

GUIDA

al collegamento del motion control in fabbrica

Implementazione dei protocolli di comunicazione

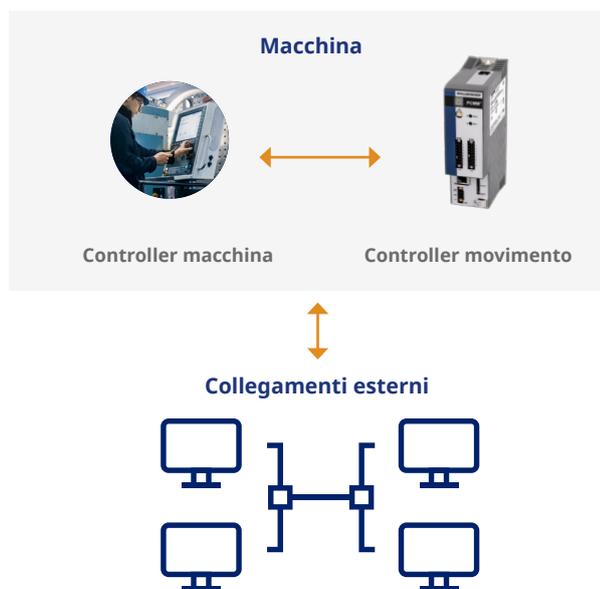
KOLLMORGEN

Negli ultimi 10 anni è aumentata la necessità di comunicazione basata su Ethernet in fabbrica. Informazioni dettagliate ad ogni stadio su task e prestazioni delle macchine sono essenziali per la produttività. Man mano che le capacità sono evolute da report sulle prestazioni ad avvisi di manutenzione predittiva e oltre, è aumentata anche la necessità di collegare vari controller all'interno della stessa macchina e in altri punti all'interno della fabbrica.

Questo documento analizza le opzioni disponibili per collegamenti Ethernet e di altro tipo all'interno del controller di movimento. Inizieremo con un riepilogo delle informazioni che si possono trasferire nel e dal controller di movimento, seguito da esempi di reti e altro per la comunicazione con i controller. Infine, presenteremo i fattori di cui tenere conto nella scelta delle soluzioni giuste per ogni situazione.

FORMATI DI MOTION CONTROL PER LE MACCHINE

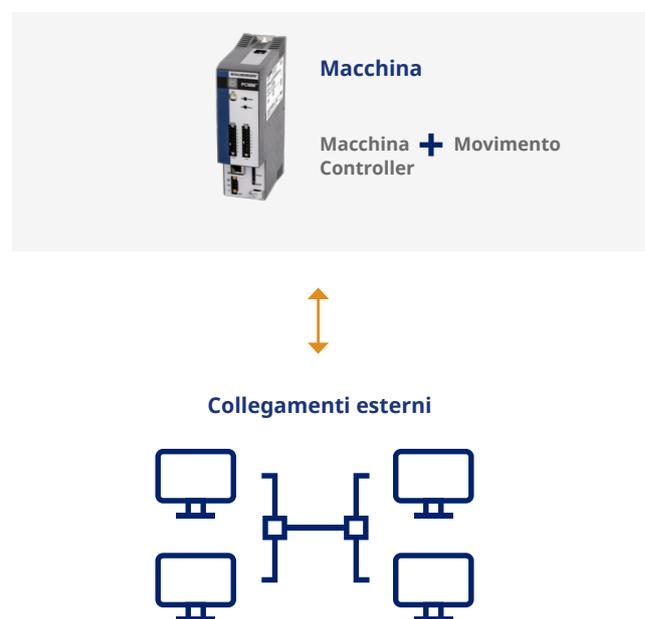
Sono due i formati disponibili per l'integrazione di motion control asservito in una macchina.



Nell'esempio che precede il controller di movimento e quello della macchina sono separati. Il controller di movimento si occupa appunto del movimento e il controller della macchina, un controllore a logica programmabile (PLC) o un personal computer (PC) integrato, gestisce il resto delle funzioni di controllo della macchina. Il vantaggio di un controller di movimento separato è rappresentato dal fatto che spesso avrà più funzionalità e capacità di elaborazione dedicate alle prestazioni di movimento. I controller di movimento indipendenti offrono più tipologie di motion, ad esempio camming, nonché più modalità operative, ad esempio coppia, velocità, ingranaggi, e più input/output (I/O) critici a livello di tempo. Inoltre, dove il motion control è un aspetto centrale,

sono sovente possibili prestazioni e precisione di movimento superiori quando i controller di movimento e delle macchine sono separati.

