

Microcontroladores, Microprocessadores e DSP's no automóvel

Dário Jorge Reis Osório nº 1050356
José António Brandão Dias nº1050372

Resumo

Os processadores assumiram um papel importantíssimo na indústria automóvel e cada vez mais são parte integrante dos sistemas que o incorporam.

Neste trabalho abordamos vários tipos de processadores utilizados na indústria automóvel e os sistemas que cada um deles integra devido às suas características e aplicações a que se destinam.

Destacaram-se as evoluções que estes permitiram realizar e as arquitecturas dos sistemas actuais bem como as questões que se levantaram devido ao uso dessas arquitecturas. A descentralização de sistemas levou ao uso de redes de comunicações, onde fez-se uma breve abordagem às redes que se estabeleceram dentro de um automóvel.

1. Introdução

A electrónica surgiu na década de sessenta e desde logo começou a ser utilizada na indústria automóvel com o intuito de melhorar aspectos menos eficientes que os sistemas electromecânicos possuíam.

O aparecimento da electrónica provocou um crescimento exponencial dos sistemas electrónicos que integram um automóvel. O sistema de ignição foi melhorado assim como o sistema de carga.

A electrónica permitiu um aumento da eficiência dos motores conseguindo melhorar os valores das emissões de gases e diminuir os consumos.

Em paralelo com os melhoramentos dos sistemas electromecânicos, a electrónica invadiu o automóvel, onde é utilizada massivamente na actualidade. Vários sistemas surgiram desde então, como os sistemas de segurança ABS, o ESP e o Airbag. O conforto na condução melhorou com o aparecimento da direcção assistida, de bancos aquecidos, apareceram os sistemas multimédia.

Novas fronteiras estão a ser quebradas devido ao desenvolvimento das comunicações entre automóveis e entre o automóvel e as infra-estruturas.

2. Processadores na indústria automóvel

A escolha de um processador para integrar um sistema é uma das decisões mais difíceis a tomar. Isto, devido ao número de características que temos de considerar tendo como referência o sistema que este irá integrar, tais como o consumo, a velocidade de processamento, capacidade de realizar operações matemáticas complexas, etc..

Em seguida apresenta-se uma imagem [1], que ilustra como se divide a escolha do tipo de processador segundo os sistemas automóveis.

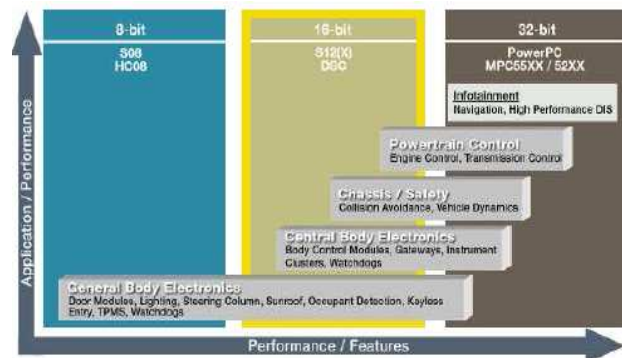


Figura 1. Processadores e suas aplicações no automóvel

Conforme a gama de automóveis em questão o número de processadores que estes possuem aumenta quanto maior for a gama.

Mas com o passar dos anos o número de processadores é cada vez maior em todas as gamas quer sejam baixa, média ou alta.

Em 2002, um veículo de gama alta possuía cerca de 105 processadores [2], enquanto um de gama baixa possuía apenas 14, apesar de em 1998, um veículo de gama baixa possuía apenas 6 processadores.

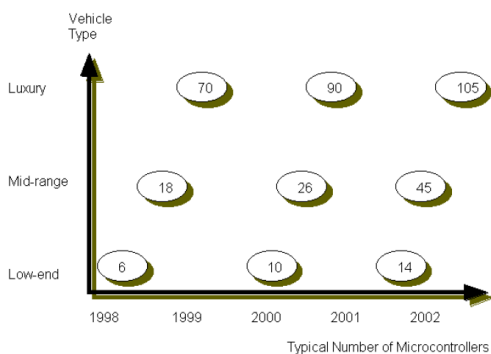


Figura 2. Aumento do número de processadores no automóvel ao longo do tempo

Existem vários sistemas que estão em expansão dentro do automóvel, e este crescimento fará com que o número de processadores existentes no mesmo atinja números cada vez mais elevados.

Alguns sistemas como o airbag, que hoje em dia já se espera que não abranja apenas o condutor mas sim todos os ocupantes, é um exemplo de como os sistemas que existiam há uns anos em veículos de alta gama, sejam agora produtos banais nos carros de média gama e futuramente serão utilizados em todos os veículos de gama baixa.

Outros sistemas que aumentaram o número de processadores são sistemas como travagem, direcção, suspensão e controlo do veículo.

A complexidade dos sistemas nos automóveis tem vindo a aumentar e muitos sistemas serão adicionados aos existentes tais como GPS, controlo de estabilidade e sistemas designados “by-wire” como a direcção e o sistema de travagem, sistemas de aviso de colisão, reconhecimento de voz, acesso à internet, processamento de imagem nocturna e até sistemas para evitar colisões.

Com a existência de tantos sistemas e de um aumento de informação sobre variáveis no veículo faz sentido fazer referência à partilha de informação que cada vez é maior no automóvel tornando-o cada vez mais inteligente.

Os dados são partilhados através de redes existentes no veículo em que qualquer sistema pode ter acesso a uma variável a que esteja interessado de modo a utilizar essa informação nos seus sistemas.

3. Unidades de processamento

As unidades de processamento têm vindo a aumentar dentro do automóvel, seja com o propósito de controlar o motor e os sistemas de segurança, mas também com a entrada de sistemas multimédia nos automóveis.

As unidades de processamento vieram contribuir para que múltiplas variáveis fossem controladas em tempo real,

de modo a obter melhores resultados com uma menor complexidade em relação aos controlos mecânicos, que existiam em redor do funcionamento do motor.

Actualmente múltiplos sistemas estão distribuídos pelo automóvel, que fazem o controlo e monitorização das variáveis dos vários sistemas.

