

# CAN BUS 的 原理與應用

主講人 王晨原 應用工程師

[fae@leaptronix.com](mailto:fae@leaptronix.com)

(02)2999-3837#57

2007.01

# 流程

- 概念
- 原理
- 發展動機
- 傳輸速率與距離
- 使用場合
- 協定格式
- 應用架構
- 動作程序
- CAN Bus 優點
- 未來趨勢
- 結論
- 名詞小百科

# 概 念

# CAN BUS 簡介

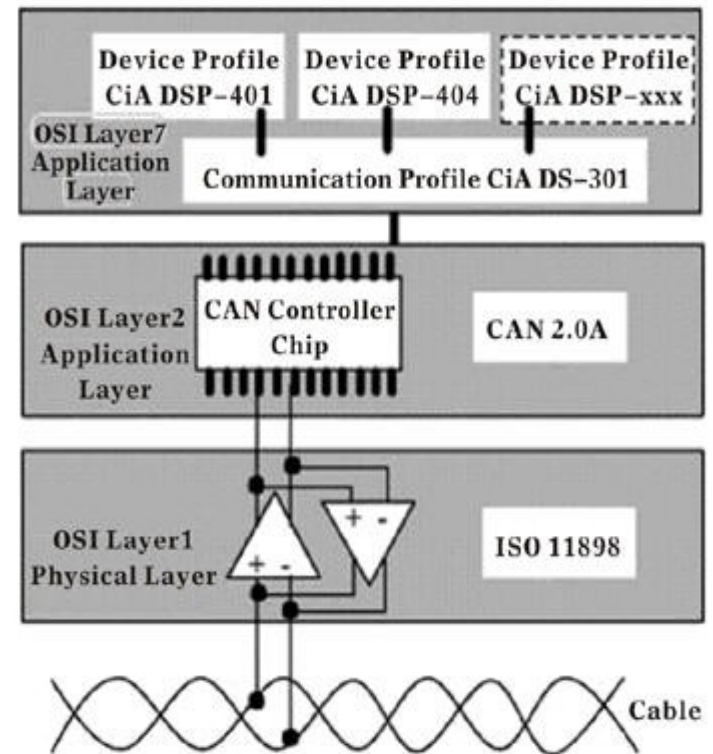
- CAN BUS: Controller area network(ISO-11898)  
是起緣於 80 年代，由國際標準化組織 (ISO) 所發佈，是一種應用於極嚴苛環境下的傳輸匯流排，它能在電氣條件惡劣或是不穩定的狀況下依然提供相當穩定的傳輸量，所以常用於各種交通工具的控制系統中。簡單來說，就是利用雙線差動 (two-wire differential) 傳輸的技術規格，當某個差動匯流排訊號線斷路、接地或搭上電源線時，仍提供持續傳送訊號

# 原 理

# CAN BUS 原理

- 物理層與資料連結層  
物理層 – 負責實體信號傳輸解碼與位元同步  
資料連結層 – 負責匯流排仲裁、資料安全偵測與防止錯誤資料傳送

OSI模型中，CAN標準與CANopen協定之間關係圖



資料來源：國際標準化組織，2006/1

# 發展動機

# 發展動機

- 目前使用的汽車線束 (Hard-wired)，在車內形成高複雜度的車內網路，雖然解決車上傳輸基本需求，卻會增加車輛重量、成本與引響車子性能。
- 採用 CAN Bus 能大幅縮減電線使用量，減少許多線路上的接點，讓早期歐系車線路不良通病的發生機率大幅降低



