

Capitolo 1

INTRODUZIONE

L'evoluzione continua degli scenari tecnologici e di mercato sta portando ad un'inversione di tendenza rispetto alla tradizionale prudenza dimostrata nel settore dell'automazione industriale verso l'innovazione hardware e nel controllo di processo. L'avvento ormai consolidato, del personal computer nell'automazione di fabbrica ha spostato l'attenzione sia degli sviluppatori, sia degli utenti finali, dagli aspetti hardware a quelli software. Il vantaggio competitivo risultante dalla disponibilità di sistemi a basso costo basati su personal, ha, inoltre reso tali investimenti accessibili anche alla media e piccola impresa. Si sta assistendo alla progressiva distribuzione di tali sistemi in apparati di controllo periferici interconnessi in rete e dotati di sistemi di supervisione ad alto livello. La connettività si basa su standard affermati nel mondo delle reti di calcolatori (quali ethernet e Tcp/Ip) e in tal modo si superano i tradizionali vincoli spaziali che imponevano distanze ridotte tra linee di produzione e sistemi di controllo.

In questo scenario, le reti di calcolatori e le tecnologie di Intranet ed Extranet, aprono, al mondo dell'automazione industriale, nuove possibilità di utilizzo di standard di comunicazione e di controllo del flusso e condivisione dei dati di processo attraverso i vari livelli organizzativi dell'azienda.

Si ottiene un'effettiva integrazione tra sistema informativo aziendale e sistemi di controllo/automazione di processo che può essere di volta in volta finalizzata a scopi commerciali di formazione, di ottimizzazione delle risorse. L'intrinseca flessibilità delle reti consente la realizzazione di molteplici architetture basate su personal computer e

dispositivi di misura e/o di controllo che possono comunicare tra loro senza vincoli spaziali; i dati così raccolti, possono essere fruiti immediatamente o elaborati e archiviati. Il poter disporre dei dati di processo in tempo reale, attraverso procedure integrate nel sistema gestionale dell'azienda, garantisce una più pronta ed efficace capacità di intervento nelle varie fasi del ciclo produttivo.

L'operatore ha a disposizione parametri ambientali di processo elaborati e opportunamente combinati e presentati, utili a prevedere ed affrontare situazioni di emergenza e a programmare interventi di diagnostica e manutenzione dell'impianto. Analogamente, i livelli decisionali dell'azienda possono avvalersi di un quadro costantemente aggiornato della situazione, sia delle linee di produzione, sia di altri settori strategici fondamentali, quali ad esempio il magazzino o il marketing. I sistemi di *Enterprise Resource Planning* hanno efficacemente affrontato queste problematiche, in ambito gestionale, e la frontiera attuale appare quella di allargarne l'interazione con gli altri settori aziendali. Assume importanza prioritaria il dato trasformato in conoscenza da condividere e distribuire a vari livelli operativi.

Altri fattori quali l'esigenza di formazione professionale continua degli operatori così come la tele-assistenza al cliente alimentano il crescente interesse verso l'informatizzazione e il controllo remoto.

Un aspetto rilevante dell'utilizzo di Internet, quale infrastruttura di comunicazione e controllo di processi industriali è la possibilità di raggiungere un alto livello di integrazione tra strumenti e procedure attraverso la creazione di interfacce basate sul Web che al tempo stesso unifichino le modalità operative e svincolino l'accessibilità al sistema dalla piattaforma di partenza. Si può ottenere un'efficace inter-operabilità tra prodotti diversi, che presenterebbero all'utente ciascuno la propria interfaccia e si facilita lo scambio di ruolo tra operatori: l'unica interfaccia utilizzata diviene il browser standard di accesso ad internet. Occorre affrontare però, il problema della sicurezza e del controllo degli accessi, e si possono utilizzare le stesse tecniche che si stanno impiegando nell'ambito dell'e-commerce, basate su autenticazione dell'utente e monitoraggio delle attività svolte.

Nell'ambito del training, viene presentato un progetto di formazione a distanza, su strumentazione elettronica che sfrutta ambienti virtuali in rete.

L'esigenza attuale di formazione professionale, può trovare valide risposte nelle nuove metodologie di apprendimento assistito dal calcolatore e nella loro evoluzione in sistemi di didattica on-line.

La formazione a distanza e la teledidattica fanno ormai parte dell'offerta didattica di enti che si occupano di formazione scolastica e stanno progressivamente estendendosi ad altri settori di utenza. La possibilità di utilizzare nuove forme di distribuzione e di attuazione dei momenti formativi, seguendo un paradigma di tipo client-server offre vantaggi notevoli sia a chi elargisce servizi, sia a chi ne usufruisce. Si possono citare ad esempio la possibilità di accesso concorrente allo stesso materiale didattico da parte di più utenti, superando vincoli spaziali e temporali attraverso interfacce multimediale semplici standard e con la possibilità di personalizzare il proprio percorso formativo. Da un punto di vista qualitativo inoltre, si osserva come la produzione di materiale didattico multimediale tragga vantaggio dalle continue evoluzioni tecnologiche, sia in termini di efficacia sia di tempi ridotti di aggiornamento dei contenuti e di propagazione degli stessi.

Nel recente passato la formazione a distanza è stata costituita principalmente di ipertesti, avvalendosi del supporto di sistemi di produzione degli stessi sempre più potenti e di semplice utilizzo. In ambito tecnico-scientifico la nuova frontiera dell'apprendimento a distanza è rappresentata dal far evolvere il www da distributore di materiale didattico a vero e proprio laboratorio virtuale in cui poter sperimentare le teorie oggetto dell'apprendimento e cooperare con altri discenti/docenti in modo remoto.

Si delinea uno scenario basato su "classi virtuali", da intendersi come l'insieme dei servizi offerti e del lavoro svolto da una comunità in cui il docente rende disponibile in rete materiale didattico e guida l'apprendimento dei discenti attraverso strumenti di comunicazione informatica.

Tra le risorse disponibili assume particolare rilevanza l'esistenza del laboratorio basato su strumentazione virtuale in cui poter compiere esperienze. Il laboratorio non deve essere, per quanto possibile, una simulazione, ma consentire l'accesso remoto alla strumentazione reale attraverso interfacce software che riproducano le condizioni operative reali. In questo modo si può raggiungere un alto livello di realismo nello svolgimento dell'esperimento dando la possibilità a molti di usufruire di risorse di particolare rilevanza in modo guidato e protetto.

Questo approccio risponde bene alle richieste delle industrie, di formazione continua e a distanza, così come risponde alla domanda crescente di aggiornamento continuo per il comune cittadino, nell'arco di tutta la vita. L'accesso remoto a strumentazione, è attualmente reso possibile da interfacce sviluppate secondo paradigmi di programmazione orientate alle reti quali Java e Corba e anche gli ambienti per lo sviluppo rapido di strumenti virtuali, stanno sempre più integrando funzionalità di rete. Sono molti e complessi i problemi da affrontare se si vogliono costruire ambienti virtuali costituiti da più strumenti interagenti, con sistemi su cui effettuare misure, oppure sistemi di controllo di impianti, basati su programmi proprietari, che utilizzano formati di dato e protocolli di comunicazione non standard.

In questo ambito si colloca il nuovo modello per lo sviluppo di sistemi di controllo remoto di strumentazione/processi industriali, denominato Vlab. L'obiettivo primo, è quello di consentire accesso remoto via Internet, ad un laboratorio che ospita strumentazione, apparecchiature e processi di misura, attraverso l'uso di un comune web browser. L'interazione con il laboratorio consente il reperimento di informazioni sulle possibili attività in corso, la fruizione di assistenza all'uso della strumentazione e la possibilità di operare sulla strumentazione, in modo da monitorare i processi.

Il laboratorio virtuale sta ad indicare la rappresentazione del laboratorio disponibile in rete, ovvero l'insieme delle interfacce software, che riproducono i pannelli di controllo degli strumenti utilizzati per effettuare in remoto le impostazioni della misura. Le stesse interfacce possono consentire di interagire, via rete, con gli apparati di controllo di un processo di produzione, al fine di controllarne o modificarne l'evoluzione.

L'operatore, attraverso l'interfaccia virtuale interagisce con un'immagine del laboratorio o dell'impianto e, in modo trasparente, pilota i processi reali o le simulazioni software degli stessi. Nel caso reale l'utente comunica con un server del laboratorio che a sua volta controlla strumenti e apparecchiature via bus standard IEEE 488. Nel caso simulato l'interfaccia virtuale comunica con un insieme di moduli software che emulano il comportamento di strumenti e processi. L'unicità dell'interfaccia consente l'addestramento in ambienti virtuali che, pur garantendo sicurezza e favorendo l'ottimizzazione delle risorse, raggiungono un elevato realismo, con conseguente efficacia didattica.

Un'applicazione Vlab mirata alla formazione universitaria sull'elettronica di base è in fase avanzata di implementazione. L'ambiente didattico realizzato consente agli studenti di compiere misure su circuiti di base accedendo via web a strumentazione elettronica e controllando l'esecuzione degli esperimenti.

Il livello di realismo raggiungibile attraverso le interfacce virtuali è elevato, sia per quanto riguarda il numero di funzionalità degli strumenti riprodotte, sia per quanto riguarda la fedeltà ottenuta nel visualizzare gli strumenti e le loro caratteristiche di utilizzo. È inoltre, disponibile la manualistica (*help on line*) riguardante l'uso della strumentazione. Sono previste misure di sicurezza per consentire il controllo dell'accesso, ad utenti autorizzati e registrarne le attività svolte. Per quanto riguarda il controllo degli accessi è stato dotato il sistema di un meccanismo di registrazione degli accessi in un file di log ed è attivo l'invio periodico (report) di tale file ai responsabili del progetto. Quando l'utente richiede l'accesso al laboratorio, il programma che gestisce l'apertura delle connessioni, registra l'indirizzo Ip (un codice che identifica univocamente un nodo della rete Internet) della macchina dalla quale proviene la richiesta di connessione. Tale richiesta viene accolta solo se il richiedente possiede un indirizzo Ip autorizzato e di seguito verranno memorizzate tutte le operazioni seguite durante la sessione di lavoro.

Le tecnologie con le quali è stato sviluppato il progetto Vlab possono trovare ampio utilizzo nella realizzazione di sistemi di controllo remoto di processi industriali.

Anche nel mondo dell'automazione industriale la telematica ha consentito di introdurre innovazione e sperimentare nuove metodologie di controllo remoto dei processi e della strumentazione. Nell'ambito di differenti scenari applicativi si sta registrando un sempre crescente interesse verso quelle tecnologie che consentono nuove forme di interazione a distanza sia in contesti produttivi che di formazione a distanza e continua.

