



# Fondamenti CAN - bus

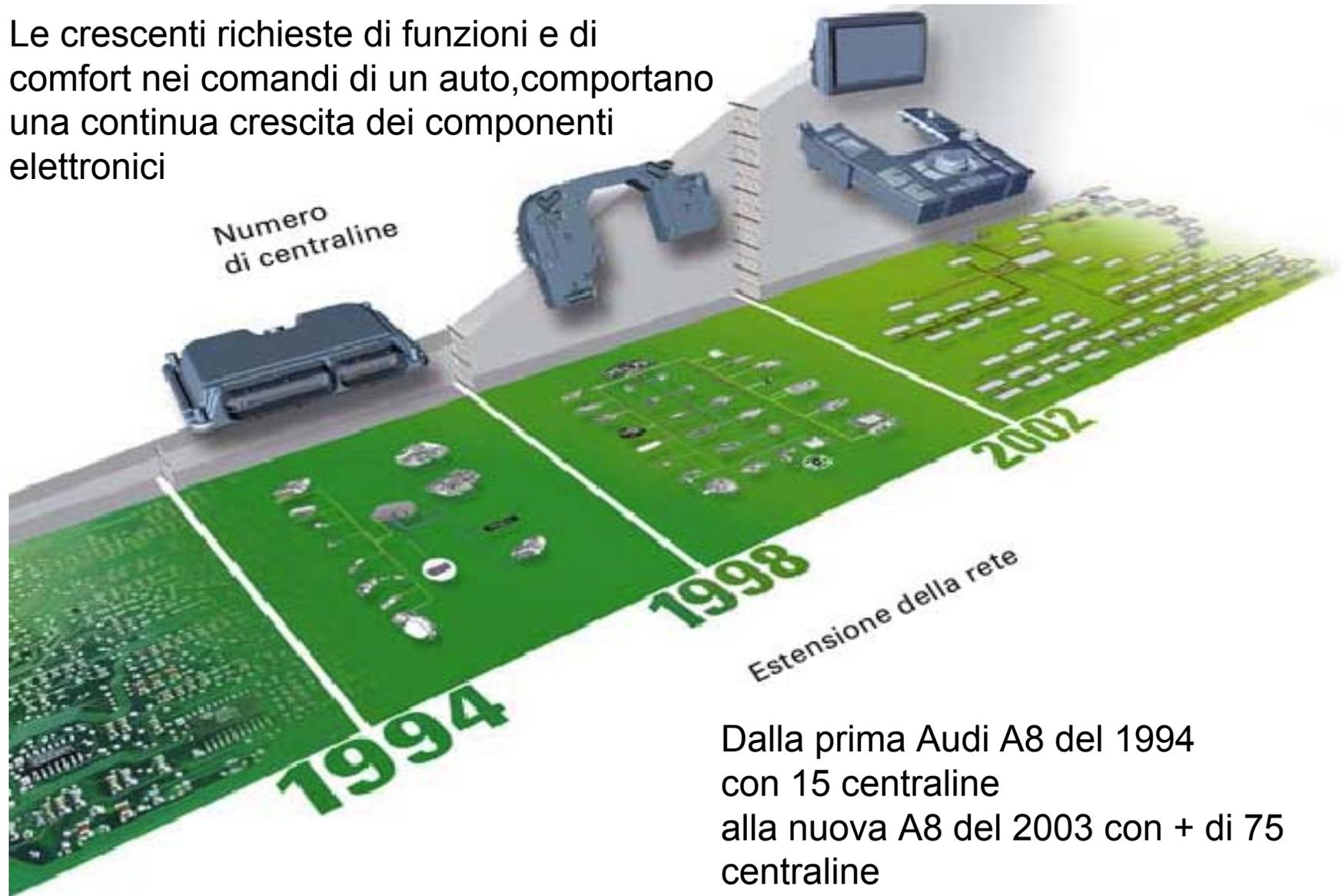


- *Nel campo automobilistico le esigenze in tema di sicurezza, comfort di marcia, riduzione delle emissioni e dei consumi aumentano continuamente.*
- *Questo comporta uno scambio sempre maggiore di informazioni fra centraline elettroniche.*
- *Per contenere le dimensioni degli impianti elettrici/elettronici e trasmettere con la velocità necessaria queste informazioni la BOSCH ha studiato ed introdotto il “**CAN-bus** dati”*
- *La gestione elettronica di tutti i veicoli del Gruppo adotta questo sistema di trasmissione dati*

# Introduzione

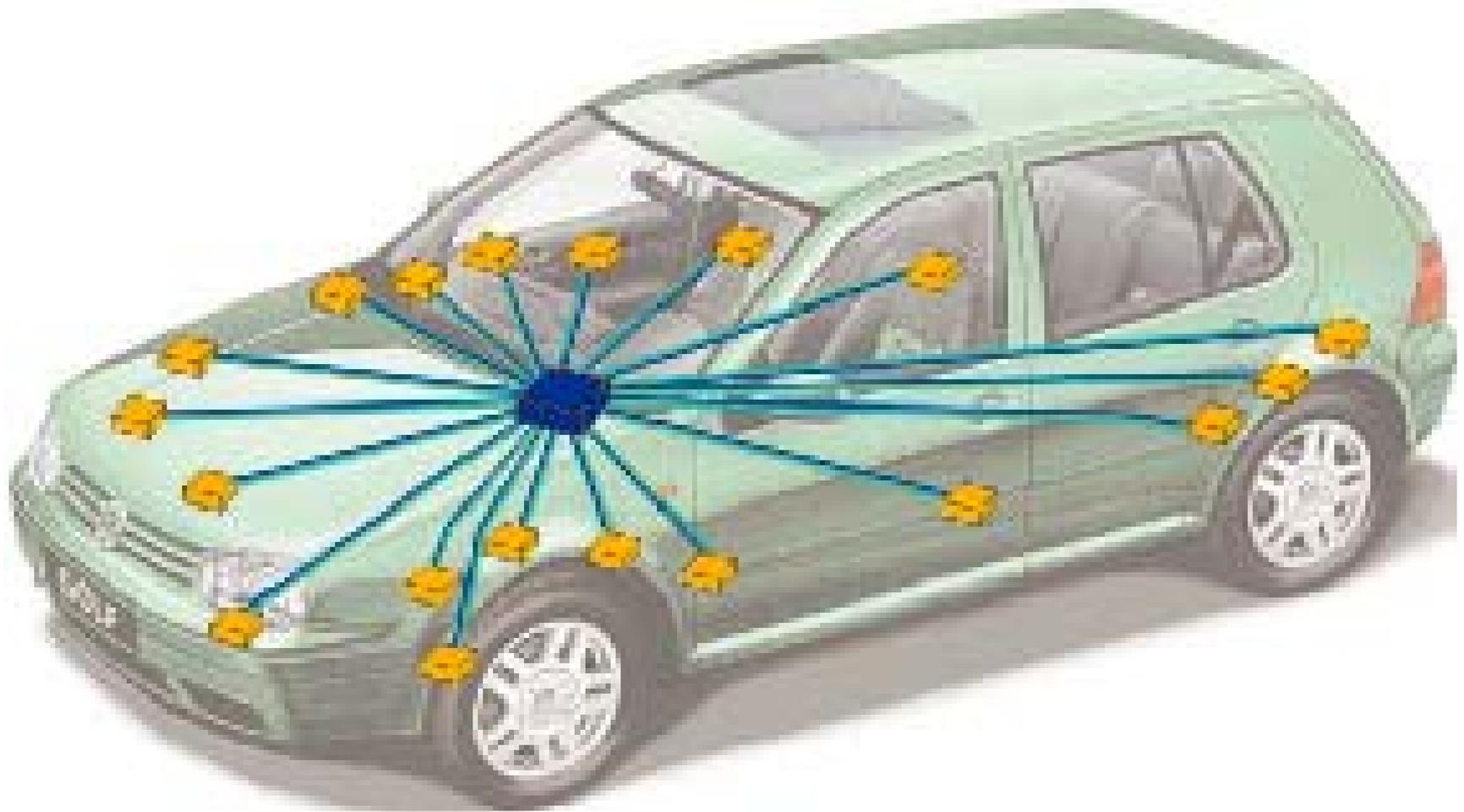


Le crescenti richieste di funzioni e di comfort nei comandi di un'auto, comportano una continua crescita dei componenti elettronici

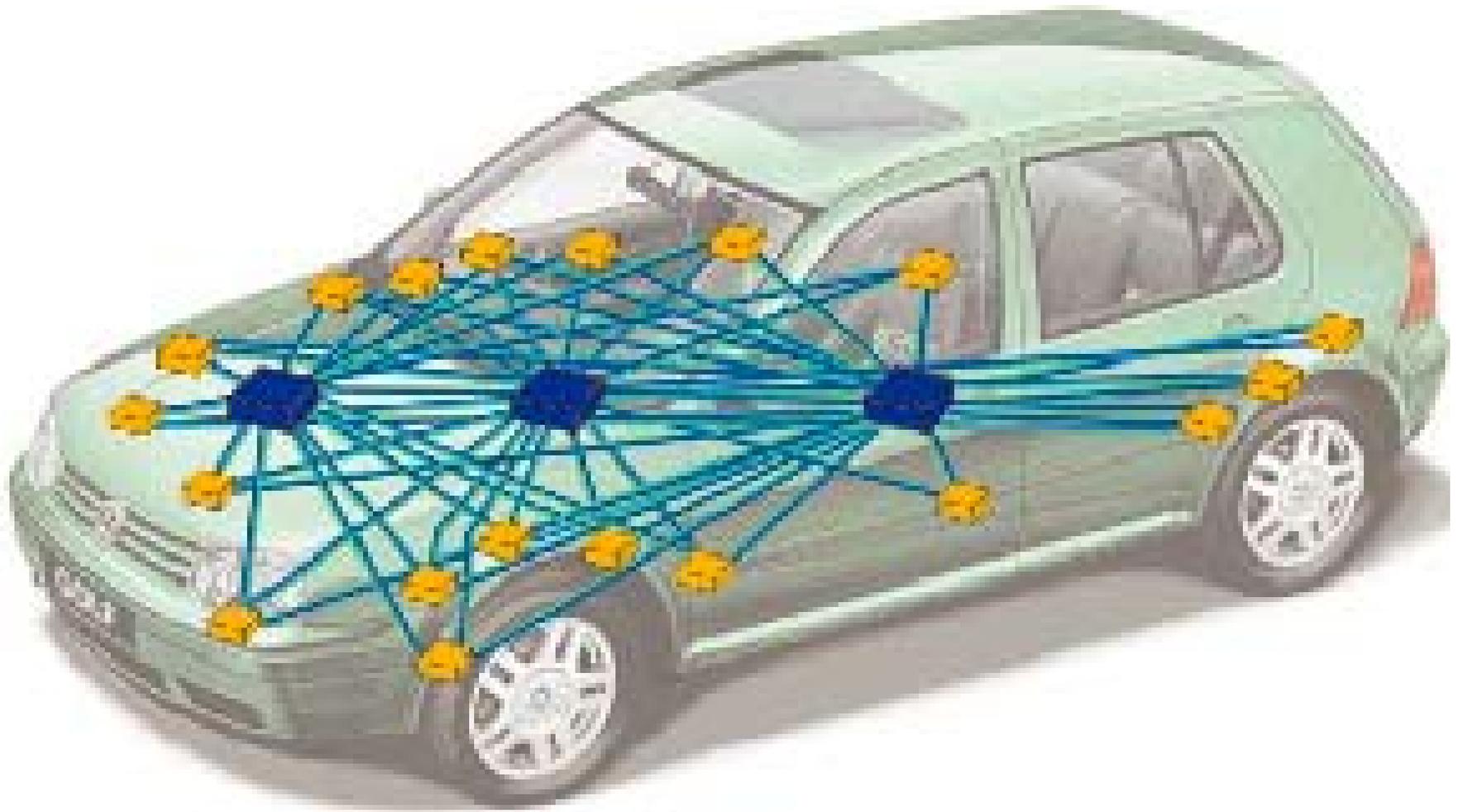


Dalla prima Audi A8 del 1994 con 15 centraline alla nuova A8 del 2003 con + di 75 centraline

