N° 47
APRILE 1994

LOGISTICA Management

IL SERVIZIO • L'APPROVVIGIONAMENTO LA PRODUZIONE • LA DISTRIBUZIONE

SISTEMI INFORMATIVI PER LA PRODUZIONE RIPETITIVA

L'INTERAZIONE TRA LOGISTICA E TRASPORTI

L'UNIFICAZIONE NELLA LOGISTICA: I LAVORI DI CEN E UNI

NOVITA' MONDIALE DA FIAT OM CARRELLI ELEVATORI: FASE 20 E FASE 30

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE/50% MILANO - LIRE11.900 - EDIZIONI RITMAN S.r.l. - VIA VARESINA, 76 - 20156 MILANO - ISSN 1120-3587 - IN CASO DI MANCATO RECAPITO SI RESTITUISCA AL MITTENTE CHE SI IMPEGNA A PAGARE LA RELATIVA TASSA

LOGISTICA Management

Numero 47
Aprile 1994

SOMMARIO

EDITORIALE

All'Est poco di nuovo — *di Massimo Merlino* **7**

SERVIZI

Unificazione

L'unificazione nella logistica: i lavori del CEN e dell'UNI — *di Giovanbattista Marini* **29**

Trasporti

L'integrazione tra logistica e mondo dei trasporti da spedizioniere ad operatore logistico — *di Riccardo Rossi* **41**

Servizio

La competizione sul fattore "Qualità del servizio — *di Gianfranco Zatta* **49**

SAGGI

Software

Sistemi informativi per la produzione ripetitiva — *di A. De Toni, R. Panizzolo* **55**

Gestione

Logistica distributiva: nuovi compiti e nuove sfide — *di P. De Carolis, A. Tanucci, W. Duss* **65**

RUBRICHE

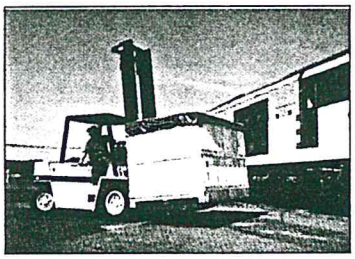
Pianeta produzione — *di Giancarlo Alesina* **11**

Handling — *di Gorgio Raimondi* **70**

Barcode e dintorni **72**

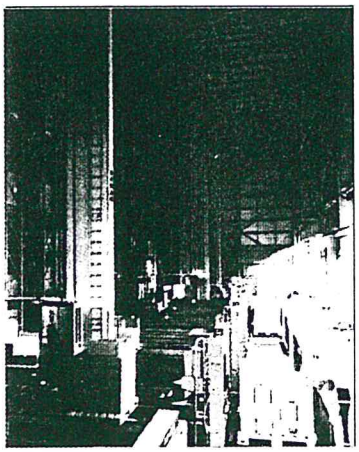
Informazioni aziendali **77**

Copertina: Per gentile concessione di Fiat Om Carrelli Elevatori



Trasporti ***41***

Servizio ***49***

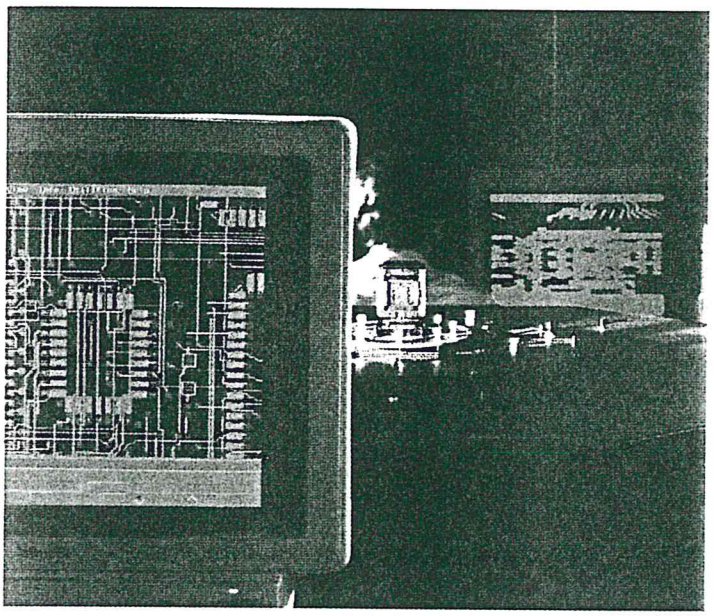


Handling ***70***

Sistemi informativi per la produzione ripetitiva

Tramite uno schema di analisi articolato sui tre sottosistemi base di governo della produzione - pianificazione, gestione scorte e controllo avanzamenti - sono descritte le principali funzionalità che caratterizzano un sistema informativo per la produzione ripetitiva.

Alberto De Toni, Roberto Panizzolo



In questo paper sui sistemi informativi per la produzione ripetitiva si riportano i risultati di un lavoro di approfondimento e ricerca sul tema più generale delle caratteristiche dei sistemi di gestione della produzione ripetitiva, analizzata in contrapposizione a quelle della produzione intermittente.
In un primo lavoro sui sistemi di produzione intermittente e ripetitiva (De Toni e Panizzolo, 1991a), 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 stati anche descritti gli elementi fondamentali che differenziano la produzione intermittente da quella ripetitiva.
In un secondo articolo (De Toni e Panizzolo, 1991b) è stata proposta 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 una terza nota (De Toni e Panizzolo, 1991c) gli autori hanno esaminato le caratteristiche di funzionamento e le logiche di gestione dei sistemi produttivi caratterizzati da una produzione di tipo ripetitivo arrivando alla proposta di 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.
In questo articolo sono esaminate le modalità con le quali vengono progettati e utilizzati i sistemi informativi per la gestione dei sistemi produttivi ripetitivi. L'argomento è di particolare interesse in quanto non è

Alberto De Toni (Università di Udine)
Roberto Panizzolo (Università di Padova)

ancora consolidato il modello logico-strutturale sul quale sviluppare dei package per la gestione della produzione ripetitiva. I package di supporto alla produzione ripetitiva disponibili oggi sul mercato sono numericamente limitati e spesso non derivano da precisi disegni organici, ma risultano da adattamenti e/o estemporanee estensioni di funzionalità di package definiti originariamente per sistemi produttivi di tipo intermittente (job-shop) (Krepchin, 1988; Jain, 1989).
Lo studio delle caratteristiche dei sistemi informativi di supporto alla gestione dei sistemi produttivi ripetitivi viene condotto attraverso uno schema di analisi articolato sui tre sottosistemi base di governo della produzione: pianificazione, gestione scorte e controllo avanzamenti. L'obiettivo è di pervenire alla proposta di un quadro concettuale interpretativo che costituisca una chiave di lettura delle nuove funzionalità software che devono essere possedute da un sistema informativo per la pianificazione e il controllo della produzione ripetitiva.
Al fine di comprendere meglio le principali problematicità operative e gli strumenti di natura informatica che le risolvono, nel paragrafo successivo vengono brevemente descritte le principali caratteristiche di funzionamento e le logiche di gestione dei sistemi produttivi ripetitivi in contrapposizione a quelli intermittenti.

