HARTING

Pushing Performance



People | Power | Partnership

Single Pair Ethernet

The Infrastructure for IIoT

Ethernet su doppino semplice
L'infrastruttura per IIoT

Pushing Performance

People | Power | Partnership

Indice

Introduzione ____ *2*

Mega-trend nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) e loro conseguenze ____ *2*

Attività di normazione relative ai canali di trasmissione e ai componenti a doppino semplice ____ *4*

Prodotti per canali di trasmissione a doppino semplice simmetrico ____ *6*

Conclusioni e prospettive future ____ *7*

Considerazioni finali ____ *8*

Terminologia ____ *8*

HARTING Electronics GmbH
Marienwerderstraße 3, 32339 Espelkamp, Germany
info@HARTING.com

Introduzione

Ethernet è il protocollo di rete più utilizzato nelle applicazioni LAN e sta guadagnando sempre più favore in numerosi settori. Mentre all'inizio dell'era Ethernet, durante i primi anni 80 del precedente secolo, il cablaggio prevalente era rappresentato dal cavo coassiale (thick Ethernet – yellow cable, thin or cheap Ethernet), dall'inizio degli anni 90 le soluzioni per il cablaggio si sono piuttosto concentrate su cavi simmetrici (doppino ritorto) e fibre ottiche.

Inizialmente il cablaggio con doppino ritorto si basava su cavi a due coppie che utilizzavano una coppia di conduttori per la linea di trasmissione e l'altra per la ricezione (100base TX). Questo principio, limitato a una velocità di trasmissione pari a 100Mbit/s, rappresenta ancora oggi la principale modalità di trasmissione impiegata nell'industria e nell'automazione e spesso viene realizzata con un cavo star quad.

Per ottenere velocità di trasmissione più alte, paria 1Gbit/s e 10GBit/s, è stata scelta una tecnologia di trasmissione che ricorre a quattro doppini simmetrici con connettori a 8 poli.

Parliamo adesso di trasmissione Ethernet con un solo doppino, una soluzione che rispetto agli sviluppi della tecnica Ethernet e dei relativi cablaggi va palesemente nella direzione opposta.

Questa brochure informativa si occupa dei retroscena relativi a questo sviluppo, ai dettagli tecnici, alle attività di normazione e alle applicazioni per Ethernet a doppino semplice.

Il quadro della trattazione viene completato da riflessioni sulle prestazioni dei nuovi chipset e sulla classificazione dei cablaggi a doppino semplice nei confronti delle preesistenti versioni a due e quattro doppini e delle future varianti a n doppini.

Mega-trend nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) e loro conseguenze

Lo sviluppo di nuove tecniche di comunicazione e delle tipologie di cablaggio ad esse correlate è influenzato e spinto in maniera significativa dagli attuali mega-trend delle ICT quali IoT, Industry 4.0 (I4.0), cloud-computing e le tecnologie smart. Tutto questo si traduce in nuovi requisiti per la tecnologia delle comunicazioni e l'infrastruttura della rete alla quale si appoggia, basata su cavi e connettori.



Figura 1 - il mega-trend IoT

Questi sono notoriamente: elevata disponibilità, tempi di accesso brevi, anche a dati distribuiti, e trasmissione rapida di detti dati da A a B, trasmissione sicura di grandi quantità di dati nei più disparati ambienti applicativi fino al determinismo (trasferimento in tempo reale, vale a dire trasferimento garantito di dati entro una determinata finestra temporale).

Ciònonostante il trasferimento dei dati deve rimanere efficiente in termini di costi. Questo significa, a sua volta, che le apparecchiature, i cavi e le tecnologie di connessione devono diventare più performanti, più piccoli e più resistenti, oltre a possedere un elevato grado di modularità e

compatibilità (intercambiabilità e compatibilità di collegamento). Questi presupposti possono essere soddisfatti solamente grazie all'innovazione, vale a dire tramite lo sviluppo di nuovi prodotti, con conseguente standardizzazione internazionale.

