

Conducció eficient

per a conductors
de vehicles industrials

Conducció eficient



per a conductors
de vehicles industrials

Aquesta publicació ha estat redactada per l'Institut per a la Diversificació i l'Estalvi d'Energia (IDAE) i adaptada i editada per l'Institut Català d'Energia de la Generalitat de Catalunya. Es tracta del manual teòric dels cursos de conducció eficient que es fan a Catalunya, emmarcats en els convenis de col·laboració ICAEN-IDAE per a implantar les mesures de l'Estratègia de Eficiència Energètica d'Espanya i del Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015.

Aquesta edició disposa de l'autorització de l'IDAE, que n'és el propietari intel·lectual.

Generalitat de Catalunya
Institut Català d'Energia

www.gencat.cat/icaen

Ministeri d'Indústria,
Turisme i Comerç
Institut per a la Diversificació
i l'Estalvi de l'Energia

www.idae.es

Dipòsit legal: B-34812-2009

Primera edició: juny de 2009
Disseny: Oxigen Comunicació Gràfica

Conducció eficient



per a conductors
de vehicles industrials





Índex de continguts

1. Introducció	7	6. Resposta a diferents situacions de trànsit	40
2. Consum d'energia i emissions al medi ambient en el transport per carretera	8	6.1. Sortida a la circulació	40
2.1. Els vehicles industrials	8	6.2. Semàfors i detencions previsibles	40
2.2. El consum d'energia en el transport	9	6.3. Revolts i girs	40
2.3. Impacte del transport en el medi ambient	10	6.4. Altres situacions del trànsit	41
2.4. Mesurament del consum de carburant en els vehicles industrials	13	6.5. Pendent ascendent i descendent	42
2.5. Avantatges de la conducció eficient	14	6.6. Avançaments i situacions especials	43
3. Tecnologia de motors i vehicles	16	6.7. Conducció urbana. Trànsit congestionat	44
3.1. Conceptes de potència i parell motor	16	6.8. Conducció d'autobusos	44
3.2. El motor com a consumidor d'energia	17	7. Exemples pràctics	46
3.3. Corbes característiques del motor i corbes d'equiconsum	19	8. Metodologia de la formació pràctica	49
3.4. El consum d'energia en un vehicle	23	8.1. Selecció del recorregut i procediments de control de consum	49
3.5. Paràmetres externs al vehicle: influència en el consum	25	8.2. Primera tanda de conducció	50
3.6. La caixa de canvis i la seva influència en la tracció i el consum de carburant	25	8.3. Classe teòrica	50
3.7. La inèrcia d'un vehicle en moviment	27	8.4. Demostració pràctica	51
4. L'actitud del conductor	28	8.5. Segona tanda de conducció	51
4.1. Mentalitat i responsabilitat	28	8.6. Posada en comú final. Anàlisi dels resultats	51
4.2. Abans d'arrencar	28	9. Claus de la conducció eficient	52
4.3. Previsió i anticipació	29		
5. Control i conducció del vehicle	30		
5.1. Control dels pneumàtics	30		
5.2. Control del motor	30		
5.3. Sistemes d'ajuda per a reduir el consum	30		
5.4. La càrrega del vehicle	32		
5.5. Arrencada del motor i inici del moviment del vehicle	32		
5.6. Selecció de la marxa en el canvi	33		
5.7. Circulació a una determinada marxa	36		
5.8. Frenades i desceleracions	38		
5.9. Parades llargues. Aturada del vehicle	39		



1 Introducció

Al llarg dels últims anys s'han produït millores importants en la tecnologia que incorporen els vehicles industrials. De tota manera, per a aconseguir aprofitar bé aquestes millores cal practicar un nou estil de conducció que s'adapti als vehicles moderns. Aquest nou estil de conducció és el que anomenarem la "conducció eficient".

La conducció eficient de vehicles industrials està formada per una sèrie de tècniques noves que, unides a una actitud adequada del conductor, donen lloc a un nou estil de conducció que aconsegueix importants estalvis de carburant i reduir les emissions al medi ambient, així com millorar en seguretat.

Tot això es concreta en millores de diferents aspectes, que es detallen a continuació:

- Estalviar energia en l'àmbit estatal.
- Reduir emissions de diòxid de carboni (CO₂).
- Estalvi econòmic a les empreses de transports.
- Reduir la contaminació atmosfèrica.
- Millorar el confort i disminuir l'estrès en la conducció.
- Reduir el risc i la gravetat dels accidents.
- Reduir els costos de manteniment.

Com en tot procés d'aprenentatge, es necessita pràctica per assolir els objectius desitjats. Per aquest motiu, aquest manual significa l'inici d'un procés d'aprenentatge que després el conductor haurà d'anar perfeccionant amb la seva pròpia experiència.

En els cursos pràctics de conducció eficient s'ha obtingut una mitjana d'estalvi de carburant d'un 10% fent proves comparatives de consums.

L'estructura que presenta el manual comença amb el marc energètic i mediambiental del transport per carretera a Espanya. A continuació, s'aporten els fonaments tècnics del funcionament dels motors, els sistemes de propulsió i les resistències a l'avançament, mostrant la seva relació amb el consum d'energia i les emissions al medi ambient.

Posteriorment, es presenta una sèrie de regles de comportament que conformen una determinada actitud i que el conductor haurà d'adoptar per a aconseguir una conducció eficient. Es continuarà després amb el capítol relatiu al control del vehicle, l'exposició i l'anàlisi de les tècniques de la conducció eficient. A continuació es detallaran diferents aplicacions pràctiques de les tècniques en situacions concretes del trànsit viari.

En els capítols finals es mostrarà una sèrie d'exemples concrets de la utilització de les tècniques, particularitzats per a determinats vehicles industrials en diferents situacions de trànsit. Posteriorment s'aportarà la metodologia a seguir per a l'ensenyament pràctic de les tècniques, per concloure, finalment, amb la formulació d'un breu compendi de les claus principals d'aquest nou estil de conducció.

2

Consum d'energia i emissions al medi ambient en el transport per carretera

El transport és el sector de més consum energètic i més emissions de CO₂ al nostre país. Dins el sector del transport, el transport per carretera de vehicles industrials, tant de passatgers com de mercaderies, té una rellevància especial.

2.1

Els vehicles industrials

Els vehicles industrials es poden classificar en **camions i autobusos**, en funció de si transporten mercaderies o passatgers.

Autobusos

Els autobusos, tant pel fet de ser vehicles destinats a transportar passatgers com per la major relació potència/pes que els caracteritza, requereixen una conducció particular que es detallarà posteriorment. Es poden classificar segons el seu àmbit d'utilització en:

- **Urbans:** realitzen la major part del recorregut per ciutat i, per tant, les característiques pròpies de la conducció d'aquests vehicles són les de contínues detencions, aturades i inicis de marxa, llargs períodes de funcionament del motor a ralenti i un ús més freqüent de les marxes curtes.
- **Extraurbans:** poden ser de **llarga distància**, que es caracteritzen per recorreguts interurbans i donen lloc a un estil de conducció a grans velocitats de circulació, marxes llargues i poques detencions i aturades; o bé de **curta distància**, que es caracteritzen per recorreguts mixtos amb proporcions variables de conducció urbana i extraurbana.

Camions

Els camions es poden classificar segons el seu bastidor, que és allò que confereix característiques especials a cadascuna de les categories. La divisió més simple és la següent:

- **Rígid:** camions amb la cabina i la caixa muntades sobre el mateix basculador. Poden ser de mida petita, mitjana o gran.
- **Camions tractors:** consten d'un bastidor en què va ubicat el motor i la cabina, concebut per a arrossegar semi-remolcs.
- **Vehicles d'obra i especials:** podrien situar-se dins la primera categoria (rígid), tot i que alguns poden ser articulats. S'utilitzen per a transportar grans càrregues i volums de mercaderies. Per les seves característiques especials quant al bastidor i les transmissions -que els fan més adequats per a un entorn de treball més irregular i exigent- hi ha prou diferències per situar aquests vehicles en una altra categoria, encara que facin servir les mateixes motoritzacions que els vehicles de les dues categories anteriors.

Al mateix temps, els camions es poden subdividir de la manera següent:

- **Rígid.** D'acord amb la seva càrrega útil:
 - Lleugers (càrrega útil no superior a 3,5 t):** utilitzen motors des de 100 fins a 250 CV, amb parells màxims entre 20 i 100 kgm, proporcionats per a motors d'entre 2 i 10 litres de cilindrada, acoblats a caixes de canvis d'entre 5 i 16 relacions. La majoria dels models tenen l'opció de caixes de canvi automàtiques.
 - Pesants (càrrega útil superior a 3,5 t):** potències molt variables entre 250 i 580 CV, proporcionades per a motors d'entre 7 i 16 litres de cilindrada. Parells màxims d'entre 100 i 270 kgm i caixes de canvis de 9 a 16 marxes, manuals, tot i que a totes les categories també hi ha caixes de canvis automàtiques.
- **Tractors.** Segons la potència dels motors que incorporen

Fins a 380 CV: els camions tractors equipats amb motors en aquest àmbit de potència fan servir motors d'entre 8 i 12 litres de cilindrada, donant entre 120 i 180 kgm de parell màxim. Utilitzen caixes de canvis manuals d'entre 12 i 16 relacions, i també caixes automàtiques.

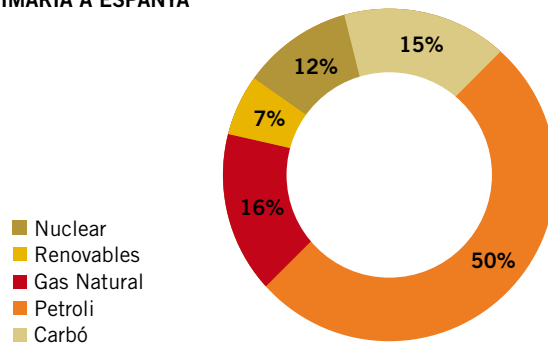
Des de 380 CV: els camions tractors en aquest àmbit de potència utilitzen motors de 9 a 16 litres de cilindrada, donant parells màxims d'entre 170 i 290 kgm. Fan servir caixes de canvis manuals d'entre 12 i 16 velocitats i també automàtiques.

- **Obres i especials:** hi ha molta varietat en aquest tipus de camions, tot i que els motors i grups de transmissió són els que es fan servir en altres categories. Per tant, hi ha potències disponibles entre 170 i 570 CV, i parells màxims que varien entre 56 i 280 kgm, proporcionats per a motors d'entre 4 i 16 litres de cilindrada, connectats a caixes de canvis manuals de 6 a 16 relacions de transmissió.

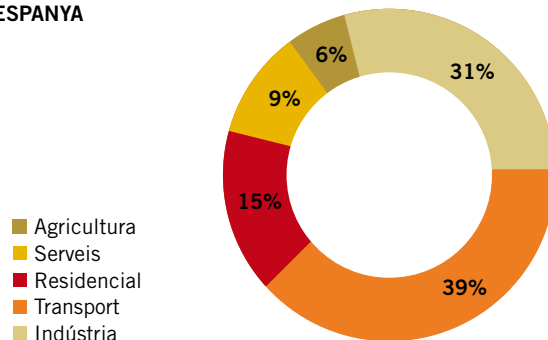
2.2 El consum d'energia en el transport

L'**energia**, en qualsevol de les seves formes, és necessària per a la supervivència de la humanitat, i sense ella no seria possible aconseguir els avenços tecnològics, socials i econòmics que han de propiciar la millora de la qualitat de vida dels habitants del planeta. Això no obstant, el seu ús indiscriminat, sobretot tenint en compte la gran dependència que Espanya té dels combustibles fòssils (carbó, petroli i gas natural) i, per tant, esgotables, té repercussions mediambientals indesitjables, a més de conseqüències negatives en els àmbits econòmic i sociopolític.

REPARTIMENT DE CONSUMS D'ENERGIA PRIMÀRIA A ESPANYA



CONSUMS D'ENERGIA FINAL PER SECTORS A ESPANYA



Actualment, el transport depèn pràcticament en exclusivament de l'**energia d'origen fòssil** per la seva elevada relació energia/volum i el seu baix preu comparat amb altres fonts d'energia. El transport per carretera consumeix el 42,1% de l'energia a Espanya, la qual cosa representa més del 60% del petroli consumit al nostre país. El consum de carburants a Espanya en el sector del transport per carretera és d'uns 11.000 milions de litres de gasolina i d'uns

24.000 milions de litres de gasoil l'any, que es reparteixen de la manera següent:

- ▶ Turismes: 50%.
- ▶ Furgonetes: 32%.
- ▶ Camions: 6%.
- ▶ Autobusos: 3%.
- ▶ Altres: 9%.

A Europa hi ha el ferm propòsit de desenvolupar altres fonts d'energia que permetin moure els vehicles amb combustibles no derivats del petroli per a reduir-ne la dependència, i també per a reduir les emissions de CO₂ globalment. Entre aquestes fonts hi trobem:

- El gas, que també és d'origen fòssil.
- Les energies renovables, mitjançant els **biocarburants**, principalment el biodièsel i el bioetanol.

Atès que la mobilitat de passatgers i mercaderies és un element característic de les societats avançades, el transport i les comunicacions es converteixen en estructures bàsiques per al desenvolupament econòmic i social.

La conducció eficient significa fer un ús més eficient dels mitjans de transport i contribueix de manera important a l'estalvi econòmic.

A més de la conducció eficient, hi ha altres actuacions complementàries en el transport per carretera de vehicles industrials dirigides a assolir l'estalvi energètic i la reducció d'emissions al medi ambient, orientades a la gestió adequada de les flotes de transport i de les seves polítiques de renovació de vehicles.

2.3 Impacte del transport en el medi ambient

La combustió de carburants en els vehicles produeix dos tipus d'emissions pel tub d'escapament:

Anhídrid carbònic (CO₂), inherent a tot procés de combustió. Creix amb el consum de carburant.

Contaminants que afecten la qualitat de l'aire i que depenen de la qualitat de la combustió i dels sistemes anticonaminació que tingui el vehicle.

En els motors dièsel, cada cop que **un litre de gasoil** es crema al motor, pel tub d'escapament surten **2,6 kg de CO₂**. Els científics han demostrat que una part del CO₂ que s'emet a l'atmosfera s'hi acumula i és el causant principal de la modificació de l'anomenat "efecte d'hivernacle", que dona lloc al conegut "canvi climàtic". L'efecte d'hivernacle és fonamental per a la vida a la terra, perquè fa que la seva temperatura mitjana sigui d'uns 15°C, però l'increment de concentració d'aquest gas a l'atmosfera a causa de la combustió de carburants fa que aquesta temperatura mitjana tendeixi a pujar, la qual cosa pot ocasionar greus problemes a la humanitat, com modificar la meteorologia, incrementar el nivell dels mars, les sequeres, etc.

EMISSIONS DE CO₂ PER LITRE DE GASOIL EN UN VEHICLE INDUSTRIAL



És per això que tots els països estan implantant mesures per a reduir el consum de carburants fòssils mitjançant campanyes de promoció d'un ús eficient de l'energia i a través de programes d'estalvi energètic. Però l'usuari també ha de prendre consciència de la seva pròpia responsabilitat.

Actuacions dirigides a l'estalvi energètic i a la reducció d'emissions en el transport per carretera:

- Reduir el consum dels vehicles nous.
- Més utilització dels biocarburants (biodièsel i bi-
oetanol).
- Dirigir el mercat cap a vehicles de menys consum.
- Conduir de manera més eficient.
- Gestió eficient dels mitjans de transport.

- El **monòxid de carboni** (CO).
- Els **hidrocarburs** (HC).
- Els **òxids de nitrogen** (NOx).
- Les **partícules** (PM) que són les que causen l'**opacitat** dels fums.

Aquestes emissions estan limitades per als vehicles industrials nous amb les Directives Europees, conegudes com a Euro 3, 4 i 5.

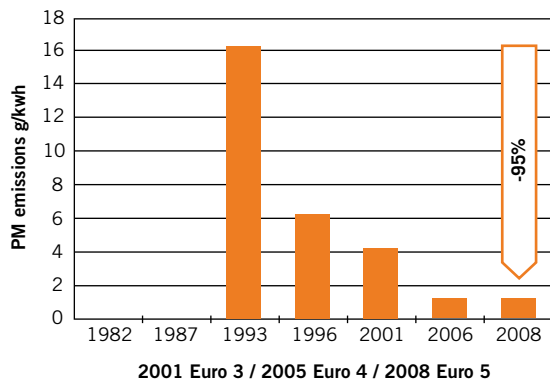
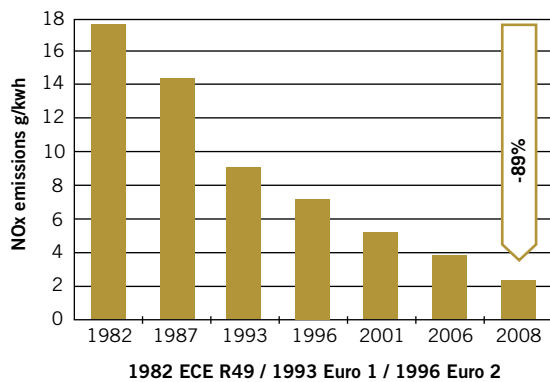
Les diferents normatives Euro entren en vigor els anys assenyalats per a les noves homologacions de vehicles i a l'any següent per als vehicles nous que es matriculin d'homologacions anteriors.