L'ottimizzazione della produzione è uno dei principali obiettivi dell'industria moderna e, nel presente lavoro di tesi, è stato studiato il caso specifico dell'industria siderurgica. Una moderna acciaieria deve tener conto sia delle esigenze qualitative del prodotto, per una migliore soddisfazione del cliente, sia di quelle economico-produttive, per un migliore utilizzo degli impianti.

Per affrontare esigenze di produzione, talvolta contrapposte, l'ausilio di strumenti software dedicati è fondamentale; inoltre più è complesso il layout dell'impianto e il

flusso di produzione, più è conveniente realizzare un sistema software per la sua gestione. In questo modo, sulla base del piano di produzione stabilito, si permette agli operatori di avere una visione globale, dunque un controllo, dell'andamento della produzione dell'impianto.

I modelli di simulazione sono programmi al computer che emulano le operazioni di un sistema organizzato. Un modello di simulazione fornisce una rappresentazione virtuale del sistema che si sta analizzando e permette di fare delle variazioni, determinando la risposta del sistema stesso a tali modifiche. Questa capacità è particolarmente importante nelle industrie manifatturiere con capitale intensivo, come ad esempio le acciaierie, in cui gli investimenti e i potenziali risparmi operativi, possono essere molto grandi. In questo caso viene creata una acciaieria virtuale, in maniera di prevedere l'impatto di qualunque variazione nel sistema, facendone una accurata analisi prima che questa sia operativa.

La simulazione è stata applicata con successo in vari settori all'interno delle acciaierie, per determinare la migliore disposizione dei reparti, la schedulazione, la "capacity analysis", la progettazione del processo e il trasporto del prodotto. Ad esempio nello stabilimento TK AST di Terni è stato sviluppato un modello di simulazione (VISCO) per ottimizzare la schedulazione della produzione, assicurando una appropriata qualità del prodotto uscente dalla fabbrica. Questo modello è composto da due parti:

- Determinazione della migliore strategia per la sequenza di mix-rolling, per raggiungere la produttività (goal productivity)- tonnellate all'ora;
- Verifica della sequenza precedentemente determinata, della qualità del "strip product"; in termini di profilo di spessore e planarità.

Sono stati studiati molti casi di mix rolling, anche tra diversi tipi di acciaio, per determinare quale raggiungesse il miglior compromesso tra qualità del prodotto e produttività.

Lo schedulatore VISCO (visualizzazione della schedulazione della colata continua) è in grado di impostare un piano di produzione ottimizzato tale da minimizzare i tempi di ripristino tra le varie macchine mentre il modello di simulazione di flussi di materiali è utilizzato per la validazione del piano. Elemento innovativo è lo sviluppo

dell'interfaccia utente dello schedatore basata su tecnologia web, quindi naturalmente predisposta per la fruizione e distribuzione dei risultati sulla rete locale.

Il sistema intelligente per la schedulazione ottimizzata di flussi di produzione di una acciaieria nasce proprio con l'obiettivo di supportare il responsabile di impianto nella schedulazione della produzione giornaliera e settimanale anche in caso di scioperi e fermate dell'impianto, al fine di ottimizzare la produzione delle linee di produzione di colata continua di una acciaieria. I risultati della schedulazione intelligente vengono automaticamente pubblicati via web sulla rete locale e messi a disposizione degli operatori sui pulpiti delle linee; inoltre la schedulazione è sempre allineata alla produzione reale, infatti il sistema riceve i dati dal campo e si allinea ad eventuali ritardi o fermate non programmate. Per impostare bene la simulazione è necessario conoscere in dettaglio il processo di acciaieria sia relativamente alle fasi che lo compongono e ai diversi flussi di lavorazione, che alle procedure che lo regolano. La modularizzazione del sistema costituisce l'elemento di base vincente che consente la distribuzione del lavoro, una migliore manutenzione e un più facile riutilizzo del codice per nuovi progetti. La struttura del sistema è caratterizzata dai seguenti moduli principali:

- schedatore;
- simulatore;
- database;
- interfaccia utente.

In questo lavoro di tesi viene fatta una distinzione tra sistemi di schedulazione e sistemi di simulazione: i primi servono per determinare il processo migliore, una volta che sia stato fissato il flusso di produzione e la "produttività" il secondo simula il processo in analisi, permettendo di prevedere la risposta del sistema ad eventuali cambiamenti. Nel secondo capitolo vengono analizzati i sistemi di schedulazione presenti sul mercato; questi hanno l'indubbio vantaggio di essere disponibili subito, pur avendo un costo elevato, soprattutto dovuto alla dipendenza dalla casa di produzione per l'assistenza tecnica e per l'inserimento di una qualunque modifica. Nel terzo capitolo invece vengono descritti gli schedatori e simulatori *prodotti ad hoc* e in particolare il simulatore che è stato realizzato nello stabilimento TK AST: VISCO e MASYS, ancora in fase di sviluppo, in collaborazione tra l'Università di Benevento e il Centro Sviluppo Materiali.

Capitolo 2

TIPOLOGIA DI SOFTWARE DISPONIBILI SUL MERCATO

In questo capitolo vengono analizzati tutte le tipologie di software di simulazione dei processi dell'industria siderurgica, presenti sul mercato.

Gli schedulatori principali sono: *Preactor*, distribuito dalla Datalog, *Nicim Schedule*, prodotto dalla Atamos e *Skipper Cross*, prodotto dalla Esa-Software. Questi software sono i più diffusi e utilizzati, sia nella aziende italiane che in quelle straniere ed inoltre, hanno un costo relativamente basso. I criteri di valutazione sono:

1. caratteristiche dell'applicazione;
2. caratteristiche tecniche;
3. costi.

Per ogni aspetto della valutazione sono stati individuati altri sottogruppi; in particolare, per le caratteristiche di applicazione si tiene conto dei seguenti fattori:

- a. adattabilità alle problematiche dell'acciaieria
- b. flessibilità del software, ovvero adattamento alle modifiche di impianto
- c. modalità di "customizzazione" per regole e logiche non previste nel prodotto
- d. semplicità di utilizzo.

Per le caratteristiche tecniche:

- a. utilizzo di un database proprietario o DBMS (DataBase Management System) commerciali;
- b. possibilità di interfacciamento con altri sistemi presenti in azienda
- c. pubblicazione dei risultati della schedulazione via internet
- d. integrazione di procedura ad hoc.

Infine per quanto riguarda i costi:

- a. licenza
- b. manutenzione
- c. addestramento
- d. customizzazione.

Per la valutazione dei software vengono utilizzate delle *demo ad hoc*. Le demo ad hoc sono delle configurazioni minime dei prodotti, basate sulle esigenze specificate dall'azienda; i parametri standard, previsti nei prodotti, sono opportunamente impostati sulla base di regole e vincoli caratteristici dell'acciaieria; è possibile anche la realizzazione di un prototipo, pur presupponendo una maggiorazione del costo. La configurazione minima richiede soltanto la selezione e l'impostazione dei parametri basilari del prodotto. I software possono essere applicati in vari settori, in quanto le logiche implementate nell'algoritmo di schedulazione, esprimibili tramite la valorizzazione di opportuni parametri, coprono una vasta gamma di applicazioni in vari ambiti e, nel caso specifico, possono essere applicati ai flussi dell'acciaieria.

In particolare, Preactor prevede, nella versione APS, l'implementazione autonoma di nuove regole e logiche, sviluppabili in Visual Basic o C, pur che, ovviamente, non comportino modifiche all'algoritmo di schedulazione.

Atomos invece, relativamente all'implementazione di nuove regole e logiche, non disponibili nelle proprie librerie, adotta la politica di provvedere all'aggiunta di queste, secondo l'esigenza del cliente. Queste, se sono giudicate estendibili ad altre situazioni, saranno poi standardizzate ed inserite nelle librerie del prodotto.

L'installazione dei due prodotti richiede un'analisi preliminare, da effettuarsi a cura degli esperti del software in collaborazione con il cliente, per definire la configurazione

adatta alle esigenze dell'applicazione. Questa fase é decisiva per valutare l'effettiva adattabilità dei prodotti senza interventi di personalizzazione.

Per entrambi i prodotti la criticità risiede nella dipendenza dai tecnici delle rispettive aziende, in quanto solo personale adeguatamente formato e dedicato può, nel tempo, acquisire l'esperienza necessaria per effettuare interventi mirati alla customizzazione ed alla flessibilità; queste ultime vengono intese rispettivamente come eventuale personalizzazione del software dopo l'installazione e adeguamento di questo alle modifiche operative e/o impiantistiche.

La customizzazione infatti, può essere effettuata solo dai tecnici Atomos, per "Nicim Schedule", mentre per "Preactor", é possibile in teoria, effettuare sviluppi autonomi, ma solo dopo aver acquisito una grande padronanza del software, che deriva da apposita formazione ed aggiornamento, ma soprattutto da esperienze frequenti in questo tipo d'interventi; in caso contrario é necessario ricorrere al distributore Datalog o addirittura alla casa-madre, se la customizzazione richiede interventi all'algoritmo di schedulazione. Quest'ultima possibilità é giudicata remota da entrambe le aziende.

Le modifiche d'impianto sono agevolmente gestite dai due prodotti attraverso nuove configurazioni; in tal senso tali software possono essere considerati flessibili, ma le nuove configurazioni possono essere effettuate da personale appositamente formato e con familiarità in questo tipo di operazioni.

Relativamente all'aspetto più vicino all'utente finale, cioè la semplicità d'uso, entrambi i prodotti hanno interfacce realizzate con le tecnologie più in uso attualmente, che consentono la gestione dei dati necessari per la schedulazione, l'inserimento del piano di produzione, l'attivazione della schedulazione, la visualizzazione e gestione dell'output.

Non ci sono sostanziali differenze operative, ma quest'aspetto è molto soggettivo e dipende dalla familiarità degli utenti finali con strumenti analoghi.

2.1 Preactor (Datalog)

Una delle caratteristiche principali di “Preactor” è la disponibilità di numerosi parametri che lo rendono applicabile a numerose applicazioni, consentendo molteplici configurazioni; tali parametri possono essere utilizzati in numero variabile, a seconda delle applicazioni. Attraverso l’impostazione dei parametri si definiscono le logiche, le risorse e i vincoli per schedulare correttamente il processo. Per la gestione dei dati è utilizzato un database proprietario, di tipo relazionale. All’avvio l’applicazione presenta un Menù principale, come mostrato in fig.1.