Uma das questões que se tem colocado refere-se a qual seria a melhor opção para estes sistemas, ou seja, deve-se centralizar ou não o processamento destes sistemas e que vantagens ou desvantagens trariam.

Existem vários pontos que têm de ser considerados antes de se tomar uma decisão final sobre o assunto, pois como sabemos o que hoje é vantagem pode amanhã ser um problema.

Vários tipos de unidades de processamento de sinais são utilizados consoante o sistema em questão, tais como micro processadores, micro controladores, FPGA (*Field-programmable gate array*) e DSP (*Digital Signal Processors*).

4. Processamento digital de sinal

4.1. Micro processadores

Estes permitem implementar várias aplicações em simultâneo, para além do facto de poderem ser optimizados para grandes aplicações e gerir a memória embora apenas permitam realizar uma instrução por ciclo de relógio.

São baseados na arquitectura CISC (*Complex Instruct Set Computers*) em que possuem blocos básicos como a ALU e o SHIFTER, conseguem realizar operações básicas em poucos ciclos de relógio e as instruções mais complexas são feitas através de séries das operações mais simples.

4.2. FPGA

São constituídas por portas lógicas básicas deste modo possuem elevada rapidez. São relativamente simples de programar, mas torna-se bastante complicado para sistemas mais complexos.

4.3. Micro controladores

Apenas conseguem implementar uma única aplicação sendo por isso utilizados em sistemas dedicados.

Implementam funções em que fazem a aquisição de dados comparando-o com um conhecido e controlam o sistema periférico.

Este possui uma ALU simples que realiza todo o processamento e não possui qualquer tipo de dispositivo interno de optimização.

4.4. DSP

Estes dispositivos conseguem realizar funções matemáticas de alto nível, conseguindo também realizar múltiplas operações por ciclos de relógio.

São adequados a aplicações mais complexas, que necessitem de um cálculo matemático complexo em tempo real. Possuem internamente dispositivos de optimização do processamento, assim como tem também AD's e geradores de PWM integrados e um módulo de comunicação integrado.

4.5. Sistemas e unidades de processamento utilizadas

Em aplicações mais complexas que requerem elevada rapidez de processamento (controlo em tempo real) são utilizados os DSP's, enquanto em aplicações mais simples podem ser utilizados micro processadores, micro controladores ou até mesmo FPGA's.

Existem novos integrados que combinam o poder dos DSP's e os micro controladores.

5. Unidades de controlo electrónicas aplicadas no automóvel.

O aparecimento das unidades de controlo nos sistemas de segurança automóvel, permitiu uma evolução significativa neste tipo de sistemas, que até então não eram tão eficazes em caso de perigo, por exemplo, com a electrónica surgiram vários sistemas capazes de responder de forma positiva a situações de perigo. Sistemas esses, que hoje em dia são considerados imprescindíveis no automóvel, tais como o ABS, o Airbag, Break assist, os sistemas de controlo de tracção e os sistemas de controlo de estabilidade. E isto porque, estes sistemas foram desenvolvidos com o intuito de ajudar a evitar o acidente, actuando sempre no limite, onde o condutor já pouco ou nada pode fazer para evitar o acidente.

* Described in this article

	Pressure sensors*	Accelerometers*	Rotation sensors*	Light sensors	Temperature sensors
Powertrain control	MAP Barometric Engine oil Direct injection CVT Common rail		Crank angle Cam angle Transmission		Intake air temp. Coolant temp. Oil temp.
Chassis control	Brake Power steering	Vehicle dynamics Suspension	Vehicle speed Wheel speed	Auto cruise (Laser diode)	
Body control & comfort	Climate control	Airbags Inclinometer Security	Wiper control	Light control Climate control	Climate control

MAP: manifold absolute pressure
CVT: continuously variable transmission

Figura 3. Sensores utilizados nos sistemas de segurança

5.1. Unidade de Controlo de tracção

Os sistemas de controlo de tracção são compostos por uma unidade de controlo electrónica (ECU) e um conjunto de sensores, que estão constantemente a monitorizar o estado das rodas motrizes e a enviar os dados obtidos para a unidade de controlo do sistema.

A unidade de controlo processa os dados recebidos através de um algoritmo, que foi especificamente desenvolvido para realizar o controlo de tracção. O resultado obtido é comunicado à unidade de controlo do motor, que de acordo com o resultado pode actuar no motor, aumentando ou reduzindo o binário.

Existem vários sistemas, que implementam o controlo de tracção, por exemplo, ASR, MSR, EDS.

Os sistemas de controlo de tracção (TCS) mais completos utilizam simultaneamente o ASR, MSR e o EDS para que as rodas motrizes não patinem quer em aceleração (ASR e EDS), quer em reduções de caixa de velocidades (MSR) [3,4].

5.2. Unidade de controlo de estabilidade

Os sistemas de controlo de estabilidade dinâmica, permitem detectar e corrigir situações de sob viragem, sobre viragem e problemas de falta de tracção. Os sistemas de controlo de estabilidade dinâmica do veiculo são compostos por:

- Uma unidade de controlo
- Sensor de velocidade de roda
- Sensor de aceleração angular e lateral
- Sensor de ângulo de direcção

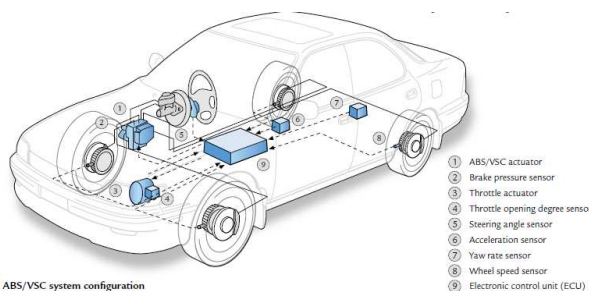


Figura 4. Sistema de controlo de estabilidade

A unidade de controlo recebe dados dos sensores e compara-os com o sentido que o condutor pretende seguir, através dos movimentos do volante e travagem, com a resposta do veículo, por intermédio da aceleração lateral, da rotação e da velocidade de cada roda. O sistema de controlo, posteriormente actua sobre as rodas, trava independentemente as rodas frontais ou traseiras e/ou reduz o binário do motor consoante a necessidade de ajudar a corrigir em situações de sob viragem ou sobre

viragem. Existem diversos sistemas que permitem efectuar o controlo de estabilidade dinâmica, por exemplo o ESP ou o TRAXXAR. O Sistema ESP foi desenvolvido pela Bosch em parceria com a Mercedes, já o sistema TRAXXAR foi desenvolvido pela Delphi. Tanto o ESP como o TRAXXAR detectam quando devem entrar em funcionamento, ou seja, não existe a necessidade do condutor pisar o travão para activar o sistema de controlo de estabilidade. Contudo existem veículos onde existe um botão que desliga o sistema de controlo de estabilidade [3,4].

