

SynqNet™

Performance. Motion. Network.

The High Performance Motion Upgrade to Ethernet

Sommario

Non tutte le reti sono create per lo stesso scopo. Le reti per gestione e controllo assi ad alte prestazioni richiedono base tempo rigidamente controllata per assicurare sincronismi di aggiornamento in tempo reale di più assi. Mentre Ethernet offre prestazioni adeguate per applicazioni generiche di controllo distribuito, è considerata troppo lenta per applicazioni che richiedano, per l'appunto, elevate prestazioni. In questi casi per consentire ad un motion controller centralizzato di gestire più servosistemi è richiesta una rete sincrona veloce. SynqNet è stata progettata in modo specifico per supportare sistemi di motion control centralizzati ad alte prestazioni ed offre benefici aggiuntivi compreso il funzionamento autorigenerante ed a prova di errore, la configurazione discovery-based, molto semplice, e alta immunità ai disturbi. Inoltre, SynqNet è supportata da diversi fornitori di azionamenti che forniscono una vasta gamma di prodotti a costi competitivi.

Nell'insieme, SynqNet offre un rapporto prezzo/prestazioni estremamente vantaggioso, motivo che ne ha permesso una buona diffusione in un tempo molto breve da industrie leader di settore e da clienti OEM.

Quando si sceglie una rete di movimentazione i fattori chiave su cui focalizzare la propria attenzione sono molto semplici. Le prestazioni sono sufficienti per la mia applicazione? È sicura e affidabile? Quanto è semplice da utilizzare? Posso permettermela economicamente? Questo articolo vuole analizzare queste quattro aree e fornire al lettore le conoscenze tecniche necessarie a comprendere le reti digitali dedicate al motion control.

Prestazioni

Quando Ethernet raggiunge il proprio limite

Ethernet è diventata una piattaforma ideale per le reti da ufficio, e sembra possa continuare la sua marcia trionfale anche nel settore dell'automazione industriale. Nei primissimi giorni delle reti digitali, dal punto di vista del settore dell'automazione industriale, mancanza di larghezza di banda, determinismo ed elevata latenza ha portato il mercato ad offrire soluzioni per controllo di processo distribuito. Per sistemi motion control, il risultato ottenuto sono i servo azionamenti intelligenti che vengono usati per interpolare tra punti che vengono trasmessi in rete in modo irregolare ed infrequente. Per applicazioni multiasse e ad alte prestazioni, queste modalità di funzionamento di solito non sono sufficienti.

Tali applicazioni richiedono un modello di controllo diverso in cui il processo venga gestito centralmente. L'interfaccia analogica di coppia $\pm 10V$ è stata finora lo standard industriale utilizzato nel motion control centralizzato, ma le nuove soluzioni in rete promettono di portare cambiamenti fondamentali.

SynqNet™ è la prima rete 100BaseT (IEEE802.3) disponibile sul mercato ad offrire tutti i vantaggi prestazionali del modello di controllo centralizzato, insieme a prestazioni elevatissime, tolleranza agli errori, affidabilità e funzioni diagnostiche.

SynqNet è stata sviluppata da un'azienda esperta in motion control con sede in California, la Motion Engineering Inc., ed è stata adottata rapidamente da vari produttori di servoazionamenti di primaria importanza quali Yaskawa, Advanced Motion Controls, Danaher Motion, Panasonic, Glentek, Sanyo Denki, e Trust Automation.



