



di Evaldo Bartaloni (*)



Fonte: images.edumart.com

L'avvento delle reti digitali industriali ha cambiato radicalmente, rispetto alla comunicazione analogica, l'approccio all'analisi delle topologie e alla valutazione delle performance e della robustezza. Anche la ricerca guasti va condotta con criteri diversi dal passato. Servono nuovi strumenti, sia per i test a basso livello (cablaggi, grandezze elettriche), sia per i test di comunicazione (analisi delle frame, statistiche, carichi ecc.).

In questo articolo saranno prese in considerazione le reti basate sulle tecnologie seriali RS485 e IEC 61158, con i protocolli di comunicazione Profibus DP/PA e Fieldbus Foundation (FF), che insistono soprattutto nel controllo di processo, mentre saranno trattate in modo sintetico le tecnologie basate su Ethernet, che, con i loro numerosi protocolli di comunicazione, richiedono uno spazio più ampio di quello disponibile.

Test di livello fisico per reti Profibus DP

I parametri elettrici da esaminare per eseguire il test del layer fisico in reti Profibus DP sono principalmente livello del segnale e forma d'onda.

Preliminarmente è però necessario accertare che i cablaggi siano stati eseguiti a regola d'arte e che siano state rispettate

alcune regole fondamentali quali giusta lunghezza del cavo in funzione del baud rate utilizzato, corretta attivazione delle terminazioni, limite del numero di dispositivi su ogni segmento e limite del numero dei repeater, tutte regole dettate dalle

ANALIZZARE LE RETI: COME?

UTILIZZARE AL MEGLIO GLI STRUMENTI DI ANALISI E TEST DELLE RETI, PER LA RICERCA DI GUASTI E ANOMALIE, È ESSENZIALE PER EVITARE COSTOSI PROBLEMI SUGLI IMPIANTI

specifiche. La lunghezza dei cavi può essere determinata con l'ausilio strumenti 'cable tester' disponibili sul mercato (figura 1). Stabilita la bontà del cablaggio e accertato l'avvenuto rispetto di tutte le regole, si passa all'esame del livello del segnale sull'intera rete che afferisce al master, compresi, quindi, tutti gli eventuali segmenti che fanno capo ai repeater. Il segnale ottimale si misura attorno ai 4.400 mV e, comunque, non dovrebbe scendere sotto i 2.500 mV. Se è fuori da questo range, peraltro non rigidamente prescrittivo, vi sono indizi di malfunzionamenti che vanno sicuramente indagati (figure 2 e 3). Con un oscilloscopio, la cui funzione



Figura 1 - La lunghezza dei cavi può essere determinata usando dei 'cable tester'

è spesso disponibile anche su tool commerciali dedicati, è possibile verificare la presenza di disturbi di vario genere e/o la presenza di altre anomalie, quali, per esempio, la mancanza di una terminazione (figura 4 e 5).

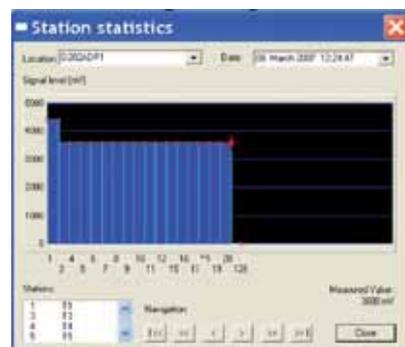


Figura 2 - Livello fisico ottimale/buono del segnale in una rete Profibus

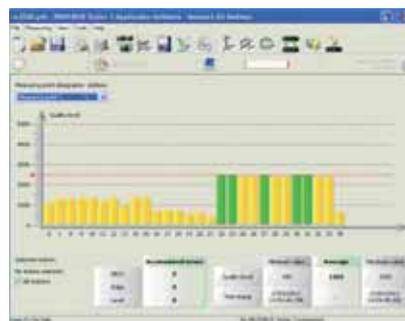
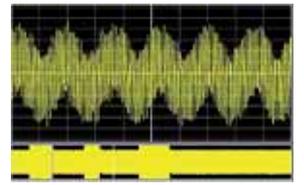
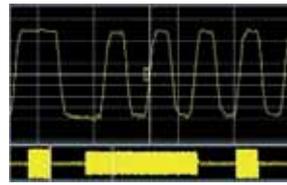
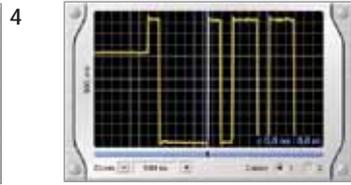