1 Modalità di gestione della produzione ripetitiva in linea

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 prodotti in lotti che si contendono le risorse dello stabilimento e fluiscono nel sistema produttivo in modalità intermittente.
Il piano principale di produzione o Master Production Schedule (MPS), avente per oggetto prodotti o sottoassiemi o componenti, risulta formato da un insieme di ordini di produzione definiti per periodi pari generalmente a multipli di settimane o decadi.
La distinta base dei prodotti realizzati in sistemi job-shop 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 vari prelievi e versamenti a magazzino che richiedono accurate registrazioni in numero proporzionale ai livelli della distinta dei prodotti.
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 che si muove lungo i vari reparti sulle diverse macchine operative.
Il prelievo a magazzino dei materiali necessari per le

CATEGORIE PRODUTTIVE \ ESIGENZE DI GESTIONE DELLA PRODUZIONE	PIANIFICAZIONE	GESTIONE SCORTE	CONTROLLO AVANZAMENTI
PRODUZIONE INTERMITTENTE	- MPS CON WORK ORDER - DEFINIZIONE DEI WORK ORDER PER OGNI PERIODO (DECADE, SETTIMANA, MESE)	- MRP - DISTINTA BASE MULTILIVELLO	- UTILIZZO DEL WORK ORDER COME CHIAVE DI ACCESSO ALLE INFORMAZIONI - PRELIEVO DEI MATERIALI TRAMITE PICKING LIST GENERATE PER OGNI WORK ORDER - REGISTRAZIONE DELLO SCARICO DI MATERIE PRIME E COMPONENTI SIMULTANEAMENTE AL PRELIEVO - SCARICO, MOVIMENTAZIONE E CARICO DEL WIP REGISTRATI SIMULTANEAMENTE - CONSUMO DI RISORSE PER WORK ORDER
PRODUZIONE RIPETITIVA	- MPS CON CONTROL ORDER - MPS CUMULATO - PIANO DI PRODUZIONE GIORNALIERO CON FLOW ORDERS	- CALCOLO DEI FABBISOGNI - DISTINTA BASE PIATTA CON CODICI FANTASMA	- UTILIZZO DEL PART NUMBER COME CHIAVE DI ACCESSO ALLE INFORMAZIONI - GENERAZIONE DELLE PICKING LIST PER OGNI FLOOR STOCKS A PARTIRE DAL PIANO DI PRODUZIONE GIORNALIERO - REGISTRAZIONE DELLO SCARICO DI MATERIE PRIME E COMPONENTI AL VERSAMENTO DEI PRODOTTI FINITI (BACKFLUSHING) - MOVIMENTAZIONE DEL WIP SENZA REGISTRAZIONE DI CARICO E SCARICO - CONSUMO DI RISORSE PER WORK CENTER

Fig. 1. Lo schema concettuale utilizzato per l'analisi delle caratteristiche dei sistemi informativi per la gestione della produzione ripetitiva.

PERIOD	OVERDUE	1(W)	2(W)	3(W)	4(W)	5(W)
FORECAST	0	1000	1000	1000	1000	1000
DEMAND	0	750	0	0	0	0
AVAILABLE	25	25	25	25	25	25
ATP	0	275	1000	1000	1000	1000
MPS ORDERS	0	1000	1000	1000	1000	1000

ATP = Available to Promise

Fig. 2. Formato standard del record MPS nella produzione intermittente.

lavorazioni, avviene a fronte di una lista di prelievo o "picking list", generata automaticamente dal sistema informatico per ogni work order. Lo scarico contabile dei materiali - prelevati dal magazzino e inviati ai vari work centers sui quali avvengono le lavorazioni previste dal ciclo di lavoro per lo specifico lotto - si ha contestualmente al prelievo.
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). In quest'ultimo caso l'avanzamento di un lotto da un centro i-esimo al successivo i+1-esimo comporta generalmente la registrazione simultanea rispettivamente dello scarico (dal centro i-esimo), della movimentazione (dal centro i-esimo al centro i+1-esimo) e del carico (sul centro i+1-esimo) del WIP.
Nei sistemi a flusso in linea o ripetitivi le logiche di

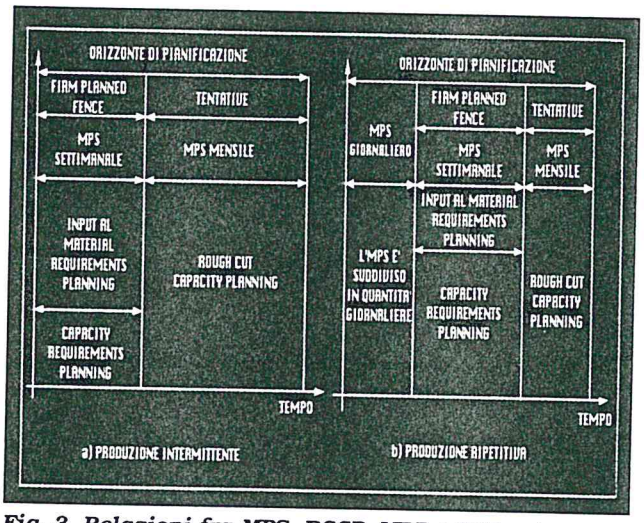


Fig. 3. Relazioni fra MPS, RCCP, MRP e CRP nei sistemi produttivi intermittenti e ripetitivi.

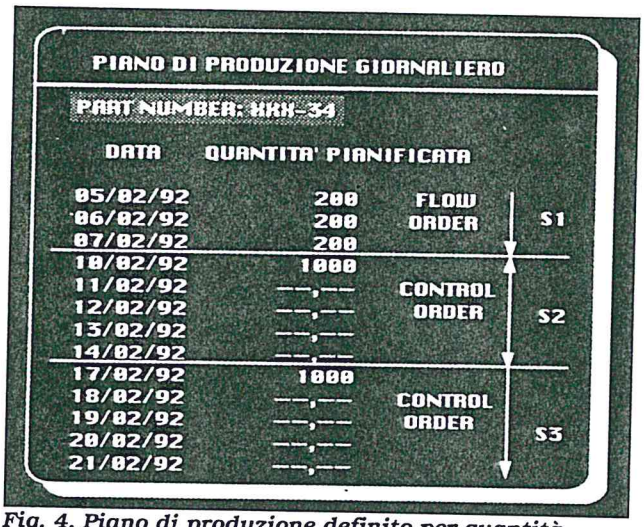


Fig. 4. Piano di produzione definito per quantità giornaliere a partire da un MPS standard.

funzionamento delle attività produttive risultano molto diverse.

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 sulle singole unità produttive, bensì sull'intero processo. L'obiettivo è di ottenere un fluire, il più possibile continuo e uniforme, dei materiali attraverso la fabbrica sino a diventare prodotto finito (Schonberger, 1987).