Internet of Things - IoT

Il termine IoT descrive la sempre crescente "intelligenza tecnica" di cose come computer e dispositivi tecnici fino ad arrivare agli odierni "oggetti". Questo presuppone l'identificabilità di oggetti fisici mediante sistemi di marcatura tecnica (indirizzo MAC, RFID, etichettatura ecc.), che consentono di collegare detti oggetti fisici con un'immagine virtuale (descrizione/rappresentazione/administration shell o simili).
Fra gli ulteriori requisiti necessari è richiesto ad esempio che gli oggetti possano comunicare fra loro (scambiare dati), lo sviluppo di adeguate tecnologie atte allo scopo nonché la costante miniaturizzazione degli oggetti tecnici e dei relativi dispositivi di comunicazione.
L'obiettivo visionario di IoT è quello di raggiungere l'intelligenza artificiale, cioè quella sequenza di processi che richiedono decisioni. Queste tuttavia devono essere prese più o meno indipendentemente dall'uomo, sulla base di algoritmi o di appositi programmi.

Industry 4.0 - I4.0

I4.0 utilizza il medesimo approccio di IoT, ma è fortemente focalizzato sui processi industriali di produzione di beni, il che ne fa la forza tecnologica trainante di tutte le soluzioni di automazione oggi conosciute, creando al contempo nuove forme sicure di scambio di informazioni e di connessione in rete. I4.0 non può prescindere da una sensoristica e da una tecnologia degli attuatori altamente sviluppata. Per questo motivo I4.0 coincide in parte con IoT ma non può essere identificata con esso. I4.0 innalza ad un nuovo livello la produzione industriale, che si tratti della semplice scatola fustellata o di prodotti estremamente complessi come le automobili, apre la strada a una maggiore efficientazione e consente di estendere i vantaggi della produzione di massa ai prodotti personalizzati (produzione di pezzi singoli, prodotti di nicchia).

Cloud computing

Cloud computing descrive la pratica di mettere a disposizione servizi IT (spazio di archiviazione, programmi applicativi, accesso a banche dati o capacità di calcolo) tramite internet. Questi servizi vengono fisicamente messi a disposizione per conto di centri di calcolo che spesso sono collegati l'un l'altro virtualmente (cloud).

Il cloud computing non solo è di vitale importanza per le aziende, ma anche i privati ne fanno uso tramite applicazioni quali ad esempio Google o i social network. Anche IoT e I4.0 si servono del cloud computing.

Tecnologie smart

Il significato letterale di smart è intelligente, scaltro. L'epressione tecnologie smart descrive dunque tecniche, apparecchiature o procedure che impiegano soluzioni "intelligenti". Ne sono esempi classici le interfacce utente intuitive dei tablet o degli smartphones, ma anche la raccolta di informazioni meteorologiche mediante sensori sparsi su tutto il globo e appartenenti a differenti proprietari/operatori. Questo significa che le tecnologie smart possono essere senz'altro equiparate a tendenze quali l'integrazione crescente di "intelligenza", la miniaturizzazione, la semplificazione e la connessione in rete.

IoT, I4.0 e cloud computing fanno tutti uso di tecnologie smart.

Un'altra tendenza della tecnologia legata alle reti e ai cablaggi è la diffusione del protocollo Ethernet in nuovi ambiti applicativi. Ne fanno parte ad esempio molti protocolli di automazione e sempre più applicazioni del tipo sensore/attuatore. Numerosi sono i settori del trasporto nei quali i mezzi, tra, treni, bus, navi, aerei, vengono equipaggiati con Ethernet.

Mentre Ethernet trova impiego già da diversi anni nei summenzionati mezzi di trasporto, prevalentemente per le informazioni ai passeggeri e per offrire servizi WiFi, nel

settore automobilistico, leggi auto e camion, per lungo tempo non è stato affatto considerato. Adesso l'industria automobilistica ne ha riconosciuto i vantaggi ed ha dato vita ad un'iniziativa per lo sviluppo nei veicoli di protocolli Ethernet per tratti di trasmissione brevi.

La soluzione? Ethernet a doppino semplice per distanze di trasmissione fino a 15 o 40 m.

Nel frattempo questa tecnologia è stata definita nelle norme IEEE 802.3bp 1000BASE-T1 (Gigabit su doppino simmetrico in rame) e 802.3bw 100Base-T1 (100Mbit su doppino simmetrico in rame).

Per poter trasmettere contemporaneamente dati ed energia, è stato inoltre definito tramite la norma IEEE 802.3bu il PoDL (Power over Data Lines, cioè un metodo adatto all'alimentazione remota per mezzo di trasmissione su doppino semplice).