Figura 1: Preactor: Menu Principale

Da questo menù è possibile accedere alle diverse funzionalità che vengono descritte nei paragrafi successivi.

2.1.1.1 Gestione Archivi

Nella Gestione Archivi sono comprese tutte le funzionalità attinenti la gestione dei dati (anagrafiche), utilizzati da “Preactor” per effettuare la schedulazione, come mostrato in figura 2. Di seguito ne vengono brevemente descritti alcuni:

Calendari: Preactor lavora su calendari settimanali (Figura 3), con la possibilità di gestire date particolari; infatti, si possono introdurre delle date (es. scioperi o manutenzioni) che fanno eccezione per quanto concerne la schedulazione di determinate risorse;

Articoli: nel caso in esame gli articoli rappresentano il tipo di acciaio da produrre. L'anagrafica articoli prevede un codice, la relativa descrizione, le risorse associate e le eventuali operazioni definite sull'articolo (ciclo di lavorazione). Per la visualizzazione è possibile associare un'icona personalizzata;

Risorse: nel caso in esame le risorse sono le varie stazioni di lavorazione



Figura 2: Preactor: Menu Archivi

Preactor può lavorare con gruppi di risorse che eseguono la stessa lavorazione. Lo schedatore è in grado di scegliere la risorsa ottimale per un determinato piano di lavorazione tenendo conto dei vincoli e delle logiche associate alla risorsa. Come per gli articoli, è possibile associare alla risorsa alcuni attributi, come ad esempio il tempo di attrezzaggio, il tempo ciclo o il tempo massimo di attesa utilizzati per la gestione delle code;

Risorsa Primaria	Gruppo Risorse	Stato	Perc. Efficienza	Vincolo Secondario	Valore Max	Valore Min	Ora Inizio	Ora Fine
1.00		Lavorativo	100.00				8:00	12:00
1.00		Lavorativo	100.00				13:00	17:00
2.00		Lavorativo	100.00				8:00	12:00
2.00		Lavorativo	100.00				13:00	17:00
3.00		Lavorativo	100.00				8:00	12:00
3.00		Lavorativo	100.00				13:00	17:00
4.00		Lavorativo	100.00				8:00	12:00
4.00		Lavorativo	100.00				13:00	17:00
5.00		Lavorativo	100.00				8:00	12:00
5.00		Lavorativo	100.00				13:00	17:00
				5.00	20	0	0:00	15:00
				5.00	15	0	15:00	18:00
				5.00	20	0	18:00	24:00
6.00		Lavorativo	100.00				0:00	24:00
8.00		Lavorativo	100.00				0:00	24:00
9.00		Lavorativo	100.00				0:00	24:00
Tutte		Lavorativo	100.00				8:00	22:00

Figura 3: Preactor: esempio di Calendario



Figura 4: Preactor: Gruppi di Risorse

Percorsi: Preactor è in grado di gestire la “parallelizzazione delle fasi di lavorazione” mediante la creazione di percorsi che possono essere effettuati dai diversi articoli.

La Gestione degli Archivi consente di inserire nuovi dati nelle tabelle già predisposte (righe), ma non nuovi campi (colonne).

Poiché ogni campo corrisponde ad un parametro al quale possono essere associate delle logiche, l’aggiunta di un nuovo campo è una modifica strutturale da gestire

diversamente a seconda che il parametro da aggiungere sia o meno uno di quelli previsti dal prodotto. Nel primo caso l'intervento richiesto è una nuova configurazione del prodotto, altrimenti è una consistente modifica allo schedatore soprattutto se al campo devono essere associate delle logiche. Tale modifica è possibile solo nella versione APS del prodotto. I parametri previsti nel prodotto dovrebbero scongiurare quest'ultima possibilità.

Tra i dati gestiti è possibile definire una matrice per i tempi di attrezzaggio basata, sulle combinazioni del tipo di acciaio e della larghezza della bramma da produrre.

2.1.1.2 *Schedulatore*

A questa funzionalità fa capo la schedulazione vera e propria. Prima di attivare questa funzionalità però è necessario immettere gli ordini e scegliere il tipo di schedulazione da effettuare.

Nell'esempio di Figura 5 è riportato, come output, il diagramma di Gantt per risorsa con il flusso produttivo di ogni macchina.

“*Preactor*” è in grado di effettuare la schedulazione a capacità finita (con le risorse reali), infinita (con delle risorse fittizie) e infinita con calendario. Sono disponibili diverse funzionalità, attivabili da una serie di pulsanti, che consentono di:

- effettuare la schedulazione in differenti modalità (in avanti, indietro, bidirezionale e correggi schedulazione);
- ricercare e/o visualizzare importanti informazioni sul Gantt interagendo con esso:
 1. evidenzia fasi bloccate/ correnti
 2. evidenzia fasi in anticipo/fasi in ritardo
 3. evidenzia errori nella schedulazione
 4. evidenzia colli di bottiglia
- personalizzare gli output della schedulazione a seconda delle esigenze (es. la colorazione delle barre del diagramma);

- modificare la scala temporale del Gantt, definita in automatico, come giornaliera;
- attivare la funzionalità di Drag&Drop per cui è possibile spostare i rettangoli all'interno del Gantt effettuando delle modifiche alla schedulazione ottenuta facendo quindi delle simulazioni;
- assegnare un indice di priorità ad ogni sequenza;
- bloccare parte del piano e schedulare solo la parte dopo il blocco;
- effettuare dei confronti su due piani di lavoro schedulati.

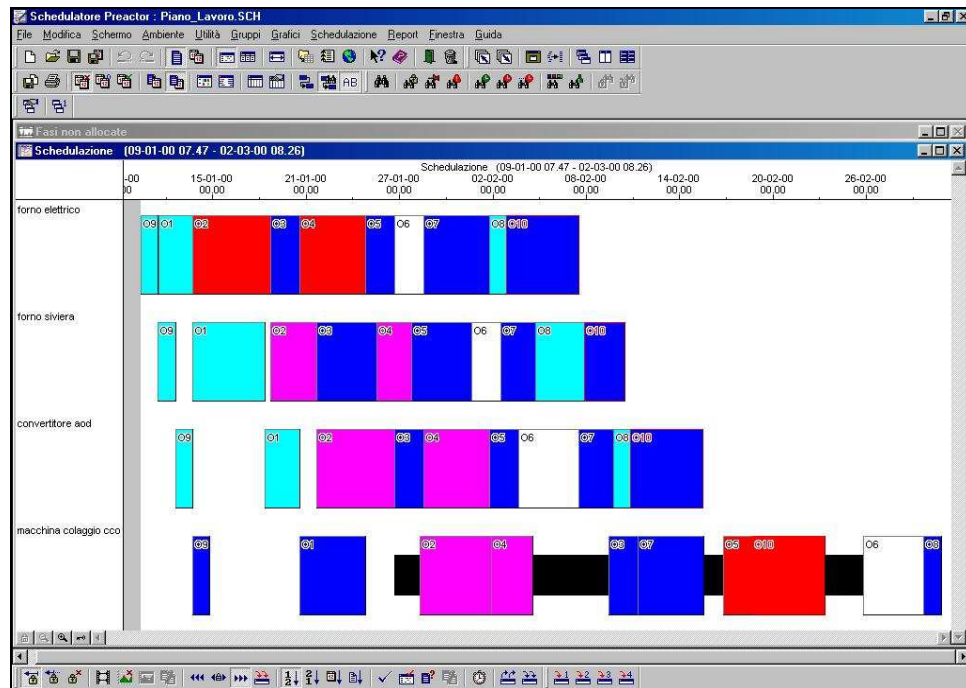


Figura 5: Preactor: Interfaccia Schedulazione

2.1.1.3 Diagramma di Gantt per Risorse e per Ordini

Queste due funzionalità consentono di visualizzare l'output della schedulazione in due diverse modalità: una per le risorse e una per gli ordini. L'esempio in Figura 6 è una visualizzazione per risorse in funzione del tempo, in cui è evidenziato un *tip* relativo ad una delle siviere lavorate che riporta una serie di informazioni riassuntive (es. cliente,

ordine, operazione, ecc...). Sempre nell'ambito di questa funzionalità è possibile anche visualizzare i tempi di attesa per le varie risorse, come mostrato in Figura 7.

