostarsi roppo da quello corrente. Questi programmi quindi, he definiscono le quantità da produrre in un determinato periodo, sono i veri regolatori dei sistemi roduttivi ripetitivi in linea. Al centro dell'attività di ontrollo vi sono infatti il ritmo di produzione e i flussi lei diversi materiali attraverso lo stabilimento, anziché il completamento dei vari ordini come nel job-hop: l'obiettivo che si vuole raggiungere è quello di arantire un sincronismo perfetto allo scopo di nantenere il ritmo di produzione stabilito.

Il tasso produttivo giornaliero del mix di prodotti, che potremmo denominare "daily rate", è dunque stabilito in sede di pianificazione. A livello esecutivo si produce nella sequenza già definita - utilizzando una logica del tipo FIFO (First In First Out) - realizzando così la perfetta identità tra ordini pianificati ed ordini lavorati. In produzione ci si limita ad eventuali azioni correttive, sulla base del reale andamento delle attività operative.

Operando secondo le modalità di pianificazione appena descritte, assume minore importanza l'attività di pianificazione dei fabbisogni di capacità o CRP (Capacity Requirements Planning). La produzione a flusso e l'uniformità dei programmi di produzione rendono più agevole la determinazione del carico sul sistema produttivo per le diverse stazioni operative. E' sufficiente una attenta attività di bilanciamento delle linee, che tenga conto dei diversi tempi di ciclo dei differenti codici che vi transitano. Questo differisce da quanto avviene nella produzione intermittente, dove i risultati della CRP innescano delle modifiche, anche se limitate, ai piani produttivi.

Non sono utilizzati buoni di prelievo o altri documenti per mantenere la traccia dei movimenti di magazzino. Vengono meno le tradizionali esigenze operative di controllo data l'uniformità produttiva; i prelievi sono eseguiti sulla base dei piani. Gli assemblaggi realizzati presso le stazioni della linea non sono mai stoccati a magazzino, ma si muovono con continuità lungo il flusso produttivo.

In questi contesti produttivi vengono immagazzinati in un'area centralizzata, normalmente solo le materie prime, gli eventuali kit di imballaggio e i prodotti finiti, mentre i componenti di acquisto spesso non vengono immagazzinati centralmente, ma arrivano direttamente sulle linee sia secondarie che principali e vengono momentaneamente stoccati in aree dedicate o punti di deduzione a piè di linea per essere utilizzati rapidamente.

E' una situazione affine a quella delle industrie continue di processo in cui i movimenti di magazzino possono derivare direttamente dall'analisi dei piani produttivi. Il volume di transazioni necessario a mantenere il controllo delle giacenze risulta fortemente ridotto rispetto ad assemblaggi non in linea. Le periodiche conte fisiche permettono anche qui la verifica dell'affidabilità dei totali. La rilevazione dei consumi di materie prime e componenti, anziché essere effettuata al momento del prelievo, può essere desunta dal volume di output tramite la distinta base. Scarti e rilavorazioni impongono rettifiche successive (Erhorn, 1985). Questa tecni-

ca che consente di ricostruire a posteriori tutti i prelievi in base agli articoli versati a magazzino è nota con il termine "backflushing" o "post-deducting" (Didsbury, 1988).

In un ambiente ripetitivo cadono quindi le usuali distinzioni tra prelievo/versamento a magazzino ed avanzamento, dal momento che i movimenti di magazzino sono rigidamente legati alle lavorazioni in corso e non è possibile intervenire sui primi senza coinvolgere immediatamente le seconde.

Per quanto riguarda la pianificazione dei fabbisogni dei materiali nei contesti di produzione ripetitiva, c'è da notare che normalmente la procedura MRP, come nel caso descritto della Toyota, risulta "ridotta" ad un semplice calcolo dei fabbisogni delle materie prime o componenti di acquisto, con emissione di soli "purchasing order" (ordini di acquisto), senza emissione di ordini di produzione (Steiner, 1979; Bromberg e Mann, 1981). Infatti i codici dei livelli intermedi della distinta base non sono normalmente gestiti a magazzino (codici fantasma) e non ne vengono quindi calcolati i relativi fabbisogni netti per arrivare a definirne delle proposte d'ordine o "job-order". Le distinte dei materiali con codici fantasma ai livelli intermedi, realizzano le cosiddette "distinte piatte" o "flat bill" caratterizzate dal legame diretto prodotto finito-materie prime (Rao e Scheraga, 1988).

In figura 2 sono riportate schematicamente le caratteristiche distintive della produzione intermittente in sistemi del tipo job-shop e di quella ripetitiva, descritte in questi due ultimi paragrafi, secondo la chiave di lettura dei sottosistemi di pianificazione, gestione scorte e controllo avanzamenti, quest'ultimo comprensivo delle attività di assegnazione delle priorità, prelievo e movimentazione.

Sottosistemi di gestione della produzione / Tipi di produzione	PIANIFICAZIONE	GESTIONE SCORTE	CONTROLLO AVANZAMENTI
PRODUZIONE INTERMITTENTE (job-shop)	- MPS - FAS CON EMISSIONE DI JOB ORDER	- DISTINTA MULTILIVELLO - MRP CON EMISSIONE DI JOB ORDER E PURCHASING ORDER	- MATERIALI IN CODA PRESSO I CENTRI DI LAVORO - PRODUZIONE SULLA BASE DELLA DISPATCH LIST - PRELIEVO FISICO DEI MATERIALI E SCARICO CONTABILE DEL MAGAZZINO IN BASE A LISTE DI PRELIEVO
PRODUZIONE RIPETITIVA (linea discreta)	- MPS A DETTAGLIO CRESCENTE CON DISCREZIONALIZZAZIONE DEI LEAD TIME - MPS CUMULATO - FAS MISTO GIORNALIERO CON EMISSIONI DI FLOW ORDER (DAILY RATE)	- DISTINTA MONOLIVELLO O PIATTA - CALCOLO DEI FABBISOGNI CON EMISSIONE DI PURCHASING ORDER	- MATERIALI PRESSO AREE O PUNTI DI DEDUZIONE LUNGO LA LINEA - PRODUZIONE SULLA BASE DEL DAILY RATE (FIRST IN FIRST OUT) - PRELIEVO FISICO DEI MATERIALI SULLA BASE DEI PIANI - SCARICO CONTABILE DELLE AREE DI DEDUZIONE LUNGO LINEA MEDIANTE BACKFLOOD