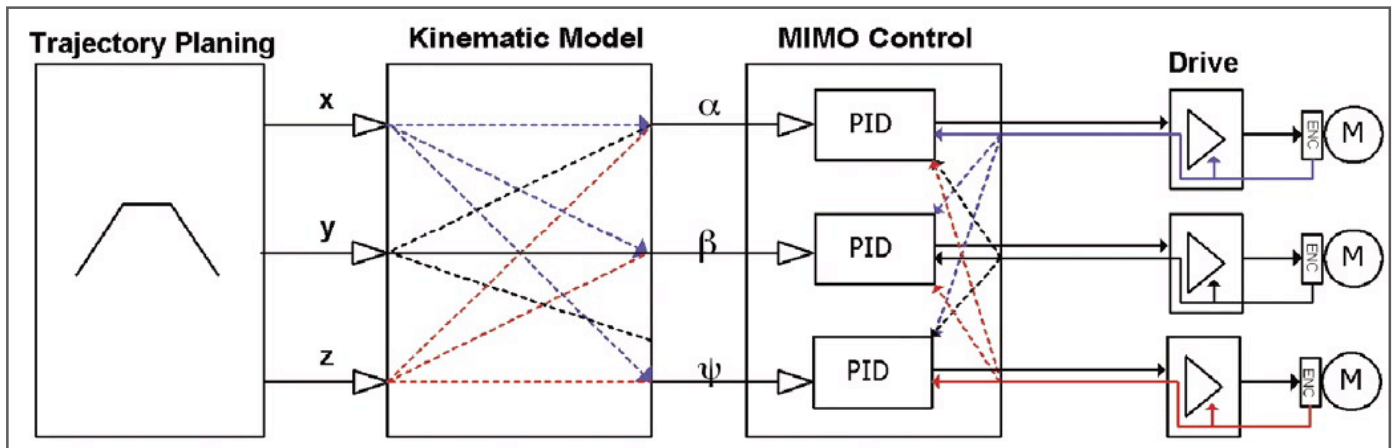


Figura 1. Esempio di struttura di per motion control ad alte prestazioni

I Sistemi motion control ad alte prestazioni dipendono dall'integrazione completa di un certo numero di componenti tecnologici chiave. Un sistema di controllo perfetto deve essere in grado di trasmettere il profilo di movimento desiderato ad uno o più servo assi. Per raggiungere questo obiettivo spesso si richiede al sistema la traduzione di coordinate XYZ “di spazio” in “segmenti” di coordinate macchina utilizzando un qualche modello cinematico. In aggiunta, ogni imperfezione meccanica come la non-linearità o l'effetto dell'accoppiamento incrociato degli assi, dovrebbe poter essere compensato al fine di ottimizzare le prestazioni della macchina.

I modelli cinematici e le tecniche di compensazione non sono concetti nuovi e utilizzano un processore di movimento centralizzato per effettuare rapidamente calcoli a matrice basati su ingressi multipli per generare uscite multiple. Il termine MIMO (Multiple In Multiple Out) viene utilizzato spesso per descrivere questa classe generica di sistema di controllo e di modello di controllo software.

Il tipo esatto di ingressi, uscite, e calcolo a matrice cambiano in base all'applicazione ed al know-how specifico del costruttore della macchina.

Qualunque sia il modello di controllo software finale, è importante che il tempo totale del ciclo servo sia ridotto al minimo. Minore il tempo ciclo, più rigido il sistema di controllo e migliore la prestazione del meccanismo della macchina. Per movimenti punto-punto veloci o posizionamenti accurati, il tempo ciclo diventa un fattore significativo nella prestazione della macchina.

Latenza della Rete & Velocità di Trasmissione Definiscono le Prestazioni della Macchina

I sistemi di controllo moderni richiedono l'acquisizione di più valori di ingresso e più retroazioni, come coppia reale e velocità, da ogni singolo asse per poter calcolare nuovi target di posizione per ogni motore, per elevate prestazioni effettive di controllo, i dati acquisiti su richiesta e quelli di retroazione devono essere trasferiti in modo sincronizzato, con tempi ciclo brevissimi e basse latenze. Ogni ritardo nella trasmissione corrisponde ad una fase di ritardo nel sistema di controllo, cosa che limita il guadagno raggiungibile e il tempo di risposta effettivo della macchina.

	SynqNet	Ethernet (IP/TCP/UDP)	Firewire (IEEE1394b)	SERCOS	CAN
Min. Cycle Time/Latency	<25µs	1..2ms	125..250µs	250µs	1ms

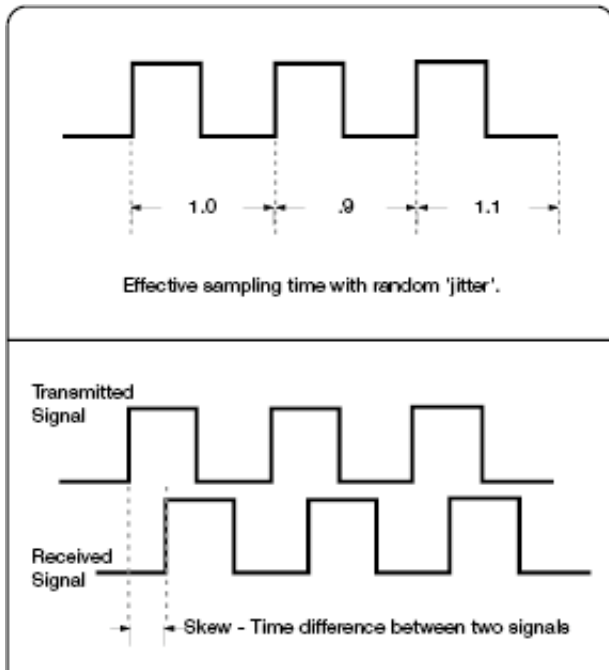
Picture 2. Minimum Cycle Times

Per Cycle time si intende il tempo per acquisire i dati di retroazione, il tempo per effettuare il calcolo a matrice ed il tempo per trasmettere il nuovo target di posizione. Gli elementi tecnologici chiave necessari ad ottenere questi risultati sono una rete sincrona veloce ed un motore di processo veloce. Il controllo MIMO non può essere effettuato su un sistema di controllo distribuito che abbia il processore decentralizzato e connessioni relativamente lente tra le apparecchiature in rete.