## SISTEMA CENTRALIZZATO



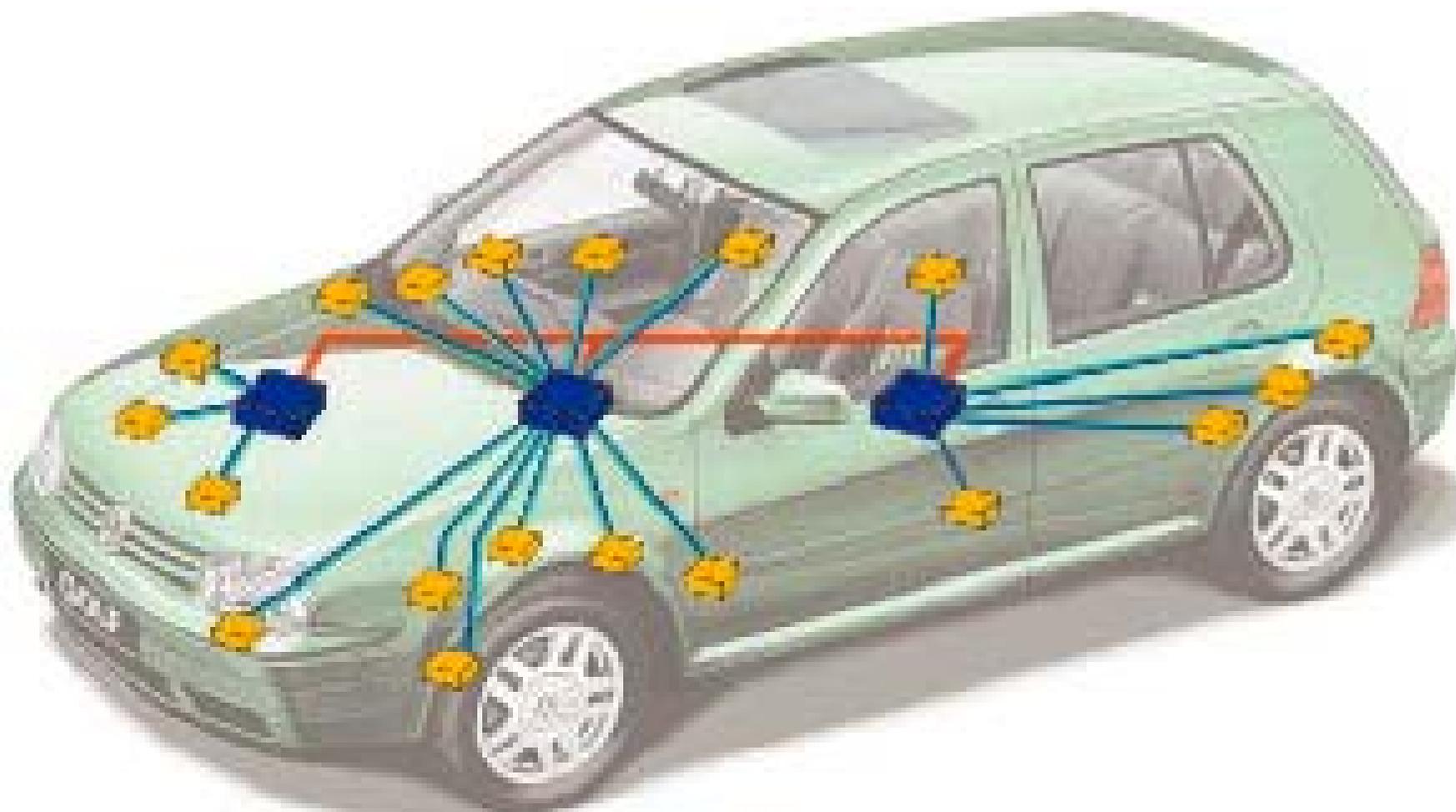
## SISTEMA DECENTRATO



# L'EVOLUZIONE

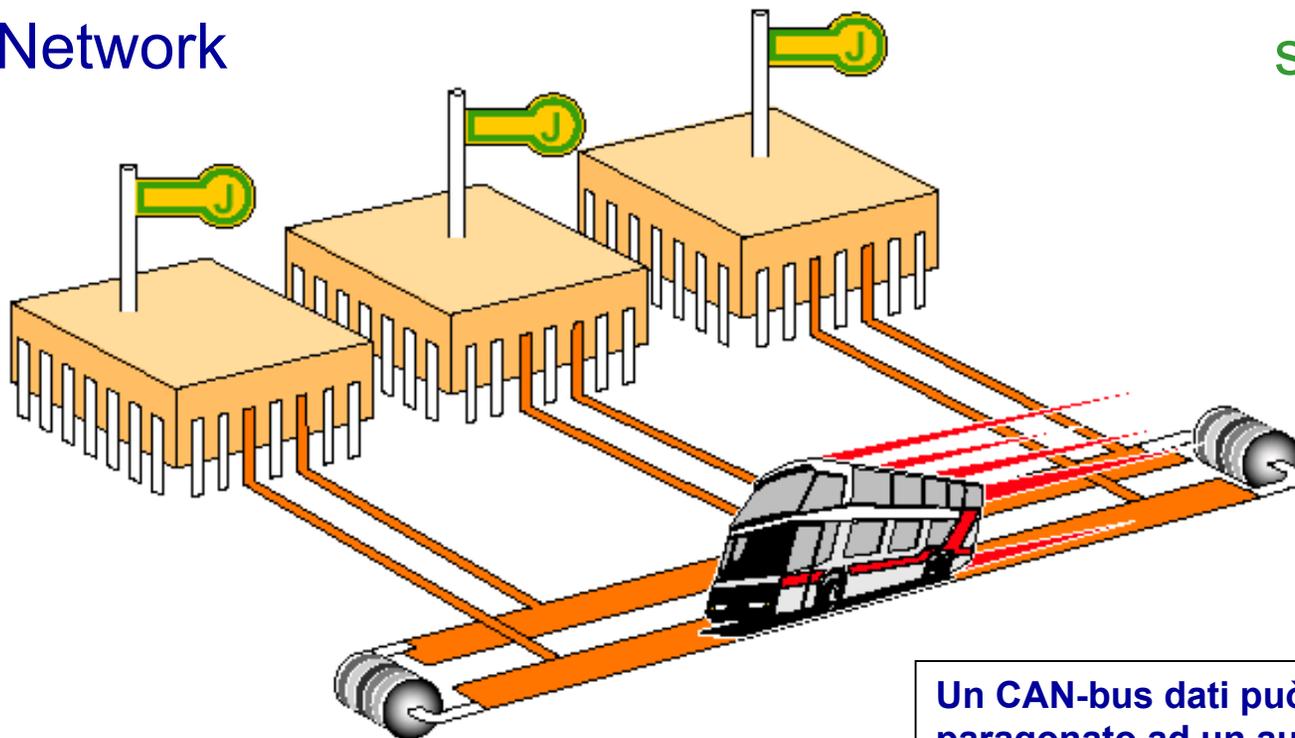


## SISTEMA CON CAN BUS



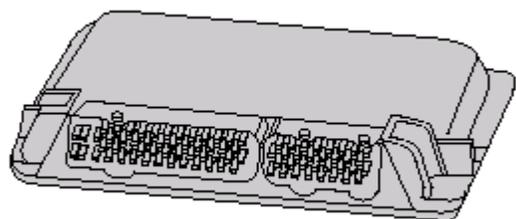
**CAN** = Controller  
Area  
Network

**BUS** = binary  
universal  
system



Un CAN-bus dati può essere paragonato ad un autobus. Così come un autobus trasporta numerose persone, il CAN-bus dati trasporta numerose informazioni

# Trasmissione dati mediante linee singole



**Centralina  
MOTORE**

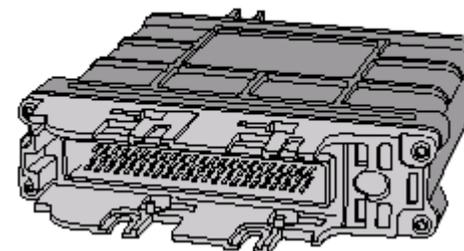
Regime motore

Posizione farfalla

Consumo carburante

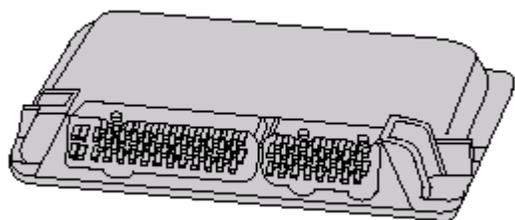
Intervento motore

Passaggio al rapporto  
superiore/inferiore



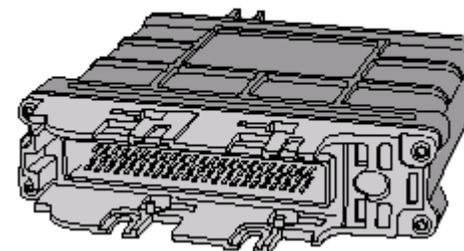
**Centralina  
CAMBIO**

# Trasmissione dati attraverso CAN-bus



**Centralina  
MOTORE**

Regime motore  
Consumo carburante  
Posizione farfalla  
Intervento motore  
Passaggio al rapporto  
superiore/inferiore