Fig. 2 - Caratteristiche distintive della produzione intermittente e ripetitiva nei tre sottosistemi di gestione

4 - Le attività di controllo avanzamenti nella produzione intermittente e in quella ripetitiva

In figura 2 sono state evidenziate le differenze fondamentali che caratterizzano i sottosistemi di gestione della produzione nei due contesti oggetto di studio della produzione intermittente (job-shop) e di quella ripetitiva (linee discrete).

Non emergono però in maniera evidente i diversi contenuti delle attività svolte nei sottosistemi di pianificazione e di controllo avanzamenti. Per pervenire ad una chiara distinzione tra attività di competenza di un sottosistema o di un altro nei due contesti manifatturieri, è necessario presentare il quadro delle diverse attività svolte all'interno del sistema di controllo avanzamenti o Shop Floor Control (SFC).

Lo Shop Floor Control svolge, all'interno del sistema di gestione della produzione, il controllo esecutivo dei piani di produzione. Il suo compito è di realizzare quell'insieme di attività richieste per eseguire gli ordini rilasciati dal sistema di pianificazione rispettandone le direttive generali. Si può affermare quindi che il processo di pianificazione da un lato determina e fissa tutta una serie di obiettivi che costituiscono il principale input all'SFC e dall'altro predispone l'insieme di risorse necessarie al suo funzionamento.

L'SFC si articola nelle seguenti classiche attività svolte in ordine sequenziale (Melnyk e altri, 1985):

- verifica e rilascio degli ordini;
- assegnazione dettagliata;
- raccolta dati/monitoraggio;
- feedback/azioni correttive;
- analisi/chiusura ordini.

L'attività di verifica e di rilascio degli ordini consiste nell'eseguire, prima che un ordine venga effettivamente lanciato in produzione, tutta una serie di operazioni necessarie per valutare, tramite un accurato esame delle informazioni disponibili, la fattibilità dell'ordine. L'obiettivo è di assicurarsi che gli ordini abbiano effettive possibilità di completamento per le date pianificate. L'insieme delle azioni che vengono eseguite si articolano sull'acquisizione della documentazione sull'ordine, verifica a magazzino dei materiali necessari, valutazione della capacità disponibile e livellamento del carico. Quest'ultima operazione ha lo scopo di individuare eventuali sovraccarichi sui centri di lavoro per provvedere ad un loro livellamento, evitando in tal

modo un aumento del WIP e del tempo di attraversamento del lotto.

La seconda attività di assegnazione dettagliata consiste nell'assegnare in modo preciso le risorse quali materiali, manodopera e macchine ai vari ordini in competizione tra loro. Questa attività porta alla formulazione della "dispatch list" o lista di priorità, valida nel brevissimo periodo, che definisce per ogni centro la sequenza dei lavori da compiere secondo determinate regole di priorità. Un criterio tra i più impiegati è il rapporto critico o "critical ratio", definito come rapporto tra intervallo di tempo tra oggi fino alla data di consegna prevista e tempo di attraversamento richiesto per svolgere le operazioni rimanenti.

La terza attività di raccolta dati/monitoraggio è estremamente importante per l'SFC. E' fondamentale infatti per una corretta regolazione del sistema operativo disporre di informazioni tempestive ed aggiornate riguardanti ad esempio lo stato di avanzamento dell'ordine, l'operazione corrente, la relativa risorsa impegnata, eventuali ritardi ecc. Tramite il reporting questi dati vengono quindi resi disponibili per la consultazione al responsabile del controllo avanzamenti, il quale può intraprendere le azioni correttive più opportune per fronteggiare eventuali problemi. I centri di raccolta vengono generalmente collocati lungo i punti chiave del processo produttivo presso le operazioni più significative e gli oggetti delle rilevazioni che si possono eseguire sono diversi (Melnyk e altri, 1985):

- "operation start": viene registrato l'inizio di una operazione;
- "move reporting": vengono registrati i movimenti da un'operazione ad un'altra;
- "scrap and rework reporting": vengono registrati gli scarti e le rilavorazioni attraverso l'utilizzo di messaggi di eccezione;
- "operation completion": viene registrato il completamento di un'operazione;
- "inventory receipt reporting": vengono registrati i prelievi di materiali mantenendo in tal modo l'inventario sempre aggiornato;
- altri tipi di rilevazioni determinati dalle esigenze informative dell'impresa.

Successiva all'attività di raccolta dati/monitoraggio vi è la quarta attività di feedback/azioni correttive. Le informazioni raccolte precedentemente vengono ora valutate. In presenza di ordini che non rispettano quanto pianificato sono intraprese azioni di intervento nel brevissimo periodo, che portano a variazioni del piano per fronteggiare la nuova situazione. Ovviamente non sempre è possibile per l'SFC superare tali difficoltà autonomamente; in questo caso, tramite un'operazione, di feedback viene resa nota la situazione al sistema di pianificazione.