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. 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 contesti più avanzati la pianificazione della produzione viene sviluppata su più livelli secondo una logica di dettaglio crescente; si definiscono:

- un piano di produzione di lungo periodo (anno) che determina, in funzione delle previsioni di vendita, per ogni trimestre o quadrimestre, un numero di prodotti "medi" da produrre;
- un piano di produzione di medio periodo (trimestre o quadrimestre) che definisce, per ogni mese del trimestre o quadrimestre, le quantità, i modelli e i dettagli produttivi;
- un piano finale di montaggio di breve periodo (mese) che indica, le quantità per modello e per giorno da assemblare sulle linee. Il piano di assemblaggio definisce in altre parole la sequenza giornaliera esatta con cui i modelli avanzano sulla linea di montaggio nell'arco del mese.

Il piano principale di produzione o MPS ha quindi per oggetto elementi che aumentano il proprio grado di dettaglio man mano che il tempo procede. Inoltre, in contesti produttivi ripetitivi, l'MPS viene solitamente formulato con modalità cosiddette "cumulate" (Maranka, 1984; Scott, 1986). 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.

Per quanto riguarda le operazioni finali di assemblaggio queste sono determinate in base ad un FAS, avente un orizzonte temporale pari o superiore al lead time di montaggio, che prevede mix e tassi produttivi giornalieri sulle linee di montaggio (Quillen, 1985).

La definizione del FAS comporta l'emissione di "control order" e di "flow order" di seguito descritti, in 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 10 giorni) sono definite tramite i cosiddetti "ordini di controllo". I flow order sono invece ordini che, in funzione delle quantità previste dall'ordine di controllo, specificano le quantità giornaliere di produzione (nell'esempio 1000). Le quantità specificate per i diversi flow order non possono assumere valori arbitrari, ma devono essere coerenti con la capacità giornaliera che caratterizza la linea. Quando i prodotti sono realizzati secondo il programma, essi vengono accreditati automaticamente all'ordine di controllo fino al raggiungimento della quantità da produrre (nell'esempio 10.000).

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

Questi programmi quindi, che definiscono le quantità da produrre in un determinato periodo sono i veri regolatori dei sistemi produttivi ripetitivi in linea. Al

centro dell'attività di controllo vi sono infatti il ritmo di produzione e i flussi dei diversi materiali attraverso lo stabilimento, anziché il completamento dei vari ordini come nel job-shop. Gli elevati volumi di produzione e i bassi tempi di attraversamento rendono infatti difficile l'utilizzo del tradizionale strumento di controllo tipico del job-shop, il work order. E' quasi impossibile infatti, visti i ritmi di produzione elevati, ottenere informazioni dettagliate relative allo stato dei vari "jobs" sulla linea.
Per quanto riguarda la pianificazione dei fabbisogni dei materiali nei contesti di produzione ripetitiva, c'è da notare che normalmente la procedura MRP, risulta "degradata" 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 (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).
Anche l'attività di controllo avanzamenti avviene con modalità diverse rispetto alla produzione intermittente. 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 (flow order) definiti per part number. Data l'uniformità produttiva vengono infatti meno le tradizionali esigenze operative di controllo; i prelievi sono eseguiti sulla base dei piani. Gli assemblaggi realizzati presso le stazioni della linea non sono stoccati a magazzino e non richiedono registrazioni di carico e scarico, 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 sono immagazzinati centralmente, ma arrivano direttamente sulle linee sia secondarie che principali e vengono momentaneamente stoccati in aree dedicate o floor stocks a piè di linea per essere utilizzati rapidamente. La movimentazione dei materiali tra il magazzino e i floor stocks è regolata tramite picking list definite, come vedremo, non più per work order bensì per floor stocks a fronte del piano produttivo giornaliero (daily rate).
La rilevazione dei consumi di materie prime, componenti e risorse, anziché essere effettuata al momento del prelievo, può essere desunta dal volume di output tramite la distinta base. Questa tecnica, che consente di ricostruire a posteriori tutti i consumi in base agli articoli versati a magazzino, è nota con il termine "backflushing" o "post-deducting" (Didsbury, 1988) e richiede una scelta preliminare di "operazioni pilota"

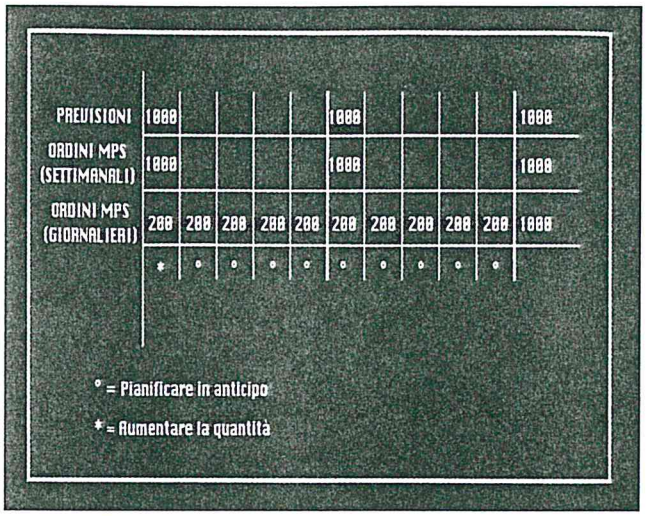


Fig. 5. MPS per quantità giornaliere con generazione di exception message.

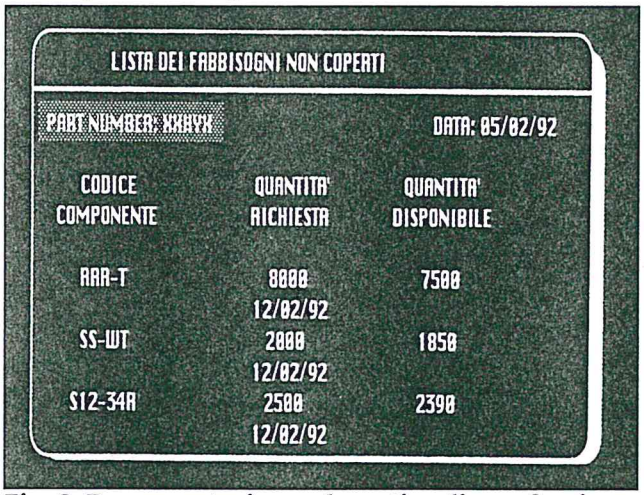


Fig. 6. Rappresentazione schematica di una funzione per la verifica della disponibilità dei materiali necessari a fronte di un piano di produz. giornaliero.

lungo la linea sulle quali effettuare le registrazioni.
Le osservazioni sin qui fatte relativamente alle modalità di gestione della produzione ripetitiva in contrapposizione a quella intermittente sono schematicamente rappresentate nella figura 1 che costituisce lo schema di analisi utilizzato per lo studio delle caratteristiche dei sistemi informativi per la gestione della produzione ripetitiva.
Nei prossimi paragrafi vengono presentati, per ognuno dei tre sottosistemi di gestione della produzione di figura 1 - rispettivamente pianificazione, gestione scorte e controllo avanzamenti - le principali funzionalità software che devono essere disponibili in un sistema informativo operante all'interno di contesti produttivi ripetitivi.
Si tratta di strumenti informatici in grado di governare un processo produttivo le cui caratteristiche più rilevanti sono la velocità dei materiali che transitano a flusso attraverso lo stabilimento e gli alti volumi di produzione.

