

# T.A.C.T. 3

Terminale per l'Accurato Controllo della Temperatura

## Presentazione tecnica

**R.A. SYSTEM S.r.l.**

Via Adamello, 9

20010 Bareggio (MI)

Tel +39.02.90362484

Fax +39.02.90362485

Email [info@rasystem.com](mailto:info@rasystem.com)

Web [www.rasystem.com](http://www.rasystem.com)

## INDICE

<b>INDICE .....</b>	<b>2</b>
<b>Copyright.....</b>	<b>3</b>
<b>1. SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. LIVELLI D'AUTOMAZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>3. T.A.C.T. 3 .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. OBIETTIVI DI T.A.C.T. 3 .....</b>	<b>8</b>
<i>Riduzione dei problemi di laminazione .....</i>	<i>8</i>
<i>Riduzione dei consumi .....</i>	<i>8</i>
<i>Riduzione delle emissioni.....</i>	<i>9</i>
<i>Controllo dell'ossidazione .....</i>	<i>9</i>
<i>Controllo della decarburazione .....</i>	<i>9</i>
<i>Capacità di ripetizione delle curve di riscaldamento .....</i>	<i>10</i>
<i>Incremento della produttività .....</i>	<i>10</i>
<i>Incremento della qualità.....</i>	<i>10</i>
<b>3.2. ARCHITETTURA DI T.A.C.T. 3.....</b>	<b>11</b>
<i>Struttura client / server.....</i>	<i>11</i>
<i>DataBase .....</i>	<i>12</i>
<i>Core .....</i>	<i>12</i>
<i>Comunicazione .....</i>	<i>13</i>
<i>Interfaccia .....</i>	<i>13</i>
<b>3.3. FUNZIONALITA' DI T.A.C.T. 3 .....</b>	<b>16</b>
<i>Tracking di posizione e temperatura dei prodotti .....</i>	<i>16</i>
<i>Calcolo delle temperature .....</i>	<i>16</i>
<i>Calcolo della cadenza.....</i>	<i>16</i>
<i>Gestione delle fermate.....</i>	<i>16</i>
<i>Calcolo dei set-point .....</i>	<i>17</i>
<i>Sistema di simulazione .....</i>	<i>18</i>
<b>4. REQUISITI DEL SISTEMA .....</b>	<b>19</b>
<b>5. AGGIORNAMENTI DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>20</b>

## Copyright

*Questo documento è fornito a solo scopo informativo; R.A.System non fornisce alcuna garanzia, espressa o implicita, sulle informazioni contenute. Le informazioni del presente documento, inclusi esempi, nomi, o indirizzi, sono soggette a modifiche senza preavviso. R.A.System declina ogni responsabilità per eventuali errori o inaccurately contenute nel documento.*

*Il rispetto di tutte le leggi applicabili in materia di copyright è esclusivamente a carico dell'utente. Fermi restando tutti i diritti coperti da copyright, nessuna parte di questo documento potrà comunque essere riprodotta o inserita in un sistema di riproduzione o trasmessa in qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo (in formato elettronico, meccanico, su fotocopia, come registrazione o altro) per qualsiasi scopo, senza il permesso scritto di R.A.System.*

*R.A.System può essere titolare di brevetti, domande di brevetto, marchi, copyright o altri diritti di proprietà intellettuale relativi all'oggetto del presente documento. Salvo quanto espressamente previsto in un contratto scritto di licenza R.A.System, la consegna del presente documento non implica la concessione di alcuna licenza su tali brevetti, marchi, copyright o altra proprietà intellettuale.*

*Altri nomi di prodotto e società qui menzionati possono essere marchi dei loro rispettivi proprietari.*

*Le aziende, le organizzazioni, i prodotti, le persone e gli eventi presenti negli esempi sono fittizi. Qualsiasi riferimento ad aziende, organizzazioni, prodotti, persone o eventi è puramente casuale.*

© 2009 R.A.System s.r.l. Tutti i diritti riservati.

## 1. SCOPO DEL DOCUMENTO

Questo documento presenta e descrive T.A.C.T. 3: il sistema di ottimizzazione per forni di riscaldamento continui sviluppato da R.A. System.

## 2. INTRODUZIONE

T.A.C.T. 3 viene tipicamente utilizzato su forni di riscaldamento per la produzione di billette, bramme, blumi e profili d'acciaio e per questo motivo tutti gli esempi riportati in questo documento fanno riferimento a tali processi produttivi.

Resta comunque inteso che in caso di necessità R.A. System, in quanto sviluppatore di T.A.C.T. 3, è in grado di adattare lo strumento anche ad altri processi di riscaldamento.

### 2.1. LIVELLI D'AUTOMAZIONE

Nella teoria dell'automazione, vengono distinti diversi livelli di regolazione e controllo:

- livello 0: il campo, cioè gli strumenti di misurazione e gli attuatori installati sull'impianto (termocoppie, transmitter, diaframmi, interruttori di fine corsa, valvole, servomotori, ecc).
- livello 1: regolazione e controllo propriamente detti. La regolazione è il sistema che corregge i valori delle grandezze misurate dal campo tramite appositi attuatori (valvole, servomotori, ecc), tipicamente tramite un anello (loop) di regolazione. Il controllo, invece, viene solitamente inteso come l'insieme dei sistemi di sicurezza dell'impianto e degli strumenti di interfaccia che consentono agli operatori di intervenire e modificare il funzionamento del sistema. Tipicamente, nei sistemi prodotti da R.A. System, la regolazione vera e propria è gestita da un PLC e/o da regolatori di processo, mentre le funzioni di controllo sono distribuite tra PLC, quadri/pulpiti e PC di supervisione.
- livello 2: ottimizzazione, cioè il sistema che gestisce gli obiettivi della regolazione in funzione delle necessità produttive e/o di imprevisti (per esempio le fermate dell'impianto). In generale gli scopi dell'ottimizzazione sono di ottenere i migliori risultati possibili minimizzando costi ed effetti collaterali.
- livello 3: gestione di produzione. Coordina i vari processi di lavorazione con lo scopo di ridurre i colli di bottiglia ed i tempi morti dovuti a rallentamenti di uno o più processi.
- Livello 4: gestione degli ordini. Gestisce i magazzini d'ingresso ed uscita, ordini a fornitori e spedizioni per far fronte agli ordini ricevuti dai clienti nei tempi richiesti.