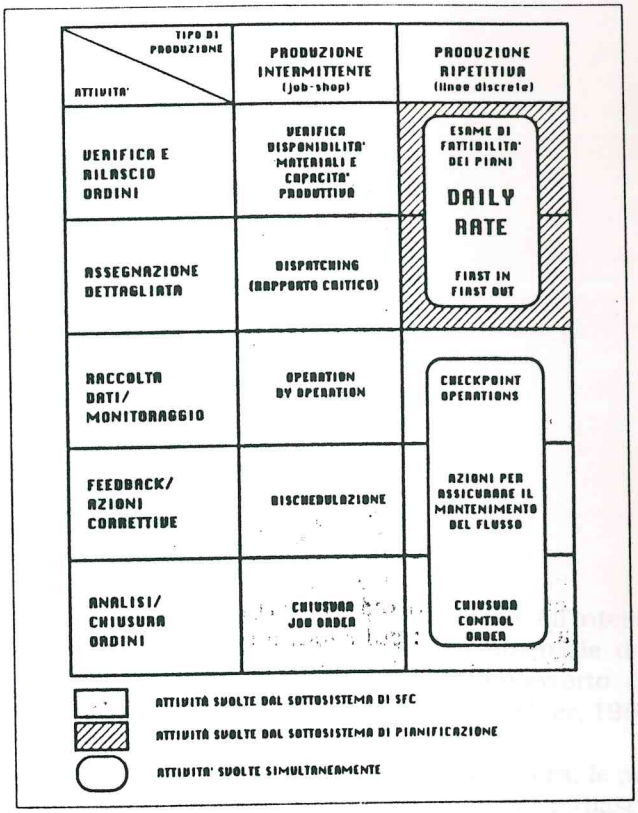
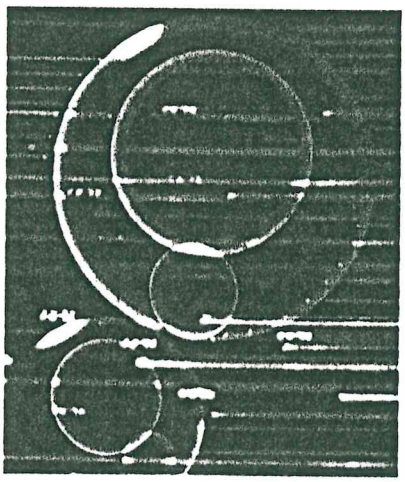


Fig. 3 - Attività svolte nei sottosistemi di pianificazione e di controllo avanzamenti e diverse modalità di svolgimento delle operazioni nei due contesti produttivi.

La quinta ed ultima attività di analisi/chiusura ordini entra in gioco quando l'ordine ha completato la sua operazione finale. Compito dell'SFC è allora di modificare lo status dell'ordine da "open" a "closed" e cancellarlo dall'elenco aggiornato degli ordini attivi. A questo punto la gestione dell'ordine da parte dell'SFC è terminata, a meno che non risulti necessario eseguire delle rilavorazioni su alcune parti dell'ordine.

In quest'ultima fase vengono anche registrate delle informazioni sull'ordine chiuso che risultano di cruciale interesse per attività, quali la contabilità industriale, la revisione di dati standard utilizzati nella pianificazione della capacità a medio e lungo termine e nella pianificazione dei costi. Tali informazioni riguardano ad esempio le ore di manodopera impiegate, le ore macchina impiegate, le quantità di scarti e di rilavorazione ecc.

Le cinque attività di SFC sopra descritte sono svolte con modalità molto diverse nei due contesti produttivi oggetto della nostra attenzione: la produzione intermittente (job-shop) e quella ripetitiva (linee discrete); vedi figura 3, (De Toni e Nassimbeni, 1991).



In sistemi produttivi del tipo job-shop, l'elemento centrale attorno a cui ruota il controllo esercitato dall'SFC è l'ordine di lavoro o job-order. I materiali si muovono all'interno dello stabilimento sempre raggruppati in lotti, ai quali è associato univocamente un numero d'ordine, tramite il quale il sistema SFC è in grado di conoscere, in ogni momento, lo status preciso di tutte le attività produttive e di seguire l'avanzamento dei diversi lotti attraverso le unità operative.

L'ordine viene trasmesso all'SFC dal sottosistema di pianificazione. Subito viene avviata l'attività di verifica e rilascio dell'ordine, seguita dall'attività di assegnazione dettagliata che, attribuendo le risorse per l'esecuzione dell'ordine, determina la sequenza con cui verranno realizzate le lavorazioni sui singoli centri di lavoro (dispatching). L'attività di raccolta dati e monitoring consente di ottenere informazioni sulla evoluzione della vita dell'ordine. Viene generalmente utilizzato un sistema di raccolta dati funzionante con un metodo di rilevazione del tipo "operation-by-operation", nel quale i punti di raccolta dati sono situati in corrispondenza di ciascuna operazione. Così facendo si ottiene una fotografia dettagliata del sistema produttivo. Eventuali problemi che dovessero sorgere durante l'avanzamento del lotto vengono valutati ed eventualmente risolti con l'attività di feedback/azioni correttive che può richiedere una rischedulazione. L'attività di analisi/chiusura viene eseguita al completamento dell'ordine o job-order.

Viceversa nei contesti produttivi ripetitivi i materiali si muovono attraverso i centri di lavoro non in lotti predefiniti, ma secondo un flusso continuo (Hunt, 1984). Gli elevati volumi di prodotti finiti sono ottenuti da unità operative la cui capacità produttiva è preposta alla produzione di una famiglia di codici e di conseguenza i cicli di lavoro sono relativamente stabili, il tempo di attraversamento basso e non sono presenti code di attesa. All'interno di questo scenario l'obiettivo fondamentale dell'SFC è di controllare il flusso ininterrotto dei materiali attraverso lo stabilimento (Steiner, 1980; Proud, 1984).

