

Using APS.net for Effective Scheduling in the Food Process Industry



In generale il processo di produzione delle aziende alimentari è molto simile a quello di altri settori:

- Rispetto della date di consegna
- Capacità produttiva limitata
- L'appuntamento dei materiali di acquisto e dei semilavorati deve essere coordinato
- Presenza di vincoli che limitano quali prodotti si possono produrre e con quali risorse

In aggiunta, la produzione alimentare ha delle proprie particolarità di programmazione, per esempio la gestione del deterioramento, la contaminazione tra prodotti, lunghe pulizie, limitato spazio di stoccaggio intermedio e impianti di trasporto (nastri) che condizionano il flusso di materiale.

I vantaggi di una efficace schedulazione nell'industria alimentare sono sostanziali e unici. Piani di produzione efficienti possono aumentare la produttività e ridurre i tempi di pulizia, con il risultato di aumentare i volumi prodotti e quindi i guadagni aziendali.

Inoltre possono essere ridotti i rischi associati al deterioramento, alla contaminazione e ai costi di stoccaggio dovuti a prodotti pronti troppo in anticipo o spediti troppo in ritardo. Anche i costi di trasporto possono essere ridotti con una stretta integrazione tra produzione e programmi di spedizione.

Questo documento descrive una serie di particolarità della programmazione tipiche del settore alimentare evidenziando come potrebbero essere gestite con l'utilizzo del software **PlanetTogether APS.net**.

La definizione di capacità produttiva, produttività e rendimenti

Gli impianti di produzione dell'industria alimentare sono molto costosi e consecutivamente limitati. La massima capacità produttiva è limitata da "vincoli fisici" come:

- Numero di macchine disponibili
- Volumi prodotti per ogni macchina
- Tempo perso per scarti, inattività per cambi produzione e fermi macchina

Inoltre ci sono perdite di capacità dovute a "vincoli temporali" come quando materie prime e semilavorati non sono disponibili al momento giusto e quando si verificano disallineamenti tra tempi di produzione o per impianti non pronti all'istante giusto. In questi casi le risorse risultano inattive per scelta o per rispettare il piano stabilito.

Alcuni dei vincoli fisici sono relativamente statici e possono essere immessi direttamente attraverso l'ERP:

- Centri di lavoro con la specifica delle macchine
- Rendimento atteso per prodotto
- Produttività standard per prodotto, per centro di lavoro, indicando per esempio: X litri prodotti per ora sul centro W per il prodotto P

Spesso il tasso di produttività e il rendimento atteso per un singolo prodotto possono variare a seconda della macchina utilizzata. Per esempio: un miscelatore può produrre 250 litri per lotto, mentre un altro miscelatore 1000 litri per lotto, quindi il tempo di produzione per il prodotto X dipende dal miscelatore.

Questa situazione viene gestita con la creazione di una tabella di lookup, che consente di specificare la capacità, rendimento e produttività per ogni prodotto su ogni macchina. In questo caso, **APS.net** è in grado di schedulare dinamicamente il prodotto sulle risorse più opportune.

Se il **planner** effettua un "drag&drop" di una specifica lavorazione su un'altra macchina lo schedulatore effettua automaticamente l'aggiornamento dei tempi di produzione ottimizzando il piano.

Per specificare i vincoli operativi temporali, il **planner** può specificare le ore esatte di operatività (calendari) che possono essere condivisi con l'intera struttura o variare in funzione della singola macchina. In periodi di domanda di mercato alta, il **planner** può effettuare analisi di tipo "what-if" per analizzare l'impatto sul piano dei cambiamenti delle ore di lavoro.

