جامعة دمشق
كلية الهندســة الميـكانيكية والكهـربائية
قسم هندسة السيارات والآليات الثقيلة

محاضرات

النظم الحديثة في السيارات والآليات

Modern Systems of Motor Vehicles

الدكتور رياض قبيسي الدكتور محمد سعيد السابق

العام الدراسي 1443-1444هـ / 2022-2023م

وقل رب زدني علما
Damascus University

الباب الثاني

أنظمة التحكم الإلكتروني في المحرك



الأنظمة الحديثة في السيارات

Modern Automotive Systems

الباب الثاني: أنظمة التحكم الإلكتروني في المحرك

Electronic Engine Control Systems

الفصل الأول : نظام التحكم الإلكتروني بحركة صمامات الدخول والخروج

: VTEC

VTEC DOHC

VTEC SOHC

VTEC -E

3- Stage-VTEC

- **نظام التحكم بمقدار تداخل الصمامات** VOTC **ومحرك فيتك الذكي**

I-VTEC

الفصل الثاني: تلوث الهواء الناتج عن المحركات ونظام التحكم بانبعاثات الآلية

الفصل الأول: نظام التحكم الإلكتروني بحركة صمامات الدخول والخروج VTEC

مقدمة...

أولاً:أنظمة التحكم الإلكتروني بصمامات الدخول والخروج

VTEC DOHC(Double Overhead Camshaft)

VTEC SOHC(Single Overhead Camshaft)

VTEC _E

3- Stage-VTEC

ثانياً-نظام التحكم بمقدار تداخل الصمامات *VOTC*

ثالثاً-محرك VTEC الذكي *I-VTEC* ➡ *(3- Stage-VTEC + VOTC)*

أولاً:التحكم الإلكتروني الذكي بتوقيت الصمامات المتغير

Intelligent Variable valve Timing and lift Electronic Control (VTEC)



ADVANTAGES

Engine Performance (Torque)	Improved About 10 %
Fuel Economy	Improved About 6 %
NOx	Decreased About 40 %

مقدمة

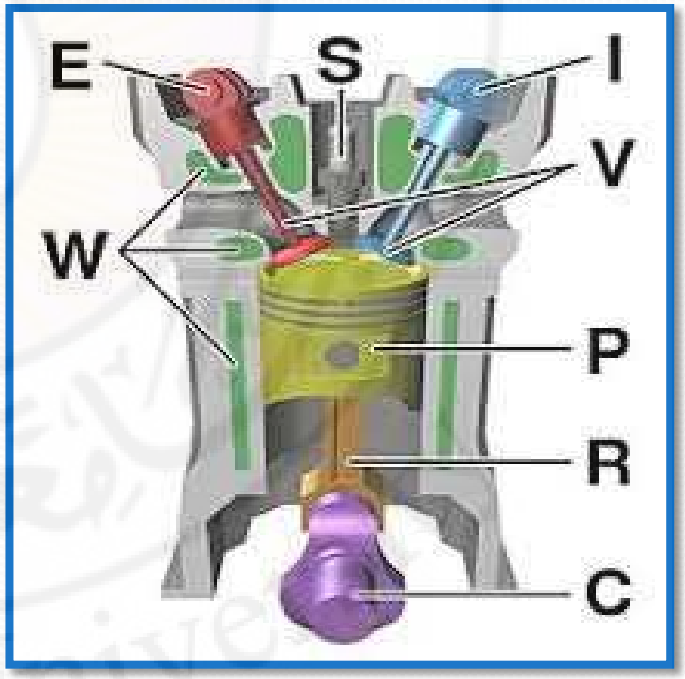
تواجه صناعة المحركات في هذه الأيام تحدي كبير يتمثل بضرورة:



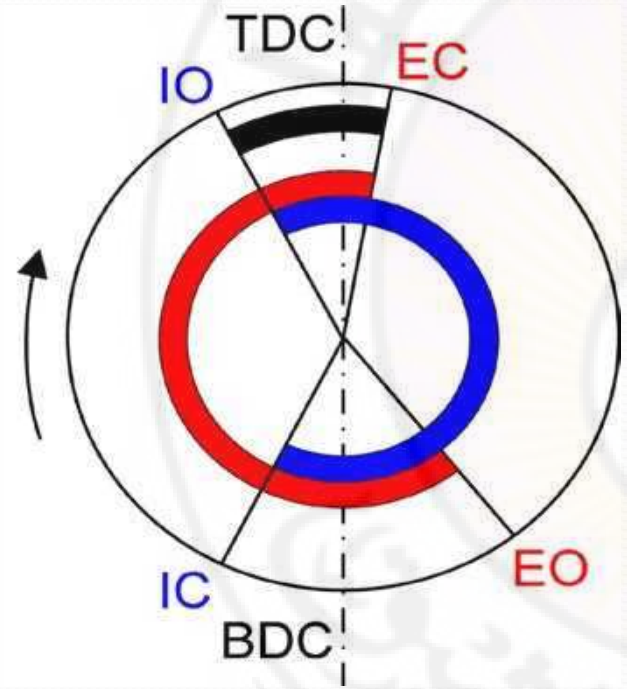
من هنا نجد ضرورة البحث في آلية التبادل الغازي من خلال:

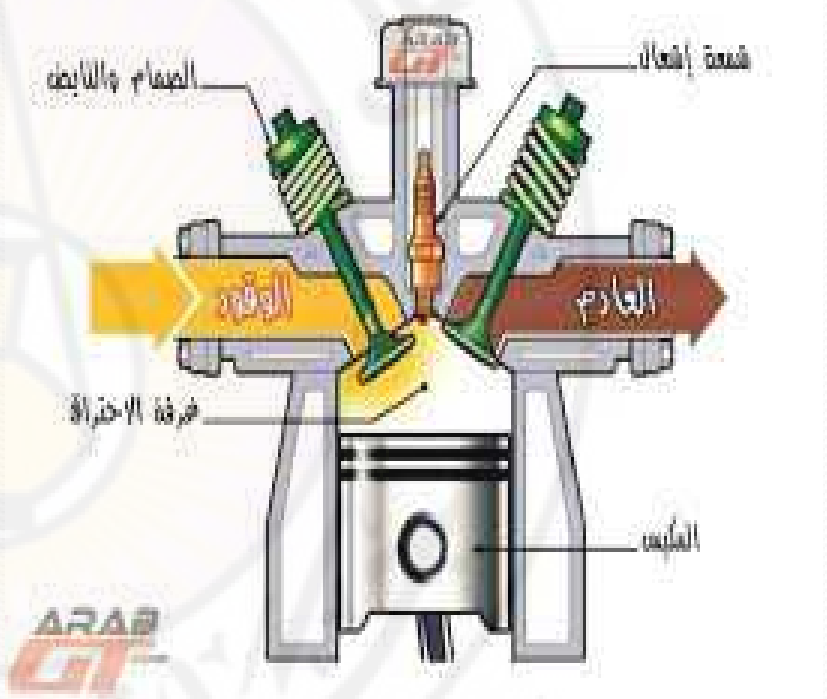
* ملء الأسطوانة بشكل جيد بمزيج جديد
* تحسين طرد الغازات المحترقة

الفتح المبكر والإغلاق المتأخر للصمامات



Valve Timing





IO INTAKE VALAVE OPENS
IC INTAKE VALAVE CLOSES
EO EXHAUST VALVE OPENS
EC EXHAUST VALVE CLOSES

التحكم بحركة الصمامات



مزايا الصمام ذو التوقيت والارتفاع المتغيرين:

- **التغلب على مساوئ استخدام الصمام ذو التوقيت والارتفاع الثابتين على كامل مجال عمل المحرك** (مجال عمل محركات البنزين واسع (1000-7000rpm) مما سيخلق مشاكل كبيرة فيما يتعلق بملء الأسطوانة) .
- **في مجال السرعات المنخفضة وحتى المتوسطة** يكون أداء المحرك أفضل والانبعاثات أقل إذا تأخر فتح صمام السحب وأغلق مبكراً بعد BDC
- وعلى العكس منه **وعند السرعات العالية** يتم تحسين عمليات التبادل الغازي عن طريق فتح صمام السحب أبكر قليلاً وإغلاقه متأخراً قليلاً بعد BDC.

يتم التصدي لمسألة ملاءمة الصمام ليتناسب مع ظروف عمل الحمل والسرعة باستخدام مجموعة جوانب كامات تؤمن سرعة عالية لدخول الشحنة عند السرعات المنخفضة والمتوسطة والانتقال عند السرعات العالية إلى الكامة التي تزيد ارتفاع الصمام وفترة الفتح كوسيلة لزيادة الاستطاعة.