Per le caratteristiche viste appena sopra, le prime due attività tipiche dell'SFC - verifica e rilascio ordini e di assegnazione dettagliata - non sono in realtà svolte dal sottosistema di controllo avanzamenti, bensì dal sottosistema di pianificazione. La formulazione in sede di pianificazione per giorno e per linea del mix produttivo da realizzare - precedentemente denominato "daily rate" - sostituisce le prime due fasi dell'SFC. La definizione del "daily rate", inoltre, comporta lo svolgimento contemporaneo anziché sequenziale delle due attività citate.

L'attività di verifica e rilascio ordini è stata indicata in figura 3 all'interno del "daily rate", come "esame di fattibilità dei piani", intendendo con tale termine la verifica della disponibilità dei materiali e della capacità produttiva effettuata nel sottosistema di pianificazione. La verifica della disponibilità dei materiali a magazzino e la preparazione della lista di prelievo e di altri documenti cartacei non ha più ragione d'essere in sede esecutiva. Per quelle materie prime che sono versate in un magazzino centrale, i prelievi verso le linee sono fatti in base a programmi noti e non su presentazione della picking list. Altri materiali sono collocati direttamente lungo le linee in aree dedicate o punti di deduzione per consentire una alimentazione continua del flusso (Didsbury, 1988). Lo scarico contabile del magazzino centrale e di questi "magazzini" a piè di linea, avviene attraverso la tecnica di backflushing sulla base delle quantità di prodotti finiti versati a magazzino e delle loro distinte base.

Per quanto riguarda l'attività di assegnazione dettagliata o dispatching, la sequenza degli ordini è già stata stabilita in sede di pianificazione e pertanto

ci si limita a lavorare l'ordine che per primo è stato rilasciato alla linea secondo la regola del tipo FIFO (First In First Out).

L'attività di raccolta dati/monitoraggio nella produzione ripetitiva avviene in maniera diversa rispetto a quella intermittente. Essendo i volumi di produzione elevati e i tempi di attraversamento brevi, conviene utilizzare come metodo di rilevazione dati, in alternativa al "operation by operation", quello denominato "checkpoint operations". I centri di rilevazione sono associati solo alle fasi più critiche, alle operazioni chiave e agli eventi più significativi del processo di trasformazione[14] (Raffish, 1984).

Se l'ambiente produttivo ripetitivo è caratterizzato da condizioni operative ancora più favorevoli (semplicità dei prodotti e ridotta ampiezza di gamma) è possibile pervenire a un sistema di raccolta dati ancora più semplice che si limiti a registrare le sole operazioni di apertura e chiusura dell'ordine: auto-open/auto-close (Cincom, 1989). Questo ovviamente quando la velocità del flusso è tale per cui i tempi di attraversamento sono così brevi da non rendere conveniente alcuna rilevazione intermedia.

Qualsiasi sia ad ogni modo la tecnica utilizzata per la raccolta dati, gli alti volumi e i brevi lead time impongono che l'oggetto del controllo siano le risorse piuttosto che gli ordini.

Vanno pertanto acquisiti dati precisi sulle risorse impiegate e sui livelli delle giacenze delle diverse aree dedicate lungo le linee, in misura proporzionale al grado di controllo della produttività che si desidera ottenere.

L'attività di raccolta dati/monitoraggio è svolta simultaneamente con le ultime due attività di feedback/azioni correttive e di analisi/chiusura ordini. La stretta connessione della raccolta dati/monitoraggio con feedback/azioni correttive, è dettata dal fatto che l'insieme delle macchine disposte in linea risulta generalmente più vulnerabile a guasti o fermate improvvise di quanto accade invece in un job-shop: da qui l'importanza di identificare tempestivamente i problemi e attuare pronte azioni correttive volte al mantenimento del flusso. La stretta connessione della raccolta dati/monitoraggio con analisi/chiusura ordini deriva dagli alti volumi in gioco e dai bassi lead time di produzione, che richiedono una registrazione immediata delle quantità di prodotti finiti realizzate in un dato momento, in modo da imputare velocemente queste quantità all'ultimo "control order" aperto, chiudendolo eventualmente se si è raggiunta la quantità prefissata per l'ordine.

5 - Caratteristiche delle attività di controllo avanzamenti nella produzione intermittente e in quella ripetitiva

Le cinque attività di SFC nei sistemi produttivi ripetitivi sono dunque realizzate con modalità notevolmente differenti da quelle dei sistemi a lotti intermittenti, come risulta dallo schema di figura 3.

Le differenti modalità di gestione sono caratterizzate da diversi valori assunti dalle seguenti variabili (Melnyk e altri, 1985):

- livello di dettaglio ;
- ampiezza decisionale;
- orizzonte temporale;
- livello di incertezza.

La prima caratteristica fa riferimento al tipo di informazioni e livello di dettaglio richiesti dall'SFC. Mentre nei sistemi job-shop l'SFC deve conoscere nei particolari dati quali: numero dell'ordine, quantità dell'ordine, distinte base, cicli di lavoro ecc., nella produzione in linea l'SFC non deve trattare tali informazioni: è il sistema di pianificazione infatti che definisce e gestisce la totalità delle informazioni sulla base dei cicli standard e delle distinte base.

L'ampiezza decisionale fa riferimento al livello di autonomia che contraddistingue i responsabili dell'SFC durante l'attività di governo dell'esecuzione dei piani di produzione. Nella produzione ripetitiva, una volta determinati i programmi produttivi e definito il ritmo di produzione giornaliero in sede di pianificazione, il compito delle persone coinvolte nell'SFC è soltanto quello di garantire il mantenimento del flusso produttivo. L'ampiezza decisionale è ridotta: la situazione è evidentemente molto diversa nei sistemi job-shop.

