



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in INGEGNERIA GESTIONALE

Lo strumento POLCA per la gestione dei sistemi manifatturieri

The POLCA tool for the management of manufacturing systems

Relatore: Chiar.mo

Prof. **MAURIZIO BEVILACQUA**

Tesi di Laurea di:

GIADA FRONTINI

A.A. 2018 / 2019

Indice

1. Introduzione
2. Dalla filosofia Lean alla Quick Response Manufacturing
3. Lo strumento POLCA per i sistemi manifatturieri
4. Toyota Production System: Lean Manufacturing e Sistema Kanban
5. POLCA come alternativa: metodi “card-based” a confronto
6. Conclusioni

Bibliografia

Ringraziamenti

Capitolo 1

Introduzione

Nel mondo di oggi, in cui l'attività manifatturiera è in continuo cambiamento e sviluppo, influenzata da nuovi paradigmi come la personalizzazione di massa (mass customization) e la concorrenza globale, le aziende hanno bisogno di maggiori capacità per rispondere sempre più rapidamente alle dinamiche e alle diverse esigenze del mercato. L'adozione di adeguati meccanismi di controllo del flusso di produzione e di materiali (PMFC, Production and Materials Flow Control), unita all'implementazione di tecnologie emergenti, può essere di grande valore per migliorare le prestazioni della produzione e la qualità del servizio ai clienti.

In questo contesto nasce la "Quick Response Manufacturing" (QRM), vale a dire la produzione a risposta rapida, la quale può essere una strategia competitiva efficace per le aziende che lavorano su base "Make-To-Order" (MTO), con ampia varietà di prodotti e domanda variabile, o anche per le aziende che lavorano su base "Engineering-To-Order" (ETO), così come spiega il Professor Rajan Suri nel 1998, con la pubblicazione del suo primo libro dal titolo "Quick Response Manufacturing: A Companywide Approach to Reducing Lead Times".

Infatti, la filosofia di gestione studiata da Suri, si concentra sulla riduzione del lead time in tutte le attività che appartengono alla Supply Chain di un'organizzazione. Esternamente, QRM significa rispondere alle esigenze dei clienti fornendo una rapida progettazione e produzione dei prodotti. Internamente, significa ridurre i lead time in tutte le attività, migliorando la qualità, riducendo i costi e aumentando la velocità della risposta. Le strategie PMFC per la QRM devono accordare il bisogno e la capacità delle aziende di rispondere rapidamente alla mutevole domanda di prodotti. Questo di solito non è possibile con le strategie di rifornimento delle scorte, come quella implementata dal Toyota Production System (TPS). Pertanto, Suri sviluppa un sistema di controllo che si colloca nella più ampia strategia di produzione a risposta veloce. Tale sistema si chiama POLCA: un meccanismo PMFC che supera i limiti dei sistemi pull in ambienti di

produzione ad alta varietà e/o personalizzazione di prodotti. Suri utilizza i concetti di pull e push intendendoli così come sono stati definiti da Mark L. Spearman e Michael A. Zazanis (dall'articolo "Push and Pull Production Systems: Issues and Comparisons", 1992). Questi autori considerano i sistemi Push come quelli che controllano il "throughput" di un'azienda (la produttività) pianificando la produzione e misurando il Work-In-Process (WIP), e i sistemi Pull come quelli che controllano il WIP e misurano la produttività in relazione alla domanda del mercato.

"La QRM è stata sviluppata prima di POLCA", sottolinea Suri, "Ma quando ho implementato il QRM all'interno di aziende che producono piccoli volumi su ordinazione, ho notato come queste aziende stessero lottando con il Kanban e il controllo della produzione tramite il loro sistema ERP. Per risolvere questo problema, ho inventato POLCA."

POLCA è l'acronimo di "Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization". Si tratta di un sistema di controllo "card-based" cioè basato su cartelli/schede, come altri sistemi di tipo pull, quali Kanban e ConWIP.

In questo sistema, si applicano gli strumenti Lean con un obiettivo diverso: ottenere una riduzione dei tempi di processo dall'acquisto delle materie prime, alla consegna dei prodotti ai clienti.

Capitolo 2

Dalla filosofia Lean alla Quick Response Manufacturing

Il modello economico corrente ha apportato molti cambiamenti nel mondo del business. Il mercato, oltre a domandare qualità sempre più alta, più ampia varietà di prodotti e costi sempre più bassi, chiede anche che i tempi di consegna dei prodotti siano sempre più brevi.

Da queste nuove richieste deriva il modello chiamato Quick Response Manufacturing, radicato nella cosiddetta Time-Based Competition (TBC, Competizione basata sul tempo), il quale mira alla soddisfazione dei consumatori diminuendo il lead time in una produzione caratterizzata da una grande varietà di prodotti.

La strategia TBC fu introdotta nella letteratura economica a fine anni '80, lanciata dalle imprese giapponesi e formulata per la prima volta da George Stalk Jr. nel suo articolo del 1988 intitolato "Time - The Next Source of Competitive Advantage".

Il principio fondamentale è l'uso della velocità per guadagnare competitività. Si enfatizza il tempo come il principale fattore per raggiungere e mantenere un vantaggio competitivo sostenibile e si mira a comprimere il tempo richiesto per proporre, sviluppare, produrre, commercializzare e consegnare i prodotti.

Questa strategia può essere applicata con successo in diversi tipi di industria. Tuttavia, la sua specifica applicazione nell'industria manifatturiera è la QRM, la quale non solo affina i concetti del TBC, ma aggiunge anche numerosi altri parametri.

Il concetto di Quick Response Manufacturing è stato sviluppato per la prima volta all'inizio degli anni '90 da Rajan Suri, all'epoca professore della facoltà di Ingegneria Industriale e Dei Sistemi presso l'università del Wisconsin-Madison. Combinando la crescente ricerca accademica nel TBC con le sue osservazioni da vari progetti di riduzione del lead time, Suri ha concepito il QRM in modo che perseguiti incessantemente la

riduzione del lead time, la quale ha un impatto a lungo termine su ogni aspetto dell'azienda.

Si può definire la QRM come un approccio aziendale che ha l'obiettivo di ridurre i lead time dell'intera organizzazione, concentrandosi sia sull'officina sia sulle operazioni d'ufficio.

La QRM estende i principi di base del TBC includendo i seguenti nuovi aspetti:

- ◆ Particolare attenzione alla riduzione dei tempi di consegna
- ◆ Concentrazione sulle imprese manifatturiere
- ◆ Chiarimento dei fraintendimenti su come applicare strategie basate sul tempo
- ◆ Approccio a livello aziendale che va oltre l'attività produttiva, come le operazioni d'ufficio e la catena di approvvigionamento
- ◆ Uso della struttura cellulare in tutta l'organizzazione con celle più olistiche e flessibili
- ◆ Inserimento dei principi di base della dinamica dei sistemi per fornire informazioni su come riorganizzare al meglio un'impresa per ottenere una risposta rapida
- ◆ Nuovo approccio alla pianificazione e al controllo dei materiali (POLCA)
- ◆ Principi specifici della QRM su come ripensare le decisioni relative ai processi di fabbricazione e alle attrezzature
- ◆ Misura di prestazioni innovativa
- ◆ Concentrazione su implementazione e sostenibilità
- ◆ Tempo di percorso critico (MCT) di produzione per misurare i tempi di consegna

La forte attenzione della QRM sulla riduzione del lead time richiede una definizione completa di lead time. Per fare ciò, QRM introduce il Manufacturing Critical-Path Time (MCT). Si basa sul Critical Path Method (metodo del percorso critico), un algoritmo scritto per programmare una serie di attività progettuali: un percorso critico viene determinato identificando il tratto più lungo delle attività dipendenti e misurando il tempo

richiesto per completarle dall'inizio alla fine. Quindi l'MCT fornisce una stima del tempo necessario per soddisfare un ordine, dalla sua creazione fino a quando il primo pezzo di quell'ordine viene consegnato al cliente, quantificando la durata più lunga del percorso critico delle attività di evasione degli ordini (Esposito da Suri nel libro "It's About Time. The Competitive Advantage of Quick Response Manufacturing", 2010).

Dal punto di vista organizzativo, il QRM richiede quattro cambiamenti strutturali fondamentali per trasformare un'azienda fondata su strategie di gestione basate sui costi in una organizzata in strategie basate sul tempo:

- ◆ Organizzazione da funzionale a cellulare: i reparti funzionali devono essere dissolti. Al loro posto, le cellule QRM diventano la principale unità organizzativa. Le celle QRM sono più flessibili e olistiche nella loro implementazione rispetto ad altri concetti di cella e possono essere applicate al di fuori della fabbrica.
- ◆ Dal controllo top-down al "team ownership": il controllo top-down dei processi da parte di manager e supervisor nei reparti deve essere trasformato in una struttura decisionale in cui le celle QRM gestiscono se stesse e hanno il possesso dell'intero processo all'interno della cella.
- ◆ Da lavoratori specializzati a una forza lavoro addestrata trasversalmente: i lavoratori devono essere formati per svolgere più attività.
- ◆ Dall'utilizzo di obiettivi alla riduzione del lead time: per supportare questa nuova struttura, le aziende devono sostituire gli obiettivi di efficienza e di utilizzo basati sui costi con l'obiettivo generale di ridurre i lead time.

