

MINIERA E RAFFINERIA SOTTO CONTROLLO

RICHARD BAILEY, GIANFRANCO ABELA

Il progetto per l'espansione dell'impianto minerario e metallurgico di Olympic Dam in Australia di proprietà di Western Mining

Veduta aerea del sito produttivo dell'impianto minerario e metallurgico di Olympic Dam, in Australia



Western Mining Corporation (WMC) ha iniziato la sua attività come società mineraria e di esplorazione e ricerca dell'oro nell'Australia orientale nel 1933. Dal 1950 la compagnia si è diversificata in altri metalli e ha aumentato la sua dimensione, la gamma e la diffusione geografica delle sue operazioni per diventare un produttore ed esportatore significativo di minerali lavorati e metalli.

Nel 1961 WMC ha iniziato a esplorare il sud Australia alla ricerca di depositi di rame e durante il 1977 il presidente di WMC annunciò al meeting annuale generale che la perfora-

zione aveva evidenziato una vasta zona di probabile minerale dislocata nella provincia geologica di Stuart Shelf a Olympic Dam. Le riserve di minerale sono state stimate intorno alle 11,4 mila tonnellate di rame, 0,34 mila tonnellate di uranio (come ossido di uranio), 400 tonnellate di oro e 2.790 tonnellate di argento. Nacque così l'impianto minerario e metallurgico di Olympic Dam che attualmente si estende per oltre 29.000 ettari.

Nel 1988 iniziò la produzione a una velocità di 45.000 tpa (tonnellate per anno) di rame raffinato e prodotti associati. Tra il 1989 e il 1995, la produttività venne incrementata rag-



La sala controllo a Olympic Dam

giungendo definitivamente il tasso di estrazione del minerale di 3 milioni tpa e il tasso di produzione del rame di 85.000 tpa.

Aumento della produzione

La prima fase di espansione ha visto inizialmente l'incrementato del tasso di produzione di rame da 85.000 tpa a 150.000 tpa con una capacità massima di 200.000 tpa. La seconda fase pianificata dell'espansione ha aumentato ulteriormente la produzione a 350.000 tpa. Per realizzare la prima fase di espansione WMC ha stanziato 1,6 miliardi di dollari, una cifra che rappresenta il più grosso investimento in denaro mai fatto nei 64 anni di storia della società. Con un tasso di produzione del rame di 200.000 tpa si ottiene una produzione media di circa 4.630 tpa di ossido di uranio, 2.050 kgpa di oro e 23.000 kgpa d'argento.

La successiva espansione invece ha generato dei tassi di produzione di 350.000 tpa di rame, 7.730 tpa di ossido di uranio, 3.630 kgpa di oro o 49.600 kgpa di argento. Per aumentare la produzione e l'estrazione del minerale si sono rese necessarie alcune opere minerarie.

Le operazioni di estrazione (mining) sotterranee vere e proprie sono rimaste per lo più inalterate, tuttavia è stato realizzato un nuovo impianto per migliorare l'estrazione del minerale. Questo in particolare ha previsto un nuovo metodo di trasporto e la sostituzione degli autocarri diesel con un sistema elettrico a rotaia senza controllo umano per il trasporto sotterraneo del minerale.

Il nuovo sistema a rotaia fornisce il minerale a un 'crasher' sotterraneo situato 640 metri nel sottosuolo. Questi impianti massimizzano le capacità di estrazione del minerale delle miniere. L'impianto metallurgico è stato dotato di una nuova riserva di minerale e di ulteriori celle di flottazione aggiunte alla sezione dell'impianto concentratore del rame. L'impianto idrometallurgico è stato ingrandito includendo l'area di Tailings Leach e l'area di estrazione del solvente per rame-uranio.