Les **substàncies contaminants** s'emeten en quantitats molt més petites que el CO₂, però quan s'acumulen a l'atmosfera afecten la qualitat de l'aire i la salut dels éssers vius, embrutant el medi ambient. Les més importants són:

EVOLUCIÓ DELS LÍMITS D'EMISSIONS PER A CAMIONS I AUTOBUSOS A EUROPA					
	FÓRMULA	UNITAT	EURO 3 2001	EURO 4 2005	EURO 5 2008
ÒXIDS DE NITROGEN	NOx	g/kWh	5	3.5	2
HIDROCARBURS SENSE CREMAR	HC	g/kWh	0.66	0.46	0.46
MONÒXID DE CARBONI	CO	g/kWh	2.1	1.5	1.5
PARTÍCULES	PM	g/kWh	1.6	1.1	1.1
FUM		m-1	0.8	0.5	0.5

A les gràfiques que es presenten a continuació es mostra la reducció duta a terme de les emissions de NOx i de PM en els vehicles industrials amb l'entrada en vigor de les diferents normatives:

EVOLUCIÓ DE LES EMISSIONS CONTAMINANTS PER UNITAT D'ENERGIA PRODUÏDA



Per cada litre de carburant consumit, un camió actual de 420 CV emet aproximadament:

■ CO: 15-20 grams.

- HC: 2-3 grams.
- NOx: 5-8 grams.
- Partícules: 4-7 grams.

Convé assenyalar també que algunes de les innovacions tecnològiques que presenten els motors actuals redueixen les emissions contaminants, però **augmenten lleugerament l'emissió de CO₂** perquè incideixen en lleugers augmentos en el consum de carburant.

Entre els avantatges dels motors d'últimes generacions hi figura la gestió electrònica dels diferents sistemes del vehicle amb una **unitat de control electrònica** que incorpora altres funcions, com l'autodiagnosi i les ajudes a la conducció en general i a la conducció econòmica en particular. Si s'utilitzen adequadament, poden reduir apreciablement el consum de carburant del vehicle.

Les noves normatives de control de la contaminació atmosfèrica obliguen els fabricants a buscar **solucions tecnològiques** cada cop més sofisticades per als motors dels vehicles industrials. La injecció d'alta pressió amb sistemes d'injector unitari o sistemes *common rail*, la sobrealimentació amb postfredament i turbo de pas variable, així com la recirculació de gasos d'escapament (EGR), són algunes de les últimes tendències dels motors de camions i autobusos.

Quan els gasos surten del motor **es poden tractar al sistema d'escapament** abans d'arribar a l'atmosfera. Entre les solucions possibles destaquen els catalitzadors que redueixen els gasos contaminants de l'escapament, els filtres de partícules i els sistemes SCR (Catalitzador de Reducció Selectiva) per a tractar els gasos d'escapament amb urea i eliminar els NOx.

2.4

Mesurament del consum de carburant en els vehicles industrials

El funcionament del motor d'un vehicle implica un consum de carburant quan s'injecta en els cilindres en litres o en grams durant un temps mesurat en hores, de manera que la unitat de cabal de combustible seria:

- Grams / hora.
- Litres / hora.

No obstant això, aquesta unitat no és la que es fa servir normalment en els vehicles de carretera, ja que el seu objectiu és moure càrregues o persones un determinat nombre de quilòmetres, per la qual cosa en aquest cas es fa servir:

- **Litres per cada 100 quilòmetres** (l /100km).
- **Quilòmetres per litre.**

Si mirem el motor d'un vehicle, el seu consum de carburant depèn de la potència, mesurada en cavalls de vapor (CV) o en kilowatts (kW), que el motor lliura en cada moment. Per tant, en parlar de motors normalment es fa servir el terme de **“factor de consum”** o **“consum específic”**, que és la despesa de carburant utilitzat per a produir una unitat determinada d'energia, que es pot expressar en:

- **Litres/CVh:** litres per cada cavall de potència i cada hora de funcionament.
- **Grams/CVh o g/kWh:** tenint en compte, a efectes de conversió d'unitats, que 1CV equival a 0,736 kW i, per tant, 1kW equival a 1,36 CV.

Convé conèixer, a efectes de realitzar càlculs, que el pes específic del gasoil és de l'ordre de 840 grams per cada litre.

En l'ús d'un vehicle, la potència demandada al motor depèn de:

- El pes del vehicle i les seves característiques tècniques.
- L'acceleració que se li exerceix.
- El pendent de la carretera.
- La velocitat a la qual circula.
- Les condicions climatològiques.

El motor ha de respondre al lliurament de potència que les condicions del trànsit i el conductor li exigeixin, per la qual cosa consumirà la quantitat necessària de carburant en cada moment i, atès que el carburant es fa servir per a moure el vehicle per la carretera, el consum se sol mesurar en **litres** utilitzats per a recórrer **100 quilòmetres**. Per tant, si fem servir menys carburant per a fer un mateix recorregut o fem més quilòmetres amb la mateixa quantitat de carburant, estem disminuint el consum.

Ara bé, **el consum és un valor instantani** i, per tant, variable en funció del temps. Així doncs, una manera de reduir el consum mitjà seria reduint el consum a cada instant, evitant, sempre que sigui possible, els períodes de consum amb el vehicle aturat i el motor funcionant a ralenti.

Disposar d'un motor capaç de lliurar molta potència per, després, fer servir habitualment una potència molt inferior, provoca un consum més gran que el que tindríem si féssim servir un motor de menys potència màxima. El propietari ha de ser capaç, per tant, de seleccionar el motor amb la potència adequada segons l'ús requerit del seu vehicle.

EXEMPLES DE CAMIONS AMB MOTORS DE POTÈNCIES DIFERENTS



220 CV



380 CV



500 CV

A més del motor, el tipus de caixa de canvis i el pont posterior de reducció repercutiran en el consum del vehicle. Actualment els fabricants ofereixen una àmplia oferta de sistemes diferents per al vehicle, i el comprador pràcticament pot personalitzar el vehicle en funció de les seves necessitats.

Per aquest motiu, és de gran importància que el comprador consideri tant les característiques necessàries que han de tenir els diferents sistemes del vehicle com l'oferta disponible en el mercat, comparant la informació detallada que faciliten els diferents fabricants.

2.5 Avantatges de la conducció eficient

L'evolució tecnològica que s'ha produït durant els últims anys ha modificat considerablement el disseny dels vehicles i ha permès introduir modificacions importants en el motor i en els diferents sistemes destinats a augmentar-ne

el rendiment reduint el consum de carburant i les emissions. Aquestes millores tecnològiques exigeixen al conductor un **nou estil de conducció** que aprofiti els avantatges que proporcionen.

La conducció eficient ofereix els avantatges següents:

Estalvi d'energia

El conductor, amb el seu comportament, té una gran influència sobre el consum de carburant del vehicle, la qual cosa permet aconseguir uns estalvis de carburant del 10%. Això representa un estalvi energètic considerable per al nostre país, millorant la balança de pagaments i reduint la dependència energètica de l'exterior.

Estalvi econòmic per a les empreses de transport

El carburant representa la principal partida de les despeses que genera l'activitat d'un vehicle industrial. Una major eficiència en el consum de carburant incidirà en un estalvi de costos i, per tant, en un major benefici econòmic per a l'empresa.

Reducció dels costos de manteniment

L'efecte de la reducció del consum està associat no només a una reducció dels costos del carburant, sinó també a una reducció dels costos de manteniment del vehicle, atès que les noves pautes a seguir provoquen que els diferents sistemes del vehicle (frens, embragatge, caixa de canvis, motor...), estiguin sotmesos a un esforç inferior al que suportarien en el cas de la conducció convencional.

Aplicant les tècniques de la conducció eficient, s'han registrat reduccions mitjanes d'utilització de la caixa de canvis d'un 30%.

Reducció d'emissions

La reducció del consum de carburant a través de la posada en pràctica de la conducció eficient va lligada a una reducció de les emissions de CO₂ i de contaminants al medi ambient. Amb la reducció d'emissions de CO₂ aconseguida

per la conducció eficient es contribueix a resoldre els problemes de l'escalfament de l'atmosfera i a l'acompliment dels acords internacionals en aquesta matèria.

Millora de la velocitat mitjana

Amb la conducció eficient es realitzen les acceleracions d'una manera més efectiva, s'eviten més les detencions i s'aprofiten millor les inèrcies que presenta el vehicle en la seva circulació.

Reducció del risc d'accidents

La conducció eficient incrementa la seguretat en la conducció, atès que aquestes tècniques de conducció estan basades en la previsió i en l'anticipació. Aquesta millora en la seguretat està constatada per diferents estudis realitzats a països europeus on ja fa temps que s'ha implantat, amb reduccions en les xifres i la gravetat dels accidents de trànsit.

Millora del confort

A més de tots els sistemes de millora del confort que incorporen els vehicles moderns, es pot fer que el viatge sigui encara més còmode mitjançant la nova conducció eficient. La conducció eficient és, sobretot, un estil de conducció impregnat de tranquil·litat i serenitat, que redueix les tensions i l'estat d'estrès produït pel trànsit al qual estan sotmesos els conductors.

Com es pot apreciar a les diferents partides que mostra la taula que apareix a continuació, una conducció més eficient rebaixaria els costos de les partides de combustible, pneumàtics, manteniment i reparacions, és a dir, repercutiria en el 40% dels costos totals de funcionament del vehicle.

Costos de funcionament d'un vehicle

En un vehicle de 420 cv amb una mma (massa màxima autoritzada) de 40 t i una càrrega útil de 25 t, que recorre anualment 120.000 km amb una ràtio d'ocupació del 85%, la mitjana percentual de repartiment dels costos de funcionament seria la següent:

CONCEPTE	FÓRMULA
AMORTITZACIÓ	14.2%
FINANÇAMENT	1.7%
PERSONAL DE CONDUCCIÓ	24.9%
ASSEGURANCES	6.5%
COSTOS FISCALS	0.8%
DIETES	12.3%
COMBUSTIBLE	29.4%
PNEUMÀTICS	5.5%
MANTENIMENT	1.7%
REPARACIONS	3.0%
TOTAL	100%

3

Tecnologia de motors i vehicles

Per entendre correctament els conceptes associats a la conducció eficient és molt útil conèixer una sèrie d'aspectes tècnics sobre els motors i el comportament dels vehicles. Si es coneix millor el vehicle, es farà servir millor.

3.1 Conceptes de potència i parell motor

El funcionament d'un motor té com a objectiu fonamental extreure químicament l'energia emmagatzemada al carburant i transformar-la en energia mecànica per a realitzar un treball.

El carburant es transforma en potència precisament cremant-se de manera controlada a l'interior dels cilindres del motor. Per a poder fer la combustió, **necessita aire**, que agafa de l'atmosfera i que el turbo comprimeix. Durant el procés, la temperatura augmenta a la cambra de combustió, fent que els gasos del seu interior s'inflamin i tendeixin a expandir-se. Això fa que empenyin el pistó cap avall, per l'interior del cilindre; transmetin la força a les bieles i, des d'aquí, cap al cigonyal. Aquesta energia mecànica s'aprofita després per a moure el vehicle.

Per a realitzar una conducció eficient, cal conèixer les prestacions que se sol·liciten al motor en cada moment, per la qual cosa convé entendre els termes de parell i de potència; com s'hi actua i la seva relació amb el consum.

Les dues característiques que descriuen millor les prestacions d'un motor de combustió interna d'un vehicle són les seves corbes de **potència màxima** i de **parell motor màxim**.

El **concepte de parell** es pot entendre com una força de rotació aplicada al final d'un eix giratori. Per exemple, la força que es fa per girar un tornavís a l'hora d'enroscar un cargol és un parell. Com més parell es desenvolupa, més es podrà collar el cargol.

En un vehicle hem de distingir dos parells fonamentals:

El parell motor. És el parell que exerceix el motor a cada instant i que es mesura al final del cigonyal, volant d'inèrcia o primari de l'embragatge. Es produeix per la combustió del carburant en els cilindres i, per tant, en general, com més es premi l'accelerador, més gran serà el parell obtingut.

El parell en roda. És el parell que s'aplica a la roda, proporcionant la força de tracció que serà la que realment mogui el vehicle. És diferent del parell motor, atès que la caixa de canvis s'encarrega de multiplicar-lo, perquè, com es veurà més endavant, en reduir la velocitat de gir a la caixa es multiplica el parell.

El parell motor màxim, que és la dada que els fabricants proporcionen habitualment, és la màxima força de gir que pot proporcionar el motor. Es dona només en unes condicions determinades:

- ▶ **Plena càrrega:** accelerador trepitjat al 100%.
- ▶ **Règim de revolucions de motor intermedi,** que és el règim al qual s'aconsegueix optimitzar diversos factors, entre ells el rendiment del turbo i la combustió.

A **càrregues parcials**, és a dir, sense l'accelerador a fons, no es pot obtenir el parell màxim del motor.

La potència és la quantitat de treball que pot desenvolupar un motor en un temps determinat.

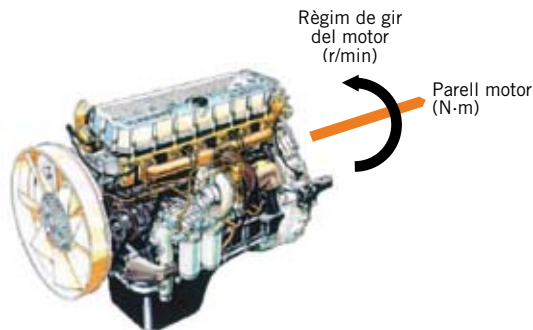
Com més potència tingui un motor, més treball podrà realitzar en el mateix temps. Amb un motor més potent, un camió pot:

- Accelerar més ràpidament.
- Pujar un pendent a més velocitat.
- Remolcar càrregues més pesades.

La potència màxima del motor dona lloc a la **major potència en roda**, la qual cosa condiciona el pendent màxim que podrà superar el vehicle o la velocitat màxima que podrà assolir en un pendent.

En un motor que funciona a **potència màxima** (règim de motor elevat i accelerador a fons), el consum és molt elevat. En circumstàncies normals de circulació, no cal desenvolupar potències tan elevades que donen lloc a consums de carburant més elevats.

EL MOTOR PROPORCIONA PARELL I RÈGIM DE GIR



Com es pot veure a la figura, el motor proporciona un parell i un règim de gir a cada moment. El valor de la potència a cada instant s'obté de multiplicar el parell pel règim de gir:

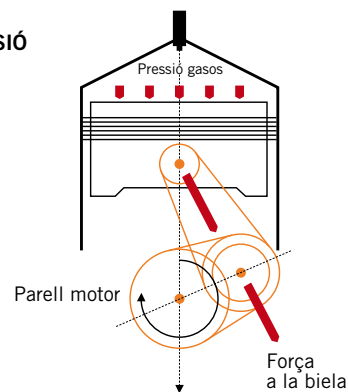
$$\text{Potència (CV)} = \frac{\text{Parell motor (Nm)} \times \text{Règim (r/min)}}{7024}$$

Per aquest motiu, en un motor augmenta la potència perquè augmenta el parell prement l'accelerador o perquè augmenta el règim de gir.

La **potència màxima** normalment es produeix en règims elevats (revolucions) del motor i el parell màxim en règims mitjans o baixos.