Reti Sincrone Offrono Bassi Skew & Jitter per Migliorare la Precisione dei Posizionamenti

Tutte le reti, in realtà ogni sistema digitale, dipendono dal campionamento dei dati, la cui tempistica è basata su clock di riferimento. Quando sistemi indipendenti con clock indipendenti vengono collegati assieme, come nel caso di una rete,



Picture 3. Jitter & Skew

la variazione naturale casuale delle frequenze di clock, può presentare una sfida. Molti tecnici sono familiari con il concetto di “vibrazione” quando due sorgenti di frequenza molto simili ma non esattamente uguali, battono alla differenza di frequenza. In un aeroplano con più motori, questo battito si trasforma in una vibrazione udibile. I sistemi di controllo digitale non sono diversi e in una rete priva di collisioni, questo battito, ('Jitter' in termini di reti) aumenta principalmente con la differenza tra i clock locali ai nodi master e slave. Nella realtà, nelle reti, anche l'interferenza elettromagnetica può influire sul Jitter, che viene trasmesso direttamente al percorso del movimento, per cui, per un percorso accurato del movimento, e' necessario ridurre il Jitter al valore minimo possibile.

Lo skew e' il ritardo costante nella trasmissione del dato tra trasmettitore e ricevitore oppure fra nodi di rete. E' causato da propagazione del ritardo del cavo (approssimativamente $1 \mu\text{s}/100\text{m}$) e dai ritardi della circuiteria logica interna. Per motion control ad elevate prestazioni, lo skew diventa rilevante e la rete deve essere in grado di misurarlo e compensarne il valore.

Per un singolo asse il Jitter può causare un comportamento non omogeneo del controllo e manifestarsi in variazioni di velocità o errori di posizionamento finale oscillatori. Per sistemi multi-asse i risultati sono molto più gravi.