Figura 3 - Livello fisico degradato del segnale in una rete Profibus

Test del livello fisico di reti Profibus PA e FF

Il profilo Profibus PA e la tecnologia Fieldbus Foundation condividono lo stesso



Una forma d'onda anomala dovuta a problemi sulla rete (Figura 4) e una forma d'onda corretta, che indica il buon funzionamento della rete (Figura 5)

Situazione corretta, senza anomalie (Figura 6) e situazione dove è presente un forte disturbo (Figura 7)

'physical layer' MBP (IEC 61158-2); si può, quindi, usare un unico tool per l'analisi del livello fisico delle reti e per la ricerca guasti. A questo livello i principali parametri da prendere in considerazione sono: alimentazione del segmento, bilanciamento,

forma d'onda durante la modulazione e/o per determinare la presenza o meno di rumore. In caso di anomalie, si dovrà ovviamente indagare ulteriormente per risalire alla causa del problema (figure 6 e 7). Nella situazione di cui alla figura 7,

eventuali dispositivi in diagnostica o in difetto di configurazione.

L'analisi della comunicazione è importante per diagnosticare problemi che si manifestano in modo random, che sono di breve durata e, quindi, difficilmente diagnosticabili. È questa la categoria dei problemi più insidiosi, che spesso fanno impazzire i tecnici di manutenzione e che non di rado provocano fermi impianto indesiderati. In questi casi, un analizzatore di protocollo può essere lasciato in osservazione passiva e attivato da un trigger al manifestarsi di un evento sospetto. Sarà così possibile tracciare la comunicazione e, con un po' di abilità, risalire al fastidioso problema.

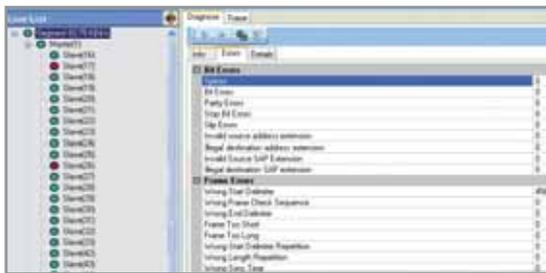


Figura 8 - Risultato di un'analisi effettuata in un importante impianto industriale

la crescita del disturbo va di pari passo con l'attenuazione del 'signal level' ed è riconducibile a dispositivi difettosi connessi alla rete.

Reti Profibus DP: analisi della comunicazione

Una volta stabilito che il livello fisico non presenta problemi, o perché non ne sono stati rilevati, si può passare a esaminare la comunicazione con l'ausilio di un analizzatore di protocollo. L'esame della comunicazione avviene a livello 2 e a livello 7 della Piramide ISO/OSI. Potranno essere esaminati i tempi ciclo, il passaggio del token, il baud rate e altri parametri di

comunicazione; si potranno avere le statistiche del traffico di rete e degli errori; si potrà avere la 'live list' dei dispositivi presenti nel network e si potranno osservare

No.	Time Stamp	Address	Direction	Sub Layer	Source	Destination	Data
10	10:40:19.3072100	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	12 00 00 00 00 00 00 00	
11	10:40:19.3073000	1	RP	Response	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
12	10:40:19.3073900	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	11 00 00 00 00 00 00 00	
13	10:40:19.3074800	1	RP	Response	DATA_EIC8AB09	04 00 00 00 00 00 00 00	
14	10:40:19.3075700	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	02 00 00 00 00 00 00 00	
15	10:40:19.3076600	1	RP	Response	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
16	10:40:19.3077500	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	02 00 00 00 00 00 00 00	
17	10:40:19.3078400	1	RP	Response	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
18	10:40:19.3079300	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
19	10:40:19.3080200	1	RP	Response	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
20	10:40:19.3081100	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
21	10:40:19.3082000	1	RP	Response	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
22	10:40:19.3082900	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
23	10:40:19.3083800	1	RP	Response	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
24	10:40:19.3084700	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
25	10:40:19.3085600	1	RP	Response	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
26	10:40:19.3086500	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
27	10:40:19.3087400	1	RP	Response	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
28	10:40:19.3088300	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
29	10:40:19.3089200	1	RP	Response	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	
30	10:40:19.3090100	1	RP	Request	DATA_EIC8AB09	00 00 00 00 00 00 00 00	

Figura 9 - Tracciato dello scambio dati tra un master Profibus DP (indirizzo 1) e alcuni slave: lo scambio dati avviene regolarmente e gli slave rispondono correttamente alle interrogazioni del master