3.2 El motor com a consumidor d'energia

CROQUIS DE TRANSMISSIÓ DE LA FORÇA EN UN MOTOR ALTERNATIU



La pressió exercida per la combustió al cilindre empeny el pistó i genera un parell motor. Part de l'energia de la combustió es perd en ser transferida cap a l'eix de sortida del motor. Aquestes pèrdues són inevitables i, en certa mesura, necessàries per tal que pugui funcionar. Les més importants són les que es detallen a continuació:

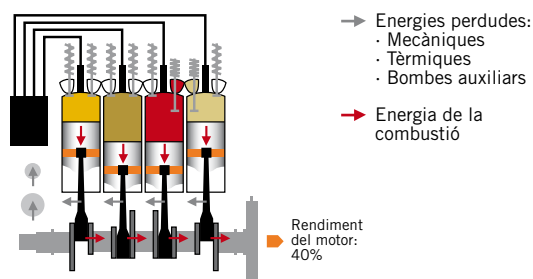
Pèrdues d'energia d'origen tèrmic:

- ▶ Sistema de refrigeració: el fluid refrigerant (aigua + additius) s'encarrega de mantenir les peces internes del motor a una temperatura adequada per a funcionar. Aproximadament el 15% de l'energia extreta del combustible es perd en forma de calor dissipada a través del sistema de refrigeració.
- ▶ Gasos d'escapament: els gasos que surten per l'escapament ho fan a temperatures elevades (400-500°C) i s'emporten gairebé un 30% de l'energia del carburant.

Pèrdues d'energia d'origen mecànic: són les que causen els fregaments interns de les diferents peces del motor i les que causen la despesa de potència per als serveis auxiliars de les bombes d'injecció d'oli i d'aigua i per a l'alternador. Representen entorn del 15% de l'energia del combustible. L'energia perduda pels fregaments mecànics es dissipa finalment a través del radiador d'oli o del radiador de refrigerant del motor.

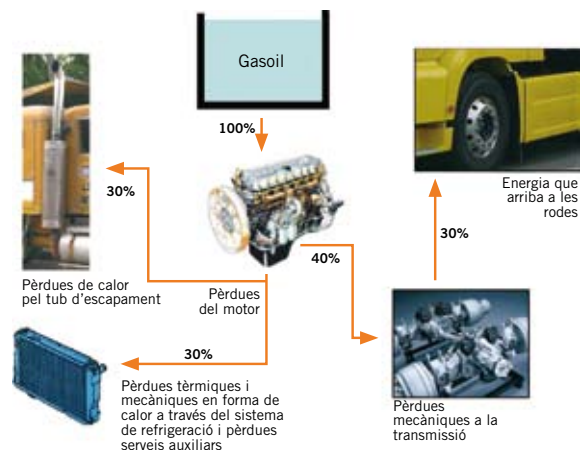
Per tant, queda aproximadament un **40%** de l'energia inicial, la qual el motor la proporciona en forma de potència per a accionar la transmissió. Atès que aquí es perd aproximadament un altre 10% de l'energia disponible inicialment, **a la roda només hi arriba entorn del 30%** de l'energia del combustible quan un vehicle avança per una carretera a velocitat constant.

BALANÇ ENERGÈTIC DEL MOTOR



La figura següent mostra el balanç energètic que es produeix en el funcionament d'un vehicle quan circula per una carretera a una velocitat constant:

EXEMPLE DE BALANÇ ENERGÈTIC EN EL SISTEMA DE PROPULSIÓ D'UN CAMIÓ QUE CIRCULA PER CARRETERA A VELOCITAT CONSTANT



Molt important:

Hi ha algunes condicions d'utilització dels motors en què el consum de carburant és zero. Quan el motor està girant sense que es trepitgi l'accelerador, amb la relació de marxes en què se circula engranada (retenció), amb l'alentidor accionat o no, no s'injecta combustible als cilindres, és a dir, **no es consumeix carburant**.

Quan es redueix la velocitat del vehicle i el règim del motor s'apropa al de ralenti, aquesta condició desapareix i es torna a injectar una petita quantitat de combustible per a assegurar que el motor no es pari.

3.3 Corbes característiques del motor i corbes d'equiconsum

Un motor d'automoció treballa normalment en condicions diferents de les de plena càrrega (accelerador a fons). Per conèixer quines són les prestacions del motor en qualsevol condició de règim de gir i posició de l'accelerador, s'utilitzen les **corbes característiques**. Aquestes corbes permeten entendre les possibilitats d'utilització i de comportament del motor d'un vehicle i estudiar-les amb detall.

3.3.1 Corbes de parell i de potència

Corba de parell a plena càrrega: és la que habitualment proporciona el fabricant i mostra el parell màxim que proporciona el motor a cada règim de gir quan la càrrega és màxima, és a dir, quan l'accelerador està trepitjat a fons.

Corba de parell a càrrega parcial: mostra el parell que proporciona el motor a diferents posicions del pedal accelerador, per exemple, al 25%, 50% o 75% del seu recorregut.

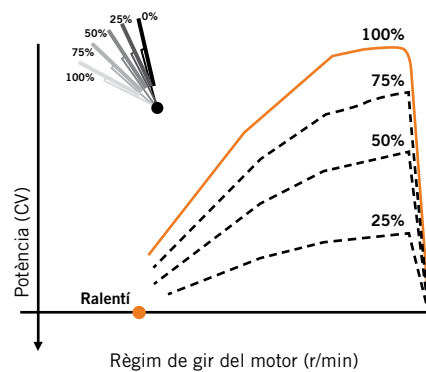
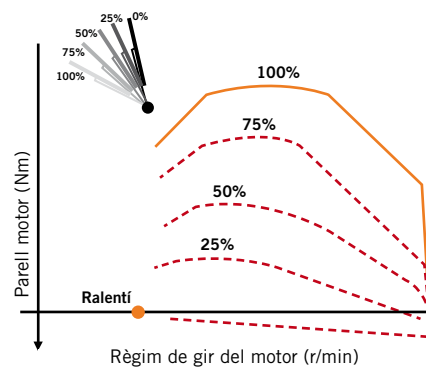
Corba de potència a plena càrrega: és també la que habitualment proporciona el fabricant i mostra el valor de la potència que lliura el motor a cada règim de gir quan la càrrega és màxima, és a dir, amb l'accelerador trepitjat a fons.

Corba de potència a càrrega parcial: mostra la potència que proporciona el motor en funció de les revolucions, quan la càrrega és inferior a la màxima, és a dir, a posicions del pedal accelerador de, per exemple, el 25%, el 50% o el 75% del seu recorregut.

Tan important o més que el valor que assoleix el parell motor màxim, o el de la potència màxima, serà el coneixement que el conductor tingui dels àmbits o intervals de revolucions en què s'obtenen aquests valors. Els valors límit de revolucions que defineixen aquests àmbits varien en cada vehicle i normalment el fabricant els facilita en la

documentació tècnica del vehicle. Si no hi fossin, es recomana sol·licitar-los al fabricant.

CORBES CARACTERÍSTIQUES D'UN MOTOR ACTUAL



— Aquesta és la que el fabricant proporciona habitualment.

Com veurem a l'apartat següent, l'interval de revolucions de parell màxim serà la referència per a realitzar els canvis de marxa i de la circulació del vehicle d'una manera eficient, mentre que el de potència màxima es farà servir per a

les situacions més exigents d'utilització del motor, la qual cosa provoca consums més grans de carburant.

3.3.2 Corbes d'equiconsum

Aquestes corbes se solen dibuixar sobre les de parell (o de potència) del motor i representen línies de nivell de consum específic constant. És a dir, les condicions del motor a cada corba fan que la quantitat de grams de combustible necessaris per a produir una determinada quantitat d'energia sigui constant, és a dir, aquelles en què el rendiment del motor és constant.

Hi ha una zona, anomenada “pol de mínim consum”, que proporciona el **mínim valor de consum específic** (en g/CVh o en litres/CVh), és a dir, el **millor rendiment del motor**. La zona de consums específics mínims està situada normalment en règims lleugerament inferiors al de parell màxim o a la zona més baixa d'aquest parell, i amb l'accelerador bastant trepitjat, tot i que no a fons (entorn de 3/4 parts del seu recorregut). El règim de consum mínim baixa quan l'accelerador està menys trepitjat.

Per tant, mantenir el motor en condicions de treball properes a les de menor consum específic proporciona **menys consums per a una mateixa quantitat d'energia produïda**. En aquestes condicions, el motor aprofitarà millor el carburant, de manera que el vehicle consumirà menys fent la mateixa feina, és a dir, fent el mateix trajecte.

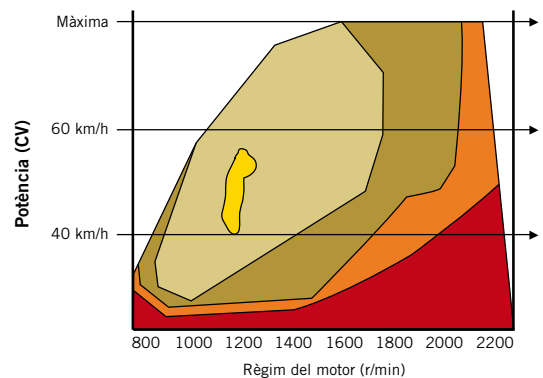
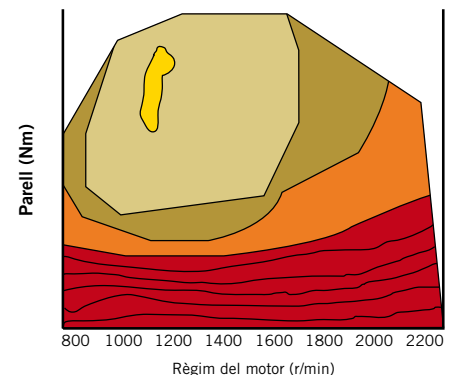
Les “corbes d'equiconsum” donen informació sobre les zones de mínims consums per unitat de potència lliurada. Si sobre aquestes corbes se superposen les de resposta del motor a diverses posicions del pedal accelerador, es pot veure que, a potència constant, hi ha una zona de règim de gir on el consum específic és mínim i, per tant, si se circula en aquestes condicions, ho serà també el consum mesurat en l/100 km. Aquesta zona es correspondrà amb la part inferior de la zona verda del compta-revolucions.



Compta-revolucions

CORBES D'EQUICONSUM

- Zona de baix consum 200 g/kWh
- 210 g/kWh
- 220 g/kWh
- 280 g/kWh



Tanmateix, convé aclarir que un motor consumirà menys cabal de combustible com més baixa sigui la potència que se li exigeixi.

Un vehicle necessita més potència per anar a més velocitat perquè augmenten les resistències aerodinàmiques i de rodolament.

En la situació de circulació a una determinada velocitat es necessita una quantitat fixa de potència lliurada pel motor. A la gràfica que es mostra més amunt de potència/ règim del motor, si el vehicle circula a 40 km/h (línia horitzontal inferior), s'observa que la potència necessària per a circular es pot obtenir de diverses maneres:

- A altes revolucions, circulant en relacions de marxa que no són les més llargues i amb el pedal accelerador poc trepitjat.
- A revolucions més baixes, circulant a marxés més llargues i amb l'accelerador més trepitjat, concretament entorn de les 3/4 parts del seu recorregut.

Així doncs, en aquest últim supòsit, el motor treballarà a la zona de mínims consums específics, de l'ordre de 200 g/kWh, consumint considerablement menys que en el primer cas, on els consums específics rondarien els 230 g/kWh.

3-3-3

Forces de resistència a l'avançament d'un vehicle

Els vehicles poden mantenir una velocitat, accelerar i pujar pendent, perquè les rodes motrius exerceixen una força d'empenta sobre l'eix i contra el sòl, transmesa pel fregament pneumàtic-asfalt. Això és el que s'anomena **força de tracció en roda**, que es pot obtenir dividint el parell en roda pel radi de la roda.

La força de tracció en roda venç una sèrie de forces que són les que contraresten l'avançament i l'acceleració del vehicle, conegudes com a "forces de resistència a l'avançament" i que es detallen a continuació:

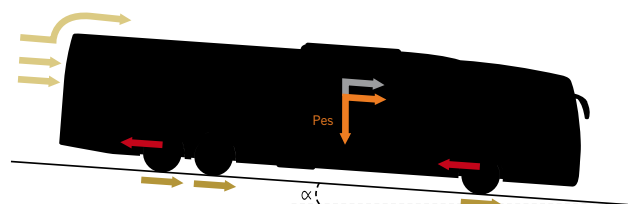
Força de resistència a l'avançament per rodolament:

Quan un pneumàtic carregat roda per una superfície dura es deforma. Això provoca una força que s'oposa al seu moviment, anomenada **resistència al rodolament**. En vehicles carregats i circulant a baixes velocitats, vèncer aquesta resistència és allò que més energia requereix, i arriba a representar fins a un 40% de la força total resistent. Aquesta força de resistència és proporcional a la massa del vehicle i depèn del tipus i el nombre de pneumàtics. *Augmenta considerablement quan el pneumàtic està desinflat.*

Força de resistència a l'avançament per pendent:

Com se sap, la força de la gravetat tendeix a evitar que qualsevol cos ascendeixi i, per tant, quan es puja per un pendent cal vèncer aquesta força. De la mateixa manera, quan es baixa per una rampa, aquesta mateixa força afavoreix el moviment i tendeix a accelerar el camió. Aquesta força depèn directament de la massa total del vehicle i de la inclinació del pendent.

FORCES A FAVOR I EN CONTRA DEL MOVIMENT



- Resistència aerodinàmica = $0,5 \cdot C_x \cdot A_f \cdot V^2$
- Resistència rodolament = $f_r \cdot Pes$
- Resistència per acceleració = $\Delta V / \Delta t \cdot Pes$
- Resistència per pendent = $\text{sen} \alpha \cdot Pes$
- Força de tracció = $\frac{\text{Potència}}{\text{Velocitat}}$

Força de resistència a l'avançament per aerodinàmica:

Quan un vehicle avança ha d'anar desplaçant l'aire que té al seu davant i omplint el buit que va deixant al darrere. Com més alta és la velocitat, molt més gran és la potència necessària per a realitzar aquesta feina, és a dir, per a vèncer la **resistència aerodinàmica**. La resistència aerodinàmica depèn de la secció frontal del vehicle, de la forma del camió i de la densitat de l'aire, i augmenta amb l'augment de la velocitat elevada al quadrat.

Duplicar la velocitat equival a multiplicar per 8 la potència necessària per a vèncer la resistència aerodinàmica. Per aquest motiu, els components que modifiquen l'aerodinàmica del vehicle tenen una gran importància i es recomanen les formes suaus, sense alteracions brusques de secció ni zones anguloses.

Els alerons i deflectors al sostre de la cabina reduïxen bastant el consum i permeten arribar a mitjanes d'estalvi d'entorn a un 6% i a més del 10% a la velocitat de 90 km/h.

Cal ajustar els alerons de manera que la part superior quedi arran de la part alta de la càrrega.

Força de resistència per acceleració:

Quan s'accelera, un vehicle necessita vèncer una força proporcional a la massa del vehicle per l'acceleració a la qual se'l sotmet. Per tant, en un procés d'acceleració, com més gran sigui l'acceleració pretesa o com més gran sigui la massa del vehicle, més gran haurà de ser la força de tracció en roda.

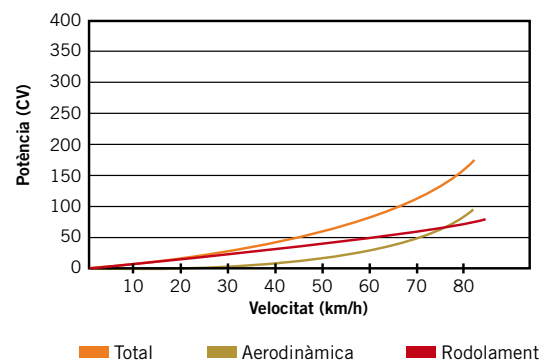
Les forces de resistència depenen de la velocitat del vehicle. La figura adjunta mostra, per a un camió de 40 tones,



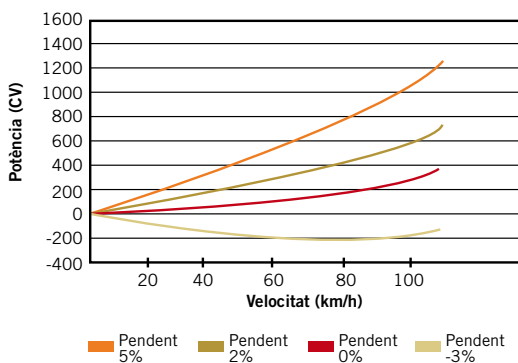
Deflector

l'evolució de les potències de resistència per rodolament i aerodinàmica així com l'evolució de la potència quan es puja o es baixa un pendent. Les zones de potència negativa indiquen que el pendent "empeny" el vehicle sense necessitat de cap força de tracció.

POTÈNCIES NECESSÀRIES PERQUÈ UN CAMIÓ DE 40T PUGUI CIRCULAR EN PLA A UNA DETERMINADA VELOCITAT



POTÈNCIA NECESSÀRIA EN UN CAMIÓ DE 40T PER A MANTENIR UNA VELOCITAT EN FUNCIÓ DEL PENDENT



motor, el consum disminueix amb la disminució de la potència.

