

Protocolo CAN (*Controller Area Network*)

Conceitos e Programação

Renan Pedrosa – F S A E – CEFET-MG

Maio / 2010

Índice

- Introdução;
- Características;
- Camada Física;
- Acesso ao meio;
- Tipos de Quadros (*Frames*);
- Detecção e controle de erros;
- Padrões baseados no protocolo CAN;
- SAE J1939;
- Nós da rede CAN;
- Microcontrolador – PIC 18F258;
- Ambiente de programação;
- Rede CAN experimental;
- Referência Bibliográfica.

Introdução

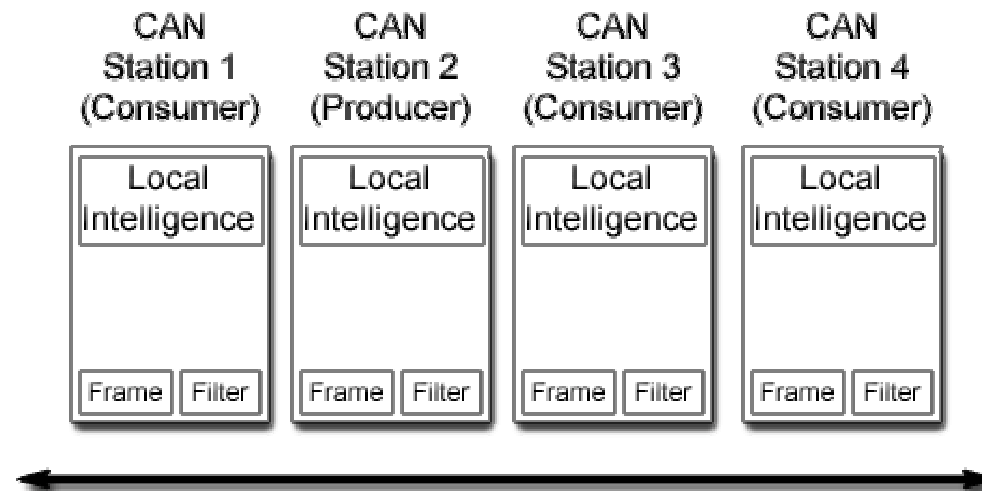
- CAN – desenvolvido pela empresa alemã Robert BOSCH e disponibilizado em meados dos anos 80;
- Seu objetivo era o de promover a interconexão entre dispositivos de controle em automóveis;
- Em poucos anos passou a ser usado em diversas áreas;
- Padronizado pela SAE (SAE J1939) e pela ISO (ISO 11898 e ISO 11519) no início da década de 1990.

Características (1)

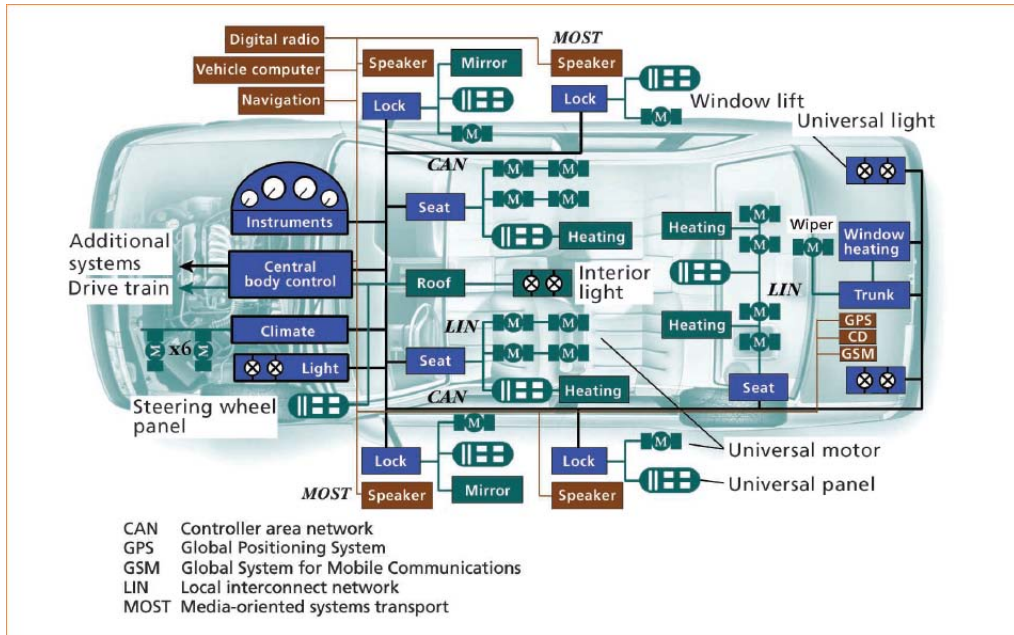
- Comunicação serial síncrona, com o uso de dois fios (CAN_H e CAN_L);
- Utilização de um método de arbitragem para acesso ao meio para transmissão de dados que evita colisões, define prioridade das mensagens e permite uma resposta rápida à necessidade de transmissão;
- Mecanismos de identificação de erros e de tolerância a faltas que permitem a implementação de redes bastante robustas;
- Flexibilidade para adição, remoção e mudança de dispositivos, que favorecem operações de manutenção e alterações no sistema;