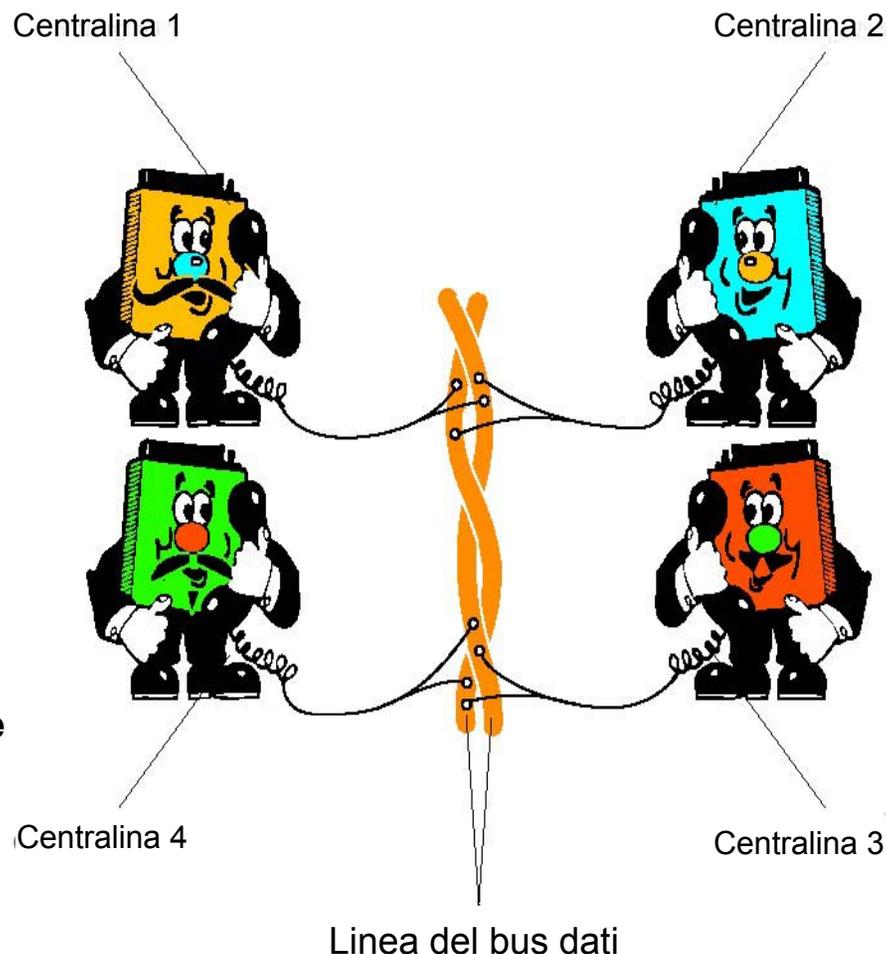
**Centralina  
CAMBIO**

# Principio della teleconferenza



## VANTAGGI DEL SISTEMA :

- ✓ Se il protocollo di dati deve essere ampliato con l'aggiunta di ulteriori informazioni, occorre solo modificare il software.
- ✓ Minima possibilità di errori grazie al continuo controllo delle informazioni trasmesse da parte delle centraline e grazie a sicurezze supplementari contenute nei protocolli di dati.
- ✓ Meno sensori e linee di segnali grazie ai molteplici utilizzi di un segnale di sensore.
- ✓ La trasmissione dei dati fra le centraline può essere molto veloce.
- ✓ Maggiore spazio disponibile grazie alle centraline e alle relative spine più piccole.
- ✓ Il CAN-bus dati è unificato su scala mondiale.



**Pertanto, anche centraline di diverse marche possono scambiarsi i dati per mezzo di questo veicolo.**

# Svolgimento di una trasmissione dati



Centralina 1

Rilevamento  
dati

Controllo  
dati

Ricezione  
dati



Centralina 2

Preparazione  
dati

Invio  
dati



Centralina 3

Controllo  
dati

Ricezione  
dati

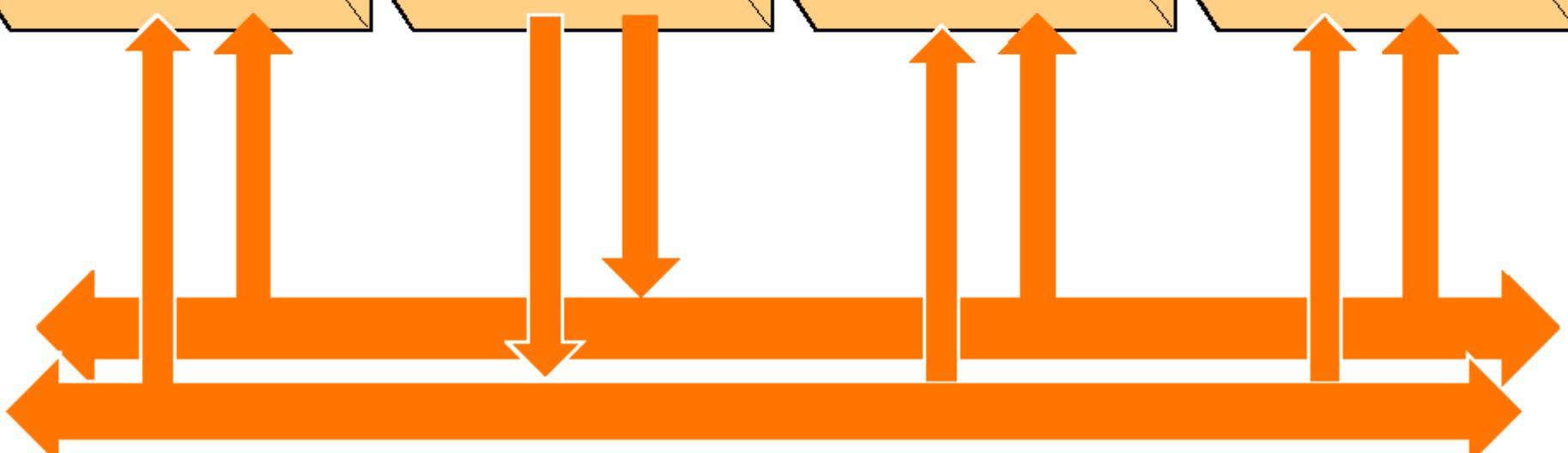


Centralina 4

Rilevamento  
dati

Controllo  
dati

Ricezione  
dati



Linee bus dati



- *Le informazioni nei sistemi elettronici vengono immagazzinate e trasmesse sotto forma impulsi elettrici (segnali **DIGITALI**), possono variare per ampiezza e frequenza a seconda dei sistemi.  
Operando con impulsi è possibile trasmettere informazioni in modo “**binario**” ossia con solo due stati*
- *Il sistema binario e' una forma di codifica  
In elettronica i due stati vengono denominati :  
**1** tensione alta, **0** tensione bassa.  
Tali tensioni sono predefinite (esempio alta= 5V e bassa= 0V)*
- *L'unità elementare binaria di informazione viene denominata **bit** (binary digit )*



- la sequenza di 8 bit viene definita **byte**
- il **byte** rappresenta un singolo carattere come un numero, una lettera o un simbolo
- poiché il **byte** è un'unità molto piccola, per comodità, quando si descrive la capacità di memorizzazione di un disco rigido e della memoria principale, si usa :
  - **kilobyte** (1024 byte)
  - **megabyte** (1.048.576 byte)
  - **gigabyte** (1.073.741.824 byte)

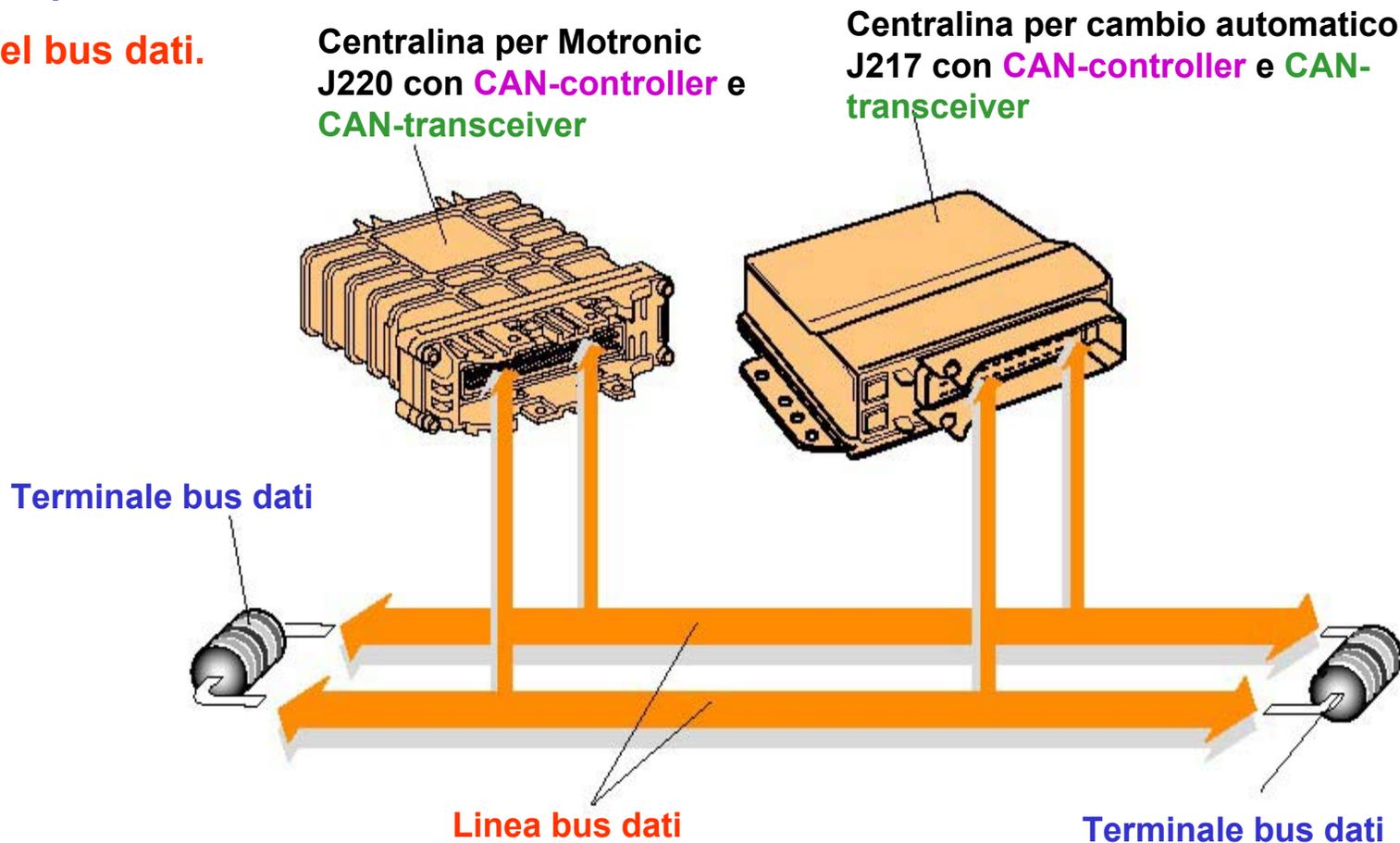


- *la velocità di trasmissione dei dati si esprime in:*
- **bit/sec** - ( es.: 500 kbit/sec = 500.000 bit al secondo)
- **baud** - *indica, durante una trasmissione di dati, il numero di cambiamenti di stato del dispositivo di trasmissione per unità di tempo (secondo) (in alcuni casi viene usato per indicare **bit/sec**)*

# Costituzione di un sistema Can bus



- ✓ **Can-controller**
- ✓ **Can-transceiver** ( transmitter + receiver )
- ✓ **due chiusure per bus dati**
- ✓ **due linee del bus dati.**



## CAN-controller

riceve dal microprocessore nella centralina i dati da trasmettere, li edita e li trasmette al CAN-transceiver.