- A igual potència i velocitat, el consum disminueix amb la disminució del consum específic; aquesta és la manera d'aprofitar bé el motor, utilitzant-lo en la zona de menys consums específics.

En el seu moviment per la carretera, el vehicle està sotmès a condicions diferents, que poden ser:

- ▶ Accelerar per sortir quan està parat.
- ▶ Accelerar per augmentar la velocitat ja en moviment.
- ▶ Mantenir una velocitat constant baixa en pla.
- ▶ Mantenir una velocitat constant alta en pla.
- ▶ Pujar un pendent de més o menys intensitat.
- ▶ Baixar un pendent de més o menys intensitat.
- ▶ Vehicle aturat amb el motor en marxa.

3.4 El consum d'energia en un vehicle

El consum en litres/100km d'un vehicle es pot obtenir de la manera següent:

$$C = 0,09 \times C_e \times \frac{P}{V}$$

En què:

C = Consum (l/100 km).

C_e = Consum específic (g/Kwh).

P = Potència (CV).

V = Velocitat (Km/h).

Cada situació exigeix una velocitat diferent i una determinada força de tracció a les rodes motrius, que es tradueix en **una potència diferent sol·licitada al motor**. La força de tracció ha de vèncer les resistències al rodolament, l'aerodinàmica, l'acceleració i el pendent que cada situació determini. Coneixent aproximadament les corbes d'equi-consum del motor per a lliurar una determinada potència, es podrà saber en quins àmbits de revolucions i graus de càrrega del pedal accelerador el motor consumeix menys.

Segons aquesta fórmula, es podrien donar els casos següents:

- Per a una mateixa potència i consum específic del motor, el consum disminueix amb l'augment de la velocitat.
- Per a una mateixa velocitat i consum específic del

Les zones de menys consums específics d'un motor són les que els fabricants indiquen amb el color verd al compta-revolucions. Els consums mínims corresponen a règims de motor de la zona inferior de parell màxim o una mica menys als motors moderns. Aquest règim varia en funció de la cilindrada dels motors entre les 1.000 i 1.500 r/min.

Per tant, en cada situació de trànsit, el motor ha de proporcionar la potència resistent i s'ha de seleccionar, entre les possibles condicions del seu funcionament (definides per la relació de marxes seleccionada, la posició del pedal accelerador i el règim de gir del motor), la que permeti obtenir un menor consum de carburant, sempre sense sortir de la zona de parell màxim.

No s'ha de circular amb el motor funcionant per sota de la zona de parell màxim, és a dir, per sota de la zona verda del compta-revolucions, ja que els vehicles solen presentar una brusca caiguda de parell quan entren en aquesta zona, la qual cosa podria provocar problemes per falta de resposta en diferents situacions de trànsit.

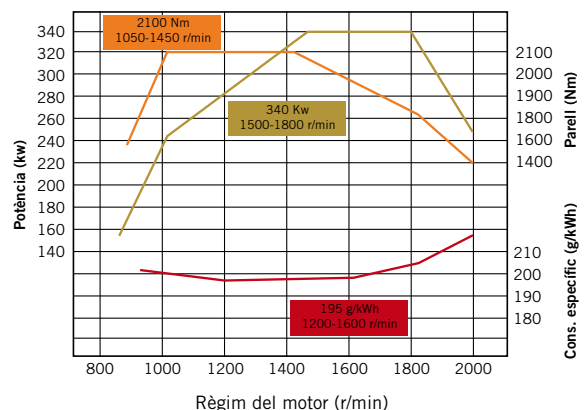
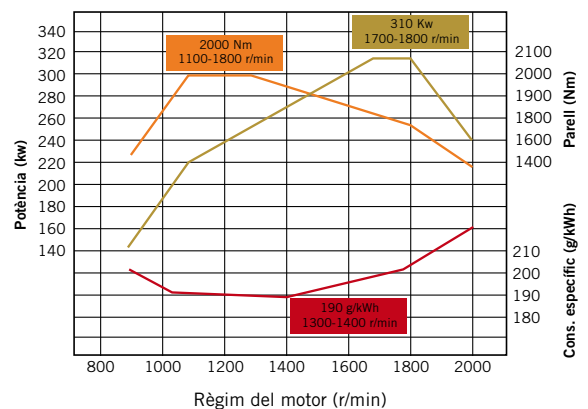
A les gràfiques que es mostren a continuació se superposen les tres corbes característiques d'un motor funcionant a plena càrrega (parell màxim, potència màxima i consum específic) de dos motors moderns de vehicles industrials. Aquestes corbes, donades pel fabricant, indiquen les característiques de funcionament dels motors respectius.

En aquestes corbes s'observa com la zona de mínims consums específics s'estén des de la zona de parell màxim fins a règims més elevats del motor, arribant a entrar als inicis del règim de potència màxima en el cas de la segona gràfica.

El consum total del vehicle, com ja s'ha vist, és el producte del consum específic per la potència proporcionada pel motor. Els consums mínims, per tant, s'obtingran combinant aquestes dues variables, de manera que es mantinguin els seus valors tan baixos com sigui possible. Ara bé, com es veu a les gràfiques, les dues estan relacionades i, per tant, s'intentarà arribar a la combinació que proporcioni el mínim consum.

Per tant, el mínim consum s'obté mantenint el motor a la zona de mínims consums específics (habitualment la zona verda del compta-revolucions) i amb baixes demandes de potència. És a dir, minimitzant el règim sense sortir de la zona verda del compta-revolucions.

EXEMPLE DE CORBES CARACTERÍSTIQUES DE DOS MOTORS DE CAMIÓ



3.5 Paràmetres externs al vehicle: influència en el consum

Hi ha altres variables externes al vehicle i independents de l'estil de la conducció que afecten el consum de carburant del vehicle:

El tipus de carretera o l'orografia del terreny pel qual es faci un trajecte poden influir de manera notable en el consum de carburant del vehicle.

Els factors meteorològics també afecten el consum de carburant, tant per la seva implicació directa com per la modificació que exigeixen al conductor respecte de la seva actitud davant de la situació que presenta la carretera. El vent a favor lògicament redueix el consum i el vent en contra l'augmenta. Les temperatures atmosfèriques molt baixes fan que augmenti el consum per la seva influència en la resistència aerodinàmica (la densitat de l'aire augmenta en baixar la temperatura), així com perquè hi ha més resistència al rodament i per un determinat increment de la fricció en els components de la transmissió, que no estan calents.

El vent en contra fa que augmenti el consum per efectes aerodinàmics fins a un 8% amb vent de 18 km/h i fins a un 18% amb vent de 36 km/h en un vehicle amb deflectors a la cabina.

Una baixada de temperatura atmosfèrica d'uns 10°C fa que augmenti el consum entorn d'un 4%.

3.6 La caixa de canvis i la seva influència en la tracció i el consum de carburant

Ja s'ha vist que el vehicle obté del motor la potència necessària per moure's mitjançant un parell i una velocitat

de gir a la sortida de l'embragatge. Però aquesta potència no és directament utilitzable a la roda, perquè el parell que subministren els motors és massa baix i la velocitat de gir massa alta.

Per aquest motiu, els vehicles estan dotats d'una sèrie d'elements que constitueixen el **sistema de transmissió**, per adaptar la potència de sortida del motor a unes condicions que serveixin per utilitzar-la per a **propulsar el vehicle**.

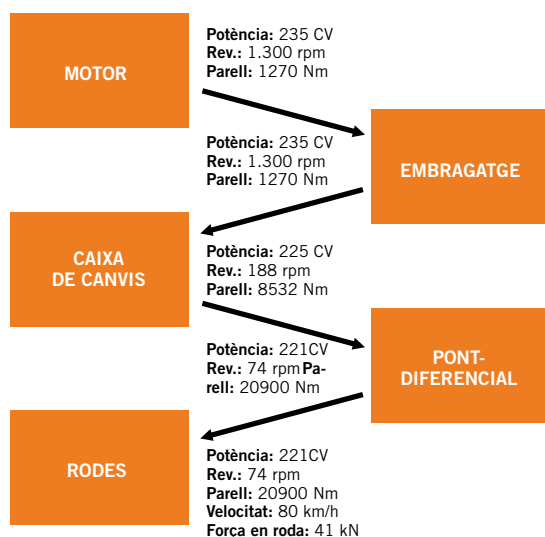
SISTEMA DE PROPULSIÓ I TRANSMISSIÓ DEL VEHICLE



Els elements que formen aquesta cadena de transmissió són l'embragatge, la caixa de canvis, l'arbre de transmissió i el pont o grup. S'hi realitzen funcions diferents, que són:

Embragatge: serveix per desacoblar el gir del motor i el gir de les rodes, de manera que se separa físicament l'eix que prové del motor amb l'eix que entra a la caixa de canvis. Això permet que el motor continuï girant amb el vehicle aturat i, a l'inici del moviment del vehicle, que el motor estigui funcionant a una velocitat diferent a l'entrada de la caixa de canvis. Si no fos així, no seria possible iniciar el moviment del vehicle ni fer canvis de marxa sense que el vehicle fes estrebades.

TRANSMISSIÓ DE LA POTÈNCIA DES DEL MOTOR A LES RODES



Caixa de canvis: és l'element fonamental del sistema de transmissió perquè permet seleccionar la relació entre el règim de gir del motor i el que arriba a les rodes. La potència es transmet, gairebé sense pèrdues, de l'eix d'entrada de la caixa de canvis a l'eix de sortida. Mitjançant la caixa de canvis se selecciona com aplicar aquesta potència cap a la roda, és a dir, quina combinació de parell (força a l'eix)

Palanca de caixa de canvis



i velocitat de gir es vol transmetre a la roda. Per a una potència donada del motor, cadascuna de les marxes de la caixa de canvis proporcionarà un parell i una velocitat de gir diferent a les rodes.

Una marxa curta fa que l'eix de sortida de la caixa giri més lentament, de manera que el seu parell serà més gran que el d'una marxa llarga, en què el règim de l'eix de sortida serà més gran, però a costa d'un parell menor.

Normalment la caixa transmet la potència i fa que augmenti el parell en la mateixa proporció que redueix el règim. Així doncs, com més força de tracció es vulgui tenir a les rodes, menys velocitat hauran de tenir les rodes i viceversa.

A l'arrencada, o en una pujada, es necessita molta força de tracció (parell) a les rodes, la qual cosa serà a costa d'una baixa velocitat de gir de les rodes. Això és el que succeeix quan se selecciona una de les marxes curtes del vehicle: es té molta força a les rodes, de manera que es pot arrencar, remuntar pendents pronunciats o accelerar però, a canvi, el vehicle circula a velocitat lenta. En canvi, si no es necessita molta força a les rodes del vehicle, però es tracta de mantenir una velocitat de creuer alta, s'ha de seleccionar una marxa llarga. D'aquesta manera s'obté una alta velocitat d'avançament del vehicle, però es disposa de menys força a les rodes.

En definitiva, la caixa de canvis és el mecanisme de què disposa el vehicle per a seleccionar com es desitja que arribi la potència que produeix el motor a les rodes. Si es desitja molta força s'utilitzaran marxes curtes i, si es vol velocitat, s'utilitzaran marxes llargues.

Arbre de transmissió: és un eix que s'encarrega de portar la potència sortint de la caixa de canvis cap al pont, per apropar-la a les rodes.

Pont: és el mecanisme que, a partir de la potència que li entra des de l'arbre de transmissió, fa girar un o més eixos, encarregats de portar el gir a les rodes. Normalment introdueix també una certa reducció de règim de gir entre l'arbre de transmissió i les rodes per permetre més règim de gir a la sortida de la caixa de canvis i reduir-ne d'aquesta manera la mida.



Pont de reducció doble



Pont de reducció

S'haurà de tenir en compte que, cada cop que es realitza un canvi de marxes, a més d'un desgast petit, però acumulable, de la caixa de canvis i de l'embragatge, es pateix un consum de carburant, de manera que aquesta maniobra s'ha d'executar sempre i quan sigui necessari, evitant els canvis de marxa superflus. A més, aquests canvis provoquen una pèrdua en la velocitat del vehicle, que s'haurà de recuperar posteriorment accelerant després de fer el canvi.

3.7 La inèrcia d'un vehicle en moviment

Quan circula, un vehicle porta associada una energia que depèn del valor de la seva massa i de la seva velocitat. El producte de les dues magnituds és el que s'anomena "quan-



Importància de la inèrcia

titat de moviment" o més comunament **inèrcia**. Per tant, els camions i autobusos, quan van carregats, tenen més inèrcia per a una mateixa velocitat que si van descarregats.

Un cop el vehicle està en moviment la tendència natural és la de seguir avançant, i només l'actuació de les resistències a l'avançament o l'actuació dels frens poden reduir el valor de la inèrcia. Per tant, les variacions de la inèrcia d'un vehicle concret poden produir-se per dues causes:

- **Reduint la velocitat** mitjançant l'acció d'algun dels sistemes de fre.
- **Augmentant la velocitat** aportant energia amb el motor i el seu consum de carburant.

La inèrcia que arrossega un vehicle en el seu desplaçament genera una energia aprofitable de la manera següent: si s'aixeca el peu del pedal accelerador i es deixa rodar el vehicle amb la marxa engranada, **se circularà sense consumir carburant**, és a dir, amb consum nul. Per tant, s'ha d'utilitzar aquesta tècnica sempre que es pugui, evitant les frenades i accelerades innecessàries que fan perdre les inèrcies adquirides.

4

L'actitud del conductor

La conducció eficient està basada en una sèrie de pautes de comportament que conformen una actitud determinada en la conducció del vehicle. Les tècniques de la conducció eficient van indissolublement lligades a aquesta actitud davant de la conducció, fins al punt que sense l'aplicació d'aquestes pautes de comportament no es podran executar les tècniques de manera adequada i precisa.

4.1 Mentalitat i responsabilitat

La conducció d'un vehicle industrial comporta una elevada **càrrega de responsabilitat**. Per tant, es requereix una actitud resolta, decidida i basada en una sèrie de directrius a considerar:

- **Preveure** les situacions perilloses i **anticipar** a temps les maniobres que s'han d'executar per evitar veure's involucrat en maniobres compromeses.
- Conèixer les **alternatives disponibles** per a solucionar una maniobra, i tenir la capacitat de discernir quina és la més adequada.
- Evitar **comportaments arriscats** que puguin generar situacions de risc per als usuaris de la via.

L'actitud del conductor



S'ha d'evitar la pràctica d'una conducció agressiva, basada en contínues acceleracions i frenades brusques. Amb la pràctica d'una conducció eficient s'aconsegueixen estalvis de carburant de més del 30% en comparació amb una conducció agressiva.

4.2 Abans d'arrencar

Abans de pujar a la cabina del vehicle es procedirà a realitzar un examen visual d'alguns elements del vehicle per a comprovar que estigui en bon estat.

Tot i que depèn del model de vehicle, en línies generals una correcta revisió prèvia hauria d'incloure, com a mínim, els aspectes següents:

- Nivells de líquids: oli de motor, aigua de refrigeració i líquid de servodirecció.
- Sistema de frens: pressió d'aire de frens i purgat de l'aigua de condensació.
- Instrumentació d'ajuda a la conducció: neteja i col·locació dels retrovisors, verificació del funcionament de l'enllumenat i dels llums d'avertiment.
- Muntatge del vehicle: subjeccions d'alerons, enganxalls i acoblaments, i els tendals que cobreixen la càrrega, si és el cas.
- Pneumàtics: pressió, desgast, objectes incrustats, estat general i fixacions. No s'ha d'oblidar també supervisar l'estat de les rodes de recanvi.

La preparació prèvia de l'**itinerari** a seguir permetrà estalviar quilòmetres innecessaris i, per tant, combustible. Aquesta planificació dels itineraris, unida a una adequada programació de la ruta, és a dir, hores de pas i càrregues o descàrregues a efectuar en els diferents punts, permetrà, en moltes ocasions, evitar embussos que alentirien el ritme mitjà del viatge i farien augmentar el consum de carburant.

4.3 Previsió i anticipació

Per tal de poder anticipar-se als esdeveniments que presenta la circulació viària a cada moment, cal controlar l'entorn del vehicle i, per a fer-ho, s'utilitzarà:

Un ampli camp visual de la via i de la circulació: s'exercirà un control visual dels vehicles que circulen al nostre voltant. L'altura del vehicle industrial ofereix un ampli camp visual que afavoreix aquesta pràctica. D'aquesta manera es podrà controlar el que succeeix diversos vehicles per davant del nostre.