La QRM estende quindi il concetto di "cellular manufacturing", quel tipo di produzione appartenente alla filosofia Lean e Just-In-Time. L'obiettivo della produzione cellulare è quello di permettere di muoversi il più rapidamente possibile, realizzare un'ampia varietà di prodotti simili, facendo il minor numero possibile di scarti. La produzione cellulare prevede l'uso di più "celle" lungo una catena di montaggio. Ognuna di queste celle è composta da una o più macchine diverse che svolgono un determinato compito. Il

prodotto passa da una cella all'altra completando parte del processo di fabbricazione. Spesso le celle sono disposte a "U" perché ciò consente di muoversi di meno e avere la capacità di sorvegliare più prontamente l'intero processo. Uno dei maggiori vantaggi della produzione cellulare è la sua flessibilità poiché la maggior parte delle macchine sono automatiche, è possibile apportare modifiche semplici molto rapidamente.

Per quanto riguarda invece la pianificazione dei materiali, la QRM critica i sistemi comunemente usati, quali il Material Requirements Planning (MRP), il Manufacturing Resource Planning (MRP II) e l'Enterprise Resource Planning (ERP), perché nelle loro analisi non includono le dinamiche di sistema e non tengono conto del costo di lunghi lead time. Per questo la QRM consiglia di semplificare i sistemi MRP esistenti, portandoli ad un livello più alto, i cosiddetti Higher Level MRP (HL/MRP), i quali supportano la pianificazione e il coordinamento del materiale ad alto livello e non la pianificazione dettagliata delle operazioni.

Dal punto di vista della QRM, l'alto grado di specializzazione del lavoro e le strutture gerarchiche in organizzazioni puramente basate sui costi hanno i seguenti effetti negativi sui lead time:

- ◆ I prodotti e gli ordini dei prodotti richiedono lunghi percorsi attraverso numerosi dipartimenti
- ◆ Strutture di comunicazione gerarchiche che coinvolgono vari livelli di gestione richiedono una notevole quantità di tempo per risolvere anche problemi di routine
- ◆ L'attenzione all'efficienza e all'utilizzo delle risorse incoraggia lavoratori e manager a creare backlog (accumuli/arretrati), rallentando la risposta alle richieste dei clienti
- ◆ Cercando di ridurre al minimo le costose configurazioni della macchina, i manager e i lavoratori ricorrono a grandi lotti di dimensioni. I lotti di grandi dimensioni comportano tempi lunghi, lasciando altri lavori in attesa e aumentando i tempi di consegna
- ◆ Fare grandi quantità di prodotti da immagazzinare porta ad un elevato stock, spesso incline all'invecchiamento dell'inventario fin quando i prodotti archiviati devono essere scartati a causa di cambiamenti di mercato o di ingegneria

- ◆ Bassi livelli di competenza portano a bassa qualità e alti livelli di rilavorazione

Tutti questi fattori contribuiscono a lunghi lead time, con conseguenti sprechi in tutta l'azienda, come previsioni eccessive, pianificazioni non previste, work in progress, costi dei prodotti finiti e obsolescenza. In tal modo aumentano i costi complessivi e si riduce la competitività dell'organizzazione.

QRM suggerisce che un focus sull'intera azienda per ridurre i lead time porti a miglioramenti sia in termini di qualità che di costi. Eliminare le pratiche dispendiose in termini di tempo può portare a notevoli risparmi sui costi, migliorando al tempo stesso la qualità dei prodotti e la reattività dei clienti. Quindi, a livello manageriale, QRM sostiene un cambiamento di mentalità, dal pensiero basato sul costo a quello basato sul tempo, facendo dei brevi lead time il mezzo per il successo organizzativo.

Il professor Suri è il fondatore e direttore del “Center for Quick Response Manufacturing” presso l'Università del Wisconsin-Madison; attraverso questo centro, circa 300 aziende hanno lavorato con l'università per lo sviluppo e l'implementazione di strategie QRM.

Suri fornisce numerosi esempi di situazioni in cui risulta difficile giustificare la politica QRM utilizzando i metodi di costo tradizionali. Fondamentalmente, il rapporto tra riduzione dei lead time e vantaggi in termini di costo non è ben chiaro.

Prima di entrare nel dettaglio, dobbiamo definire cosa intendiamo per Lead Time. In generale, il Lead Time viene considerato come il tempo impiegato da un'azienda per rispondere all'ordine di un cliente. Qui, il lead time si riferisce al tempo totale necessario affinché le informazioni e/o il materiale passino attraverso l'azienda per il completamento di un ordine, presupponendo che l'ordine (o parti intermedie di esso) non venga soddisfatto tramite articoli di magazzino realizzati in anticipo. Il lead time corrisponde quindi al tempo che si impiega a produrre una parte dall'inizio alla fine, cioè il tempo effettivo impiegato dal materiale per attraversare tutte le fasi operative (incluse le operazioni di ufficio, quindi il flusso di informazioni).

I principali vantaggi in termini di costo dei progetti QRM provengono da due aree. Il primo è che tramite le strutture organizzative utilizzate, i dipendenti hanno maggior proprietà del lavoro e quindi si ha maggiore qualità e produttività. Il secondo, che è spesso

di maggiore impatto, è che quando i tempi di consegna sono drasticamente ridotti, molte dinamiche disfunzionali scompaiono e vengono eliminati i costi generali relativi alla gestione di tali problemi.

Un recente studio ha presentato l'approccio alla contabilità dei costi di progetti di riduzione dei lead time. Questo studio include una serie di metriche che aiutano a superare la maggior parte dei problemi affrontati con i sistemi contabili tradizionali. Lo studio afferma che di solito le aziende calcolano il costo di un prodotto come:

Costo prodotto assegnato = f (manodopera diretta, materiale utilizzato, ore macchina)

È dimostrato che il problema di base con questo approccio è che le aziende spesso falliscono nel processo di identificazione accurata della modifica dei costi generali a causa di modifiche nel processo produttivi e/o operativi. Inoltre, progetti di riduzione dei tempi di consegna normalmente hanno un impatto considerevole sulle risorse allocate generali. Dal momento che la relazione mostrata sopra non identifica chiaramente nessuna delle risorse generali utilizzate, l'impatto non è riconosciuto correttamente e, di conseguenza, la modifica dei costi non può essere stimata correttamente.

Una formula di costo alternativa è la seguente:

Costo prodotto allocato = f (importo utilizzato per ciascun fattore di costo)

Affinché funzioni con i programmi di riduzione del lead time, uno dei fattori di costo al secondo membro deve essere il lead time.

Un altro problema di base è che l'approccio ABC (activity-based costing) è essenzialmente una formula lineare. Tuttavia, le dinamiche del sistema di produzione che impattano sul lead time sono intrinsecamente non lineari.

La QRM, con il suo focus nella riduzione del lead time, ha dimostrato di apportare benefici a numerose aziende in tutto il mondo. Ci sono centinaia di esempi dove la riduzione del tempo di risposta all'ordine del cliente ha trasformato l'azienda in un formidabile competitor. Tuttavia, nonostante i numerosi studi sulla sua implementazione e i suoi potenziali benefici, si è detto poco sugli specifici vantaggi in termini di costo che possono essere raggiunti.

Oltre a stabilire una relazione tra la riduzione del lead time e la riduzione dei costi, sulla base di alcune ipotesi è stata derivata una semplice regola che può consentire, all'industria in generale e al management in particolare, di prevedere rapidamente i vantaggi in termini di costo quando si applicano i concetti QRM nei progetti di riduzione dei lead time.

Questa regola empirica è stata chiamata “The power of Six Rule” (La regola della potenza del sei) poiché indica che quando il rapporto di costo che si ha come obiettivo (costo finale / costo iniziale) viene portato alla sesta potenza, si ottiene il rapporto desiderato di riduzione del lead time (lead time finale / lead time iniziale). La regola si può applicare generalmente quando l'obiettivo di riduzione del costo non supera il 50%. Studi in corso cercano di consolidare tale relazione.

Nello sviluppo della QRM, il professor Suri pone il confronto con la Lean Manufacturing, indicando diversi svantaggi di quest'ultima. Infatti, la forte attenzione alla fornitura just-in-time, a suo parere, porta a uno spostamento del magazzino verso i fornitori. Inoltre, ritiene che ridurre i tempi di attesa non è sempre positivo. A volte, ad esempio, può essere redditizio ridurre i lotti di prodotti, anche se ciò aumenta i tempi di set up. Questo apparente aumento di tempi morti può essere accettabile se il lead time totale dalle materie prime alla consegna è ridotto. Pertanto, QRM si concentra sull'eliminazione dei tempi di attesa, invece di ridurre gli sprechi.