Un nuovo complesso fonditore è stato costruito con una capacità nominale di 180.000 tpa di rame, e un associato impianto di acido della capacità di 1.640 tpa di acido solforico. La raffineria di rame infine è stata potenziata fino a una capacità nominale di 179.000 tpa di rame elettrorefinato, e a 23.750 tpa di rame electrowon e sono state costruite delle nuove raffinerie di oro e argento. L'acqua viene

prelevata da due pozzi artesiani nel sud ovest del Great Artesian Basin e pompata 110 km sottoterra fino a Olympic Dam. Una nuova linea di trasmissione elettrica da 275 kV è stata aggiunta al sito per affiancare la linea di trasmissione esistente di 132 kV da Port Augusta. Le due forniture sono interfacciate attraverso una stazione di carico automatizzata.

Soluzione unica per il controllo

Per gestire tutte le fasi di espansione dell'impianto metallurgico, WMC ha nominato un team integrato di consulenti WMC. Il team, denominato OEP, ricercava innanzitutto una soluzione unica per il sistema di controllo.

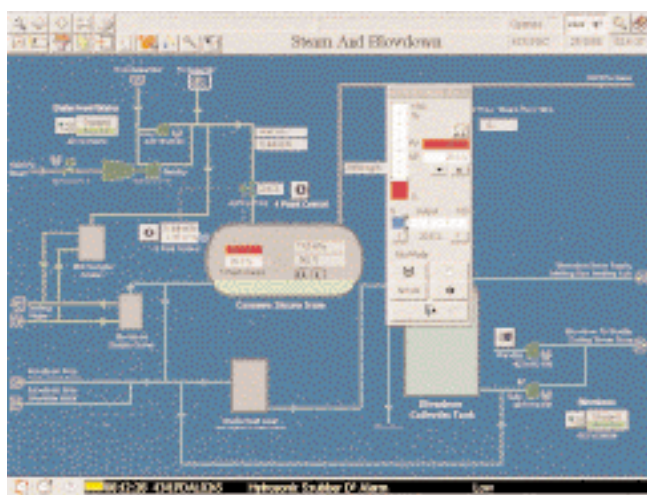
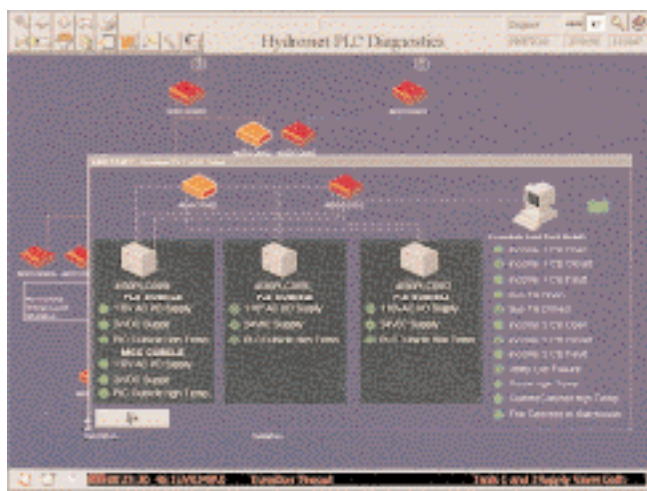
Gli impianti originali erano controllati da un DCS ABB Mod300 che usava hardware e software proprietario. I nuovi impianti avrebbero compreso oltre 400.000 variabili PLC real time, 40.000 punti di I/O fisici e 20.000 punti di I/O seriali. Per questo è stato adottato un sistema aperto non proprietario per una più facile manutenzione ed espansione in futuro. Oltre ai requisiti tecnici, OEP perseguiva un approccio di partnership per la gestione e lo sviluppo del sistema di controllo. Ci Technologies e Allen Bradley hanno offerto a OEP una soluzione combinata, che usava i controllori (PLC) Allen Bradley, il pacchetto Scada Citect e Microsoft SQL Server.