El rodatge per inèrcia: quan es preveu qualsevol incidència a la via o davant de qualsevol desacceleració que es vulgui realitzar, s'utilitzarà la tècnica del rodatge per inèrcia amb la marxa engranada. D'aquesta manera, a més d'estalviar carburant, s'afavoreix la previsió i l'anticipació de cara a qualsevol maniobra que es vulgui fer.

La distància de seguretat: s'ha de respectar una distància de seguretat raonablement àmplia amb el vehicle precedent, que permeti que el conductor pugui respondre adequadament a les circumstàncies del trànsit i de la via. D'aquesta manera es conservarà un marge d'actuació més gran sense que la conducció quedi condicionada per les acceleracions i frenades del vehicle precedent.

Amb circulació densa, a més de respectar la distància de seguretat, s'intentarà accelerar i frenar sempre una mica menys que el vehicle precedent per a evitar l'anomenat "efecte acordió".

Si un turisme que circula uns quants vehicles per davant comença a frenar, s'aixecarà el peu de l'accelerador i es deixarà rodar el vehicle per la seva pròpia inèrcia.

Així s'estalviarà combustible per haver rodat sense consum, i a més es podrà frenar d'una manera menys severa o, fins i tot, evitar la frenada si finalment no fos necessària.

A través de les actuacions mencionades que afavoreixen el control de l'entorn del vehicle, es podran **preveure** les accions dels conductors circumdants i **anticipar** les accions que s'han de dur a terme.

5

Control i conducció del vehicle

5.1 Control dels pneumàtics

Una pressió excessivament baixa dels pneumàtics redun- da en una **major resistència al rodolament**, un pitjor comportament en els revolts i un augment de la seva tem- peratura de treball de manera que, a més d'augmentar el consum, augmenten les possibilitats de patir una rebenta- da o un despreniment de la banda de rodolament en cas de pneumàtics amb banda de rodolament no original.

A més, la pressió excessivament baixa respecte a la reco- manada pel fabricant provoca un desgast anormal i no uniforme de les parts laterals de la banda de rodolament. En muntatges de rodes bessones podria passar, a causa d'una pressió anormalment reduïda, que la deformació de la part del pneumàtic que toca a cada moment el ter- ra fos tan boteruda que toqués amb el pneumàtic bessó, provocant fenòmens de fregament que augmenten nota- blement la temperatura de treball i produeixen un desgast anormal en els flancs del pneumàtic.

Es recomana controlar la pressió de tots i cadas- cun dels pneumàtics:

- Diàriament: de manera visual.
- Cada pocs dies o cada 5.000 km: mesurant-ne la pressió.

Una reducció de la pressió d'un pneumàtic de 2 bars augmenta el consum un 2% i redueix la seva vida útil entorn d'un 15%.

D'altra banda, una pressió excessivament alta en els pneumàtics produeix, a més de rebots innecessaris a la suspensió, un desgast per salts principalment concentrat a la zona central de la banda de rodolament, la qual cosa incrementa el consum i produeix un desgast prematur del pneumàtic.

5.2 Control del motor

La realització d'un manteniment adequat del motor del vehicle té una gran repercussió en el seu consum de car- burant. S'ha de revisar:

- **El filtre d'oli:** si està en mal estat, pot augmentar el consum del vehicle fins a un 0,5%, a més de tenir influ- ència en una lubricació adequada del motor. Un mal es- tat d'aquest element incrementa el risc de patir avaries greus al motor.
- **El filtre de l'aire:** si està en mal estat, habitualment per un excés de brutícia, provoca més pèrdues de càrrega de les desitjables en el circuit d'admissió, i això fa augmen- tar el consum fins a un 1,5%.
- **El filtre de combustible:** si funciona malament pot causar augments en el consum de fins a un 0,5%, i en cas de bloqueig aturaria el motor. És important controlar la quantitat d'aigua al filtre.

Un augment en el consum de combustible sense una causa que ho justifiqui és un indicatiu clar d'algun problema al motor. Un **control periòdic del consum**, anotant les càrregues de carburant i els quilòmetres recorreguts, pot permetre detec- tar avaries del motor abans que s'agreugin.

5.3 Sistemes d'ajuda per a reduir el consum

5.3.1 El fre motor

Com ja s'ha vist anteriorment, quan no es trepitja el pedal accelerador i se circula amb una marxa engranada, el mo-

tor no consumeix combustible i les seves pròpies pèrdues mecàniques actuen com a fre. Per tant, sempre que es pugui, en les desacceleracions es farà servir aquest sistema, per al qual només és necessari aixecar el peu de l'accelerador sense trepitjar l'embragatge.

ESQUEMA DEL FRE MOTOR



Tanmateix, quan les retencions són més importants, molts camions estan equipats amb un sistema addicional, que el conductor pot accionar, amb el qual un cop s'ha tallat l'entrada de combustible al motor, es tanca parcialment el conducte d'escapament amb una vàlvula i es realitzen modificacions en la distribució que fan funcionar el motor com un compressor. Això provoca una oposició al gir del motor i fa frenar el vehicle.

El fre motor és un sistema molt útil per a les frenades llargues perquè permet un descans al fre de servei, evitant-ne el desgast prematur i evitant que s'escalfi excessivament, efectes que resten eficàcia a la seva acció de frenada.

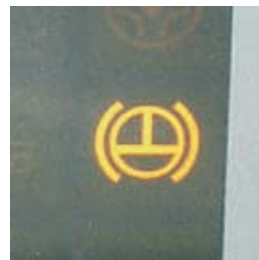
5.3.2

Alentidors hidràulics i electromagnètics

Tot i que la major part dels vehicles industrials destinats al transport de mercaderies han abandonat l'ús d'aquests

sistemes, la pràctica totalitat dels vehicles industrials destinats al transport de passatgers encara estan dotats d'alentidors.

La funció i l'ús d'aquests mecanismes són aproximadament els mateixos que els del fre motor, ja que s'usen principalment per alleujar de càrregues lleugeres i continuades dels frens de servei. El seu fonament tècnic es basa en connectar a la transmissió un mecanisme que genera, per fregament, una sèrie de pèrdues. Depenent del sistema concret, es pot tractar d'**alentidors hidràulics**, en què el fregament es genera amb l'oposició que crea el moviment d'un fluid viscos, contrari al del moviment de gir dels eixos, o **els electromagnètics**, la resistència dels quals ve originada per la inducció electromagnètica que genera una força contrària al moviment, en passar una intensitat a través d'un debanat que està connectat a la transmissió.



Símbol de la llum pilot de l'alentador (*retarder*)

Els alentidors electromagnètics pràcticament ja no es fan servir a causa del seu elevat pes i la generació de temperatura. En canvi, els alentidors hidràulics, anomenats comercialment *retarder*, cada dia són més utilitzats per l'alt rendiment i el poc pes que tenen.

De la mateixa manera, per tant, que el fre motor, aquests dos sistemes de retard es fan servir majoritàriament en baixades i desacceleracions, contribuint a minimitzar el

desgast del fre de servei i a evitar sobreescalfaments excessius pel seu ús més freqüent. Si se'n fa ús sense necessitat, tanmateix, pot augmentar el consum de carburant perquè s'aprofita menys la inèrcia del vehicle.

5.4 La càrrega del vehicle

El **pes total** d'un vehicle, inclosa la càrrega que transporta, influeix directament en el consum. La potència requerida al motor augmenta amb el pes del vehicle per la seva influència en la resistència al rodolament.

Cal estibar la càrrega de manera que se'n garanteixi la completa immobilitat en cas d'acceleracions, frenades i revolts i que, per tant, no es vegi compromesa la seguretat del vehicle en transitar.

La **manera de carregar** el vehicle té una influència important quant a l'estalvi de combustible. S'ha d'intentar distribuir la càrrega de manera que el pes sigui aproximadament igual sobre cada eix, i que el contorn exterior del camió sigui tan uniforme com sigui possible amb vista a reduir al mínim les pèrdues de potència derivades de la resistència aerodinàmica.

5.5 Arrencada del motor i inici del moviment del vehicle

Abans d'arrencar el motor del vehicle, es col·locarà el disc-diagrama del tacògraf o es passarà la targeta del conductor si el tacògraf és digital.



Tacògraf

Per **arrencar el motor** del vehicle es girarà la clau i s'engegarà el motor sense trepitjar el pedal accelerador.

L'electrònica moderna del vehicle regula les condicions d'encesa i el cabal de carburant necessari. El fet de trepitjar el pedal accelerador en el moment d'engegar el motor repercuteix únicament en un consum més gran de carburant i en desajustar l'electrònica que regula l'encesa.

A més, no s'han de fer acceleracions en buit. El pedal accelerador s'utilitzarà amb les marxes engranades i amb el vehicle en moviment.

Per a iniciar el moviment del vehicle s'ha de donar temps per tal que es lubriqui adequadament el turbo i per tal que hi hagi suficient pressió als calderins. Per tant, aquests instants es poden aprofitar per a col·locar el disc-diagrama del tacògraf. En un temps d'aproximadament un minut es pot haver realitzat aquesta operació i s'iniciarà la marxa del vehicle sense més demora.

Convé recordar que s'han d'evitar sempre que sigui possible els períodes de funcionament del motor a ralenti, ja que generen un consum inútil de carburant calculat en uns 1,5-2 litres/hora.

El motor funciona en fred, és a dir, sense arribar a la seva temperatura normal de funcionament, durant uns 4-5 minuts en circulació o durant uns 20-25 minuts a ralenti.

El **motor en fred** es comporta pitjor, pateix un desgast més marcat i **consumeix més carburant**. Per tant, sempre que sigui possible s'ha d'evitar fer-lo funcionar a règims de gir massa elevats o amb l'accelerador a plena càrrega mentre no s'hagi arribat a la temperatura òptima de funcionament.

L'actuació correcta serà la d'iniciar la marxa tan aviat com sigui possible, conduint de manera **especialment suau** fins que el motor estabilitzi la seva temperatura a la de funcionament normal. D'aquesta manera s'aconsegueix un escalfament del motor més ràpid i uniforme i, a més, s'estalvia combustible.

Ús del pedal accelerador a l'inici del moviment del vehicle:

Per iniciar el moviment d'un vehicle amb el motor ja calent, en sortir d'un semàfor després d'haver circulat una estona, o després d'una aturada en un peatge, etc., s'utilitzaran **càrregues parcials** d'accelerador i règims de revolucions relativament baixos, dins de la zona verda del compta-revolucions, com s'ha explicat anteriorment.

Si fos necessari fer acceleracions fortes, com per exemple en una incorporació a una via més ràpida, es faran servir **càrregues més grans** d'accelerador i règims de revolucions més elevats, intentant arribar tan aviat com sigui possible a la velocitat de creuer i a situar el motor a la part inferior de la zona verda o de consum econòmic.

S'iniciarà el moviment del vehicle amb una relació de marxes adequada per a cada situació, que no forci el funcionament de l'embragatge innecessàriament. En forts pendents ascendents, el vehicle es posarà en moviment en 1a., curta o llarga, en funció del vehicle i les condicions de la via.

Un cop s'ha engranat la relació de marxes per a l'inici del moviment del vehicle seguint els consells exposats, sempre que sigui possible s'aixecarà el peu del pedal de l'embragatge completament abans de trepitjar el pedal accelerador.

5.6 Selecció de la marxa en el canvi

Els canvis de marxa es realitzaran en funció de les condicions de càrrega del vehicle, la circulació, el pendent de la via i el motor del vehicle.

En condicions favorables, la consigna a seguir per als canvis de marxa és la de realitzar-los de manera que després de fer el canvi les revolucions que indica el compta-revolucions siguin les corresponents a l'inici de la zona verda. Per a fer-ho, el canvi es farà entorn del final de la zona de parell màxim, que normalment correspon a l'interval mitjà-alt de la zona verda del compta-revolucions.

Així doncs:

En condicions favorables, es pot canviar a la següent mitja marxa (motors de grans cilindrades, de 10-12 litres), aproximadament a les 1.400 r/min. I els canvis de marxes senceres es realitzaran entorn de:

- 1.600 r/min en motors de 10-12 litres.
- Entre les 1.700-1.900 r/min en els de menys cilindrades.

En situacions més compromeses (com per exemple la incorporació a una autovia), el canvi de marxes es farà a més revolucions, en un àmbit proper a l'interval de revolucions de potència màxima.

En situacions favorables de circulació es poden realitzar-se “**salts de marxes**” en la progressió creixent sense haver de seguir l'ordre consecutiu de canvi. L'avantatge d'aquesta pràctica és que s'arribarà abans a les marxes llargues, que en definitiva són les marxes en què se circularà, i es consumirà menys carburant. Amb aquesta pràctica, a més, s'aconsegueix reduir el nombre de canvis de marxa amb la consegüent millora en el manteniment del vehicle.



Caixa de canvis

En aquest cas, els canvis de marxes es faran a revolucions més altes que en els canvis senzills, concretament entorn de l'interval de revolucions de potència màxima, accelerant de manera àgil i progressiva fins pràcticament el final del recorregut del pedal accelerador després de fer el canvi. El motiu és que si normalment un canvi de marxes en un procés d'acceleració implica una caiguda de revolucions, saltar-nos una marxa implica una caiguda substancialment més gran de les revolucions. Per tant, si es vol romandre en el règim de parell màxim, s'hauran de fer pujar les revolucions abans de fer el canvi.

En un vehicle amb caixa de canvis de 8 relacions de marxes es podrà canviar de 2a. a 4a. i després de 4a. a 6a. i de 6a. a 7a., per canviar finalment a 8a.

En un vehicle amb caixa de canvis de 12 relacions de marxes es podrà canviar de 2a. curta a 4a. curta, després a 5a. llarga per passar després a 6a. llarga.

En tot cas, els salts de marxes es realitzaran de manera que no es caigui mai per sota de la zona verda del compta-revolucions. Una caiguda d'unes 500-600 r/min, pròpia de caixes de canvis de 8 relacions de marxes, és acceptable; però en el cas d'un salt de marxes, aquesta caiguda serà molt més gran.

No s'ha de realitzar el doble embragatge perquè es duplica el nombre d'intervencions de l'embragatge i això provoca un deteriorament dels sistemes del vehicle implicats en els canvis. A més, es perd el doble de temps en fer els canvis de marxes, la qual cosa comporta una pèrdua més gran de velocitat del vehicle. Les caixes de canvi modernes no necessiten aquesta pràctica.

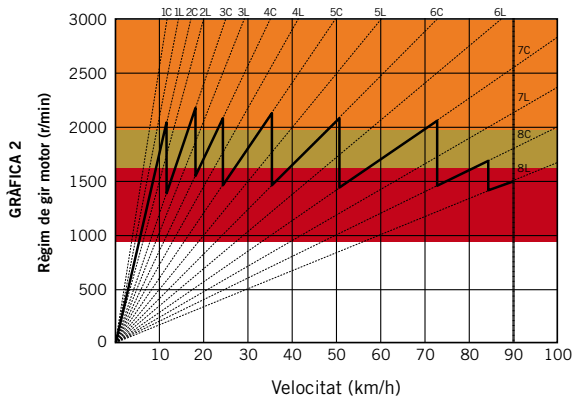
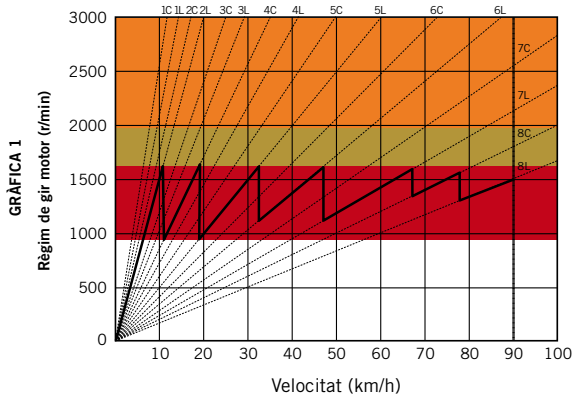
Es recomana **realitzar els canvis de marxa de manera ràpida** per tal de patir la mínima caiguda de velocitat després del canvi. A més, d'aquesta manera s'engranarà millor la nova relació de marxes.

Convé accelerar lleugerament el motor en el moment de desembragar per a igualar les revolucions en l'embragatge i evitar, per tant, la retenció produïda pel motor, la qual cosa restaria velocitat.

Immediatament després de realitzar el canvi es trepitjarà l'accelerador de manera àgil per a continuar el procés d'acceleració del vehicle.