# 傳輸速率與距離

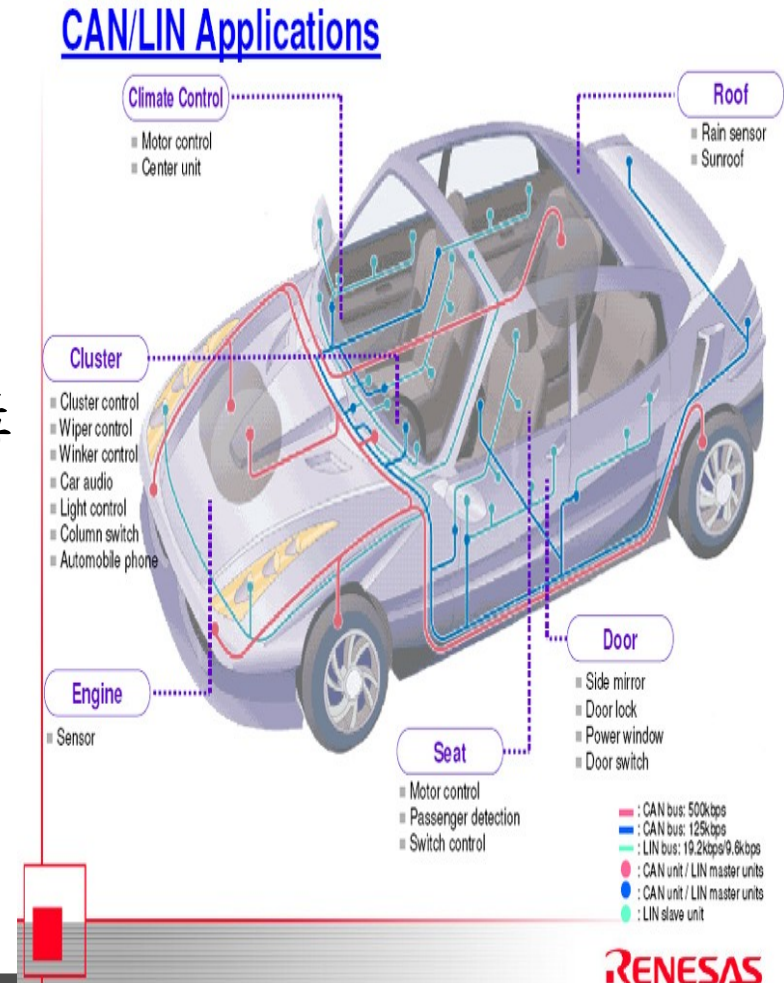
# 傳輸速率與距離

Bit Rate ( Kbit / s )	Bus Length (M)
1000	30
500	100
250	250
125	500
62.5	1000
5	10000

# 使用場合

# 使用場合

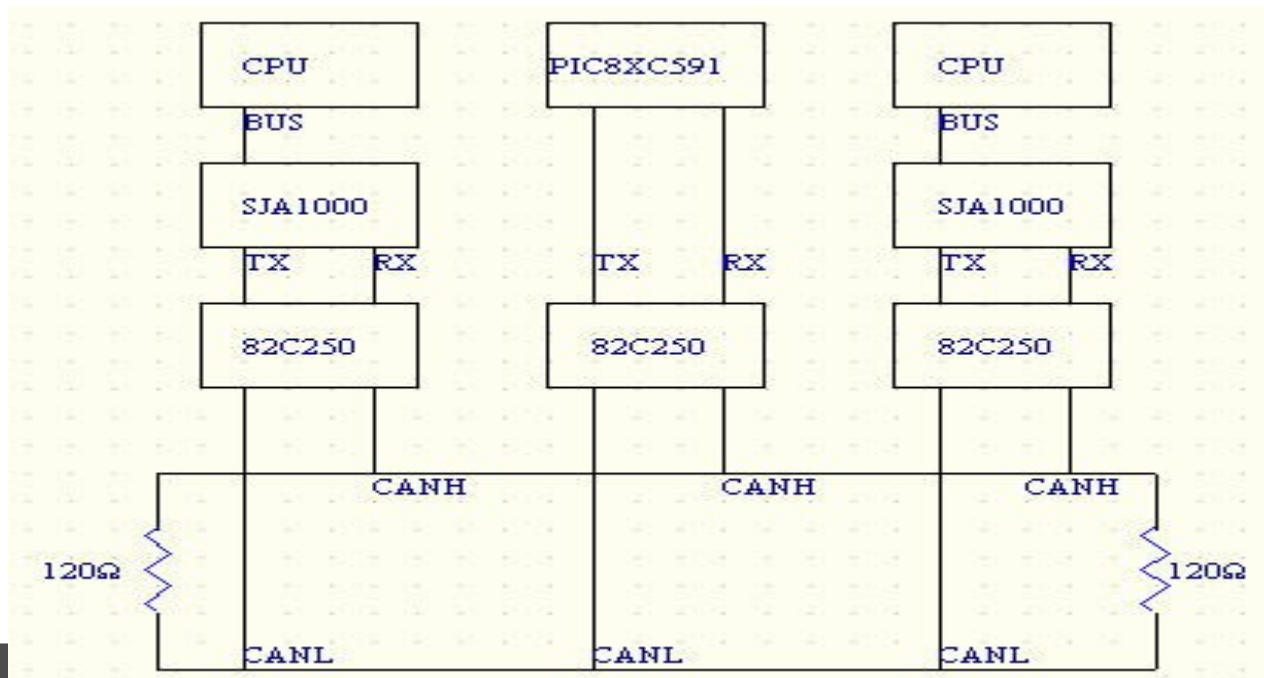
- 短距離高使用率的通訊環境
- CAN Bus 包含三種  
  高速 (HSCAN):  
  用於安全性與操控性的架構  
  中速 (MSCAN):  
  用於音響與空調的架構  
  低速 (LSCAN):  
  用於輔助性的配備



