

# CC-Link IE, Ethernet fino al campo

Steve Jones

Nel 2008 la CC-Link Partner Association (CLPA) ha presentato la rete di controllo CC-Link IE, che si basa su un collegamento Ethernet di tipo industriale a 1 Gbps. Attraverso l'impiego di una memoria condivisa, distribuita, questa rete pone le basi per nuovi sistemi manifatturieri intelligenti e integrati. Vediamone le caratteristiche in dettaglio.

CC-Link IE è un ambiente Industrial Ethernet, disponibile con costi contenuti, con trasmissione dei dati ad alta velocità di 1 Gbps, per quei settori che richiedono una trasmissione dei dati con velocità molto elevata, tempi ciclo ridotti, raccolta dei dati, tracciabilità dei dati di controllo e disponibilità di dati di diagnostica per la manutenzione preventiva. CC-Link IE è una "famiglia di reti" progettata per un controllo deterministico ad alte prestazioni, che consente di ottimizzare la gestione dei dispositivi (regolazione e monitoraggio), la manutenzione dei dispositivi (sorveglianza e riconoscimento degli errori) e il rilevamento dei dati (in fase di esercizio).

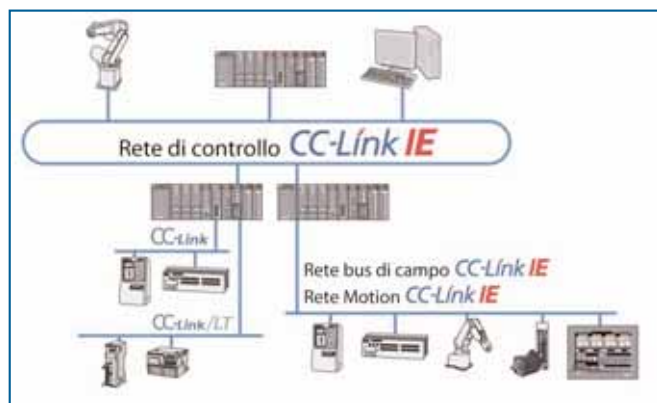


Figura 1 - La famiglia di reti

Attraverso la rete Ethernet, CC-Link IE riunisce un'area che va dal livello di controllo alle reti di campo e reti motion. Questo permette un trasferimento di dati senza soluzione di continuità, privo di limitazioni gerarchiche o di qualsiasi limite di rete. E questo si estende anche alle esistenti reti di controllo CC-Link, che non sono basate su Ethernet.

La rete di controllo CC-Link IE è una rete di collegamento principale altamente affidabile per il controllo su larga scala di compiti di controllo distribuiti. Essa rappresenta la dorsale di trasmissione, che collega ogni rete bus di campo o rete motion ed inoltra i dati di controllo ad alta velocità e capacità agli utenti distribuiti nella rete. Alla base c'è una rete determi-

nistica a fibre ottiche a doppio anello a 1 Gbps e un master di rete che garantisce un funzionamento stabile.

Situata sotto il livello di controllo, la nuova rete di campo CC-Link IE è anch'essa una rete deterministica a 1 Gbps. Il collegamento in rete avviene qui sulla base di cavo Cat 5e. Questa rete permette tutta la connettività necessaria per le esigenze attuali e future della gestione della produzione. Essa permette inoltre il rilevamento dati (stato operativo) per una migliore tracciabilità delle informazioni di produzione, il miglioramento di processo, il controllo delle apparecchiature (regolazione e monitoraggio) e la manutenzione (monitoraggio e riconoscimento di guasti) e inoltre la possibilità di raccolta di dati per il controllo di dispositivi.

La rete di controllo e la rete di campo sono molto simili e, dal punto di vista dell'utilizzatore, molto trasparenti nel loro funzionamento. È importante ricordare che entrambe possono essere impiegate insieme oppure separate fra loro.

Una rete per il motion control basata su Ethernet è prevista come futura evoluzione (tabella 1).