Il secondo tipo di controllo combina il motion control e il controllo della macchina in un unico controller, come mostrato nell'esempio che segue.



Grazie a processori sempre più potenti, esistono oggi controller di movimento che includono la funzionalità PLC. In questo modo viene meno la necessità di un controller per la macchina basato su PLC o su PC, abbattendo così potenzialmente il costo totale per il controllo della macchina.



TRASFERIMENTO DELLE INFORMAZIONI

I controller di movimento trovano impiego in vari ambiti tra cui il settore medico, l'automazione di laboratorio, la robotica, la stampa, l'etichettatura, la formatura dei materiali, l'industria farmaceutica, gli imballaggi, il settore alimentare, pneumatici e gomma e lo smistamento della posta.

I dati primari in uscita dal controller di movimento sono correlati alle prestazioni. Tali dati possono includere l'efficienza con cui la macchina realizza un dato prodotto, la quantità di prodotto realizzata, avvisi su errori o limiti della macchina e variazioni impreviste, ad esempio un riscaldatore operante ad una temperatura non corretta all'interno della macchina.

Se sapere che una macchina funziona correttamente e con la massima efficienza fa sentire tranquilli, sapere quando non funziona correttamente permette di risparmiare denaro,

tempo e risorse. Supponiamo che un motore assorba più corrente di quanto deve, segno di un problema meccanico, o che una macchina di taglio a misura realizzi tagli inadeguati. La presenza di un sistema che fornisce dati in tempo reale sulle prestazioni della macchina è essenziale per identificare e risolvere con rapidità questi problemi.

Le informazioni che passano dal controller della macchina a quello di movimento sono focalizzate sui comandi. Questi comandi potrebbero essere istruzioni o formule per la configurazione della macchina, ad esempio codici articoli, o parametri necessari per realizzare un widget specifico. Potrebbero includere inoltre specifiche di movimento, ad esempio distanza, velocità e punti di camming motion, e altri dettagli operativi, ad esempio notifiche periodiche che indicano agli operatori la necessità di eseguire manutenzioni di routine.

Tre tipi di supporti per il trasferimento di informazioni:

Orientati su Ethernet-PLC: i comuni bus di campo Ethernet di tipo industriale integrati in PLC tradizionali, ad esempio Ethernet/IP, Profinet, EtherCAT®, SERCOSIII®, specifici per il fornitore e altri.

Orientati su Ethernet-PC: le tradizionali reti basate su PC, quali TCP, UDP e HTTP

Metodi non basati su Ethernet: server web, schede SD, memoria remota, FTP e VPN/accesso web remoto.

FONDAMENTI DELLA COMUNICAZIONE ETHERNET

- » Il supporto è un cavo CAT5 o CAT6 con fili in rame e terminale RJ45. I cavi possono avere una lunghezza fino a 100 metri tra ciascun nodo.
- » La topologia di collegamento può essere lineare, a stella o ad anello, sebbene numerose implementazioni di rete supportino solo una delle tre opzioni.
- » In molte applicazioni di movimento o di macchine è necessario un isolamento elettrico integrato per eliminare le variazioni dei componenti e mantenere un motion control accurato.
- » Il trasferimento delle informazioni può essere in modalità deterministica o non deterministica, a seconda della rete e della relativa configurazione.
- » Gli intervalli di aggiornamento possono essere di 500 millisecondi o superiori e anche inferiori fino a 250 microsecondi a seconda delle applicazioni e delle reti.
- » Sono disponibili configurazione e integrità di rete automatiche per garantire la qualità della trasmissione.
- » Le informazioni che vengono trasmesse tra il controller di movimento e quello della macchina o un controller esterno sono spesso dette parametri, variabili o tag, sotto forma di oggetti singoli o di array o struttura di dati.