# 協定格式

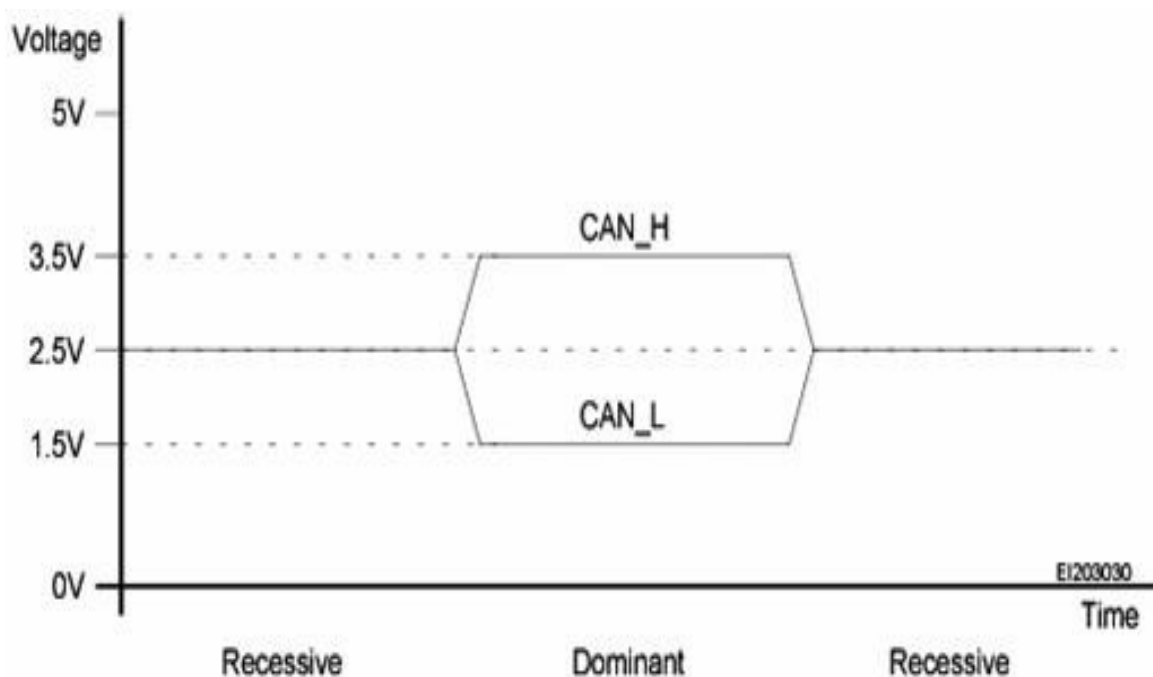
# 連接示意圖

- CAN 是經由 82C250 作為共同連接點，經由 CANH 與 CANL 兩條線來傳送差動 (Differential) 訊號，並於頭尾端各加一顆 120 ohm 的終端電阻



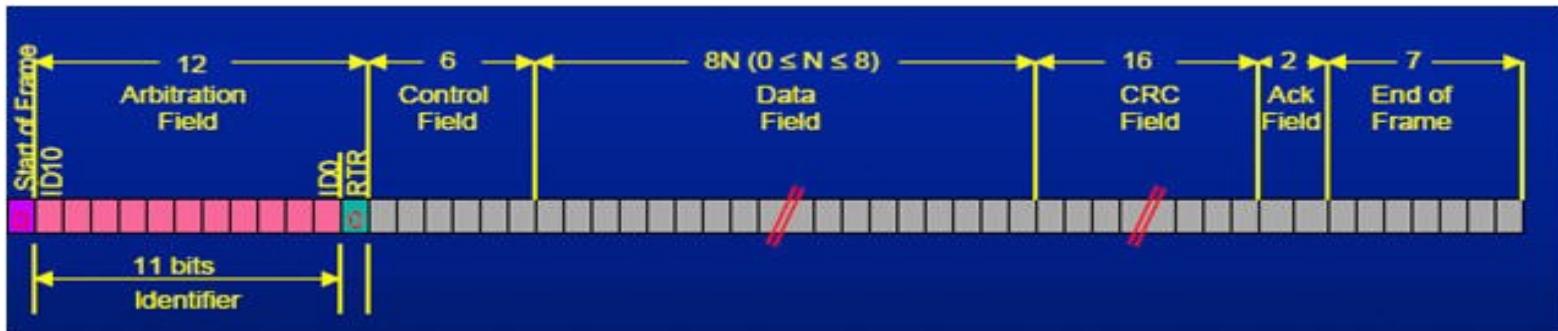
# CAN 輸出準位

- CANH 與 CANL 的電壓均為 2.5V，表示“1”
- CANH = 3.5V 與 CANL = 1.5V，表示“0”

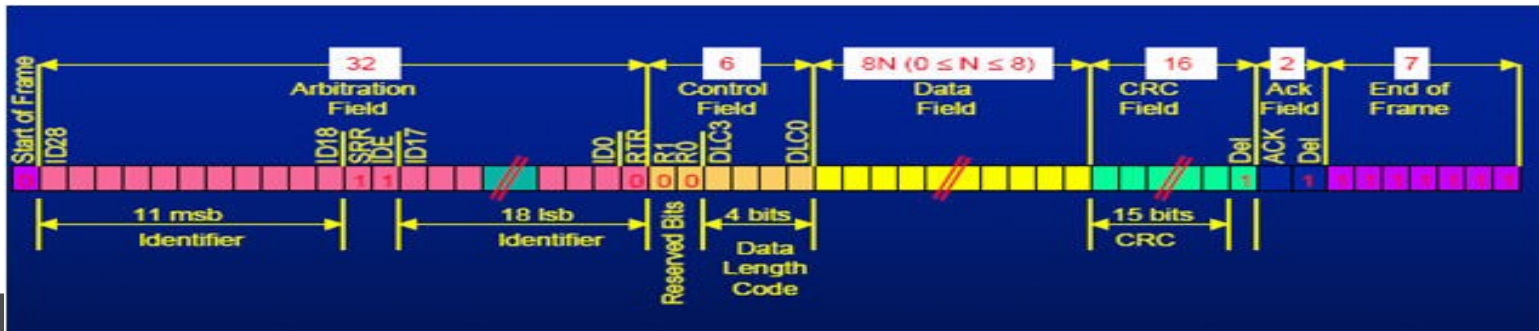


# 協定格式

- CAN BUS 有 2.0A 版與 2.0B 版  
2.0A 版 (2.0 版 Part A Basic CAN)



2.0B 版 (2.0 版 Part B Full CAN)