## La rete di controllo

La rete di controllo CC-Link IE può essere utilizzata come rete principale o come dorsale. Sotto molti aspetti, in termini di efficienza e funzionamento è molto simile alla rete di campo. Le differenze sostanziali si riferiscono alla topologia di rete ed alla individuazione dei guasti. L'adozione di un cavo in fibra ottica migliora la stabilità della rete e permette inoltre di aumentare la distanza massima fra le stazioni a 550 m. Con un massimo di 120 stazioni, il risultato è una lunghezza totale della rete di 66 km. Quando la rete viene creata, CC-Link IE rileva lo stato di connessione via cavo per tutte le stazioni e determina l'ordine sequenziale delle stazioni nella rete; poi visualizza l'ordine sequenziale e la condizione di funzionamento di ciascuna stazione nella rete. CC-Link IE network controller aggiunge anche un codice di controllo errore nella sezione dati di trasmissione della frame check sequence (FCS). Con questa funzione, per l'eliminazione di un guasto alla rete, il luogo del guasto o il difetto del cavo può essere localizzato più facilmente. La stazione master di una rete CC-Link IE controlla la trasmissione ciclica dei dati fra tutte le stazioni nella rete. Se per un motivo qualsiasi nella stazione

S. Jones, CLPA-Europe

**Tabella 1 - Confronto fra rete controllori e rete bus di campo CC-Link**

Caratteristica	CC-Link IE livello controllori	CC-Link IE livello di campo
Standard Ethernet	IEEE 802.3z (1000BASE SX)	IEEE802.3ab (1000BASE-T)
Velocità di trasmissione	1 Gbps	1 Gbps
Cavo, connettore	Cavo a fibre ottiche multi-mode (G1) IEC61754 20 connettore LC (connettore Duplex)	Cavo di rete CAT 5e, connettore RJ-45
Controllo trasmissione dati	Token passing	Token passing
Topologia di rete	Anello	Seriale, stella, anello o albero
Max. numero di moduli collegabili	120 stazioni	254 (numero totale di tutte le stazioni master e slave)
Lunghezza max. del cavo fra le stazioni	550 m	100 m
Trasmissione ciclica (comunicazione master/slave)	Max. 256 kB	Bit data: 32.768 bit (4 kB) Word data: 16.384 parole (4 kB)
Trasmissione transiente (comunicazione 1:1)	Max. 960 byte	Grandezza pacchetto max.: 2 kB

master interviene un guasto, un'altra stazione della rete può assumere il ruolo di questa stazione master. Con questa funzione è garantita la prosecuzione della trasmissione ciclica dei dati fra tutte le altre stazioni operative, anche nel caso che la stazione master presenti un malfunzionamento. Grazie a ciò un errore intervenuto in una stazione non ha ulteriori conseguenze sull'intero sistema.

### La rete di campo

La rete di campo CC-Link IE permette la trasmissione di dati di controllo ad alta velocità e dispone di una grande capacità di comunicazione per messaggi anche attraverso le reti. Lo scambio dei dati di controllo avviene ciclicamente tramite una memoria condivisa, distribuita sulla rete. I dati di messaggistica vengono scambiati invece per mezzo di una comunicazione transiente/aciclica.

Il controllo di accesso media (MAC) nella rete di campo CC-Link IE avviene tramite token passing. Ogni stazione può trasmettere dati alla rete solo se dispone del token di rete. Nel momento in cui la stazione dispone del token, può trasmettere dati alla rete nell'ambito dell'area scrivibile ad essa assegnata. Questi datagrammi vengono trasmessi a tutte le stazioni nella rete. Alla conclusione della trasmissione dei dati, il token viene passato alla stazione seguente ed il ciclo si ripete. Per un controllo privo di errori il tempo ciclo deve essere completamente deterministico, poiché ogni differenza potrebbe pregiudicare la funzione di controllo.

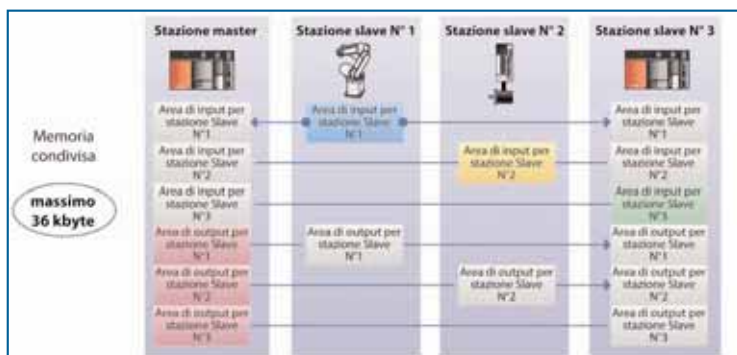
Nella comunicazione ciclica i dati di controllo di tutte le stazioni, che sono collegate alla stessa rete, vengono aggiornati con velocità di trasferimento costante. Tramite la memoria di rete condivisa, distribuita, ciascun controllore scambia dati con ogni altro controllore, riconosce lo stato di altri controllori e svolge i suoi specifici compiti di controllo.