FABBISOGNO DI CAPACITA' PER WORK CENTER

PERIODO: 05/02/92 - 17/02/92 DATA: 05/02/92

IDENTIFICATORE DEL WORK CENTER: WSB1
AREA PRODUTTIVA: LINE1

PART NUMBER	QUANTITA' DA PRODURRE	CARICO PIANIFICATO SET-UP	RUN	TOTALE
SRT-34	2000	0.00	7.66	7.66
45-34T	2500	0.00	6.00	6.00

----------WORK CENTER--------

CAPACITA' MAX 16.00 CAPACITA' NORMALE 14.00

Fig. 7. Esempio di funzione per verifica fabbisogni di capacità a partire da un piano di produz. giornaliero.

PIANO PRINCIPALE DI PRODUZIONE CUMULATO

PART NUMBER: XXXYY DATA: 05/02/92

DATA	QUANTITA' PIANIF.	PRODOTTE	SCARTATE	DA PRODURRE	DATI CUMULATI PRODUZIONE	FABBISOGNO	NET
05/02/92	200	0	0	200	800	900	-100
06/02/92	200	0	0	200	1000	1100	-100
07/02/92	200	0	0	200	1200	1200	
10/02/92	200	0	0	200	1400	1400	
11/02/92	200	0	0	200	1600	1500	+100
12/02/92	200	0	0	200	1800	1800	
13/02/92	200	0	0	200	2000	2000	
14/02/92	200	0	0	200	2200	2200	
17/02/92	1000	0	0	1000	3200	3200	
24/02/92	1000	0	0	1000	4200	4200	
02/03/92	1000	0	0	1000	5200	5200	
09/03/92	1000	0	0	1000	6200	6200	
16/03/92	1000	0	0	1000	7200	7200	

Fig. 8. Visualizzazione in modalità "cumulate" del piano principale di produzione.

L'analisi che verrà condotta non intende essere uno studio esaustivo di tutte le funzionalità software che dovrebbero comporre un sistema informativo per la gestione della produzione ripetitiva, ma è viceversa finalizzata, attraverso la descrizione delle funzioni fondamentali, a fornire un quadro di riferimento.

2 Il sottosistema di pianificazione

L'obiettivo finale del processo di pianificazione è di tradurre il piano di produzione definito a livello di famiglia di prodotti, nel piano di produzione a livello di prodotto singolo/sottoassieme. Ciò è ottenuto tramite la definizione degli ordini nella produzione intermittente e del "rate" giornaliero di produzione nella produzione ripetitiva.

Nel primo caso (produzione intermittente) il piano principale di produzione è costituito da ordini formulati su base settimanale (standard MPS record) che vengono poi rilasciati alla procedura MRP al fine di formulare un piano dei materiali tempificato (figura 2). Viceversa nei sistemi produttivi ripetitivi l'MPS nella forma classica viene utilizzato solo per la pianificazione di lungo e medio termine utilizzando tecniche di Resource Requirements Planning e Rough Cut Capacity Planning. Diversamente da quanto avviene nella produzione intermittente però, è necessario che le quantità pianificate a livello settimanale o mensile, vengano, prima di essere rilasciate, ulteriormente riviste per pervenire a programmi giornalieri elaborati in modo da consentire un corretto bilanciamento delle linee che tenga conto dei diversi tempi di ciclo dei differenti codici che vi transitano.

La figura 3, tratta dalla letteratura (Cincom, 1990), illustra quanto sin qui detto. Si noti che anche nei contesti ripetitivi è possibile impiegare la procedura CRP per effettuare la pianificazione dei fabbisogni di capacità: appare ad ogni modo chiaro come la produzione a flusso e l'uniformità dei programmi di produzione rendano più agevole la determinazione del carico sul sistema produttivo per le diverse stazioni operative.

L'esigenza di pervenire alla formulazione di un MPS in quantità giornaliere al fine di riuscire ad assicurare regolarità al flusso produttivo, mettendo a punto programmi più uniformi possibile per l'orizzonte operativo, richiede la presenza di nuove funzionalità nel modulo MPS di un sistema informativo di produzione.

Queste nuove funzionalità devono permettere, da un lato, la formulazione del piano di produzione per quantità giornaliere a partire da un piano definito su quantità settimanali o mensili e, dall'altro, la possibilità di aggiornare tale piano a fronte del reale andamento della produzione giornaliera della linea. Quest'ultimo aspetto comporta, come vedremo, la necessità di generare report che consentano la consuntivazione della produzione non più per work order ma per part number e/o per centro di lavoro.

Per quanto riguarda il primo punto, una volta che è stata richiamata, tramite part number, una funzione quale quella rappresentata in figura 4, il sistema propone per ogni periodo (solitamente la settimana) la quantità totale da produrre formulata in sede di definizione dell'MPS standard (control order). Il pianificatore introduce quindi le singole quantità giornaliere (flow order) a partire, come sopra detto, dalle esigenze di bilanciamento delle linee. Se per un determinato orizzonte temporale il bilanciamento delle linee non richiede variazioni nelle quantità giornaliere da produrre, è possibile dispensare il pianificatore dal caricare una grossa mole di dati nel sistema, semplicemente prevedendo una modalità automatica di suddivisione media del control order su uno specifico orizzonte temporale.

Se l'introduzione, all'interno di un sistema MPCS tradizionale, di una funzione che consente la suddivisione dell'MPS, definito su base settimanale, in quan-