È sorprendente che Suri paragoni la QRM con la Lean, e non con la Teoria dei Vincoli (TOC) molto correlata. TOC e QRM condividono l'obiettivo di ottimizzazione dell'intera supply chain. Tuttavia, la prima esegue questa operazione aumentando la produttività e non riducendo il lead time.

Infine, la QRM incoraggia le aziende a collaborare con i fornitori per ridurre il loro MCT (Manufacturing Critical-path Time). I lunghi tempi di consegna dei fornitori possono portare a costi nascosti come un elevato inventario, costi di trasporto per spedizioni urgenti, modifiche tecniche impreviste che creano scorte obsolete e una flessibilità ridotta per rispondere ai cambiamenti della domanda. Pertanto la strategia QRM raccomanda di includere il parametro MCT tra i fattori significativi per le decisioni di approvvigionamento.

Capitolo 3

Lo strumento POLCA per i sistemi manifatturieri

POLCA è un sistema di controllo dei materiali sviluppato per le aziende Make-To-Order (MTO) o Engineer-To-Order (ETO), vale a dire quelle aziende che producono o progettano solo dopo aver ricevuto un ordine. La produzione di tali aziende è di tipo pull e si oppone a quella di tipo push, tipica della produzione di massa, la quale “spinge” i prodotti sul mercato. Queste imprese devono far fronte ad un’alta varietà di prodotti personalizzati ed una forte pressione per assicurare tempi di produttività brevi. POLCA vincola l’ammontare dei prodotti Work-In-Process (WIP) nell’officina, al fine di raggiungere un breve tempo medio di capacità produttiva della stessa.

Aziende che offrono prodotti personalizzati non possono produrli in anticipo e spesso devono affrontare enormi problemi di controllo del tempo di produzione, poiché la domanda oscilla nel tempo. Molte aziende MTO sono in grado di usare lunghi lead time per questo tipo di prodotti, ma molte hanno bisogno di eccellere nella gestione e nel controllo della capacità produttiva per sopravvivere.

Dunque, il controllo dei materiali è uno strumento importante per realizzare brevi tempi di produzione; esso regola il flusso dei beni nell’officina, inclusa l’autorizzazione per iniziare un job, il rilascio di un nuovo materiale, la definizione di priorità per i job che aspettano di essere lavorati e l’avvio di attività successive come il trasporto, il controllo qualità, etc.

POLCA controlla il flusso di lavoro tra celle, in un sistema di produzione cellulare. In questi sistemi il problema principale di pianificazione è subordinato all’insufficiente sincronizzazione del processo tra le celle, portando a del tempo di attesa tra il completamento di un job in una stazione e il suo inizio nella stazione successiva. Allo stesso tempo, un’altra cella può riscontrare una mancanza di lavoro, il quale denoterebbe uno sbilanciamento.

L'obiettivo di POLCA è non solo incrementare la velocità di trasferimento dei job tra le stazioni, ma anche ridurre tali sbilanciamenti. Per fare ciò, usa cicli di controllo sovrapposti che coprono segmenti conseguenti del percorso del job. POLCA usa un segnale visivo, cioè dei cartelli, per autorizzare il procedimento di un ordine.

Con questi segnali, POLCA può influire sui tempi di rilascio, così come con un meccanismo di autorizzazione aggiuntivo, cosiddetto "lista di rilascio". Le decisioni su quando e cosa rilasciare all'officina hanno entrambe un forte impatto sul tempo di produzione e sul tempo di consegna (Land and Gaalman, 1998; Germs e Riezebos, 2008). Se i job sono rilasciati troppo presto, spesso aspettano un lungo tempo in officina prima di essere completati. Questo permette agli operatori dell'officina di consentire la produzione degli ordini a bassa priorità prima degli ordini ad alta priorità. Tale comportamento porta ad un ritardo più elevato con possibili effetti negativi sui tempi di consegna. Limitando la quantità di lavoro dell'officina e regolando l'afflusso di lavoro, POLCA mira a raggiungere tempi di produzione brevi e stabili.

La maggior parte delle informazioni sul sistema di controllo dei materiali POLCA derivano dal libro di Suri del 1998 e da articoli che sono stati pubblicati da Suri nella conferenza sul QRM e POLCA (ad esempio Suri 2003, Suri e Krishnamurthy, 2003). Altre importanti fonti di informazioni sono le tre conferenze mondiali sulla "Cellular Manufacturing" (Hernández e Süer 2000; Sormaz e Süer, 2003; Riezebos e Slomp, 2006).

Al giorno d'oggi molti siti Web di centri di ricerca, agenti di consulenza e aziende MTO che applicano POLCA, forniscono descrizioni di POLCA.

La ricerca su POLCA riunisce vari settori di interesse: prima di tutto, il controllo del tempo di produzione e la relazione con i sistemi di pianificazione di livello superiore; successivamente, la produzione cellulare e, più specificamente, i problemi di pianificazione nella produzione cellulare; Infine, il miglioramento continuo dell'officina.

POLCA utilizza vari strumenti e metodi per facilitare il management a migliorare il controllo della produttività. Possiamo classificarli in tre categorie:

- ◆ Routing (percorso): carte specifiche di percorso che devono essere attaccate al job nell'officina per permettere il progresso dell'ordine.

- ◆ Release (rilascio): liste di rilascio che mostrano i primi tempi di inizio degli ordini
- ◆ Facilities (strutture): strutture per permettere al sistema di operare in varie circostanze.

È importante sottolineare che le liste di rilascio specifiche per cella forniscono uno strumento importante ai pianificatori per gestire lo stato di avanzamento dei lavori che sono già stati rilasciati in officina. Altri sistemi pull, come KANBAN e CONWIP, non prevedono tale meccanismo di autorizzazione.

Il sistema POLCA ha la capacità di ridurre sia il tempo medio di produttività dell'officina, sia il tempo medio di produttività totale, ma ciò risulta valido solo se il sistema è progettato in modo appropriato.

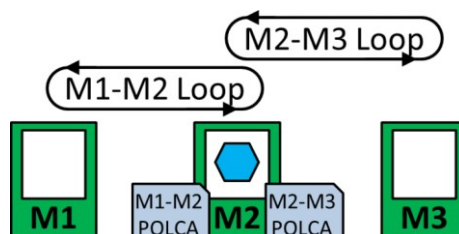
Pertanto, è di grande interesse indagare sul come progettare un sistema POLCA adeguato.

A seguire un semplice esempio di funzionamento:

Un prodotto va dalla macchina M1 alla macchina M2 per poi andare alla macchina M3. Nel percorso da M1 a M2, il prodotto possiede la carta M1-M2. Proseguendo alla M3, al prodotto viene assegnata la carta M2-M3. È importante sottolineare che il prodotto verrà elaborato alla macchina 2 solo se:

- c'è una carta M2-M3 disponibile
- la data di rilascio dell'ordine per quel prodotto nella macchina M2 è passata.

Se l'ordine del prodotto non è ancora rilasciato per M2 o non c'è una carta polca M2-M3, l'ordine non inizierà alla macchina M2.



Una volta che il prodotto alla M2 è completato, la carta M1-M2 torna alla macchina M1 per permettere l'elaborazione del prodotto successivo alla M1 (un ciclo può avere carte


multiple). Quindi un paio di cicli con le carte polca si sovrappongono ad ogni macchina o cella, da qui il nome Paired-Cell Overlapping Loops of Cards.

Un sistema che usa POLCA ha bisogno di tre elementi:

- 1- All'inizio di un sistema c'è una lista di ordini aperti che sono rilasciati per il primo step di produzione.
- 2- Tra ogni coppia di macchine/celle, c'è un ciclo continuo di carte polca. Ogni carta è assegnata ad un solo ciclo, ma non è assegnata ad un determinato prodotto (diversamente dal metodo Kanban).
- 3- È necessario calcolare il tempo di rilascio dell'ordine per ogni ordine della lista e per ogni macchina attraverso cui l'ordine deve passare.

Per esempio, l'ordine 4711 può iniziare alla prima macchina il lunedì alle 11.00, alla seconda il lunedì alle 14.0 e alla terza il martedì alle 8.00. questo viene spesso fatto attraverso un sistema ERP globale.