5.3. ABS

O sistema actual do ABS foi desenvolvido pela empresa Alemã Bosch, surgindo no mercado automóvel em 1978 com a designação de “*Antiblockiersystem*”. A versão original do ABS era totalmente mecanizada, o que a tornava bastante pesada, porém com o aparecimento da electrónica no automóvel o sistema que pesava 6.3Kg passa a pesar 1.5Kg.

O sistema actual é composto por um conjunto de sensores electromecânicos que monitorizam cada roda. Durante uma travagem normal, feita de uma forma suave e progressiva, o sistema ABS não actua. Contudo, quando o sistema ABS detecta uma desaceleração brusca, o sistema ABS envia sinais para as válvulas e para a bomba do óleo de forma a diminuir momentaneamente a pressão exercida pelos calços do travão no disco de forma a evitar o bloqueio das rodas. Este processo origina uma vibração no pedal do travão que é sentida pelo condutor durante a travagem [3,4].

5.4. Airbag

O sistema Airbag é composto por três partes, o módulo de Airbag, os sensores que detectam a colisão e a unidade controlo electrónica.

O módulo de Airbag contém a bolsa e um sistema inflador para produzir o nitrogénio. Os sensores que detectam a colisão podem estar dispostos na frente do veículo, ou nas laterais.

Quando ligamos o veículo, a unidade de controlo de Airbag é activada e efectua um teste de diagnóstico, de forma a detectar se existe alguma avaria no sistema de Airbag. A unidade de controlo contém um dispositivo que armazena energia eléctrica suficiente para activar o sistema de Airbag no caso de a bateria ser destruída no início da colisão. A unidade de controlo, que está a monitorizar o estado dos sensores, assim que detecta a existência de uma colisão, com velocidade superior a 15Km/h, activa o sistema de Airbag [4,9].

5.5. Break Assist

O break assist é um sistema electrónico de apoio a travagem, que foi desenvolvido para apoiar a força aplicada pelo condutor no pedal. Existem estudos científicos onde se demonstra que por vezes a força aplicada no pedal durante uma travagem pode não permanecer suficiente, e nesses casos o sistema electrónico aumenta o esforço de travagem, de forma a compensar o aliviar do pedal por parte do condutor [3,4].

5.6. Unidade de controlo do motor

Actualmente, todos os motores são geridos por uma unidade de controlo (ECU – Engine Control Unit e EMS – Engine Management System a junção destas duas unidades de controlo formam o módulo PCM – Powertrain Control Modules).

O módulo PCM é constituído por um conjunto de microprocessadores, que ajudam a controlar dezenas de sensores ao longo de todo o veículo [5].

A evolução tecnológica tem permitido que os módulos PCM evoluam, e como resultado dessa evolução na gestão do motor, conseguiram-se obter excelentes resultados em termos de performance, economia de combustível e redução das emissões de gases poluentes [6,7].

De uma forma geral, o módulo PCM permite otimizar o funcionamento do motor, através de um algoritmo de controlo que lê um conjunto de variáveis de entrada, realiza os cálculos definidos no algoritmo de controlo e actua em tempo real num conjunto de variáveis de saída.

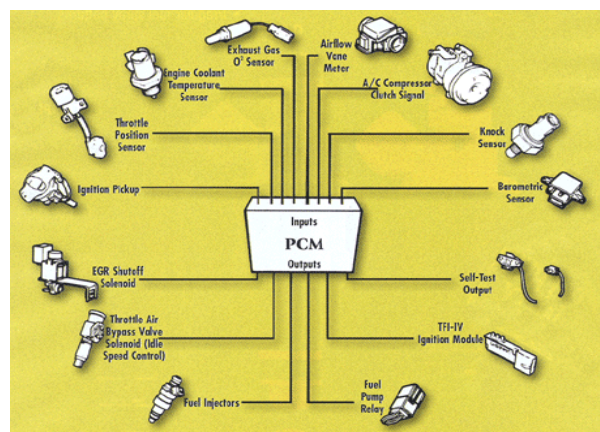


Figura 5. Algumas das variáveis controladas pelo módulo PCM

Algumas das variáveis controladas pelo módulo PCM são, o controlo de injeção, o controlo do timing de ignição, o controlo de ralenti e a temperatura do motor [6,7].

5.7. Controlo de injeção

Controlo de injeção, o módulo PCM controla a injeção através de um conjunto parâmetros obtidos pela leitura de vários sensores. Lê o sensor de posição do pedal do acelerador, a borboleta é aberta de acordo com um sinal eléctrico, que é gerado pelo pedal do acelerador, a ECU lê o sensor de posição da borboleta, determina o caudal de ar admitido e determina a quantidade de combustível, que deve ser injectada para que se obtenha a mistura ideal.

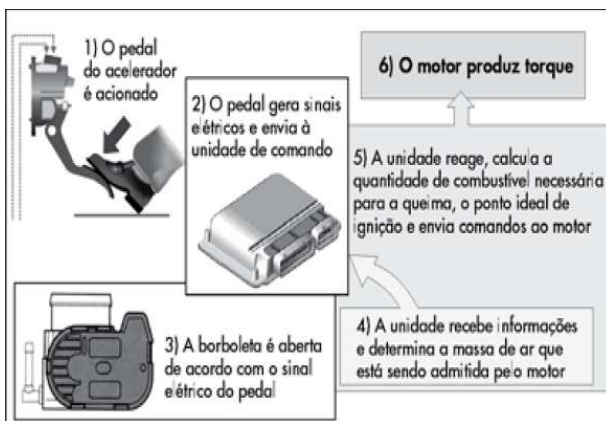


Figura 6. Esquema do controlo injeção

Esta relação é importante, porque influencia a potencia do motor, o consumo de combustível e a emissão de gases poluentes.