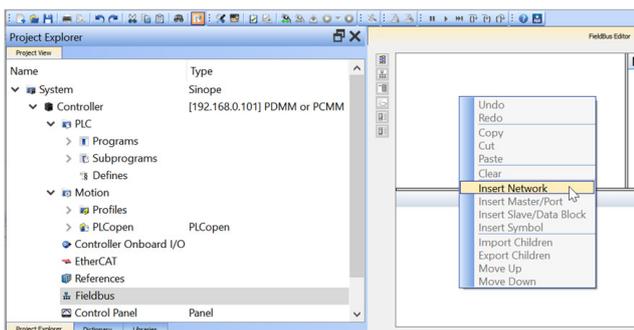
MODBUS TCP/IP

Il protocollo basato su Ethernet Modbus[®] TCP/IP è realizzato sul protocollo Modbus RTU. Si tratta di uno standard industriale utilizzato e supportato da svariati dispositivi e prodotti dedicati al controllo. Il protocollo Modbus TCP/IP ha uno schema con blocchi di indirizzo standard per il trasferimento di dati binari e non binari nei formati a 32 o 16 bit. Si basa su una modalità non deterministica e l'intervallo di aggiornamento dei dati può variare. In generale

il range di prestazioni per gli intervalli di aggiornamento tra due dispositivi va da 20 a 200 millisecondi. Per integrare un'interfaccia Modbus TCP/IP in un controller di movimento avverrà di regola un processo di configurazione nel software di programmazione del controller. Nell'esempio in basso a sinistra sono riportate le opzioni di scelta per l'inserimento di una rete in un editor di bus di campo.

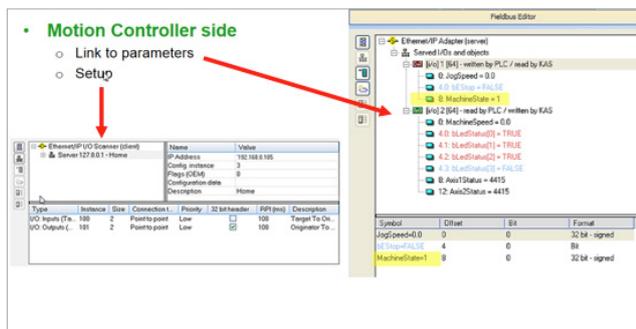
Il collegamento degli indirizzi Modbus a variabili o tag predefiniti è immediato e diretto poiché non occorre alcuna programmazione testuale. I link vengono creati con il metodo drag-and-drop o aggiungendoli attraverso una finestra di dialogo a discesa.

La creazione del collegamento Modbus sul lato del controller della macchina richiede la configurazione di un indirizzo IP. Quindi, importando un file di tag, i parametri di movimento sono disponibili per l'uso nel dizionario di tag o variabili del controller e nel programma applicativo.



ETHERNET/IP

Ethernet/IP™ è ampiamente usato per la sua flessibilità, scalabilità e facilità di integrazione. Possibili configurazioni includono Polled I/O, Flex I/O e Explicit Messaging. Questo protocollo può essere integrato nei controller di movimento e fornisce accesso diretto alla relativa macchina e ai parametri di processo. La trasmissione può avere velocità di aggiornamento estremamente ridotte fino a 10 millisecondi con il controller PDMM o PCMM di Kollmorgen, ma molte applicazioni funzionano perfettamente con velocità da 30 a 100 millisecondi.

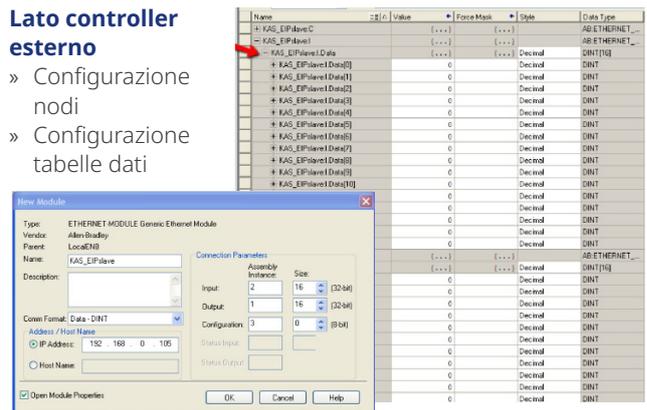


L'implementazione sul lato del motion control viene realizzata attraverso una schermata di configurazione in cui un utente imposta i parametri Ethernet/IP, e si integra facilmente nel programma applicativo.

Schermate integrate sul lato del controller della macchina permettono di configurare nodi e tabelle dati.