La terza caratteristica riguarda l'orizzonte temporale delle decisioni, inteso come ampiezza dell'intervallo di tempo entro il quale i responsabili delle attività di SFC devono prendere una decisione a fronte di determinati problemi. Ovviamente maggiore è il tempo a disposizione e maggiore risulta l'impatto di tali decisioni sul sistema produttivo. Nel caso di produzione a flusso le decisioni richiedono generalmente un lungo orizzonte temporale: le scelte che devono essere effettuate riguardano infatti aspetti che esulano dall'ambito dell'SFC e toccano oggetti tipici dell'attività di pianificazione, quali ad esempio la definizione della cadenza sulle

linee. Viceversa nel job-shop l'orizzonte temporale è più ridotto e le decisioni che vengono prese riguardano aspetti di breve termine come ad esempio la determinazione di quale macchina risulti in un dato momento più adatta ad un certo lavoro.

L'ultima caratteristica è il livello di incertezza e riguarda il grado di indeterminatezza del contesto all'interno del quale si sviluppano le attività di SFC. Tale grado di indeterminatezza può essere espresso in funzione del numero di eventi imprevisti che si deve affrontare durante la fase esecutiva. Questo numero risulta elevato nel job-shop data la vasta gamma di prodotti fabbricabili e la conseguente numerosità dei cicli. Nei sistemi ripetitivi, viceversa la contenuta variabilità dei cicli e delle strutture dei prodotti non consentono grosse variazioni a quanto è stato stabilito in sede di pianificazione, e di conseguenza, il livello di incertezza è molto minore nell'SFC. In figura 4 sono rappresentati qualitativamente i valori assunti dalle caratteristiche descritte.

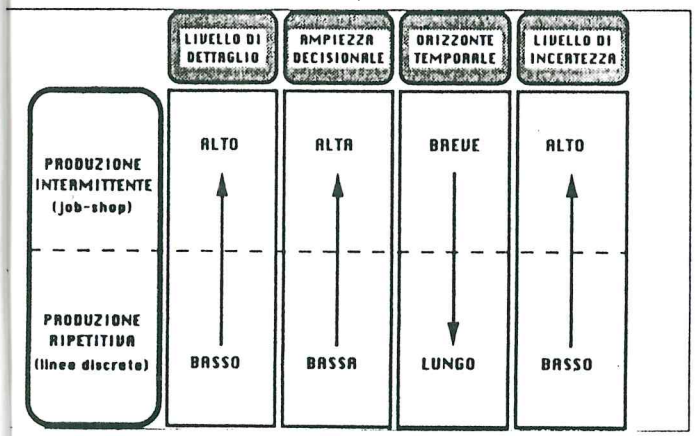


Fig. 4 - Caratteristiche delle attività di controllo avanzamenti nei due contesti produttivi considerati.

TECNICHE DI CONTROLLO AVANZAMENTI / ABILI	DISPATCHING	SYNCHRO-MRP	KANBAN	DAILY RATE
ODALITA' DI RODUZIONE	PRODUZIONE INTERMITTENTE			PRODUZIONE RIPETITIVA
GRADO DI PETITIVITA'	BASSO	MEDIO	ALTO	ALTISSIMO
LANCI IN RODUZIONE	SULLA BASE DEI PIANI DI PRODUZIONE (REGOLE DI PRIORITA')	SULLA BASE DEI CONSUMI DI VALLE E DEI PIANI DI PRODUZIONE	SULLA BASE DEI CONSUMI DI VALLE	SULLA BASE DEI PIANI DI PRODUZIONE (FIRST IN FIRST OUT)

Fig. 5 - Modalità produttive, contesti applicativi e modalità di lancio delle tecniche di controllo avanzamenti.

6 - Proposta di un quadro concettuale interpretativo delle caratteristiche distintive della produzione intermittente e ripetitiva

Come sviluppato nei due lavori precedenti, job-shop e linee discrete rappresentano, all'interno della produzione per parti, due tipologie di sistemi produttivi caratterizzati rispettivamente dal valore minimo e massimo tra quelli che possono essere assunti dalla variabile "grado di ripetitività", intesa come tempo intercorrente tra l'ottenimento di due codici successivi (Vollmann, Berry e Whybark, 1988).

Con riferimento alla produzione intermittente, a partire da un sistema produttivo del tipo job-shop, un aumento del grado di ripetitività, ottenuto tramite azioni di standardizzazione del prodotto e del processo, comporta l'evoluzione verso sistemi produttivi a celle in parallelo, fino a quelli denominati a celle in serie. Ulteriori standardizzazioni portano in ambiti applicativi tipici della produzione ripetitiva con l'impiego di linee mixed model, linee a produzioni successive fino a linee dedicate.

Nei paragrafi precedenti il confronto tra le diverse modalità di svolgimento delle attività di SFC è stato svolto con riferimento ai sistemi produttivi intermittenti del tipo job-shop e a quelli ripetitivi in linea, cioè sistemi caratterizzati rispettivamente da bassi e altissimi gradi di ripetitività; il confronto è stato evidenziato schematicamente nelle precedenti figure 2, 3 e 4.

Con riferimento alle tecniche di controllo avanzamento, la tecnica tipica del job-shop è nota come "Dispatching", attribuendo a tale termine un significato più ampio di quello fin qui inteso e cioè l'insieme di tutte le attività di SFC rappresentate nella prima colonna della matrice di figura 3.

La tecnica di controllo avanzamenti tipica delle linee è stata definita con il termine "Daily Rate", attribuendo anche in questo caso un significato più ampio di quello strettamente inteso, e cioè l'insieme di tutte le attività di SFC rappresentate nella seconda colonna della matrice di figura 3.