O valor da mistura ideal é obtido através do rácio entre o ar admitido e o combustível injectado.

A relação da mistura entre o ar admitido e o combustível injectado é em termos ideais cerca de 14:1.

Para isso a ECU lê o valor da sonda (λ).

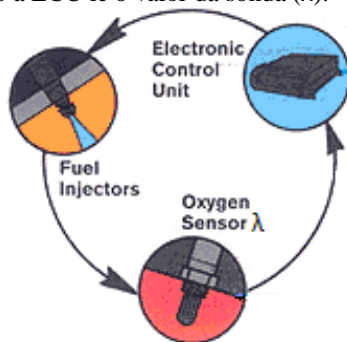


Figura 7. Esquema do controlo de injeção.

A sonda lambda é um sensor, que mede a quantidade de oxigénio existente nos gases de escape, o que permite a ECU controlar a quantidade de combustível a injectar, este tipo de controlo é efectuado em malha fechada.

Dependendo do valor de λ , a ECU corrige a injeção de combustível no sentido de garantir a estequiometria da reacção de combustão. Em condições ideais de funcionamento do catalisador o valor da sonda $\lambda \approx 1$ [6,7].

5.8. Controlo do timing de ignição

Nos motores a gasolina, para que ocorra a combustão é necessária a existência de um arco eléctrico (faísca) na vela de ignição [6,7].

A unidade de controlo do motor controla o timing de ignição, ou seja, controla quando deve ocorrer o arco eléctrico na vela de ignição, para que este ocorra no final da fase de compressão, perto do PMS (Ponto Morto Superior). Visto que, o pistão na fase de compressão tem sentido ascendente, até ao PMS, e após o PMS, na fase de combustão tem sentido descendente.

A energia produzida pela combustão empurra o pistão para baixo, produzindo assim binário motor.

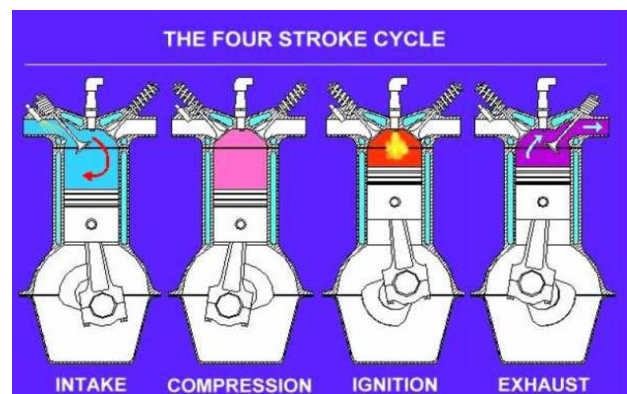


Figura 8. As quatro fases de um motor de 4 tempos.

Com o aumento da velocidade de rotação do motor diminui o tempo gasto por ciclo. Pode-se concluir, que o timing de ignição varia de acordo com a velocidade de rotação do motor.

Para controlar o timing de ignição, a unidade de controlo do motor monitoriza um conjunto de sensores que lhe fornecem informação sobre a posição dos pistões e em que fases se encontram.

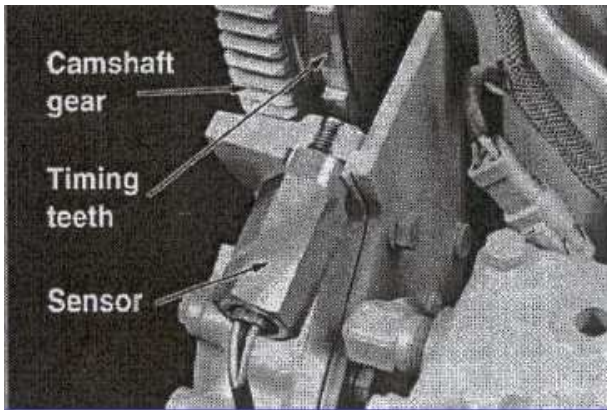


Figura 9. Sensor de posição do motor

Os sensores utilizados para monitorizar a posição do motor, utilizam o princípio electromagnético e de resistência magnética.

A ECU monitoriza ainda outros sensores para efectuar o controlo do timing de ignição, por exemplo o sensor de detonação.

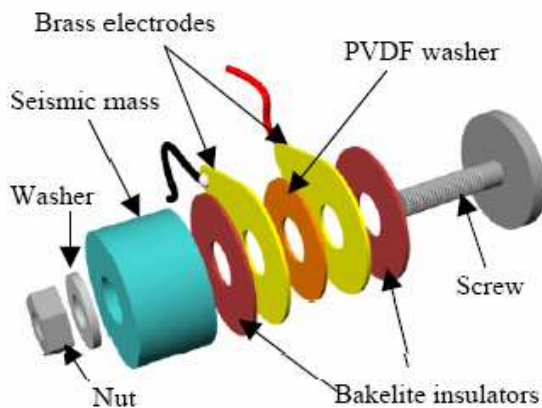


Figura 10. Sensor de detonação

O sensor de detonação é composto por uma placa vibratória, que vibra com a mesma frequência do bloco do motor e um elemento piezoeléctrico, que gera tensão quando a placa vibra.

O sinal eléctrico gerado pelo sensor de detonação é enviado para a ECU, que utiliza esse sinal para atrasar o avanço de ignição de acordo com a intensidade do sinal gerado pelo sensor de detonação.

5.9. Controlo de Ralenti

A resposta da ignição é feita em função de vários aspectos, nomeadamente, da carga do motor, da velocidade do motor e da posição do motor.

Ao construir uma função que envolva as três variáveis, os fabricantes obtêm como resultado, o tempo de atraso de ignição nas velas ou nos injectores.

