



Corsi di formazione per autoriparatori

Sistemi di rete - Network IVECO



www.texaedu.com



INDICE

GLOSSARIO	4	8. RICERCA ANOMALIE	71
INTRODUZIONE.....	6	8.1 Limp-Home del BCB attivo.....	71
1. COLLEGAMENTO ANALOGICO E DIGITALE.....	7	8.1.1 Sintomi.....	71
1.1 Analogico e Digitale	8	8.1.2 Soluzione.....	71
1.1.1 Codice Binario	8	8.2 Il veicolo non si avvia.....	73
1.2 Trasmissione Seriale e Parallela	10	8.2.1 Sintomi.....	73
1.3 Protocollo	10	8.2.2 Soluzione.....	73
1.4 Livello Fisico.....	10	8.3 Problemi di comunicazione con lo strumento di Diagnosi... 75	
1.4.1 Velocità di trasmissione.....	10	8.3.1 Sintomi.....	75
1.4.2 Mezzi di trasmissione	11	8.3.2 Soluzione.....	75
1.4.3 Tipologie di collegamento	12	8.4 Problemi sul VDB.....	76
1.5 Trasmissione Sincrona o Asincrona.....	12	8.4.1 Sintomi.....	76
2. PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE.....	13	8.4.2 Soluzione.....	76
2.1 LIN	13	8.5 Funzionamento anomalo luci stop	77
2.1.1 La comunicazione.....	13	8.5.1 Sintomi.....	77
3. CAN.....	15	8.5.2 Soluzione.....	77
3.1.1 Hardware Centraline	15	8.6 Limp-Home attivo del BCB.....	78
3.1.2 Livello Fisico.....	15	8.6.1 Sintomi.....	78
3.1.3 Resistenze di Terminazione	17	8.6.2 Soluzione.....	78
3.1.4 Struttura dei messaggi CAN.....	17		
3.1.5 Aggiudicazione del Bus.....	19		
3.1.6 Sincronizzazione del Bus.....	20		
3.1.7 Analisi dei messaggi	20		
3.1.8 Repeater, Bridge, Router e Gateway	21		
4. ANALISI DELLE ANOMALIE	23		
4.1 Procedura di identificazione guasto.....	23		
4.1.1 Identificazione interruzione.....	24		
4.1.2 Identificazione cortocircuito tra i fili.....	24		
4.1.3 Identificazione cortocircuito a massa di un conduttore.....	24		
4.2 T-NET	25		
5. LINGUAGGI DI LIVELLO SUPERIORE.....	27		
5.1 SAE J1939	27		
5.1.1 Struttura dei messaggi.....	27		
5.1.2 Tipologie di messaggi.....	28		
5.1.3 Messaggi di Errore.....	28		
6. NETWORK DI RETE.....	30		
6.1 Network Mercedes Actros MPII.....	30		
6.1.1 Modulo Base (GM)	30		
6.1.2 Nodi della Rete.....	32		
6.2 Network Volvo FH	37		
6.2.1 Caratteristiche Livello Fisico.....	37		
6.2.2 Nodi della Rete.....	40		
7. NETWORK IVECO STRALIS.....	45		
7.1 Network Stralis Euro 3	45		
7.1.1 Posizione di montaggio dei Componenti.....	46		
7.1.2 BCB	55		
7.1.3 ICB e IDB.....	61		
7.2 Network Stralis Euro 4/5.....	62		
7.2.1 Posizione di montaggio dei Componenti.....	63		
7.2.2 BCB.....	66		
7.2.3 Engine Control Bus	67		
7.2.4 Instrument Cluster Bus e Infotainment Data Bus.....	69		
7.2.5 Fuhrpark Management Bus	70		

Legenda:



Attenzione



Informazioni/Note

INTRODUZIONE

Nel mondo dell'elettronica, delle telecomunicazioni e dei computer il **multiplexing** (in breve muxing) si riferisce a processi in cui più segnali analogici o flussi di dati digitali sono combinati in un solo segnale che si muove lungo un singolo collegamento fisico.

La tecnica del multiplexing permette di risparmiare nella comunicazione dei dati e, in particolare, di ridurre il numero di linee di segnale e il numero di componenti.

Ad esempio, in elettronica, il multiplexing permette a diversi segnali analogici di essere elaborati da un unico convertitore analogico-digitale (ADC) e in telecomunicazioni diverse chiamate possono essere trasmesse usando un solo cavo.

Il componente che opera il multiplexing è chiamato multiplexer, mentre quello che opera il processo inverso è chiamato demultiplexer.

In elettronica, un **multiplexer** o mux o selettore è un dispositivo capace di selezionare un singolo segnale elettrico fra diversi segnali in ingresso in base al valore degli ingressi di selezione. Esistono multiplexer sia per segnali digitali che per segnali analogici (amux).

Per esempio, un multiplexer a 2 ingressi è una semplice porta logica la cui uscita Y assume il valore di uno dei due ingressi A o B in base al valore del terzo ingresso di selezione S.

Il dispositivo complementare, il **demultiplexer**, ha un solo ingresso e diverse uscite. Un demultiplexer è un circuito logico la cui principale funzione è inversa rispetto a quella del Multiplexer. In base al valore degli ingressi di selezione, l'ingresso viene collegato a una delle uscite.