Il sito di Olympic Dam comprende una vasta miniera sotterranea, gli impianti per la raffinazione dei minerali e numerose infrastrutture collegate



Le pagine di rete e di diagnostica PLC permettono una diagnosi veloce dei guasti

Il calore disperso nel processo è convertito in vapore per l'uso in altre aree dell'impianto



Come piattaforma di sistema operativo è stato scelto Windows NT. Come tipologia di rete è stata scelta Ethernet, piattaforma aperta non proprietaria, che permette a una moltitudine di fornitori hardware di essere supportati attraverso la rete, piuttosto che legare il cliente a una soluzione che dipenda da un singolo fornitore. Questa architettura è stata scelta per il nuovo sistema di controllo come risultato di un'analisi onnicomprensiva basata su soluzioni tecniche offerte, sull'efficacia dei costi e sulla possibilità di partnership di Ci Technologies.

Questa finestra visualizza la lista degli allarmi, eventi e azioni dell'operatore. Questa lista può essere filtrata, classificata, stampata ed esportata verso un file

Log Date & Time	Type	Device	Name	Description	Parameter	User ID
08 Nov 98 00:02:11	Alm	272LALL005	CAF Aggregate Feed Chute Level	Low-Low		
08 Nov 98 00:02:21	Act	403L04700	Valve Control		Open	Operat
08 Nov 98 00:02:27	Alm	272LALL008	CAF Aggregate Feed Chute Level	Low-Low		
08 Nov 98 00:02:35	Alm	272LALL008	CAF Aggregate Feed Chute Level	Low-Low		
08 Nov 98 00:02:36	Alm	403LALL020	Sequent Tank No4 Level	Low-Low		
08 Nov 98 00:02:39	Act	403L04700	Valve Control		Close	Operat
08 Nov 98 00:02:42	Act	403L04700	Valve Control		Auto	Operat
08 Nov 98 00:02:44	Alm	424LAI0041	High High	Clear Tank 0 Level		
08 Nov 98 00:02:44	Sys	403LAI0070	Sump No5 Level Alarm	High		
08 Nov 98 00:02:49	Act	403L00611	Sequence Control		Start	Operat
08 Nov 98 00:02:54	Alm	272LALL008	CAF Aggregate Feed Chute Level	Low-Low		
08 Nov 98 00:02:55	Sys	424LAI0050	3rd Cleaner Spillage Sump Level	High		
08 Nov 98 00:03:00	Act	403L00611	Sequence Control		Stop	Operat
08 Nov 98 00:03:07	Alm	403LAI0040	Overhaul Polishing Tank Feed Pipe No 2			
08 Nov 98 00:03:08	Act	403L03040	Drive Control		Acknowledge	Operat
08 Nov 98 00:03:10	Sys	403LAI0030	Sump No5 Level Alarm	Low		

Responsabilità del progetto

Ci Technologies ha sviluppato il progetto nel corso di 18 mesi impiegando fino a un massimo di 42 ingegneri. Le responsabilità e i compiti svolti vertevano su diversi aspetti: gestione del progetto, gestione tecnica, progetto di alto livello, progetto della rete Ethernet, progetto dei quadri PLC, specifiche funzionali, configurazione del software Citect, programmazione dei PLC, configurazione SQL, esecuzione dei test, messa in opera, licenze Citect, computer Citect, licenze SQL, computer SQL, computer File Server, PLC Allen Bradley, licenze di programmazione, hardware di rete, quadri PLC, prestazioni del sistema.

Collaborazione

Il personale di Ci Technologies è stato integrato sia nel team di gestione di OEP che nel team di sviluppo di OEP. I team di progetto sono stati formati con le corrispondenti aree di progetto designate: la fonderia, il concentratore, la miniera, l'infrastruttura, l'aggiornamento dell'impianto esistente, l'impianto idrico, la raffineria e i servizi ausiliari. È stato formato un team separato per lo sviluppo degli standard di progetto e della documentazione di pertinenza del sistema di controllo. I team di progetto erano situati negli uffici OEP accanto agli ingegneri OEP e ai consulenti di processo. Lavorando in questo modo veniva minimizzato l'overhead della gestione del progetto e i problemi di comunicazione tra i due team. Ci Technologies ha utilizzato nel progetto dei tool di sviluppo che consentivano di sviluppare un unico database per la configurazione di Citect, la programmazione dei PLC e per la maggior parte della documentazione, il che ha permesso di diminuire di molto gli sforzi in ingegneria.