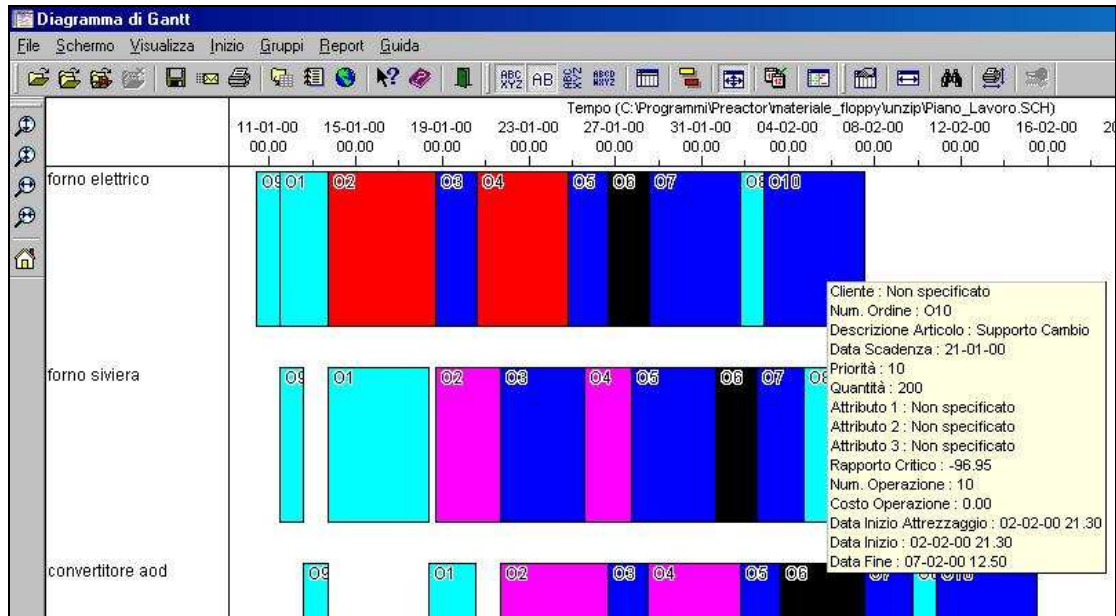


Figura 6: Peractor: Gantt delle Risorse

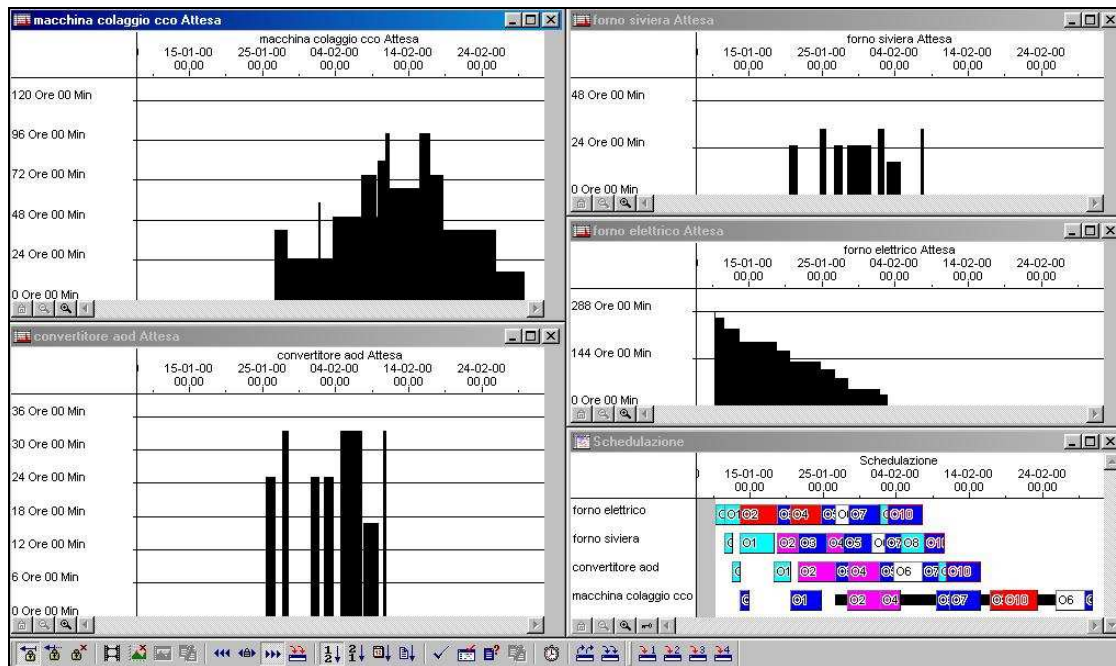


Figura 7: Peractor: visualizzazione tempi di attesa delle diverse Risorse

2.1.1.4 Menu trasferimento Dati

Questa funzionalità serve per la diffusione del piano attraverso l'import e l'export dei dati. In particolare è possibile:

- pubblicare il piano schedulato su pagine web dinamiche non editabili;
- esportare/importare i dati in/da Excel;
- utilizzare la reportistica a disposizione.

Nella figura 8 vengono riportate le voci che sono contenute in questo menu:



Figura 8: Preactor: Menu trasferimento dati

2.1.1.5 Help

Questo comando funziona come una qualunque guida in linea ed è possibile configurarlo autonomamente; inoltre consente di conoscere gli effetti dei vari parametri utilizzati nella schedulazione.

2.1.2 Caratteristiche del software

In questo paragrafo sono riportate delle ulteriori caratteristiche del software che permettono di:

1. gestire i dati da campo sia manualmente (da menù Preactor) che automaticamente, aggiornando le tabelle di “*Preactor*” con appositi programmi;
2. introdurre variabili anche ricavate da formule che utilizzano parametri tecnologici (ad es. è possibile gestire le variazioni della velocità di colaggio modificando il numero delle bramme per unità di tempo);
3. avere differenti configurazioni del software per le diverse esigenze dell’utenza; ciò significa che eventuali cambi di layout impiantistici richiedono un’analisi preliminare ed una nuova configurazione del prodotto.

Nicim Schedule è un prodotto sviluppato e distribuito dalla Atomos (Milano); è un prodotto standard che viene customizzato di volta in volta, a seconda delle esigenze, ottenendo una configurazione ad hoc. Nicim Schedule utilizza, come Data Base, Oracle.

Le funzionalità principali del software sono: la Gestione delle anagrafiche (risorse, articoli), l’Ottimizzazione della schedulazione e la Schedulazione.

2.2.1.1 Anagrafica delle Risorse

Le risorse sono gestite sia singolarmente che come gruppi; è infatti possibile, sulla base del layout dell’impianto, costruire una gerarchia di risorse tramite una rappresentazione logica, come riportato in Figura 9.

L’esempio in figura è relativo ad un rappresentazione, visualizzata ad albero, che prevede, al livello superiore, l’Impianto a cui segue la Fase di lavorazione e quindi la Stazione di lavorazione.

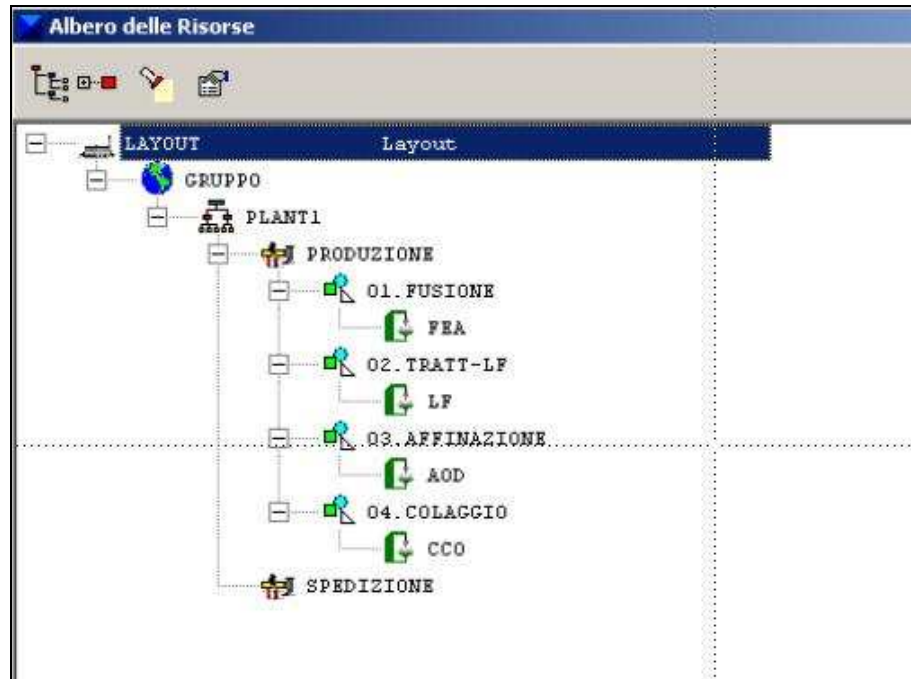


Figura 9: Nicim: Albero delle Risorse

Ad ogni risorsa è legata una serie di attributi, a cui sono connesse a loro volta delle regole o, più precisamente, dei criteri decisionali, definiti nel sistema (libreria fissa). L'introduzione di una nuova regola richiede una modifica al prodotto; la nuova regola, standardizzata, entra a far parte del prodotto. I diversi attributi sono gestiti secondo delle priorità, che vengono specificate in una apposita tabella.

È possibile definire un ordine di priorità anche per le risorse; per esse vale il principio dell'ereditarietà, relativamente alla definizione delle loro caratteristiche.

Per ogni risorsa (o gruppo di risorse) è possibile stabilire un calendario di disponibilità, definito come standard, e poi stabilire delle eccezioni o variazioni puntuali (fermate, straordinari, ecc.).

2.2.1.2 Anagrafica degli articoli

L'anagrafica degli articoli, in questo caso, è costituita dai tipi di acciaio; nella figura 10 viene riportata un esempio di questa finestra..

Campi	Condizioni	Operazioni/1	Vincoli	Sort	Risultato
Codice Parte	Larghezza	Tipo Parte	Tipo Acciaio	Larghezza Bramma	Chimica
▶ ACCIAI001		1	INOX	L1	
ACCIAI001	L2	1	INOX	L2	
ACCIAI001	L3	1	INOX	L3	
ACCIAI002	L1	1	MAGNETICO	L1	
ACCIAI002	L2	1	MAGNETICO	L2	
ACCIAI002	L3	1	MAGNETICO	L3	
ACCIAI003	L1	1	ACCIAIOxxx	L1	
ACCIAI003	L2	1	ACCIAIOxxx	L2	
ACCIAI003	L3	1	ACCIAIOxxx	L3	
ACCIAI004	L1	1	ACCIAIOyyy	L1	
ACCIAI004	L2	1	ACCIAIOyyy	L2	
ACCIAI004	L3	1	ACCIAIOyyy	L3	

Figura 10: Nicim: Anagrafica Articoli

Ogni articolo è caratterizzato da un codice di identificazione e da determinate caratteristiche tecnologiche. I dati sugli articoli possono essere importati dal gestionale.

2.2.1.3 Matrici di Ottimizzazione

L'ottimizzazione della schedulazione è ottenuta attraverso delle matrici di ottimizzazione, definite per ogni attributo delle risorse, opportunamente valorizzato, ad es., la macchina di colaggio, il tipo acciaio e la larghezza bramma. Le matrici sono interpretate secondo il livello di priorità assegnato all'attributo.

Un esempio di queste matrici, relativo al tipo di acciaio, è riportato in Figura 11.

Le righe e le colonne della matrice sono tante quanti sono i tipi d'acciaio previsti, in particolare le righe corrispondono agli acciai in colaggio, mentre nelle colonne sono riportati gli acciai da colare successivamente: ogni elemento della matrice rappresenta

l'incrocio tra l'acciaio in colaggio e l'acciaio da colare successivamente a questo. Il contenuto é il tempo necessario per passare da un acciaio ad un altro.