tità giornaliere, non appare particolarmente difficile, d'altra parte devono essere valutati con attenzione alcuni problemi che possono sorgere durante la sua implementazione. Tradizionalmente le procedure software per la gestione degli ordini e dei fabbisogni operano in modo tale che ogniqualvolta i fabbisogni non risultano coperti dalle quantità in ordine il sistema cerca di modificare gli ordini esistenti e/o di pianificarne di nuovi. Quando non è in grado di risolvere in maniera autonoma le situazioni venutesi a creare, il sistema provvede a generare uno o più messaggi di eccezione (exception message) che segnalano all'operatore il problema in questione suggerendo anche eventuali azioni correttive che richiedono l'autorizzazione del pianificatore (Vollmann e altri, 1988). Nel caso di figura 4 ad esempio, riprodotta in maniera schematica nella seguente figura 5, il sistema, a fronte di un fabbisogno di 1000 unità per ogni periodo, ha elaborato dei tradizionali ordini MPS, per lotti pari a 1000, collocati nel primo giorno della settimana richiedendo in tal modo che i pezzi risultino disponibili per quel giorno.
Se ora l'ordine MPS viene suddiviso in più quantità giornaliere, la prima di queste non è più sufficiente a coprire l'intero ordine per 1000 pezzi della settimana, ragione per cui il sistema produce un messaggio di eccezione che consiglia di aumentare, se possibile, l'ammontare della prima quantità, mentre per ognuna delle quantità posizionate nei restanti giorni viene suggerito di anticiparne, se possibile, la data di ottenimento al primo giorno della settimana.
Operando con un MPS giornaliero e con le modalità appena descritte il rischio per il pianificatore è di "affogare" in un mare di messaggi di eccezione perdendo di vista le reali problematiche. Un possibile rimedio potrebbe essere quello di far uso dei cosiddetti "exception dampeners" o smorzatori di eccezioni. Si tratta di definire e caricare nel data base del pacchetto software dei parametri con opportuni valori di soglia che permettano di "filtrare" i messaggi generati dal sistema in modo tale da consentire al pianificatore di focalizzarsi sui veri problemi.
Ad esempio uno di tali parametri che potremo chiamare "working days late", consente, se posto diverso da zero (3 ad esempio), di inibire la generazione di quei messaggi di eccezione che segnalano gli ordini in ritardo, rispetto alla data pianificata di chiusura, di un numero di giorni minore o uguale a 3. Nel caso di figura 5 tale parametro potrebbe essere posto uguale a 5.
Le pur brevi considerazioni appena svolte evidenziano come la funzione software di suddivisione degli ordini settimanali dell'MPS in quantità giornaliere non può venire introdotta sic et simpliciter in un package tradizionale ma richieda viceversa un corretto adattamento di altre funzionalità del sistema.
Una volta pervenuti ad un piano di produzione giornaliero sulla base di flow orders è necessario, prima di renderlo esecutivo, effettuare una verifica di fattibilità dettagliata del medesimo in termini sia di materiali che di risorse disponibili.

REPORT PER LA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI

PERIODO: 05/02/92-07/02/92

SUPPLY LOCATION ID: ZZZZYZ DESCRIZIONE: MASTER LOCATION

PART NUMBER	QUANTITA' ON-HAND	FLOOR STOCK LOCATION	QUANTITA' RICHIESTA
XXXYX	300	WZ031	250
ZSAT-2	130	WS032	126
Z345-12	270	WS056	270
QEZRS-89	230	WS058	220
FR45	120	WS031	120
345DF	120	WS031	100

Fig. 9. Esempio di report per la gestione delle giacenze delle aree dedicate a piè di linea.

REPORT PER LA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI

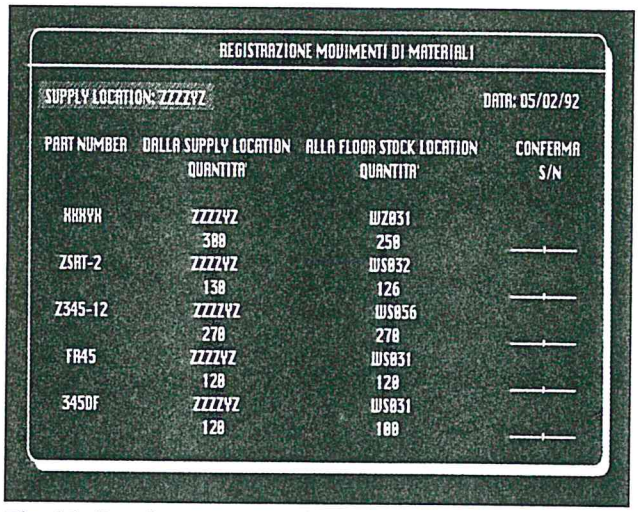
PERIODO: 05/02/92-07/02/92

FLOOR STOCK LOCATION ID: ZZZZYZ DESCRIZIONE ASSEMBLAGGIO MOTORE

PART NUMBER	QUANTITA' RICHIESTA	SUPPLY LOCATION
XXXYX	300	ST031
ZSAT-2	130	ST032
Z345-12	270	ST056
QEZRS-89	230	ST058
FR45	120	ST031
345DF	120	ST031

Fig. 10. Un secondo esempio di report per la gestione delle giacenze delle aree dedicate a piè di linea.

Per quanto riguarda i materiali, la verifica dei piani produttivi è condotta naturalmente anche all'interno dei sistemi intermittenti, ma nei contesti ripetitivi l'assenza dei work order richiede la disponibilità di funzioni software innovative, che evidenziano - per singolo part number anziché per work order - i fabbisogni di materiali non coperti dalle quantità disponibili (si veda figura 6).
Per la verifica dei fabbisogni di capacità è necessario disporre di un secondo tipo di funzione, quale quella schematizzata in figura 7, che permetta di evidenziare, su un determinato orizzonte temporale, il carico giornaliero che grava sui vari centri di lavoro derivante dai piani di produzione giornalieri (e non da ordini di lavoro) dei diversi particolari.
Infine, una volta che il piano di produzione giornaliero per un determinato periodo viene rilasciato e quindi diventa operativo, si rivela preziosa la disponibilità di funzioni che permettano una visualizzazione completa del reale andamento delle attività produttive; tali



REGISTRAZIONE MOVIMENTI DI MATERIALI

SUPPLY LOCATION: ZZZZYZ DATA: 05/02/92

PART NUMBER	DALLA SUPPLY LOCATION QUANTITA'	ALLA FLOOR STOCK LOCATION QUANTITA'	CONFERMA S/N
KKKYK	ZZZZYZ	WZ031	
	300	250	
ZSRT-2	ZZZZYZ	WS032	
	130	126	
Z345-12	ZZZZYZ	WS056	
	270	270	
FR45	ZZZZYZ	WS031	
	120	120	
345DF	ZZZZYZ	WS031	
	120	100	

Fig. 11. Funzione per la registrazione dei movimenti di materiali tra le supply location e le floor stock location.

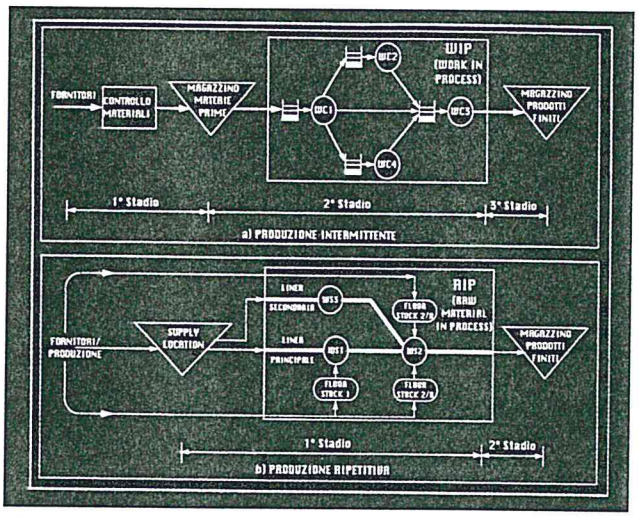


Fig. 12. Work in Process (WIP) e Raw Material in Process (RIP) nella produz. intermittente e ripetitiva.

funzioni consentono una rappresentazione del piano di produzione in modalità cosiddetta "cumulate" in accordo con quanto affermato precedentemente. Una rappresentazione schematica di una funzionalità di questo tipo è contenuta nella figura 8 che evidenzia le quantità giornaliere di produzione pianificate e le unità effettivamente realizzate.
Nel paragrafo successivo sono esaminate le principali funzionalità utilizzate per l'attività di gestione delle scorte nei sistemi produttivi ripetitivi.