Lato controller esterno

- » Configurazione nodi
- » Configurazione tabelle dati



UDP (USER DATAGRAM PROTOCOL)

Il protocollo UDP si sta facendo strada nel mondo dell'automazione industriale grazie alla semplicità e alla velocità che garantisce alle applicazioni di controllo delle macchine. L'UDP viene spesso usato in applicazioni sviluppate con Visual Basic (VB), Visual Studio (VS) C++, C# e altri. Questi linguaggi sono stati utilizzati finora al di fuori dell'automazione industriale, ma il basso overhead di comunicazione rende il protocollo interessante per le applicazioni di automazione. È in grado di garantire bassissime velocità di aggiornamento pari a 1-4 millisecondi.

| Function | Description |
|-----------------|--|
| udpAddrMake | Build an address buffer for UDP functions |
| udpClose | Close a socket |
| udpCreate | Create a UDP socket |
| udpIsValid | Test if a socket is valid |
| udpRcvFrom | Receive a telegram |
| udpRcvFromArray | Receive a byte array through UDP |
| udpRcvFromVar | Receives the contents of a variable through UDP |
| udpSendTo | Send a telegram |
| udpSendToArray | Send a byte array through UDP |
| udpSendToVar | Sends the contents of a local variable through UDP |

Diversamente dalla configurazione Ethernet/IP, un collegamento UDP in un controller di movimento PDMM di Kollmorgen viene implementato senza una schermata di bus di campo. La comunicazione viene instaurata tramite blocchi funzione PLC direttamente nel programma applicativo. Le informazioni in arrivo vengono lette e analizzate in parametri di motion control.

Initialize Communications

```

0: //Create Socket
SocketNumber := udpCreate(20);
TestState := TestState + 1;
if 0 = SocketNumber then
    bTestFailed := true;
    TestState := 100;
    printmessage(LEVEL_ERROR, 'Create Socket Failed');
end_if;

1: //Validate Socket
if true = udpIsValid(SocketNumber) then
    TestState := TestState + 1;
else
    bTestFailed := true;
    TestState := 100;
    printmessage(LEVEL_ERROR, 'Socket is invalid');
end_if;

2: //Indicate that ready to receive
if true = udpAddrMake('10.136.238.207'(*STRING*), 20(*DINT*), Ad
bSendStatus := udpSendTo(SocketNumber,20,Address,'I am ready t
if true = bSendStatus then
    TestState := TestState + 1;
else
    bTestFailed := true;
    TestState := 100;
    printmessage(LEVEL_ERROR, 'Failed to send acknowledgement');
end_if;
end_if;
    
```

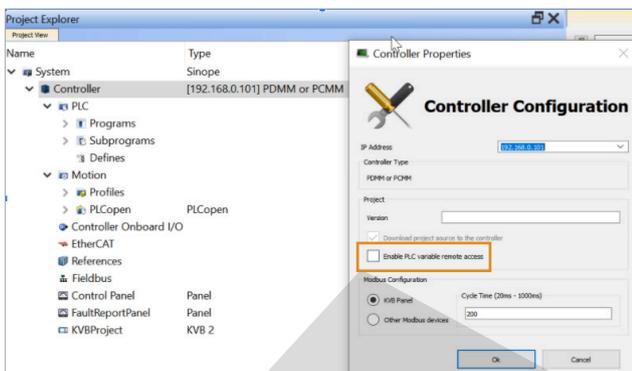
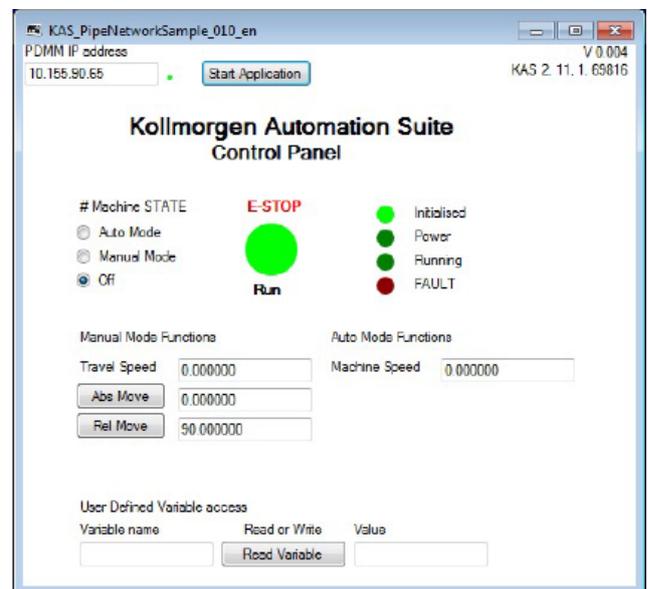