The screenshot displays three overlapping windows from the Steelmaster 2006 software:

- Top Window: SIMILITUDINI - Vista Tabella Similitudini**

Tipo Macchina	Descr. Livello	N.Livello	Priorita' Liv.	Attrezzaggio	Avviamento	Costi	Valore Reset	Modalita Reset
COLAGGIO	TIPO ACCIAIO	1	1	2	0	2		0
COLAGGIO	LARGHEZZA	2	2	2	0	2		0
COLAGGIO	CHIMICA	3	3	0	0	0		0
- Middle Window: Gestione Matrici Tempi/Costi**

Tipo Macchina	N.Livello	Priorità	Descrizione	Costi	T.Attr.	T.Avv.
COLAGGIO	1	1	TIPO ACCIAIO	2	2	0
COLAGGIO	2	2	LARGHEZZA	2	2	0
- Bottom Window: Editazione Matrici**

	ACCIAIOxxx	ACCIAIOyyy	INOX	MAGNETICO	NEUTRO
ACCIAIOxxx	0.00	10.00	20.00	30.00	0.00
ACCIAIOyyy	30.00	0.00	10.00	20.00	0.00
INOX	20.00	30.00	0.00	10.00	0.00
MAGNETICO	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
NEUTRO	20.00	30.00	0.00	10.00	0.00

Figura 11: Nicim: Matrice di ottimizzazione

Si creano più matrici se ci sono più criteri di ottimizzazione, oppure si può creare un'unica matrice complessa contenente tutte le varie combinazioni (ad es. quanto pesa passare da un acciaio ad un altro e da una larghezza di bramma ad un'altra, con differenti velocità di colaggio).

2.2.2. Schedulazione

Dopo aver inserito il piano di produzione, sia manualmente che automaticamente, può essere richiesta la schedulazione, che si attiva utilizzando una apposita *form* (Pannello di Lancio), come mostrato nelle figg. 12 e 13, dove si può scegliere se tenere conto o meno dei diversi vincoli/regole e del tipo di schedulazione. Lo schedulatore può lavorare su:

- Risorse
- Manodopera (suddivisibile in squadre)
- Attrezzatura (condivisibile tra più risorse)

L'ottimizzazione della schedulazione, che fa uso delle relative matrici, può essere effettuata in base alla priorità degli ordini e

alla definizione di campagne di articoli (in questo caso acciai) e, quindi, agendo sui calendari.

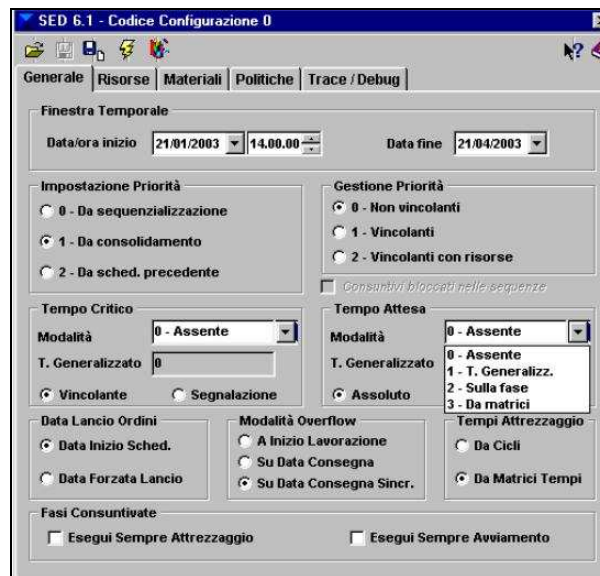


Figura 12: Nicim: Pannello di Schedulazione “Generale”



Figura 13: Nicim: Pannello di Schedulazione “Risorse”

2.2.3 Visualizzazione dei risultati

Una volta che è stata eseguita la schedulazione, il relativo output può essere visualizzato in diverse modalità. È possibile:

- impostare scale differenti ed effettuare degli zoom nel diagramma di GANTT;
- colorare diversamente i rettangoli e scrivere al loro interno;
- effettuare il Drag&Drop interrogando il sistema sulla fattibilità o meno di alcune simulazioni realizzate con questa tecnica;
- confrontare più piani di produzione schedulati;
- evidenziare delle criticità all'interno del piano schedulato;
- allegare dei messaggi sull'output della schedulazione (in particolare, tali messaggi possono essere scambiati tra programmazione ed esercizio).

Nelle figg.14 e 15 sono riportati degli esempi dei diagrammi di GANTT per la visualizzazione dell'output, mentre la Figura 16 riporta l'output sotto forma di report tabellare.