I chipset, le apparecchiature, i cablaggi e la tecnologia di collegamento concepiti per l'utilizzo nelle automobili vengono adesso sviluppati e realizzati sulla base di dette norme.

Nei cablaggi per le automobili l'importante è la distanza di trasmissione, che non deve superare 15 m; inoltre di regola questi devono essere realizzati in versione senza schermatura, per motivi di spazio e di peso.

Per veicoli più grandi, quali camion e autobus, sono prescritte distanze di trasmissione più lunghe, fino a 40 m; i cavi, a causa dei requisiti EMV ad esse correlati, devono quindi essere realizzati con schermatura totale.

È proprio il suddetto concetto della trasmissione tramite doppino semplice schermato che ha destato l'attenzione anche di altri gruppi di utenti e produttori "non automotive", poiché i cablaggi a doppino semplice schermato dispongono sostanzialmente di tutte le caratteristiche necessarie a soddisfare i mega-trend, essendo veloci, compatti, economici e semplici da applicare.

Per questa ragione l'industria, il cui profilo di automazione oggi è in larga parte basato su Ethernet 1000 Mbit (100BASE-TX), è sempre più interessata a soluzioni con Ethernet a doppino semplice. Anche nel settore della domotica si sta attivamente riflettendo sulla possibilità di integrare Ethernet a doppino semplice nella gerarchia e nella struttura degli attuali cablaggi degli edifici. Ci sono poi numerosi altri campi di impiego per i quali lo sviluppo di Ethernet a doppino semplice risulta interessante.

L'interesse per la tecnologia Ethernet a doppino semplice riflette una tendenza generale riscontrabile nei cablaggi standard di reti: la diversificazione di cablaggi strutturati per specifici campi di impiego.

ISO/IEC JTC1 SC25 WG3 attualmente compendia attività o progetti volti a realizzare e mettere in pratica i risultati tecnici della IEEE 802.3 nell'ambito dei cablaggi strutturati all'interni degli edifici.

Attività di normazione relative ai canali di trasmissione e ai componenti a doppino semplice

Quali sono le attività normative relative alla comunicazione via Ethernet a doppino semplice?

Innanzitutto va precisato che la normazione è un processo continuativo e dinamico che elabora e pubblica nuove norme, ritira o aggiorna documenti esistenti e propone bozze di nuove norme. Per questo motivo la presente brochure non può rappresentare che un'immagine statica momentanea dello stato della normazione.

Le attività di normazione compendiate da IEEE 802.3 definiscono il protocollo di trasmissione Ethernet e i requisiti minimi per i segmenti di collegamento (questi non coincidono con i canali di trasmissione del cablaggio ma sono abbastanza simili). ISO/IEC JTC 1/SC 25/WG 3 definisce il cablaggio che detti segmenti richiedono, facendo ricorso a standard per cablaggi e connettori creati da gruppi di normazione IEC.

Lo stesso accade per il TIA TR-42, dove nascono gli standard per i cablaggi destinati agli USA, al Canada e al Messico. L'interesse di TIA è focalizzato a far sì che i propri standard, almeno nei punti fondamentali, siano in linea con quelli ISO/IEC.

Come precedentemente accennato, sono stati già pubblicati i seguenti standard IEEE 802.3:

IEEE 802.3bp 1000 BASE-T1 "Physical Layer Specifications and Management Parameters for 1 Gb/s Operation over a single Twisted Pair Copper Cable"

Lo standard definisce la trasmissione Ethernet con doppino semplice tramite un canale UTP da 15 m (tipo A, non schermato) e un canale STP da 40 m (tipo B, schermato). Entrambi i canali sono specificati per un'ampiezza di banda pari a 600 MHz, possono presentare fino a quattro connettori e garantiscono una capacità di trasmissione di 1 Gbit/s.

IEEE 802.3bu "Physical Layer and Management Parameters for Power over Data Lines (PoDL) of Single Balanced Twisted-Pair Ethernet"

Analogamente al PoE (Power over Ethernet), questo standard definisce la fornitura parallela di energia fino a 50 W a mezzo canali Ethernet a doppino semplice.