Assegnazione delle risorse specifiche per prodotto

In qualsiasi processo produttivo ci sono limitazioni per cui è necessario specificare quale macchina è in grado di lavorare un prodotto, per esempio: la macchina A potrebbe essere in grado di produrre X e Y, mentre B di produrre Y e Z. Assumendo che le macchine A e B appartengono allo stesso centro di lavoro, c'è la possibilità di specificare direttamente nel ciclo di produzione dei prodotti quale macchina utilizzare. Nell'industria alimentare l'assegnazione dei lavori può essere molto complessa e è quindi necessario un sistema flessibile.

a. Proprietà fisiche

Oltre ai vincoli strettamente legati ai centri che possono lavorare un specifico prodotto ci sono spesso vincoli legati a particolari proprietà fisiche che condizionano l'utilizzo di alcune macchine. Prendiamo per esempio una situazione in cui siano presenti tre tritacarne: A, B e C. Il maiale può essere lavorato solo su A e B mentre il manzo solo su B e C. Naturalmente l'assegnazione in funzione della macchine non è sufficiente, in tal caso è possibile specificare delle proprietà aggiuntive sulle diverse macchine ed al tempo stesso anche sui singoli prodotti in modo che **APS.net** sia in grado di identificare automaticamente quali macchine possono lavorare un specifico prodotto. Per esempio l'utilizzo delle proprietà può essere utilizzato per gestire la lavorazione di prodotti contenenti allergeni su specifiche macchine.

b. Quantità, qualità ed altre limitazioni

In alcuni casi l'assegnazione delle macchine utilizzabili non può essere specificata attraverso le proprietà fisiche dei prodotti. Per esempio: alcune macchine possono gestire solo ordini di determinate quantità a causa di limiti dimensionali. Quindi due ordini dello stesso prodotto potrebbero avere differenti macchine ammissibili. Ordini con valore minore di 500 Kg possono essere effettuati su miscelatori piccoli mentre ordini con valori superiori su miscelatori di grandi dimensioni. Inoltre gli ordini possono essere assegnati in funzione del cliente. In tutte queste situazioni **APS.net** consente di programmare regole personalizzate e sofisticate con tecnologia **Microsoft.NET**.

Vincoli di magazzino

La produzione alimentare è caratterizzata molto spesso dall'utilizzo di una grande varietà di ingredienti, sia materie prime che semilavorati. Assicurare la disponibilità del materiale giusto al momento giusto è un compito fondamentale e difficile. APS.net rende questa attività molto più semplice attraverso la creazione automatica di piani di produzione nel rispetto delle disponibilità attuali e future.

APS.net crea programmi di produzione sempre fattibili nel rispetto dei vincoli di disponibilità dei materiali, un lotto di produzione viene schedulato solo nel momento in cui è prevista la disponibilità dei componenti necessari.

La disponibilità è data da: giacenza attuale, ordini di acquisto programmati, lotti di lavorazione di semilavorati, oppure se non c'è disponibilità, se ne prevede l'arrivo in base al lead-time standard.

Poiché il piano può essere condizionato dai materiali, c'è una chiara visibilità dei materiali critici che sono colli di bottiglia. Se il materiale è in ritardo, per esempio a causa di un ritardo di consegna da parte del fornitore, il lotto di produzione viene evidenziato sul **gantt** in modo da allertare anticipatamente il verificarsi di mancanza di materiale. Con la semplice selezione della lavorazione il **planner** viene avvertito del problema in modo che possano essere presi gli opportuni provvedimenti necessari per il completamento della lavorazione nel rispetto dei tempi. Questa gestione risulta molto più efficiente della scoperta della mancanza di materiale all'ultimo minuto.

Vincoli di attrezzatura

Il movimento del prodotto alimentare tra le diverse fasi di lavoro è spesso fatto con l'uso diretto di mezzi di movimentazione delle materie prime senza la necessità di interventi manuali da parte degli operatori. Per esempio il formaggio fuso può passare direttamente dal forno attraverso condotte mentre viene raffreddato fino alla stazione di confezionamento.

Questo crea un vincolo di programmazione perché la selezione del forno e del sistema imballaggio sono interdipendenti. Il formaggio può essere imballato su una linea di confezionamento che sia servita da una particolare condotta. Ci possono essere altre linee di confezionamento ma non collegate direttamente al forno e quindi non possono essere scelte per il packaging.