Allo stesso modo, esso riceve i dati dal CAN-transceiver li edita e li trasmette al microcontroller nella centralina.

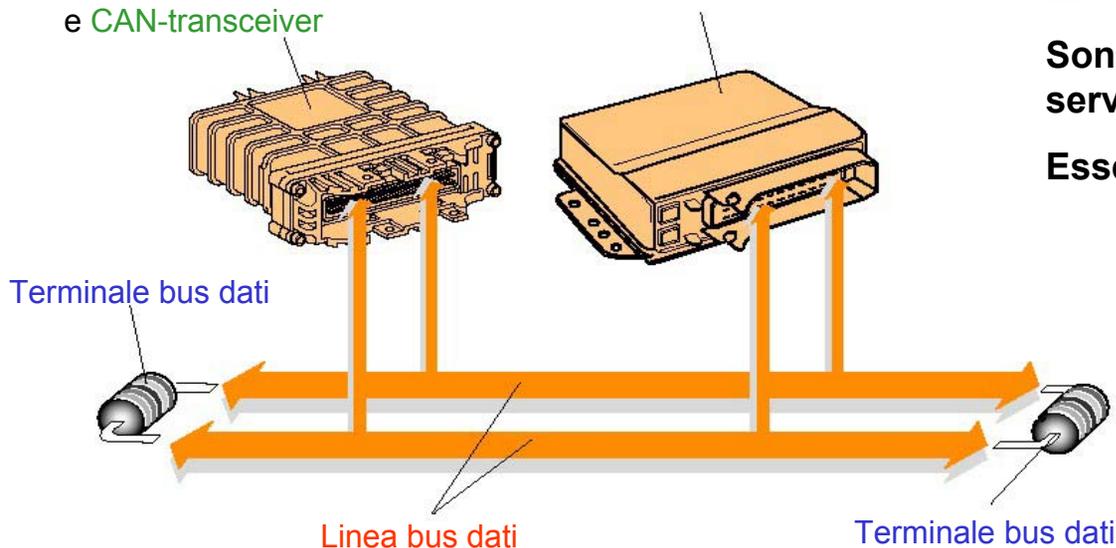
## CAN-transceiver

è un'emittente (transmitter) e un ricevitore (receiver). Esso converte i dati del CAN-controller in segnali elettrici, che trasmette sulle linee del bus dati.

Nello stesso modo esso riceve i dati che converte per il CAN-controller.

Centralina per Motronic J220 con CAN-controller e CAN-transceiver

Centralina per cambio automatico J217 con CAN-controller e CAN-transceiver



## Linee del bus dati

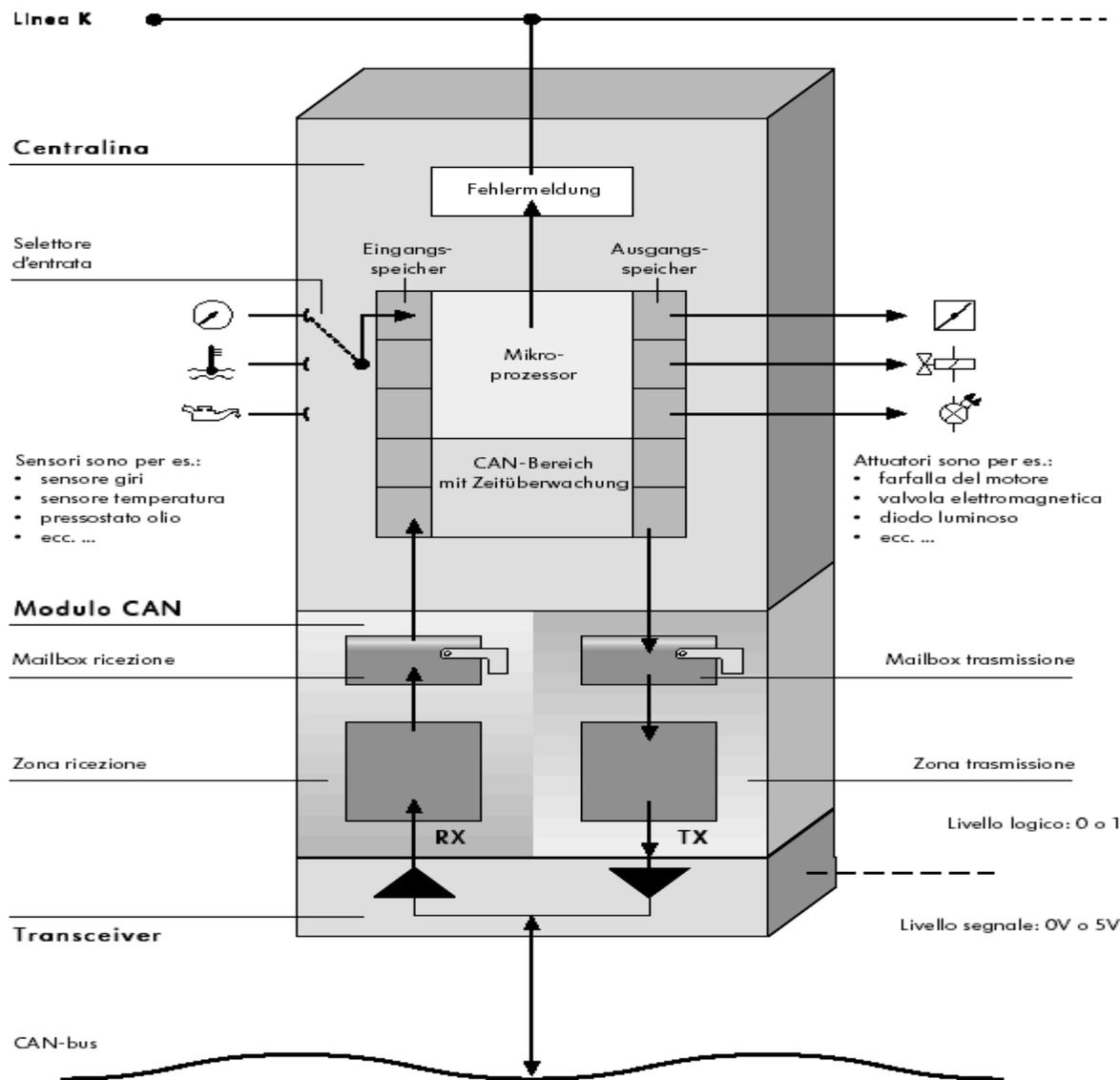
Sono normali cavi in rame, bidirezionali e servono per la trasmissione dei dati.

Esse vengono definite **CAN-high** e **CAN-low**

## Terminali per bus dati

è una resistenza ed impedisce i disturbi dovuti ai fenomeni di riflessione durante la trasmissione ad alta frequenza dei dati.

# Trasmissione dati CAN



# Come nasce un protocollo dati

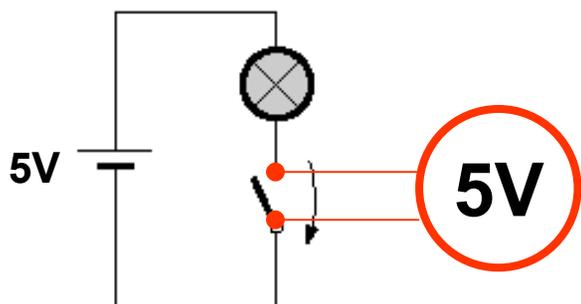


Il protocollo dati è costituito da un certo numero di bit allineati.

Mediante una combinazione di “0” e “1” è possibile creare una sequenza di informazioni con un sistema simile al codice “Morse” (“.” e “-”)

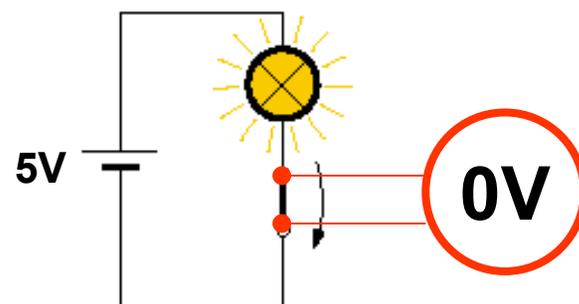
Facciamo un esempio utilizzando un interruttore ed una lampada; l’interruttore corrisponde al **trasmettitore** e la lampada al **ricevitore**.