Qualsiasi informazione in qualsiasi punto

La soluzione Citect (distribuita in Italia da EFA Automazione) ha permesso di visualizzare qualsiasi informazione in un

Questo form viene usato per mantenere la lista dei Tag di Citect che vengono loggati verso il Server SQL. I cambiamenti vengono effettuati on line senza dover fermare il software Citect

Tag Name	Log Period	User Name	Date & Time Added	Exp. Expiry Date	Retain	Locked
4010V00196NRB	12 hours	optRefineryDay			ST	No
4010V00196NRC	12 hours	optRefineryDay			ST	No
4010V00197NRA	12 hours	optRefineryDay			ST	No
4010V00197NRB	12 hours	optRefineryDay			ST	No
4010V00197NRC	12 hours	optRefineryDay			ST	No
4010V00224R	12 hours	optRefineryDay			ST	No
4010V00300E1	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E2	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E3	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E4	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E5	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E6	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E7	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E8	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E9	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E10	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E11	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes
4010V00300E12	EventBased	opt_Anode	7/08/98 10:36:47		LT	Yes

qualsiasi punto della rete. Tutte le stazioni Citect sono uguali tra loro. Mentre le capacità di visualizzazione devono essere globali, il controllo è limitato da password di sicurezza, in modo che da qualsiasi stazione, con la password appropriata viene abilitato il controllo per sezioni distinte dell'impianto. Se necessario, l'intero impianto può essere monitorato e controllato da un'unica stazione Citect.

Gli standard

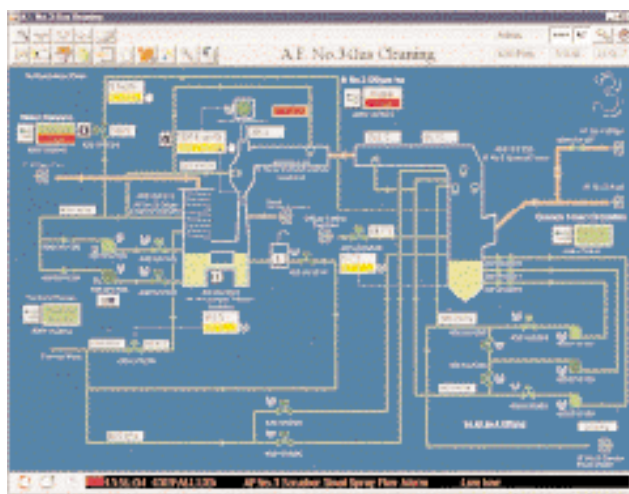
OEP aveva bisogno di un sistema di controllo di dimensione estremamente vaste in un tempo molto ristretto. Obiettivo tale da ridurre ulteriormente i tempi di esecuzione dopo che il progetto era stato avviato. Per soddisfare questa richiesta, Ci Technologies e OEP hanno imposto l'applicazione rigorosa di standard per Citect, SQL Server e per i PLC. Dalla struttura di Tagging e di visualizzazione grafica attraverso le strutture di programmazione e documentazione, sono stati messi in campo gli standard per assicurare che oltre a una interfaccia operatore coerente, il programma PLC sottostante e l'architettura fossero omogenee per tutto l'impianto includendo i sistemi PLC forniti dai vendor. Lo sviluppo immediato e la documentazione degli standard hanno permesso a diversi ingegneri di lavorare su percorsi paralleli durante la fase di sviluppo. Inoltre, tool dell'ultima generazione sono stati usati per auto-generare larghe porzioni di codice sia per lo Scada Citect sia per i PLC. Questo ha permesso di ridurre il tempo di ingegnerizzazione richiesto per lo sviluppo e di rispettare il raggiungimento di tempo prefissato nel programma. I vantaggi per il cliente nell'uso di questi standard hanno permesso anche di ridurre costi di manutenzione, i costi di addestramento, i costi di sviluppo e di far crescere il livello qualitativo del sito.