A função de atraso de ignição é otimizada de forma experimental para cada motor para que o rendimento, o binário e a potência sejam maximizados.

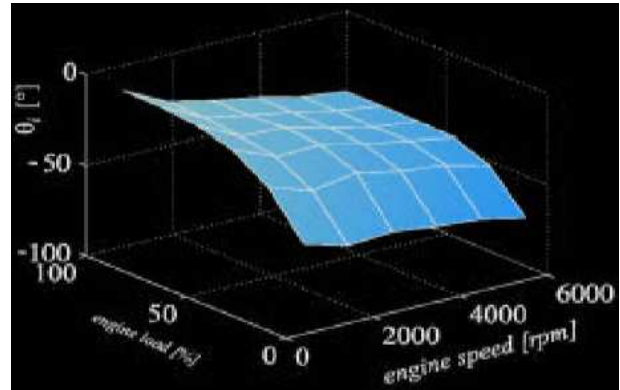


Figura 11. Avanço de ignição

Os fabricantes de motores, depois de testarem experimentalmente os motores, traçam um gráfico com os valores, onde o motor obteve o melhor rendimento. Os pontos obtidos são memorizados na memória do controlador, que depois os aplica de acordo com os sinais recebidos dos vários sensores.

E é com base nesses pontos que o ralenti pode ser assegurado, garantindo que o motor não se desliga na ausência de carga e ajustando-se a velocidade mínima de rotação do motor para cerca de 900rpm [6,7].

5.10. Sensor de Temperatura

Os sensores de temperatura são muito utilizados no automóvel, e são muito importantes. Estes permitem monitorizar a temperatura do motor e garantir que este não sobreaquece.

As unidades de controlo recorrerem a estes sensores para saber quando motor se encontra nas condições ideais.

Como as elevadas temperaturas podem danificar os componentes electrónicos, estes sensores ao detectar elevadas temperaturas activam sistemas de refrigeração, para evitar que os componentes electrónicos se danifiquem.

Estes sensores também são utilizados para proteger o motor, porque, para além de activarem o sistema de refrigeração, podem em alguns casos impedir elevadas acelerações e rotações [6].

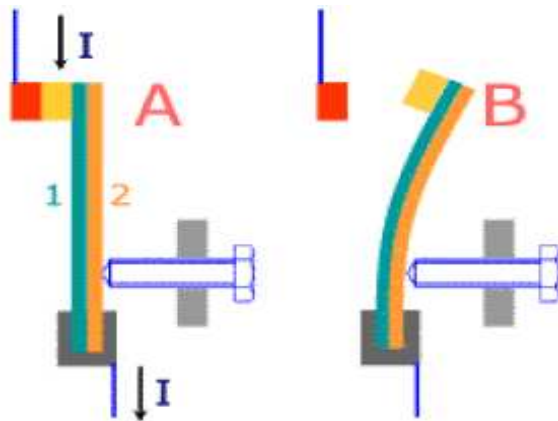


Figura 12. Exemplo de um termostato

O termostato é um dispositivo relativamente simples e barato, que é utilizado para controlar a temperatura em equipamentos electrónicos, com elevado aquecimento eléctrico, que dissipem muita energia sob a forma de calor.

Estes sensores também são utilizados pelas unidades de controlo dos sistemas de injeção, para que estas determinem a temperatura do ar admitido, a temperatura do motor entre outros aspectos.

5.11. Sensor de Pressão

Os sensores de pressão utilizados no automóvel são circuitos electrónicos, com princípio de funcionamento baseado na variação de resistência. A resistência ao variar gera um sinal que permite determinar a pressão a medir.

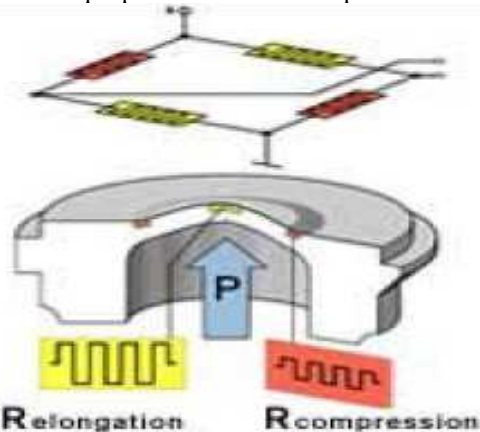


Figura 13. Sensor de Pressão

Estes sensores, são utilizados pelas unidades de controlo de injeção para determinarem a pressão a que se encontra a câmara de combustão, ou para determinarem a que pressão os injectores injectam o combustível para a câmara de combustão [6].

5.12. On-Board Diagnosis(OBD)

Surgiu na década de 80 com o objectivo de controlar electronicamente o motor e reduzir a poluição atmosférica provocado pelos automóveis.

Em 1988 a “California Air Resources Board” introduziu limites mais rígidos, destinados a todos os veículos a gasolina na Califórnia com OBD, que para além de monitorizar apenas a emissão de gases poluentes a OBD passa também a monitorizar todos os componentes que em caso de anomalia no seu funcionamento contribuam para um aumento das emissões de gases poluentes.

Por exemplo, para que o motorista possa detectar a existência de uma avaria no sistema de OBD, foi criada uma lâmpada indicadora (MIL – Malfuntion Indicator Lamp)

Em 1996 foi criada uma norma que regula o interface, o protocolo e os códigos de diagnóstico na OBD e OBD I.

Com o agravamento nos limites de valores das emissões, foi necessário desenvolver o OBD II.

Na Europa, segundo a Directiva 98/69EG, todos os veículos de passeio com motor a gasolina a partir de 2000 devem ser equipados com OBD, mas os veículos de passeio com motor a diesel a partir de 2003, e os veículos comerciais a diesel, a partir de 2005, devem também ser equipados com OBD.

A interface OBD II é uma norma proprietária, o que permitiu desenvolver mais capacidades, como a detecção de problemas no catalisador, falhas ou faltas de ignição, detecta ainda a deteriorização de componentes relacionados com as emissões de gases poluentes [8,10].