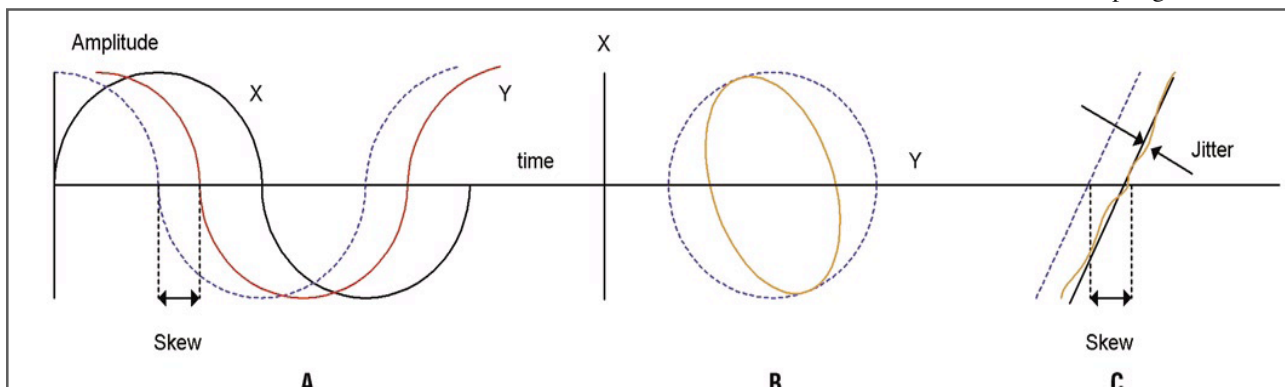


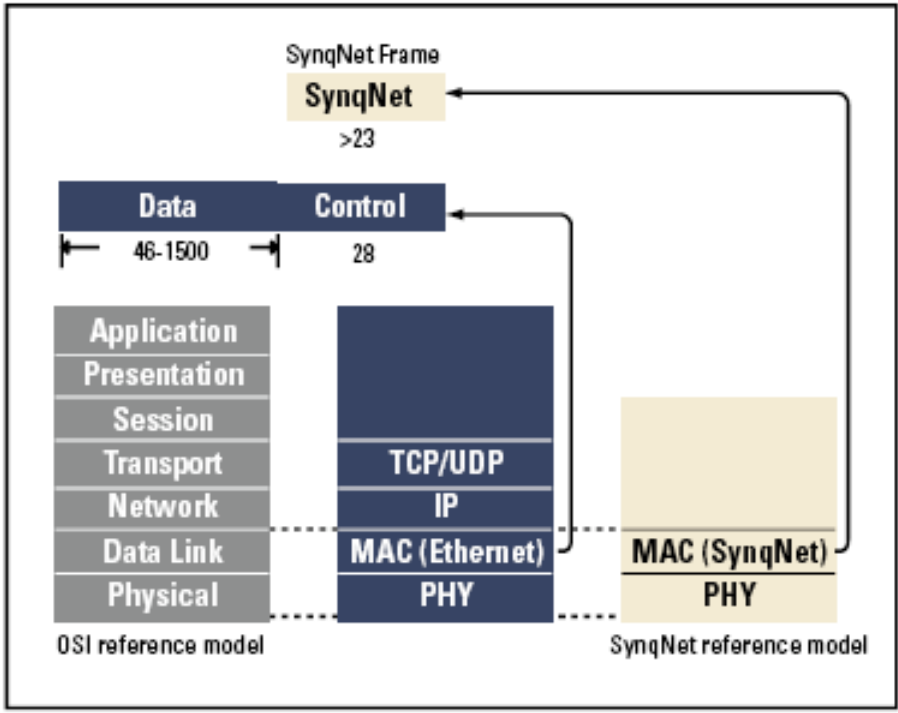
Figura 4. Effetto di Jitter e Skew su interpolazione circolare e linea retta

Lo skew introduce una variazione costante nella fasatura tra i nodi di rete. Per cui gli assi interpolati non ricevono un set di comandi simultaneo. Come esempio, presumiamo di effettuare una interpolazione circolare veloce con due assi interpolati (es. Taglio di materiale). In questo caso un asse riceve una sinusoide ed il secondo asse un profilo di comando co-sinusoidale. Lo skew (variazione costante nella fasatura) modificherà il cerchio in un'ellisse come mostrato nella figura 4B. Il Jitter aggiunge invece distorsioni alla forma.

SynqNet Permette una Riduzione di Skew & Jitter Molto Maggiore di Ethernet

SynqNet limita lo jitter a meno di $1 \mu\text{s}$ utilizzando una tecnica di phase locked loop al fine di sincronizzare i clock indipendenti di ogni slave di rete a quello del master. Ciò garantisce una migliore prestazione rispetto a quella di altre reti non sincronizzate come ad es. reti Ethernet basate su protocollo TCP/IP o IP/UDP che possono ridurre il jitter solo a $20 \mu\text{s}$ utilizzando impulsi a base tempo. I protocolli Ethernet aggiungono un ulteriore carico che limita tipicamente tempi ciclo e latenze a 1ms in più. Mentre questo livello prestazionale può essere adeguato per applicazioni di automazione generica, non lo è per sistemi motion control ad alte prestazioni.

Synqnet limita lo skew a 20ns utilizzando particolari algoritmi che misurano lo skew del sistema e lo compensano nell'hardware. Jitter e skew sono garantiti per qualunque numero di nodi o condizioni di traffico della rete.



Ethernet e' stato progettato per spedire lunghi pacchetti di dati. Un pacchetto, secondo le specifiche IEEE802.3 consiste di 28 bytes di controllo ed almeno 46 bytes di dati. Questo protocollo è esuberante per le applicazioni motion control tipiche. Normalmente i dati necessari ad un nodo (apparecchiatura), sono pochi (minori di 46 bytes). Per ridurre i tempi ciclo e le latenze Synqnet ha ottimizzato i pacchetti su livello 2. Invece di un minimo di 74 bytes Synqnet consiste di 24 bytes. Questo è un punto chiave a vantaggio di Synqnet su Ethernet che permette una maggiore velocità e prestazioni prevedibili.

Figura 5. Modelli di Riferimento OSI, IEE802.3 e SynqNet

La comunicazione Sincrona Full-Duplex Permette Prestazioni Deterministiche

Lo Standard di trasmissione & ricezione Ethernet-Half Duplex-Shared crea collisione di dati