Características (2)

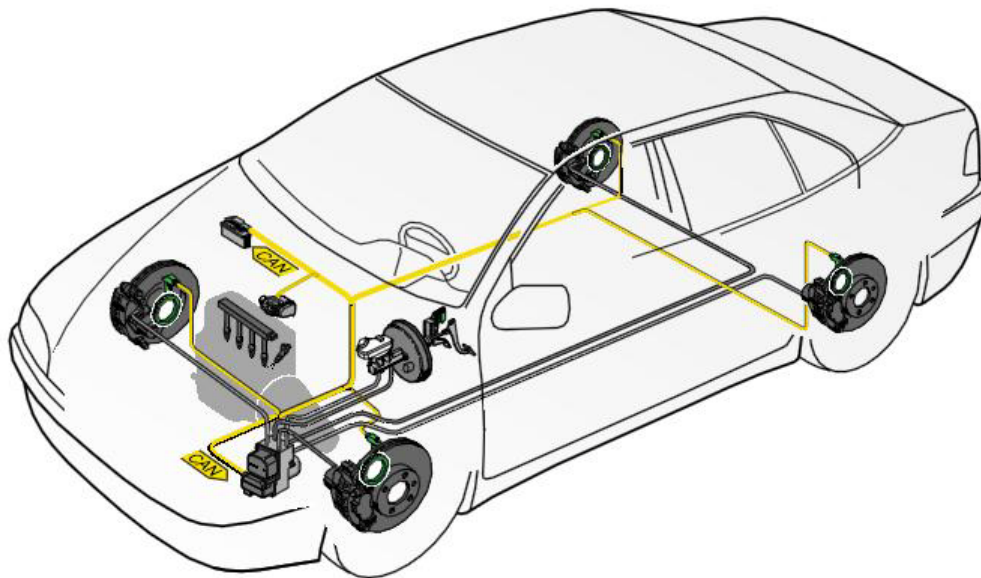
- Taxa de comunicação de até 1 Mb/s;
- Tamanho de dados por quadro otimizado, que permite a transmissão de dados comuns a dispositivos de sistemas de controle, com pequeno tempo de ociosidade para cada dispositivo;
- Permite comunicação *multicast*.



Rede Automotiva (1)