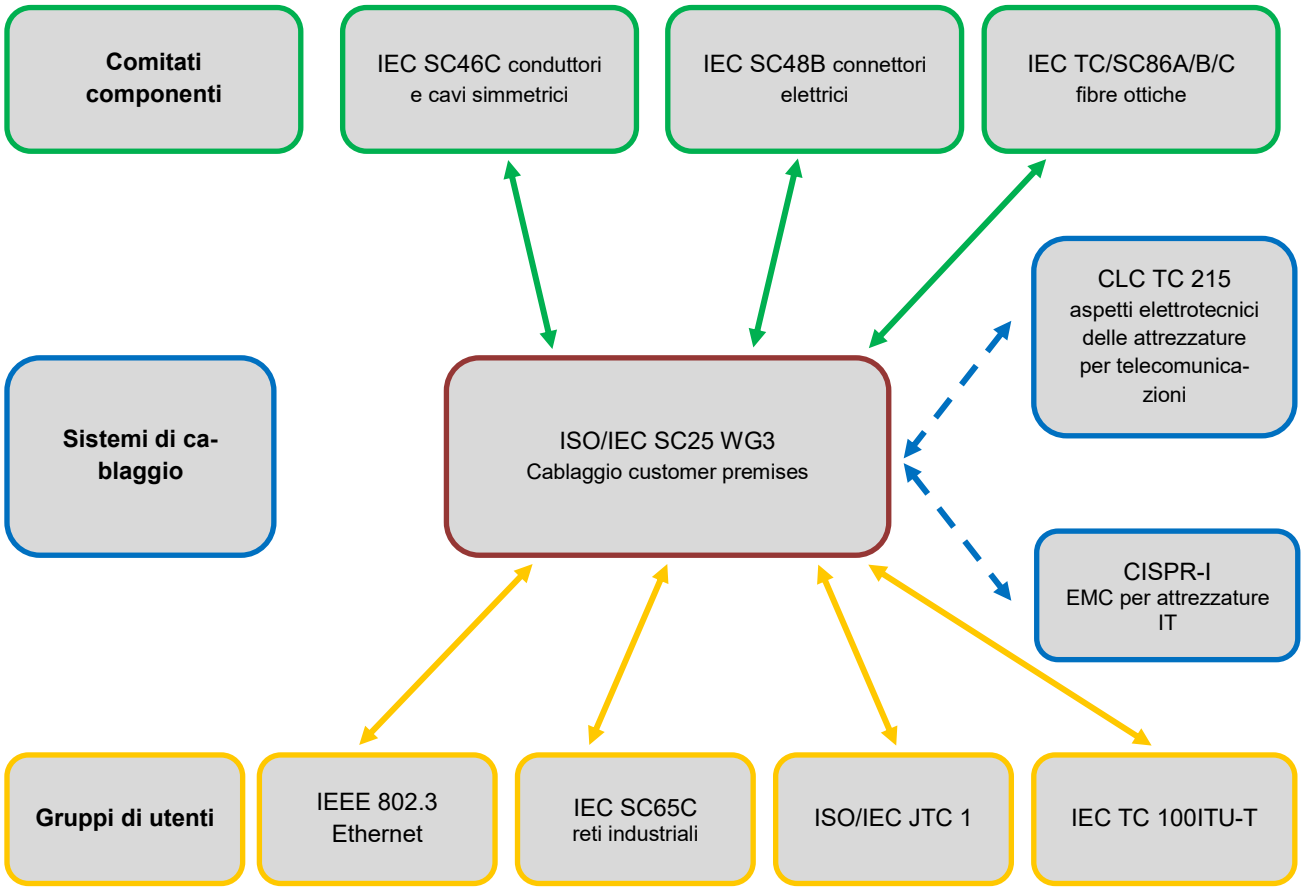


Figura 2 - interazione fra i diversi gruppi di standardizzazione per i cablaggi

Per questo motivo è in preparazione un rapporto tecnico dal titolo "**ISO/IEC11801 TR 9906" ,One Pair Channels up to 600MH**", che descrive canali schermati di trasmissione con doppino semplice. Le applicazioni interessate sono i cosiddetti segmenti "non automotive" o Industry 4.0, IIoT e l'illuminazione intelligente, con riferimento allo standard IEEE 802.3bp.