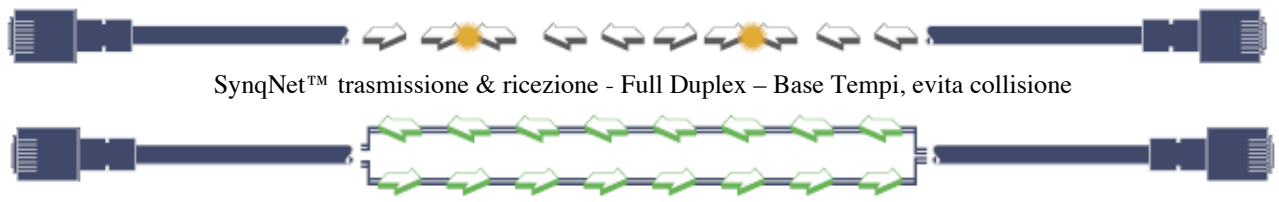


Figura 6: Standard Ethernet vs. SynqNet

Ethernet standard utilizza una singola coppia di fili per trasmettere e ricevere dati. L'accesso ai cavi è gestito da un meccanismo molto efficiente conosciuto come controllo collisione per accessi multipli (Multiple Access Collision Detect MACD). Come suggerito dal nome, piu' apparecchiature in rete tentano di connettersi utilizzando lo stesso pezzo di cavo. Se due apparecchiature tentano di parlare contemporaneamente, avviene una collisione e l'apparecchiatura smette di trasmettere, o "si esclude", per ritentare poi in un secondo tempo in modo casuale. Questo meccanismo è intrinsecamente non-deterministico e non appena il numero di apparecchiature in rete aumenta, questi tempi di collisione aumentano in modo esponenziale causando un rapido calo di prestazioni. Per una rete da ufficio e per automazione in generale questa mancanza di determinismo può essere comunque accettabile, per applicazioni motion control più serie sono necessarie soluzioni alternative.

Synqnet è stata progettata per eliminare il meccanismo MACD. Utilizza un metodo sincrono (da cui il nome) per trasmettere dati regolarmente su base-tempi programmata ad ogni apparecchiatura. Vengono utilizzati coppie di fili indipendenti per trasmettere e ricevere (full-duplex) al fine di evitare collisione di dati e permettere un rateo di trasmissione dati deterministico di 2 x 100Mbit. Il risultato È un tempo ciclo di circa 25µs per 4 assi. In più, SynqNet è dotata di una struttura di pacchetti configurabile tale da consentire tempi ciclo di addirittura 10µs.



Sicurezza e Affidabilità

“ Autorigenerante” e Funzionamento a Prova di Errore Aumentano Sicurezza e Disponibilità

SynqNet può essere configurata come linea o anello. La configurazione ad anello offre cablaggio semplice e tolleranza a rotture cavo all'interno del sistema SynqNet.

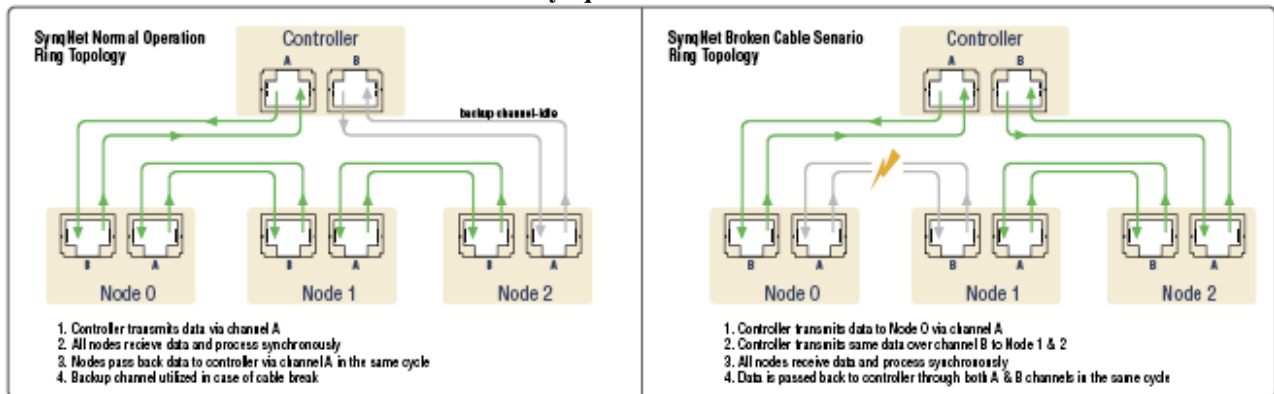


Figura 7. Collegamento ad Anello & Funzionamento a Prova di Errore Autorigenerante

Il funzionamento a prova di errore “autorigenerante” fa riferimento alla abilità di operare anche in caso di rottura cavo, perdita di collegamento o guasto completo di qualsiasi nodo o nodi. Ad esempio, se due su cinque nodi vanno in errore, SynqNet è ancora in grado di controllare i tre nodi rimasti, segnalare il guasto ed eseguire parametri di movimento alternativo. Un anello chiuso assicura sempre un percorso ridondante perchè i dati possano essere trasmessi all'intero anello. SynqNet utilizza questo percorso ridondante come canale dati secondario.

In caso di guasto ad un cavo, l'hardware di SynqNet reindirizza il percorso dati entro due cicli servo e le connessioni di rete rimangono disponibili (Figura 7). Nello stesso istante vengono segnalati l'evento e la localizzazione all'applicazione permettendo così alla macchina di reagire nel modo appropriato alla situazione specifica. Per esempio una macchina può essere programmata per terminare una sequenza di movimento che, in caso contrario, potrebbe causare una costosa o pericolosa collisione di assi della macchina indipendenti o interbloccati.