De uma forma resumida, a OBD serve, basicamente para monitorizar todos os sistemas relacionados com a emissão de gases poluentes e manter constantemente reduzida a emissão de gases poluentes.

Quando a OBD detecta, uma falha em algum dos componentes, o resultado é guardado em memória e activa um procedimento que determina a relevância de tal anomalia para o meio ambiente. Por exemplo, uma falha isolada na ignição não tem consequências no funcionamento normal, mas vai ser guardada para que depois possa ser lida através do interface OBD. Contudo, se ocorrer algum problema grave, como por exemplo, falha da sonda lambda, falha permanente de ignição, etc., activa-se um programa de emergência, que garante o funcionamento do veículo até chegarmos a uma oficina.

Desde logo os fabricantes aperceberam-se que podia tornar-se vantajoso que os outros sistemas e/ou defeitos fossem listados no interface OBD [8,10].

Em função disso, actualmente quase todos os sistemas podem ser lidos e ajustados pela interface OBD.

5.13. Vision Control

Diagrama de blocos:

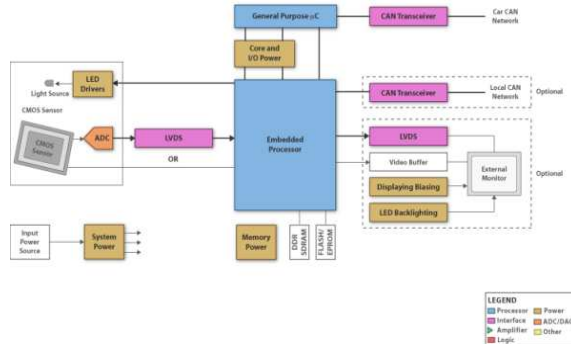


Figura 14. Esquema de um sistema de Vision Control

Este sistema processa informação proveniente de câmaras digitais, lasers, radar entre outros, para desempenhar tarefas como aviso de partida, detecção de fadiga no condutor e assistência no estacionamento. A informação processada pode ser disponibilizada através de monitores ou de sinais acústicos de aviso.

Este sistema possui um microprocessador e um DSP para funções complexas de processamento digital. Permite também a troca de informação dentro do veículo através das várias redes.

5.14. Infotainment

Diagrama de blocos:

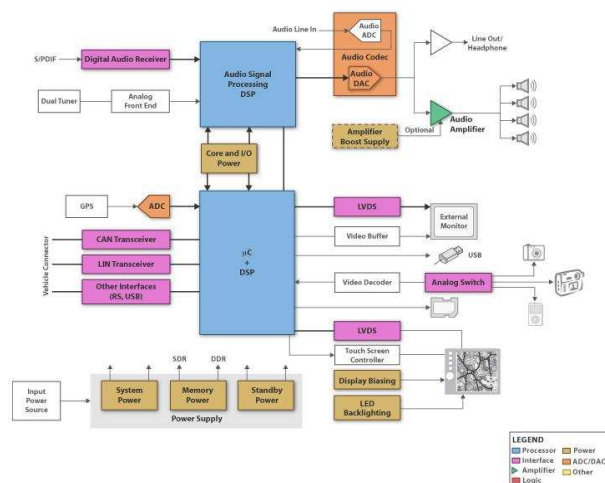


Figura 15. Representação de um sistema de Infotainment

Este sistema requer um bom nível de processamento digital. Combina um micro controlador e um DSP para o controlo da interface com o utilizador, com o barramento de interface e com a interface de rede.

Este sistema consegue fornecer uma elevada qualidade multimédia pois requer elevada capacidade de processamento.

6. Arquitecturas

Existem dois tipos de arquitecturas utilizadas no sector automóvel, entre outras, a arquitectura centralizada e distribuída.

Neste tópico iremos abordar algumas características das arquitecturas mencionadas e em seguida apresenta-se um quadro com as vantagens e desvantagens de cada arquitectura.

6.1. Arquitectura Centralizada

Os sistemas que possuem esta arquitectura, podem ser caracterizados por possuir uma única ECU responsável por receber todos os sinais de entrada, processá-los e comandar as respectivas saídas de controlo do sistema.

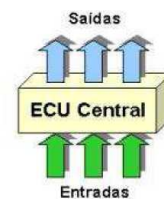


Figura 16. Modelo de uma Arquitectura Centralizada

6.2. Arquitectura Distribuída

Podem-se utilizar várias ECU num só sistema de controlo, interligando-as, dividindo entre elas a execução das várias funções existentes.

Um diagrama que represente este tipo de arquitectura é mostrado na figura seguinte.

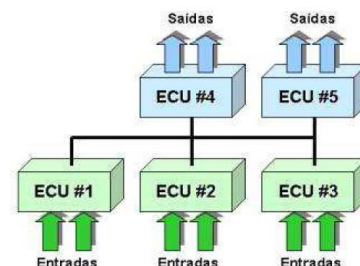


Figura 17. Modelo de uma Arquitectura Distribuída

Como podemos ver na figura, as ECU's 1,2 e 3 são responsáveis pela leitura directa das entradas do sistema, enquanto as restantes são responsáveis pelo comando das saídas. É importante referir que cada uma das ECU's do

diagrama dependendo das funções existentes no sistema de controlo, pode participar no processamento dos dados e actuação das saídas.

6.3. Vantagens / Desvantagens

Na tabela [13] seguinte, serão apresentados algumas vantagens e desvantagens das várias arquitecturas abordadas anteriormente.