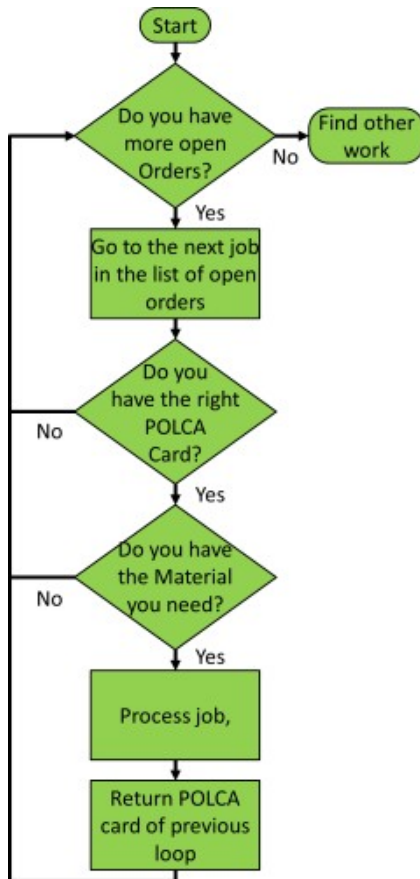
In una carta polca sono necessarie poche informazioni. Le più importanti sono il processo di origine e quello di destinazione. Per la sua gestione è di aiuto anche sapere il numero della carta all'interno del ciclo e il numero totale di carte nel ciclo. Un barcode può aiutare.

POLCA Card		AllAboutLean
Source Process/Cell	Destination Process/Cell	
M1	M2	
Card Number		
3		
Total Number of Cards		
5		

Notare che la carta non necessariamente rappresenta un solo articolo. Una carta può essere usata per lotti di materiale. Si consideri che è possibile utilizzare carte polca multiple per grandi lotti.

Per sistemi più grandi potrebbe essere migliore implementare queste carte virtualmente in un sistema ERP o simile, dove un computer tiene traccia delle carte e delle date di rilascio.

L'operatore deve seguire poche semplici regole per utilizzare POLCA. Queste regole sono mostrate nel flowchart di seguito:



◆ All'inizio l'operatore deve verificare se ci sia un ordine aperto disponibile nella lista per la sua cella/macchina dove è trascorso il tempo di rilascio dell'ordine. Se non ci fossero ordini aperti nella sua cella, dovrebbe trovare lavoro in un'altra cella. Ciò può comportare l'assegnazione da parte di un supervisore di un nuovo compito.

◆ L'operatore accetta il successivo lavoro disponibile e rilasciato.

◆ L'operatore controlla che abbia la carta polca giusta disponibile dal processo successivo che gli consente di iniziare il lavoro. In caso contrario, ripete il processo con il successivo ordine aperto (ad accensione dell'ultimo processo nel sistema polca che non ha

alcun processo successivo).

- ◆ L'operatore controlla se ha tutto il materiale necessario per iniziare il lavoro. In caso contrario, ripete il processo con il prossimo ordine aperto.
- ◆ Dopo questi controlli l'operatore elabora il lavoro.
- ◆ Successivamente l'operatore restituisce la scheda POLCA del ciclo precedente al processo precedente per rilasciare più lavori.

Analizzato il funzionamento del sistema, è possibile estrapolare vantaggi e svantaggi di esso:

- 1) Limita il magazzino

Polca è un buon sistema per controllare il magazzino. Siccome tutti i processi (macchine, celle...) sono connessi usando cicli continui con un numero limitato di carte polca, si può prevenire uno stock eccessivo tra due celle.

Quindi, se un processo è bloccato in una direzione a causa della mancanza di carte polca, si può usare la capacità disponibile per fare prodotti per un processo successivo che ha carte libere. Questo permette un migliore e anche più tempestivo dei diversi processi. La diminuzione degli articoli in magazzino riduce anche il tempo di produzione complessivo.

I sistemi CONWIP possono essere impostati in tutta la fabbrica. In questo caso, è ancora possibile accumulare scorte in alcune parti mentre altre diminuiscono. Un sistema polca definisce le scorte lungo ogni possibile step della catena del valore, e quindi permette una messa a punto migliore del magazzino (sebbene sia possibile allo stesso modo impostare anche cicli continui CONWIP multipli.

2) Evita blocchi a monte

È possibile limitare le scorte in un processo con una semplice logica FIFO. Tuttavia, in questo caso un processo a monte molto occupato può bloccare altri processi meno occupati riempiendo il FIFO e vietando ad altri processi di ottenere il proprio turno. Con i singoli cicli per connettere due processi, ogni processo a monte ottiene il suo turno, cioè ogni processo a monte ha la possibilità di consegnare i suoi prodotti a valle.

3) Complessità

Il metodo, con i suoi cicli multipli sovrapposti di carte, può risultare complesso. I cicli polca devono coprire ogni possibile percorso che un prodotto può seguire. Se un prodotto passa da una macchina all'altra, è necessario un ciclo; se torna indietro, è necessario un altro ciclo. In estremo, ci sarebbe bisogno di un ciclo per ogni possibile combinazione di macchine.

Tuttavia, nell'applicazione reale questo sembra essere gestibile e i sistemi reali hanno un numero di cicli molto inferiore rispetto al numero massimo possibile.

4) La sovrapposizione

Per definizione, i cicli polca si sovrappongono. Ogni volta che un componente viene elaborato in una macchina/cella, ci dovrebbero essere due schede polca associate (ad eccezione della prima e dell'ultima macchina della catena del valore). Suri afferma che questo aiuta i lavoratori di diversi processi ad avere interazioni positive ed evita l'effetto "throw it over the wall" (buttalo oltre il muro).

5) Precisione del tempo di rilascio dell'ordine

Un requisito di polca è che ogni ordine ha una data di rilascio per ogni macchina su cui deve essere elaborato (e più se visita una macchina due volte).

Questo è molto difficile da calcolare; la produzione di una fabbrica è difficile da pianificare e soffre dell'effetto farfalla (una piccola differenza tra ipotesi e realtà può avere un grande effetto). D'altra parte, tutti i sistemi di controllo hanno problemi simili.

6) Possibili punti morti

In alcuni rari casi, il sistema polca può causare dei punti morti, quando una combinazione di ordini e carte polca può causare il blocco reciproco di processi.

Questo può accadere solo se i cicli polca formano un cerchio.

(Secondo suri questo è successo solo nelle simulazioni e non ancora nella realtà.

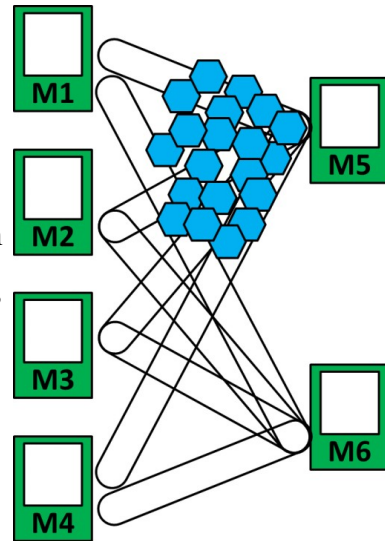
Egli ha anche sviluppato una soluzione creando una "carta circolare", la quale non è una carta polca regolare che va avanti e indietro, ma una carta che va sempre avanti lungo i processi del ciclo.)

7) Sovraccarico o basso utilizzo

POLCA cerca di bilanciare il carico di lavoro nel sistema di produzione e cerca di prevenire il sovraccarico di un processo, che è un obiettivo giusto. Tuttavia, è facile immaginare situazioni in cui ciò non avviene.

Per esempio: Quattro macchine (M1-M4) alimentano altre due macchine (M5 e M6). Quindi sia M5 che M6 possono ricevere lavoro da più macchine.

È possibile che ci sia molto lavoro per M5 e poco per M6, cioè M5 sarebbe sovraccarica e M6 sarebbe inattiva. La scorta massima effettiva in ciascun ciclo sarebbe limitata dalla carta polca, ma cicli multipli con ognuno un certo numero di schede polca, possono aggiungere molto materiale. Nell'esempio ci sono quattro cicli che arrivano a M5, ciascuno con 5 carte, mettendo in produzione 20 prodotti nella macchina. Allo stesso tempo, M6 non ha lavoro.



8) Flessibilità ridotta

POLCA richiede una data di rilascio dell'ordine per ogni processo che la parte deve attraversare. Questo di solito significa che la sequenza di produzione deve essere programmata in anticipo. Questo riduce la flessibilità.

A questo punto si può mostrare come è possibile calcolare il numero di “POLCA cards”.

L'equazione utilizzata da Suri per calcolare il numero di carte POLCA si è evoluta nel tempo. A marzo 2018 Suri pubblica “The Practitioner's Guide to POLCA: The Production Control System for High-Mix, Low-Volume and Custom Products”, nel quale fornisce un calcolo del numero di carte POLCA come segue:

$$No. of AB Cards = \frac{(LT(A)+MT(AB)+LT(B)+RT(BA)) \cdot NUM(A,B)}{D} \cdot (1 + S)$$

No. Of AB Cards: il numero di carte polca per il ciclo tra il processo A e B, arrotondato per eccesso al numero intero successivo.

LT(A): Lead time nel processo A. Include i job autorizzati in attesa di elaborazione (in giorni).

MT(AB): tempo di movimentazione da A a B (in giorni).

LT(B): Lead time nel processo B. Include i job autorizzati in attesa di elaborazione (in giorni).

RT(BA): il tempo necessario per restituire la carta polca da B ad A (in giorni).