Detti canali di trasmissione consentono il trasferimento bidirezionale di 1 Gbit/s utilizzando un doppino simmetrico fino a 40 m, con contemporanea alimentazione per i dispositivi terminali.

I canali di trasmissione sono costituiti tipicamente da un link permanente di 36 m di lunghezza con l'utilizzo di un numero massimo di 4 connettori e due cavi patch da 2 metri ciascuno. La pubblicazione di questo documento è prevista per il 2019.

Bozza di norma
Informatica
Sistemi di cavi per le comunicazioni, a prescindere dall'applicazione

Serie di norme europee	Serie di norme internazionale	Descrizione
EN 50173-1	ISO/IEC 11801-1	Requisiti generali
EN 50173-2	ISO/IEC 11801-2	Cablaggi per uffici
EN 50173-3	ISO/IEC 11801-3	Cablaggi industriali
EN 50173-4	ISO/IEC 11801-4	Residenziale
EN 50173-5	ISO/IEC 11801-5	Centri di calcolo
EN 50173-6	ISO/IEC 11801-6	Servizi domotici distribuiti

Figura 3 - standard europei e internazionali per la progettazione di cablaggi previsti per il 2018/19

Nell'ambito della ristrutturazione e dell'aggiornamento delle norme ISO/IEC 11801 (3ª edizione), verrà definito per quali componenti di determinate applicazioni sarà opportuno, dal punto di vista tecnico ed economico, aggiungere il cablaggio con doppino semplice schermato simmetrico.

Da una prima analisi questo potrebbe essere il caso della ISO/IEC 11801-3 (applicazioni industriali) e della ISO/IEC 11801-6 (domotica). La pubblicazione è attesa per il 2019.

Dalle specifiche per i cablaggi (vedi ISO/IEC 11801) derivano in parallelo i requisiti per i cavi e i connettori. Per i cavi la procedura avrà luogo nel comitato di normazione IEC SC46C e per i connettori nel comitato di normazione IEC SC48B (SC = sottocomitato).

Serie di norme IEC 61156-xx "Cables for 1Gbs over one pair"

Il titolo di questa norma internazionale descrive i cavi idonei per la trasmissione a 1Gbit/s tramite doppino simmetrico. I campi di applicazione comprendono uffici, abitazioni e industria.

Dovrebbe essere permesso anche l'impiego di cavi per dati a 4 doppini in grado di gestire 4 canali di trasmissioni a doppino semplice. Questa tipologia è nota anche come "cable sharing". I parametri di trasmissione saranno definiti per una frequenza fino a 600 MHz , ma dovranno essere presi in considerazione anche altri parametri del canale di trasmissione, in particolare PSNEXT. Questa norma internazionale dovrebbe vedere la luce fra il 2019 e il 2020.

IEC 63171-6 (già IEC 61076-3-125): "Connectors for electronic equipment - Product requirements - Detail specification for 2-way, free and fixed connectors for data transmission up to 600MHz with current carrying capacity"

Come per le aree di applicazione e le prestazioni dei cavi a doppino singolo, anche i connettori bipolari verranno standardizzati fino ad almeno 600 MHz. Oggetto della standardizzazione del connettore sono l'interfaccia di accoppiamento ed i meccanismi di aggancio. Definendo l'interfaccia di accoppiamento si garantisce la compatibilità e quindi l'impiego di prodotti di altri costruttori. Sono attese anche numerose versioni di connettori per doppino singolo con grado di protezione da IP20 fino a IP65/67. Anche per questo standard la pubblicazione è prevista nel 2019.

Prodotti per canali di trasmissione a doppino semplice simmetrico

I fondamenti teorici della struttura di un canale da 40 m con cablaggio a doppino semplice sono già stati elaborati. Questo significa che i produttori di elettronica e di

cablaggi interessati hanno a disposizione tutte le informazioni per sviluppare e fabbricare chipset, cavi e connettori.

I primi chipset sono già disponibili sul mercato. In questo campo tuttavia ci si attende tutta una serie di nuovi prodotti a supporto delle singole applicazioni. E' ragionevole prevedere che le apparecchiature dotate di "Ethernet a doppino semplice" faranno la loro apparizione entro uno o massimo due anni. Due sono sostanzialmente le modalità di trasmissione Ethernet con velocità 1000BASE T1 tramite un canale a doppino semplice.