Questi tipi di vincoli possono essere gestiti da APS.net in diversi modi. In primo luogo tramite l'utilizzo delle "Cells", è possibile definire una specifica cella di lavoro e poi indicare le macchine legate ad essa. Nell'esempio di prima si potrebbe creare la "Cella 1" e collegare il forno e la macchina confezionamento a questa. Lo spostamento delle lavorazioni di fusione comporterebbe lo spostamento automatico della macchina di confezionamento garantendo in tal modo la fattibilità.

In caso di logiche più complicate c'è anche la possibilità di definire vincoli personalizzati. Se per esempio, si può definire se è possibile spostare attrezzature da una macchina all'altra e dove la logica delle celle potrebbe non essere sufficiente o flessibile. In tal caso può essere definita una regola personalizzata per la risoluzione del problema.

Pianificazione Pulizie

La pulizia delle risorse è richiesta per mantenere condizioni igieniche predefinite in modo da evitare qualsiasi tipo di contaminazione incrociata tra i prodotti. Le pulizie molto spesso vengono programmate durante i week-end o periodi di inattività, quando non sono presenti gli operatori di produzione ad eccezione degli operatori dedicati alla pulizia. In tal caso APS.net può essere configurato in modo da programmare le pulizie nei fine settimana o durante finestre temporali predefinite. Nel caso è possibile ipotizzare la programmazione di pulizie di minore entità durante la settimana e di quelle più importanti durante il fine settimana.

Nel caso di operazioni di pulizia che devono essere effettuate durante le ore di produzione, è possibile utilizzare le tabelle di **lookup** in modo da definire i tempi richiesti per la pulizia nel passaggio di lavorazione di diversi prodotti. Ad esempio è possibile definire il tempo di pulizia necessario quando si passa dal manzo al pollo, oppure tra due diverse tipologie di manzo. Il sistema pianifica in automatico il giusto tempo di pulizia, anche in caso di **drag&drop** effettuate dal **planner**. Inoltre l'algoritmo di ottimizzazione può essere impostato per evitare cambi eccessivi e massimizzare il tasso di produttività.

Prevenire contaminazioni di allergeni

Un obiettivo comune nella programmazione delle aziende alimentari è quello di evitare l'esecuzione in sequenza di alcuni prodotti sulla stessa macchina in modo da evitare la contaminazione dovuta ad allergeni. Per esempio, una miscela contenente arachidi seguita da un'altra miscela che non contiene arachidi potrebbe essere contaminata. Ci sono diverse strategie per evitare tutto ciò:

- **Macchina utilizzabile:** Il sistema può essere configurato per cui è permesso produrre determinati prodotti solamente su alcune. Per esempio, il prodotto contenente arachidi viene assegnata la macchina A mentre il prodotto senza arachidi può essere lavorato solo sulla macchina B
- **Evitare sequenze particolari:** se i prodotti con differenti allergeni possono essere lavorati sulla stessa macchina allora il sistema può evitare certe sequenze. Per esempio i prodotti senza arachidi può preventivamente essere lavorato prima dei prodotti con arachidi (dopo una grande pulizia). Così tutti i prodotti senza arachidi possono essere lavorati all'inizio della settimana e i prodotti contenente arachidi alla fine della settimana. In caso che non si possa evitare una sequenza proibita il sistema può visualizzare un allarme (un rombo) così da schedulare una pulizia in modo da evitare il problema.
- **Contaminazioni tra macchine:** in situazioni dove particelle volatili possano contaminare le lavorazioni di altre macchine è necessario prevenire produzioni non compatibili ed evitare che lavorino contemporaneamente in stretta vicinanza. Questo può essere evitato utilizzando i codici compatibili di **APS.net**. Per esempio verrà evitata la produzione di prodotti non compatibili in macchine della stessa stanza.