In contesti produttivi caratterizzati da gradi di ripetitività intermedi tra il valore tipicamente basso del job-shop e quello altissimo delle linee, sono applicabili altre tecniche di controllo avanzamenti come il Synchro-MRP, noto per essere stato svilup-

TECNICHE DI CONTROLLO AVANZAMENTI / CARATTERISTICHE	DISPATCHING	SYNCHRO-MRP	KANBAN	DAILY RATE
MATERIALI IN LAVORAZIONE	IN CODA A MONTE DEL CENTRO DI LAVORO	IN CONTENITORI STANDARD A MONTE E A VALLE DEL CENTRO DI LAVORO	IN CONTENITORI STANDARD A MONTE E A VALLE DEL CENTRO DI LAVORO	IN AREE O PUNTI DI DEDUZIONE LUNGO LA LINEA
ASSEGNAZIONE PRIORITA' DI LAVORAZIONE	DISPATCH LIST	– DISPATCH LIST – RASTRELLIERA CON CARTELLINI SYCHRO II DI PRODUZIONE	RASTRELLIERA CON CARTELLINI KANBAN DI PRODUZIONE	FIRST IN FIRST OUT
PRELIEVO E SCARICO CONTABILE DEI MATERIALI	LISTE DI PRELIEVO (PICKING LIST)	CARTELLINI SYNCHRO I DI MOVIMENTAZIONE DEI CENTRI DI TESTA	CARTELLINI KANBAN DI MOVIMENTAZIONE DEI CENTRI DI TESTA	– PRELIEVO DEI MATERIALI SULLA BASE DEI PIANI – SCARICO CONTABILE EX-POST IN BACKFLUSH
MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI	MOVIMENTAZIONE DEL LOTTO A LAVORAZIONE CONCLUSA	MOVIMENTAZIONE DEI CONTENITORI STANDARD SU CHIAMATA DEI CENTRI DI VALLE TRAMITE CARTELLINI SYNCHRO II DI MOVIMENTAZIONE	MOVIMENTAZIONE DEI CONTENITORI STANDARD SU CHIAMATA DEI CENTRI DI VALLE TRAMITE CARTELLINI KANBAN DI MOVIMENTAZIONE	MOVIMENTAZIONE DEI PEZZI A FLUSSO CONTINUO

Fig. 6 - Diverse caratteristiche delle tecniche di controllo avanzamenti

pato presso la Yamaha (Hall, 1986) e il Kanban famoso per essere stato introdotto alla Toyota (Monden, 1986).

In figura 5 è riportata una matrice che individua, per ciascuna delle quattro tecniche di controllo avanzamento citate, la modalità produttiva di riferimento (intermittente o ripetitiva), il grado di ripetitività del contesto manifatturiero nel quale è conveniente applicare tali tecniche (basso, medio, alto e altissimo) e infine la modalità di lancio in produzione, ovvero i meccanismi attraverso i quali si perviene a definire la sequenza delle lavorazioni nelle stazioni operative. I lanci in produzione avvengono secondo modalità diverse e precisamente:

- sulla base dei piani di produzione, cioè in base a regole di priorità come il rapporto critico, nel Dispatching;
- sulla base dei consumi di valle e dei piani di produzione nel Synchro-MRP; in questo caso i consumi di valle sono regolati dai cartellini Synchro II, collocati nella relativa rastrelliera, mentre i piani di produzione sono rispettati mediante la classica Dispatch List, la quale svolge in questa occasione solo funzioni di autorizzazione alla produzione (Hall, 1981; De Toni e altri, 1988);
- sulla base dei consumi di valle nel Kanban, regolati mediante i cartellini kanban di produzione collocati nella relativa rastrelliera;
- sulla base dei piani di produzione, ovvero secondo la sequenza First In First Out nel Daily Rate.

Si desidera qui precisare che nella produzione ripetitiva il "Daily Rate", ovvero la pianificazione del mix giornaliero di produzione, anche se sviluppato all'interno del sottosistema pianificazione come indicato in figura 2, di fatto copre le due attività di verifica e rilascio ordini e di assegnazione dettagliata, tipiche del sottosistema SFC come indicato in figura 3. Se inoltre il Daily Rate è inteso, come sopra detto, non solo come attività di verifica/rilascio ordini e assegnazione dettagliata, ma anche come attività di raccolta dati/monitoraggio, feedback/azioni correttive e analisi/chiusura ordini, risulta corretto - da un punto di vista metodologico - porre sul medesimo piano Daily Rate e tecniche propriamente di SFC come Dispatching, Kanban e Synchro-MRP.

Nei sistemi produttivi quindi la scelta della tecnica SFC più appropriata non si riduce all'alternativa tra la tecnica tipica dei job-shop - il Dispatching - e la tecnica tipica della produzione altamente ripetitiva - il Daily Rate - bensì riguarda anche le tecniche Synchro-MRP e Kanban.

In ambienti fortemente ripetitivi, come le linee di assemblaggio poste a valle del processo produttivo, possono essere scelte modalità di gestione del tipo Daily Rate, mentre nei reparti produttivi di monte modalità di gestione SFC del tipo Kanban o Synchro-MRP. L'uso di tecniche Kanban semplifica in generale la sincronizzazione tra l'assemblaggio sulla linea principale di valle - schedulata mediante tecniche Daily Rate - e impianti produttivi come le celle in parallelo o le celle in serie preposte, al pari di linee secondarie, all'alimentazione della linea principale

(Browne e altri, 1988).Una descrizione sintetica e schematica delle diverse caratteristiche delle quattro tecniche di controllo avanzamenti è riportata in figura 6. Per ulteriori approfondimenti sull'argomento si rimanda alla copiosa letteratura esistente (Hall, 1981; Putnam, 1983; Rice e Yoshikawa, 1982; Shingo 1985; Monden 1986).