Tale struttura è chiaramente solo uno dei tanti modi in cui può essere organizzata l'automazione (o più in generale, la gestione) in un'azienda di produzione.

E' evidente come sia sempre possibile trovare casi in cui ci siano più o meno livelli di quelli qui elencati, così come molto spesso si utilizzano dei nomi diversi (in particolare per i livelli più "alti").

Seguendo questo esempio, il processo di produzione dell'acciaio si può rappresentare con lo schema seguente.

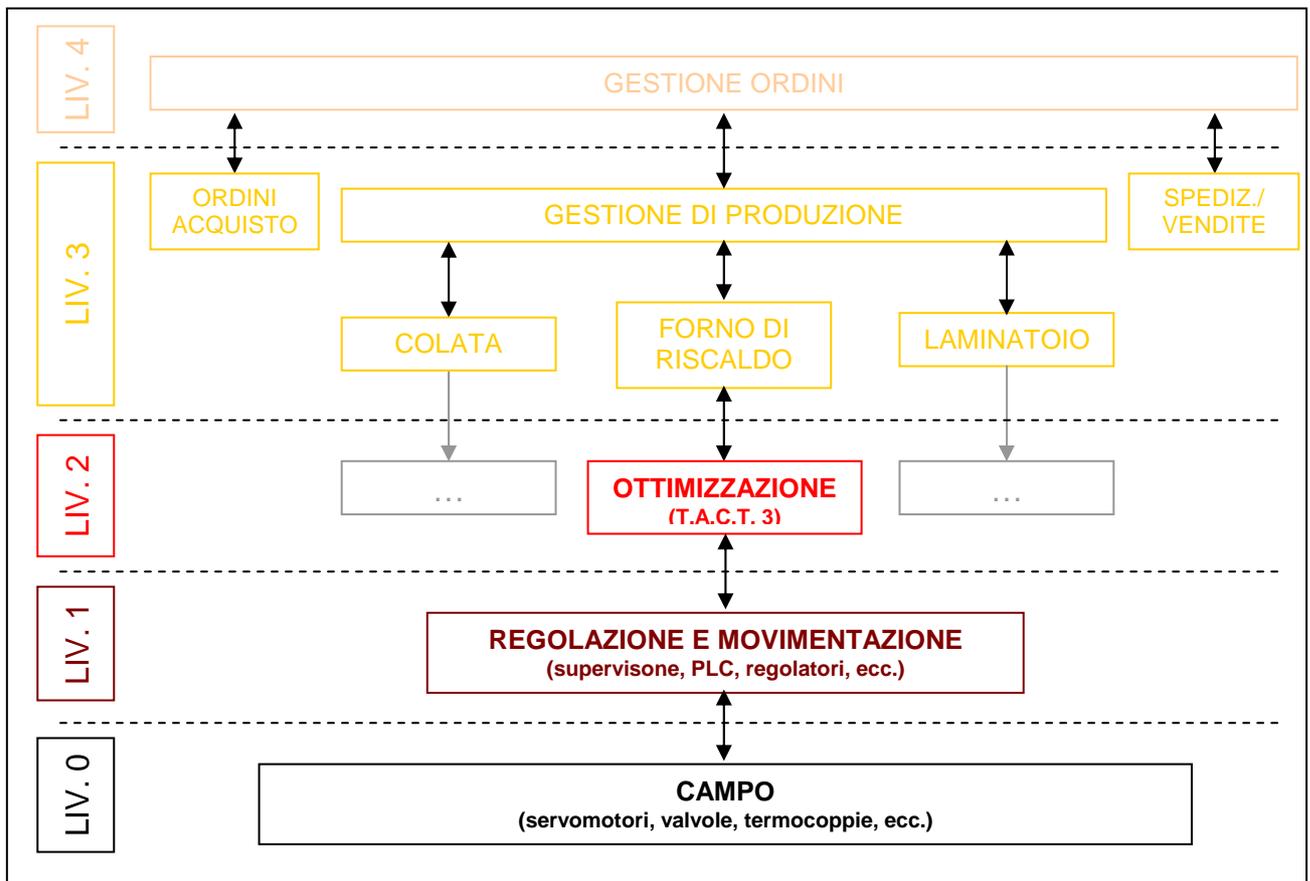


Fig. 1. Esempio di struttura d'automazione nella produzione dell'acciaio.

### 3. T.A.C.T. 3

Come già accennato, T.A.C.T. 3 si occupa dell'ottimizzazione del forno di riscaldamento, quindi si posiziona nel livello 2 del precedente schema.

Ciò significa che dal livello superiore (che può essere il sistema informativo aziendale o l'operatore che gestisce l'ottimizzazione) deve ricevere alcuni dati relativi alla produzione in corso: tipicamente il tipo di prodotto infornato e la produttività richiesta.