نظام VTEC للتحكم بتوقيت الصمامات

Valve timing Electronic control (VTEC)

- ✓ يزوّد نظام VTEC لمحركات Double Overhead Camshaft DOHC على كل من صمامات السحب والطرد وذلك بغرض زيادة استطاعة المحرك عند العمل على السرعات العالية من خلال زيادة كمية الشحنة الداخلة إلى الأسطوانات.
- ✓ تقوم تقنية VTEC على فتح صمامات الدخول والخروج عند سرعات الدوران العالية بشكل أكبر مما هو عليه عند السرعات المنخفضة مما يؤمّن عمل سلس واقتصادي عند السرعات المنخفضة واستطاعة كبيرة عند السرعات العالية .

مما سبق نستنتج **من مميزات نظام VTEC:**

- **تغيير توقيت فتح وإغلاق الصمامات في مستويات السرعة المختلفة .**
- **كفاءة عالية لاحتراق مزيج الهواء والبنزين.**
- **يقلل نظام VTEC من استهلاك الوقود .**
- **يزيد من الطاقة الممكن الحصول عليها من احتراق مزيج الهواء +الوقود.**

يوجد لنظام VTEC الأشكال التالية:

VTEC DOHC

VTEC SOHC

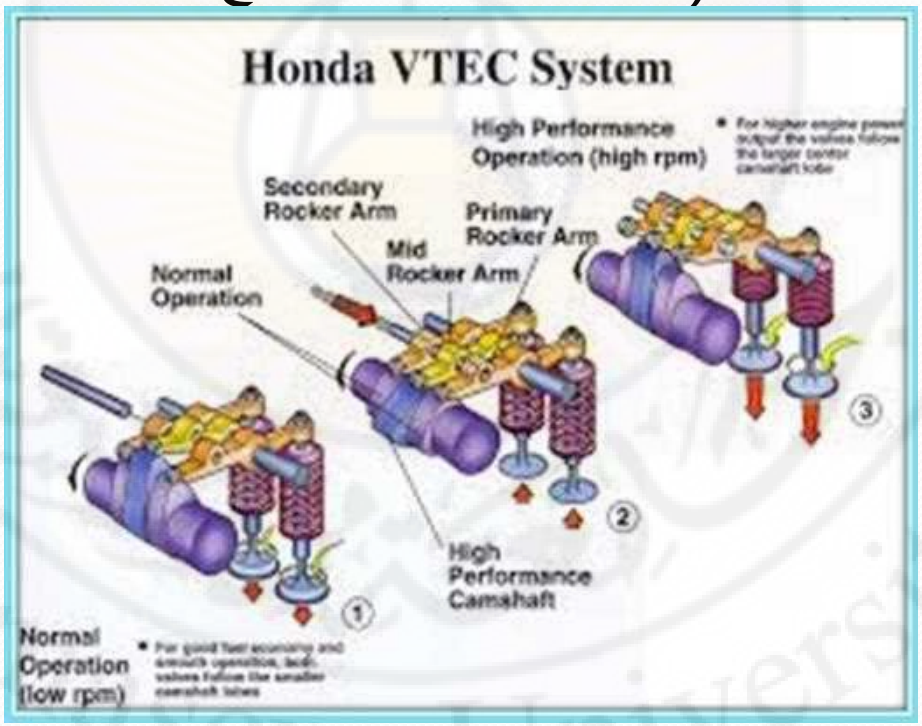
VTEC _E

3- Stage-VTEC

١–تقنية DOHC VTEC

Double Overhead Camshaft

- بدأت شركة هوندا اليابانية في عام ١٩٩٨بانتاج تقنية DOHC VTEC للتحكم بعمل صمامات الدخول والخروج ويمثل الشكل مبدأ عمل هذا النظام وميكانيزم العمل لصمامات الدخول (تعمل صمامات الخروج بشكل مشابه)



- تزوّد كل أسطوانة من أسطوانات المحرك **بصمامي دخول ولكل زوج** من هذه الصمامات **ثلاث كامات متوضعة على عمود كامات الدخول** لتأمين عملية فتح وإغلاق صمام الدخول في الوقت المناسب .
- تسمى **الكامتين المتوضعتين على الجانب بكامتي سرعة الدوران المنخفضة أما الكامة المتوضعة في الوسط فهي كامة سرعة الدوران العالية** .
- تكون **كامتي سرعة الدوران المنخفضة على تلامس مباشر مع ساعدين هزازين** يؤمنان عملية فتح صمامات الدخول في حين **تكون كامة سرعة الدوران العالية على تماس مباشر مع صمام تعشيق .**