S: il margine di sicurezza (dove, ad esempio, 0,1 significa 10%).

NUM(A,B): numero di job o parti che passano attraverso il ciclo A-B in un determinato periodo di tempo (orizzonte di pianificazione), o più precisamente, il numero di schede polca che passano attraverso il sistema (perché se si creano lotti, una parte potrebbe non rappresentare una carta).

D: numero di giorni nell'orizzonte di pianificazione (in giorni).

Nel suo libro, Suri fornisce anche un esempio:

Si spostano un totale di 128 carte [NUM (A, B)] entro il periodo di pianificazione di 63 giorni [D]. Il lead time è di 3 giorni per il processo A [LT (A)] e 1 giorno per il processo B [LT (B)]. Sono necessari 0,25 giorni per passare da A a B [MT (AB)] e 0,25 giorni per spostare indietro la carta POLCA [RT (BA)]. Con un margine di sicurezza [S] di 0,1, dall'equazione si ottiene come risultato 10,1 carte POLCA, che viene quindi arrotondata a 11 carte.

$$10.1 = \frac{(3+0.25+1+0.25) \cdot 128}{63} \cdot (1 + 0.1)$$

Il numero di carte POLCA influenza diversi aspetti del sistema di produzione. Probabilmente i più importanti sono: il lead time (quantità di tempo fino al completamento del lavoro), la produttività (quantità di lavori completati in un determinato tempo) e l'utilizzo (il personale sta effettivamente lavorando o sta solo aspettando un lavoro?). L'ottimizzazione di questi fattori dovrebbe portare alla soddisfazione del cliente e all'aumento di profitto.

La produttività e l'utilizzo sono generalmente strettamente correlati. Se si aumenta l'utilizzo, tende ad aumentare la produttività, anche se questa è una grande semplificazione, in quanto si può aumentare l'utilizzo mentre si riduce la produzione e si creano degli sprechi. Infatti, l'utilizzo elevato da solo non è di solito un buon obiettivo.

I lead time, tuttavia, di solito hanno una relazione conflittuale con produttività e utilizzo. Se si desidera avere il lead time più veloce possibile, si rilascia un lavoro nel sistema e si

attende quindi che questo lavoro venga eseguito prima di rilasciare il successivo. Il lead time sarà ottimo (la somma di tutti i tempi di elaborazione e trasporto, senza tempi di attesa), ma la produttività sarà molto bassa, come probabilmente lo sarà l'utilizzo.

D'altra parte, se si dispone di un WIP molto elevato, la produttività e l'utilizzo saranno maggiori (fino ad un certo punto in cui la gestione del WIP richiederà troppo sforzo).

Entrambi sono influenzati dal numero di carte POLCA. La relazione assomiglierà al

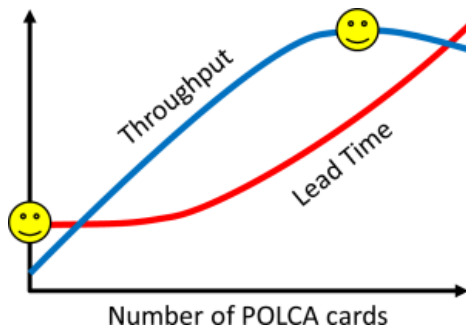


grafico mostrato (ovviamente, influenzato anche da molti altri fattori come fluttuazioni, azioni di gestione, ecc.).

Per ottenere il miglior lead time, si dovrebbe impostare il numero di carte POLCA in tutti i cicli su uno. Per la migliore produttività, possono essere significativamente più di uno. Quindi è necessario regolare il numero di carte POLCA per ottenere un compromesso tra lead time e produttività. Questo trade-off è molto difficile da calcolare.

L'equazione iniziale non affronta davvero questo compromesso, poiché non riguarda tanto ciò che vorremmo calcolare (il compromesso), ma piuttosto ciò che possiamo calcolare (la relazione tra lead time e magazzino/carte POLCA).

L'equazione si basa sui lead time correnti. L'ipotesi di base è che il sistema attuale sia, anche se forse non buono come lo si desidera, almeno un sistema funzionale. Pertanto, se si basano i calcoli su un sistema funzionale, si ottiene un numero funzionale di schede POLCA. Rajan Suri espone chiaramente che questo calcolo è solo un numero iniziale che deve essere perfezionato osservando come funziona effettivamente il sistema.

Infatti, raccomanda vivamente di rivedere regolarmente il numero di carte. Innanzitutto, il sistema e il carico su diversi cicli cambiano nel tempo. In secondo luogo, il calcolo iniziale (o la stima) è semplicemente un punto di partenza.

Questo non significa ricalcolare il numero di carte, ma osservare e controllare le carte nel sistema. Per ogni ciclo, si può determinare quante carte (in assoluto e in percentuale del totale) si trovano in una determinata posizione.

Tali posizioni possono essere:

- ◆ In attesa al primo processo
- ◆ Nel primo processo
- ◆ In movimento
- ◆ In attesa del secondo processo
- ◆ Nel secondo processo
- ◆ Mancante

Se, ad esempio, ci fossero molte carte "in movimento", il processo di spostamento potrebbe essere troppo lento. Se hai poche o nessuna carta in attesa al primo processo, potresti avere troppe poche carte. Allo stesso modo, se ci fossero molte carte in attesa, potresti averne troppe. Sentiti libero di adattare il numero di carte di conseguenza, ma evita cambiamenti radicali. Se disponessi di un sistema POLCA digitale, potresti raccogliere più statistiche per vedere se ci siano poche o troppe carte.



Capitolo 4

Toyota Production System: Lean manufacturing e Sistema Kanban

La produzione a risposta rapida (QRM) è uno dei risultati della Lean Manufacturing, in cui le aziende sono progredite dalle metodologie just-in-time (JIT) degli anni '70.

La Lean Manufacturing è importante oggi, e lo sarà in futuro, come lo era quando è stata concepita. Le aziende oggi più che mai, guardano alla loro supply chain per risparmiare. La supply chain (catena di distribuzione) è la rete che include tutti gli individui, le organizzazioni, le risorse, le attività e le tecnologie coinvolte nella creazione e nella vendita di un prodotto: dall'acquisto dei materiali dal fornitore, fino alla consegna del prodotto finito all'utente finale. Il "cost saving" può essere raggiunto negoziando i prezzi di acquisto con i fornitori, ma anche ottimizzando il processo, attraverso il procedimento lean di riduzione degli sprechi, dei tempi ciclo di produzione e degli scarti.

Il concetto di Lean Production è sempre più visto come un modo di pensare e una filosofia da seguire in quanto fa riferimento a tutto quello che è necessario per migliorare la flessibilità, la qualità e l'intera struttura produttiva aziendale.

Togliere ciò che non serve, preservare ciò che è necessario, implementare ciò di cui si ha bisogno: un'azienda funziona esattamente come un essere umano, una macchina perfetta che deve essere ben alimentata e correttamente gestita a monte.

Il concetto di Lean Production si presenta opposto rispetto a quello della produzione di massa tipica dell'industria occidentale. Infatti, non si mira più alla realizzazione di prodotti standardizzati in grandi quantità perseguendo una logica push di distribuzione. Questo sistema al giorno d'oggi non è più buono per il mercato. (makeitlean.it)

Entriamo nel dettaglio.

La Lean Manufacturing, letteralmente tradotta con "produzione snella", è l'insieme dei concetti che ben rappresentano il Process Management, la gestione del processo,

proveniente dal TPS, Toyota Production System. Per comprendere a fondo tale filosofia, bisogna chiedersi non cosa sia la Lean Manufacturing, ma bensì in che cosa consiste il sistema di produzione Toyota.

Il consolidato sistema di produzione Toyota è caratterizzato e rinomato per il suo costante e incessante impegno nell'eliminazione degli sprechi. A monte, vi è l'identificazione di questi, in un numero di sette, a opera di Taiichi Ohno, ingegnere giapponese, membro del consiglio esecutivo dell'azienda automobilistica e padre del TPS. Il successo della Toyota è stato il motore che ha acceso l'interesse sulle modalità utilizzate, che hanno consentito all'azienda di procedere su un percorso lineare di successo, capace di concretizzare, stabilizzare e ottimizzare le logiche gestionali, attraverso un sistema produttivo di tipo "pull" e una tecnica produttiva "just in time".

I sette sprechi individuati da Ohno sono quegli sprechi che, normalmente, ogni ambiente produttivo aziendale fisiologicamente riscontra. Nel dettaglio, essi sono:

1. sovrapproduzione;
2. materie prime e semilavorati fermi in attesa della lavorazione successiva;
3. movimentazioni non necessarie dei materiali;
4. scorte in eccesso;
5. lavorazioni dei materiali più del dovuto;
6. spostamenti non necessari del personale;
7. difetti.