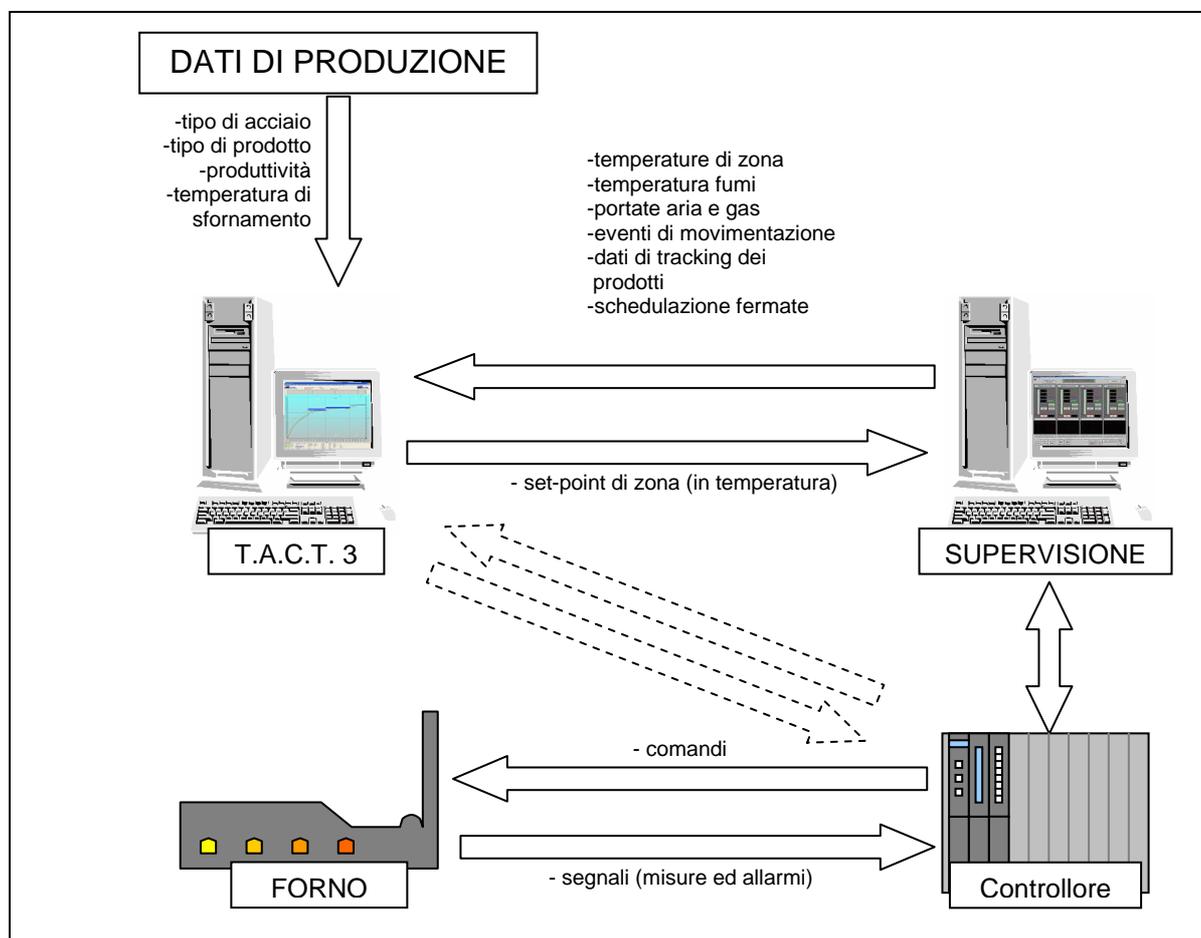


Fig. 2. Esempio di automazione nel processo di riscaldamento dell'acciaio.

Con il livello inferiore, invece (sistema di supervisione del forno), T.A.C.T. 3 instaura una comunicazione bidirezionale: tipicamente riceve le temperature misurate nelle varie zone, le portate di aria e gas, gli eventi di movimentazione (infornamenti, passi, sfornamenti), i dati di tracking e la programmazione delle fermate e restituisce i set-point ottimali per ciascuna zona.

Questi set-point possono essere automaticamente impostati come set-point di regolazione oppure possono essere semplicemente visualizzati sulla supervisione come suggerimento all'operatore che sta controllando il forno.

Nella situazione tipica, i livelli inferiori alla supervisione (regolazione e campo) non sono direttamente in contatto con l'ottimizzazione. Ciò consente di installare T.A.C.T. 3 anche su impianti già funzionanti, semplicemente apportando poche modifiche al sistema di supervisione.

In altri casi è anche possibile installare T.A.C.T. 3 immediatamente sopra il livello di regolazione e farlo comunicare direttamente con il PLC. Ciò, da un lato richiede una differente gestione della comunicazione, ma dall'altro consente l'utilizzo di T.A.C.T. 3 anche in impianti che non hanno supervisione o dove questa non può essere modificata.

In generale, T.A.C.T. 3 è in grado di comunicare con i principali sistemi di supervisione e PLC diffusi nel mondo dell'automazione industriale.

### 3.1. OBIETTIVI DI T.A.C.T. 3

T.A.C.T. 3 si basa su un ben collaudato modello fisico-matematico dello scambio di calore che simula il processo di riscaldamento dell'acciaio all'interno del forno.

Il sistema è in grado di calcolare la conduzione e l'irraggiamento termico dovuti alle differenze di temperature (tra prodotti, volta ed atmosfera del forno), al profilo del forno, alle caratteristiche fisiche e chimiche dei pezzi infornati ed alla loro movimentazione (distanza tra i pezzi in forno e velocità d'avanzamento).

T.A.C.T. 3 calcola in tempo reale il set-point in temperatura di ciascuna zona del forno affinché:

- il forno garantisca la produttività richiesta;
- i prodotti vengano sfornati alla temperatura desiderata;
- i prodotti raggiungano le temperature desiderate in ciascuna zona il più tardi possibile (compatibilmente con i punti precedenti).