Lo scambio dei dati di controllo avviene in tempo reale nella rete bus di campo CC-Link IE. Questo supporta applicazioni, che richiedono una sincronizzazione deterministica, permettendo nella rete lo svolgimento di azioni coordinate fra i controllori. Per la comunicazione in tempo reale di scambio di dati fra i controllori, la memoria di rete condivisa sfrutta la comunicazione ciclica.

La comunicazione ciclica si svolge attraverso la trasmissione dei dati di controllo ad una memoria condivisa, che è suddivisa fra la stazione master e le stazioni slave.

Questo principio è illustrato nella figura 2. Per controllare ogni singola stazione attraverso la stazione master, l'area d'ingresso e di

uscita di ogni stazione slave è assegnata a un'area di memoria distribuita. Come si mostra nella figura, ogni stazione trasmette i suoi dati come dati ciclici nell'area grigia della memoria distribuita, mentre i dati ciclici provenienti dalle altre stazioni vengono ricevuti nell'area colorata. La comunicazione ciclica nella rete bus di campo CC-Link IE si fonda sullo stesso principio della comunicazione ciclica fra il master e gli slave nel CC-Link standard.



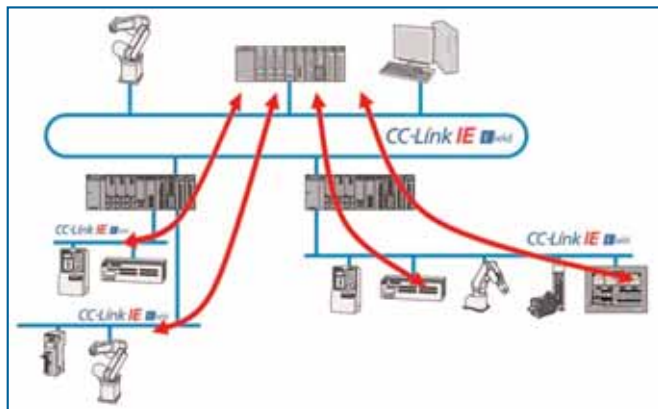
**Figura 2 - Memoria distribuita della rete bus di campo CC-Link IE in rappresentazione schematica**

La memoria condivisa è distribuita nella rete ed è assegnata ad ogni controllore. Ogni controllore può solo scrivere dati nell'area di memoria ad esso rispettivamente assegnata. Può tuttavia leggere informazioni da tutta la memoria condivisa, che comprende i dati di tutti i controllori nella rete. Ogni controllore dispone in sequenza ciclica di una finestra di trasmissione alla memoria. Le stazioni slave possono mantenere i dati dell'area di memoria, che è assegnata alla stazione host, come ad esempio i dati delle stazioni slave 1 e 2. Queste possono a loro volta anche mantenere i dati dell'area di memoria, che è assegnata alle altre slave, non appena un controllore è collegato

come stazione slave. Nella figura questo è ad esempio il caso della stazione slave 3. Se vengono mantenute tutte le aree, comprese le aree assegnate ad altre stazioni slave, tramite una stazione simile possono essere monitorati i dati ciclici di altre stazioni, senza necessità di accedere alla stazione master. Il risultato è una rete di controllo semplificata.

La rete di campo CC-Link IE svolge la comunicazione ciclica ad una velocità di trasmissione dati di 1 Gbps. Così i dati di tutte le stazioni possono essere aggiornati effettivamente in tempo reale. Il modello di memoria condivisa permette uno scambio di dati deterministico, indipendentemente dal percorso effettivo fra la stazione trasmittente e ricevente.

La rete bus di campo CC-Link IE permette anche la comunicazione diretta transiente/aciclica peer-to-peer fra stazioni di rete per trasmissioni non deterministiche. Questo processo non comporta conseguenze sul funzionamento ciclico in tempo reale della rete. La trasmissione dei messaggi da una unità all'altra avviene in modo semplice, attraverso l'assegnazione del numero di rete e del numero di stazione del dispositivo di destinazione.