SQL Server

I Server SQL recuperano i dati di trend storici, gli allarmi, le azioni degli operatori e gli eventi di sistema dal sistema Citect.

Nel caso di un guasto, i dati vengono mantenuti nel sistema Citect fino a quando i server SQL non riescono a recuperarli. Nel caso che una sorgente primaria di dati non sia disponibile, i server SQL recuperano le informazioni dal server Citect in standby.

L'interfaccia verso il database SQL è implementata in Visual Basic, con piccole applicazioni VB che visualizzano dei Pop up chiamate direttamente da Citect. L'interfaccia SQL permette



I gas di scarico dalle fornaci vengono puliti in un sistema di pulizia a gas

svariate funzioni che includono: la selezione on line di quali Tag sono stati loggati da Citect verso il server SQL; il rescheduling di report pre fabricati; la visualizzazione e il filtraggio di tutte le azioni dell'operatore, gli eventi di sistema e gli allarmi; la generazione di report che possono essere stampati, mandati via e-mail, visti preventivamente o salvati; il recupero di informazioni archiviate su CD-ROM: la diagnostica SQL.

Il server SQL agisce anche come gateway verso il sistema di reporting generico di WMC (Prodtrak), che è basato su SQL server con Access come front end. Prodtrak è stato sviluppato da WMC come sistema di reporting generico, pertanto può essere usato attraverso tutti i suoi siti e include la produttività, la disponibilità e l'analisi statistica dei fermi impianto.