3 Il sottosistema di gestione scorte

È di fondamentale importanza una volta definiti i piani di produzione giornalieri (tramite i flow orders), che quest'ultimi risultino "allineati" con il piano dei fabbisogni dei materiali precedentemente elaborato sulla base dei control orders, in quanto è necessario inviare i materiali sulla linea a fronte di consumi giornalieri e non sulla base di ordini settimanali o mensili. Se si vuole mantenere il flusso infatti, bisogna garantire un corretto versamento di materiali e componenti nei punti di utilizzo lungo la linea.
Il processo di pianificazione dei fabbisogni dei materiali avviene tramite una procedura MRP che, come già detto, di fatto è diventata 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. La notevole velocità con la quale i materiali transitano lungo le linee fa sì che i codici dei livelli intermedi della distinta base non possano essere gestiti a magazzino: per essi quindi non viene eseguito il classico calcolo per la determinazione dei fabbisogni netti al fine di arrivare a definire delle proposte d'ordine (planned orders).
Per poter operare con questa modalità è necessario disporre di distinte base piatte o flat bill. Queste possono essere costruite tramite i cosiddetti codici fantasma la cui definizione richiede l'inserimento, all'interno della struttura del record per memorizzare i dati relativi ai codici di un nuovo campo contenente un particolare "flag". Durante l'elaborazione del piano dei materiali il valore contenuto in tale campo segnala alla procedura MRP se il codice in esame è fantasma e non richiede di conseguenza la determinazione dei planned orders.
Le modalità di produzione in linea impongono come già detto che i materiali siano disponibili lungo le stazioni della linea in determinate aree o punti dedicati. Per garantire una corretta gestione delle giacenze presenti in tali floor stocks è necessario disporre di nuove funzionalità software in grado di operare sulla base dei fabbisogni di materiali derivanti dai programmi di produzione giornalieri.
Un primo tipo di report, schematizzato in figura 9 e utilizzato dagli operatori del magazzino/i, indica, anche con frequenza giornaliera, l'elenco dei materiali da inviare alle linee al fine di garantirne una corretta alimentazione. A partire dalle quantità pianificate dei piani di produzione giornalieri, viene fornita la lista di tutti gli articoli con le relative quantità da prelevare dal magazzino centrale - eventualmente articolato in più supply location - e da inviare alle aree dedicate lungo la linea (floor stock location).
Se si intende però ottimizzare la gestione dei flussi di materiali all'interno dello stabilimento, può risultare importante anche l'indicazione "inversa", ovvero, data una particolare floor stock location, quali sono i materiali necessari per garantire una giusta alimentazione della linea. Questo secondo tipo di report, illustrato in figura 10, evidenzia, per un determinato periodo e per una specifica floor stock location tutti i materiali e/o componenti necessari per il mantenimento del flusso produttivo, con l'indicazione delle supply location dalle quali i materiali devono essere prelevati. In questo modo si è in grado di minimizzare il numero di invii di materiali presso lo stesso punto

lungo la linea e di razionalizzare i percorsi degli stessi. L'invio dei materiali dalle supply location alle floor stock location deve essere comunicato al sistema informativo. Allo scopo di minimizzare il numero di transazioni che devono essere caricate nel sistema (visti gli alti volumi in gioco) è necessario disporre di opportune funzionalità che consentano la registrazione rapida dei movimenti avvenuti. Si è usato il termine movimento e non prelievo poiché, come vedremo nel successivo paragrafo, nei sistemi ripetitivi lo scarico contabile dei magazzini avviene automaticamente tramite la tecnica di backflushing.
La funzione di registrazione dei movimenti precisa - per ogni singola area dalla quale vengono prelevati i materiali da inviare lungo la linea - le quantità pianificate a fronte dei piani giornalieri elaborati. Se le quantità effettivamente prelevate dall'area coincidono con tali fabbisogni pianificati, una semplice conferma consente di registrare rapidamente tutte le movimentazioni avvenute. Se invece alcuni materiali vengono prelevati per quantità diverse (maggiori o minori) da quelle previste, queste possono essere espressamente segnalate (si veda la figura 11).

4 Il sottosistema controllo avanzamenti

A differenza di quanto accade nei sistemi intermittenti, nei sistemi ripetitivi la movimentazione dei prodotti lungo le linee di produzione avviene non in lotti predefiniti, ma per pezzo singolo secondo un flusso continuo, con bassi tempi di attraversamenti e in assenza di code. 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.
La produzione intermittente è essenzialmente un processo che avviene su tre "macro-stadi": 1) controllo e versamento dei materiali di acquisto nei magazzini iniziali, 2) prelievo dei materiali e gestione del Work In Progress (WIP), 3) versamento dei prodotti finiti.
Il processo produttivo ripetitivo risulta invece articolato su due macro-stadi: 1) versamento dei materiali di acquisto nelle supply locations o direttamente nelle floor stocks locations poste lungo la linea, 2) versamento dei prodotti finiti. Gli alti volumi in gioco e i brevi tempi di attraversamento impongono la disponibilità di materiali che non richiedano un controllo in ingresso, ma risultino autocertificati dai fornitori (figura 12). La situazione nella quale la movimentazione dei codici lungo la linea avviene senza successive registrazioni di carico e scarico sui centri produttivi è stata denominata "Raw Material in Process" (RIP), (Hewlett Packard, 1988).
L'obiettivo fondamentale di un sistema SFC nella