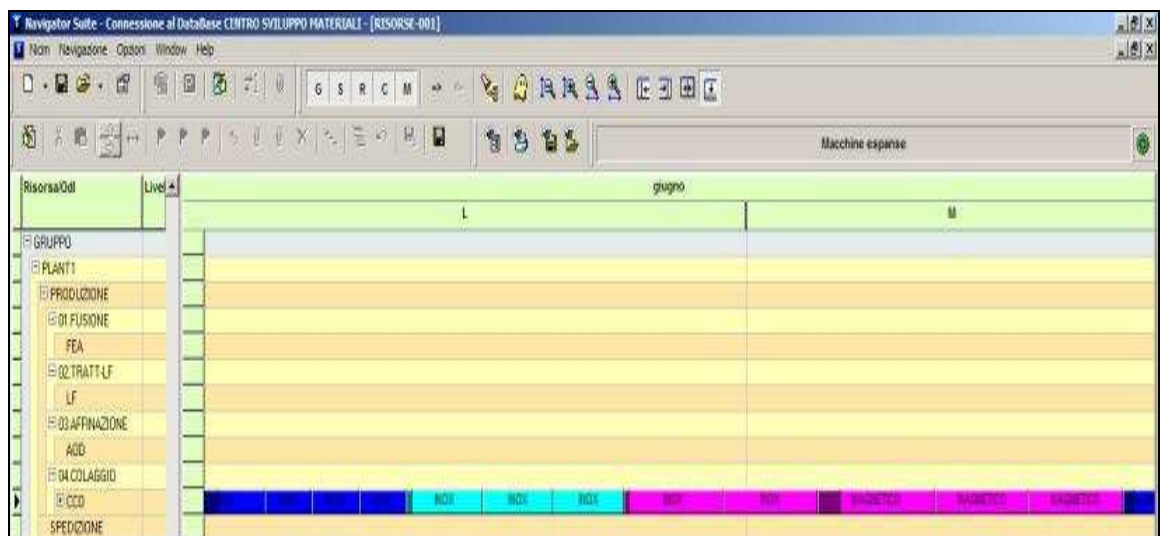


Figura 14: Nicim: Output della schedulazione, Gantt raggruppati per acciai

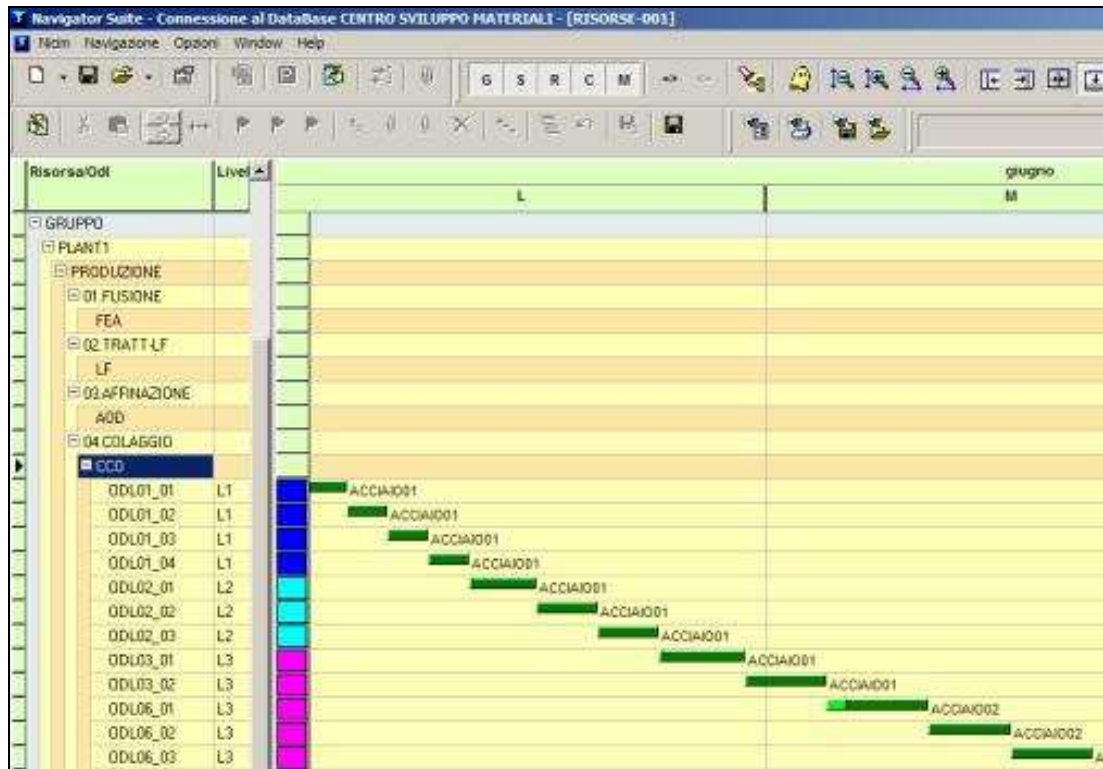


Figura 15: Nicim: Output della schedulazione, Gantt esteso

PIANO DI LAVORO - Piano di Lavoro Risorsa										
Campi	Condizioni	Operazioni/1	Vincoli	Sort	Risultato					
Risorsa	Ordine	Parte	Qta_Odi	T.Lav.Rim	T.Prep.Rim	Acciaio	Lunghez...	D.Cons	D.Ini.Sim	D.Cons.Sim
CCO	ODL01_01	ACCAIO01	1.00	2.00	1.50	NOX	1	08/06/2003	02/06/2003	02/06/2003 3.30.00
CCO	ODL01_02	ACCAIO01	1.00	2.00	.00	NOX	1	08/06/2003	02/06/2003 3.30.00	02/06/2003 5.30.00
CCO	ODL01_03	ACCAIO01	1.00	2.00	.00	NOX	1	08/06/2003	02/06/2003 5.30.00	02/06/2003 7.30.00
CCO	ODL01_04	ACCAIO01	1.00	2.00	.00	NOX	1	08/06/2003	02/06/2003 7.30.00	02/06/2003 9.30.00
CCO	ODL02_01	ACCAIO01	1.00	3.00	25	NOX	L2	08/06/2003	02/06/2003 9.30.00	02/06/2003 12.45.00
CCO	ODL02_02	ACCAIO01	1.00	3.00	.00	NOX	L2	08/06/2003	02/06/2003 12.45.00	02/06/2003 15.45.00
CCO	ODL02_03	ACCAIO01	1.00	3.00	.00	NOX	L2	08/06/2003	02/06/2003 15.45.00	02/06/2003 18.45.00
CCO	ODL03_01	ACCAIO01	1.00	4.00	25	NOX	L3	08/06/2003	02/06/2003 18.45.00	02/06/2003 23.00.00
CCO	ODL03_02	ACCAIO01	1.00	4.00	.00	NOX	L3	08/06/2003	02/06/2003 23.00.00	03/06/2003 3.00.00
CCO	ODL06_01	ACCAIO02	1.00	4.00	1.00	MAGNETICO	L3	08/06/2003	03/06/2003 3.00.00	03/06/2003 8.00.00
CCO	ODL06_02	ACCAIO02	1.00	4.00	.00	MAGNETICO	L3	08/06/2003	03/06/2003 8.00.00	03/06/2003 12.00.00
CCO	ODL06_03	ACCAIO02	1.00	4.00	.00	MAGNETICO	L3	08/06/2003	03/06/2003 12.00.00	03/06/2003 16.00.00
CCO	ODL04_01	ACCAIO02	1.00	2.00	.50	MAGNETICO	1	08/06/2003	03/06/2003 16.00.00	03/06/2003 18.30.00
CCO	ODL04_02	ACCAIO02	1.00	2.00	.00	MAGNETICO	1	08/06/2003	03/06/2003 18.30.00	03/06/2003 20.30.00
CCO	ODL04_03	ACCAIO02	1.00	2.00	.00	MAGNETICO	1	08/06/2003	03/06/2003 20.30.00	03/06/2003 22.30.00
CCO	ODL04_04	ACCAIO02	1.00	2.00	.00	MAGNETICO	1	08/06/2003	03/06/2003 22.30.00	04/06/2003 0.30.00
CCO	ODL04_05	ACCAIO02	1.00	2.00	.00	MAGNETICO	1	08/06/2003	04/06/2003 0.30.00	04/06/2003 2.30.00
CCO	ODL05_01	ACCAIO02	1.00	3.00	25	MAGNETICO	L2	08/06/2003	04/06/2003 2.30.00	04/06/2003 5.45.00
CCO	ODL05_02	ACCAIO02	1.00	3.00	.00	MAGNETICO	L2	08/06/2003	04/06/2003 5.45.00	04/06/2003 8.45.00
CCO	ODL08_02	ACCAIO03	1.00	3.00	1.00	ACCAIOxxx	L2	08/06/2003	04/06/2003 8.45.00	04/06/2003 12.45.00
CCO	ODL07_01	ACCAIO03	1.00	2.00	25	ACCAIOxxx	1	08/06/2003	04/06/2003 12.45.00	04/06/2003 15.00.00
CCO	ODL07_02	ACCAIO03	1.00	2.00	.00	ACCAIOxxx	1	08/06/2003	04/06/2003 15.00.00	04/06/2003 17.00.00

Figura 16: Nicim: Output della schedulazione, report gabbellare

E' possibile pubblicare in web (attraverso pagine HTML) i risultati ottenuti con la schedulazione, oppure si possono semplicemente inviare via e-mail. Il prodotto ha a disposizione una reportistica prestabilita.

2.2.4 Ulteriori funzioni

Il programma dispone di ulteriori funzioni, proprio in vista del suo utilizzo negli ambiti più diversificati possibile:

- tutti i menu e gli attributi sono personalizzabili nella visualizzazione a seconda del profilo utente che vi accede (con determinati diritti e abilitazioni);
- mediante l'utilizzo di un parametro detto "Resa" si riescono ad introdurre anche i parametri tecnologici dunque variabili o dipendenti da altri (es. temperatura).
- è possibile implementare la "Parallelizzazione delle Fasi" creando dei cicli di lavoro alternativi e dando ad essi dei "pesi";
- la "Gestione delle Code" è realizzata impostando dei tempi di attesa minimi e massimi.

2.3 Skipper Cross (ESA-SOFTWARE)

Il software Skipper Cross non ha un Data Base proprietario, ma si interfaccia con le diverse basi dati, con accesso mediante ODBC (Open Data Base Connection). Nella base dati sono contenute tutte le informazioni necessarie alla schedulazione: risorse, articoli, calendari, ecc..).

La caratteristica principale di questo prodotto é rappresentata dai "pesi": tutte le regole e logiche implementate si impostano valorizzando o meno delle variabili (pesi).

Tutte le logiche attinenti un'applicazione devono poter essere esprimibili attraverso la valorizzazione dei "pesi" a disposizione, altrimenti, se ne é richiesta l'aggiunta di

nuovi”, é necessario intervenire sul prodotto con incremento dei relativi costi di sviluppo.

Attraverso i “pesi” si definiscono, con opportuna interfaccia, gli input dell’algoritmo di schedulazione, quindi é necessario configurare correttamente l’applicazione con il supporto degli esperti del prodotto. La schedulazione, attivata dopo l’inserimento del piano di produzione produce l’output, di cui un esempio é riportato nella figura 17.



Figura 17: Skipper Cross: Output della schedulazione, diagramma di Gantt

La schedulazione può essere effettuata sia per risorse che per ordini. Relativamente alla visualizzazione dell’output é possibile attivare la funzionalità di Drug&Drop e avere molteplici viste del Gantt.

Per la particolare pubblicazioni di risultati attraverso pagine HTML é necessario uno sviluppo a parte. Il prodotto prevede funzionalità che consentono di:

- effettuare delle simulazioni di schedulazione;
- realizzare il parallelismo delle fasi;
- ottimizzare la schedulazione con una tecnica (euristica ad un passo) che prevede la selezione della migliore in presenza di scelte multiple;
- accedere ai dati da campo tramite un modulo apposito (Job).

Capitolo 3

ESEMPI DI SISTEMI DI SIMULAZIONE PRODOTTI AD HOC

In questo capitolo sono descritti dei modelli di simulazione creati ad hoc nello stabilimento TKAST. I modelli di simulazione nascono dall'esigenza di fornire un piano di produzione e di effettuare delle scelte impiantistiche. È in fase di sviluppo presso l'Università di Benevento, in collaborazione con il CSM, un *tool modulare proprietario* (Masys) capace di adeguarsi rapidamente a differenti lay-out impiantistici, per far fronte al problema della scelta del layout o, di modifiche sostanziali ad un layout esistente. Per quanto riguarda invece, la necessità di programmare la produzione, su un orizzonte temporale di breve e medio termine, su un layout definito, è stato sviluppato e reso operativo, presso TKAST, uno strumento denominato VISCO (Visualizzazione Schedulazione Colate) in grado di fornire il piano di produzione operativo con un certo livello di ottimizzazione in un intervallo massimo di quindici giorni.

3.1 Visco

Questo schedulatore è stato creato per fornire alla programmazione e all'esercizio, uno strumento per la verifica della fattibilità di un piano di produzione, in funzione dei seguenti parametri:

- Lay out dell'impianto;
- Logiche di produzione (in questo caso specifiche dell'inossidabile);
- Stato della linea;
- Fermate di vario tipo;

L'ente programmazione dello stabilimento, utilizza VISCO per la preparazione dei piani di produzione nel breve e medio periodo; successivamente l'ente esercizio valida il piano di produzione avuto dall'ente programmazione e conseguentemente lo passa ai vari pulpiti

L'esercizio stesso dispone inoltre di uno strumento per adeguare le modalità produttive ad eventi improvvisi, come ad esempio le fermate accidentali. Il flusso di produzione, tipico dell'acciaieria TKAST è caratterizzato dai seguenti steps:

1. **Fusione:** le cariche di rottame sono fuse nel **forno elettrico** (detto **FEA**); l'acciaio liquido prodotto viene spillato, attraverso il foro di colata, in recipienti rivestiti di materiale refrattario (**siviera**) all'interno dei quali vengono effettuate alcune lavorazioni;
2. **Trattamento LF:** la siviera viene trasferita, con un carroponete, presso un impianto chiamato **LF** (Ladle Fornace o Forno siviera) che serve per portare e mantenere l'acciaio ad una certa temperatura;
3. **Affinazione:** dopo il trattamento in LF, l'acciaio subisce dei processi di affinazione in un convertitore chiamato **AOD** (il trasporto della siviera avviene sempre attraverso un carroponete);
4. **Colaggio:** una volta terminato il trattamento di affinazione, la siviera viene trasportata alla macchina di colaggio **CCO** dove viene, appunto, colata in brame (semilavorato) di larghezza variabile.

Riepilogando, l'acciaio, prima di diventare tale e di essere colato in bramme, subisce una serie di lavorazioni presso le varie macchine-stazioni. Il tempo di lavorazione alle varie stazioni ha una durata variabile da acciaio ad acciaio. Inoltre, ogni macchina-stazione ha un suo tempo di ripristino.

Nell'impianto, le siviere vengono solitamente movimentate tramite carroponete, ciò comporta dei tempi aggiuntivi per il trasporto del "materiale" da una stazione alla successiva. Un altro tempo da considerare è l'eventuale attesa, dovuta alla possibilità di far sostare un certo numero di siviere vicino alle varie macchine (postazioni di sicurezza). Il tempo d'attesa è un parametro critico, perché l'acciaio, nel frattempo, si raffredda e il doverlo riscaldare nuovamente comporta dei costi. Per evitare il raffreddamento dell'acciaio, i responsabili delle linee, sulla base della loro esperienza, giocano sul tempo di lavorazione in LF ed AOD, prolungandolo di un certo numero di minuti prima di inviare la siviera interessata alla macchina successiva.

Il vincolo principale della schedulazione è rappresentato dalla macchina di colaggio: una volta che viene fatta partire, con un certo indice di sequenza, non dovrebbe essere fermata. Inoltre, ogni volta che è possibile, bisognerebbe effettuare quello che in gergo viene chiamato "l'aggancio", cioè far partire subito un'altra sequenza di colate per produrre brame della stessa larghezza e dello stesso tipo acciaio.

La macchina di colaggio va fermata dunque, soltanto quando deve essere modificata la larghezza della bramma o il tipo di acciaio (ci sono acciai con caratteristiche simili e che dunque possono essere colati in serie senza effettuare ripristini della macchina se, naturalmente, la larghezza della bramma da produrre è la stessa).

Ogni siviera viene identificata con un numero di colata. Si nota che anche in presenza di percorsi preferenziali, di fatto si può avere ampia libertà di produzione. Il piano di produzione, compilato in base ad un portafoglio ordini, riporta: i tipi di acciaio da produrre (ad es. inox, magnetico, etc...); la larghezza delle bramme (prodotto semilavorato) e il numero di colate da effettuare in sequenza (indice di sequenza).