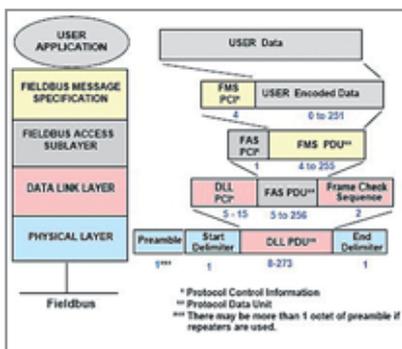
rumore, tempo di jitter e livello del segnale sui dispositivi. Come per le reti Profibus DP, anche in questo caso si può utilizzare un oscilloscopio per verificare la bontà della

comunicazione; si potranno avere le statistiche del traffico di rete e degli errori; si potrà avere la 'live list' dei dispositivi presenti nel network e si potranno osservare

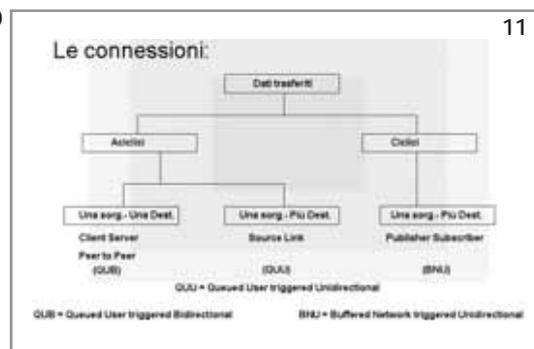
Reti Foundation Fieldbus: analisi della comunicazione

La comunicazione e lo scambio dati in una rete Foundation Fieldbus (FF) non avviene, come succede con Profibus, seguendo un

approccio master/slave: il master interroga e lo slave risponde. Qui, l'approccio è più articolato: sono presenti il LAS (Link Active Scheduler), arbitro della comunicazione; la 'Tabella di Scheduling', che contiene i parametri deterministici per gli slot di tempo riservati alla trasmissione dei dati e determina il tempo di ciclo; vi sono poi altre importanti funzioni per la gestione dei dati aciclici e



Articolazione delle funzioni in relazione ai livelli della Piramide ISO/OSI (Figura 10) e modalità di connessione dei dispositivi a seconda dei dati che devono trasmettere (Figura 11)



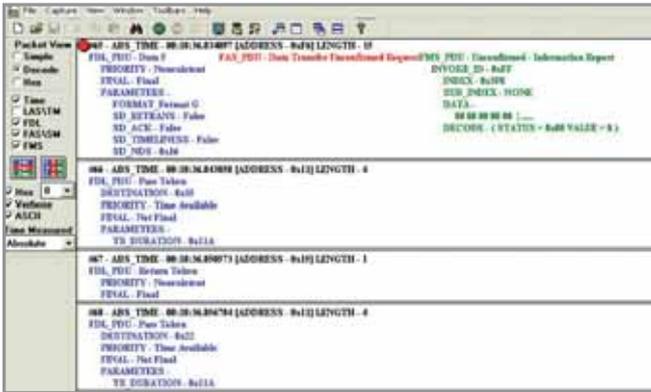


Figura 12 - Contenuto di alcuni pacchetti catturati con un analizzatore di protocollo: un pacchetto contiene dati, gli altri riguardano il passaggio del token

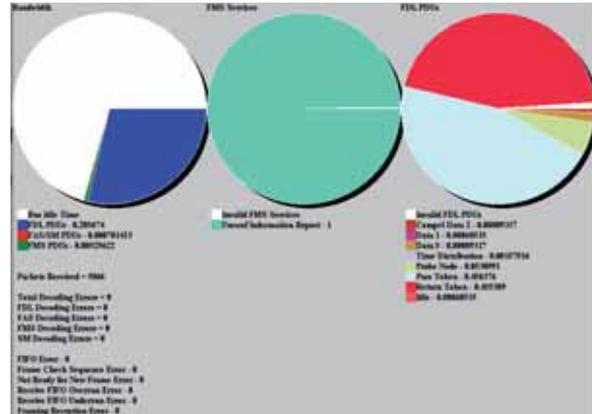


Figura 13 - Statistiche concernenti gli aspetti di comunicazione e trasmissione dati

di 'system & network management', che comprendono anche l'assegnazione degli indirizzi ai dispositivi, dato che si tratta di una tecnologia plug&play. L'analisi della comunicazione in una rete FF deve, quindi, considerare le articolazioni appena accennate per circostanziare eventuali fenomeni di malfunzionamento.

Non è possibile trattare qui in modo esauriente l'analisi di un tracciato di una rete FF; mostriamo, quindi, alcuni esempi di raccolta dati (figure 12 e 13).