Questi obiettivi, insieme alle altre funzionalità più avanti descritte di T.A.C.T. 3, garantiscono i seguenti benefici:

- riduzione dei problemi di laminazione;
- riduzione dei consumi;
- riduzione delle emissioni;
- controllo dell'ossidazione;
- controllo della decarburazione;
- capacità di ripetizione delle curve di riscaldamento;
- incremento della produttività;
- incremento della qualità.

#### **Riduzione dei problemi di laminazione**

Tipicamente, i principali problemi di laminazione sono imputabili alla temperatura del prodotto (troppo freddo o troppo caldo) ed alla scarsa uniformità di temperatura sulla sezione del prodotto.

Entrambi questi temi vengono sostanzialmente eliminati da T.A.C.T. 3 grazie alla capacità di sfornare il prodotto all'esatta temperatura richiesta dal laminatoio in modo assolutamente ripetibile, minimizzando le deviazioni dovute alle condizioni di esercizio.

Tutto ciò conduce ad una maggior affidabilità e produttività dell'intero laminatoio.

#### **Riduzione dei consumi**

T.A.C.T. 3 riesce a ridurre drasticamente in consumo di combustibile grazie a tre principi guida:

- le zone del forno vengono regolate affinché il prodotto raggiunga la temperatura desiderata il più tardi possibile (compatibilmente con la cadenza impostata, il vincolo di omogeneità di temperatura ed i limiti tecnologici dell'impianto);
- la capacità di adattamento in tempo reale al variare della cadenza di laminazione (e più in generale al variare delle condizioni d'esercizio) fa sì che T.A.C.T. 3 sia in grado di utilizzare sempre la curva di riscaldamento più regolare possibile;
- la temperatura di sfornamento dei prodotti può essere scelta in funzione dell'energia di laminazione necessaria alla deformazione programmata (calibratura). Ciò si traduce nella realizzazione di diverse curve di riscaldamento, variabili non solo in funzione delle caratteristiche del prodotto infornato (quali dimensioni e qualità dell'acciaio), ma anche in funzione del profilo finale del laminato, del programma di laminazione e delle condizioni di esercizio.

### **Riduzione delle emissioni**

Le emissioni in atmosfera sono direttamente proporzionali ai consumi: è quindi ovvio che ridurre i consumi garantisce anche una riduzione delle emissioni inquinanti (per esempio CO) in atmosfera.

### **Controllo dell'ossidazione**

La quantità (peso) di prodotto perso per ossidazione dipende da:

- temperatura e tempo-in-temperatura della superficie del prodotto;
- composizione dell'atmosfera attorno al prodotto.

Fintantoché la combustione avviene intorno al rapporto stechiometrico (condizioni normali), l'ossidazione dovuta alla composizione atmosferica è praticamente irrilevante rispetto a quella dovuta all'alta temperatura.

Ciò significa che in condizioni di normale esercizio, l'aumento delle perdite per ossidazione dipende esclusivamente dall'incremento della permanenza dei prodotti in forno ad alta temperatura (tipicamente a causa di fermate o di riduzioni di cadenza non equilibrate da una pronta ed adeguata riduzione delle temperature di zona).

T.A.C.T. 3, attraverso la valutazione del tempo di permanenza dei prodotti nelle diverse zone del forno, è in grado di intervenire in tempo reale per correggere le temperature di zona affinché vengano garantite le due linee guida fondamentali:

- i prodotti siano sfornati alla temperatura corretta (e non vengano quindi surriscaldati);
- i prodotti raggiungano l'alta temperatura il più tardi possibile (minimizzando così il tempo-in-temperatura).

### **Controllo della decarburazione**

Anche la profondità della decarburazione dell'acciaio è direttamente proporzionale alla temperatura superficiale ed al tempo-in-temperatura: per questo motivo, gli stessi principi che consentono a T.A.C.T. 3 di ridurre l'ossidazione, garantiscono anche la riduzione della decarburazione.

### **Capacità di ripetizione delle curve di riscaldamento**

Il sistema T.A.C.T. 3 viene solitamente messo a punto in collaborazione con il tecnologo di processo e/o con gli operatori più esperti.

Questo fatto, unito alla ridotta esigenza di intervento umano sul controllo del forno, garantisce la conduzione ottimale dell'impianto anche a fronte di mutevoli condizioni di esercizio.

Ciò riduce drasticamente il rischio che la supervisione del forno da parte di operatori meno esperti generi aumenti dei consumi e cali di produttività e/o di qualità dei prodotti.

Tali operatori, peraltro, possono trovare in T.A.C.T. 3 uno strumento atto a fornire informazioni e dati relativi al comportamento del forno estremamente utili per una rapida crescita professionale

### **Incremento della produttività**

La garanzia che i prodotti vengano sfornati all'esatta temperatura richiesta elimina i problemi di laminazione ed anche il rischio di dover ridurre la cadenza del forno, in particolar modo in conseguenza ad una fermata: T.A.C.T. 3, quindi, riduce al minimo i cali di produttività.

Al contrario, conoscendo la temperatura di ciascun prodotto infornato, è possibile individuare gli eventuali margini di incremento della produttività.

### **Incremento della qualità**

L'insieme dei benefici sinora elencati uniti alla regolarità della produzione garantita da T.A.C.T. 3, possono essere tradotti in un generale incremento della qualità media dei prodotti sfornati.