Evitare il deterioramento

Il deterioramento degli alimenti può essere dovuto sia a cross contaminazioni che ad eccessivi tempi di produzione o di immagazzinamento. La prevenzione delle contaminazioni è stata discussa nel paragrafo precedente. **APS.net** può ridurre il rischio di deterioramento dovuto a ritardi di produzione grazie all'utilizzo del parametro di "Massimo Ritardo" opportunamente impostato nel ciclo di produzione. Può essere specificata una durata massima di attesa tra due operazioni e in caso di violazione del vincolo viene evidenziata con una bandiera visiva sul **gantt** in modo da allertare il **planner**.

L'evidenziazione della bandiera consente di visualizzare un popup con i dettagli che specificano la causale di ritardo con il valore di massimo ritardo impostato a ciclo. In aggiunta, è possibile impostare una preferenza sui materiali che sono in attesa da lungo tempo in modo da evitare la violazione della condizione di massimo ritardo a tutti.

Il deterioramento può essere ridotto anche con la produzione di prodotti finiti e semilavorati al più tardi possibile, in modo da ridurre al massimo il tempo di stoccaggio degli stessi in attesa della successiva lavorazione e/o spedizione. Si possono impostare limiti temporali direttamente sugli ordini di produzione in modo da evitare che la loro programmazione avvenga prima di una certa data. Inoltre, è possibile impostare su ogni risorsa un "**Maximum Head Start**", in modo da evitare l'avviamento di lavorazioni troppo in anticipo. Infine, la produzione può essere programmata al più presto con conseguente evidenziazione tramite alert e colori al **planner** delle condizioni di gestione manuale del piano.

Processi batch

I processi **batch**, come la miscelazione hanno alcuni requisiti particolari in termini di programmazione:

- Sono non interrompibili: una volta avviata la produzione del batch (lotto) non può essere fermata alla fine del turno o del fine settimana. **APS.net** è in grado di gestire queste attività in modalità automatica in modo da essere sicuri che la lavorazione termine in orario senza interruzioni.
- Il tempo di lavorazione varia in funzione della risorsa: se 300 litri di sugo sono richiesti potrei avere un lotto da 300 litri pianificato su una risorsa con tempo di lavorazione di 1 ora. Tuttavia, potrei avere 3 lotti da 100 litri che richiedono 45 minuti a lotto con un totale di 2 ore e 15 minuti. **APS.net** può essere configurato in modo da che sia in grado di calcolare in modo dinamico i tempi di lavorazione in funzione della dimensione del lotto. Il calcolo può essere fatto in modo flessibile, tramite programmazione su logiche specifiche o in base all'utilizzo di **lookup tables** fatte in Excel. Questo permetto al **planner** di effettuare delle modifiche al piano con il semplice **drag&drop** lasciando ad **APS.net** il compito di fare il resto.

Flusso continuo tra stage

In produzioni multi-stage spesso succede che il flusso di materiale in uscita da una macchina finisca direttamente in un'altra senza interruzione e senza stoccaggi intermedi. Per esempio, nella produzione di hot dog il manzo può essere tritato e direttamente inserito nella linea di imbottitura. Nel caso in cui ogni linea abbia un collegamento diretto uno ad uno con il rispettivo tritacarne, allora è possibile modellare il tutto con una singola operazione. Nel caso in cui il tritacarne è in grado di servire linee differenti in uscita allora questo comporta variazioni influenti sul piano di produzione.

Quando un materiale viene lavorato durante una operazione o fase di lavoro questo comporta la produzione del materiale intermedio o semilavorato ad un ritmo ben definito. Lo stesso materiale deve essere quindi consumato dalla stazione a valle con lo stesso ritmo. Nell'esempio di prima, il tritacarne potrebbe produrre carne che vada ad alimentare più linee contemporaneamente (che magari si avviano in tempi diversi e producono a velocità diverse). Tutto questo può essere gestito da **APS.net** in modalità automatica tramite l'analisi della produzione cumulativa e dei tassi di consumo del materiale nel tempo in modo da assicurare piani di produzione fattibili e che per esempio il manzo sia sufficiente per poter alimentare tutte le linee di confezionamento.