**Figura 3 - La comunicazione transiente (aciclica) in una rete bus di campo CC-Link IE si ottiene attraverso il rilevamento di tutte le stazioni collegate alla rete, per mezzo dei loro rispettivi indirizzi di rete e di stazione**

Per questa funzione la rete bus di campo CC-Link IE usa la memoria distribuita di rete. Considerato logicamente, il processo di trasmissione si riduce così alla lettura oppure alla scrittura nella memoria condivisa. Ogni apparecchio collegato alla rete può trasmettere e ricevere dati per mezzo di questa mailbox comune. A tal fine non sono necessarie conoscenze specifiche del protocollo CC-Link IE.

La funzione dispone di un'assegnazione generale senza soluzione di continuità, che in questo modo crea un programma di controllo che, malgrado la configurazione fisica, corrisponde ad una rete con gerarchia unica. Per garantire uno stabile ciclo di trasmissione dati per informazioni cicliche in tempo reale, CC-Link IE assegna solo una parte relativamente piccola della larghezza della banda di trasmissione per la comunicazione transiente (peer-to-peer), senza con ciò influenzare la comunicazione ciclica. Questo garantisce il determinismo ad alta

velocità per processi di produzione di alta qualità, mentre parallelamente può continuare a svolgersi sempre, in una certa percentuale, una messaggistica in tempo non reale.

### Configurazione della rete

Per il controllo della trasmissione di dati, la rete di campo CC-Link IE usa il metodo del token passing, che consente una più elevata portata dei dati e permette uno scambio dati deterministico ed un tempo ciclo costante, senza collisione di dati.

Fino a 239 reti possono essere connesse in un sistema multi-rete. In questo caso ogni rete dispone di un numero di rete univoco come indirizzo di rete. Così nell'ambito del sistema multi-rete ogni stazione può essere raggiunta inconfondibilmente con il suo numero di rete ed il suo numero di stazione nella rispettiva rete. La distanza massima ammessa fra le singole stazioni è 100 m. Attraverso strumenti di remote engineering, che possono essere impiegati a scopi di configurazione e manutenzione, la rete bus di campo CC-Link IE ha accesso a tutti gli operandi del bus di campo. Remote-Management significa che gli operandi possono essere regolati o monitorati da qualsiasi punto della rete. I livelli di trasmissione e livelli di sicurezza della rete si basano sulla tecnologia Ethernet, in modo che possono essere impiegati tradizionali cavi, hub e procedimenti di analisi Ethernet.

Una rete bus di campo CC-Link IE è costituita da una stazione master e da più stazioni slave. La stazione master controlla la comunicazione ciclica, con la quale vengono trasmessi i dati di controllo. Ciò facendo la stazione master mantiene i dati ciclici di tutte le stazioni nella rete. Su comando della stazione master, le stazioni slave trasmettono dati ciclici alla stazione master. Le stazioni slave possono mantenere solo i dati ciclici della stazione host, oppure mantengono i dati di tutte le stazioni conformemente alla stazione master.

### Struttura semplice

La rete di campo può essere strutturata con una topologia qualsiasi (lineari, a stella, ad anello e ad albero) in funzione della disposizione fisica delle singole stazioni. Nuove stazioni possono essere collegate a discrezione alla porta libera di un hub oppure alla porta di una stazione esistente. Questo permette una flessibilità illimitata ed è possibile per mezzo di semplici hub. Conformemente alla comunicazione ciclica o transiente, la stazione master distribuisce parametri di comunicazione alle stazioni slave, permettendo così la regolazione di tutte le stazioni tramite la stazione master. Tutte le configurazioni possono utilizzare hub non gestiti, poiché non sono necessari switch intelligenti. La funzione di comunicazione continua della famiglia CC-Link si raggiunge sotto TCP/IP, mediante l'impiego del protocollo comune di applicazione SLMP. Unità Ethernet compatibili utilizzano ad esempio SLMP sotto TCP/IP. Poiché SLMP è un semplice protocollo client/server, può essere integrato senza difficoltà nel firmware di unità Ethernet a 100 Mbps di terze parti. L'unità Ethernet compatibile può essere così accedere a tutte le unità collegate alla rete bus di campo CC-Link IE, chiamandole con il numero di rete ed il numero di stazione.

[readerservice@fieramilanoeditore.it](mailto:readerservice@fieramilanoeditore.it) - n. 38