HTTP (HYPERTEXT TRANSFER PROTOCOL)

L'HTTP è stato definito come il protocollo che fa funzionare il web. Sebbene non sia stato sviluppato specificamente per l'automazione delle macchine, l'HTTP può essere utilizzato anche nel mondo dell'automazione di fabbrica. I linguaggi usati nei controller basati su PC, ad esempio Visual Basic (VB), Visual Studio (VS), Excel, C#, C++ e Java, supportano le comunicazioni tramite HTTP. L'HTTP opera in modalità non deterministica, con velocità di comunicazione da 50 a 300 millisecondi. Queste caratteristiche sono ottimali in applicazioni che non richiedono il trasferimento di informazioni critiche a livello di tempo alla velocità di aggiornamento del servocontroller, ad esempio durante la comunicazione delle informazioni di configurazione della macchina.

In un controller di movimento, l'implementazione dell'interfaccia HTTP viene effettuata attraverso la schermata di configurazione del controller, mettendo a disposizione tutte le variabili presenti nel dizionario attraverso la rete HTTP. La configurazione e la comunicazione HTTP di controller esterni sono semplici e le trasmissioni richiedono unicamente l'indirizzo IP del controller di movimento e il nome del parametro.

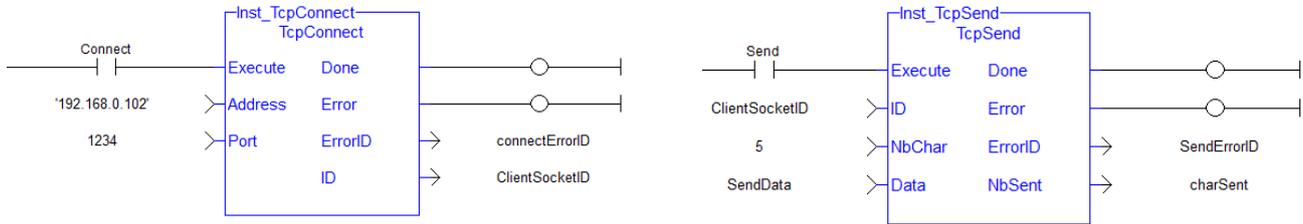
Di seguito viene riportato un esempio di comunicazione HTTP da una piattaforma VB2008 al controller di movimento. Si tratta di una schermata ovvero di un pannello di controllo per la lettura e scrittura dei parametri macchina. I dati dal controller di movimento vengono letti attraverso un comando di lettura ciclico. I dati trasferiti o scritti sul controller di movimento sono basati sull'evento rappresentato da un utente che preme un pulsante o digita un valore del parametro di movimento.



Abilita accesso remoto a variabili PLC

TCP (TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL)

TCP/IP è una delle reti più diffuse al mondo, utilizzata normalmente in ufficio ma potenzialmente anche in fabbrica. Nel controller di movimento le comunicazioni TCP/IP vengono implementate attraverso blocchi funzione dedicati.



ETHERCAT

La velocità e la precisione del protocollo EtherCAT lo rendono ideale per il collegamento di dispositivi quali I/O remoti o azionamenti al controller di movimento. Un comune formato per le applicazioni di automazione industriale è CAN Over EtherCAT (CoE), che permette l'invio di dati in modalità deterministica con intervalli di aggiornamento rapidi pari a un quarto di millisecondo, ovvero 250 microsecondi. Non è necessario trasferire durante ogni ciclo dati quali il tipo di componente realizzato, quindi una sezione non deterministica del protocollo, detta SDO o Mailbox, gestisce questi trasferimenti.

Sul lato del dispositivo, un file EDI (EtherCAT Slave Information) predefinito dal fornitore del dispositivo stabilisce un insieme di parametri che possono essere trasferiti. Alcuni parametri, detti oggetti dati di processo (PDO, Process Data Objects), vengono aggiornati ciclicamente. Possono essere definiti anche altri parametri che vengono trasferiti a velocità inferiore in background (canale SDO o Mailbox). Il controller di movimento, che contiene il master EtherCAT, può inoltre impostare parametri del dispositivo durante l'inizializzazione della rete, per configurare la modalità di utilizzo del dispositivo nell'applicazione e per scansionare eventuali dispositivi presenti sulla rete.