Vincoli di input condiviso

Nella produzione multi-stage degli alimenti si verificano situazioni in cui un semilavorato vado ad alimentare direttamente in modalità multipla diverse macchine. Il flusso del materiale è diretto (attraverso nastri trasportatori) e ne deriva che le macchine a valle hanno la velocità condizionata dalla produzione a monte. Per esempio, nella produzione di pasta per biscotti, questa può essere miscelata da un mixer che alimenta a valle due macchine di stampa con formati diversi. Ne deriva che se il cioccolato è un ingrediente della fase di miscelazione, non sarà possibile stampare a valle biscotti al cioccolato e senza zucchero contemporaneamente, le linee di stampo devono essere predisposte nel lavorare solo i prodotti al cioccolato.

APS.net è in grado di gestire questo vincolo di compatibilità in modo da poter programmare in sequenza solo prodotti compatibili e/o comunque condizionati dalle lavorazioni precedenti.

Magazzini limitati

Quando i prodotti finiti o semilavorati vengono completati è necessario che vengano immagazzinati prima del loro consumo. Nelle aziende alimentari ci sono molto spesso dei limiti connessi con gli spazi di immagazzinamento, in modo particolare per i semilavorati i quali devono essere stoccati in modalità temporanea tra due intervalli o operazione di processo. Per esempio una macchina per la tostatura del caffè potrebbe tostare caffè differenti per poi essere tritato, ed infine stoccato in attesa del packaging. L'area di lavoro e le ubicazioni di stoccaggio possono essere limitate ed è quindi impossibile gestire delle sovrapproduzioni. **APS.net** può produrre dei report personalizzati in modo che si possa avere la visione futura delle disponibilità di magazzino per ogni singolo prodotto e prendere in modalità anticipata gli opportuni provvedimenti. Al tempo stesso è possibile favorire le lavorazioni che richiedono lunghi tempi di lavorazione in modo che possano essere minimizzate in modo automatico.

Integrazione tra piano di produzione e spedizione

Quando il piano di produzione è pronto, ulteriori vantaggi economici possono essere realizzati sfruttando la schedulazione delle spedizioni. Questo permetterà di abbassare i costi causati dai veicoli fermi in attesa che i prodotti vengano completati e fornisce piani di spedizione semplici e accurati.

Se necessario le informazioni sulla destinazione della merce possono essere inseriti direttamente in **APS.net** così si possono creare report personalizzati dei piani di spedizione basati sull'attuale piano di produzione e considerando le giacenze correnti. Specificando le dimensioni dei lotti e dei veicoli utilizzati, **APS.net** può indicare quando un veicolo può partire a pieno carico e quali prodotti e quali quantità possono essere spedite per ogni veicolo.

Conclusioni

Questo documento non è ovviamente esaustivo nel descrivere tutte le sfaccettature delle problematiche inerenti alla aziende del settore alimentare. Schedulare questo tipo di produzione senza l'ausilio di sistemi automatici è complesso e difficoltoso perché devono essere tenuti in considerazione molti vincoli.

APS.net è basato sul framework Microsoft .Net per cui è veramente semplice aggiungere regole e modellare particolarità anche delle realtà più complesse. In aggiunta sono già state predefinite regole e strumenti tipici del settore alimentare in modo da ridurre i tempi di implementazione e formazione e apportare notevoli vantaggi nella gestione del processo di pianificazione.

Chi è OPT Solutions



Realizza progetti con professionalità e tecnologie innovative. Consulenza e software professionali per il mondo della produzione e della qualità: Pianificazione, Schedulazione, Controllo, Analisi e Simulazione.

Contattaci:

info@optsolutions.it

www.optsolutions.it