## 3.2. ARCHITETTURA DI T.A.C.T. 3

T.A.C.T. 3 è composto da diversi programmi (tutti sviluppati in C++) e lavora con database Oracle (v. 10G Express Edition). I tre programmi fondamentali di T.A.C.T. 3 sono:

- Core: è il simulatore contenente il modello matematico che calcola le temperature dei prodotti, dei fumi e della volta e modifica di conseguenza i set-point di zona;
- Comunicazione: è lo strumento che gestisce la comunicazione tra T.A.C.T. 3 ed il mondo esterno, cioè il livello 1 dell'automazione ed sistema informativo di fabbrica.
- Interfaccia: è l'insieme di maschere e comandi disponibili all'operatore.

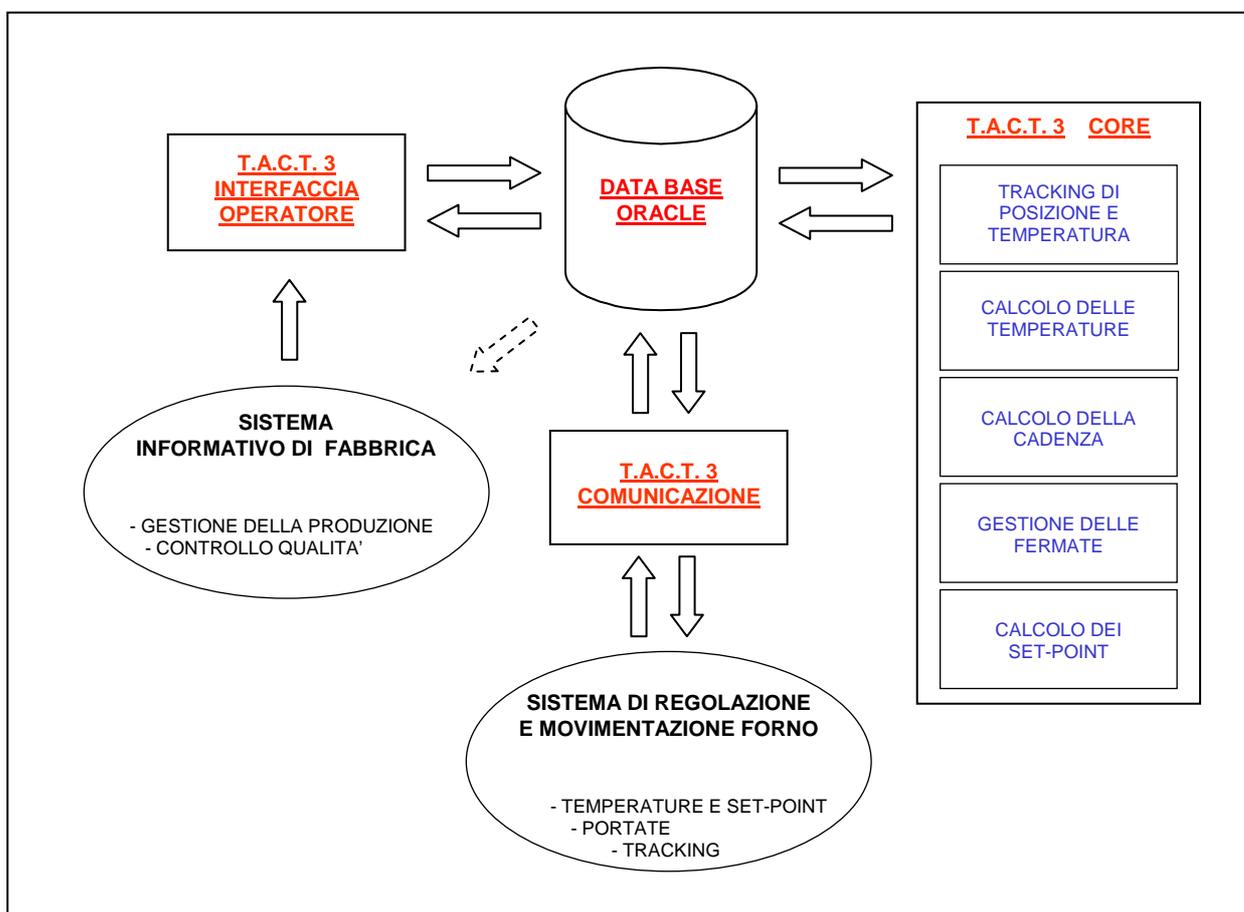


Fig. 3. Architettura di T.A.C.T. 3.

### Struttura client / server

Nella situazione tipica tutti i programmi di T.A.C.T. 3 girano sullo stesso PC (che potrebbe eventualmente essere lo stesso sul quale è installata la supervisione del forno).

E' però anche possibile avere diverse copie del programma d'interfaccia di T.A.C.T. 3 funzionanti su altrettanti PC collegati in rete.

In questo caso si ha quindi un PC 'server' dell'ottimizzazione sul quale è possibile utilizzare tutte le funzioni di T.A.C.T. 3 ed altri n PC 'client' che fungono solo da visualizzatori dei dati del sistema.

### DataBase

T.A.C.T. 3 è stato sviluppato sulla versione 10G Express Edition (versione gratuita) di Oracle.

Tale DataBase garantisce le necessarie prestazioni nell'accesso ai dati senza appesantire troppo il PC che lo deve gestire.

Il database Oracle, inoltre, può essere facilmente interrogato attraverso un driver ODBC che consente di esportarne i dati direttamente all'interno di pacchetti quali MS Excel® per eventuali analisi off-line.

### Core

Il Core di T.A.C.T. 3 è il sistema di calcolo basato sul modello matematico che simula il riscaldamento dell'acciaio nel forno.

Questo programma legge, elabora ed aggiorna i dati contenuti nel database e deve sempre essere in funzione per garantire il corretto funzionamento di T.A.C.T. 3.