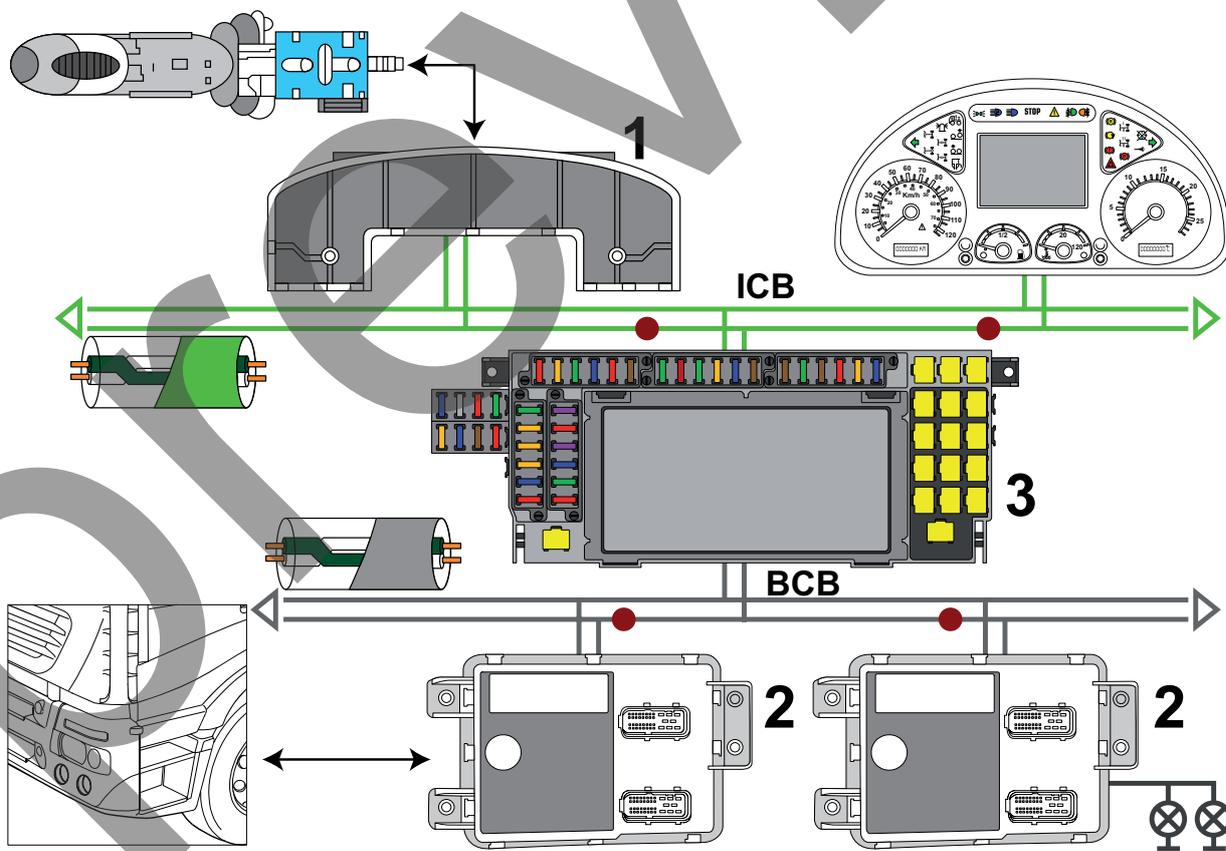


Figura 1: Esempio di componenti

Legenda:

1) Multiplexer 2) Demultiplexer 3) Body Computer

1. COLLEGAMENTO ANALOGICO E DIGITALE

Negli anni lo sviluppo dell'impianto elettrico del veicolo ha portato ad avere sempre più dispositivi elettrici e quindi un aumento dei cablaggi, dei collegamenti, dei fili, ecc. Tutto questo ha ovviamente prodotto una serie di inconvenienti quali:

- L'aumento dei pesi dell'impianto stesso;
- La riduzione dell'affidabilità del veicolo;
- Una ridondanza dei componenti presenti nel veicolo;
- Un aumento dei costi di produzione del veicolo stesso.

Nella logica di tipo tradizionale ciascuna centralina elettronica gestiva un impianto in modo completamente indipendente. Tuttavia questo portava ad avere più centraline che, in modo autonomo, ricevevano la stessa informazione da sensori diversi (ciascuno collegato ad ogni ECU).

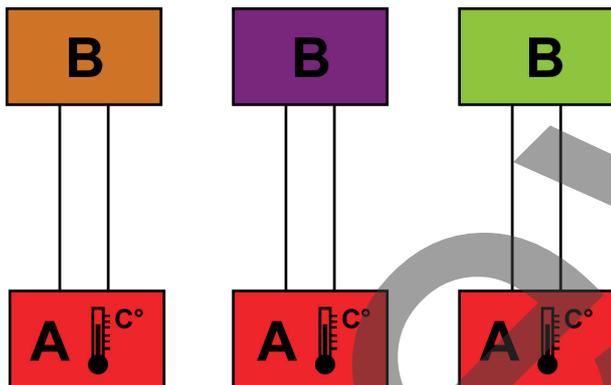


Figura 2: Collegamento analogico

Ad esempio in un veicolo Mercedes il segnale della temperatura motore serviva a 6 diverse centraline (EDC: Controllo motore, FSS: Sistema di manutenzione, ZHE: Riscaldamento autonomo, FLA: Termoavviatore, Quadro Strumenti, RET: Retarder). Sono quindi stati studiati e sviluppati sistemi di comunicazione digitale che potessero risolvere tutte queste problematiche. Il principio di base dei sistemi di comunicazione digitale è il seguente: **una centralina riceve l'informazione analogica dal sensore e tale informazione, digitalizzata, viene trasferita attraverso un collegamento digitale a tutte le centraline del veicolo che analizzeranno**

tale informazione e stabiliranno la necessità o meno del messaggio.