A les gràfiques mostrades es comparen dos estils molt diferents de conducció: el cas de sortida des d'aturat en calent (en fred seria millor no realitzar salts de marxes, ja que es forçaria el motor a donar unes prestacions més exigents durant un període de funcionament de pitjor eficiència), i progressió de marxes fins a circular a una velocitat de creuer de 90 km/h:

DUES POSSIBLES SEQÜÈNCIES DE CANVI DE MARXA EN ACCELERACIÓ



Exemple de progressió creixent de marxes:

Gràfica 1:

Un cop iniciat el moviment del vehicle, els canvis es realitzen pràcticament al final de la zona verda del compta-revolucions, cosa que correspon aproximadament a l'inici de la zona de revolucions de potència màxima d'aquest motor. La causa és la realització dels salts de marxes que es duen a terme: de 2a. curta a 4a. curta, després a 5a. llarga, per passar a 6a. llarga i després a 7a. llarga. A partir d'aquí es canviarien mitges marxes per guanyar velocitat fins arribar a la 8a. llarga a 90 km/h.

En els canvis de marxes senceres s'observa que les revolucions cauen entorn de 300 r/min en cada canvi, mentre que en els de marxa i mitja la caiguda ronda les 600 r/min. En situació favorable, els canvis de mitges marxes –al final de la progressió– es realitzen a revolucions més baixes, concretament entre les 1.400 i 1.500 r/min, la qual cosa correspondria aproximadament a la zona alta del parell màxim del motor.

Es pot apreciar també que, durant el procés d'acceleració, el règim mitjà de revolucions ronda les 1.300 r/min que, en aquest vehicle, correspondrien a la meitat aproximada de la zona verda del compta-revolucions, on s'aconsegueixen consums baixos de carburant.

Gràfica 2:

Els canvis de marxes es realitzen a la zona vermella del compta-revolucions, és a dir, a més de 2.000 r/min. Per tant, el motor es revoluciona més del que és necessari i es veu sotmès a condicions més exigents de funcionament, provocant una despesa de carburant més gran que en el primer exemple.

Com es pot observar, el règim mitjà de circulació se situa entorn a la meitat de la zona groga del compta-revolucions (a unes 1.800 r/min).

També es pot veure que el segon conductor ha realitzat més canvis de marxes i, per tant, ha augmentat el desgast de la caixa de canvis i de l'embragatge.

5.7 Circulació a una determinada marxa

Com s'ha mostrat en els apartats anteriors, la circulació del vehicle en una determinada marxa es desenvoluparà a la **part baixa o inicial de la zona verda del compta-revolucions**. Aquesta zona correspondrà també aproximadament a l'inici de l'interval de revolucions de parell màxim.

En situacions de circulació favorable, això s'aconseguirà amb una càrrega o posició del **pedal accelerador entorn de les 3/4 parts del seu recorregut**. La posició de plena càrrega, per tant, es farà servir només en condicions especials de més exigència del motor (salts de marxes, incorporacions a autopistes, fortes pujades, etc).

Accelerador accionat



Un altre factor rellevant en la realització d'una conducció eficient és l'aprofitament de les **inèrcies del vehicle**. La posada en moviment d'un vehicle industrial, a causa del seu gran pes, dóna lloc a un consum elevat, però també implica generar una energia que es pot aprofitar.

Per aquest motiu, s'evitarà fer frenades i accelerades innecessàries, ja que en les frenades es produeixen pèrdues d'energia i, en les posteriors acceleracions per recuperar la velocitat de circulació, es produeixen increments de consum.

Es recomana mantenir una velocitat mitjana estable eliminant, en la mesura que sigui possible, els pics i valls de velocitat que augmenten el consum i que no impliquen arribar abans a la destinació final.

D'altra banda, cal destacar que el consum del vehicle augmenta amb la velocitat, i que es podran donar circumstàncies durant el trajecte en què es pugui moderar la velocitat. La taula següent mostra un exemple de l'augment del consum d'un vehicle de 40 t a diferents velocitats de circulació:

VELOCITAT (KM/H)	CONSUM (L/100KM)
80	31
85	33
90	34.5
95	37

En aquest sentit, el programador de velocitat (**cruise control**) facilita la tasca de la conducció en automatitzar el

control de l'accelerador, però té l'inconvenient d'incidir en un consum més gran de carburant perquè anul·la el component de previsió i anticipació del conductor.

El *cruise control* corregeix les petites variacions de velocitat que es puguin donar, però en cas de variacions brusques respecte a la velocitat de referència fixada, tendeix a recuperar la velocitat de manera ràpida amb un procés d'acceleració que consumeix molt carburant.

El *tempomat* és un altre dispositiu de control de velocitat molt utilitzat que té dues funcions:

- ▶ *Cruise control*.
- ▶ Autolimitador: impedeix excedir una velocitat prefixada, tallant la injecció del carburant.

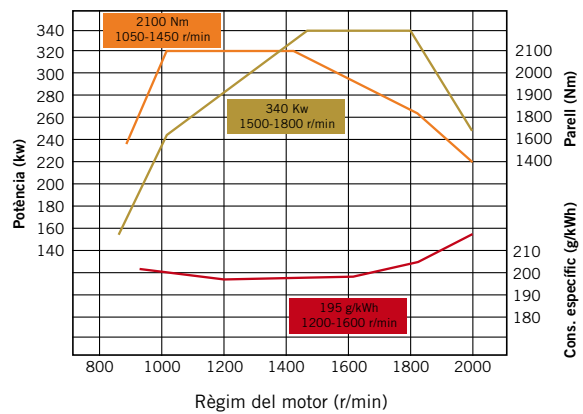
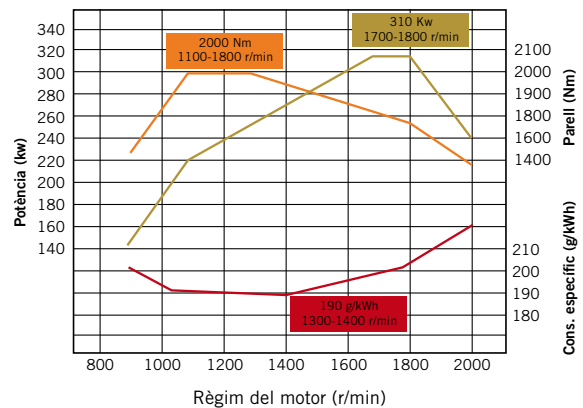


Tempomat

En el límit de velocitat establert, ja sigui pel *tempomat* o pel limitador obligatori de velocitat del vehicle, se circularà amb l'accelerador trepitjat 3/4 parts del seu recorregut, de manera que el vehicle mantingui perfectament estable la velocitat seleccionada i s'eviti el fet de malbaratar carburant que significarien les oscil·lacions entorn de la velocitat desitjada.

Les gràfiques següents mostren les corbes característiques de dos motors moderns. Es recomanen els règims de circulació següents per a cadascuna d'elles:

EXEMPLE DE CORBES CARACTERÍSTIQUES DE DOS MOTORS DE CAMIÓ



Exemple:

Gràfica 1:

Circulant entre 1.100 r/min i 1.500 r/min s'obtenen els consums més reduïts en un ventall de potències de 220 a 280 CV, més que suficients per a mantenir un vehicle de 40 t rodant a 90 km/h en un

terreny pla. Si recordem que, en aquestes condicions, un vehicle d'aquestes característiques necessita que el motor proporcioni 150 CV per a mantenir la velocitat, es mantindrà el motor al mínim règim possible sense caure per sota de les 1.100 r/min. Per tant, es farà servir la marxa més llarga que permeti que el motor se situï entorn a aquest règim.

Gràfica 2:

Circulant entre 1.100 r/min i 1.600 r/min s'obtenen els consums més reduïts en un ventall de potències de 260 a 340 CV, més que suficients per a mantenir un vehicle de 40 t rodant a 90 km/h en un terreny pla. De la mateixa manera que en el cas anterior, es mantindrà el motor al mínim règim possible sense caure per sota de les 1.100 r/min. Per tant, es farà servir la marxa més llarga que permeti que el motor se situï entorn d'aquest règim.

Aquests dos exemples permeten concloure que el consum més baix del vehicle s'obté mantenint el motor en els règims més baixos de consum específic mínim, i es respondrà a les diferents necessitats de potència mitjançant variacions en la càrrega del motor (posició del pedal de l'accelerador), és a dir:

- Si hi ha un augment de la demanda de potència, es trepitjarà més l'accelerador abans de reduir de marxa (i, per tant, fer que augmenti el règim de revolucions), sempre i quan el règim del motor no baixi del règim de mínim consum específic.
- Si hi ha una davallada de la demanda de potència, es reduirà la pressió de l'accelerador i es canviarà de marxa quan es pugui preveure que l'engranatge de la següent no deixarà el motor per sota del règim mínim de revolucions en què el consum específic és el més baix possible, i que

en els dos exemples està situat entorn de les 1.100 r/min.

Quan es condueixi amb el limitador de velocitat se seleccionarà la marxa que situï el motor en el règim de revolucions recomanat anteriorment (en els exemples, a unes 1.100 r/min), amb l'accelerador trepitjat 3/4 parts del seu recorregut, deixant que la centraleta electrònica reguli la càrrega per ella mateixa, de manera que es minimitzi el consum.

5.8

Frenades i desacceleracions

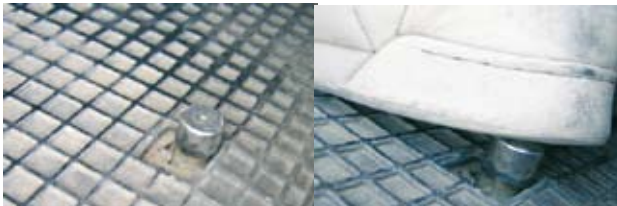
En les desacceleracions es recomana mantenir el motor girant **sense trepitjar l'accelerador i amb la relació de marxes en què se circula, engranada**. D'aquesta manera, per sobre d'un nombre mínim de revolucions proper al de ralenti, el consum de carburant del motor és nul, és a dir, **no es consumeix carburant**. A més, en aquestes circumstàncies es produeix un efecte de retenció del propi motor que és molt útil per a les desacceleracions.

En les desacceleracions o sempre que hi hagi qualsevol imprevist a la via, és recomanable utilitzar el rodatge per inèrcia del vehicle amb la marxa engranada, així com el fre motor i els alentidors del vehicle durant el màxim temps possible abans d'accionar el fre de servei.

En aquest sentit hem d'assenyalar que, com més gran sigui la relació de marxes engranades, la distància per a poder rodar per inèrcia augmentarà, perquè el motor presentarà menys resistència a l'avançament del vehicle i, per tant, s'aprofitaran millor les inèrcies. Així doncs, si el règim ho permet, es progressarà a marxes més llargues per deixar rodar el vehicle per la seva pròpia inèrcia.

S'evitarà la pràctica de rodar a ralenti (punt mort) en fer desacceleracions, perquè això comporta un consum de carburant a més d'una perillositat implícita.

En els camions, el fre motor complementarà el rodatge per inèrcia quan sigui necessari per a baixar o per a desaccelerar per qualsevol eventualitat, quan ens apropem a una cruïlla, un stop, etc. El seu funcionament és més efectiu a revolucions altes.



Fre motor

Fre motor activat

Quan es facin frenades suaus, s'evitarà la pràctica de trepitjar el pedal de l'embragatge del vehicle. Això provoca un consum innecessari de combustible per tal de mantenir el règim de ralenti del motor.

Algunes situacions habituals, com l'acció de frenar davant d'un vehicle més lent que tinguem al davant, es poden evitar amb una **adequada atenció i previsió dels esdeveniments que envolten el vehicle**. D'aquesta manera, quan més aviat es detecti que serà necessari reduir la velocitat, més eficientment es podrà solucionar la situació.

Com a pauta general, s'aixecarà el peu de l'accelerador deixant que el vehicle redueixi la velocitat per ell mateix, i només es faran servir els alentidors i el fre de servei si cal. És molt habitual que la situació se solucioni abans d'arribar a frenar i es pugui recuperar novament la velocitat de circulació.

5.9 Parades llargues. Aturada del vehicle

S'ha de parar el motor del vehicle quan les aturades tinguin una durada prevista superior als dos minuts, excepte en el cas de vehicles que depenguin del funcionament continuat del motor per a fer servir correctament els serveis auxiliars.

En el cas dels autobusos no serà possible seguir aquesta pràctica perquè els sistemes de confort per als passatgers que incorpora el vehicle fan servir el motor (manteniment d'una temperatura correcta i una ventilació adequada).

En el cas d'**aturada del vehicle** no cal deixar el motor funcionant a ralenti durant un temps determinat, consumint carburant i contaminant innecessàriament.

Aquesta pràctica és errònia i es fonamenta en què permet la baixada de revolucions del turbocompressor. En realitat, però, només es necessiten uns segons perquè això succeeixi i només amb el temps que es fa servir per a aparcar el vehicle ja n'hi ha prou.

Finalment, es recorda la inutilitat de la pràctica de fer accelerades a ralenti en acabar la marxa amb la finalitat d'aconseguir un millor manteniment del vehicle. El que realment aconseguen aquestes accelerades és perjudicar el motor, i provoquen un consum innecessari de carburant.

Camions estacionats



6

Resposta a diferents situacions de trànsit

A continuació es proposa una sèrie d'accions que el conductor ha de dur a terme davant de diferents situacions concretes en el trànsit viari.

6.1

Sortida a la circulació

En situacions favorables del trànsit viari, per a realitzar la incorporació a la via s'utilitzarà l'accelerador trepitjat 3/4 parts del seu recorregut, realitzant els canvis de marxa a la zona més alta de parell màxim.

Es poden presentar també altres circumstàncies de la via que exigeixin una utilització superior de la potència del motor per a realitzar la incorporació del vehicle a la via, com per exemple els trams de pujada o de circulació més densa, cas en què es revolucionarà més el motor, amb càrregues més elevades del pedal accelerador, realitzant els canvis en revolucions entorn de la zona de potència màxima.

6.2

Semàfors i detencions previsibles

En les desacceleracions prèvies a una aturada s'evitaran les frenades si es condueix amb previsió i anticipació. Com més suaus siguin, menys energia s'estarà desaprofitant i, per tant, més combustible s'estalviarà.

En una aturada en un semàfor s'utilitzarà novament la tècnica del rodatge per inèrcia amb la marxa engranada, desembragant el motor de la caixa de canvis en l'últim moment. Si desaparegués la causa de l'aturada, per exemple quan el semàfor es posa verd, se seleccionarà la marxa adequada a la velocitat d'aquell moment i es co-

mençarà a accelerar de nou.

També es faran servir, sempre que sigui possible, el fre motor o els alentidors i, si calgués, el fre de servei.

Aprofitant les inèrcies s'intentaran evitar les aturades previsibles tant com sigui possible, perquè provoquen que es facin servir marxes curtes per a les arrencades posteriors, les quals produeixen elevats consums de carburant. L'inici del moviment del vehicle després de les aturades arriba a representar un consum addicional de fins a 1 litre de carburant en vehicles de gran tonatge.

6.3

Revolts i girs

Per a traçar correctament un revolt, s'ha de tenir en compte, amb prou antelació, quina curvatura té l'amplada del carril, el tipus de ferm, els peraltes i altres característiques de l'entorn. Després d'analitzar aquestes característiques, el conductor decidirà a quina velocitat hi entrarà, evitant accelerades o frenades sobtades per falta de previsió i anticipació del seu traçat.

Autobús a la carretera



S'evitarà la pràctica habitual de frenar immediatament abans de fer el revolt per, a continuació, reduir de marxa i accelerar mentre es traça. Amb aquest hàbit, a més de perdre la inèrcia de circulació del vehicle, augmentarà l'estrès del conductor i la perillositat de la circulació.

S'ha de preparar el revolt molt abans d'iniciar-lo, utilitzant el rodatge per inèrcia amb la marxa engranada i de manera que les frenades prèvies siguin, sempre que sigui possible, reduccions de marxes enlloc d'utilitzar el fre de servei.

Sempre que sigui possible s'entrarà a un revolt amb una velocitat adequada per al traçat que tingui i sense fer servir el fre de servei, sinó només amb la retenció del motor. Durant el traçat es mantindrà una velocitat uniforme amb el peu en posició estable sobre el pedal accelerador, per després tornar a accelerar progressivament en sortir del revolt.

6.4 Altres situacions del trànsit

Per a altres possibles situacions que presenti la ruta es recomana preveure i estudiar les condicions de l'entorn, de manera que es puguin anticipar les accions a realitzar, adequant la velocitat del vehicle a les circumstàncies de la via, el traçat, la climatologia, etc., d'una manera tranquil·la, i evitant frenades o acceleracions brusques.

Quan creuem una intersecció, si s'ha actuat amb la suficient previsió serà fàcil variar la velocitat de la manera necessària per no comprometre la seguretat i amb la suficient antelació per reduir o augmen-

tar la marxa de manera suau.
És millor aixecar el peu de l'accelerador una mica abans i deixar que el vehicle perdi velocitat a poc a poc.