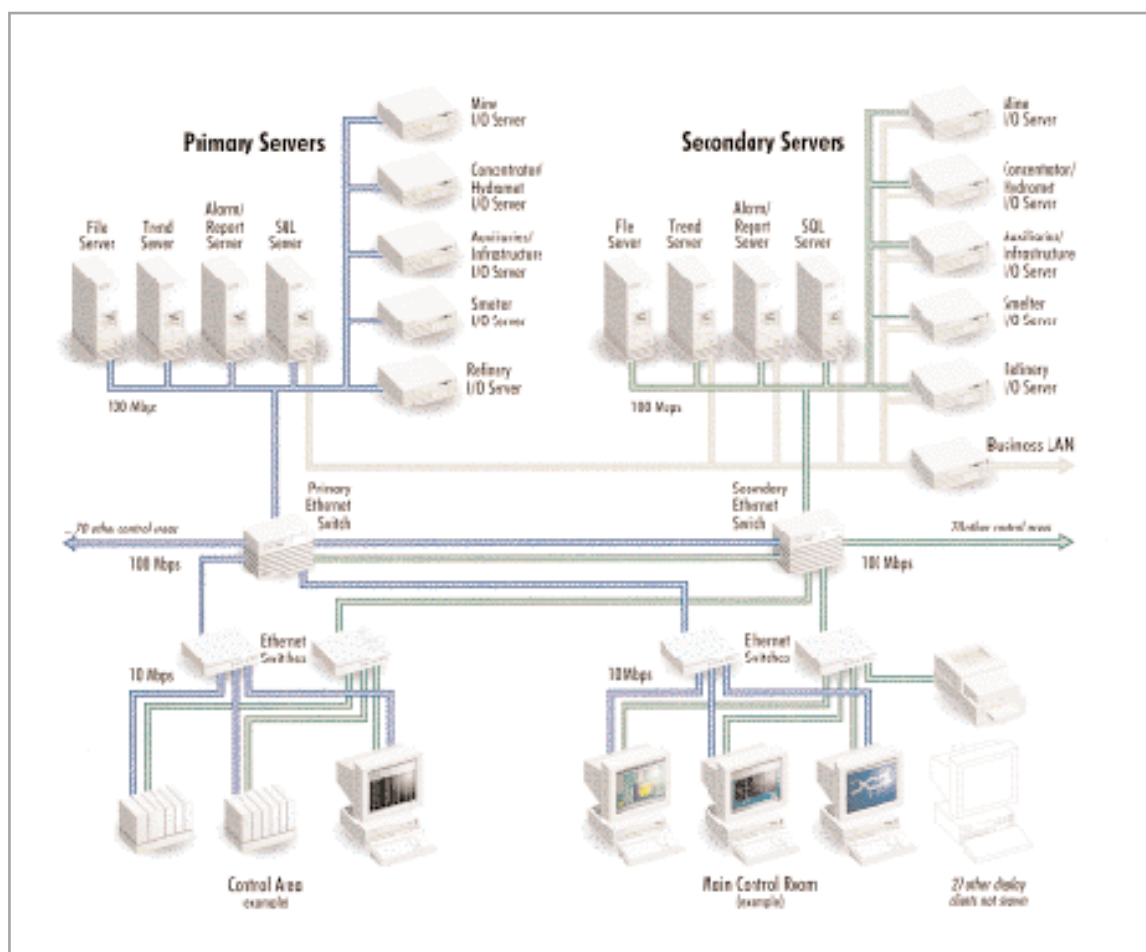


Diagramma della rete implementata nell'impianto metallurgico e minerario

Prestazioni

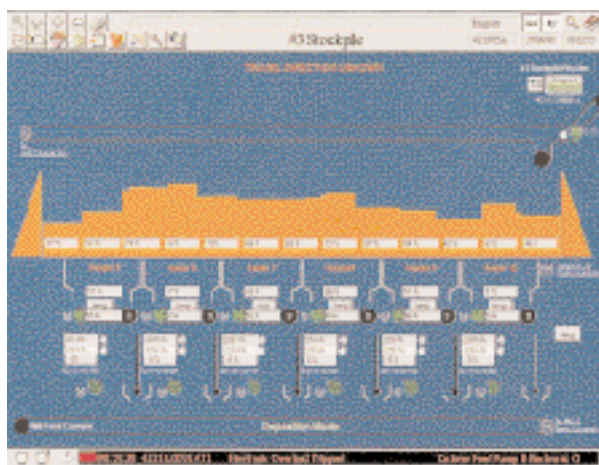
Le prestazioni del sistema erano un fattore critico nel progetto di questo sistema, trattandosi della più grande implementazione al mondo di Scada basato su PC. Per questo è stato ese-

guito un test completo a immersione prima della consegna ufficiale per assicurare che le performance del sistema avrebbero soddisfatto le specifiche del cliente. OEP ha insistito in particolare sul test del sistema con un carico del 200% del carico designato effettivo.

Durante questi test, i server di I/O di Citect hanno eseguito circa 3 miliardi di richieste digitali ogni ora. Le 63.387 condizioni di allarme digitale sono state interrogate ogni secondo. Dei 20.445 analogici che sono stati seguiti e memorizzati nel sistema Citect, approssimativamente 3.500 di questi sono stati campionati a intervalli di 2 secondi, 5.500 a intervalli di 10 secondi e i rimanenti a intervalli di 60 secondi.

Inoltre in queste condizioni di test rimaneva la possibilità di configurare altri 200 trend analogici per un campionamento a intervalli di 1 secondo. Alla fine il test ha generato 14 GB di trend storici memorizzati sul server dei trend di Citect disponibili istantaneamente su qualsiasi nodo di visualizzazione.