# 協定格式

- 五種 Message Type

一般 CAN BUS 傳送的 MESSAGE，有以下五種：

1. 傳送資料的資料格式(Data Frame)
2. 向遠端要求資料的遠程格式(Remote Transmit Request Frame)
3. 向節點報告出錯的出錯格式(Error Frame)
4. 節點電路尚未準備好會要求延遲傳送的過載格式(Overload Frame)
5. 報文間的空隙(Interframe Space)

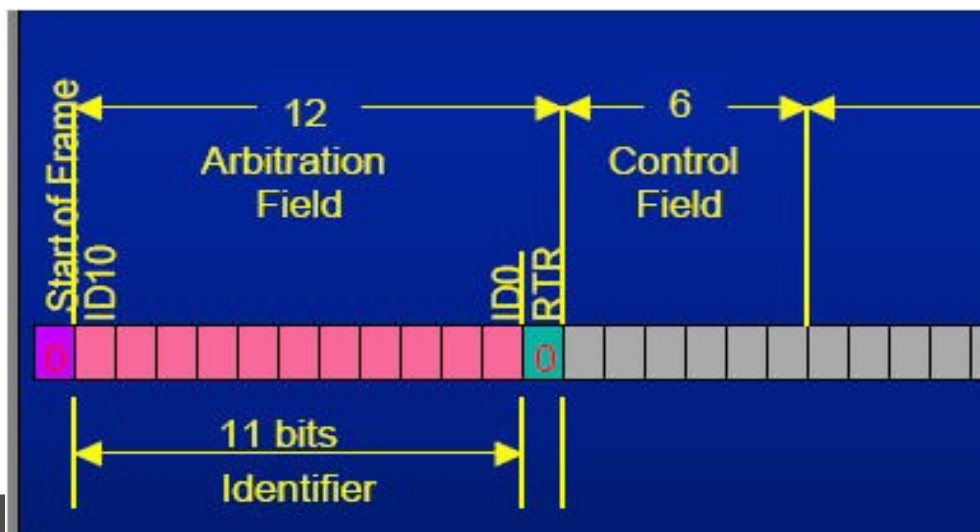
# 協定格式 -Data Frame

- 起始位元 Start of Frame (SOF)

SOF 一定是 “0”，表示節點開始傳送報文

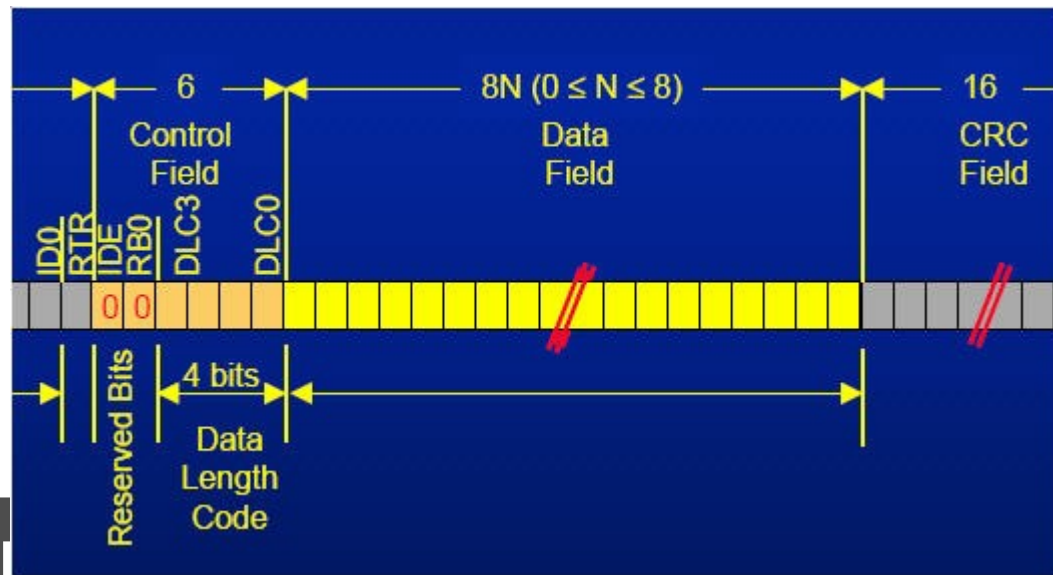
- 識別符 Arbitration Field

11 bits Identifier + 1 bit RTR，為優先判斷與資料接收與否的識別，RTR=0，表資料要傳出，RTR=1，表要遠端傳資料來



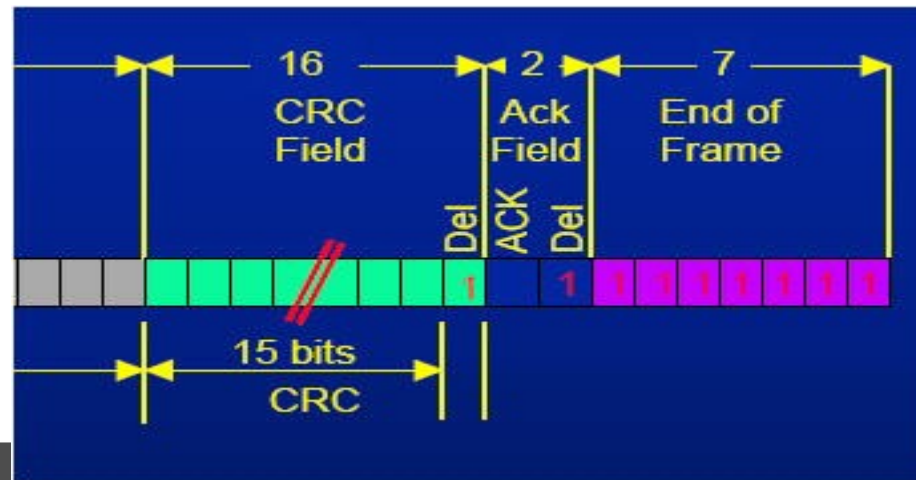
# 協定格式 -Data Frame

- 控制段的 IDE 與 RB0 是保留位元，一般為 “0”
- 4 bits Data Length Code 表示後續 Data 為多少 Bytes(0~8)
- 資料段只能傳 0~8 Bytes