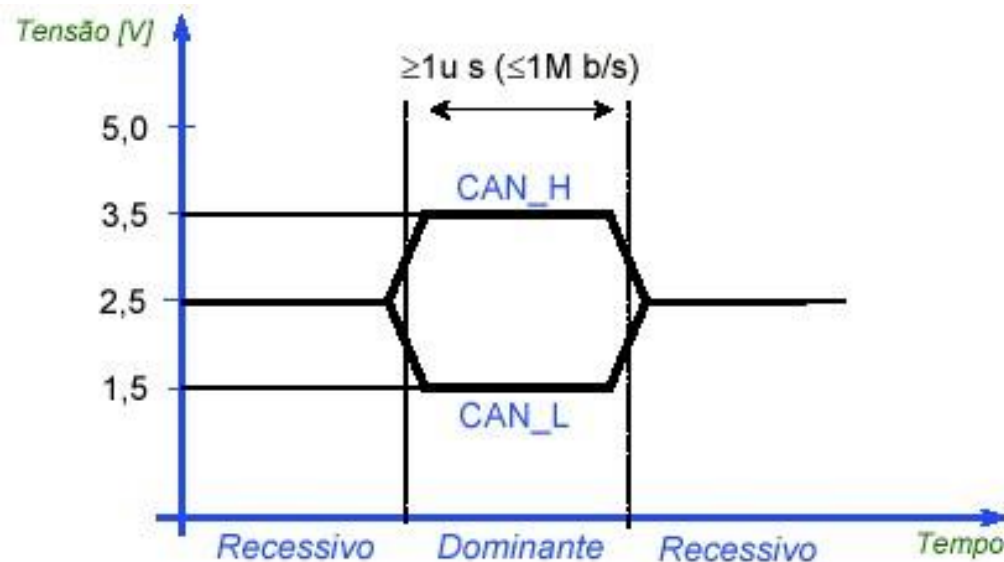


Rede Automotiva (2)



Camada Física (1)

- Codificação NRZ (*Non Return to Zero*)
 - cada bit (0 ou 1) é transmitido por um valor de tensão específico e constante.



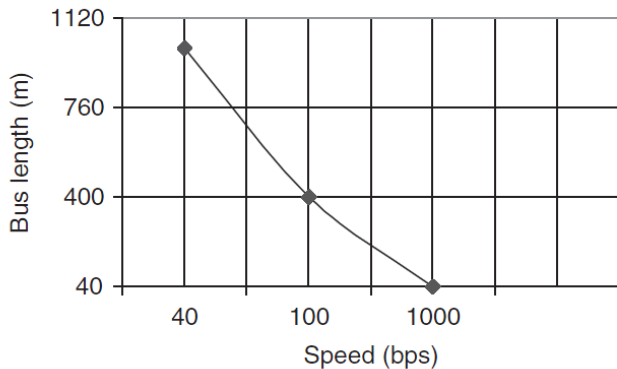
Camada Física (2)

- Regra de violação de bits – *Bit-Stuffing*
 - A cada cinco bits consecutivos com o mesmo valor, insere-se um bit invertido.

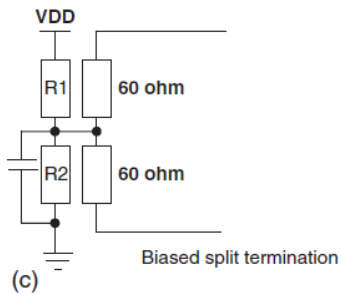
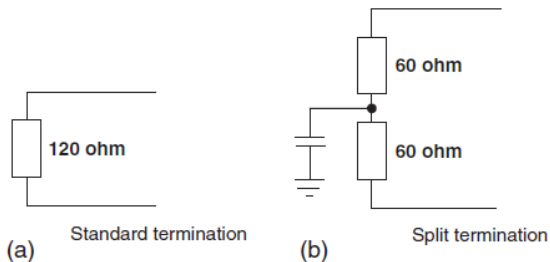
Dados da Mensagem: ...0100111111010...

Bit-Stuffing: ...01001111101010...