In figura 7 è riportato uno schema riassuntivo che risulta dalla sintesi delle figure 2 e 5. Lo schema rappresenta un quadro concettuale interpretativo che costituisce una chiave di lettura delle differenze di gestione nei due principali contesti manifatturieri - produzione intermittente e produzione ripetitiva - all'interno dei tre sottosistemi base di governo della produzione: pianificazione, gestione scorte e controllo avanzamenti.

Si noti come all'interno del sottosistema controllo avanzamenti si siano riportate le quattro tecniche citate di SFC, in relazione al relativo grado di ripetitività.

All'interno del sottosistema gestione scorte si osservi come, rispetto alla figura 2, si sia previsto, anche per la produzione intermittente l'uso dell'MRP in modalità semplificata definita "calcolo dei fabbisogni".

E' infatti possibile anche nei sistemi intermittenti l'utilizzo di distinte piatte e l'impiego dell'MRP solo per il calcolo dei fabbisogni dei materiali. Ciò avviene ad esempio quando la regolazione della produzione e della movimentazione, all'interno dell'intero processo di produzione, è realizzata utilizzando il Kanban, mentre l'MRP viene impiegato solo per l'emissione degli ordini di acquisto.

Per quanto riguarda il sottosistema di pianificazione, con il termine "MPS a dettaglio crescente" ci si riferisce al modello trattato della Toyota dove l'MPS ha per oggetto elementi che aumentano il proprio grado di dettaglio man mano che il tempo procede, mentre mediante il termine "FAS mixato giornaliero con flow order" (Daily Rate), si fa riferimento alla definizione del tasso giornaliero del mix produttivo per linea di assemblaggio, tramite emissione di flow order anziché di job-order.

E' importante sottolineare infine come le modalità di definizione dell'MPS e del FAS secondo logiche ripetitive sia possibile anche in ambienti produttivi caratterizzati solo in alcune fasi produttive (ad esempio il montaggio) da gradi di ripetitività altissimi.

Nel caso eclatante della Toyota, infatti, nei reparti di fabbricazione di monte, la produzione avviene secondo modalità intermittente a lotti, regolata tramite cartellini kanban.

SOTTOSISTEMI DI GESTIONE DELLA PRODUZIONE / TIPO DI PRODUZIONE	PIANIFICAZIONE	GESTIONE SCORTE	CONTROLLO AVANZAMENTI	
PRODUZIONE INTERMITTENTE	- MPS - FAS CON JOB ORDER	MRP (DISTINTA MULTILIVELLO) o CALCOLO DEI FABBISOGNI (DISTINTA PIATTA)	DISPETTIVITÀ BASSA	DISPATCHING
			DISPETTIVITÀ MEDIA	SYNCHRO-MRP
			DISPETTIVITÀ ALTA	KANBAN
PRODUZIONE RIPETITIVA	- MPS A DETTAGLIO CRESCENTE CON DISCREZIONALIZZAZIONE DEI LEAD TIME - MPS CUMULATO - FAS MIXATO GIORNALIERO CON FLOW ORDER (DAILY RATE)	CALCOLO DEI FABBISOGNI (DISTINTA PIATTA)	DISPETTIVITÀ ALTISSIMA	DAILY RATE

Fig. 7 - Quadro concettuale interpretativo delle caratteristiche distintive della produzione intermittente e ripetitiva.

7 - Conclusioni

In questa nota sui sistemi di pianificazione e controllo della produzione ripetitiva gli autori hanno descritto le caratteristiche di gestione della produzione ripetitiva sottolineandone le logiche di funzionamento in contrapposizione a quelle della produzione intermittente. In particolare sono stati sviluppati i concetti di: MPS a dettaglio crescente, discrezionalizzazione dei lead time, MPS cumulato, FAS con emissione di flow order, calcolo dei fabbisogni con distinta piatta, Daily Rate.

L'analisi più approfondita del sottosistema di controllo avanzamenti ha consentito di distinguere nei due contesti intermittente e ripetitivo le attività svolte all'interno di questo sottosistema da quelle svolte nel sottosistema di pianificazione. Si è riusciti in tal modo a confrontare tecniche quali Dispatching, Synchro-MRP, Kanban e Daily Rate definendone i contesti applicativi in funzione del grado di ripetitività.

Infine si è potuti giungere alla proposta di uno schema concettuale interpretativo che costituisce una chiave di lettura per individuare le differenze di gestione nei due principali contesti manifatturieri - produzione intermittente e produzione ripetitiva - all'interno dei tre sottosistemi base di governo della produzione: pianificazione, gestione scorte e controllo avanzamenti.

In un successivo lavoro saranno descritti gli strumenti di natura informatica a supporto della gestione dei sistemi produttivi ripetitivi. ■