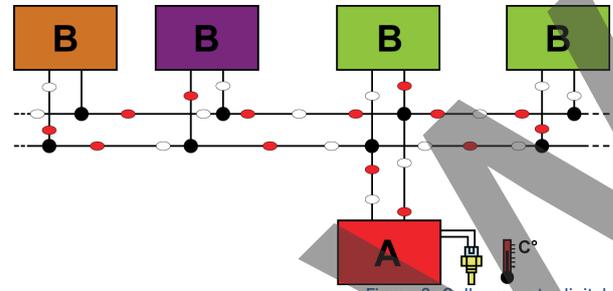


Figura 3: Collegamento digitale

Nel settore Automotive si utilizzano fondamentalmente le seguenti metodologie di collegamento e comunicazione:

- Linea K;
- CAN: Controller Area Network;
- LIN: Local Interconnect Network;
- VAN: Vehicle Area Network;
- Flex Ray;
- MOST;
- Bluetooth;
- Fibra ottica.

La scelta e le caratteristiche di ciascuno di questi collegamenti vengono definite da una serie di considerazioni quali:

- **Mezzo trasmissivo:** la scelta di utilizzare comuni cavi elettrici o fibre di vetro deriva dalla necessità di privilegiare collegamenti meno delicati oppure le velocità di trasmissione delle informazioni;
- **La lunghezza del bus:** autovetture e veicoli industriali hanno necessità diverse poiché diverse sono le distanze fra le varie centraline;
- **Numero di centraline da collegare:** ci sono protocolli che presentano un limite massimo di centraline collegabili e altri che invece non hanno limiti;
- **La velocità di trasmissione:** sistemi Power-train e informazioni telematiche richiedono velocità maggiori, dati autodiagnostici e sistemi confort richiedono velocità minori;

- **La sicurezza di trasmissione dei dati:** in alcuni casi è richiesta una maggiore affidabilità dei dati che può andare anche a scapito della velocità di trasmissione, in altri casi non è necessaria una grande affidabilità e sono ammessi errori di trasmissione;
- **I costi:** la scelta del sistema di comunicazione deve essere fatta considerando la potenza necessaria al costo minore, quindi laddove sono richieste prestazioni inferiori si utilizzeranno sistemi con minori potenzialità e che riducano i costi;
- **Il protocollo, la gestione degli accessi e il tipo di controllo dei dati:** sono elementi che devono essere considerati.

Prima di entrare a parlare di linee CAN vediamo alcuni concetti di base che nei capitoli successivi utilizzeremo a lungo.

1.1 Analogico e Digitale

Quando si parla di analogico e digitale si intendono due condizioni che identificano un "qualcosa" di continuo e un "qualcosa" di discreto. Ovviamente "qualcosa" è riferito a segnali, suoni, ecc. Analogico è un segnale che rappresenta un evento mediante la variazione di grandezze elettriche (quali resistenze, tensioni, correnti). Ogni stato dell'evento è rappresentato da un diverso "valore" delle grandezze elettriche associate. Ogni variazione della temperatura del motore di un veicolo è rappresentata da un livello di tensione diversa e questo permette di determinare il cambiamento dello stato.

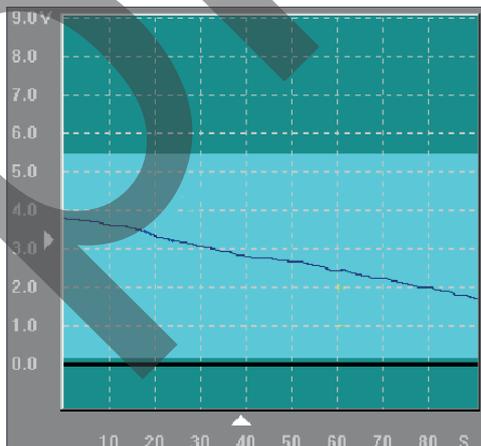


Figura 4: Segnale analogico del sensore di temperatura acqua

Digitale invece ha a che fare con i numeri e questo significa che un evento viene rappresentato attraverso la variazione di un numero.

Nell'esempio precedente questo si traduce assegnando un numero a ciascuna variazione di temperatura del motore (ad esempio 55° C).

La comprensione di tale numero richiede che questo venga identificato mediante una specifica unità di misura.

1.1.1 Codice Binario

In elettronica, per rappresentare gli eventi, si utilizza la codifica binaria. Ciò significa che tutto viene rappresentato con i numeri 0 e 1.

Per semplicità possiamo rappresentare gli stati logici con una lampadina: 0 spenta, 1 accesa.

La condizione della lampadina 0 o 1 viene indicata con la sigla **bit** cioè l'unità elementare del codice binario. 1 bit quindi identifica la condizione accesa o spenta.

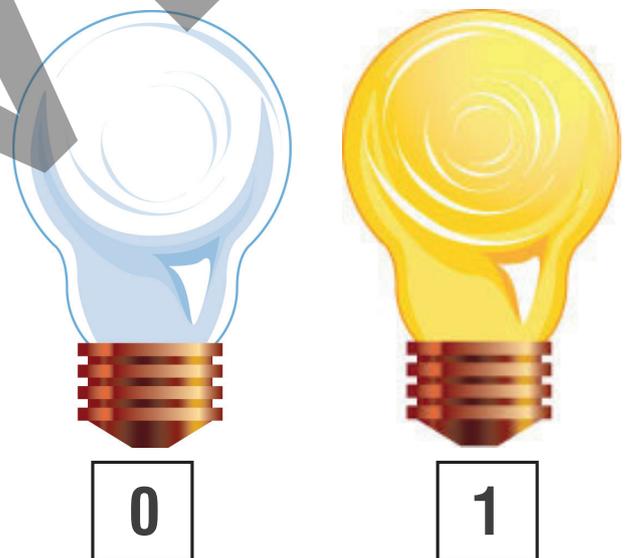


Figura 5

Legenda:

0) lampada spenta

1) lampada accesa

Per rappresentare un segnale ovviamente non si utilizza 1 solo bit ma una sequenza di bit che sarà tanto più lunga quanto più grande è l'informazione che si vuole trasmettere.