In più, ogni nodo ha il proprio timer di watchdog in modo cosicché anche in caso di guasto dell'host o dell'intera rete ogni nodo possa reagire in modo prevedibile e sicuro e arrestarsi dolcemente ed in modo controllato. Per prevedere possibili guasti alla rete, SynqNet comprende un contatore di errori di trasmissione ad ogni nodo. Qualsiasi aumento anomalo nel conteggio degli errori può essere utilizzato per allertare il software applicativo e localizzare il potenziale problema prima che si trasformi in un guasto catastrofico.

SynqNet usa il controllo errori di tipo CRC delle reti 100BaseT.

SynqNet è l'unica rete commercialmente disponibile che offra un tale livello di sicurezza e affidabilità.

Il funzionamento a prova di errore è importante in sistemi completamente digitali, specialmente in applicazioni di valore elevato e applicazioni nel settore medicale in cui la ridondanza sia fondamentale per motivi economici e/o sicurezza.

Affidabilità Sicura Grazie all' Isolamento Elettrico di SynqNet (100BaseT)

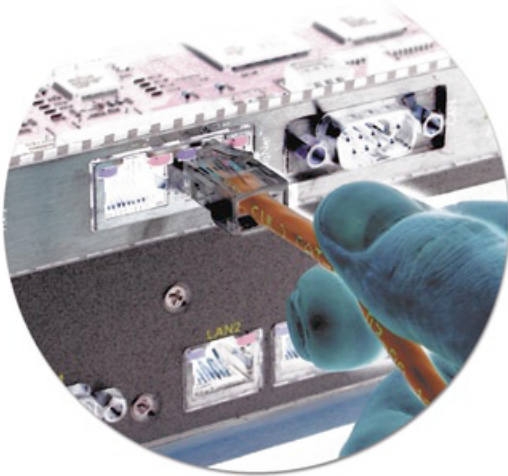
Le reti SynqNet e Firewire (IEEE 1394) sono state progettate entrambe per poter gestire un grande numero di nodi. Quando i nodi sono distribuiti in una macchina o impianto sono spesso riferite a diverse connessioni di terra, cosa che introduce un disturbo di terra e dispersione di corrente. I cavi IEEE 1394 sono dotati di connessione cc tra le varie terre e questo può generare un ritorno di terra e correnti disperse che influiscono sull'affidabilità della rete IEEE 1394. Gli effetti comprendono degradazione dei segnali ed un eccessivo aumento dell' Interferenza ElettroMagnetica (EMI) dai cavi, che si traduce in movimenti errati o potenzialmente pericolosi, oppure all'arresto del sistema. Se le correnti di terra sono sufficientemente elevate possono danneggiare i componenti del sistema, oltre a essere una possibile causa di pericolo personale.

La rete IEEE 1394 è stata progettata per alimentare o essere alimentata da nodi remoti per permettere a nodi privi dell'alimentazione di funzionare in rete. Questa caratteristica unita all'alta velocità di scambio dei segnali richiesta in un sistema IEEE 1394 rende difficile l'isolamento dei cavi cc.

Per contro, sistemi standard industriali come la rete 100BaseT (IEEE802.3) ed altri ottemperano all'isolamento dei cavi cc usando trasformatori o foto-accoppiatori. Dato che SynqNet È basata su 100BaseT, sono evitati i problemi EMI relativi alle reti IEEE 1394.

Facilità di Utilizzo

La Semplicità Delle Reti di Motion Control è una Necessità Economica



Le reti sono concettualmente semplici, progettate per trasmettere dati tra le varie apparecchiature. Ma le modalità per la trasmissione dei dati nel mondo reale in modo affidabile, sicuro rispettando tempi e sincronismi richiede una base tecnologica molto complessa. Reti ben progettate dovrebbero permettere all'utilizzatore di non doversi curare della loro complessità per potersi focalizzare sulla progettazione del sistema e sulle prestazioni della macchina.

SynqNet è stata studiata pensando al progettista della macchina. Installazione e configurazione sono semplificate da tecniche tipo l'auto-discovery delle apparecchiature in rete, metodologie semplici sia per tarature che segnalazioni.