Riferimenti bibliografici

Bromberg H., Mann J. A., «Classical MRP In A Repetitive Environment», *Repetitive Manufacturing Seminar Proceedings*, APICS, Las Vegas, 22-24 aprile 1981.
Browne J., Harhen J., Shivnan J., *Production Management Systems*, Addison-Wesley, Wokingham, 1988.
Cincom, *Repetitive Manufacturing Control: Concepts and Highlights*, Cincom Systems, Cincinnati, 1989.
De Toni A., *Sistemi flessibili di produzione - Aspetti di gestione*, Cedam, Padova, in corso di pubblicazione.
De Toni A., Caputo M., Vinelli A., «Production management techniques: push-pull classification and application conditions», *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 8, n. 2, 1988.
De Toni A., Nassimbeni G., «Sistemi di controllo degli avanzamenti di produzione», *Logistica management*, n. 3, marzo 1991.
De Toni A., Panizzolo R., «Caratteristiche della produzione ripetitiva», *Logistica management*, n. 5, maggio 1991 a.
De Toni A., Panizzolo R., «Contesti applicativi degli impianti preposti alla produzione intermittente e ripetitiva», *Logistica management*, n. 6, giugno 1991 b.
Didsbury B. M., «The Key Elements And Concepts Of A Repetitive Manufacturing Control System», *Production and Inventory Management*, vol. 29 n. 3, Third Quarter, 1988.
Erhorn C. R., «Ensuring Work-In-Process Data Accuracy In Repetitive Manufacturing», *Computers In Manufacturing: Material Requirements Planning*, Auerbach Publishers, 1985.
Gessner R. A., *Repetitive Manufacturing Production Planning*, John Wiley & Sons, 1988.
Hall R. W., *Driving The Productivity Machine*, APICS, 1981.
Hall R. W., «Material Management In Repetitive Manufacturing Environments», *Computers In Manufacturing: Material Requirements Planning*, Auerbach Publishers, 1984.
Hall R. W., «Un caso di sintesi tra MRP e Kanban», *Logistica d'Impresa*, n.42, febbraio 1986.
Hunt C. L., «Repetitive Manufacturing And Standard MRP Software: Closing The Gap», *Zero Inventory Philosophy and Practices Seminar Proceedings*, APICS, St. Louis, 29-31 ottobre 1984.
Maranka P., «Cumulative Planning And Control-An MRP Variation», *Readings in Material and Capacity Requirements Planning*, 27th Annual International Conference, APICS, Las Vegas, 9-12 ottobre 1984.
Melnyk S. A., Carter P. L., Dilts D. M., Lyth D. M., *Shop Floor Control*, Dow Jones-Irwin, Homewood, 1985.
Monden Y., *Produzione just-in-time. Come si progetta e si realizza*, Isedi Petrini Editore, Torino 1986.
Powell C., «Cumulative MRP In A Repetitive Manufacturing Environment», *23th Annual International Conference Proceedings*, APICS, 1980.
Proud J. F., «Loading And Unloading The Shop Floor In Discrete And Repetitive Environments», *Zero Inventory Philosophy and Practices Seminar Proceedings*, APICS, St. Louis, 29-31 ottobre 1984.
Putnam A.O.,«MRP For Repetitive Manufacturing Shops: A Flexible Kanban System For America», *Production and Inventory Management*, vol. 24 n. 3, Third Quarter, 1983.
Quillen L. D., «Repetitive Manufacturing Assembly Scheduling», *28th Annual International Conference Proceedings*, APICS, Toronto, 21-25 ottobre 1985.
Raffish N., «The How Of Repetitive Manufacturing», *Readings in Management and Personal Development*, 27th Annual International Conference, APICS, Las Vegas, 9-12 ottobre 1984.
Rao A., Scheraga D., «Moving From Manufacturing Resource Planning To Just-in-Time Manufacturing», *Production and Inventory Management*, vol. 29 n. 1, First Quarter, 1988.
Rice J. W., Yoshikawa T., «A Comparison Of Kanban And MRP Concepts For The Control Of Repetitive Manufacturing Systems», *Production and Inventory Management*, vol. 23 n. 1, First Quarter, 1982.
Schonberger R.J., *World class manufacturing. Le nuove regole per una produzione di classe mondiale*, Franco Angeli, Milano, 1987.
Scott K.D., «MRP Systems Are Not All Alike», *Production and Inventory Management*, vol. 27 n. 1, First Quarter, 1986.
Shingo S., *Il Sistema di Produzione Giapponese "Toyota" dal punto di vista dell'Industrial Engineering*, Franco Angeli, Milano, 1985.
Steiner J. C., «Mass Production MRP Without Mass Producing Paperwork», *22th Annual International Conference Proceedings*, APICS, 1979.
Steiner J. C., «Mass Production Shop Floor Control Without Mass Producing Paperwork», *23th Annual International Conference Proceedings*, APICS, 1980.
Vollmann T.E., Berry W.L., Whybark D.C., *Manufacturing Planning and Control Systems*, Irwin, Homewood, 1988.

Note

[1] Il seguente paragrafo è ripreso da De Toni A., Sistemi flessibili di produzione, in corso di pubblicazione presso Cedam.
[2] Cfr. Shingo, (1985), pagg. 175-178, pagg. 188-189, e Y. Monden, (1986), pag. 69.
[3] Cfr. Monden, (1986), pag. 75.
[4] Cfr. Shingo, (1985), pagg. 177 e 179, e Y. Monden, (1986), pag. 69.
[5] Cfr. Monden, (1986), pag. 72.
[6] Shingo definisce la suddivisione del piano in periodi (decade, settimana o giorno) un "sistema di produzione suddiviso". Cfr. S. Shingo, (1985), pag. 231.
[7] Cfr. Monden, (1986), pag. 74. Per semplicità in figura 4 tale anticipo è stato posto pari a cinque giorni.
[8] Per ulteriori dettagli si veda Monden, (1986), pagg. 75-77.
[9] Cfr. Shingo, (1985), pag. 177.
[10] Monden, (1986), pag. 78.
[11] Cfr. anche Vollmann et altri, (1984), pag. 712.
[12] Il termine "Daily Rate" verrà spiegato nel successivo paragrafo.
[13] Questi ordini di fatto sono una regolazione di consegne di materie prime e componenti all'interno di accordi quadro a cui azienda e fornitori sono pervenuti nell'ambito della pianificazione aggregata di lungo periodo o Production Plan.
[14] La modalità di rilevazione dati "checkpoint operations" rispetto alla "operation by operation" comporta una ridefinizione del sistema di contabilità industriale, non più finalizzato a valutare l'efficienza di trasformazione delle singole operazioni, bensì del processo di produzione nel suo complesso.