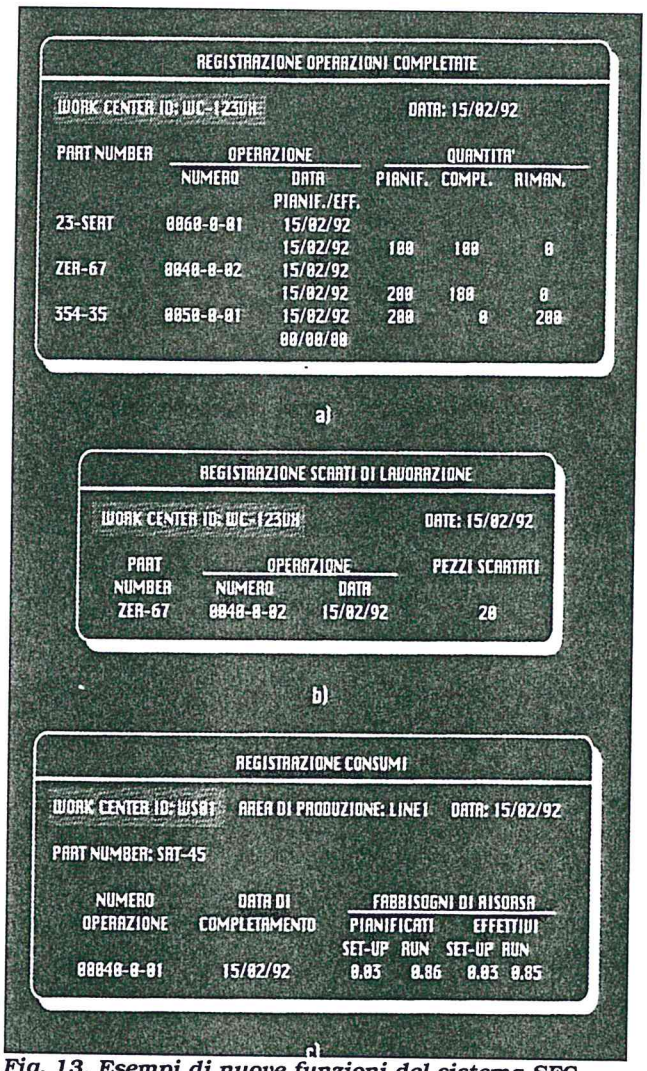


Fig. 13. Esempi di nuove funzioni del sistema SFC nella produzione ripetitiva.

produzione ripetitiva è di controllare il flusso ininterrotto dei materiali attraverso lo stabilimento (Proud, 1984). L'attività di controllo e di registrazione dei fatti produttivi non può essere condotta con le tecniche tradizionali poiché risulterebbe troppo costosa quando addirittura non praticabile. L'esigenza di fondo è il raggiungimento di un elevato grado di semplicità e di facilità operativa delle tecniche impiegate.
In questa logica l'oggetto della attività di controllo sono solo le fasi più critiche, le operazioni chiave e gli eventi più significativi. Questo significa impiegare, in alternativa al metodo "operation by operation", tipico del job-shop, il metodo "checkpoint operations". E' necessario cioè selezionare un certo numero di punti cardine presso i quali effettuare le rilevazioni sia delle quantità giornaliere completate che dei consumi avvenuti.
In tal modo è possibile minimizzare il numero di transazioni da caricare nel sistema informativo rendendo contemporaneamente più facile anche il data entry. Se inoltre viene impiegata la tecnica di backflu-

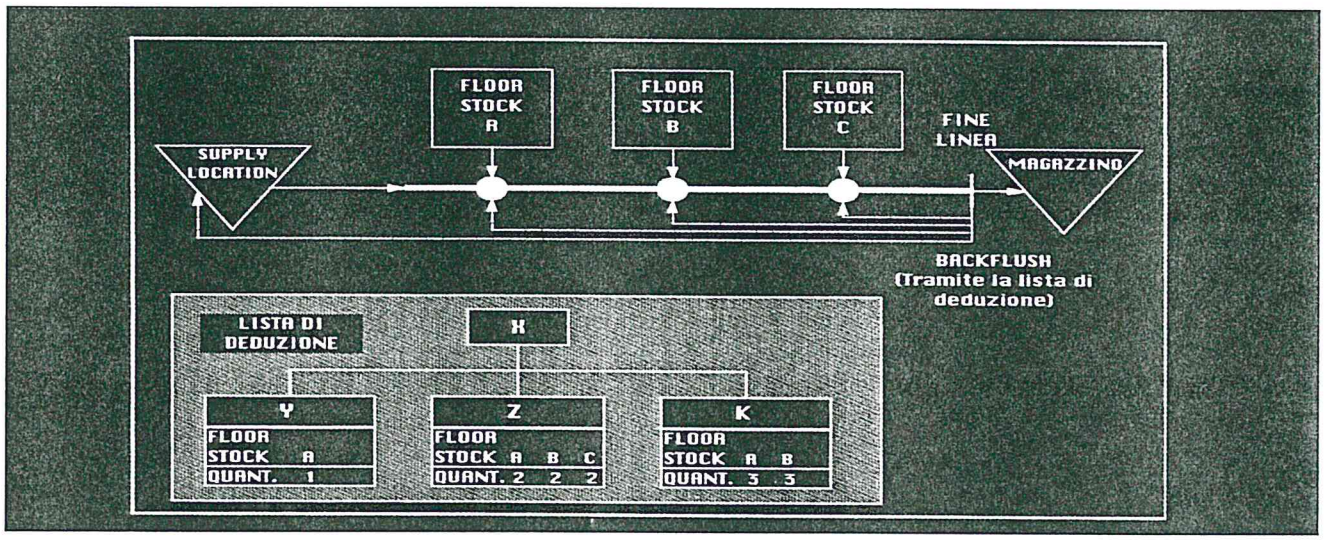


Fig. 14. Rappresentazione del funzionamento della tecnica di backflushing tramite lista di deduzione.

shing per lo scarico automatico delle aree a piè di linea e dei magazzini si ottiene una generale semplificazione di tutta l'attività di controllo avanzamenti.

Evidentemente la possibilità di operare secondo quanto appena detto è legata all'impiego di funzioni software che generalmente non sono presenti nei package tradizionali. L'assenza del work order infatti impone che la rilevazione degli eventi produttivi avvenga necessariamente per work center e/o per part number. Sono i singoli centri di lavoro i veri cardini di tutto il sistema di controllo avanzamenti e le nuove funzioni di controllo e di reporting possono comunicare al sistema informativo l'andamento delle attività produttive solo rilevando quanto avviene presso tali centri.

Rilevazione quantità completate. Un esempio di funzione di controllo (figura 13a) è rappresentato dalla visualizzazione - una volta specificato il centro di lavoro e a partire da una elaborazione dei piani giornalieri di produzione - di tutti quei codici, con le relative quantità di produzione pianificate, che hanno una o più operazioni schedulate in quel giorno presso quel centro. L'operatore può comunicare al sistema informativo il completamento del numero di pezzi ottenuti senza alcun riferimento agli ordini di lavoro.

Rilevazione scarti. Analogamente anche la rilevazione degli scarti viene effettuata per work center e non per ordine di lavoro. Dopo aver richiamato il centro di lavoro, è sufficiente che l'operatore precisi il part number del codice lavorato e l'ammontare degli scarti ottenuti (figura 13b).

Rilevazioni consumi. In maniera simile a quanto avviene per l'indicazione delle quantità completate e/o scartate anche le funzioni per la registrazione dei consumi di risorsa (ore uomo e/o ore macchina) operano senza il riferimento all'ordine di lavoro. L'operatore, precisato il centro di lavoro e il part number dei codici appena lavorati, ottiene i dati pianificati relativi a tali codici, ovvero il sequence number dell'operazione che viene eseguita su quel centro e i dati standard sia di set-up che di lavorazione (figura 13c). A questo punto è sufficiente caricare i valori relativi ai consumi effettivi di risorsa che verranno quindi memorizzati per essere eventualmente utilizzati in attività future, ad esempio durante la fase di pianificazione dei fabbisogni di risorsa (Resource Requirements Planning).