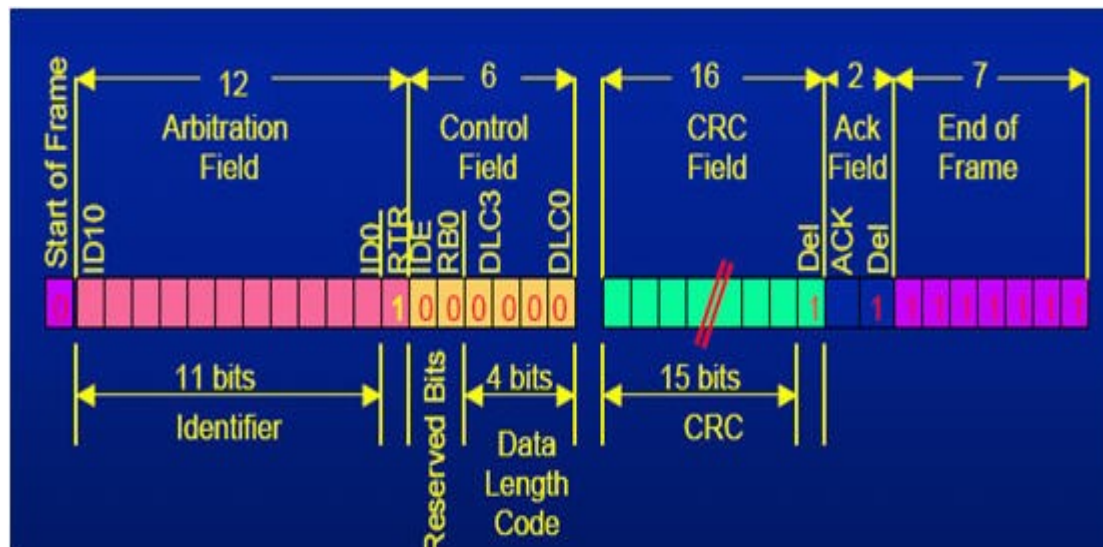
# 協定格式 -Data Frame

- CRC 驗證碼為 15 bits
- 應答段 (ACK) 為接收端回傳訊息，若接收成功則回傳 “0” 、 “1” ，傳送端就知道接收端以收到資料
- 結束段為 “1111111”



# 協定格式 -Remote Transmit Request Frame

- RTR=1，表向遠端要求資料的遠程格式
- DLC3~DLC0 為需回傳資料的 Data Bytes
- 此格式無資料段



# 協定格式 -Error Frame

CAN BUS 的錯檢查有五種

## 報文類檢查

### 1. CRC 檢查

將 SOF、識別符 Arbitration Field、控制段 Control Field 與資料段 Data Field 作 CRC 編碼，檢查是否相符

### 2. 應答檢查

ACK Field，檢查應答是否為"0"，"1"

### 3. 型式檢查：起始段、結束段、應答界定、CRC 界定

檢查起始段是否為"0"、結束段"1111111"、應答界定"1"、CRC 界定"1"

## 位級類檢查

### 1. 送出隱性訊號被顯性訊號覆蓋，標示符與應答段例外

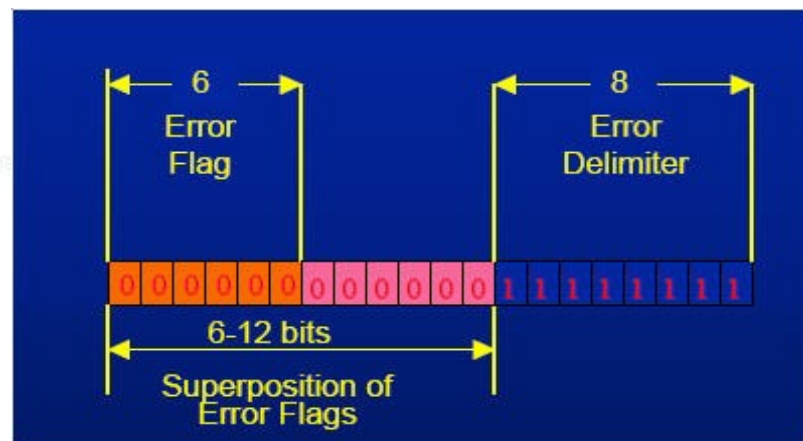
在標示符與應答段外的其他部分，送出的隱性訊號被顯性訊號覆蓋

### 2. 通過位填充，當有 5 個"0"或"1"後面必須接相反的訊號

經過位填充，上出現 6 個以上的"0"或"1"