L'esercizio può effettuare autonomamente modifiche relative al cambio dell'ordine di produzione dei diversi acciai, all'interno di un ristretto arco temporale. Per le altre modifiche deve chiedere l'approvazione della programmazione. Il prototipo dovrà effettuare la schedulazione dei flussi di produzione di un'acciaieria alimentata da un

forno elettrico che fonde rottame. In figg.18-20 vengono riportate le schermate visualizzate nell’ultima versione di VISCO. Nella schermata relativa ai parametri di impianto devono essere specificati lo spessore della bramma, i parametri fisici, cioè la densità dell’acciaio e il peso della siviera, i tempi di ripristino degli impianti e il tempo di trasferimento. Nella scheda per l’immissione dei dati di produzione dell’acciaio devono essere inseriti parametri quali la velocità di colaggio e il tempo di trattamento, fusione dell’acciaio prodotto. Infine, per quanto riguarda i livelli di utenza disponibili e la gestione, l’user è in grado di cambiare la password. L’amministratore del sistema è il solo in grado di creare un nuovo utente e di assegnare il livello. È inoltre possibile realizzare la “multiutenza”: ogni utente ha una sua personale Login, con relativa password.

Ogni utente avrà differenti diritti:

- immissione del piano di produzione e realizzazione della schedulazione;
- immissione-cancellazione di un certo tipo di acciaio da produrre;
- modifica dei parametri tecnici (es. velocità di colaggio; densità dell’acciaio);
- semplice visualizzazione delle schedulazioni effettuate.



Figura 18: Schermata per l’immissione dei parametri di impianto



Figura 19: Schermata che mostra I dati della produzione di acciaio

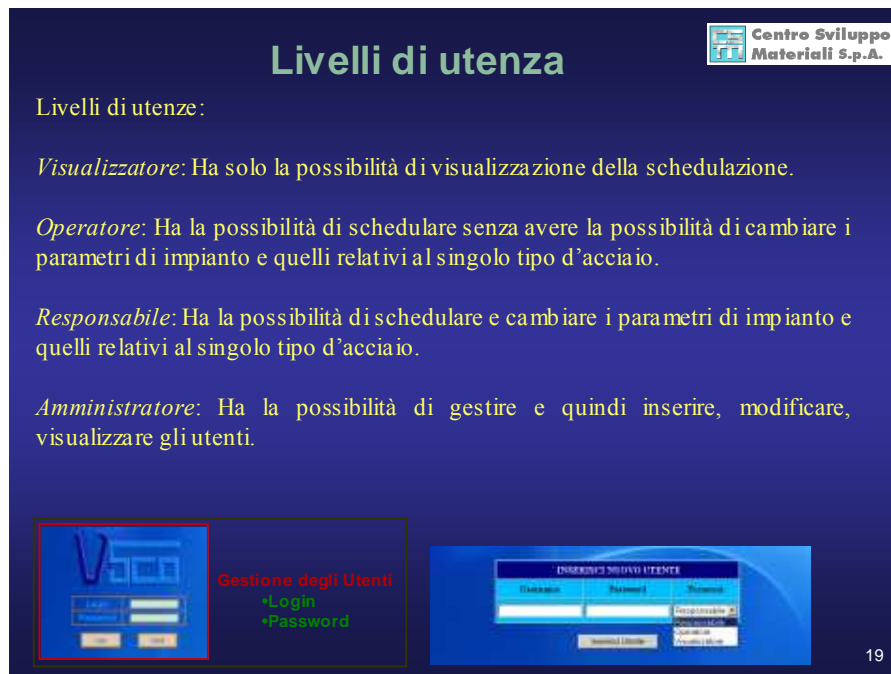


Figura 20: Schermata che mostra i livelli di utenza

Per inserire il piano di Produzione da schedulare, nella prima “fascia” (I) si immette:giorno-mese-anno e numero della colata da effettuare e l’orario di apertura della diverse macchine. Nella seconda “fascia” (II) è possibile immettere le fermate relative al forno (giorno, inizio fermate e durata); infine nella terza “fascia” (III) è possibile immettere eventi straordinari come ad esempio gli scioperi.

	Ordine	Acciaio	Larghezza [mm]	Sequenza	FEA	AOD	ASEA LF	Colaggio	Velocità Colaggio [m/s]	Ripristino [min]	Selezione Gruppi
1	<input type="checkbox"/>	304T	1200	5	FEA5		ASEA	CSP			<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	301A	950	5	FEA4	AOD2	LF	CC03			<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	301A	950	2	FEA4	AOD2	LF	CC03			<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	301A	1500	1	FEA5	AOD3	ASEA	CSP			<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	301A	1500	1	FEA5	AOD2	ASEA	CSP			<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	301A	950	5	FEA4	AOD2	LF	CC03			<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	301A	1200	4	FEA5	AOD3	ASEA	CC02			<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	301A	1200	4	FEA4	AOD3	ASEA	CSP			<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	301A	1	1	FEA5		ASEA	FUC			<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	301A	1500	4	FEA5	AOD2	ASEA	CC03			<input type="checkbox"/>
11	<input type="checkbox"/>	301A	1200	5	FEA4	AOD3	ASEA	CC02			<input type="checkbox"/>

Figura 21: Schermata che mostra il Pdp

In fig.21 viene riportata la schermata per l’immissione del piano di produzione vero e proprio, i parametri da inserire sono: il tipo acciaio, la larghezza della bramma, l’indice di sequenza (numero di siviere), il percorso di produzione, la velocità di colaggio (se variata rispetto al valore di default) e il raggruppamento acciai (se si abilita la check box per n righe: gli acciai presenti nelle n righe saranno considerati come un’unica famiglia dunque non ci sarà un tempo di ripristino nella macchina di colaggio tra un tipo di acciaio e l’altro). Questa schermata è chiamata Pdp gabbellare. In fig. 22 è riportato l’output dello schedatore VISCO ovvero il piano di produzione ottenuto, con un certo grado di ottimizzazione:

- ogni riga rappresenta una macchina di lavorazione-stazione
- ogni rettangolino rappresenta una siviera o colata:

- all'interno del rettangolo vengono riportate le ultime tre cifre del progressivo che rappresenta il numero di colata ed un codice che rappresenta il tipo di acciaio (leggibile in alto a destra della pagina)
- la larghezza del rettangolino rappresenta la durata della lavorazione
- al cambiare del colore cambia la sequenza di lavorazione
- alla riga che raffigura la macchina di colaggio: tra una sequenza di lavorazione e l'altra è riportata una stanghetta nera che rappresenta il tempo di ripristino della macchina di colaggio
- la scala temporale è riportata in basso (è in ore)
- sotto la scala temporale è riportato un contatore per in numero di colate realizzato in una giornata
- i rettangoli verticali in giallino rappresentano le fermate del forno

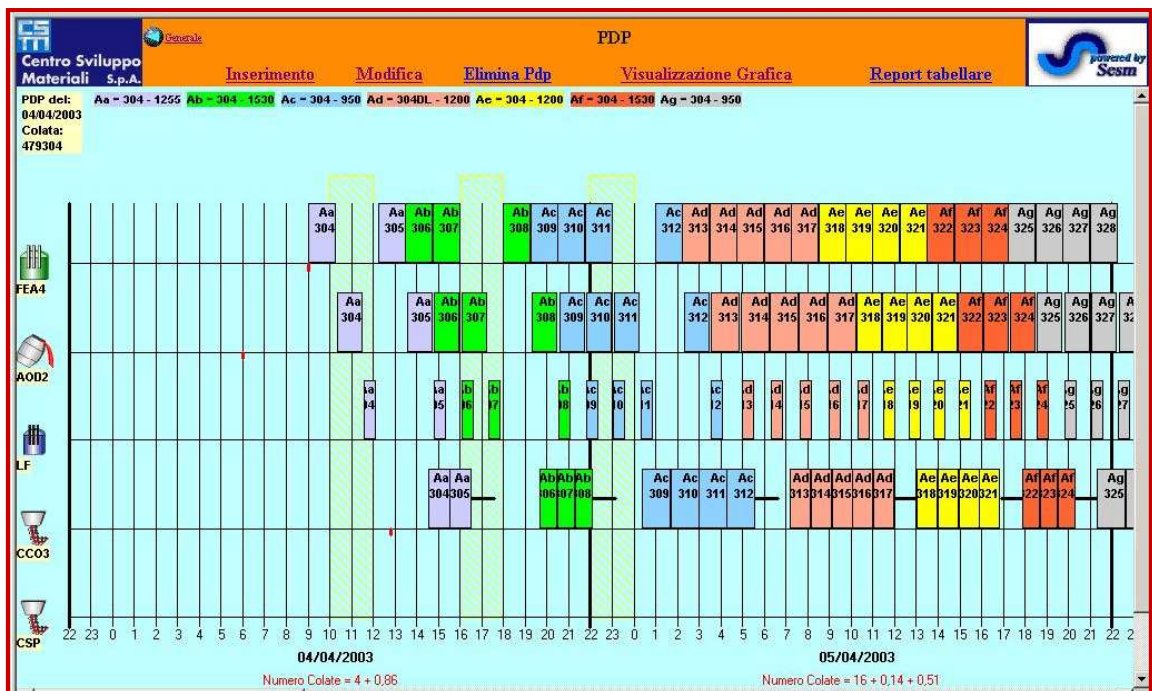


Figura 22: Output di Visco

In fig. 23 invece, è riportato il piano di produzione ottimizzato, che è stato ottenuto modificando l'ordine di lavorazione delle diverse sequenze fino a raggiungere la configurazione che permetteva di concludere il ciclo nel minor tempo. Le configurazioni sono state verificate mediante il simulatore Matlab per accertarne la fattibilità.