Le funzionalità specifiche di questo strumento vengono analizzate nel paragrafo 3.3. (Funzionalità di T.A.C.T. 3).

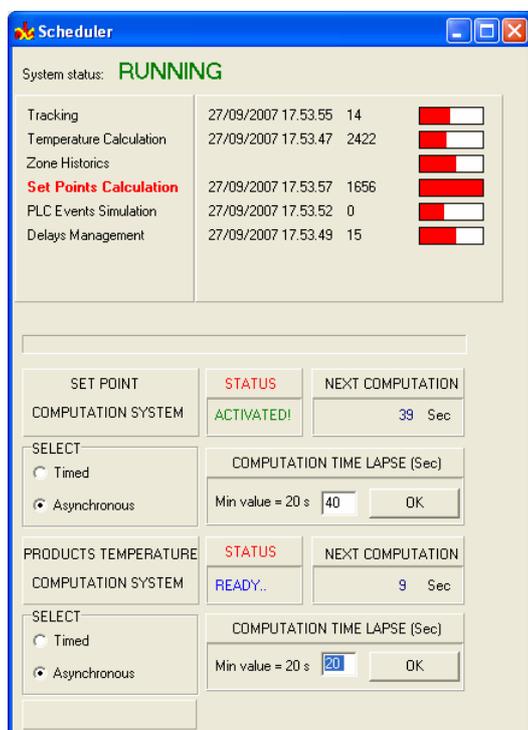


Fig. 4. Schermata del programma Core di T.A.C.T. 3.

## Comunicazione

Il programma di comunicazione si occupa del trasferimento dati tra livello 1 ed il database di T.A.C.T. 3: quindi anche questo programma deve sempre essere in funzione per garantire il corretto funzionamento di T.A.C.T. 3.

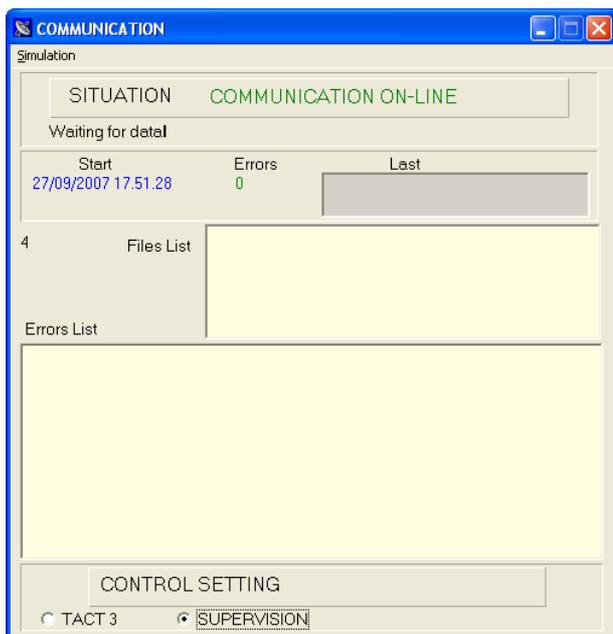


Fig. 5. Schermata del programma di comunicazione di T.A.C.T. 3.

Lo scambio dati avviene tramite file di testo (CSV) e prevede che:

- il livello 1 genera un file in corrispondenza di ciascun evento di movimentazione oppure allo scadere di un timer dall'ultimo scambio dati;
- T.A.C.T. 3 legge il file (o i files) proveniente dal livello 1 e genera un file di risposta.

La semplicità di questo metodo di scambio dati è garanzia di robustezza e di possibilità d'uso nelle più disparate configurazioni hardware e software.

In casi particolari, come ad esempio quando T.A.C.T. 3 comunica direttamente con il PLC e non con il supervisore, viene utilizzato un altro programma di comunicazione che tramite O.P.C. legge e scrive i dati nei database del PLC.

## Interfaccia

Questa parte del sistema contiene tutte le schermate ed i controlli disponibili all'operatore.

Non è indispensabile che questo programma sia installato sullo stesso PC su cui funzionano gli altri due componenti di T.A.C.T. 3 ed è anche possibile avere diversi sistemi d'interfaccia connessi allo stesso server T.A.C.T. 3.

L'interfaccia grafica segue lo stile comunemente in uso nelle applicazioni per MS Windows®.