Comprimento do Barramento

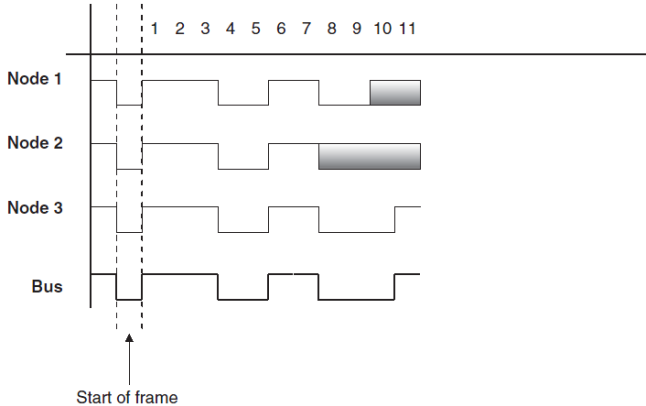


Terminações do BUS



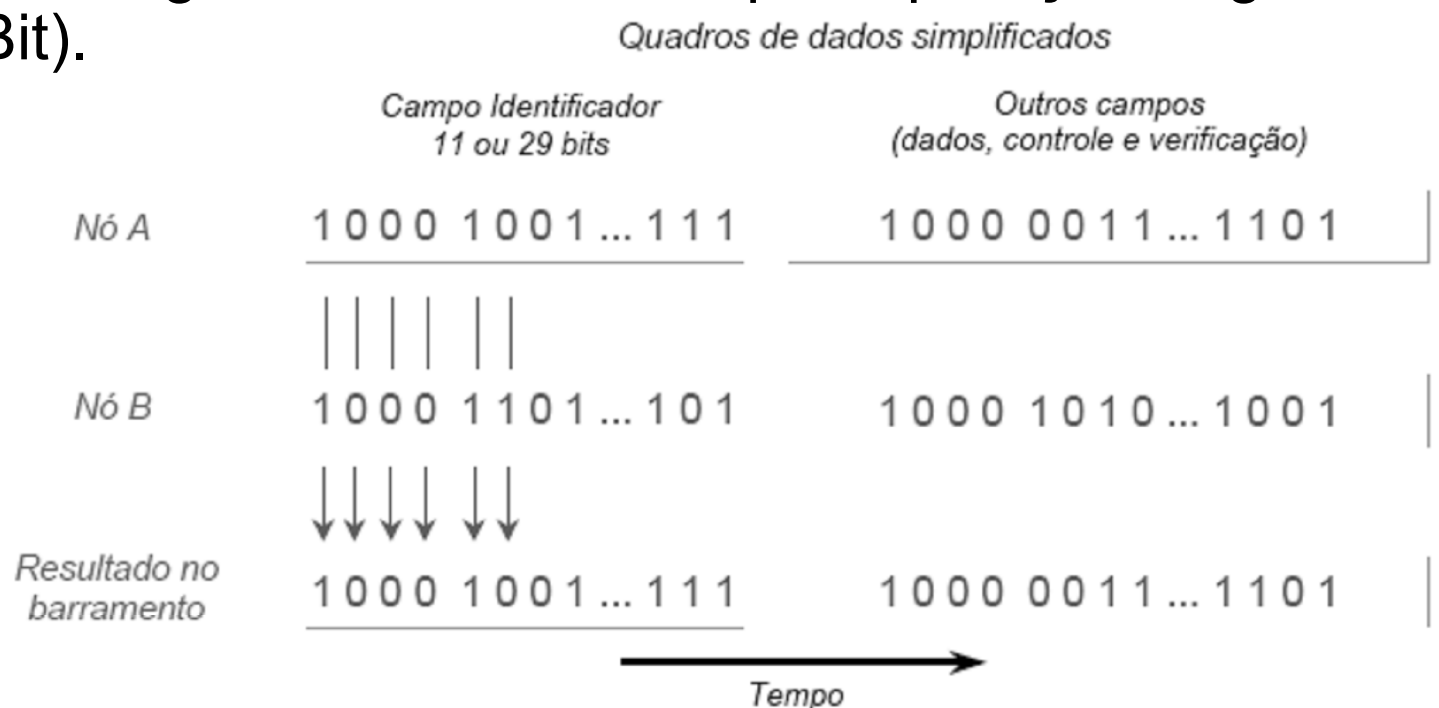
Arbitration

Node 1: 11100110011 Node 2: 11100111111 Node 3: 11100110001



Acesso ao meio

- método CSMA/NDBA - *Carrier Sense Multiple Access with Non-Destructive Bitwise Arbitration* (Acesso Múltiplo com Detecção de Portadora com Arbitragem Não Destrutiva por Operação Lógica Bit-a-Bit).



Acesso ao meio

- método CSMA/NDBA - *Carrier Sense Multiple Access with Non-Destructive Bitwise Arbitration* (Acesso Múltiplo com Detecção de Portadora com Arbitragem Não Destrutiva por Operação Lógica Bit-a-Bit).