Nel caso in figura provate ad indicare lo stato logico corrispondente alla condizione della lampadina

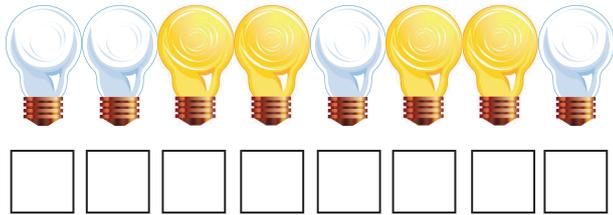


Figura 6: Rappresentazione di un informazione binaria.

La scelta di 8 bit non è casuale poiché 8 bit corrispondono ad **1 byte**, altra grandezza che abitualmente si trova parlando di segnali digitali.

Nella tabella 1 riportiamo i multipli di tali grandezze.

8 bit	=	1 byte
1000 bit	=	1 kbit
1000000 bit	=	1 Mbit
1024 byte	=	1 kbyte
1024 kbyte	=	1 Mbyte

Tabella 1

Ovviamente tali stati logici 0 e 1 vengono trasmessi attraverso un segnale elettrico che assumerà quindi 2 livelli: uno corrispondente allo stato 0 e uno corrispondente allo stato 1.

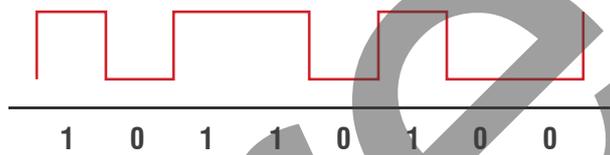


Figura 7: Livelli elettrici di un segnale digitale

Quale relazione esiste fra la codifica binaria e la codifica decimale (quella che abitualmente utilizziamo noi per rappresentare i numeri)?

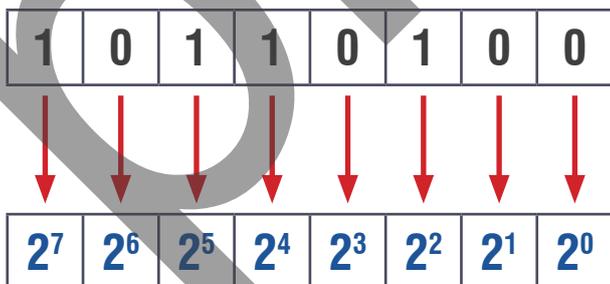


Figura 8 Relazione fra codice binario e decimale.

Partendo da destra si ha il bit meno significativo, associato al numero più basso (il numero 1). Se il bit è 0 si associa 0 mentre se il bit è 1 si associa il valore 2^x . Il numero in figura 8 10110100 diventa:
 $128 + 32 + 16 + 4 = 180$.

Decimale	Valore
2^0	1
2^1	2
2^2	4
2^3	8
2^4	16
2^5	32
2^6	64
2^7	128

Tabella 2: Codifica binario/decimale.

Temperatura acqua

Supponiamo di voler rappresentare la temperatura dell'acqua utilizzando 8 bit e associamo la variazione di un 1°C ad 1 bit.

Come si rappresenta il valore 67°C in codice binario?

--	--	--	--	--	--	--	--

Nello standard J1939 la temperatura dell'acqua viene rappresentata da 1 byte dove la variazione di 1 bit corrisponde ad 1°C . Il segnale varia da -40°C a 210°C .

Giri motore

Supponiamo di voler rappresentare il valore 1350 rpm utilizzando 16 bit e associamo la variazione di un 1 rpm ad 1 bit.

Come si rappresenta il valore 1350 rpm in codice binario?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nello standard J1939 i giri del motore vengono rappresentati da 2 bytes dove la variazione di 1 bit corrisponde a 0,125 rpm. Il segnale varia da 0 a 8031,875 rpm.

1.2 Trasmissione Seriale e Parallela

I segnali trasmessi da una centralina ad un'altra possono essere inviati in 2 modi: seriale e parallelo.

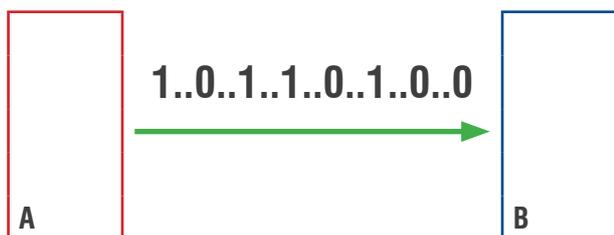


Figura 9 Comunicazione seriale.

Una comunicazione seriale prevede l'impiego di 1 solo cavo di collegamento ed i segnali vengono inviati in serie su tale linea. Il vantaggio di questo metodo è nella semplicità costruttiva mentre lo svantaggio è la quantità di dati che si possono inviare.

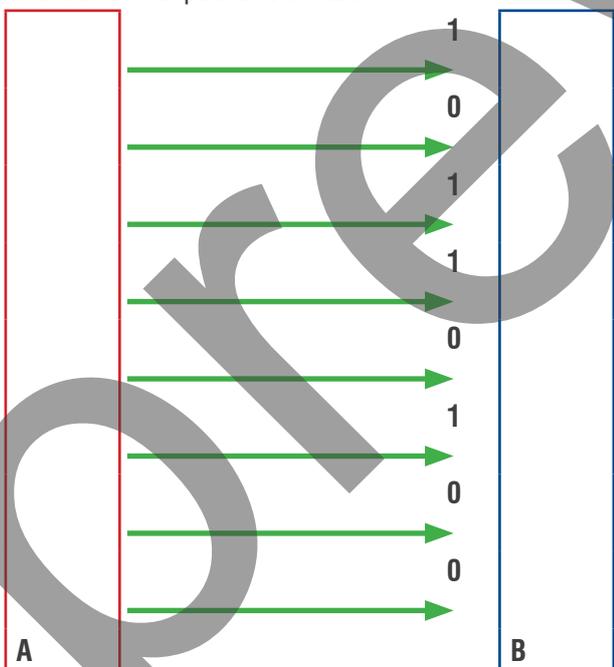


Figura 10: Comunicazione parallela

Una comunicazione parallela invece prevede il collegamento su più linee (ad esempio il collegamento fra un PC e una stampante) per cui si può inviare una mole di

dati superiore ma richiede più collegamenti elettrici. Tuttavia per quanto riguarda i dati trasmessi tra le varie centraline del veicolo è sufficiente l'utilizzo del collegamento seriale.