Esistono soltanto 2 stati:



- interruttore aperto
- lampada spenta
- tensione nel circuito di 5 V

**Designiamo questa condizione con “1”**



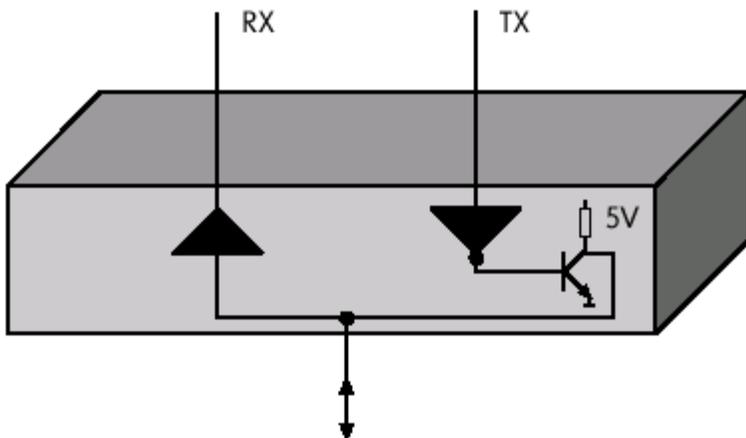
- interruttore chiuso
- lampada accesa
- tensione nel circuito di 0 V

**Designiamo questa condizione con “0”**

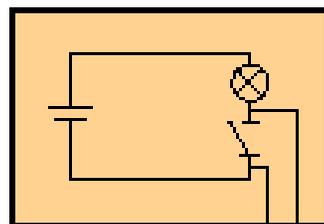
# Concetto del messaggio digitale



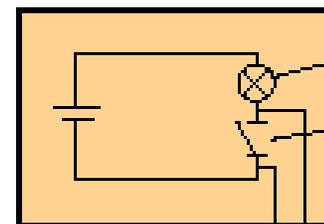
## IN TRASMISSIONE MESSAGGIO



## Can-Transceiver



## Can-Transceiver



Receiver

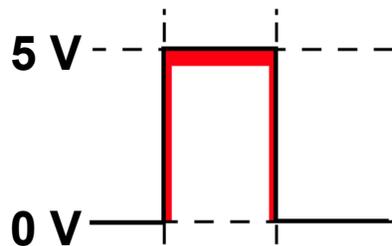
Transmitter



Nel CAN-bus dati il principio di funzionamento è lo stesso.  
Il **transceiver** è in grado di generare due condizioni di stato :

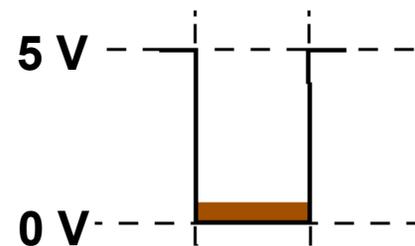
### Bit con valore "1"

- Transceiver aperto
- Tensione linea BUS ca. **5 volt**

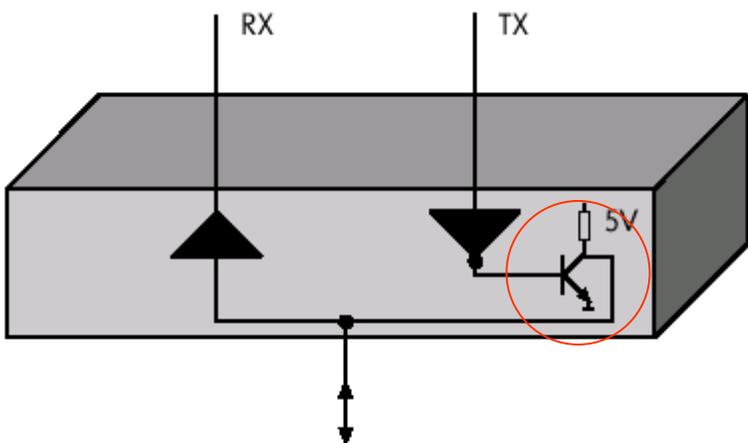


### Bit con valore "0"

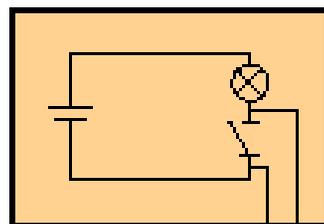
- Transceiver chiuso
- Tensione linea BUS ca. **0 volt**



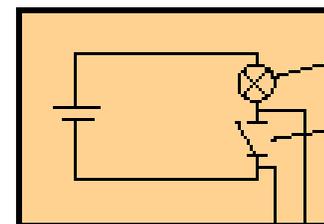
# Concetto del messaggio digitale



Can-Transceiver

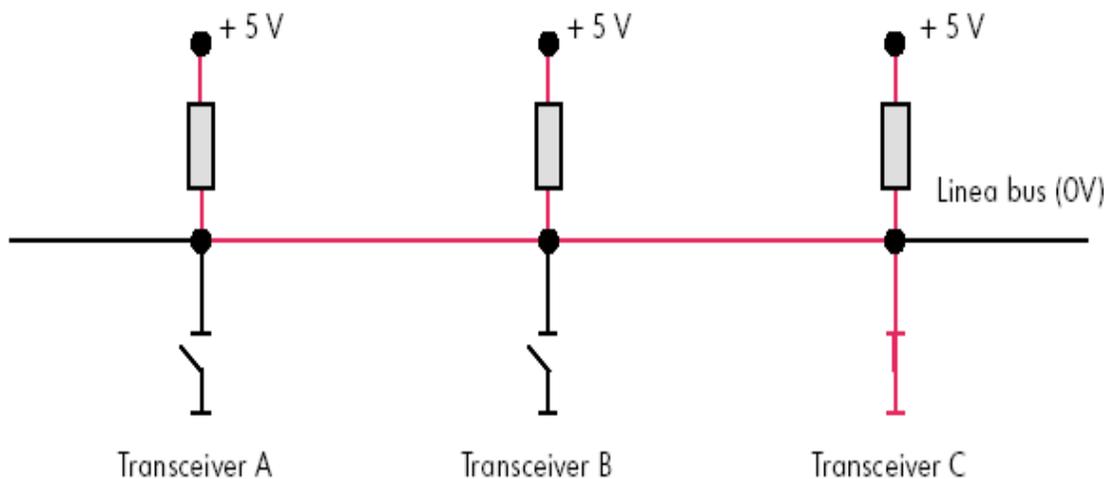


Can-Transceiver



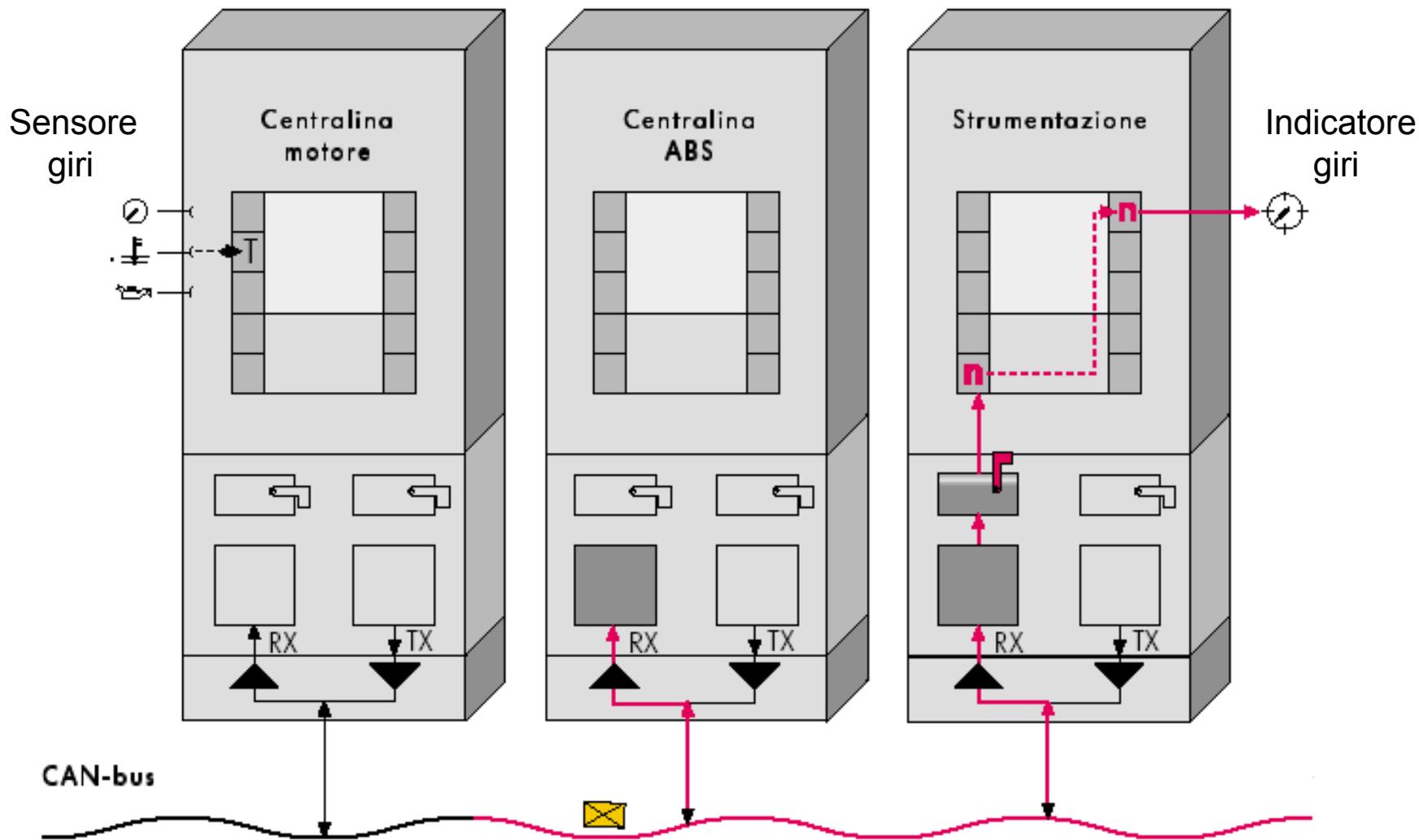
Receiver

Transmitter



- Quando è **chiuso** un interruttore qualsiasi, **fluisce corrente attraverso le resistenze**. Sulla linea bus si regola una **tensione di 0V**.
- Se sono **aperti tutti gli interruttori non fluisce corrente**. All resistenza non vi è caduta di tensione. Pertanto, **sulla linea bus si regola una tensione di 5V**.