In questa finestra di controllo viene visualizzato il minerale impilato prima della fase di macinazione



STATISTICHE DEL PROGETTO

Versione Citect	5.10
Sistema operativo	Windows NT 4.0
Variabili Citect Real time	441.257 ⁽²⁾
Allarmi Digitali	63.387 ⁽²⁾
Trend Storici	20.445 ⁽²⁾
Nodi Client Citect	60
I/O Server Citect	10
Trend server Citect	2
Server di Allarme e di Report Citect	2
File Server Windows NT	2
Server SQL	2
Device di I/O (PLC soprattutto)	263 ⁽³⁾
Device Real World (I/O fisici)	circa 40.000
Variabili seriali (I/O seriali)	circa 20.000
Tempo di risposta medio misurato come Citect	0.014 secondi ⁽¹⁾
Tempo di risposta osservato	0,5 secondi ⁽¹⁾
Tempo osservato per richiamare una pagina grafica (con tutti i dati visualizzati)	1,5 secondi ⁽¹⁾
Tempo oss. per richiam. una pagina di trend storico (con tutti i dati visualizzati)	4,0 secondi ⁽¹⁾
Utilizzazione di rete (misurata al file server primario)	2% ⁽¹⁾
Uso della CPU dell'I/O Server	8% ⁽¹⁾
Uso della CPU del trend server	55% ⁽¹⁾
Uso della CPU del Sever di Allarmi e report	3% ⁽¹⁾
Uso della CPU dei Display Client	5% ⁽¹⁾
Marche di PLC	Allen Bradley, Siemens
Equipaggiamenti di rete	Cisco

Note:

- (1) Statistiche misurate da CIT durante il test OEP con 17 nodi client e 10 Server di I/O, 2 server di trend, 2 Server di Alarm Report, 2 File Server e 14 PLC
- (2) Al 29/4/98
- (3) 148 PLC e 115 dispositivi seriali (relè ecc.) sono stati pianificati per completare il sistema
- (4) Tutti gli equipaggiamenti di reti più importanti (es. Switch Ethernet, ecc)

mente costoso. L'integrità e l'affidabilità del sistema hanno rappresentato pertanto un punto di somma importanza per OEP. Dual file server forniscono i domain controller primario e di backup e il software Citect commuta automaticamente tra i due controller di dominio se avviene un errore di accesso al file.

I server SQL duali assicurano la completa integrità dei dati sul Sistema di Gestione Dati usando la replicazione dei dati. Inoltre, Citect immagazzina tutti i dati che devono essere registrati sui Server SQL localmente prima di trasferirli in modo che in caso di problemi di comunicazione SQL o del Server, i dati non vengono persi. Se una sorgente primaria di informazioni SQL si rende indisponibile, i Server SQL automaticamente recuperano i loro dati dalla sorgente di backup (il server Citect in standby).

Per migliorare ulteriormente l'integrità del sistema è stata usata una rete Ethernet a 100 Mbps completamente ridondata con protocollo TCP/IP e utilizzando un cavo in fibra ottica in singolo e multi modo tra la sala di controllo (Centro di comunicazione) e le locazioni remote distribuite. Localmente è stato utilizzato un cavo twisted non schermato a 10 Mbps completamente ridonato e all'interno della sala di controllo stessa, con i collegamenti a 100 Mbps (commutati) diretti a tutti i Server Citect. Tutti i computer remoti e altri computer selezionati hanno delle inter-