1.3 Protocollo

Molto spesso, quando si parla di collegamenti digitali, si fa riferimento ai protocolli. Cos'è un protocollo? Il **protocollo** rappresenta la **lingua** con cui "parla" una centralina.

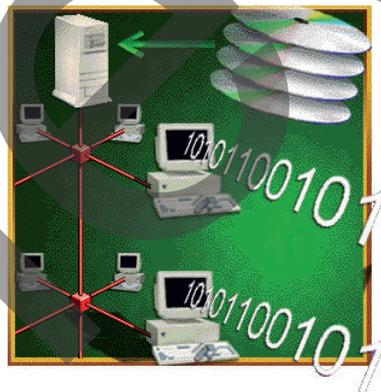


Figura 11: Comunicazione digitale

Infatti la stessa informazione può essere rappresentata con sequenze diverse di bit. Per tale motivo questi sistemi di comunicazione sono stati standardizzati secondo normative internazionali, cosicché qualsiasi OEM che voglia costruire centraline in grado di comunicare su tali linee di comunicazione digitale può conoscere quale "lingua" deve utilizzare. Nel capitolo 2 tratteremo nello specifico questi protocolli.

1.4 Livello Fisico

1.4.1 Velocità di trasmissione

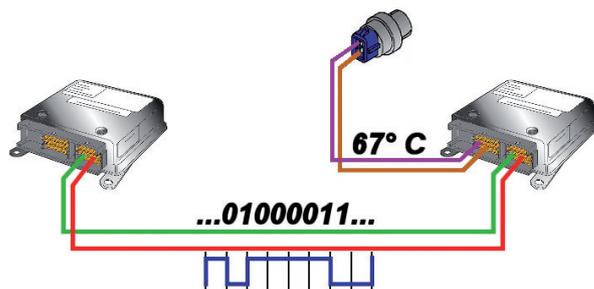


Figura 12: Trasmissione di 1 byte.

La centralina invia l'informazione da mettere in rete; la trasforma in un messaggio con una struttura ben definita (dal protocollo) che diventa una specifica sequenza di bit (0 e 1). Ovviamente la lunghezza di un singolo bit dovrà essere la stessa per tutte le centraline che inviano e ricevono. La durata temporale del singolo bit quindi sarà fissa e comunemente viene denominata **velocità di trasmissione o bit rate**.

La velocità di trasmissione si indica in kbit/s o Mbit/s.

Il segnale teorico, rappresentato da una serie di impulsi ad onda quadra in realtà risente di una serie di fenomeni che ne modificano la caratteristica.

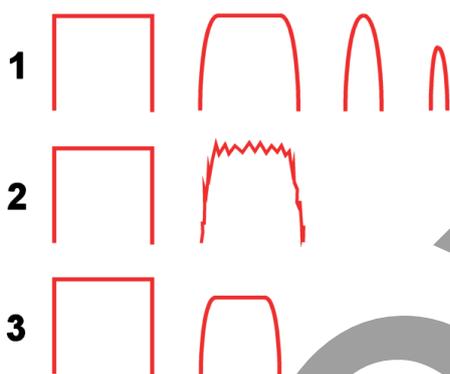


Figura 13: Modifiche dell'impulso elettrico

Nella valutazione della velocità limite di trasmissione si dovrà considerare che l'impulso teorico ad onda quadra avrà i fronti di salita e discesa inclinati determinati dall'induttanza della rete stessa. Inoltre, se aumenta la velocità di trasmissione, si riduce l'ampiezza dell'impulso e questo può portare ad avere una variazione dei livelli minimo e massimo del segnale stesso (1 in figura). La presenza di radiodisturbi, poi, può modificare il segnale generando delle distorsioni (2 in figura). Infine la lunghezza della linea influisce sulla resistenza elettrica e quindi la potenza del segnale inviato si ridurrà a causa della potenza dissipata lungo i fili.

1.4.2 Mezzi di trasmissione

Finora abbiamo sempre parlato genericamente di linee di trasmissione, ma quali sono le metodologie che si possono impiegare per inviare informazioni digitali?

Il mezzo più semplice è quello che prevede un unico filo di collegamento fra le varie centraline.

Ovviamente il livello elettrico viene riferito alla massa comune fra le diverse centraline collegate sulla linea.

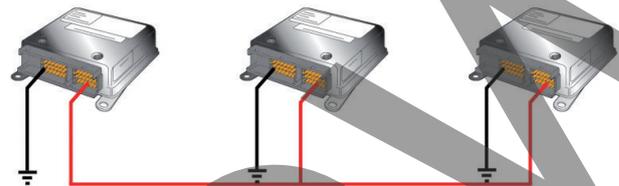


Figura 14: Collegamento monofilare

A tale tipologia di connessione appartengono le comunicazioni su linea K oppure su linea LIN.

Per evitare i problemi del collegamento monofilare si utilizza il collegamento bifilare. Facendo passare il segnale su entrambi i fili il transceiver non considererà i due segnali separati ma la loro differenza. Ne consegue che i disturbi dall'esterno vengono annullati e si può utilizzare una potenza di segnale più bassa.