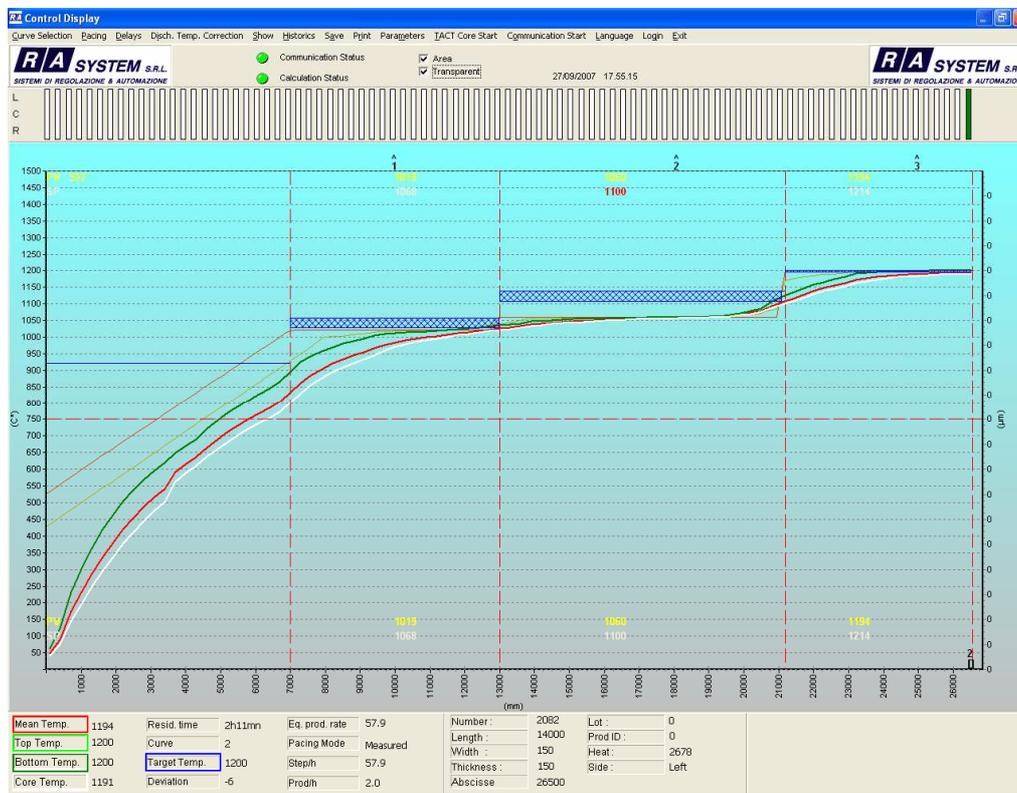


Fig. 6. Schermata principale del programma d'interfaccia di T.A.C.T. 3.

Nella schermata principale di T.A.C.T. 3 vengono rappresentate le curve di riscaldamento dei pezzi attualmente presenti nel forno.

L'asse orizzontale rappresenta la sezione longitudinale del forno (misurata in mm), mentre sugli assi verticali vengono riportate le scale di temperatura (in °C) e di profondità di decarburazione ed ossidazione (in µm).

Le curve visualizzabili dall'operatore sono:

- temperatura della camera di combustione del forno (per le zone superiori ed inferiori);
- temperatura dei fumi all'interno del forno (per le zone superiori ed inferiori);
- temperatura media del prodotto;
- temperatura della faccia superiore del prodotto;
- temperatura della faccia inferiore del prodotto;
- temperatura del cuore del prodotto;
- profondità di decarburazione del prodotto;
- profondità d'ossidazione del prodotto.

Inoltre, per ogni zona, viene mostrata una linea orizzontale che indica l'obiettivo di temperatura media che deve essere raggiunto dal prodotto in uscita dalla zona stessa.

Se il prodotto in uscita dalla zona è troppo freddo o troppo caldo, T.A.C.T. 3 visualizza rispettivamente un'area blu o rossa.

Nell'area sovrastante il grafico viene rappresentata la carica attuale del forno (vista in pianta).

Cliccando su qualunque prodotto, i dati relativi vengono visualizzati nei pannelli sottostanti.

### **3.3. FUNZIONALITA' DI T.A.C.T. 3**

Tutte le principali funzionalità di simulazione e calcolo di T.A.C.T. 3 sono gestite dal programma Core: eccone una breve descrizione.

#### **Tracking di posizione e temperatura dei prodotti**

Attraverso l'analisi delle informazioni ricevute dal sistema di movimentazione, T.A.C.T. 3 è in grado di tracciare la posizione di ciascun prodotto all'interno del forno.

Ad ogni prodotto viene associata una tabella contenente sia i dati gestionali che quelli legati al riscaldamento: ascissa (avanzamento lungo il forno), fila di infornamento, lotto di appartenenza, identificativo, numero di colata, qualità dell'acciaio, dimensioni, temperatura media, temperatura superficie superiore, temperatura superficie inferiore, temperatura al cuore, scostamento della temperatura media rispetto all'obiettivo, spessore ossidato, profondità di decarburazione, tempo di permanenza in forno.

Questi dati vengono utilizzati dal modello matematico del Core per calcolare le temperature ed i set-point, ma sono anche disponibili all'operatore che può visualizzarli in qualsiasi momento sul programma d'interfaccia.

#### **Calcolo delle temperature**

Il modello matematico utilizzato dal Core di T.A.C.T. 3 è in grado di calcolare, lungo tutto il profilo del forno, le temperature dei fumi, della volta e dei prodotti.

Questa conoscenza estremamente dettagliata della carica infornata è il nocciolo fondamentale che consente a T.A.C.T. 3 di definire i set-point ottimali di ciascuna zona. Altri sistemi di ottimizzazione che si basano su tabelle empiriche, forniscono funzionalità simili ma non possono raggiungere l'accuratezza (anche a fronte di eventi esterni) garantita dal modello matematico.

#### **Calcolo della cadenza**

Il calcolo della cadenza verifica quale sia l'effettiva produzione del forno basandosi sui segnali provenienti dalla movimentazione.

In questo modo T.A.C.T. 3 riesce a prevedere i tempi di permanenza di ciascun prodotto nelle varie zone del forno e, di conseguenza, è in grado di adeguare i valori dei set-point per mantenere i prodotti sulla curva di riscaldamento ottimale (anche in corrispondenza di fermate non dichiarate dall'operatore).

#### **Gestione delle fermate**

Per fermate si intendono le interruzioni della laminazione e della movimentazione dei prodotti, e possono essere diversamente gestite da T.A.C.T. 3 a seconda che siano:

- fermate programmate: tipicamente dovute ad interventi di manutenzione programmati. Vengono preventivamente dichiarate in T.A.C.T. 3 (o nel software di supervisione), che quindi conosce in anticipo quando inizierà la fermata e quanto durerà.