A les **incorporacions**, el que és més important és arribar al tram d'incorporació amb el vehicle a una velocitat tan semblant com sigui possible a la del trànsit que presenti la via. L'acceleració en un tram d'incorporació segueix el mateix mètode que l'exposat anteriorment en els apartats d'inici de marxa i de selecció de les diferents relacions de marxa.

A les **sortides** es començarà a reduir la velocitat durant la incorporació al carril de desacceleració, descarregant el pedal de l'accelerador i deixant que el vehicle perdi velocitat, sense trepitjar l'embragatge. Posteriorment, si cal, s'usarà el fre motor o els alentidors i el fre de servei per arribar a la sortida del carril a la velocitat adequada.

A les **rotondes** s'adequarà la velocitat del vehicle al traçat i al trànsit que presentin, fent servir novament el rodatge per inèrcia amb la marxa engranada i evitant, sempre que sigui possible, aturar el vehicle a l'entrada de la rotonda.

En aproximar-nos a l'entrada de la rotonda també cal preveure les trajectòries que estan realitzant els vehicles que s'hi troben i que poden interferir amb el nostre vehicle (per exemple, si els cotxes entren a la rotonda amb força i amb una trajectòria recta, és perquè segurament sortiran de la rotonda sense completar-la). La previsió incorrecta d'aquestes circumstàncies representarà segurament una nova aturada amb la consegüent despesa de carburant que genera l'arrencada posterior, a més del risc que comporta realitzar una maniobra brusca amb un vehicle industrial.

6.5 Pendents ascendants i descendents

En els **pendents ascendants** s'actuarà de la forma següent:



Camió pujant un pendent

Si s'estima que el vehicle pot continuar transitant a la mateixa velocitat únicament trepitjant més l'accelerador, no es canviarà de marxa i s'augmentarà la càrrega sobre l'accelerador. Si les revolucions no baixen, o baixen molt lentament sense sortir de la zona verda del compta-revolucions, es mantindrà la situació fins que acabi el pendent, moment en què es reduirà la càrrega lleugerament fins a recuperar la velocitat anterior.

Si no es pot mantenir la velocitat i el règim de revolucions baixa notablement, de manera que se surt de la zona verda per la seva part inferior, es reduirà mitja marxa o fins i tot una marxa sencera si la caiguda de revolucions és acusada, i es repetiran les reduccions de marxa fins que s'arribi a un règim de velocitat constant a la part alta de la zona verda del compta-revolucions.

Si la velocitat fos massa reduïda es podria utilitzar el motor a la zona de potència màxima per a mantenir una velocitat adequada a la via, però això comporta un consum elevat de carburant.

Quan el vehicle culmina una pujada en què s'ha hagut de reduir marxes i inicia posteriorment un **pendent descen-**

dent, s'aprofitarà la baixada per tornar de nou a la velocitat de creuer, deixant que el vehicle s'acceleri ajudat pel pendent. Els canvis de marxes es realitzaran de manera que l'agulla del compta-revolucions se situï a la part inferior de la zona verda.

En **descensos pronunciats** s'utilitzarà el fre motor tant com sigui possible, augmentant el règim de gir del fre motor amb les reduccions de marxes que siguin oportunes per tal que el vehicle no s'acceleri. Com més alt sigui el règim de gir del motor i més baixa sigui la relació de canvi, més gran serà la retenció. En aquests casos no hi ha problema per pujar de voltes el motor, però sense arribar a entrar a la zona vermella (l'inici de la qual es troba entorn de les 2.400 r/min), per no ocasionar-hi cap dany.

Exemple de pujada de pendent:

Vehicle:

- Camió de 420 CV.
- Caixa de canvis de 16 relacions de marxes.

Corbes característiques:

- Zona de parell màxim: entre les 1.100 i 1.400 r/min.
- Zona de potència màxima: entre les 1.500 i 1.800 r/min.
- Zona de mínim consum específic: entre les 1.300 i 1.400 r/min (189 g/kWh).

Pujada d'un pendent:

En una pujada amb un camió d'aquestes característiques s'actuarà de la manera següent:

- Si, quan ja s'està pujant, es manté el nombre de revolucions estable dins la zona de parell màxim, no es canviarà de marxa.
- Si, amb un **pendent moderat**, cau lentament el nombre de revolucions, s'augmentarà la càrrega sobre el pedal accelerador en la mesura que sigui necessari. Si continuen caient, es reduirà mitja marxa entorn de les 1.200 r/min, és a dir, sense

arribar a apurar fins al límit de la zona de parell màxim, per tal que, després del canvi, el motor adquireixi prou revolucions per continuar circulant dins la zona de parell màxim.

- Si, amb un **pendent més fort**, cau més ràpidament el nombre de revolucions, es reduirà una marxa sencera entorn del límit de la zona de parell, és a dir, a unes 1.150 revolucions.
- Si es produeix o es preveu un **canvi bruscat de pendent** es reduirà amb un salt de marxes (baixar dues marxes senceres d'un sol cop).
- En **coronar el pendent**, si el vehicle es manté entorn del límit inferior de la zona de parell màxim -en aquest cas unes 1.100 voltes-, prosseguirem en aquesta mateixa relació de marxes evitant fer el canvi. En arribar al capdamunt hi ajudarà el fet que durant la coronació el pendent se suavitz gradualment.
- Si, a **prop de la coronació**, continuen baixant les revolucions, això significa que no s'ha arribat a la zona de coronació encara i que és necessari fer un últim canvi de marxes, podent reduir normalment mitja marxa o una marxa sencera segons el pendent i la proximitat a la coronació.
- D'altra banda, abans d'un pendent s'ha d'**evitar el costum** que implica el fet d'anticipar les reduccions de marxes per pujar el pendent d'una manera més revolucionada, ja que es consumirà més carburant. A més, la diferència en el temps de coronació, pujant d'una manera o de l'altra, és inapreciable en comparació amb el temps emprat en el recorregut del trajecte del vehicle fins a la seva destinació.
- En el cas de pujades molt suaus, la progressió de marxes es realitzarà a la zona de potència màxima, amb salts de marxes senceres (entorn de les 1.700 r/min).

6.6

Avançaments i situacions especials

En **avançaments i situacions especials**, quan sigui necessari s'haurà de prescindir dels consells d'aquest manual per a estalviar combustible, atès que la seguretat preval sobre l'economia.

En un avançament s'ha de minimitzar el temps dedicat a la maniobra, traient les màximes prestacions possibles del motor del vehicle. Per a aconseguir aquest objectiu s'accionarà la caixa de canvis de manera que el motor se situï sempre entorn de la zona de règim de potència màxima del motor, és a dir, es canviarà a una marxa superior una mica per sobre del règim de potència màxima, o es baixarà a una marxa inferior quan s'estigui una mica per sota del règim indicat.

Es procurarà, també, calcular l'avançament amb la suficient antelació, de manera que en canviar de carril la velocitat sigui ja relativament superior que la del vehicle avançat i tenint en compte la limitació imposada pel limitador de velocitat del vehicle. Per a aconseguir-ho, és fonamental mantenir una distància folgada amb el vehicle precedent i començar a accelerar abans de canviar de carril, aprofitant l'espai.

A més, aquesta distància mantinguda amb el vehicle precedent permet que, si es fa una apreciació incorrecta, es pugui utilitzar aquesta distància per a desistir de la maniobra.

6.7 Conducció urbana. Trànsit congestionat

Quan les circumstàncies obliguin a circular amb camions o autobusos en zones urbanes o de forta congestió del trànsit, amb contínues arrencades i detencions, es tindran presents les recomanacions següents:

- Utilitzar les marxes curtes molt poc temps, canviant ràpidament a marxes mitjanes o llargues, saltant fins i tot alguna marxa intermèdia.
- Mantenir el vehicle movent-se per inèrcia quan es detecti que serà necessària una aturada o reducció de velocitat imminent.
- Conduir amb prou anticipació per preveure els buits i moviments del trànsit.
- Utilitzar el rodatge per inèrcia en la marxa més llarga que permeti el trànsit i, si calgués, frenar suaument evitant contínues reduccions de marxa i detencions.
- Preveure i anticipar les acceleracions i les frenades, aprofitant millor les inèrcies i buscant una regularitat de la velocitat.

6.8 Conducció d'autobusos

La conducció eficient d'autobusos no és massa diferent de la dels vehicles industrials destinats al transport de mercaderies. En línies generals, les tècniques de conducció per als camions són també aplicables als autobusos, però amb algunes particularitats que es detallen a continuació:

Els autobusos de llarga distància moderns tenen relacions potència/pes normalment superiors a les dels camions, la qual cosa els confereix un comportament en la conducció diferent, amb més capacitats d'acceleració i velocitat. La regularitat en la velocitat i l'aprofitament de la inèrcia en la conducció són igualment aplicables a aquests vehicles.

Tenint en compte que la càrrega transportada en aquest cas són passatgers, la suavitat en les actuacions del conductor, la sensació de seguretat i la regularitat de velocitat tenen més importància que en els camions, per la qual cosa, en els autobusos, la conducció eficient es converteix també en una conducció més còmoda per als passatgers.

Els autobusos urbans estan obligats a realitzar contínues arrencades i detencions, circulant molt poc temps a una velocitat uniforme. Gran part dels autobusos disposen d'una caixa de canvis automàtica, perquè és més còmoda per al conductor en tenir menys variables per controlar. Tanmateix, si s'apliquen -de manera correcta i basant-se en l'experiència- les normes que es descriuen en els apartats anteriors, la conducció pot millorar en eficiència i confort per als passatgers.

No accelerar més del que sigui necessari per arribar a la parada següent i aixecar el peu del pedal accelerador quan es vegi que ja no cal augmentar més la velocitat; anticipar-se a les actuacions d'altres vehicles i mantenir una velocitat uniforme quan les circumstàncies ho permetin pot reduir el consum fins a percentatges de l'ordre d'un 10%.

En vehicles equipats amb un **convertidor de parell**, les acceleracions es realitzaran de la manera següent:

- Sortint des d'una posició de parada, es trepitjarà lleument l'accelerador fins que es noti que el convertidor funciona amb una bona transmissió de potència. Posteriorment, s'accelerará més en funció de les necessitats de la circulació, i la caixa de canvis realitzarà els canvis oportuns.



Autobús urbà

- ▶ En cas que es pretengui l'opció d'anticipar els canvis de marxa, es pot obligar la caixa de canvis a engranar una marxa superior rebaixant la pressió sobre el pedal accelerador.
- ▶ És important que, si s'arriba a trepitjar a fons, es faci progressivament i evitant fer pressió sobre el final del seu recorregut, per no accionar el *kick-down*, que reduiria marxés sense arribar a caldre.

7

Exemples pràctics

EXEMPLE 1 (Camió):

Motor de 460 cv:

- Zona de parell màxim: 1.050 i 1.450 r/min.
- Zona de potència màxima: entre les 1.500 i 1.800 r/min.
- Zona de mínim consum específic: entre les 1.200 i 1.600 r/min (190 g/kWh), entre 60% i 100% de càrrega.

Caixa de canvis:

Manual, 12 velocitats, 3 relacions en 2 gammes, partides.

Itinerari:

- Sortida de polígon industrial.
- Recorregut per autopista.
- Arribada a descàrrega de moll al port.

El vehicle està carregat, i el seu pes en ordre de marxa és de 36 t.

PROCÉS:

Arrencada del motor i inici del moviment del vehicle en fred.

- ▶ Arrencada del motor i col·locació del disc-diagrama al tacògraf.
- ▶ Després d'un minut hi ha pressió suficient als calderins. Es treu el fre d'estacionament, s'engrana la 1a. llarga i s'inicia el recorregut.
- ▶ Se circula uns 4 o 5 m i es frena per a comprovar el sistema de frens.

Progressió de marxes

- ▶ Es torna a sortir per progressar a 3a. llarga, 4a. curta, 4a. llarga, 5a. curta i 5a. llarga, en què se circularà a uns 50 km/h aproximadament, fins arribar a l'autopista. Es recorran totes aquestes marxes perquè el motor encara està fred, i així s'evitarà que pugin les revolucions i es protegirà d'un possible desgast prematur. Per tant, es realitzaran els canvis a unes 1.500 r/min, amb l'accelerador al 70%.

Circulació

- ▶ A les rotondes es realitzarà l'aproximació preveient anticipadament el trànsit i procurant entrar en 4a. curta o, si és molt àmplia, en 4a. llarga. Sempre que sigui possible s'evitarà aturar el vehicle a l'entrada de la rotonda, fent servir el rodatge per inèrcia, del fre motor i, en cas que calgui, reduint marxes per arribar a la velocitat adequada (si està congestionada, s'hi entrarà a menys velocitat).
- ▶ Posteriorment, amb el motor ja calent, es realitzarà la incorporació a l'autopista des de 4a. curta, passant a 5a. curta, 6a. curta (canvis a 1.600 - 1.700 r/min) i, posteriorment, a 6a. llarga (canvi a 1.500 r/min), amb el pedal accelerador trepitjat a un 90% del seu recorregut.
- ▶ Es mantindran 90 km/h, amb l'accelerador trepitjat les 3/4 parts del seu recorregut i deixant actuar el limitador, que talla la injecció per no sobrepassar aquesta velocitat.
- ▶ S'evitarà tocar el fre de servei o el fre motor en la mesura que sigui possible, anticipant sempre l'alleujament de pressió sobre l'accelerador tan bon punt es prevegi la necessitat de reduir la velocitat per sota dels 90 km/h.
- ▶ En sortir de l'autopista es deixarà de trepitjar l'accelerador uns 250 metres abans del desviament, i arribarem al moll de càrrega fent servir marxes senceres, és a dir, tractant d'evitar les intermèdies (curtes o llargues, segons el cas).

Arrencada i progressió de marxes en calent

- ▶ En cas d'aturada i posterior represa de la marxa es progressarà segons la seqüència següent: 3a. curta, 4a. curta, 5a. curta, 6a. curta i 6a. llarga. En cas que es presentin condicions adverses, es poden intercalar la 5a. llarga i, si fos el cas, la 4a. llarga.
- ▶ En inicis de moviment del vehicle amb condicions exigents com, per exemple, en pendents ascendents, es faran servir la 1a. curta i la 1a. llarga, així com per a maniobres a molt baixa velocitat o condicions de molt baixa adherència, en què s'embragarà el motor a la caixa de canvis sense tocar l'accelerador.

EXEMPLE 2 (Camió):**Motor:**

- Zona de parell màxim: 1.100 i 1.300 r/min.
- Zona de potència màxima: entre les 1.600 i 1.800 r/min.
- Zona de mínim consum específic: entre les 1.300 i 1.400 r/min (189 g/kWh), entre 70% i 90% de càrrega.

Caixa de canvis:

Manual, 16 velocitats, 4 relacions en 2 gammes, partides.

Itinerari:

- Sortida de polígon industrial.
- Recorregut per carretera nacional d'orografia variada.
- Arribada a descàrrega al moll del port.

El vehicle està carregat, i el seu pes total és de 38 t.

PROCÉS:**Arrencada del motor i inici del moviment del vehicle en fred**

- Arrencada del motor i col·locació del disc-diagrama al tacògraf.
- Al cap d'un minut es tindrà pressió suficient als calderins pneumàtics. Es treu el fre d'estacionament, s'engrana la 1a. llarga i s'inicia la marxa.
- Es recorren uns 4 o 5 m i es frena per a comprovar el sistema de frens.

Progressió de marxes

- Es torna a sortir realitzant canvis a 1.600 r/min, passant per 3a. llarga, 5a. curta i 6a. llarga, amb un 60% de càrrega aproximadament, mentre se circula pel polígon.

Circulació

- Si hi hagués rotondes, preveient amb anticipació la possibilitat d'incorporació i el trànsit existent, es procu-

rarà agafar-les en 5a. curta, 5a. llarga o 6a. curta, en funció de la seva amplitud.

- En tots els casos s'arribarà a les rotondes i interseccions amb el vehicle a una velocitat suficientment reduïda com per a poder preveure la situació del trànsit i entrar-hi amb una lleu desacceleració, evitant aturar completament el vehicle sempre que sigui possible.
- Un cop a la carretera, es realitzaran els canvis de marxes senceres a unes 1.650 r/min, amb una càrrega aproximada a l'accelerador del 90%.
- En arribar a la velocitat de creuer s'activarà el limitador de velocitat (*tempomat*) a 80 km/h, en 8a. llarga, i es mantindrà l'accelerador amb una càrrega constant a les 3/4 parts del recorregut del pedal accelerador.