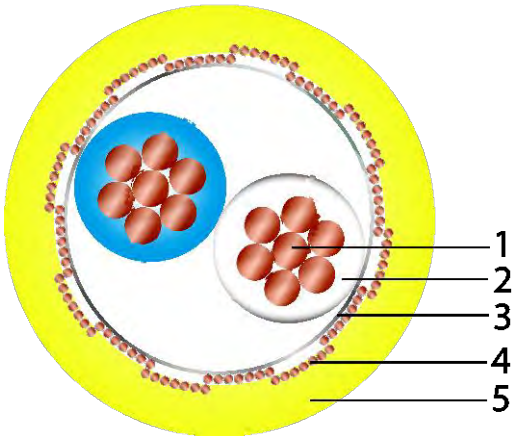


Figura 4 – sezione di un cavo SPE

1. conduttore:	Cavo in rame a trefoli (nudo), AWG26/7
2. isolamento: Strato intrecciato:	PP cellulare, Ø conduttore: DN 1,25 mm Coppia
3. schermatura della coppia:	Film di poliestere rivestito in alluminio, lato metallico esterno (PiMF)
4. Schermatura esterna:	treccia in rame, copertura ottica di circa 90%
5. Guaina esterna:	compound alogenato resistente al fuoco

Da un lato questo protocollo può essere trasferito utilizzando cablaggi a 4 doppini di categoria 7 / classe di trasmissione F (specificata fino a 600 MHz) oppure di categoria 7_A / classe di trasmissione F_A (specificata fino a 1000 MHz), a seconda della qualifica, tenendo conto delle restrizione della lunghezza a 40 m. Questo apre la strada all'impiego del "cable sharing", che consente la trasmissione di più servizi Ethernet su doppino semplice tramite un cavo a quattro doppini.

Dall'altro lato, e questo rappresenterà la regola, saranno realizzati nuovi cavi e connettori a doppino singolo per l'utilizzo in nuove strutture di cablaggio a doppino semplice basate su Ethernet a doppino semplice.

Punti fondamentali per la progettazione dei componenti di cablaggio sono:

- Impedenza 100 Ω, ampiezza di banda 600 MHz con i relativi parametri associati quali perdita di inserzione, perdita di ritorno, diafonia fra conduttori diversi ecc.
- Schermatura completa per garantire la qualità di trasmissione in condizioni EMC avverse.
- Cavi a doppino semplice dalle sezioni il più possibile ridotte (risparmio di spazio e peso) per posa fissa e mobile.
- Connettori bipolari dalle forme il più possibile ridotte per l'utilizzo in ambienti IP20 e IP65/67, con interfacce compatibili tra loro.

Conclusioni e prospettive future

Il crescente fabbisogno di collegamenti in rete dovuto a I4.0 e IoT richiede soluzioni innovative e specifiche per tipo di applicazione. Ethernet a doppino semplice offre la soluzione ideale per infrastrutture di comunicazione basate su cablaggi. Questo rappresenta, in particolare nei campi di applicazione dell'industria e della domotica, un completamento intelligente nel panorama delle comunicazioni, che combina prestazioni Ethernet Gigabit, affidabilità

di trasmissione, impiego ottimale, alimentazione da remoto nonché risparmio di spazio e peso.

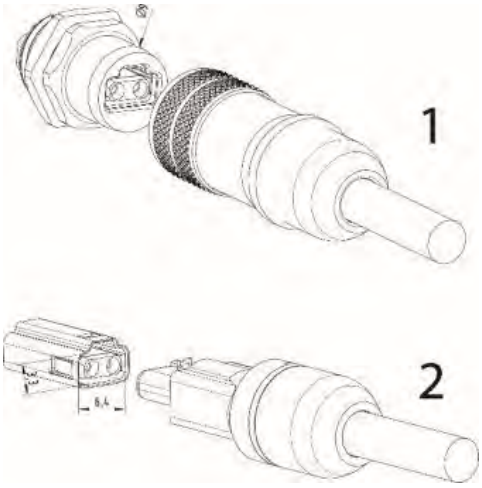


Figura 5 - studio di un connettore SPE T1 con grado di protezione IP20 e IP67

Studio di un connettore Ethernet a doppino singolo IP65/67 con chiusura PushPull (1) e di un connettore Ethernet adoppino singolo IP20 (2):