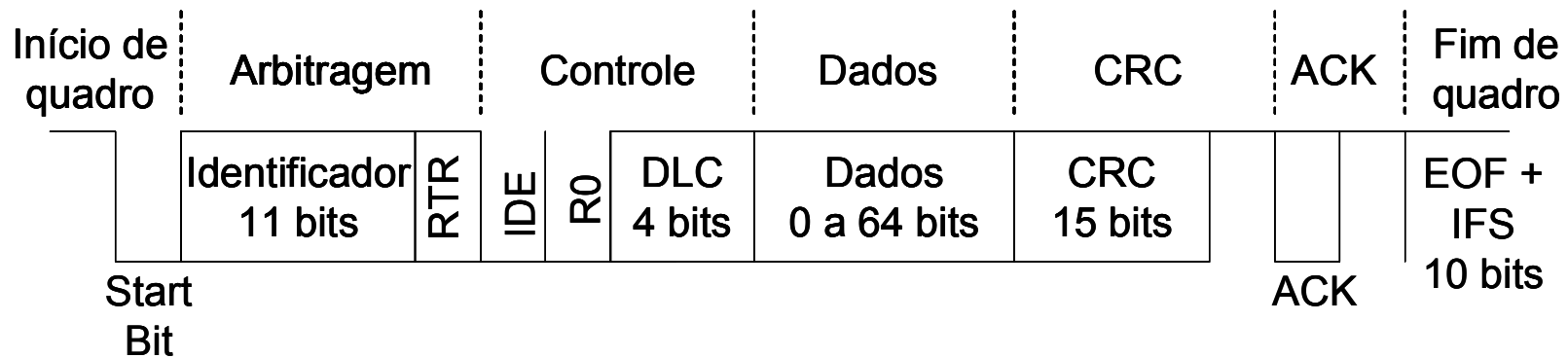
	S O F	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	R T R	Control	Data
Node 1															
Node 2															
Node 3															
rezessive															
Bus															
dominant															

Tipos de Quadros (*Frames*)

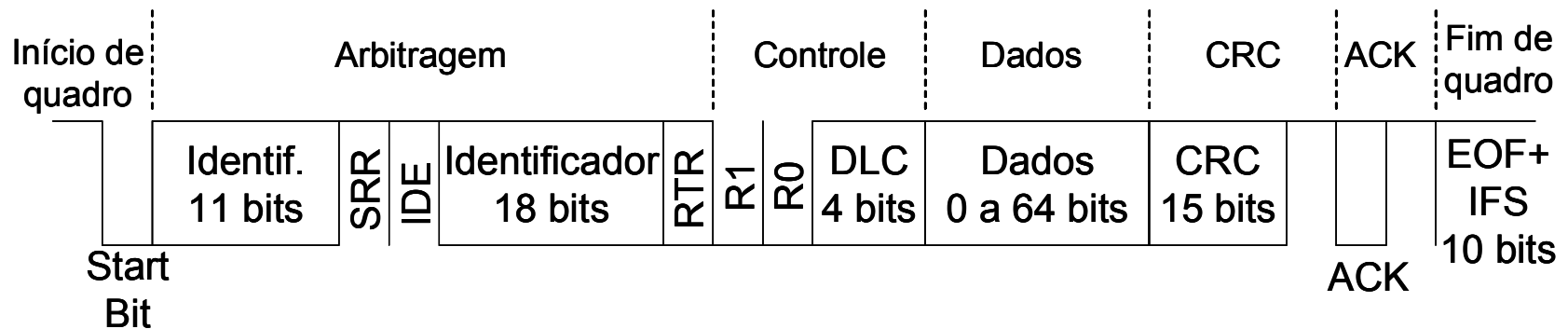
- Existem 4 tipos de quadros:
 - Dados (*Data*);
 - Remoto (*Remote*);
 - Erro (*Error*);
 - Sobrecarga (*Overload*).
- Conjunto de bits para sincronismo:
 - IFS (*Interframe Space* – Espaço entre quadros), que é formado por três bits recessivos;