Ovviamente le velocità di trasmissione possono essere elevate. Gli svantaggi sono legati all'aumento della complessità della rete e quindi dei costi.

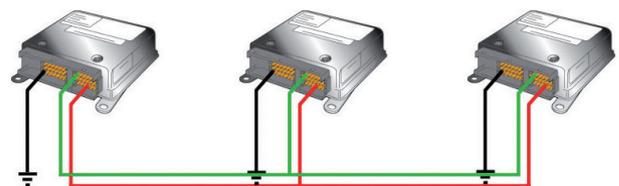


Figura 15: Collegamento bifilare

Un altro mezzo di comunicazione utilizzato per le comunicazioni digitali è rappresentato dalle fibre ottiche. Tale tipologia di collegamento prevede che la comunicazione avvenga mediante trasmissione luminosa. Tale collegamento viene utilizzato laddove servono velocità di trasmissione più elevate del collegamento bifilare, soprattutto sui sistemi di infotainment.

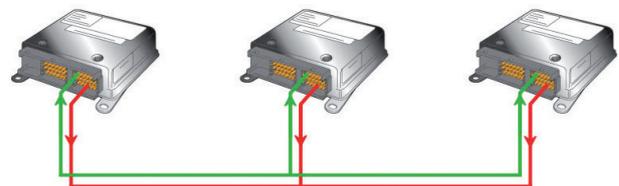


Figura 16: Collegamento ottico

Infine il collegamento radio presenta il grosso vantaggio di non richiedere collegamenti fisici fra le varie centraline, tuttavia risulta essere fortemente influenzato dai radiodisturbi e quindi la trasmissione dei dati non è molto sicura. Il sistema più noto è rappresentato dal *Bluetooth*.

 **Attualmente applicazioni di questo tipo sui sistemi di collegamento di rete dei veicoli non ci sono.**



Figura 17: Collegamento radio

1.4.3 Tipologie di collegamento

Quando vengono collegate le diverse centraline si possono sfruttare architetture diverse. Il collegamento più semplice, che però viene impiegato solo localmente, è la connessione punto-punto (peer to peer).

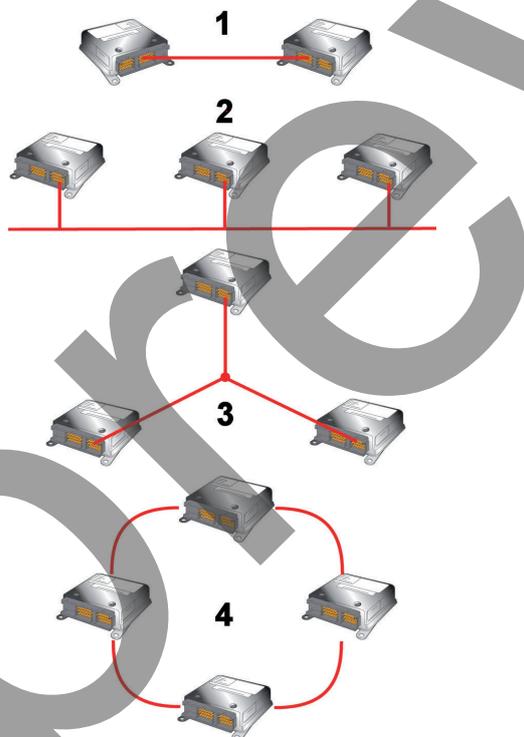


Figura 18: Tipologie di collegamento

Legenda:

- 1) Collegamento punto-punto
- 2) Collegamento Standard
- 3) Collegamento a Stella
- 4) Collegamento ad anello

Il collegamento Standard è quello utilizzato di norma per le connessioni di rete.

 **Nel collegamento Standard con linea bifilare è fondamentale che le terminazioni della rete siano collegate mediante resistenze elettriche. Lo scopo delle resistenze verrà chiarito in seguito.**

Nel collegamento a Stella il centro può essere: un distributore di potenziale e quindi un centro neutro dove vengono collegati i terminali di ciascuna centralina oppure una centralina per cui è come se avessimo tanti collegamenti punto-punto. La tipologia ad Anello viene utilizzata invece con i collegamenti ottici per cui è sufficiente un solo cavo fra le varie centraline e le informazioni vengono inviate lungo la catena chiusa da centralina a centralina (punto-punto). Si possono poi trovare collegamenti ad anello laddove si vuole una maggiore sicurezza sulla trasmissione dei dati garantendo che l'interruzione di un tratto della linea non comporti l'interruzione dell'intera rete.

1.5 Trasmissione Sincrona o Asincrona

Quando si trasmette un messaggio nella rete si possono utilizzare due metodologie diverse. La prima, detta sincrona, prevede che ci siano dispositivi in grado di sincronizzare l'emittente e il/i ricevente/i per l'invio del messaggio. La trasmissione asincrona invece utilizza il messaggio stesso per sincronizzare emittente e riceventi. La sincronizzazione avverrà sia all'inizio del messaggio che durante il messaggio laddove ci saranno dei punti intermedi necessari a mantenere il sincronismo. In questo secondo caso non è necessario un dispositivo di sincronizzazione. Un esempio di trasmissione sincrona è rappresentato dal Codice Manchester che richiede una linea di clock per sincronizzare emittente e ricevente e una linea sulla quale inviare il messaggio dati. Un esempio di trasmissione asincrona è invece il Protocollo CAN.

2. PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE

Quando più centraline vengono collegate in rete è necessario che i loro transceiver siano allineati sul linguaggio da utilizzare.

Tale linguaggio, come già anticipato, prende il nome di protocollo.