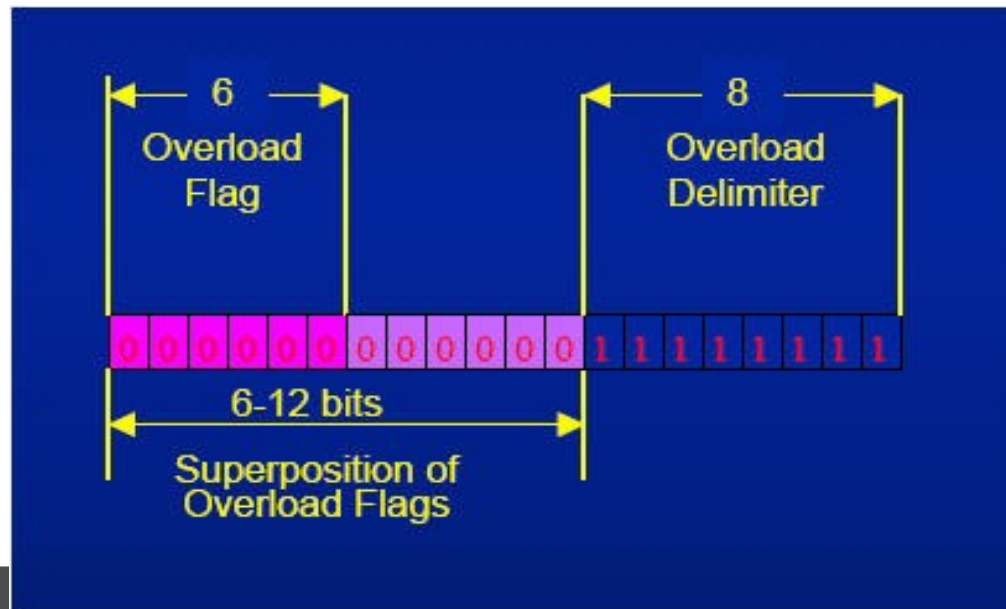
當檢查到有這五個其中一個時，該節點會發出六個"0"，此六個"0"違反位填充，使每個節點都接收到這個錯誤，然後放棄掉這一筆報文。

位填充為 CAN BUS 的一個特性，當一個報文內有 5 個"0"或"1"時，會於下一個位元自動填充相反的位元。



# 協定格式 - Overload Frame

- 節點處理資料中，對於下一筆資料需要延遲
- 閒歇期間檢測到 “0”
- 送完過載標誌，節點會發出 8 個 “1”，其他節點會發出 7 個 “1”