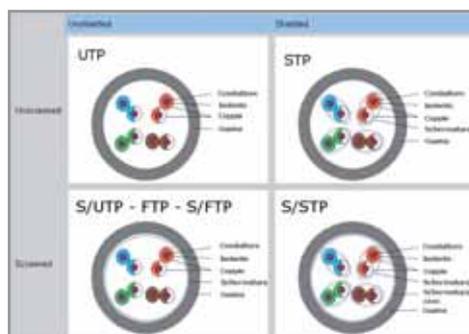


Figura 14 - Cavi per i protocolli Ethernet

lunghezza dei cavi e di determinare se si tratta di collegamenti dritti o incrociati. L'analisi del traffico viene normalmente effettuata sulle porte di mirroring degli switch. Le porte di mirroring sono in grado di leggere tutto il traffico che insiste sulla rete, che viene poi catturato con analizzatori di protocollo.

Questi ultimi sono software più o meno 'intelligenti' o 'esperti'. Si possono trovare 'free' o acquistarli

Reti Ethernet industriali

Le reti Ethernet industriali sono molto diffuse e numerosi sono i protocolli di comunicazione che vengono utilizzati. In alcune reti viene semplicemente adottato l'hardware disponibile sul mercato e già in uso per reti d'ufficio e domestiche. In altri casi è necessario disporre di Asic specifici, costruiti appositamente a seconda della tecnologia usata. Il concetto vale sia per gli switch, sia per altre schede di comunicazione. Un capitolo a parte spetterebbe ai cavi: in ambito civile vengono normalmente usati cavi UTP (Unshielded Twisted Pair) di Categoria 5, che consentono una trasmissione dati anche di 100 Mbps; per uso industriale, invece, sono necessari cavi schermati, che possono essere di tipo STP (Shielded Twisted Pair) o FTP (Foiled unshielded Twisted Pair) di Categoria 6 o 7 a seconda dei casi (figura 14).

Anche i connettori RJ45 devono essere più robusti di quelli che vengono impiegati in campo civile. In commercio esiste una vasta gamma, all'interno della quale si possono scegliere connettori adeguati all'uso che se ne intende fare.

Per quanto concerne l'approccio all'analisi, il commissioning e la ricerca guasti,

le reti Ethernet industriali non differiscono dalle altre di cui abbiamo precedentemente trattato. Si deve sempre procedere prima all'esame del livello fisico e successivamente all'analisi del traffico. Per l'esame del livello fisico esistono in commercio vari tool, di facile uso e a costi

Pin	Cp. T568A	Cp. T568B	Cond.	Codice colori T568A	Codice colori T568B
1	3	2	1	bianco verde	bianco arancio
2	3	2	2	verde	arancio
3	2	3	1	bianco arancio	bianco verde
4	1	1	2	blu	blu
5	1	1	1	bianco blu	bianco blu
6	2	3	2	arancio	verde
7	4	4	1	bianco marrone	bianco marrone
8	4	4	2	marrone	marrone

Figura 15 - Cablaggio di un connettore RJ45 secondo gli standard EIA/TIA-568A/B

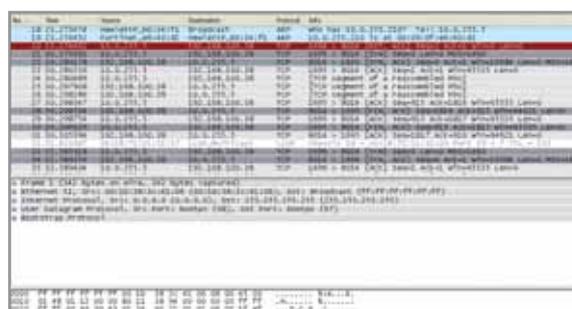


Figura 16 - Registrazione di un tracciato ottenuto con un analizzatore di protocollo 'free'

contenuti, che consentono di capire rapidamente se vi sono problemi di interruzioni del circuito o cortocircuiti, piuttosto che problemi di shielding o altro. Questi strumenti consentono, altresì, di verificare la

a costi diversi a seconda dei fabbisogni. Consentono facilmente di evincere gli indirizzi IP del nodo 'source' e del nodo 'destination', i MAC address, i protocolli usati e il campo dati (figura 16). Ovviamente la lettura di un tracciato può essere fatta a vari livelli; per una lettura approfondita

servono conoscenze specifiche relative allo standard Ethernet e ai vari protocolli di comunicazione.

(*) Comitato tecnico Fieldbus & Networks