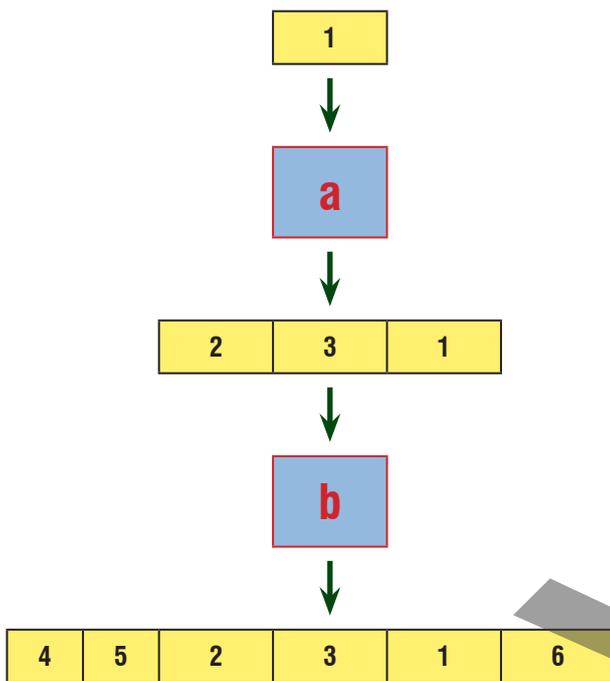


Figura 19: Sequenza di trasformazione del dato

Legenda:

- 1) Informazione dal sensore
- 2) Identificazione
- 3) Priorità
- 4) Sincronizzazione
- 5) Lunghezza
- 6) Dati di controllo
- a) Centralina
- b) Transceiver

Quando l'informazione arriva in centralina, quest'ultima associa ulteriori dati all'informazione come ad esempio il tipo di sensore che ha inviato il dato, a chi è rivolto tale dato, la sua priorità, ecc.

Tuttavia tale pacchetto di dati non è ancora completo. Infatti questo pacchetto passa al transceiver il quale deve inviare ulteriori informazioni affinché possa essere ricevuto e interpretato dagli altri transceiver.

Ad esempio viene inviata una serie di bit di sincronizzazione per allineare tutti i transceiver, spesso viene specificata la lunghezza del messaggio per sapere quanti bit costituiscono il messaggio ed infine vengono inviati

dei dati di controllo che servono alla diagnosi del messaggio stesso.

Tutti questi dati rappresentano il **protocollo di comunicazione** e permettono quindi a ciascun transceiver di leggere e inviare messaggi su una rete.

E' chiaro che transceiver con protocolli diversi non potranno comunicare tra loro.

Analizziamo ora 2 tra i protocolli maggiormente impiegati: il LIN ed il CAN.

2.1 LIN

La rete è controllata attraverso un nodo MASTER e può avere fino a 12 nodi SLAVE, per cui non è necessario un arbitraggio e un controllo sulle collisioni.

Il livello di tensione del segnale corrisponde a quello di alimentazione della rete elettrica del veicolo.

I nodi sulla rete LIN non richiedono alcuna informazione sulla struttura della rete stessa, per cui, tranne il nodo master, non è necessaria alcuna programmazione se si aggiunge un nuovo nodo ad una rete esistente.

2.1.1 La comunicazione

La comunicazione sulla rete viene attivata dal nodo master che invia un messaggio di sincronismo assieme all'identificatore.

Solo un nodo slave viene attivato e inizia la trasmissione del messaggio di risposta.

L'identificatore di un messaggio denota il contenuto di un messaggio, ma non la destinazione.

Questo concetto di comunicazione consente lo scambio di dati in vari modi: dal nodo master (utilizzando la funzione slave) a uno o più nodi slave e da un nodo slave ad un nodo master e/o ad altri nodi slave.

È possibile comunicare direttamente tra nodi slave senza la necessità del passaggio al nodo master o la trasmissione di messaggi dal master a tutti i nodi di una rete.

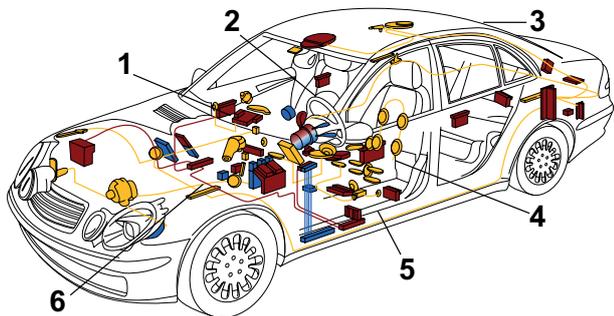


Figura 20: Tipiche applicazioni del bus LIN

Legenda:

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1) Climatizzatore | 4) Comandi sedile |
| 2) Sterzo | 5) Nodo porta |
| 3) Nodo tetto | 6) Motore |