- Ampiezza di banda 600 MHz
- Struttura completamente schermata
- Velocità minima di trasmissione 1 Gbit/s

Le basi normative sono già state definite negli standard IEEE 802.3 per applicazioni sia in campo automotive che non automotive. Inoltre IEEE 802.3 ha deciso di adottare nei propri documenti il connettore standard IEC 63171-6. Per le corrispondenti applicazioni non automotive, viene utilizzato l'orientamento alla pianificazione ripreso dalle norme internazionali ISO/IEC, IEC e TIA. Entrambi i grandi comitati di standardizzazione per i cablaggi, ISO/IEC SC 25 e TIA TRE-42, si sono chiaramente espressi per l'utilizzo di tecniche di connessione conformi alla norma IEC 63171-6 e cavi conformi alla norma IEC 61156-11/12/13/14 per realizzare IIoT. I relativi progetti di standardizzazione, incluso l'IEEE 802.3cg che consente la trasmissione Ethernet a 10MBit/s oltre 1000 metri, verranno conclusi e pubblicati nel 2019. La forma compatta della tecnica di connessione delle apparecchiature e la compatibilità con Ethernet conforme alla IEEE 802.3 offrono ai costruttori di apparecchiature, ad es. nel settore dell'automazione, e ai produttori di sensori e attuatori un concetto di connessione in rete che consente di passare facilmente dalla tecnologia Bus a quella Ethernet. In questo modo Ethernet penetra ulteriormente il livello dell'applicazione sul campo, riduce sensibilmente i tempi di parametrizzazione, inizializzazione e programmazione, espandendo la gamma di funzioni delle apparecchiature.

I cablaggi a doppino semplice fanno risparmiare spazio, tempo di installazione e costi. Allo stesso tempo vengono rese accessibili nuove applicazioni che precedentemente erano precluse alla infrastrutture collegate da cavi. Internet ed Ethernet, dopo aver connesso indipendentemente dal luogo e dal tempo, persone, computer e macchine, stanno facendo lo stesso per gli oggetti e le cose. La spina dorsale di questa nuova tecnologia è costituita anche dai cablaggi in rame a doppino semplice simmetrico. Risulta così chiaro che il punto di contatto fra la tecnica Ethernet a doppino semplice e i mega-trend si realizza in IoT e I4.0 piuttosto che nel cloud computing o in big data.

Ethernet su doppino singolo rappresenta un importante progresso tecnologico, ma si tratta, in ultima analisi, di un opportuno completamento e non di un affrancamento dalle attuali tecnologie Ethernet basate su cablaggi con doppini multipli o addirittura su fibra ottica.

Considerazioni finali

I cablaggi Ethernet a doppino semplice aprono nuovi campi di applicazione, ad esempio nell'industria, nelle reti sensori/attuatori, nella domotica e nell'agricoltura, rappresentando così il futuro di questa tipologia di cablaggi. Per questo motivo Ethernet a doppino semplice è un valido supporto per tendenze quali IIoT e I4.0.

Terminologia

• PoE = Power over Ethernet; processo con il quale apparecchiature in rete vengono alimentate tramite cavi Ethernet a otto conduttori.

• PoDL = Power over Data Line; processo (analogo al PoE) per il trasferimento simultaneo di dati ed alimentazione tramite una coppia di conduttori.

• SPE = Single Pair Ethernet; protocollo di trasmissione Ethernet per il trasferimento di dati tramite un doppino semplice simmetrico in rame.

• 1000Base-T1, noto anche solo come "T1" = protocollo Ethernet che utilizza cablaggi a doppino semplice per la trasmissione (livello IEEE 802.3).

Gli autori

Dipl. Ing. Matthias Fritsche, Product Manager Device Connectivity HARTING Electronics GmbH.

Matthias.fritsche@HARTING.com



Dipl. Ing. Rainer Schmidt, Business Development Manager HARTING Electronics GmbH.

Rainer.schmidt@HARTING.com



Dipl. Ing. Yvan Engels, Strategic Market Development / Standardization BU Datacom, LEONI Kerpen GmbH, Zweifaller Str. 275 – 287, 52224 Stolberg, Tel.: 0240217 359,

yvan.engels@leoni.com