Arquitecturas	Centralizada	Distribuída
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicidade do Hardware utilizado, sendo constituído basicamente pelos sensores, actuadores e uma ECU para o devido controlo do sistema - Todos os dados de entrada estarão disponíveis para a ECU durante toda a operação do sistema, não sendo crítica a lógica da aquisição dos dados de cada um dos sensores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade reduzida de cabos do sistema. - Menor tempo de fabrico do veículo (devido ao ponto anterior). - Maior robustez do sistema de controlo, devido à redução das possibilidades de avaria por maus contactos em conectores ou circuitos abertos (novamente pela menor quantidade de cabos necessários). - Permite a ampliação do sistema com significativa facilidade. - Facilita a criação do software de aplicação de cada ECU, uma vez que possibilita a sua modularização e distribuição de funções entre elas. - Possibilita a modularização do projecto do sistema e da execução dos testes de validação, aumentando a confiabilidade da implementação e reduzindo os prazos envolvidos no desenvolvimento.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Grande quantidade de cabos necessária para ligar os sensores e actuadores à ECU, especialmente em grandes aplicações, o que dificulta o fabrico do veículo e a sua eventual manutenção. - Limitação das possibilidades de expansão do sistema, uma vez que qualquer alteração na ECU significará a modificação do seu Hardware e/ou Software. 	<ul style="list-style-type: none"> - Obriga a utilização de um meio de comunicação entre as ECU's (necessita de um Protocolo de Comunicação). - Implica a existência de um software de controlo para a rede de comunicação que interliga as ECU's (dificuldade de desenvolvimento depende do protocolo de comunicação). - Dificil determinação da taxa de transmissão ideal para uma dada aplicação, o que se reflecte nos tempos internos do software de controlo e na escolha dos componentes electrónicos a serem utilizados no projecto das ECU's.

Figura 18. Algumas vantagens/desvantagens das várias arquitecturas.

6.4. Factores fundamentais na escolha da arquitectura

Explicadas as vantagens e desvantagens fundamentais dos dois conceitos de arquitectura normalmente utilizados, devemos acrescentar que a decisão de escolha de uma delas para uma dada aplicação móvel, depende da ponderação de diversos factores dos quais podemos destacar:

- A complexidade do sistema a ser controlado (quantidade de variáveis de entrada e saída e o tamanho físico do sistema).
- A disponibilidade dos componentes electrónicos requeridos à montagem das ECU's e à medição e actuação no sistema.
- A robustez, mecânica (como às vibrações) e eléctrica (como às interferências electromagnéticas), requerida pelo sistema a ser controlado.
- O tempo necessário à implantação da arquitectura (projecto, construção de protótipos e validação).
- O custo desejado do sistema final (limitações inerentes ao orçamento).

Uma das maiores dificuldades da engenharia de produtos de uma empresa produtora de automóveis é, determinar a arquitectura eléctrica de um novo modelo, garantindo o mínimo de funções desejadas pelos futuros

clientes, dentro dos limites de custo de projecto e produto final determinados pela empresa.

A figura seguinte ilustra a tendência da relação entre a responsabilidade de cada ECU de um determinado sistema de controlo e a complexidade deste sistema como um todo, nessas duas alternativas – Centralizada e Distribuída [13].

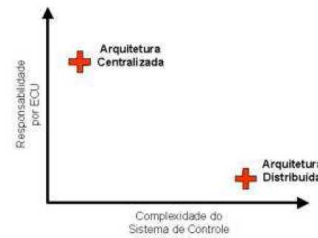


Figura 19. Complexidade/Responsabilidade das várias arquitecturas

Analisando cada um dos conceitos de arquitectura apresentados, não só do ponto de vista da evolução tecnológica, mas também das possibilidades futuras de expansão de funções com o mínimo de alteração no sistema de controlo do veículo como um todo, podemos considerar a Arquitectura Distribuída a mais interessante.

7. Comunicação

No inicio desenvolveu-se as comunicações no veículo de maneira a reduzir custos inerentes ao nº de cabos que atravessavam o veículo, o protocolo CAN desenvolvido pela Bosch é um exemplo.

Actualmente, não existe apenas uma rede dentro do automóvel, mas sim redes de diferentes velocidades como mostra a figura [14].

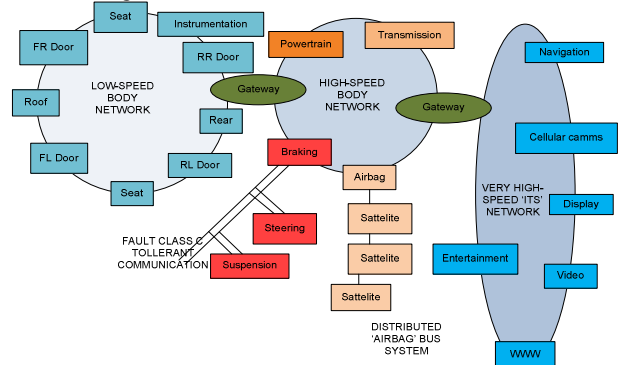


Figura 20. Diferentes tipos de redes (com velocidade diferentes) no automóvel

Actualmente, existem várias comunicações em uso como as CAN, já mencionada, a LIN, a MOST e o FlexRay.

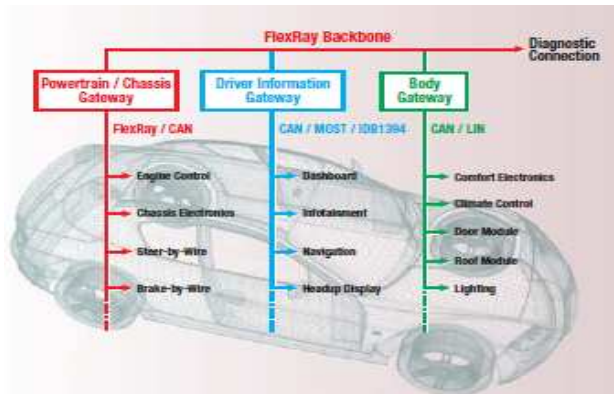


Figura 21. Tipos de comunicações existentes nos automóveis e suas aplicações

8. Promessa da RENESAS

Os processadores dual - core entraram nos automóveis, mais precisamente nos sistemas multimédia para permitir um elevado desempenho conseguindo executar cerca de 1920 MIPS para cerca de 533MHz, nomeadamente alguns processadores da Renesas, que tem por base a tecnologia 5H-4A.

Em desenvolvimento encontra-se uma variante do processador mencionado anteriormente da Renesas, em que o seu fabrico consiste num processo de 65nm com vista a reduzir o consumo energético.

É um processador de 32 bits da arquitectura RISC com uma configuração que suporta dual - core.