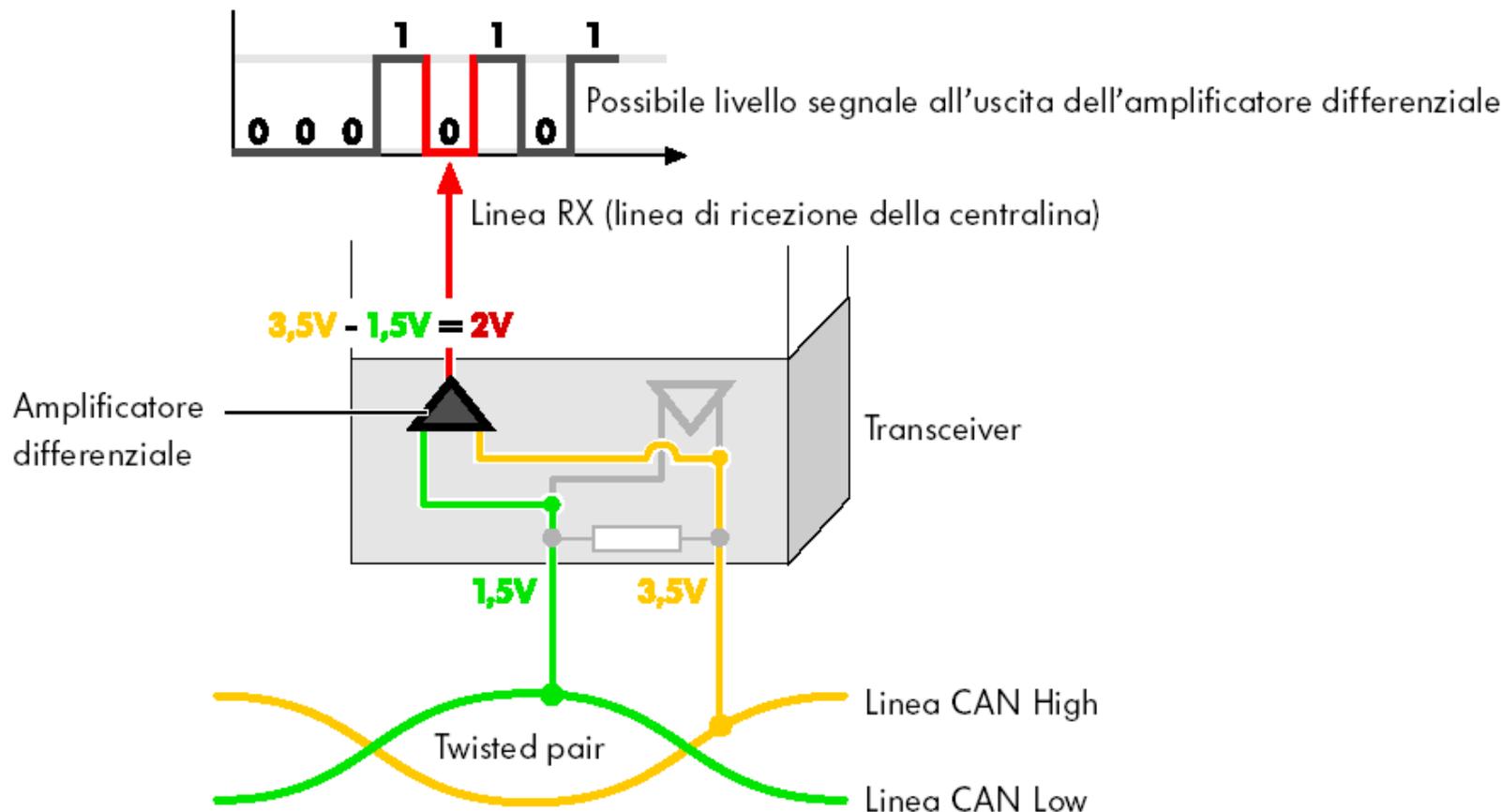
# Trasmissione e Ricezione del messaggio digitale



# Particolarita' del transceiver Bus-Drive

## IN RICEZIONE DEL MESSAGGIO

### L'amplificatore differenziale del bus dati CAN Trasmissione

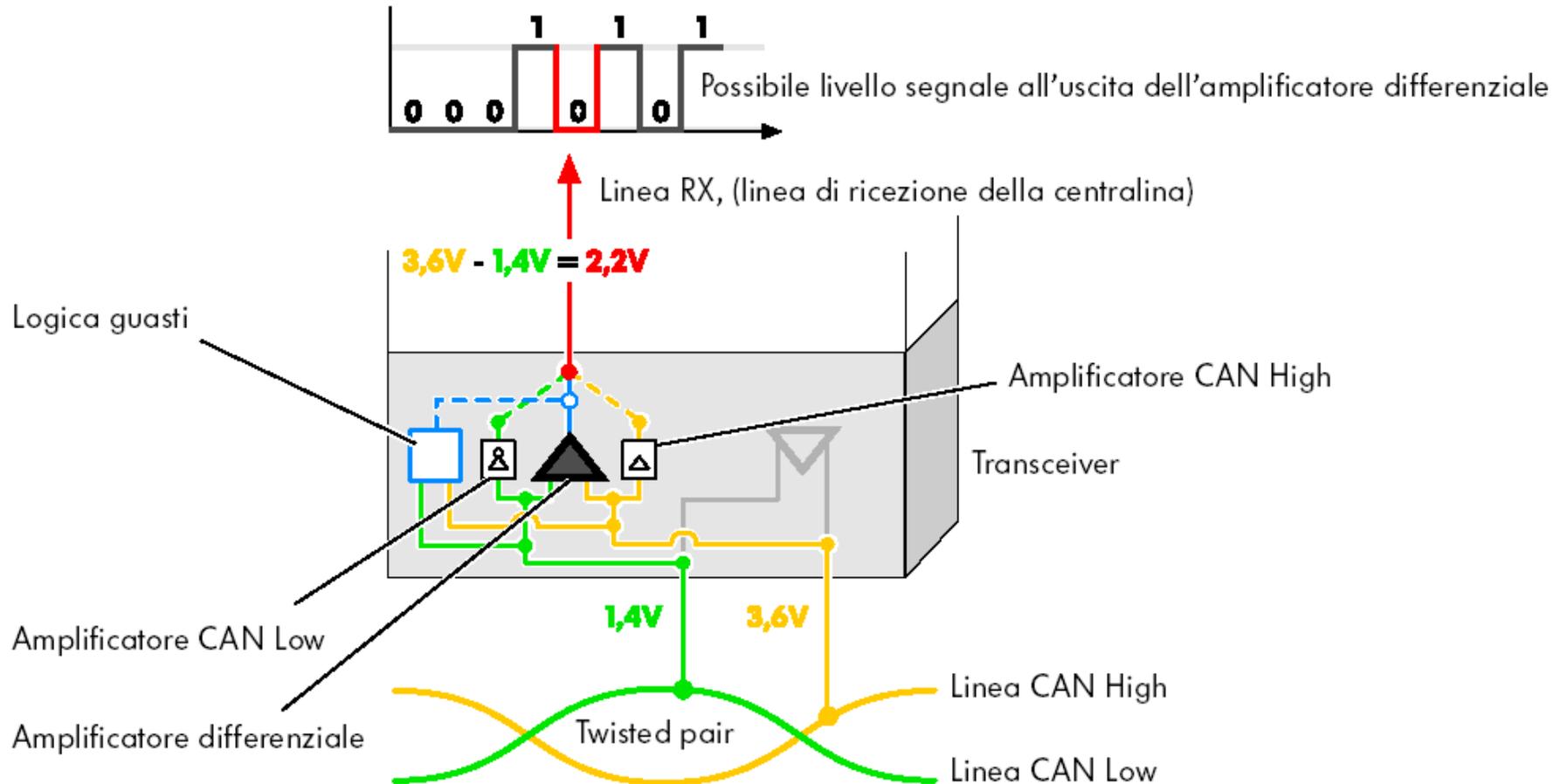


# Particolarita' del transceiver Bus-Comfort/info



## IN RICEZIONE DEL MESSAGGIO

### Struttura del transceiver del bus dati CAN Comfort/Infotainment



# Esempi di informazioni



Versione possibile	2° bit	1° bit	Grafico	Informazione sulla condizione dell'alzacristalli	Informazione sulla temperatura del liquido di raffreddamento
Uno	0 Volt	0 Volt		in movimento	10°C
Due	0 Volt	5 Volt		fermo	20°C
Tre	5 Volt	0 Volt		nella zona d'arresto	30°C
Quattro	5 Volt	5 Volt		nel riconoscimento bloccaggio in alto	40°C

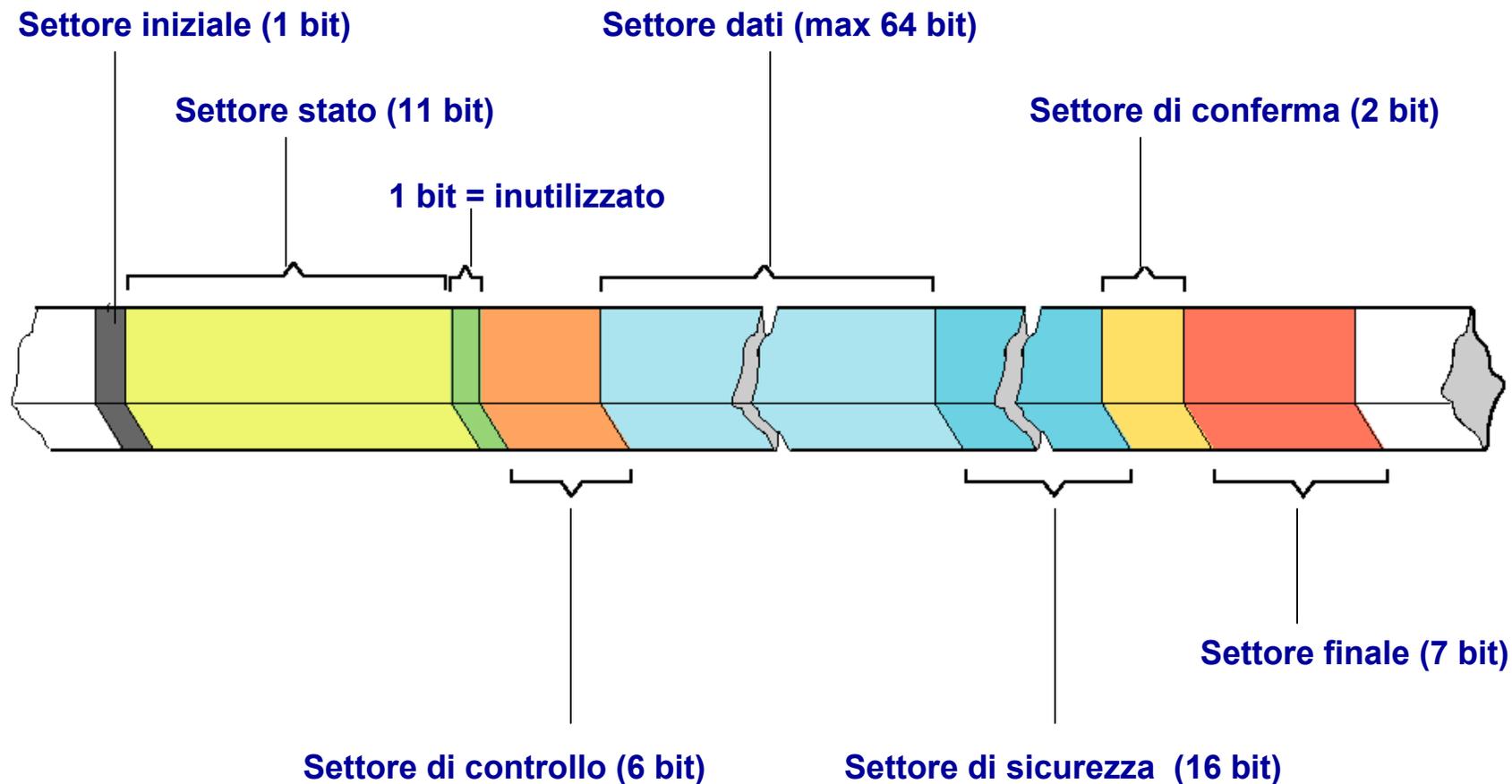


La tabella sottostante, prendendo come esempio una informazione di temperatura, mostra come con ogni bit aggiunto, aumenta il numero delle combinazioni.