Pujades

- En el moment d'afrontar pendents, es mantindrà l'accelerador a fons i s'observarà la velocitat a la qual cau el règim de gir del motor:
 - Si cau ràpidament, s'esperarà a arribar a unes 1.150 r/min i aleshores es reduirà una marxa sencera.
 - Si cauen lentament, s'arribarà fins a les 1.100 r/min i es reduirà mitja marxa.
 - Es repetirà el procés fins a mantenir una velocitat estable.

Baixades

- Continuant per carretera, a l'hora d'afrontar un pendent descendent s'aixecarà el peu de l'accelerador tan aviat com sigui possible i es farà servir el fre motor el màxim temps possible. En cas que el vehicle sobrepassi la velocitat de 80 km/h es farà servir també el fre de servei.

Arrencada i progressió de marxes en calent

- En cas de detenció i posterior represa de la marxa, s'iniciarà el moviment del vehicle per a progressar les marxes segons la seqüència de llargues següent: 3a., 4a., 5a., 6a., 7a. i 8a. En el cas de condicions adverses (pendent ascendent o mala carretera), s'hi podran intercalar les marxes curtes que es creguin oportunes.

EXEMPLE 3 (Autobús):

Motor de 380 cv:

- Zona de parell màxim: 1.100 i 1.400 r/min.
- Zona de potència màxima: entre les 1.500 i 1.800 r/min.
- Zona de mínim consum específic: entre les 1.200 i 1.600 r/min (190 g/kWh), entre 60% i 100% de càrrega.

Caixa de canvis:

Manual, 8 velocitats, 4 relacions en 2 gammes.

Itinerari:

- Recorregut en circuit urbà.
- Recorregut per autopista.
- Recorregut en circuit urbà.

El vehicle realitza la major part del recorregut amb 15 t de càrrega.

PROCÉS:

Arrencada del motor i inici del moviment del vehicle

- Arrencada del motor i col·locació del disc-diagrama al tacògraf.
- Al cap d'un minut ja hi ha pressió suficient als calderins pneumàtics. Es treu el fre d'estacionament, s'engrana la 1a. relació de marxes i es posa el vehicle en moviment.
- Es recorren uns 4 o 5 m i es frena per a comprovar el sistema de frens.

Progressió de marxes

- Se surt en la 2a. relació de marxes, realitzant canvis a 1.700 r/min, passant per 4a. i 6a., posteriorment canviant a 1.600 r/min, 7a. i 8a., amb aproximadament un 75% de càrrega a l'accelerador.

Circulació

- Les rotondes s'agafaran a 4a. o 5a., en funció de l'amplitud que tinguin.
- S'evitaran les aturades tant com sigui possible, però si

es produïssin es repetirà el procediment sortint en 2a.

- S'anticiparan les frenades, evitant fer servir el fre de servei. Si apareix qualsevol obstacle en la distància, la primera reacció serà la d'aixecar el peu de l'accelerador i deixar el vehicle avançar per la seva pròpia inèrcia, fent ús del fre elèctric o retarder i, posteriorment, del fre de servei, quan calgui més intensitat de frenada.

Pujades

- En el cas de forts pendents ascendents, s'esperarà que el motor caigui fins a 1.200 r/min per reduir a marxes més curtes.
- Una tècnica molt apropiada és la de realitzar un nombre mínim de canvis, que en aquest cas es traduiria en: Deixar caure en gran mesura les revolucions del motor per efectuar només un canvi de marxes, per exemple de 8a. a 6a. enlloc de realitzar de 8a. a 7a. i després a 6a., amb la qual cosa s'aconsegueix perdre menys velocitat, ja que l'empenta només s'interromp un cop (en una rampa de, per exemple, un 7%, la pèrdua de velocitat en cada canvi per a un camió d'unes 40 tones seria de l'ordre d'un 28%, suposant que el canvi es fa en un temps de dos segons). Amb això s'aconsegueix, a més de reduir l'ús de la caixa de canvis i l'embragatge, una velocitat mitjana més alta en la pujada.

8

Metodologia de la formació pràctica

La formació en les tècniques de la conducció eficient tracta no només de transmetre als conductors les tècniques i actituds per a aconseguir una conducció més eficient, sinó també de demostrar els avantatges i les reduccions de consum que es poden aconseguir fent servir aquestes tècniques. Per a aconseguir-ho, és molt important realitzar proves comparatives de consums de carburant. La demostració pràctica que, efectivament, es redueix el consum de combustible és gairebé imprescindible per a l'èxit del curs a mitjà o llarg termini.

És també rellevant transmetre als conductors participants en els cursos que la conducció eficient és un **nou estil de conducció** basat en les tecnologies que incorporen els vehicles moderns i que complementarà el seu estil propi de conducció, adaptant-lo a aquestes tecnologies modernes.

El curs, en funció del nombre d'alumnes, es pot realitzar en un sol dia en jornada de matí i tarda. Un possible programa és el següent:

- ▶ Tanda de conducció real en un recorregut preseleccionat, sense que el conductor rebi cap instrucció prèvia.
- ▶ Classe teòrica en aula per a transmetre i justificar els conceptes i tècniques fonamentals de la conducció eficient.
- ▶ Recorregut de demostració realitzat per l'instructor mostrant les tècniques i situacions més importants. Aquesta etapa és opcional, tot i que és de gran efectivitat pedagògica per a la transmissió a l'alumne de la correcta utilització pràctica de les tècniques i, per tant, es recomana fermament que es realitzi.
- ▶ Tanda de conducció real en el mateix recorregut preseleccionat, procurant que el conductor apliqui les tècniques que se li han ensenyat.
- ▶ Reunió final per a posar en comú experiències i analitzar les dades obtingudes.

8.1

Selecció del recorregut i procediments de control de consum

Es procurarà escollir una ruta de mida mitjana, aproximadament uns 30 o 40 km. Si és possible la ruta serà variada i completa, i contindrà la major part dels elements característics de la circulació d'un vehicle industrial, en què es puguin aplicar les diferents tècniques de la conducció eficient:

- ▶ Interseccions.
- ▶ Rotondes.
- ▶ Semàfors.
- ▶ Vies de doble sentit.
- ▶ Pendants de pujada i baixada.
- ▶ Autovies (inclosos els trams d'incorporació i sortida).
- ▶ Carreteres, etc.

S'ha de tenir un **procediment adequat per a mesurar i controlar els consums de carburant** durant les tandes de conducció. Es proposen diversos mètodes per a aconseguir-ho:

Ordinador a bord: Si el vehicle està equipat amb un ordinador a bord, es poden utilitzar els registres de l'ordinador per a controlar el consum instantani i mitjà, així com les velocitats mitjanes de circulació de cada recorregut. El fet que el conductor vegi de manera instantània el consum en els diferents moments del recorregut és molt útil per a la demostració pràctica de l'instructor (consums nuls en les desacceleracions en què s'aplica el rodatge per inèrcia; alts consums en marxés curtes, etc.).

Instal·lar un **mesurador de consum** per a les experiències formatives. Hi ha proveïdors d'accessoris per a l'automòbil que disposen d'equips senzills i acoblables a qualsevol vehicle, que mostren el consum instantani i la mitjana, així com les distàncies i velocitats mitjanes en els recorreguts,

a més d'altres paràmetres importants per a la conducció. Aquests equips permeten, a més, desar registres de consums i velocitats per a diferents conductors.

Per **nivell del dipòsit**. Si el vehicle no disposa d'ordinador a bord i no és possible instal·lar un equip específic per a mesurar el consum, es pot fer seguint el mètode descrit a continuació:

- S'omple el dipòsit fins a la pistola, deixant reposar el combustible i tornant a omplir per deixar el nivell perfectament arran d'alguna marca.
- Es realitza la tanda de conducció en el recorregut proposat.
- Es torna a omplir el dipòsit de la mateixa manera que abans, anotant els litres de combustible subministrats corresponents al carburant gastat.

8.2 Primera tanda de conducció

Es desenvoluparà una primera tanda de conducció realitzada pels conductors seguint el seu propi estil de conducció. El monitor acompanyarà el conductor assegut al seient d'acompanyant. El monitor intentarà generar confiança en el conductor, comunicant-li que l'objectiu de la prova pràctica no és avaluar de cap manera el seu estil de conducció, sinó fer que aquest estil sigui més eficient, sostenible i segur, posant en pràctica les tècniques de la conducció eficient.

Durant el recorregut, el monitor anirà anotant les observacions oportunes de la conducció de l'alumne, tant les positives com les negatives, la correcció o modificació de les quals pugui incidir en millorar l'eficiència de la seva conducció.

Finalment s'enregistraran les diferents dades de consum mitjà, el temps invertit en el desplaçament, velocitat mitjana, nombre de canvis de marxa realitzats, etc., que siguin



Classe pràctica de conducció

importants per a l'anàlisi final de les proves de formació de cada conductor.

8.3 Classe teòrica

L'objectiu d'aquesta classe, impartida en una aula de formació, és doble: d'una banda, fer prendre consciència al conductor sobre les necessitats i els avantatges de reduir el consum de carburant i, d'altra banda, exposar i argumentar les tècniques aplicables per a realitzar una conducció eficient i l'actitud necessària per a aconseguir-ho. Es procurarà acompanyar-ho amb una projecció amb colors atractius i amb figures autoexplicatives.



Classe teòrica

La presentació es pot dividir en les parts següents:

Energia, transport i medi ambient. Es mostrarà el problema del consum d'energia en general i en el transport en particular, així com l'emissió de CO₂ i les emissions contaminants a Europa i a Espanya. S'exposaran les possibles solucions i la responsabilitat que té el conductor, mostrant els avantatges d'aplicar una conducció eficient.

Fonaments tècnics. Es realitzarà una breu introducció sobre el funcionament dels motors de combustió interna i els mecanismes de transmissió de potència. Es definiran, amb claredat, els conceptes de potència, parell i consum i s'explicaran en detall les corbes característiques de funcionament del motor. A continuació es tractaran les resistències a l'avançament del vehicle per, finalment, establir la relació entre el funcionament del motor i el comportament del vehicle en les diferents situacions del trànsit i la seva relació amb el consum de carburant. La comprensió dels conceptes tècnics bàsics és de gran importància per a la correcta aplicació pràctica de les tècniques de conducció.

Tècniques de conducció. S'exposaran a continuació les tècniques de la conducció eficient, utilitzant exemples pràctics per a les diferents situacions del trànsit viari i realitzant comparacions dels hàbits incorrectes més habituals amb els hàbits proposats amb les tècniques.

Discussió final. Per acabar, s'oferirà als assistents que exposin, en un col·loqui, les seves inquietuds, responnent els casos particulars que puguin plantejar ells mateixos.

8.4 Demostració pràctica

Per a aprendre les tècniques, és molt útil que el monitor realitzi una demostració pràctica en el vehicle i en trànsit real, aplicant les tècniques explicades, mostrant els consums en el mesurador i insistint en els períodes de consum nul, l'anticipació, el maneig de la caixa de canvis, etc.

La intenció d'aquesta demostració no és demostrar la capacitat d'estalvi de carburant del monitor, sinó la de mostrar la forma eficient i racional d'afrontar les diferents situacions que es presenten en el trànsit. En tot moment s'obrirà als alumnes la possibilitat que formulin els seus dubtes o comentaris sobre els motius de determinades accions i de les tècniques de conducció. Aportarà valor afegit el fet que el formador doni resposta a les preguntes, sempre que sigui possible, mitjançant demostracions pràctiques.

8.5 Segona tanda de conducció

La segona tanda de conducció per part dels conductors participants en el curs es realitzarà sobre el mateix recorregut de la primera. El formador podrà recomanar i suggerir als conductors accions a prendre durant el recorregut, insistint en l'anticipació, el maneig de les marxades, el maneig dels sistemes de frenada i de l'accelerador. Com és natural, el conductor haurà de sentir-se en tot moment relaxat, de manera que les intervencions del monitor es realitzaran en to d'assessorament, generant motivació i confiança al conductor.

8.6 Posada en comú final. Anàlisi dels resultats

De tornada a l'aula de formació, es presentaran els resultats comparats de consum i velocitat mitjana en la primera i segona tanda de conducció dels conductors participants en el curs.

S'argumentaran els resultats obtinguts, comentant les diferents incidències i situacions que s'hagin presentat a les rondes de conducció i la valoració de la resposta donada pels conductors en l'execució de les tècniques de la conducció eficient.

9

Claus de la conducció eficient

Els continguts mostrats es poden resumir en l'aplicació d'una sèrie de claus senzilles que donen com a resultat reduccions de consum de l'ordre del 10%, així com una reducció d'emissions al medi ambient i una millora en la seguretat de la conducció. Es mostren a continuació:

1. Característiques del motor del vehicle:

És molt important que el conductor conegui els intervals de revolucions als quals el vehicle presenta el parell màxim i la potència màxima, així com les corbes característiques pròpies del motor. En cas de no disposar d'aquesta informació, convé sol·licitar-la al fabricant.

2. Arrencada del motor:

Arrencar el motor sense trepitjar l'accelerador. Col·locar el disc-diagrama del tacògraf i iniciar el moviment del vehicle al cap d'un minut (ja hi ha pressió suficient als calderins).

3. Inici del moviment del vehicle:

S'iniciarà el moviment del vehicle amb una relació de marxes adequada a cada situació i que no forci el funcionament de l'embragatge de manera innecessària.

En pendents ascendents forts, el vehicle es posarà en moviment en 1a. curta o llarga, en funció del vehicle i de les condicions de la via.

4. Realització dels canvis de marxes:

Realitzar els canvis de marxa a la zona de parell màxim de revolucions del motor. Després del canvi, el règim del motor ha de quedar dins la zona de parell màxim, és a dir, dins la zona verda del compta-revolucions.

En condicions favorables es canviarà aproximadament:

- Pujant mitges marxes, entorn d'unes 1.400 r/min en motors grans (de 10-12 litres).

- Pujant marxes senceres, a unes 1.600 revolucions en motors de 10-12 litres i entre les 1.700 i 1.900 r/min en motors de menys cilindrada.

El canvis s'han de realitzar de manera ràpida i s'ha d'accelerar després de fer el canvi.

No es realitzarà el doble embragatge.

5. Salts de marxes:

Quan les circumstàncies ho permetin es podran saltar marxes, tant en els processos d'acceleració com en els de desacceleració.

6. Selecció de la marxa de la circulació:

Procurar seleccionar la marxa que permeti que el motor funcioni en la part baixa de l'interval de revolucions de parell màxim. Això s'aconsegueix circulant a les marxes més llargues amb el pedal accelerador trepitjat 3/4 parts del seu recorregut. En caixes automàtiques es procurarà que la caixa sincronitzi la marxa més llarga possible a través de la utilització del pedal accelerador. La circulació es desenvoluparà aproximadament:

- Entorn d'unes 1.100-1.300 r/min en motors grans (de 10-12 litres).
- Entre unes 1.300-1.700 r/min en motors de menys cilindrada.

7. Velocitat uniforme de circulació:

Intentar mantenir una velocitat estable en la circulació evitant les accelerades i frenades innecessàries. Aprofitar les inèrcies del vehicle.

8. Desacceleracions:

Davant de qualsevol desacceleració o obstacle que presenti la via, s'aixecarà el peu del pedal accelerador, deixant rodar el vehicle per la seva pròpia inèrcia amb la marxa en què se circula engranada o, si és possible, amb marxes més

llargues. En aquestes condicions, el consum de carburant del vehicle és nul (fins a règims molt baixos de revolucions propers al del ralenti).

Utilitzar més el fre motor i evitar l'ús innecessari del fre de servei.

9. Aturades i estacionaments:

A les aturades llargues (de més de dos minuts de durada), s'ha d'apagar el motor, excepte en els vehicles que depenguin del funcionament continu del motor perquè l'ús dels seus serveis auxiliars sigui el correcte.

A les aturades, un cop s'hagi realitzat l'estacionament del vehicle, ja s'ha donat temps suficient perquè baixi el turbo de revolucions i s'apagarà el motor sense més dilació.

10. Previsió i anticipació:

Preveure les circumstàncies del trànsit i anticipar les accions que s'han de dur a terme. Deixar prou distància de seguretat amb el vehicle precedent accelerant una mica menys que ell, per després haver de frenar també menys. Controlar visualment diversos vehicles per davant del nostre.

11. Circumstàncies exigents:

En la majoria de les situacions, es poden aplicar les regles anteriors, però hi ha determinades circumstàncies en què es requereixen accions específiques diferents per tal que la seguretat no es vegi afectada.

En les circumstàncies que ho requereixin, s'accelerará el vehicle revolucionant més el motor, realitzant els canvis de marxes entorn de l'interval de revolucions de potència màxima i amb el pedal accelerador a plena càrrega.