Interoperatività Definita Dal Software

L'interoperabilità delle reti viene spesso compresa e presentata in modo errato. Per esempio, lo standard IEEE 1394 definisce un'interfaccia a livello di driver di rete per apparecchiatura. Non definisce l'interfaccia software di un'applicazione per il motion control e, ad oggi non esiste alcuno standard 1394 per l'automazione che permetta di risolvere problemi di interoperabilità tra

apparecchiature di produttori diversi. Il risultato è che il 1394 è disponibile per più produttori benché manchino le API software comuni, rendendo di fatto sistemi multi-produttore impraticabili se non impossibili. Il costruttore di macchine viene quindi costretto, per servozionamenti e controlli basati su 1394, a scegliere soluzioni di uno singolo produttore. SERCOS adotta un approccio diverso, utilizzando parti standard o obbligatorie, abbinata a parti proprietarie. Il risultato è che, per ottenere una reale interoperabilità, è indispensabile una conoscenza profonda di tutte le componenti del sistema.

Diversamente SynqNet È stata progettata con API software comuni a tutti i componenti della rete, di produttori diversi. Prodotti SynqNet sono attualmente disponibili da costruttori Europei, Statunitensi e Giapponesi leader di mercato che offrono prodotti per motion control sia standard che personalizzati. Le API sono disponibili sia come librerie motion C/C++ che come Active X.

Strumenti Potenti Pronti Per l'Utilizzo in Rete

Gli strumenti SynqNet sono stati progettati per lavorare con sistemi motion control funzionanti in rete con componenti di produttori diversi. Sono disponibili, per piattaforme windows, strumenti per grafici dati in real-time, configurazione e gestione della rete, descrizione e ottimizzazione meccanica, utilizzabili anche tramite connessioni TCP/IP.

Controllo di Configurazione Software Centralizzato basato su Download del Firmware

SynqNet ha la capacità di interrogare le apparecchiature in rete per avere in dati di versione del firmware oltre a poterne effettuare il download. Questo ovviamente semplifica il processo di gestione di software, firmware, FPGA, immagine di configurazione e permette di implementare pacchetti di aggiornamento o di installare componenti di scorta con configurazione sconosciuta direttamente sul campo, tutto con una metodologia molto efficiente.

Diagnostica Remota

La disponibilità delle informazioni dei nodi in tempo reale permette di supportare manutenzione preventiva, diagnosi remota e cicli di manutenzione. Per esempio, se un nodo SynqNet è un amplificatore, parametri come temperatura, segnalazione errori, condizioni di preallarme, configurazione, funzionamento del motore e informazioni dell'encoder possono essere ottenute in modo remoto ed in tempo reale dall'applicazione.

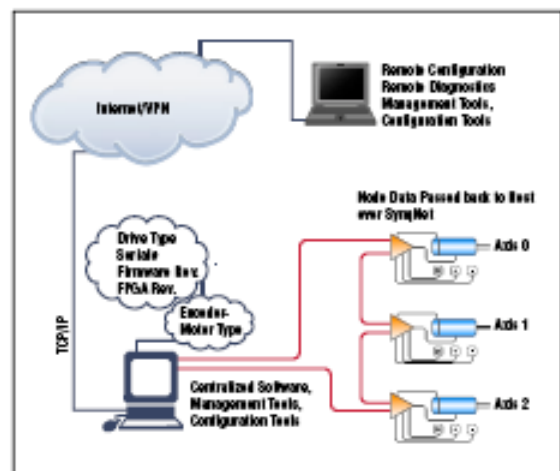


Figura 8. Aggiornamento semplice, diagnostica & configurazione remota

Disponibilità & Flessibilità

Scelta di Componenti Competitiva

La chiave di un sistema per motion control comprende il processore, i servoazionamenti, e gli I/O. SynqNet è supportata da un numero crescente di produttori di servo drive che offrono prodotti standard o personalizzati, singoli o multiasse, da 10W a 10KW. Una vasta scelta di componenti permette flessibilità in fase di progettazione ed assicura un prezzo competitivo da aziende produttrici e leader mondiali nei loro settori.



Yaskawa SynqNet Drive



Kollmorgen SynqNet CD Drive



Yaskawa Multi-Axis Drive



Kollmorgen Multi-Axis Drive



SynqNet Interface Module



Drive w/Scale Interpolation



Panasonic SynqNet Drive



AMC DC SynqNet Drive



Glentek Custom OEM Drives

SynqNet – Built on Open & Cost Effective Technology

SynqNet costruita su prodotti standard disponibili industrialmente, per renderne l'integrazione, da parte di OEM e produttori di Servodrive. Facile ed economica. Non è richiesto alcun processore ASIC. PHY e PHY doppio sono disponibili da produttori diversi. Il Media Access Controller di SynqNet (SQMAC) richiede un FPGA di taglia moderata.

Figura 9. Alcuni Prodotti SynqNet Standard e Personalizzati

Sono disponibili Kit di sviluppo di SynqNet per servodrive, I/O e interfacce specifiche per motion. I kit comprendono schemi di riferimento e immagini di FPGA autorizzati.