La loro riduzione non fa altro che migliorare il valore al cliente finale. Una delle chiavi di accesso per capire il successo di questo metodo risiede nella struttura, che permette di mantenere costante le stesse eliminazioni, senza possibilità di pausa. I vantaggi sono una qualità ottimale, sempre in crescita, unita a tempi e costi di produzione notevolmente ridotti.

Il sistema Just in time rappresenta, nel modello Toyota, il nucleo centrale e fondamentale, dal quale prendono avvio le modalità della Lean Manufacturing. JIT è capace di assicurare quella perfetta simmetria tra l'offerta dei beni prodotti e la domanda generata

dal mercato. Il concetto che lo anima si concentra sull'idea della produzione-consegna di merci finite al momento giusto. In questo modo si assume una direzione completamente opposta a quella della produzione di massa: il Just in time permette di immettere sul mercato prodotti in serie brevi e diversificate, capaci di plasmarsi e adattarsi ai flussi continui della domanda. In tal modo è la produzione a trascinare il mercato e non viceversa.

La lean manufacturing fu introdotta nel mondo occidentale attraverso la pubblicazione nel 1990 di “The Machine That Changed the World” (James P. Womack, Daniel T. Jones, and Daniel Roos) la quale si basava su uno studio quinquennale del MIT (Massachusetts Institute of Technology) da 5 milioni di dollari sul futuro dell'automobile e descriveva in dettaglio il sistema di produzione snella di Toyota. Da quel momento, i principi lean hanno influenzato profondamente i concetti di produzione in tutto il mondo, così come le industrie al di fuori della produzione, tra cui la sanità, lo sviluppo di software e le industrie di servizi.

Un libro ampiamente referenziato, “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation” (James P. Womack, Daniel T. Jones), pubblicato nel 1996, ha enunciato cinque principi di lean, che molti considerano i principi fondamentali. Sono valore (value), flusso di valore (value stream), flusso (flow), trazione (pull) e perfezione (perfection). Questi principi sono ora utilizzati come base per implementare la lean production:

1. Identificare il valore dal punto di vista del cliente:

Il valore viene creato dal produttore, ma è definito dal cliente. In altre parole, le aziende devono comprendere il valore che il cliente attribuisce ai propri prodotti e servizi, il che, a sua volta, può aiutarli a determinare quanti soldi il cliente è disposto a pagare. L'azienda deve sforzarsi di eliminare sprechi e costi dai propri processi aziendali in modo che il prezzo ottimale del cliente possa essere raggiunto con il massimo profitto per l'azienda.

2. Mappare il flusso di valori:

Questo principio prevede la registrazione e l'analisi del flusso di informazioni o materiali necessari per produrre un prodotto o servizio specifico con l'intento di

identificare rifiuti e metodi di miglioramento. Il flusso di valore comprende l'intero ciclo di vita del prodotto, dalle materie prime allo smaltimento.

Le aziende devono esaminare ogni fase del ciclo alla ricerca di rifiuti (“muda” in giapponese). Tutto ciò che non aggiunge valore deve essere eliminato. Il pensiero Lean raccomanda l'allineamento della supply chain come parte di questo sforzo.

3. Creare flusso:

Eliminare le barriere funzionali e identificare i modi per migliorare i lead time per garantire che i processi siano fluidi dal momento in cui un ordine viene ricevuto fino alla consegna. Il flusso è fondamentale per l'eliminazione dei rifiuti. La Lean Manufacturing si basa sulla prevenzione di interruzioni nel processo di produzione e sulla possibilità di un insieme armonizzato e integrato di processi in cui le attività si muovono in un flusso costante.

4. Istituire un sistema pull:

Ciò significa avviare un nuovo lavoro solo quando è richiesto. La produzione snella utilizza un sistema pull anziché un sistema push.

Con un sistema push, utilizzato dai sistemi di pianificazione delle risorse di produzione (MRP), le esigenze di magazzino vengono determinate in anticipo e il prodotto viene fabbricato per soddisfare tale previsione. Tuttavia, le previsioni sono in genere imprecise, il che può comportare oscillazioni tra scorte eccessive e non sufficienti, nonché successive pianificazioni interrotte e un servizio clienti scadente. A differenza del MRP, la produzione snella si basa su un sistema pull in cui nulla viene acquistato o realizzato fino a quando non vi è richiesta. Pull si affida alla flessibilità e alla comunicazione.

5. Perseguire la perfezione con il miglioramento continuo del processo, o kaizen:

La produzione snella si basa sul concetto di ricerca continua della perfezione, che implica l'individuazione delle cause alla radice dei problemi di qualità, la risoluzione di tali problemi e l'eliminazione degli sprechi attraverso il flusso di valore.

La produzione snella richiede una ricerca incessante di riduzione degli sprechi. Lo spreco è tutto quello che i clienti non credono aggiunga valore e per il quale non sono disposti a pagare. Ciò richiede un miglioramento continuo, che è alla base della produzione snella.

Mentre il QRM utilizza il sistema POLCA per controllare il flusso dei materiali e delle informazioni, la Lean Manufacturing utilizza un altro sistema pull: il Kanban.

Kanban (看板), termine giapponese che letteralmente significa "insegna/segnale", indica un metodo di reintegrazione delle scorte a mano a mano che vengono consumate.

In un ambiente di produzione snello, Kanban è un sistema di controllo visivo e avanzato, focalizzato principalmente sull'eliminazione della sovrapproduzione, aumentando la flessibilità di risposta alla domanda dei clienti, e sulla riduzione dei costi eliminando gli sprechi.

Il segnale visivo usato nel sistema kanban è un cartellino d'ordine che può essere di due tipi. Il primo è chiamato "kanban trasporto" ed è usato quando si va da un processo al successivo. Il secondo è chiamato "kanban produzione" ed è usato per ordinare la produzione del materiale ritirato dal processo precedente.

Questi due cartelli sono sempre attaccati ai contenitori dei materiali.

Quando il contenuto di un contenitore inizia ad essere utilizzato, il cartello trasporto è rimosso dal contenitore: un operatore lo prende, lo porta al processo precedente e lo attacca al contenitore della stessa parte.

In seguito, il cartello produzione attaccato al contenitore viene rimosso e diventa un'informazione inviata al processo. Così si produce la parte per rifornirlo il prima possibile.

Per calcolare il numero di cartellini Kanban vi è la seguente equazione:

$$y = \frac{D(Tw + Tp)(1 + \alpha)}{\alpha}$$

y = numero di kanban

D = domanda per unità di tempo

Tw = tempo di attesa dei kanban

Tp = tempo di processo

a = capacità del conenitore (non più del 10% del fabbisogno giornaliero)

α = variabile “policy” (non più del 10%)

Usando il metodo Kanban, le fabbriche Toyota non hanno più fatto affidamento ai computer. I motivi per cui è stato implementato tale sistema invece di sistemi computerizzati sono i seguenti:

1. Riduzione del costo delle informazioni di processo. Richiede un costo molto elevato implementare un sistema che fornisce la pianificazione della produzione a tutti i processi e fornitori così come le sue variazioni causate dal controllo in tempo reale.
2. Rapida e precisa acquisizione dei fatti. Usando kanban i manager possono percepire continuamente i cambiamenti inerenti a capacità di produzione, tasso operativo, forza lavoro, senza l’uso di un computer. Quindi, i dati delle pianificazioni corrispondenti alla modifica sono accurati, il che spinge le officine a trovare sistemi di responsabilità e a promuovere attività di spontaneo miglioramento.
3. Limitare eccesso di capacità delle stazioni precedenti. Dato che un’azienda automobilistica consiste in processi “multistadio”, solitamente la domanda del prodotto diventa progressivamente più irregolare più il punto del processo è lontano dal punto della domanda iniziale per il prodotto finito. I processi precedenti richiedono di avere un surplus di capacità e si è più soggetti ad avere sprechi per sovrapproduzione.

Kanban è il sistema pull più conosciuto e oggi giorno non è applicato solo nell’industria automobilistica ma anche in altri settori complessi come IT, sviluppo software, marketing e così via.

Capitolo 5

POLCA come alternativa: metodi “card-based” a confronto

Dalla nascita del sistema Kanban, sono state svolte molte ricerche sui sistemi di controllo “card-based”, cioè basati su cartelli. Ciò include tentativi di miglioramento del Kanban e lo sviluppo di sistemi alternativi; in particolare, oltre al sistema POLCA, sono da citare il CONWIP (CONstant Work In Process) e il COBACABANA (CONtrol of BALance by CARd BASEd NAVigation).