Quadros de Dados

Mensagem CAN 2.0A

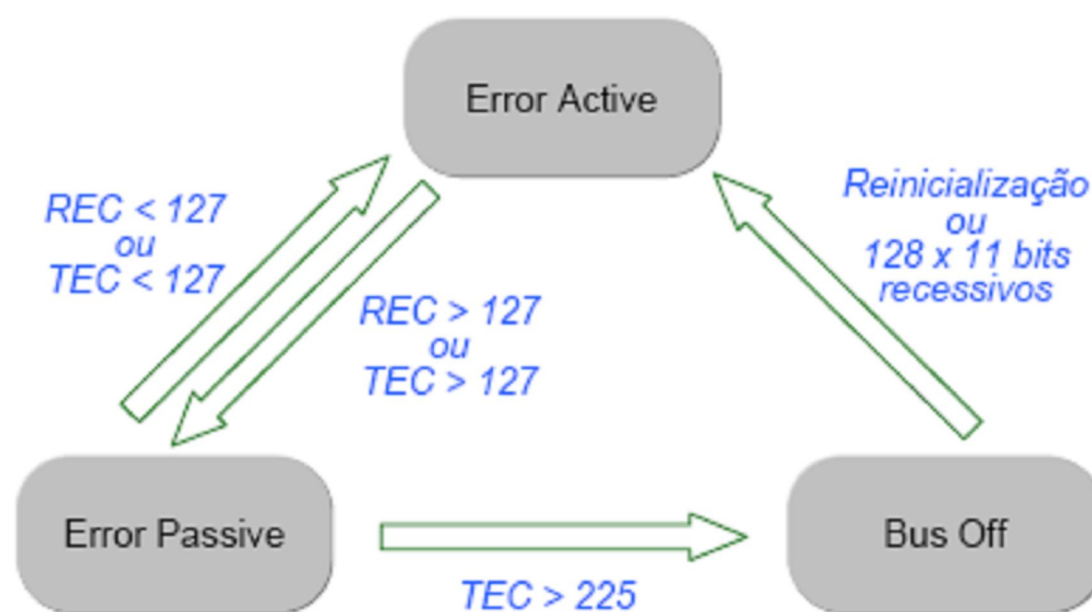


Mensagem CAN 2.0B



Detecção e controle de erros

- 2 contadores de 7 bits cada:
 - REC (*Receiver Error Counter*);
 - TEC (*Transmit Error Counter*);



Padrões baseados no protocolo CAN

- **CAL** (*CAN Application Layer*) – Especificado por CAN in Automation (Cia) e publicado em 1993. Aplicação em sistemas distribuídos na área industrial.
- **CANopen** – Subconjunto do CAL especificada pela Cia para automação industrial.
- **DeviceNet** – Padrão desenvolvido pela *Allen-Bradley* e gerenciado por uma associação de normas independente, a ODVA - *Open DeviceNet Vendor Association*. Aplicado em automação fabril.
- **NMEA 2000** – Padrão desenvolvido por um grupo da *National Marine Electronic Association* para redes de dispositivos eletrônicos em embarcações navais. É baseado nos padrões ISO 11783 e SAE J1939.
- **SAE J1939** – Desenvolvido para aplicação em veículos de terra de grande porte como caminhões, ônibus, tratores, incluindo máquinas e implementos agrícolas.
- **DIN 9684** – Especificado pela associação de normas da Alemanha DIN, para aplicações agrícolas. É baseado na versão 2.0A do CAN, e adotou e influenciou algumas especificações de padrões da ISO.
- **ISO 11783** – As atividades de normatização pela ISO para este padrão para aplicações em máquinas e implementos agrícolas estão sendo concluídas. Possui diversas especificações iguais ao padrão SAE J1939 e ao DIN 9684.

SAE J1939 (1)

- Transmissão a 250 Kbps;
- Padrão CAN 2.0B;
- Permite endereçamento dinâmico;
- Endereços de rede proprietários:
 - Menores que 128;
 - Entre 248 e 253;

SAE J1939 (2)

- Identificador da mensagem:
 - PDU Format:
 - PDU 1 à 0 a 239 – mensagem para nó específico;
 - PDU 2 à 240 a 255 – mensagem para grupo de nós.
 - PDU Specific:
 - Identifica nó / grupo de nós destinatários.

S O F	Identifier 11 Bits											S R R	I D E	Identifier Extension 18 Bits																R T R		
S O F	Priority			R	D P	PDU Format (PF) 6 Bits (MSB)						S R R	I D E	PF (cont.)		PDU Specific (PS) (Destination Address, Group Extension or Proprietary)								Source Address								R T R
	3	2	1			8	7	6	5	4	3			2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23	25	26	27	28	29	30	31	32	33
	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18			17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

Nós da rede CAN

São 3 os módulos fundamentais para o funcionamento de um nó de rede CAN:

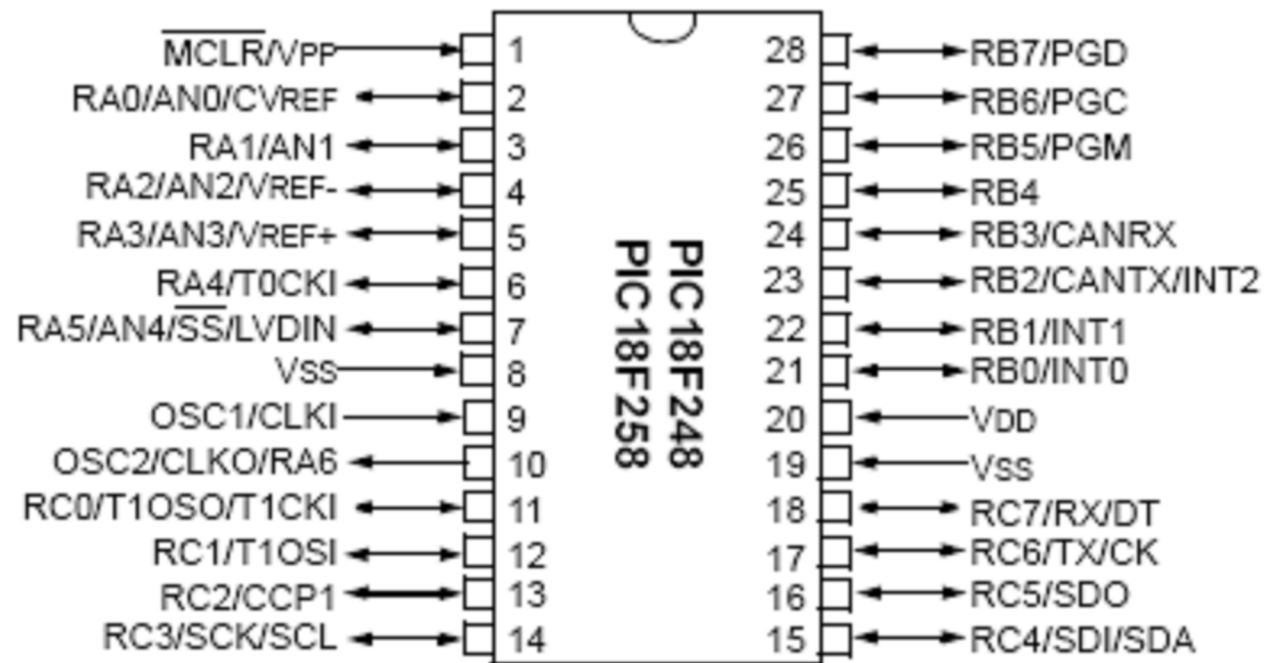
- **Transceptor CAN:** responsável pela adequação dos níveis de tensão entre circuito do nó e do barramento CAN, além da adaptação de impedâncias e da proteção do nó à faltas;
- **Controlador CAN:** módulo central da implementação e do controle do protocolo;
- **Sistema Computacional Central:** módulo constituído por CPU, memória, programas computacionais e interface com o controlador CAN e interfaces para outros dispositivos como sensores, atuadores e terminais de controle. Através desse módulo são implementados os protocolos de alto nível.

Microcontrolador – PIC 18F258 (1)

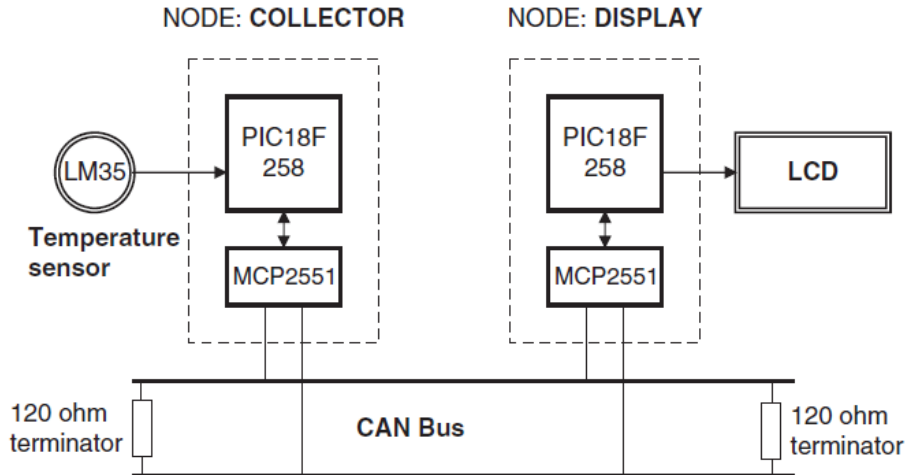
Características:

- Memória EEPROM para programação do tipo Flash de 32 KB;
- Memória RAM de 1536 bytes;
- Três portas bidirecionais de entrada e saída (A, B e C);
- Cinco canais de entrada para conversão analógico-digital (A/D) de 10 bits;
- Módulo controlador para comunicação CAN;
- USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*) endereçável.

Microcontrolador – PIC 18F258 (2)



O Projeto



Esquemático