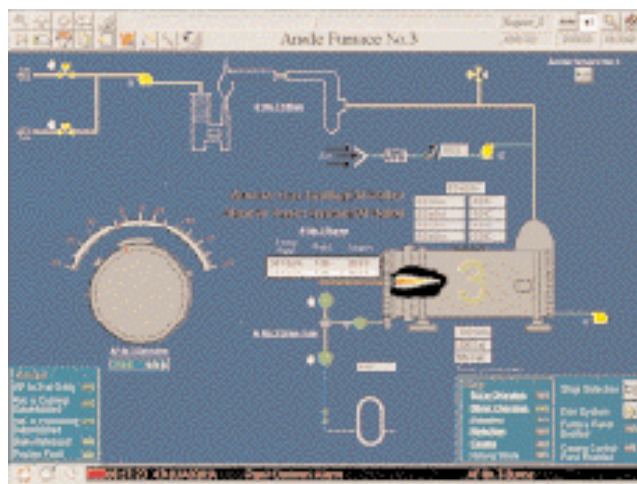
L'intero sistema commissionato alla fine consta di 148 PLC, la maggioranza dei quali di provenienza Allen Bradley PLC5 collegati in Ethernet. Il resto dei PLC è costituito da PLC Simatic Siemens collegati in Ethernet e da PLC di svariate altre marche. Figurano 60 stazioni di interfaccia operatore Citect, 10 server di I/O, 2 trend server, 2 Alarm e report server, 2 File Server Windows NT e 2 SQL server.

L'intero sistema opera su un singolo database di run time con accesso a tutte le informazioni da qualsiasi stazione operatore attraverso un accesso in sicurezza.

Affidabilità e integrità

In un sistema di controllo real time (come il caso dell'impianto di Olympic Dam) non c'è spazio per malfunzionamenti di sistema, e il fuoriservizio è estrema-

Il software Citect visualizza l'attività di una fornace



facce di rete ridondate con due schede di rete Ethernet in ciascun PC, uno su ciascuna LAN, formando un canale di comunicazione completamente ridondante verso ciascuno di essi. Il networking NT permette a Citect di commutare automaticamente le schede di rete appena viene rilevato un errore di comunicazione. La maggior parte dei controllori sul campo sono anch'essi basati su Ethernet con connessioni duali Ethernet usate per fornire dei canali di comunicazione completamente ridondanti verso ciascun controllore (PLC). Il Server di I/O Citect automaticamente commuta verso la connessione Ethernet in standby sul PLC se la connessione primaria si guasta. Citect fornisce delle utility server per una piena ridondanza a caldo (fail-over) per l'acquisizione dei dati e per la funzionalità di distribuzione (I/O Server). Se l'I/O server primario dovesse fallire il Server di I/O di standby si sostituisce automaticamente al server Primario, in modo trasparente rispetto al resto della rete. Quando il Server di I/O Primario viene ripristinato ogni dato perso viene replicato dal Server di I/O in standby prima che il primario riprenda pienamente tutte le sue funzioni. Similmente, Citect fornisce delle utility server per la piena ridondanza hot fail-over per i Server dei trend, degli Allarmi e dei Report. Ciascuno di questi task è allocato a una specifica coppia di server primario e in standby. In caso di problemi al Server primario, il server di standby rileva automaticamente la funzione del server primario, in modo trasparente rispetto al resto della rete. Quando il server primario viene ripristinato, qualsiasi dato perso (dal primario) viene automaticamente replicato dal server di standby. Questa architettura su sistemi di larga scala offre come risultato la piena integrità dei dati a tutti i livelli del processo. La distribuzione della funzionalità Server permette di alleggerire il carico della CPU per quelle operazioni, dando come risultato un sistema con performance estremamente alte.

Performance intrinseche

L'ottimizzazione della comunicazione dei dati con i controllori in campo incorporata in Citect permette alle grosse applicazioni di essere costruite esattamente come se fossero delle piccole applicazioni. Sono stati usati degli I/O Server multipli per localizzare le aree di processo. Citect automaticamente esegue il cash dei dati per ciascun controller in campo e così facendo minimizza le comunicazioni richieste quando occorre distribuire i dati verso più client Citect. Questa funzionalità incorporata offre come risultato un impatto minimo sulle performance dell'intero sistema quando un grande numero di Client Citect vengono aggiunti al sistema. La scalabilità e la gestione dei dati incorporata in Citect, gli permette di fornire estremamente alte performance su sistemi di larga scala senza aumentare la complessità dell'ingegnerizzazione. Questo in definitiva è stato provato nella miniera Olympic Dam di rame e uranio. ■