Conwip è stato introdotto nel 1990 con la pubblicazione “CONWIP: a pull alternative to kanban” (International Journal of Production Research, vol. 28), scritta da Mark L. Spearman, David L. Woodruff e Wallace J. Hopp, come un nuovo meccanismo di controllo della produzione di tipo pull alternativo al già esistente Kanban. I due sistemi sono molto simili, con la differenza sostanziale che il cartello Conwip non è associato ad un determinato tipo di prodotto ma ad una certa quantità. Tutte le parti completate hanno una scheda Conwip allegata. Se la parte lascia il sistema (ad esempio viene utilizzata a valle), la scheda ritorna all'inizio del ciclo. In questo punto, la carta incontra il “backlog”. Il backlog è un elenco di tipi e quantità di parti che devono essere prodotte. La prima parte nel backlog è la più urgente. Se una carta Conwip ritorna dalla fine del ciclo, il tipo di parte successivo in linea viene assegnato alla carta di ritorno. La scheda è quindi un segnale che la capacità è disponibile e il backlog definisce cosa fare con tale capacità. Questa parte viene quindi lavorata e arriva ai prodotti finiti del ciclo.

In breve, un sistema Conwip è come un sistema Kanban senza “part number” sulla scheda in quanto il tipo di prodotto viene assegnato alla scheda in base alle necessità, cioè l'unione avviene quando si soddisfa la domanda più urgente nel backlog.

Il sistema Kanban funziona bene in ambienti di produzione caratterizzati da grandi quantità e poca varietà di prodotti. Dato che ogni scheda Kanban ha un part number permanentemente associato, la scheda reintegra sempre quel tipo di prodotto. Ovviamente questo funziona se vi è una continua domanda per quel part number specifico. Per questo Kanban è conveniente per le aziende MTS (made-to-stock) che producono grandi quantità.



Invece, se si produce su commessa, vale a dire il caso delle aziende MTO, il Kanban ha delle difficoltà. Infatti, se si producono prodotti diversificati, ogni tipo di prodotto ha bisogno di una scheda Kanban e il sistema risulterebbe complesso.



D'altra parte, Conwip non ha un part number assegnato alla scheda di default, pertanto qualsiasi part number può essere associato temporaneamente ad una scheda Conwip anche se viene prodotto solo una volta. Per questa ragione il sistema Conwip è adatto alle aziende MTO.

Un'altra differenza si trova nella ripetizione della sequenza di produzione.

Kanban gestisce automaticamente la sequenza di produzione. Se si dispone di un numero sufficiente di schede Kanban per ciascun tipo di parte, il sistema riproduce automaticamente ciò che è necessario. Conwip invece, ha bisogno di input umani per riprodurre la sequenza di prodotti corretti. Quindi risulta importante la forza lavoro umana che organizza il backlog.

Infine, Spearman afferma che il sistema Conwip ha meno WIP del Kanban.

Si prendano invece in considerazione le strategie ConWIP e POLCA per controllare i prodotti Work-In-process. È importante determinare le condizioni nelle quali usare uno piuttosto che l'altro, tenendo presente che entrambi sono sviluppati per sistemi HMLV (high-mix, low-volume) che operano per lotti. I parametri principali di comparazione possono essere il lead time, il Wip Max e la produttività.

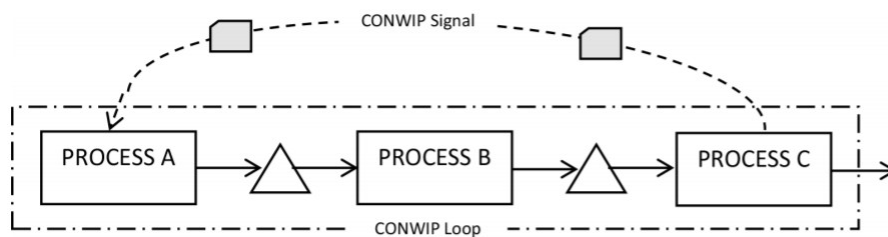
In un sistema Conwip, il processo di produzione HMLV è visto come un unico grande ciclo. “I job che percorrono percorsi simili ma diversi usando attrezzature diverse, possono avere tempi di inattività non necessari in alcune stazioni e lunghi tempi di coda in altre.” (Suri, 2010). Tuttavia, Conwip offre flessibilità poiché non richiede un flusso di processo condiviso da tutti i prodotti del ciclo.

Un primo studio di confronto tra Conwip e POLCA è di Germs e Riezebos (2010), i quali studiarono sistemi di tipo pull in produzioni MTO. Constatarono che miglioramenti di tempo di produttività totale sono dati dalla capacità di bilanciamento del carico di lavoro del sistema, ma tanti sono privi di questa capacità. Conclusero che tale capacità esiste in POLCA ma la grandezza dell’effetto differisce significativamente a seconda dei valori dei parametri operativi, del livello di utilizzazione, dei modelli di arrivo dell’ordine e dei tempi di processo degli ordini. Comunque, Germs e Riezebos suggeriscono che POLCA potrebbe affrontare lead time di officina più lunghi rispetto ad un Conwip. Kabadurmus (2009) ebbe risultati simili comparando POLCA e Conwip in un sistema ipotetico.

Sia POLCA che Conwip consentono di specificare la quantità massima di WIP.

Nel sistema Conwip:

il singolo parametro in questo sistema è il limite totale che pone nel livello di WIP. Questi possono raggrupparsi in punti differenti in tempi differenti a seconda della sequenza degli



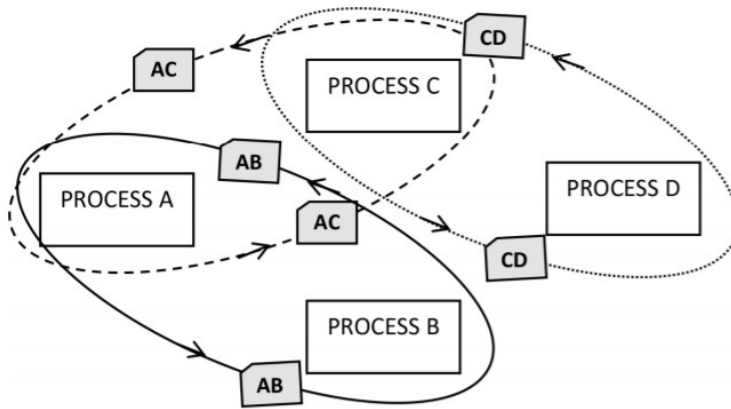
ordini. Dentro il ciclo Conwip, la quantità di WIP, cioè di job in corso di

lavorazione e/o in attesa di essere lavorati, è mantenuta costante. Quando un job lascia il ciclo, si innesca l’ingresso di un altro job.

Limitando la quantità di job nel ciclo, i livelli di scorte sono controllati e le macchine o le stazioni hanno un flusso di lavoro più costante, contenendo così il lead time. Alcuni dichiarano che questo sia la forma più semplice di sistema pull (Spearman, Woodruff & Hopp, 1990).

Nel sistema POLCA:

in un sistema polca il movimento di un job tra due stazioni è controllato da cartelli polca specifici per quel ciclo. Il numero di cartelli è il parametro chiave che limita le scorte di WIP. Per questa ragione sono spesso indicati come segnali di capacità piuttosto che segnali di magazzino.



L'esempio mostra un sistema a tre cicli. Ogni ciclo contiene un numero specifico di cartelli polca e tali cartelli appartengono solo a quello specifico ciclo. I cartelli hanno un processo di origine e uno

di destinazione. Affinché un job inizi ad essere lavorato in una stazione, esso deve avere un cartello polca. Una volta finita la lavorazione alla stazione di origine, il job e il cartello passano alla stazione di destinazione. Finito il processo in quest'ultima, il cartello ritorna alla stazione di origine, mentre il job può andare avanti solo se c'è un cartello disponibile per accompagnarlo alla stazione successiva. Per questo motivo, i segnali di capacità e il numero di cartelli, pongono un limite massimo nella quantità di WIP del sistema.

Sulla base dei risultati di una simulazione, si è ricavato che il controllo Conwip raggiunge la massima produttività ad un livello inferiore di WIP massimo rispetto a POLCA; i lead time medi per Conwip e POLCA per il livello massimo di produttività sono equivalenti. Eventuali problemi con la raccolta di WIP in un'area del sistema, che POLCA potrebbe prevenire e Conwip non può, non si riscontrano se il sistema opera a lotti e con bassi utilizzi delle operazioni manuali.

Si può concludere che il maggior numero di carte POLCA e di WIP massimo rispetto a Conwip per ottenere un numero equivalente di ordini completati, cioè uguale produttività, è correlato alle differenze nel flusso dell'ordine causate dalle due strategie di controllo. Con Conwip, non c'è alcun vincolo nel flusso dell'ordine da una stazione all'altra; con POLCA, è necessario ottenere una carta per accedere a ciascun ciclo e questo limita il

flusso dell'ordine. Per POLCA, il flusso vincolato richiede un livello elevato di massimo WIP per ottenere la stessa produttività con lo stesso lead time.