Con ogni bit in più raddoppia il numero di informazioni possibili

Versioni di bit con 1 bit	Informazione possibile	Versioni di bit con 2 bit	Informazione possibile	Versioni di bit con 3 bit	Informazione possibile
0 Volt	10°C	0 Volt, 0 Volt	10°C	0 Volt, 0 Volt, 0 Volt	10°C
5 Volt	20°C	0 Volt, 5 Volt	20°C	0 Volt, 0 Volt, 5 Volt	20°C
		5 Volt, 0 Volt	30°C	0 Volt, 5 Volt, 0 Volt	30°C
		5 Volt, 5 Volt	40°C	0 Volt, 5 Volt, 5 Volt	40°C
				5 Volt, 0 Volt, 0 Volt	50°C
				5 Volt, 0 Volt, 5 Volt	60°C
				5 Volt, 5 Volt, 0 Volt	70°C
				5 Volt, 5 Volt, 5 Volt	80°C

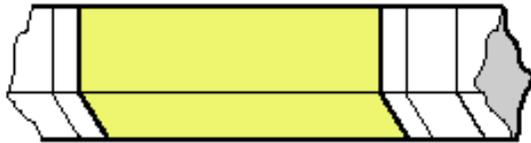
# Composizione di un protocollo dati





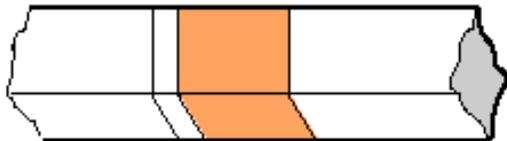
## SETTORE INIZIALE:

segna l'inizio del protocollo dati. Sulla linea CAN-High viene trasmesso un bit di ca. 5 Volt (dipendente dal sistema) e sulla linea CAN-Low viene trasmesso un bit di ca. 0 Volt



## SETTORE DI STATO:

viene determinata la priorità del protocollo di dati. Se, per es., due centraline vogliono inviare contemporaneamente un protocollo di dati, avrà la precedenza quello con maggiore priorità



## SETTORE DI CONTROLLO:

si trova il numero delle informazioni contenute nel settore dati. In questo modo ciascun destinatario può controllare se ha ricevuto tutte le informazioni

# Contenuti di un protocollo



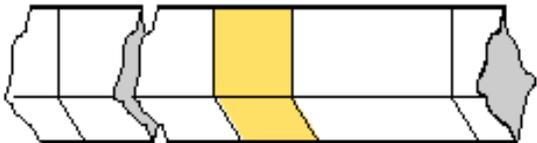
## SETTORE DATI:

vengono **trasmesse informazioni** per le altre centraline collegate



## SETTORE DI SICUREZZA:

serve per **riconoscere disturbi** nella trasmissione; vengono inviate le informazioni in forma “compressa”



## SETTORE DI CONFERMA:

i destinatari segnalano all'emittitore di avere ricevuto correttamente il protocollo dati. Se venisse riconosciuto un errore, verrebbe segnalato all'emittitore che ripeterebbe la trasmissione



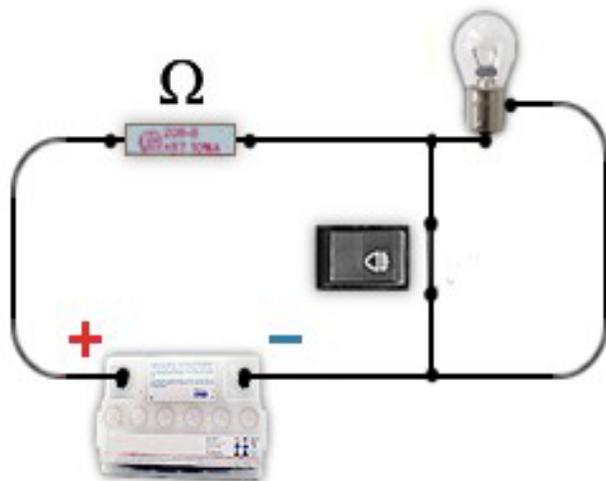
## SETTORE FINALE:

**termina il protocollo dati.** Questa è l'ultima possibilità di comunicare errori che comportano una ripetizione

# Il principio della “logica negativa”



## Segnale dominante



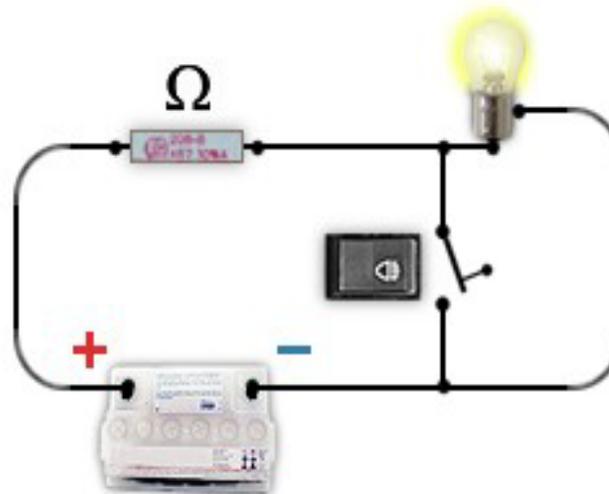
- Interruttore chiuso
- Lampadina spenta

Condizione con  
valore

0

- Transceiver chiuso
- Tensione sulla linea dati  
ca. 2 V o 3 V nel bus comfort  
ca. 1,5 o 3,5 V nel bus drive

## Segnale recessivo



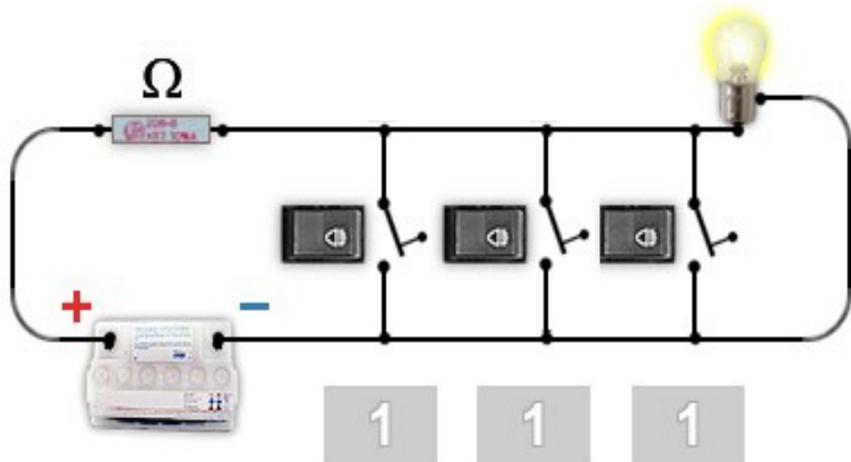
- Interruttore aperto
- Lampadina accesa

Condizione con  
valore

1

- Transceiver aperto
- Tensione sulla linea dati  
ca. 0 V o 5 V nel bus comfort  
ca. 2,5 V nel bus drive

# Motivo della “Dominanza 0”

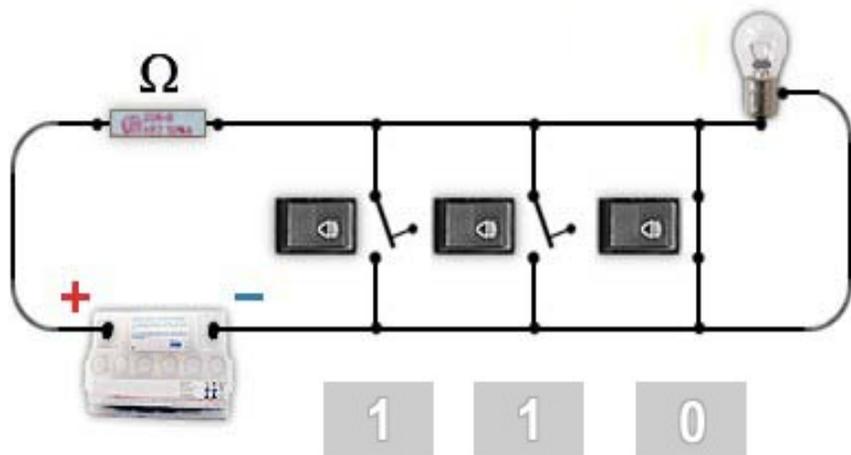


Al sistema CAN-bus dati sono sempre allacciate diverse centraline.

Solo se **tutte** le centraline trasmettono un bit „1“, l'informazione sul bus è logicamente „1“.

➤ BIT „0“ = **dominante**

➤ BIT „1“ = **recessivo**



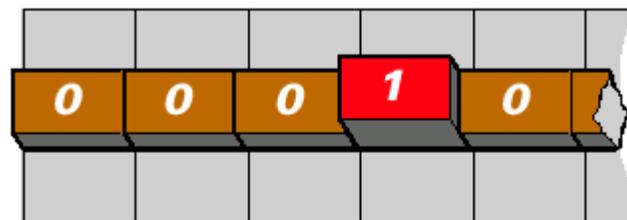
Se almeno **una** centralina trasmette un bit „0“, il segnale sulla linea bus è logicamente „0“.

L'informazione „0“ di quell'una centralina ricopre l'informazione „1“ delle altre centraline.