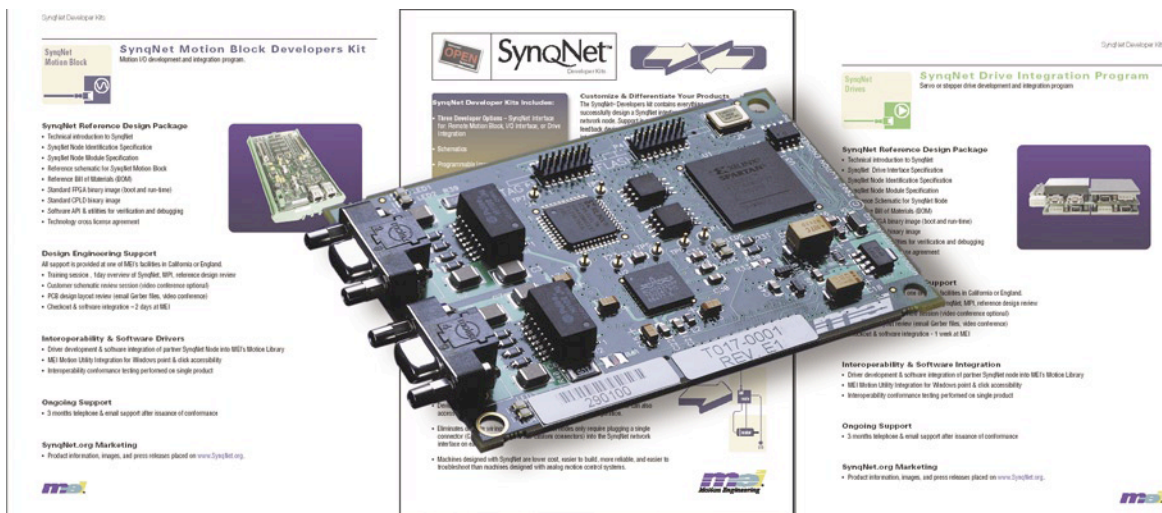


Figura 10: Kit di Sviluppo SynqNet



Comparazione delle Reti

	SynqNet™	Ethernet (TCP/IP) (UDP)	FireWire IEEE1394	SERCOS	CAN
EMI Immunity	High Transformer Isolation	High Transformer Isolation	Low (Twisted Pair)	High Fiber Optic	Fair/High Regular/PhotoCoupler
Max. Inter-Node Distance	100m	100m	4.5m	40m	40m total
Min. Cycle Time/Latency	<25µs	1..2ms	125...250µs	250µs	1ms
Bandwidth	100+100 Mbit/s	100 Mbit/s	400 Mbit/s	16Mbit/s	1Mbit/s
Next Generation	1+1 Gbit/s	1 Gbit/s	800 Mbit/s	-	-
Transfer Mode	Full-Duplex	Half-Duplex	Half-Duplex	Half-Duplex	Half-Duplex
Max. Jitter	<1µs	20µs	<1µs	1µs	1...120µs
Fault Tolerance	Si	No	No	No	No
Need of Switches/ Hubs	No	Si	No	No	No
Max. Number of Nodes	254	Nessun Limite	63	254	2032

Tavola 1. Comparazione delle Reti

Sommario

Non tutte le reti sono state create uguali. Reti per motion control ad alte prestazioni richiedono tempi di scansione gestiti rigidamente per assicurare un aggiornamento in tempo reale sincronizzato tra tutti gli assi del sistema. Mentre Ethernet garantisce prestazioni adeguate per sistemi generici che utilizzino il controllo distribuito, è in linea di massima troppo lenta per applicazioni più estreme. In questi casi per collegare un processore per motion control a sistemi multiasse è indispensabile una rete sincrona veloce. SynqNet è stata progettata per rispondere a questi specifici requisiti, alte prestazioni e sistema di controllo centralizzato, ed offre benefici addizionali quali funzionamento a prova di errori, configurazione semplice basata sulla "scoperta" dei componenti ed alta immunità ai disturbi. In più SynqNet è supportata da produttori di servodrive diversi che rendono disponibile sul mercato una vasta gamma di prodotti a costi competitivi. Nell'insieme, SynqNet garantisce un rapporto prezzo/prestazioni eccellente, una delle ragioni della diffusione su larga scala soprattutto da parte di leader di settore e clienti OEM.

Altre notizie ed informazioni riguardo a SynqNet possono essere reperite su <http://www.synqNet.org/> oppure www.motioneng.com.





Per Informazioni :

Tex. El. Di Guasco Enrico
Borgata Ricca, 6
13822 _ Mosso (Bi)

- Tel. +39015702972
- Fax. +390157011935
- Web. www.tex-el.com
- email info@tex-el.com