Invece, il sistema Kanban è progettato per situazioni Make-To-Stock (MTS), poiché usa dei piccoli stock intermedi. In questo tipo di sistema pull, dei cartelli o contenitori sono direttamente collegati ad un tipo di prodotto specifico. Ad esempio, un contenitore vuoto deve essere riempito con lo stesso prodotto presente in precedenza. Per le aziende MTO, una relazione diretta tra segnale e prodotto non è utile perché devono far fronte a una varietà di prodotti molto elevata, la quale condurrebbe ad un alto numero di contenitori diversi o stock intermedi. Inoltre, la ripetizione di job identici non è molto frequente, perciò si avrebbero bassi tempi ciclo di un contenitore una volta che è stato riempito. La combinazione di entrambi questi effetti si tradurrebbe in elevati stock di WIP.

POLCA nasce per essere applicato nelle aziende MTO ed è basato in principi che possono essere trovati anche nel sistema Kanban e in quello Conwip. Tuttavia, POLCA punta a perfezionare questi sistemi per rendere tali principi meglio applicabili in ambienti MTO.

Il sistema Kanban non funziona bene con bassi volumi o produzione personalizzata. POLCA ha prodotto risultati molto soddisfacenti in tali ambienti. Non richiede alcuna implementazione software complessa: può essere utilizzato senza un sistema ERP o può integrarsi perfettamente con un sistema ERP esistente.

Infine, è stato notato che man mano che il mix di prodotti aumenta e il volume di produzione diminuisce, le strategie di produzione lean, Conwip e Kanban, non sono più applicabili (Sprovieri 2004).

Capitolo 6

Conclusioni

Le società del segmento Make-To-Order possono trarre vantaggio dall'applicazione di un sistema di controllo dei materiali adatto a gestire i flussi di prodotti complessi in queste aziende.

I meccanismi PMFC stanno diventando sempre più importanti, non solo nella produzione ripetitiva ma anche negli odierni ambienti di domanda di mercato molto diversi. La causa si trova nella possibilità di contribuire al miglioramento delle prestazioni attraverso un più efficace controllo della produzione e del flusso dei materiali, su tutto il sistema di produzione, che sia localizzato o distribuito in uno spazio più ampio.

Tuttavia, risulta da numerosi studi sull'argomento che nell'ambito di mercati diversi con domande diverse, devono essere utilizzati diversi meccanismi PMFC per un funzionamento efficiente delle operazioni.

La Quick Response Manufacturing è utilizzata da una varietà di aziende di diversi settori in tutto il mondo. Come strategia aziendale, ha trovato applicazioni in tutte le aree dell'azienda, dall'officina alle operazioni d'ufficio, fino alla supply chain e oltre. Nell'industria dell'abbigliamento, QRM è anche strettamente intrecciata con i concetti di Fast Fashion e Fast Fit, entrambi destinati a ridurre i tempi che generalmente trascorrono per portare lo stile dalle passerelle alla strada.

Molte aziende utilizzano la tecnologia QRM per affrontare i problemi relativi al lead time in alcune parti della propria organizzazione o come aggiunta a strumenti di miglioramento continuo già esistenti, come Lean, Six Sigma o altri.

Negli ultimi anni, i principi QRM hanno trovato applicazioni anche nel settore sanitario e farmaceutico.

Rajan Suri, nel 1993, insieme a poche aziende statunitensi del Midwest e colleghi accademici dell'Università del Wisconsin-Madison, ha fondato il Centro per la produzione a risposta rapida, il quale è risultato essere una forza trainante nello sviluppo e nell'implementazione del QRM.

Organizzato come un consorzio pubblico-privato tra docenti, studenti e membri della società, il Centro ha supportato oltre 220 aziende nell'applicazione dei principi del QRM negli ultimi 20 anni.

Il Centro fornisce informazioni generali su QRM e ospita una varietà di eventi di formazione ogni anno. Le aziende interessate a implementare il QRM possono diventare membri del Centro e partecipare a progetti di miglioramento condotti in collaborazione con studenti di ingegneria di varie facoltà universitarie.

Seguendo il modello di partnership pubblico-privato, un nuovo centro QRM presso la HAN University of Applied Sciences di Arnhem, in Olanda, fondato nel 2010, sta aiutando le aziende europee a implementare le strategie QRM.

Sebbene la Lean Manufacturing possa funzionare per le aziende MTO, lo fa solo quando la domanda è molto piatta e regolare. In caso contrario, Lean utilizza scorte di sicurezza e un sistema automatico di "estrazione" che assicura che il ciclo non ristagni, il Kanban.

Il caso di QRM è diverso, in quanto non funziona con stock. Quindi, utilizza POLCA, un potente e semplice regolatore di flusso che garantisce la velocità degli ordini all'interno dell'organizzazione, senza alcun intervento umano di alcun tipo. Per questo motivo, POLCA vieta la produzione di un ordine in caso di eccesso di una coda di attesa. Questo è un metodo efficace per ridurre i lead time.

Pertanto, Lean si concentra sulla creazione di flussi automatici, con poche interferenze create dal sistema stock Kanban. Mentre QRM regola il flusso per ridurre al minimo i Work-In-Process e i lead time del processo, garantendo lead time record e minimizzando le scorte.

Per concludere, POLCA aiuta a gestire le fluttuazioni a breve termine della capacità e a ridurre la congestione in officina. In sostanza, l'uso di carte POLCA assicura che ogni stazione lavori solo su job destinati alle stazioni a valle che saranno anche in grado di lavorare su questi job nel prossimo futuro. Le schede POLCA non sono collegate ai part number. Questo assicura che non vi sia proliferazione di inventario per le aziende che realizzano una grande varietà di prodotti o componenti.

Inoltre, POLCA consente un ambiente MTO/ETO attraverso percorsi flessibili che utilizzano le stazioni secondo necessità, e quando combinato con altre strategie QRM, offre la flessibilità necessaria per assorbire le variazioni della domanda e del mix di prodotti.

Sottolineiamo infine che, in collaborazione con diverse aziende, il “Center for Quick Response Manufacturing” ha implementato POLCA nelle fabbriche degli Stati Uniti e del Canada. I benefici visti in quelle aziende includono riduzioni dei lead time e dei WIP dal 30% a oltre l'80%, aumento in percentuale delle consegne puntuali, aumenti della produttività fino al 18%, riduzione dello stress dei lavoratori dovuto all'eliminazione dell'accelerazione e aumento della soddisfazione dei dipendenti.

Bibliografia

- ◆ “Generic POLCA - A production and materials flow control mechanism for quick response manufacturing”. Nuno Octávio Fernandes e Sílvia do Carmo-Silva, Instituto Politecnico de Castelo Branco, Università do Minho, Portugal.
- ◆ “From time-based competition (TBC) to quick response manufacturing (QRM): the evolution of research aimed at lead time reduction”. Moacir Godinho Filho e Elizangela Veloso Saes, International Journal of Advanced Manufacturing Technology.
- ◆ “What Kind of "Numbers" can a Company Expect After Implementing Quick Response Manufacturing? Empirical data from several projects on Lead Time Reduction”. Francisco Tubino and Rajan Suri, Center for Quick Response Manufacturing.
- ◆ “Design of POLCA Material Control Systems”. Jan Riezebos, International Journal of Production Research.
- ◆ “Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system”. Y. Sugimori, K. Kusunoki, F. Cho e S. Uchikawa, International Journal of Production Research.
- ◆ “CONWIP versus POLCA: A comparative analysis in a high-mix, low-volume (HMLV) manufacturing environment with batch processing”. T. Frazee e C. Standridge, Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM).
- ◆ “A Lean Strategy for Job Shops. POLCA: An Alternative to Kanban for High-Variety or Custom-Engineered Products”. R. Suri, Gear Technology.
- ◆ “Applicability of Lean Manufacturing and Quick Response Manufacturing in a High-Mix Low-Volume Environment”. Matthew J. Joing, Massachusetts Institute of Technology.
- ◆ “Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation”. James P. Womack e Daniel T. Jones.
- ◆ “It's About Time: The Competitive Advantage of Quick Response Manufacturing”. Rajan Suri.

Ringraziamenti

Quando inizi il percorso universitario, il traguardo sembra essere sempre molto lontano.

Per arrivare alla fine servono notti insonni, lacrime amare e momenti di sconforto.

A volte rimpiangi il giorno della tua iscrizione, ma continui a superare esami su esami, fin quando giungi a scrivere i ringraziamenti della tua tesi.

Pertanto, vorrei ringraziare chi ha permesso l'arrivo di questo momento.

Innanzitutto, grazie alla mia famiglia e in particolar modo ai miei genitori, i quali mi hanno sempre sostenuta sia economicamente che moralmente; forse qualche volta hanno pensato che non potessi farcela, ma in fondo non hanno mai perso la speranza e la fiducia in me.

In seguito, un ringraziamento ai miei amici più cari e alle mie migliori amiche, che tra uno scherzo e una risata, mi hanno incoraggiata continuamente. A volte basta un buon amico per alleggerire il peso dei libri.

Infine, a tutte le persone che ho incontrato fino a questo punto della mia vita, perché nel bene e nel male mi hanno fatta diventare la persona che sono oggi.

E a chi crede in me sempre, ma soprattutto, quando non ci credo io.

Grazie.