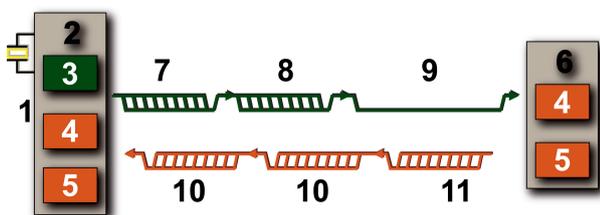


Figura 21: Esempio di scambio dati tra nodo slave e master

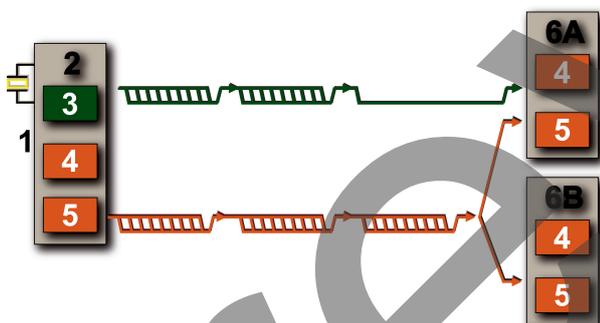


Figura 22: Esempio di scambio dati tra nodo master e nodi slave

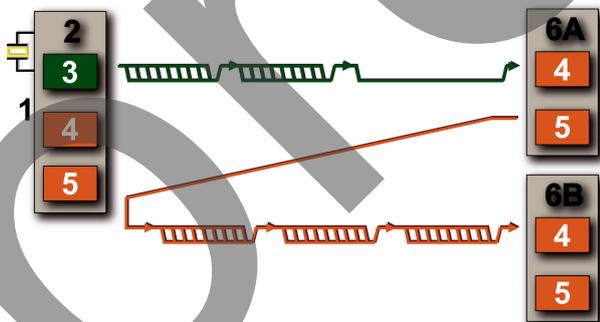


Figura 23: Esempio di scambio dati tra nodo slave e nodo slave

Legenda figura 21/22/23:

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1) Quarzo | 7) Identificatore |
| 2) Nodo Master | 8) Sincronizzazione |
| 3) Trasmissione Nodo Master | 9) Fine sincronizzazione |
| 4) Ricezione Nodo Slave | 10) Dati |
| 5) Trasmissione Nodo Slave | 11) Checksum |
| 6) Nodo Slave | |

3. CAN

Il protocollo CAN nasce nel settore automobilistico e si sviluppa poi in settori diversi quali: medicina, tessile, macchine operatrici, ecc.

i CAN è un termine che comunemente viene impiegato per definire un bus di collegamento fra le centraline di un veicolo.

Esistono tuttavia diversi tipi di CAN:

- CAN a 2 fili (noto come: CAN-C o ISO 11898 o J1939 o J2284);
- CAN a 2 fili (noto come: CAN-B o ISO 11519);
- CAN a 2 fili fault-tolerant (ISO11898-3) fino ad un massimo di 125 kb/s;
- CAN a singolo filo (noto come: SWC o J2411 ed impiegato da GM);
- CAN ISO 15765 usato per funzioni autodiagnostiche;
- CAN ISO 11992 per collegamento Motrici/Rimorchi fino ad un massimo di 250 kb/s e ad una tensione di 24 V.

! Ovviamente quando si parla di CAN si intende la definizione del livello basso del Bus, mentre il tipo di messaggi che viaggiano sul Bus dipende dai linguaggi di strato superiore (molto usato nei V.I. è ad esempio il J1939).

3.1.1 Hardware Centraline

La centralina collegata in rete presenta un hardware modificato che permette lo scambio dati con le altre centraline.

Sono infatti presenti:

- La flash EEPROM, il microprocessore e la RAM collegati con il Controllore CAN;
- Il Controllore CAN che crea il segnale da inviare o riceve dall'esterno (ricevendo/inviando tali dati);
- Il Transceiver trasforma i segnali del Controllore in segnali di potenza per inviarli sul bus.

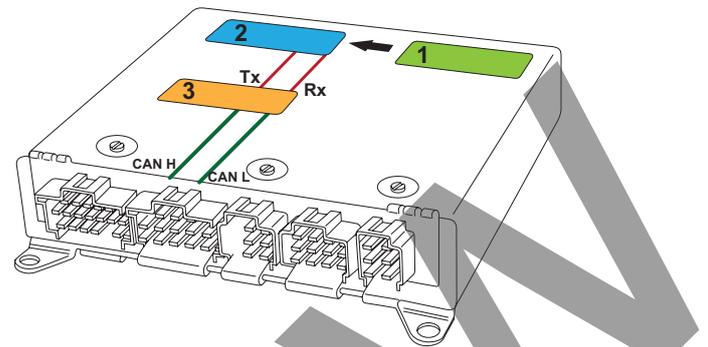


Figura 24: Hardware interno di collegamento

Legenda:

- 1) Flash EEPROM, Microprocessore e RAM
- 2) Controllore CAN
- 3) Transceiver

3.1.2 Livello Fisico

Nella versione più diffusa ci sono 2 fili attorcigliati per ridurre la sensibilità alle interferenze elettromagnetiche.

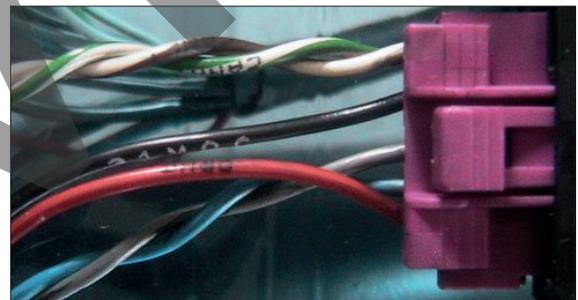


Figura 25: Doppino twistato di collegamento CAN

I due fili vengono denominati CAN H e CAN L e ciascun nodo analizza la differenza fra i due segnali.

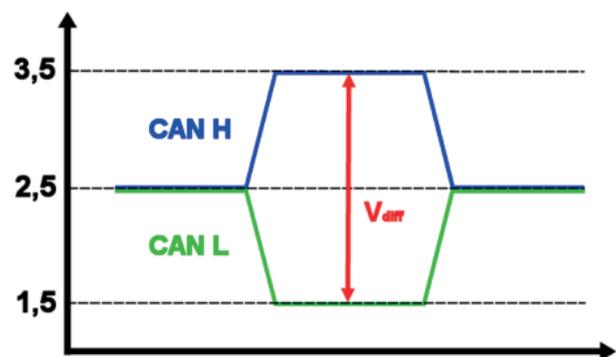


Figura 26: Segnale CAN alta e bassa velocità