A Renesas planeia introduzir futuramente nestes sistemas multimédia para automóveis, um processador Quad-core.

Cada processador é um processador de vírgula flutuante, com uma frequência máxima de 533MHz que suportam *Single-precision* e *double-precision*, operações aritméticas e a *single-precision* máxima é de 7,46 GFLOPS, criando assim as condições ideais para processamento de imagem e MPEG vídeo.

9. Conclusões

Ao longo do trabalho apercebemo-nos de que os processadores assumem um papel importante na indústria automóvel. Como tal, verifica-se a sua utilização em grande número no automóvel.

Verificamos que os sistemas electrónicos de controlo permitiram melhorar vários aspectos menos eficientes dos sistemas mecânicos. Permitindo controlar de forma eficaz as emissões de gases poluentes, aumentar a eficiência dos motores.

Verificamos também que, em paralelo com o melhoramento dos sistemas electromecânicos, a electrónica começou a ser utilizada no automóvel.

Com a evolução da electrónica surgiram novos sistemas, como os sistemas de segurança, os sistemas de multimédia, entre outros.

Constatamos que o tipo de processador a utilizar depende das características do sistema que este irá integrar.

De acordo com a gama do veículo, o número de processadores varia, ou seja, um veículo de gama alta possui mais processadores que um de gama baixa.

Durante a realização do trabalho, constatamos que existem vários processadores capazes de realizar processamento digital de sinal, tais como, micro processadores, micro controladores, FPGA e DSP's.

Verificamos que em aplicações mais complexas que requerem elevada rapidez de processamento utilizam-se DSP's, já em aplicações mais simples são utilizados os micro controladores, os micro processadores e as FPGA.

Contudo existem sistemas onde é necessário combinar os DSP's com os micro controladores.

Verificamos que, todos os sistemas controlados por unidades de controlo electrónico possuem um ou mais processadores. Que dependendo do tipo de sistema até podem ter combinações de processadores.

Ao estudarmos a OBD, apercebemo-nos da sua importância no veículo. Visto que, permite aos técnicos de manutenção detestarem de forma rápida as anomalias.

Devido ao aumento do número de unidades de controlo no veículo, surgiram dois tipos de arquitecturas, a centralizada e a distribuída.

Existem vários factores que influenciam o tipo de arquitectura a utilizar, tais como, a complexidade do sistema que pretendemos controlar, a robustez mecânica e eléctrica do sistema, o custo de implementação, entre outros.

A arquitectura centralizada requer uma unidade de processamento capaz de processar todas as variáveis de entrada e actuar nas respectivas variáveis de saída, o que implica uma elevada capacidade de processamento.

Por sua vez a arquitectura distribuída, requer varias unidades de processamento capazes de comunicar entre si. Devido a necessidade de comunicarem entre si, foi necessário desenvolver protocolos de comunicação.

Actualmente são utilizados vários protocolos no veículo. Nomeadamente os protocolos CAN, LIN, MOST, FlexRay, Bluetooth, entre outros.

Actualmente começam a ser utilizados processadores dual-core nos sistemas de multimédia existentes no automóvel, com o intuito de se obter um elevado desempenho, mas já existem fabricantes que pretendem utilizar processadores quad-core nos sistemas de multimédia existentes no automóvel.

Este trabalho permitiu-nos adquirir e desenvolver os nossos conhecimentos, relacionados com a utilização da electrónica no automóvel.

10. Referências

- [1] Gráfico descritivo da utilização de processadores – <http://www.freescale.com/webapp/sps/site/overview.jsp?nodeId=016...>
- [2] Evolução do numero de processadores no automóvel - <http://www.mcjournal.com/articles/arc105/arc105.htm>
- [3] Nelson Rocha, António Rocha, “Segurança Activa”, *SIAUT*, disponível on-line: http://ave.dee.isep.ipp.pt/~malves/act_lect/SIAUT/Trabalhos%202007-08/Trabalhos/SIAUT_SegActiva.pdf
- [4] “Segurança Activa e Passiva”, *Autopedia*, disponível on-line: <http://www.xl.pt/autopedia/seguranca/index.shtml>
- [5] “Engine Control Units”, *Transport of Canada*, disponível on-line: <http://www.tc.gc.ca/programs/environment/ecotransport/ecu-eng.htm>
- [6] João Bravo, “Medições para o controle de Motores de Combustão Interna”, *Métodos Experimentais em Energia e Ambiente*, disponível on-line: <http://in3.dem.ist.utl.pt/labcombustion/EMEEcourse/presentations/pres6.pdf>
- [7] “Engine Control Unit”, *Wikipedia*, disponível on-line: http://en.wikipedia.org/wiki/Engine_control_unit
- [8] Dilip Patel, Mark A. Carlock, “A Study Of The Relative Benefits Of On-Board Diagnostics And Inspection And Maintenance In California”, *California Air Resources Board*, disponível on-line: http://ave.dee.isep.ipp.pt/~malves/act_lect/SIAUT/Material%20Auxiliar/OBDII-III%20paper.pdf
- [9] José Pinto, Jorge Ribeiro, “Segurança Passiva”, *SIAUT*, disponível on-line: http://ave.dee.isep.ipp.pt/~malves/act_lect/SIAUT/Trabalhos%202007-08/Trabalhos/SIAUT_SegPassiva.pdf
- [10] “Dedicated to helping the home and independent technician understand and use OBD-II technology”, *The OBD-II Home Page*, disponível on-line: <http://www.obdii.com/obdii.html>
- [11] Vision Control
<http://focus.ti.com/docs/solution/folders/print/492.html>
- [12] Infotainment
<http://focus.ti.com/docs/solution/folders/print/472.html>
- [13] Arquitecturas
http://www.pcs.usp.br/~laa/Grupos/EEM/CAN_Bus_Parte_1.html
- [14] Redes num automóvel
<http://www.mcjournal.com/articles/arc105/arc105.html>
- [15] Renesas info
http://america.renesas.com/media/company_info/news_and_events/mcu_promo/MCU-MPU_Fact_Sheet_for_Renesas_Ver3.pdf