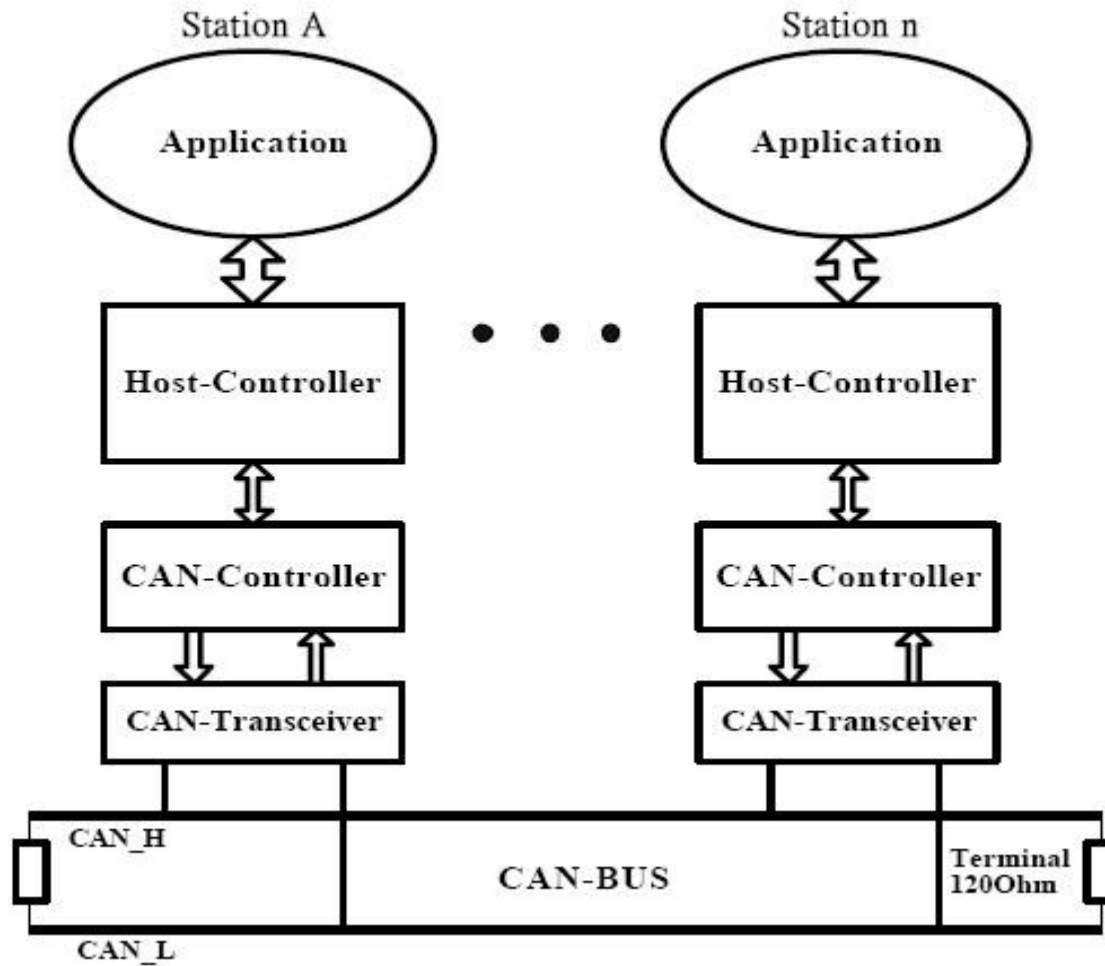
# 協定格式 - Interframe Space

- 空隙分為閒歇與 Bus 空閒兩種
- 閒歇為 7 個 “1” ，此期間不可傳送訊息（過載除外）
- Bus 空閒時任何節點都可送資料



# 應用架構

# 應用架構



# 應用架構

- Application: 節點應用之處，如車門、引擎...
- Host-Controller: 負責運算資料的電腦，如工業電腦、單晶片或 PC
- CAN-Controller: 負責處理 Host-Computer 的資料，並將資料傳給 CAN-Transceiver，如 Intel 82527、Philips SJA-1000
- CAN-Transceiver: 將 CAN-Controller 傳來的資料轉換成電子信號，並傳送到 Bus 上，相同的，也將 Bus 上的電子信號轉換給 CAN-Controller，如 Philips 82C250

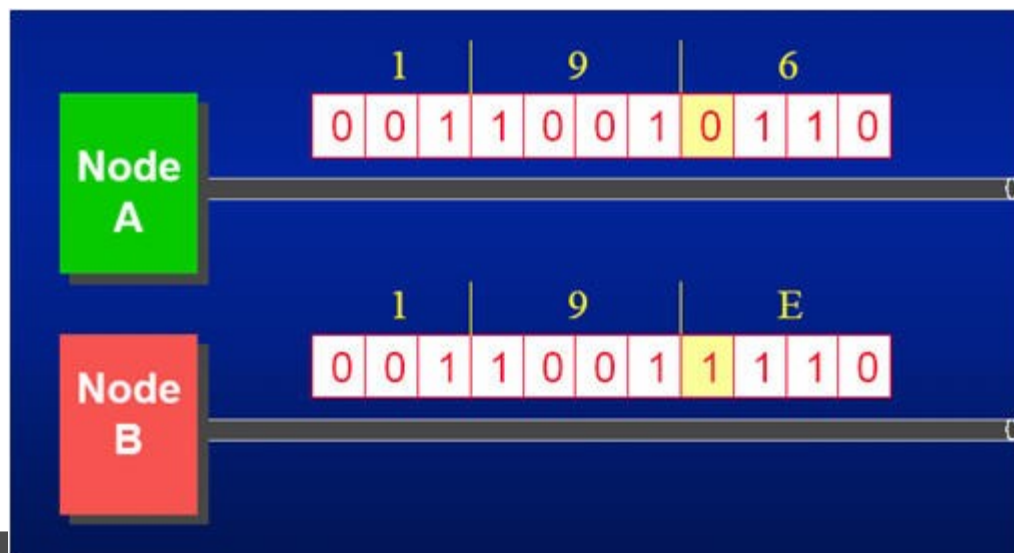
# 應用架構

- CAN-Bus: CAN 的電路只傳送位元 “0” 和位元 “1” 的狀態，只有兩條線分別為 CAN-H 和 CAN-L 的差動信號，使用銅絞線可以抵抗電磁干擾
- Terminal: 120 ohm 終端電阻，主要是防止資料送出去後反射破壞資料