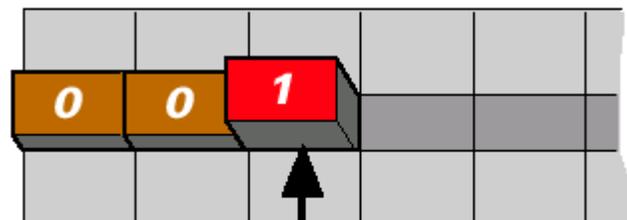
# Assegnazione della priorità



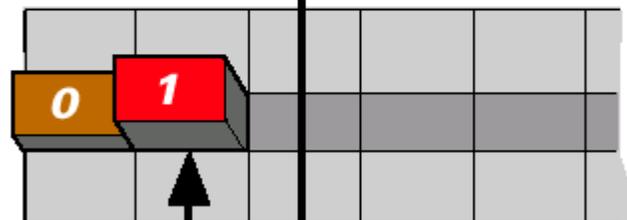
Centralina ABS



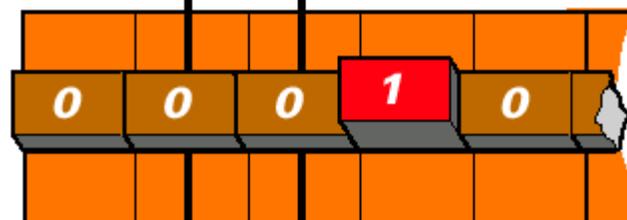
Centralina motore



Centralina cambio



Linea bus dati



Centralina cambio perde

Centralina motore perde

- Tutte e tre le centraline iniziano contemporaneamente a trasmettere il loro protocollo dati.
- Nel contempo confrontano ciascun bit sulla linea bus.
- Se una centralina trasmette un bit di basso valore e riconosce un bit di maggiore valore, cessa la trasmissione e diventa ricevitore.



Basso valore



Alto valore

# Denominazione delle linee

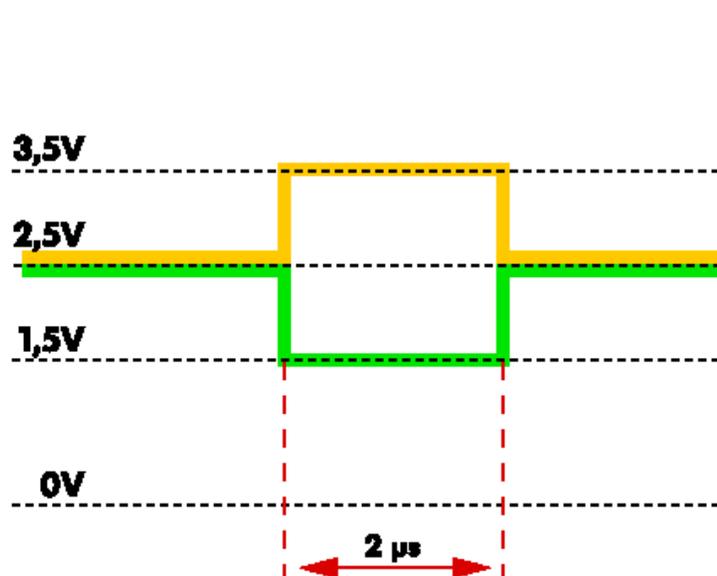


Abbiamo visto che il segnale **CAN bus** viene trasmesso attraverso 2 fili (bifilare), distinti in **CAN HIGH** e **CAN LOW**.

Viene definita linea **HIGH**, quel segnale che durante la trasmissione **aumenta** il livello di tensione (esempio da 0 a 5V)

Viene definita linea **LOW**, quel segnale che durante la trasmissione **diminuisce** il livello di tensione (esempio da 5 a 0V)

Andamento segnale sul bus dati CAN (esempio: bus dati CAN Trasmissione)



In stato dominante la linea CAN High sale a circa 3,5V

In stato recessivo le due tensioni sono a circa 2,5V (livello di riposo)

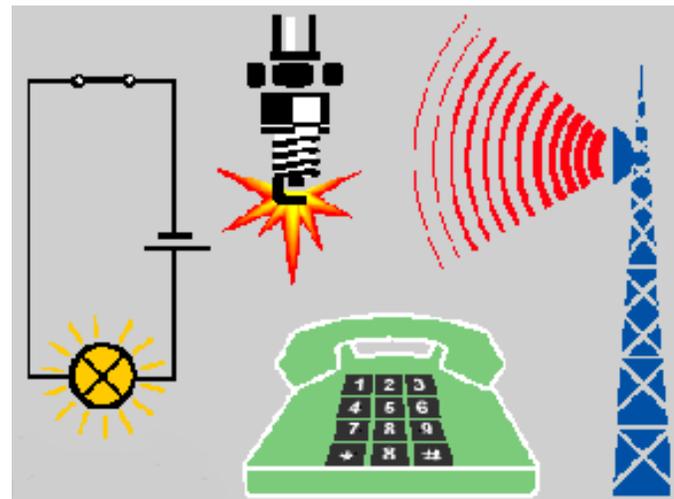
In stato dominante la linea CAN Low scende a circa 1,5V

S269\_005

# Perché la trasmissione avviene con 2 cavi



Componenti elettrici del veicolo possono provocare disturbi, durante il loro funzionamento. Altre fonti di disturbo possono essere esterne cioè telefoni, stazioni emittenti ed ogni altro apparato che emetta onde elettromagnetiche

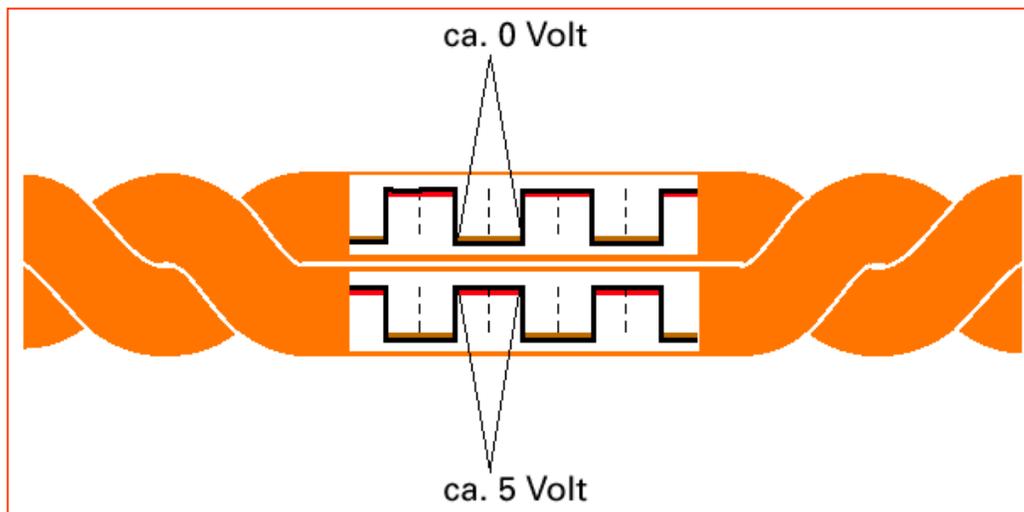


Su entrambe le linee, vengono inviati gli stessi dati, con segnali “positivi”.

Per impedire disturbi sulla trasmissione dati, le due linee bus vengono intrecciate. Ciò impedisce l’influsso di irradiazioni.

La tensione su una delle due linee è sempre opposta a quella dell’altra. Questo significa che su una linea avremo ca. 0 Volt mentre sull’altra ci sarà una tensione di ca. 5 Volt e viceversa.

- La somma delle tensioni rimane così sempre costante ed un eventuale disturbo esterno, interessando le due linee nell’identico modo, non causerà nessun inconveniente di trasmissione.



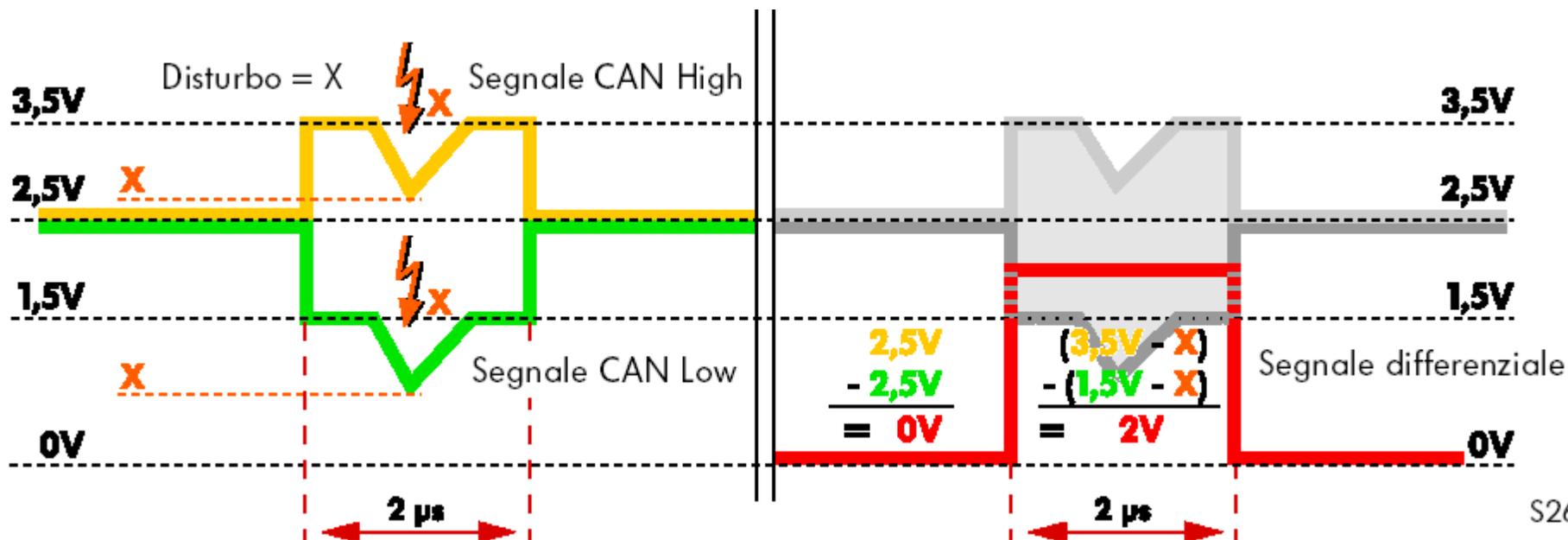
# Perché la trasmissione avviene con 2 cavi



## Filtraggio di disturbi nell'amplificatore differenziale sull'esempio del bus dati CAN Trasmissione

Segnale con impulso di disturbo a monte dell'amplificatore differenziale

Lo stesso segnale pulito all'uscita dall'amplificatore differenziale



S26

Nella figura sopra l'effetto di questo tipo di trasmissione è chiaramente visibile. Dato l'intreccio fra le linee di CAN High e CAN Low (twisted pair), un impulso di disturbo  $X$  agisce sempre in maniera uniforme sulle due linee. Poiché nell'amplificatore differenziale viene sottratta la tensione sulla linea CAN Low ( $1.5V - X$ ) dalla tensione sulla linea CAN High ( $3.5V - X$ ), l'impulso di disturbo viene eliminato in fase di elaborazione e quindi non compare più nel segnale differenziale.  $(3.5V - X) - (1.5V - X) = 2V$



**FINE**