Device_2 (EL2521) PDO Selection/Mapping

Output (Rx) PDOs

Select Output (Rx) PDOs

| Index | Subindex | Object Name | Size [bit] | PLC Variable |
|--------|----------|--------------------------|------------|------------------------------|
| 0x7010 | 1 | Control_Frequency select | 1 | (Global)/ControlFreqSelector |
| 0x7010 | 2 | Control_Disable ramp | 1 | (Global)/ControlDisableRamp |
| 0x7010 | 3 | Control_Go counter | 1 | (Global)/ControlGoCounter |
| 0x7010 | 17 | Frequency value | 16 | (Global)/FreqValue |

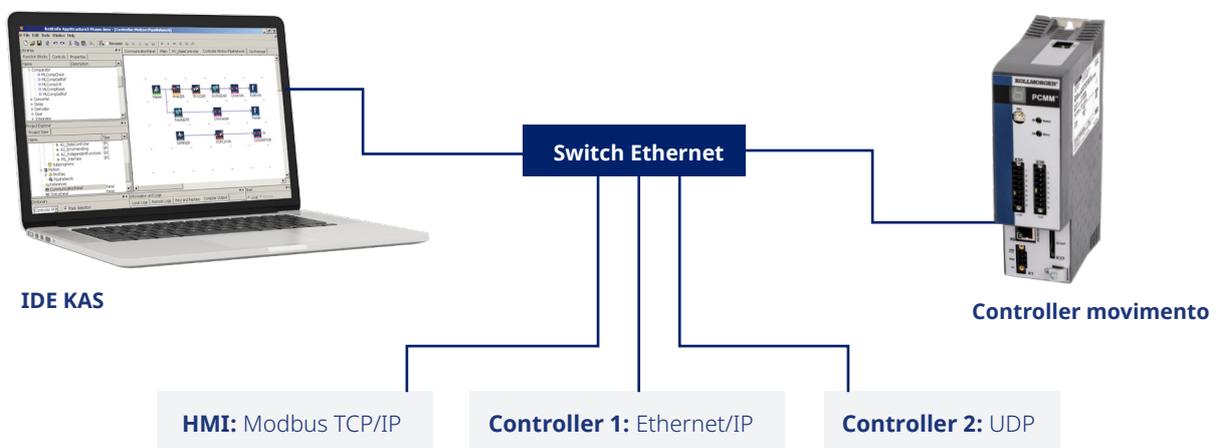
| Index | Subindex | Object Name | Size [bit] | PLC Variable |
|--------|----------|---------------------|------------|----------------------------|
| 0x7020 | 3 | Control_Set counter | 1 | (Global)/ControlSetCounter |
| 0x7020 | 17 | Set counter value | 16 | (Global)/SetCounterValue |

Nell'interfaccia del controller di movimento una finestra mostra quali parametri sono parametri PDO e possono essere inviati ciclicamente. In fase di configurazione l'utente può collegare i parametri ciclici a variabili del PLC in un'applicazione. I parametri in arrivo attraverso la rete EtherCAT possono inoltre essere collegati a variabili di programmazione del PLC tramite blocchi funzioni specifici del controller. Ad esempio, per leggere la posizione di un servoaasse si può usare un blocco funzione PLCopen standard, quale MC_ReadActPosition. Sul lato del controller di movimento può essere trasferita in modalità non ciclica un'ampia gamma di variabili.

COLLEGAMENTI MULTIPLI

Alcune applicazioni richiedono interfacce di rete multiple basate su Ethernet per il collegamento al controller di movimento. A questo scopo è possibile utilizzare uno switch Ethernet esterno collegato ad una singola porta RJ45 sul controller di movimento. Nell'esempio che segue i collegamenti sono tre: Modbus TCP/IP, Ethernet/IP e UDP. Modbus TCP/IP si collega all'HMI. Il controller esterno 1 è collegato tramite Ethernet IP e un terzo collegamento utilizza UDP per connettersi al controller esterno 2 per

l'implementazione SCADA. Un possibile dubbio riguarda l'impatto sulle prestazioni causato dall'utilizzo di tre reti. Gli utenti dovranno pianificare con attenzione le reti utilizzate, ottimizzando la velocità di aggiornamento per ciascuna di esse e le informazioni trasferite, nonché le velocità di aggiornamento dei programmi nel controller di movimento, al fine di ridurre al minimo eventuali effetti negativi sulle prestazioni.