Scelta dei punti di controllo e tecnica di backflushing. Nella produzione ripetitiva vengono meno le tradizionali esigenze di controllo perché ogni reparto ed ogni centro tende a prelevare sempre gli stessi articoli a seconda del suo ruolo nel processo globale e a svolgere su questi le medesime operazioni. Si è in presenza cioè di cicli di lavorazione fissi. E' questo il motivo per il quale le funzioni presentate precedentemente vengono utilizzate solo in alcuni "punti chiave" del processo produttivo, dove è necessario avere "visibilità" (tra cui sicuramente il fine linea), e non in tutte le diverse fasi. Vari sono i fattori utilizzati per la scelta dei punti da controllare lungo la linea: è prassi comune ad esempio preferire quei centri che sono un punto di diramazione lungo la linea, o nei quali sono svolte operazioni particolarmente complesse che talvolta non rispettano i fabbisogni standard di risorsa, oppure che richiedono l'utilizzo di componenti di particolare valore.

In tutti questi casi l'attività di controllo e di rilevazione, che avviene tramite le funzioni appena descritte, è diretta, immediata, ovvero con comunicazione da parte dell'operatore delle produzioni effettuate, mentre per i rimanenti punti lungo la linea si opera in maniera indiretta o a posteriori: la rilevazione di tutti i consumi di materie prime e componenti anziché essere effettuata nel momento in cui questi avvengono, viene desunta dal volume di output tramite la conoscenza della distinta base e dei cicli di lavorazione utilizzando la tecnica di backflushing o "post-deducting".

Il meccanismo di funzionamento può essere rappresentato come in figura 14. Rilevando le quantità di prodotti X che transitano alla fine della linea il sistema aggiorna automaticamente, tramite la conoscenza della relativa lista di deduzione (ottenuta dalla inte-

grazione di informazioni contenute nella distinta base e nel ciclo di lavorazione), i valori delle giacenze di:
• X nel magazzino prodotti finiti;
• Y, Z e K rispettivamente nelle floor stocks (A), (A, B, C) e (B, C).
Ad esempio, se giornalmente vengono prodotti 2000 pezzi del particolare X, sempre giornalmente vengono scaricati dai floor stocks lungo la linea 2000 pezzi del componente Y, 12000 pezzi del componente Z e 12000 pezzi del componente K.
Per quei materiali che non vengono stoccati direttamente lungo la linea, ma sono inizialmente inviati presso uno o più magazzini centralizzati e da quest'ultimi successivamente movimentati presso i centri della linea, lo scarico contabile di questi magazzini centralizzati avviene sempre tramite la tecnica di backflushing. Questo in accordo con quanto detto nel paragrafo precedente, quando si è affermato che nell'invio dei materiali dalle supply location ai floor stock viene registrato solo la movimentazione e non il prelievo.
Con un tale sistema di rilevazione, l'evoluzione delle giacenze è una rappresentazione dinamica dello svolgimento delle attività produttive.
La particolarità del backflushing è la sua natura "a posteriori": solo dopo aver ricevuto l'assieme se ne consumano i componenti, e non viceversa. Si tratta dell'unica via praticabile nella produzione ripetitiva visti i bassi tempi di attraversamento.
Per una corretta implementazione della tecnica di backflushing è necessario definire con accuratezza:
• i punti lungo la linea ritenuti prioritari, per i quali il controllo deve essere diretto (cioè con backflushing a ritroso fino al punto precedente); questi vengono detti "punti chiave" o "Milestone Operations" (Cincom, 1989);
• le cosiddette liste di deduzione, tante quante sono i "punti chiave" contenuti nel processo di lavorazione, per ogni prodotto realizzato sulle linee.
La conoscenza delle liste di deduzione è di fondamentale importanza per operare con la tecnica di backflushing. Quest'ultima prende avvio quando presso una Milestone Operation viene registrato l'avvenuto completamento di un certo numero di pezzi di un determinato prodotto. In presenza di più Milestone Operations nel ciclo di lavorazione di un prodotto, il processo di backflushing è possibile solo se il sistema conosce esattamente, per tutte le operazioni collocate tra due Milestone Operations successive, le quantità di materiali e/o di componenti utilizzati e i rispettivi punti di stoccaggio. L'insieme di queste informazioni costituisce quella che abbiamo già definito la lista di deduzione per quella particolare Milestone Operation in cui si è innescato il processo di backflushing. ■

Riferimenti bibliografici

Bromberg H., Mann J. A., *Classical MRP in A Repetitive Environment*, Repetitive Manufacturing Seminar Proceedings, APICS, Las Vegas, 22-24 aprile 1981.
Cincom, *Repetitive Manufacturing Control: Major Points, 1988; Repetitive Manufacturing Control: Concepts and Highlights, 1989; Repetitive Manufacturing Control: User Manual, 1990*, Cincom Systems, Cincinnati.
De Toni A., Panizzolo R., *Caratteristiche della produzione ripetitiva*, Logistica management, n. 17, maggio 1991a.
De Toni A., Panizzolo R., *Contesti applicativi degli impianti preposti alla produzione intermittente e ripetitiva*, Logistica management, n. 18, giugno 1991b.
De Toni A., Panizzolo R., *Sistemi di gestione della produzione ripetitiva*, Logistica Management, n. 20/21, agosto-settembre 1991c.
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.
Hewlett Packard, *HP-JIT User Manual*, Hewlett Packard, 1988.
Jain A. K., *Software Requirements for JIT Manufacturers*, Systems/3X & AS World, Vol. 17, n. 9, 1989.
Krepchin I. P., *How Software Must Change to Meet JIT Demands*, Modern Materials Handling, Vol. 43, n. 14, 1988.
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.
Orlicky J., *Material Requirements Planning*, McGraw-Hill, New York, 1975.
Proud J. F., , Zero Inventory Philosophy and Practices Seminar Proceedings, APICS, St. Louis, 29-31 ottobre 1984.
Quillen L. D., *Repetitive Manufacturing Information Systems*, Readings in Computer and Software, 27th Annual International Conference Proceedings, APICS, Las Vegas, 9-12 ottobre 1985.
Raffish N., *Modifying Standard MRP Software for a Repetitive Manufacturing Control Systems*, Computers In Manufacturing: Material Requirements Planning, Auerbach Publishers, 1985.
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.
Sartori L. G., *Informatica in Fabbrica*, Edizioni Tecniche Nuove, Milano, 1985.
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.
Steiner J. C., *Mass Production Shop Floor Control without Mass Producing Paperwork*, 23th Annual International Conference Proceedings, APICS, 1980.
Thompson K., *MRPII in the Repetitive Manufacturing Environment*, Production and Inventory Management, vol. 24 n. 4, Fourth Quarter, 1983.
Vollmann T.E., Berry W.L., Whybark D.C., *Manufacturing Planning and Control Systems*, Irwin, Homewood, 1988.
Wight O. W., *MRPII - Pianificazione delle risorse di produzione*, Franco Angeli, Milano, 1989.