- fermate impreviste ma dichiarate: tipicamente dovute ad imprevisti a valle del forno o nel forno stesso. Nell'istante in cui l'operatore rileva il problema, dichiara la fermata in T.A.C.T. 3 (o nel software di supervisione) segnalandone la probabile durata: ciò significa che anche in questo caso il sistema conosce inizio e durata della fermata ma solo dall'istante in cui essa si verifica.
- fermate impreviste e non dichiarate: diversamente dalle precedenti non viene fatta alcuna dichiarazione della fermata, quindi il sistema non conosce né il momento d'inizio né la durata della fermata; essa viene semplicemente rilevata dalla mancanza di movimentazione.

In ogni caso, l'effetto immediato di tali fermate è il prolungamento della permanenza dei prodotti nel forno, che a sua volta causa un surriscaldamento dei prodotti con conseguenti problemi di laminazione, ossidazione, decarburazione oltre allo spreco di combustibile.

T.A.C.T. 3 è in grado di eliminare (o quanto meno ridurre al minimo) tali problemi riducendo progressivamente i set-point di zona.

La migliore ottimizzazione si ottiene nel caso di fermate programmate, nelle quali T.A.C.T. 3 è in grado di fare in modo che:

- l'ultimo prodotto che arriverà allo sfornamento prima dell'inizio della fermata esca alla temperatura desiderata;
- i prodotti seguenti vengano già lasciati raffreddare prima dell'inizio della fermata, perché il sistema sa già che questi verranno sfornati solo al termine della fermata;
- le varie zone del forno vengano poi nuovamente riscaldate affinché, al termine della fermata, l'ultimo prodotto in forno sia immediatamente pronto per essere sfornato alla temperatura corretta.

La stessa logica viene utilizzata anche per le fermate dichiarate al momento in cui si verificano.

In questi casi, però, l'abbassamento non può esser anticipato ed iniziare quando il forno sta ancora marciando, ma inizia solo al momento della dichiarazione.

Nel caso delle fermate non dichiarate, invece, T.A.C.T. 3 abbassa gradualmente i set-point di zona in modo da mantenere sempre i prodotti sulla curva di riscaldamento ottimale: l'ultimo prodotto è sempre pronto per essere sfornato in qualsiasi istante.

E' ovvio che in quest'ultimo caso l'ottimizzazione apportata da T.A.C.T. 3 sia sensibilmente inferiore rispetto ai due precedenti.

### **Calcolo dei set-point**

Il calcolo dei set point di zona si basa su tre parametri fondamentali: la temperatura dei prodotti, il tempo di permanenza previsto (dipendente dalla cadenza di marcia del forno) e la curva ottimale di riscaldamento.

La curva ottimale di riscaldamento viene esplicitata attraverso gli 'obiettivi di zona' impostando la temperatura media che il prodotto deve avere all'uscita di ciascuna zona.

L'operatore può definire diverse curve in funzione di:

- dimensione dei prodotti infornati;
- famiglia di appartenenza (cioè la composizione chimica dell'acciaio);

- tipo di prodotto finito (cioè l'energia di laminazione prevista);
- cadenza di sfornamento.

Quando la cadenza effettiva si discosta da quella teoricamente impostata, T.A.C.T. 3 effettua un'interpolazione dei valori impostati al fine di ottenere gli obiettivi di zona ottimali.

La temperatura dei prodotti ed i relativi tempi di permanenza vengono invece calcolati dalle apposite funzioni precedentemente descritte.

### **Sistema di simulazione**

Se richiesto, T.A.C.T. 3 può essere fornito di un ambiente di simulazione nel quale è possibile rieseguire una serie di eventi registrati dal sistema primario (quello che controlla fisicamente l'impianto).

Ciò garantisce:

- un ambiente separato dal processo produttivo dove è possibile collaudare il sistema di ottimizzazione modificando i parametri del calcolo termico, senza interferire con la produttività dell'impianto;
- una valutazione estremamente precisa degli effetti delle modifiche apportate durante i test di collaudo, che possono essere infinitamente ripetuti sulla stessa serie di eventi reali;
- avendo eseguito il riscaldamento di un prodotto campione dotato di registratore di temperatura, è possibile settare i parametri di calcolo di T.A.C.T. 3 affinché i dati sperimentali e quelli calcolati vadano praticamente a coincidere.

## 4. REQUISITI DEL SISTEMA

Come già precedentemente accennato, T.A.C.T. 3 necessita in linea generale di un PC collegato tramite rete ethernet al livello 1 ed al sistema informativo dell'impianto.

Nel caso tipico (un solo PC che gestisce tutti i programmi di T.A.C.T. 3, compreso il motore del database), i requisiti di tale PC sono:

### HARDWARE

	<b>Minimo</b>	<b>Consigliato</b>
<b>CPU:</b>	Pentium 4 @ 1Ghz	Core 2 @ 2Ghz o superiore
<b>Memoria RAM:</b>	512 MB	1 GB o superiore
<b>Hard Disk:</b>	20 GB	100 GB o superiore
<b>Scheda Video</b>	SVGA color	SVGA color
<b>Scheda Ethernet</b>	10Mbps	100Mbps o superiore
<b>Monitor:</b>	17" (1280x1024)	19" o superiore (1280x1024)

### SOFTWARE

Il PC T.A.C.T. 3 deve funzionare con sistema operativo MS Windows (minimo richiesto Windows 2000, consigliato XP) ed il motore database Oracle versione 10.

E' infine consigliato l'uso di una stampante a colori per valorizzare le eventuali stampe dei grafici relativi alle curve di riscaldamento.

## 5. AGGIORNAMENTI DEL DOCUMENTO

Versione 3.0 - 20/09/2007

Versione iniziale.

Versione 3.1 - 01/10/2009

Aggiunti dettagli relativi alla comunicazione diretta T.A.C.T. – PLC.

Aggiunta la descrizione delle funzioni di simulazione.