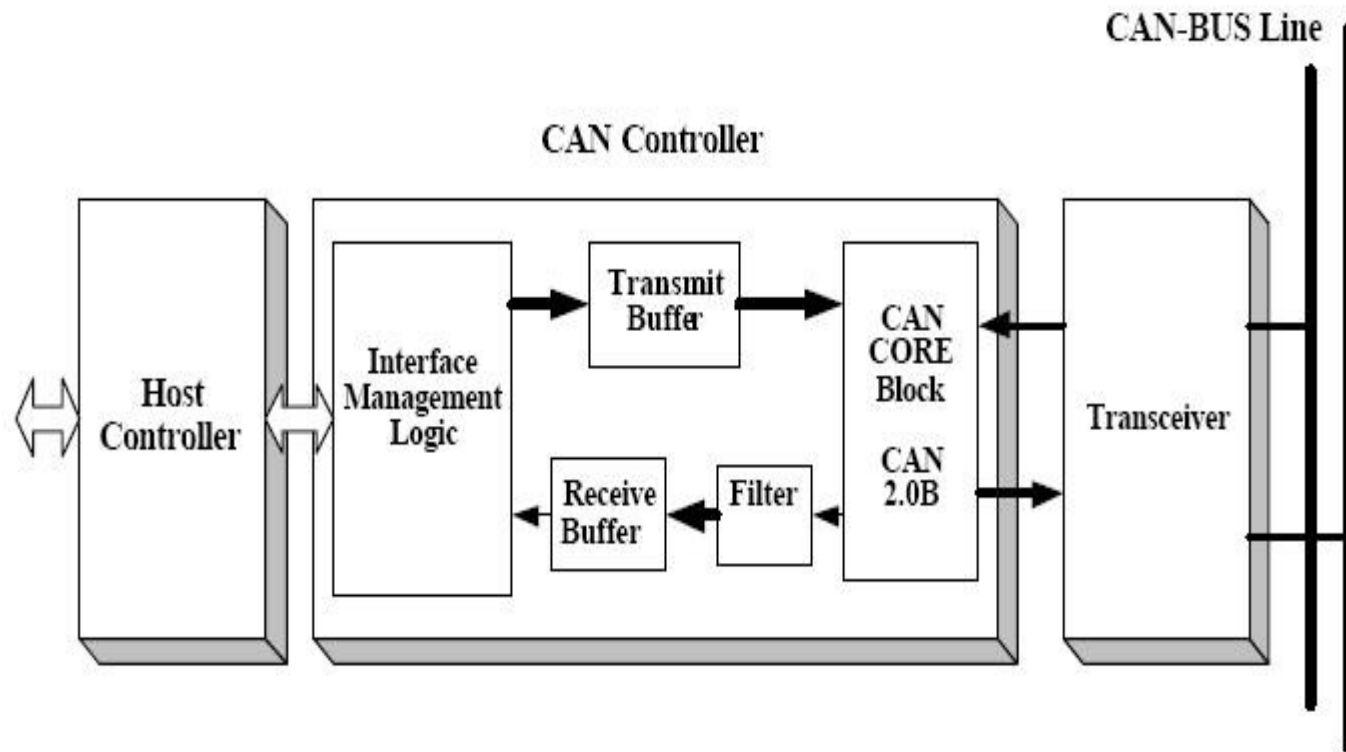
# 動作程序

# 動作程序 - 報文優先權比較

- 閒歇期間檢測到“0”，其他節點自動轉程監聽模式，直到該筆報文送完
- 採用 CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect) 方式仲裁優先權，ID 越小優先權越高
- 節點 A 優先權高於節點 B



# 動作程序 -CAN Controller 架構



# 動作程序 - 傳送

- Host-Controller 將傳送的資料送到 CAN-Controller
- CAN-Controller 透過 Interface Management Logic 將資料送到 Transmit Buffer 所在的暫存器位址
- CAN Core Block 將資料加入其他 CAN Bus 信息格式所需的資訊，如識別碼和 Data Length Code (DLC)，形成固定格式 (Frame) 的信息
- 最後 Transceiver 將信息轉成電子信號送到 Bus 上，此時一面傳送，一面也聆聽網路上的信號，當發現與所傳信號不符，便進入聆聽狀態



# 動作程序 - 接收

- 當 CAN Bus line 出現信息時，Transceiver 便將電子信號轉換並由 CAN Core Block 解讀，取得信息中的各項資訊
- 根據信息中的識別碼，Acceptance Filter 會過濾信息，決定是否接收可讓使用者自行設定
- 若該筆信息通過 Acceptance Filter，會送到 Receive Register 中，透過 Register polling 或中斷通知 Host-Controller 信息已送達
- 若要使用此筆資料，Host-Controller 會透過 Interface Management Logic 來取出 Receive Register 的資料

# CAN BUS 優點

# CAN BUS- 優點

- 接線簡單：只要兩條線便可以運作，並且有很高的工作效率，成本也相當低
- 傳輸距離遠且速度快：傳送距離 40 公尺內速度可達到 Mb/s，若傳送距離達 1000 公尺時，速度可達到 40kb/s
- 傳送資料即時：從送出傳送要求到開始傳送的等待時間很短，再加上設定優先權的方式，讓信息送達的時間可以預期
- 抵抗電磁干擾：CAN Bus 有相當好抵抗電磁干擾的能力

# CAN BUS- 優點

- 擴充性良好 :CAN Bus 協定是定義信息，而非定義站台方式，可以很輕易的增加站台，不必做任何軟體與硬體的修改
- 高可靠度 :CAN Bus 協定具有相當完善的偵錯與除錯的機制，且全都由硬體運作，可靠且增加使用的方便性

# 未來趨勢

# 未來趨勢 - TTCAN

- 車上的資料傳輸必須藉由動作或週期時間引發，Time-Triggered CAN(TTCAN) 不用同時開發兩個不同網路系統而重新定義另一套傳輸系統；因為傳統的 CAN 是基於事件發生而產生動作，CAN 協定結合觸發時效機制便產生了 TTCAN，讓同一時間位置只有一條信息傳輸

# 未來趨勢 - TTCAN



# 結 論



# 結 論

- 車內網路解決方案的發展過程中，CAN 協定發揮了強大而顯著技術能力，強化了汽車的性能與安全性，是車內網路系統的骨幹；CAN 協定在歐洲、北美與日本都獲得各車廠認可，在上述地區每 10 台汽車就有 7 台採用 CAN 網路協定

# 名詞小百科

# 名詞小百科

## ■名辭小百科：

•國際標準化組織（ISO）－是製作全球工商業建立標準及各國標準機構代表的國際標準機構，該組織並非是一個正式政府組織，而是以各會員國的標準機構及主要公司為主要會員。

•CAN in Automation (CiA)－CiA是一個提供技術標準重要的國際團體，並為組織策劃的活動。主要提供系統設備商、設備開發商、系統設計師、和終端用戶相關詢問服務。CiA組織內包括：公司財團、特殊興趣組織、非營利組織，和開發和維護CiA規格的工作小組。