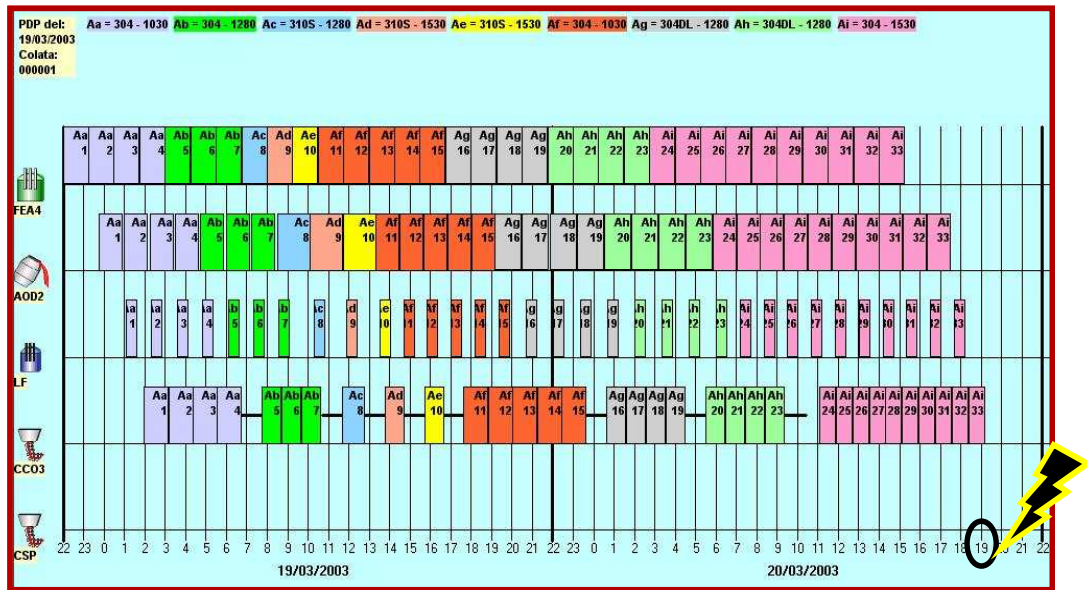


Figura 23: Pdp ottimizzato di VISCO

L'architettura Software richiesta da VISCO è costituita da MS Windows 2000, come sistema operativo, un database relazionale (SQL Server), dove risiede lo storico dei Pdp (Programmi di Produzione) inseriti, modificati e lavorati; tipi di acciai lavorati; tempi di lavorazione per ogni acciaio; tempi di trasferimento fra la macchine; layout linea e tempi di ripristino delle macchine e tecnologie web per l'interfaccia utente. Si sottolinea infine che Visco è stato sviluppato utilizzando linguaggi di programmazione tradizionali, in particolare il C+.

3.2 Masys

Masys è un simulatore modulare, applicabile ad acciaierie diverse in modo da poter passare nel più breve tempo possibile da una configurazione ad un'altra; è anche uno schedatore e può essere considerato come l'evoluzione di Visco, nel tentativo di superare il suo limite di scarsa flessibilità, infatti ogni qualvolta viene inserita una variazione al sistema è necessario scrivere nuovamente il programma di base in C+. Masys nasce dunque dall'esigenza di dotarsi di uno strumento in grado di consentire maggiore adattabilità, tenere in considerazione in modo dettagliato i trasferimenti e i mezzi di trasporto e generare un piano di produzione ottimizzato. Le caratteristiche che deve avere il simulatore sono le seguenti:

- facile configurazione
- deve permettere di introdurre rapidamente nuovi impianti
- deve possedere elevata velocità di esecuzione, qualora l'orizzonte temporale di produzione è esteso (ad esempio. un anno)

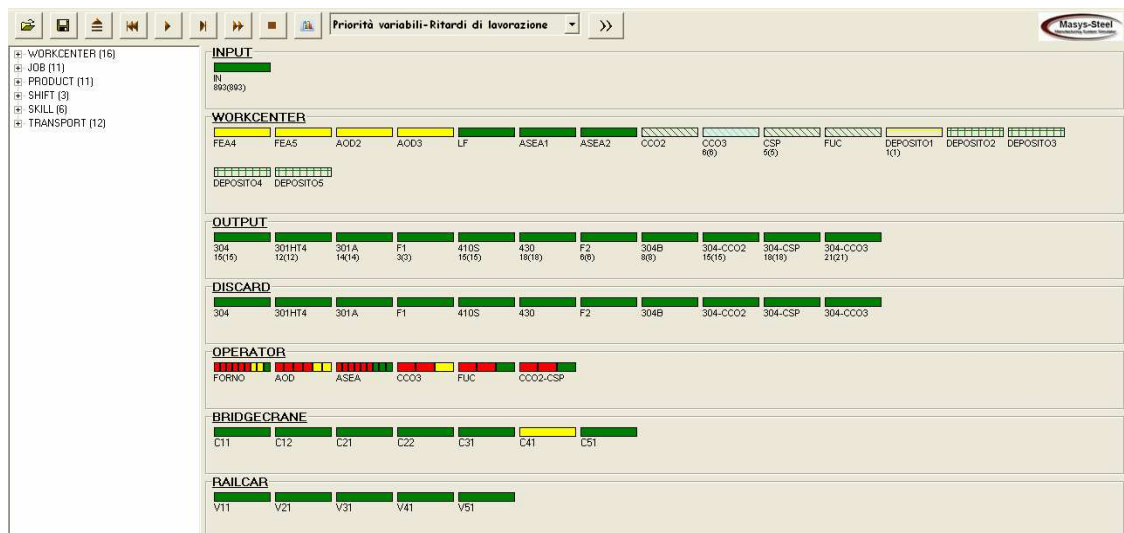


Figura 24: Parametri gestiti dal sistema

Per l'organizzazione dei piani di produzione, si ha il dettaglio per siviera delle diverse fasi (impianti), sono effettuati trasferimenti ottimizzati in funzione delle priorità e regole specifiche di stabilimento.

Il simulatore, per quanto modulare, rimane specifico per l'area acciaieria. In fig.24 sono stati riportati i parametri che gestisce il sistema e cioè: gli impianti, i depositi, gli operatori (squadre e turni), i sistemi di trasporto, diverse tipologie di prodotto e trattamenti specifici, con priorità specifiche.

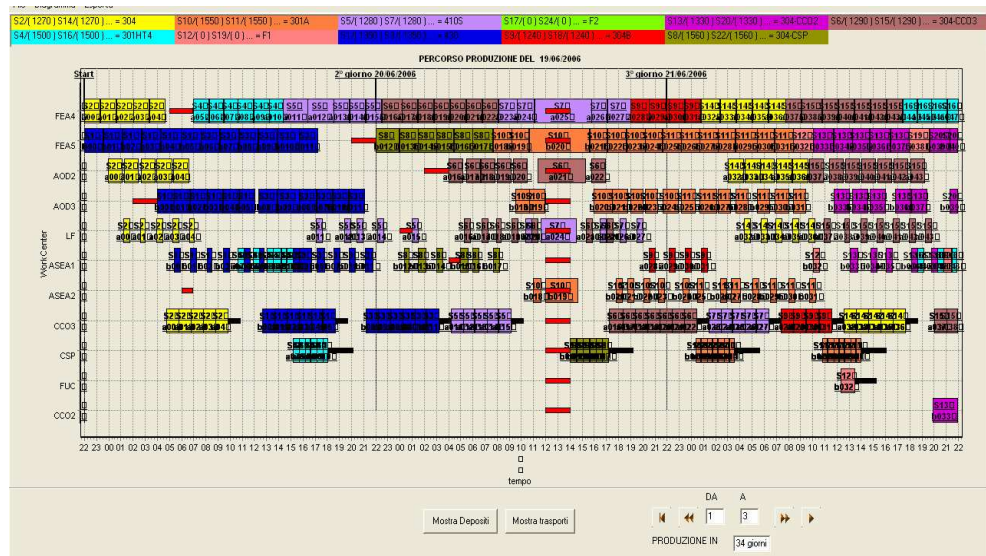


Figura 25: Piani di produzione

Le caratteristiche generali del simulatore sono: un sistema client-server; gestione degli utenti con privilegi, diverse strategie di conduzione dei flussi, gestione dell'iter di approvazione del piano di produzione.

Capitolo 4

CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Al termine di questo lavoro di tesi, dopo aver analizzato sia gli strumenti di simulazione presenti sul mercato, sia quelli creati all'interno dello stabilimento di TKL-AST, si può concludere che i vantaggi dell'utilizzo di un prodotto sviluppato ad hoc, quale ad esempio VISCO, sono:

- tempi molto ridotti per l'analisi funzionale dell'applicazione anche verso nuove parti di impianto;
- indipendenza da canoni di licenza e manutenzione;
- rapidità di realizzazione di modifiche (anche sostanziali) in relazione, ad esempio a cambiamenti nel lay-out impiantistico;
- efficace personalizzazione dell'interfaccia utente (nel caso specifico, VISCO ha gestito il passaggio da una schedulazione manuale ad una automatica).

Tuttavia non è facile effettuare un confronto, sulla base dei costi, tra VISCO ed i prodotti di mercato, perché il primo prevede tempi di messa in opera più lunghi e l'addestramento del personale dell'azienda, superando la difficoltà di adattamento ai vincoli dell'acciaieria, mentre per gli ultimi il costo è strettamente dipendente dalla customizzazione, la quale ha un peso molto più elevato della licenza d'uso del prodotto

stesso. Oltre a soddisfare le funzionalità al momento richieste, al prodotto é richiesta una certa flessibilità per adattarsi alle esigenze future che potrebbero dover essere implementate. Tra queste si ricordano:

- possibilità di acquisire dati da campo necessari per la schedulazione;
- possibilità di effettuare simulazioni anche utilizzando parametri di processo, come, ad es. la velocità di colaggio della macchina;
- aggiornamento del piano di produzione da parte di più enti;
- flessibilità dello strumento per adattarsi alle modifiche del layout;
- possibilità di gestire flussi paralleli che tengano conto delle diverse linee di produzione dell'acciaieria.

Un possibile sviluppo futuro può essere costituito proprio da MASYS, il cui obiettivo finale è quello del raggiungimento della schermata di input e output di VISCO, rivelatesi molto funzionali, avendo in più la flessibilità e la possibilità di inserire facilmente modifiche al layout, come ad esempio l'inserimento di un carroponete.

Riferimenti bibliografici

- [1] Tecnologie web per il controllo remoto di processi industriali, A. Bagnasco, M.Chirico, A.M. Scapolla, Automazione e strumentazione, Marzo 2001;
- [2] Analisi di mercato sui principali sistemi software per la Schedulazione, M.Murri, E.Gallinaro, NT CSM, Luglio 2003;
- [3] The first application of mix rolling, in existing hot rolling mill, of conventional and thin stainless steel slabs at AST Terni works, R.Capotosti, A.Moriconi, A.Giuda,R.Siano, A.Cristallini, F. Sanfilippo;
- [4] Sviluppo di un sistema intelligente per la schedulazione ottimizzata dei flussi di produzione di una moderna acciaieria, F.Sanfilippo, E.Gallinaro, L. Fornaiolo, E.Musella, F. Agostani, L. di Ciantis,;
- [5] Strumenti di programmazione e simulazione della produzione in acciaieria, A. Cristallini, CSM, Giugno 2006;
- [6] Sito internet:www.sesm.it;
- [7] Production scheduling in a steelmaking-continuous casting plant, D.Pacciarelli, M.Pranzo, Computers & Chemical Engineering, March 2004.