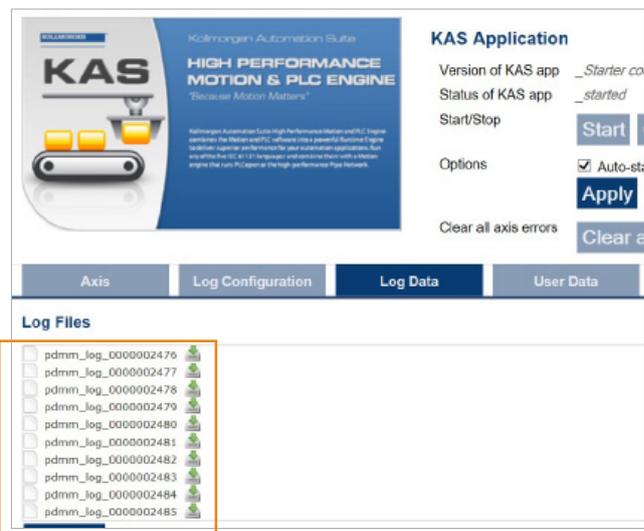
Stanno prendendo sempre più piede nuove tecnologie quali i collegamenti rapidi 5G tra i dispositivi presenti in fabbrica. Un controller di movimento che supporti reti multiple aiuta gli utenti nell'integrazione del controller nell'Internet of Things (IoT) con la rete scelta, permettendo alle informazioni del controller di spostarsi all'interno della fabbrica e all'esterno di essa.

SERVER WEB

Si può anche usare un server web per elaborare le informazioni in ingresso e in uscita dai controller di movimento semplicemente digitando l'indirizzo IP. Una volta effettuato il collegamento, saranno disponibili informazioni sul funzionamento della macchina nonché un certo livello di controllo da remoto.

Lo screenshot a destra proviene da un server web su un controller della serie PDMM, dove vengono mostrati i file di registro che si possono aprire per fornire informazioni sullo stato del controller e sul suo funzionamento. Questi file di registro sono in grado di aiutare un tecnico a individuare e risolvere eventuali problemi relativi al controller.

I dati operativi generati dal controller di movimento durante il funzionamento della macchina possono inoltre essere esportati sempre attraverso il server web.



SCHEDA DI MEMORIA

Un altro modo noto per accedere le informazioni è attraverso una scheda di memoria. Questo metodo non è basato su reti: una scheda di memoria permette agli utenti di importare dati nel controller di movimento e di spostare dati operativi dal controller a un file. Inoltre si può usare una scheda SD (Secure Digital) per trasferire informazioni di configurazione del controller, del sistema e dell'azionamento da un controller di movimento a un altro. In questo modo si ottiene un metodo di configurazione rapido per la copia del firmware, del software applicativo e dei parametri del controller da una macchina a quella successiva.



MEMORIA REMOTA

Il collegamento ad un disco rigido esterno attraverso una connessione Ethernet rappresenta un'altra opzione di trasferimento delle informazioni. Per realizzare il collegamento si usa il server web del controller di movimento per configurare l'indirizzo IP e altre informazioni. È possibile accedere a un disco rigido esterno nello stesso edificio o da un altro luogo e l'utente può quindi inserire facilmente informazioni in una memoria centralizzata remota che archivia informazioni operative generali sulla fabbrica. Inoltre, nel programma del controller di movimento è possibile leggere durante il funzionamento della macchina i file della memoria remota contenenti informazioni operative.

QUALE RETE SCEGLIERE?

Con tutte le opzioni disponibili, qual è la più sensata per la tua applicazione? Gli aspetti di cui tenere conto includono:

- ✔ **Quali protocolli di rete** sono integrati nei controller che stai usando?
- ✔ **Qual è la tua esperienza personale con una rete specifica?** Ad esempio, un'esperienza pregressa con Ethernet/IP o HTTP contribuirà a minimizzare i tempi di installazione e configurazione della rete.
- ✔ **Qual è l'esperienza del tuo fornitore con una rete specifica?** Dispone delle competenze applicative che risultano spesso essenziali per un'integrazione rapida?
- ✔ **La rete è in grado di eseguire gli aggiornamenti alle velocità richieste dalla macchina?** Controlla le specifiche della tua applicazione per stabilire quali intervalli di aggiornamento ti occorrono per il trasferimento delle informazioni. In numerose applicazioni i livelli saranno due: ad esempio informazioni che devono arrivare in 1-5 millisecondi e informazioni che possono arrivare in 50-200 millisecondi.
- ✔ **Qual è l'impatto della rete su altri ambiti di prestazione del controller di movimento?** Il carico della rete comprometterà altri ambiti di prestazione della macchina
- ✔ **Strumenti:** per una rete specifica, di quali strumenti e di quale documentazione dispone il prodotto/venditore per instaurare comunicazioni e monitorare le informazioni trasferite?
- ✔ **Che tipo di assistenza tecnica** (interazione umana) può offrire il fornitore in caso di bisogno?
- ✔ **Quali strumenti di terze parti sono disponibili?** Con Modbus o HTTP o UDP sono ad esempio disponibili online strumenti gratuiti per la configurazione di un'interfaccia per comunicare con il controller di movimento.
- ✔ **Quali misure di protezione e sicurezza** sono implementate?

MESSA IN SERVIZIO:

I passi per rendere operativa la rete e conseguire gli obiettivi prestazionali desiderati.

- ✓ **Definisci l'esigenza.** Quali informazioni devono essere trasferite attraverso la rete: motion, processo, IO, stato, ecc.?
- ✓ **Qual è la velocità di aggiornamento necessaria** per ciascun parametro?
- ✓ **Utilizza un cavo Ethernet di tipo industriale.** I costi supplementari saranno ampiamente compensati dall'assenza di problemi di rumore e tempi di inattività della macchina.
- ✓ **Configura i parametri di comunicazione** quali velocità di aggiornamento, dimensioni dei dati e indirizzo IP sul controller per instaurare il collegamento.
- ✓ **Inizia dal piccolo.** Prima di tutto rendi operativa la comunicazione di base. Scegli pochi parametri, o anche uno solo, per testare trasmissione e ricezione corrette. Si fa prima a regolare pochi parametri durante il processo di sviluppo.
- ✓ **Aggiungi i parametri rimanenti.**
- ✓ **Verifica le prestazioni della macchina sui due lati della rete.** Tutte le informazioni arrivano alla velocità di aggiornamento richiesta? Si riscontrano impatti sul movimento o su altri aspetti del motion control?

CONSIDERAZIONI FINALI

Il trasferimento di informazioni in ingresso e in uscita dal controller di movimento è una funzione essenziale per il funzionamento quotidiano e la produttività globale delle fabbriche di oggi. Questo documento ha presentato molte delle opzioni di configurazione disponibili e molti dei fattori di cui tenere conto quando si stabilisce l'opzione migliore.

La comunicazione basata su Ethernet all'interno delle fabbriche è in continua crescita da ormai 10 anni e sicuramente continuerà a crescere man mano che verranno sviluppate nuove capacità di misurazione e tracciamento delle prestazioni delle macchine. La varietà di applicazioni e informazioni disponibili può rappresentare un vantaggio competitivo per quelle fabbriche che fanno uso della tecnologia. La formazione del personale mirata ad accrescerne le competenze nelle tecnologie più attuali ti permetterà di sfruttare al meglio le innovazioni esistenti.



Chi è l'autore

Carroll Wontrop lavora come Senior Systems Engineer presso Kollmorgen a Radford, Virginia. Laureato in ingegneria nel 1981 presso Virginia Tech, lavora nel settore del motion control dal 1983. Può essere contattato all'indirizzo carroll.wontrop@kollmorgen.com

Servono risposte? Diventa partner Kollmorgen

Kollmorgen non è un semplice fornitore, è un partner che si dedica al tuo successo. Offriamo l'accesso diretto, da tecnico a tecnico, ai progettisti che creano i nostri sistemi di motion e che sanno come soddisfare requisiti specifici nel settore delle macchine. I nostri strumenti di progettazione autoguidati ti aiuteranno a creare, scegliere e ottimizzare i prodotti online. Inoltre, grazie alla nostra presenza globale a livello di produzione, progettazione, applicazione ed assistenza, avrai sempre accesso a forniture affidabili, competenza di co-progettazione e supporto personalizzato che nessun altro partner è in grado di offrire. Se desideri modificare una macchina esistente o creare una macchina di nuova generazione che diventerà il punto di riferimento per i tuoi clienti, possiamo aiutarti a progettare l'eccezionale.

Pronto a scoprire tutto quello che può fare la tua macchina? Visita www.kollmorgen.com