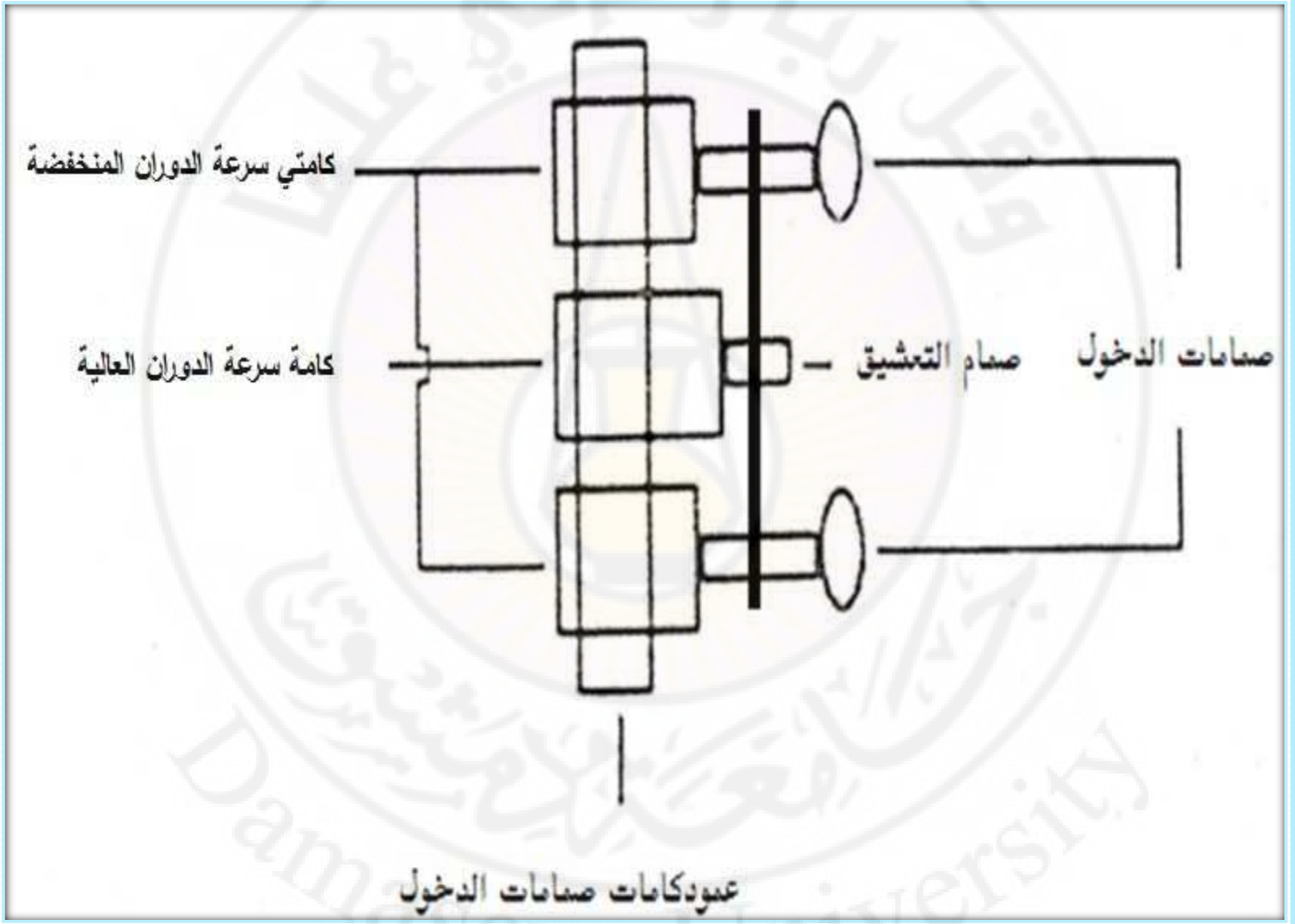


ثلاث كامات



كامتان جانبيتان لسرعة الدوران المنخفضة (تلامسان بشكل مباشر ساعدين هزازين لفتح صمامي الدخول)

كامة وحيدة في الوسط لسرعة الدوران العالية (تماس مباشر مع صمام تعشيق)


كامتي سرعة الدوران المنخفضة
كامة سرعة الدوران العالية
صمام التعشيق
صمامات الدخول
عمودكامات صمامات الدخول

❖عمل المحرك على سرعات الدوران المنخفضة :

تعمل كامتي سرعة الدوران المنخفضة على فتح وإغلاق صمامات السحب وذلك بالتأثير على الأذرع الهزازة مما يؤمن عمل سلس للمحرك واستهلاك قليل للوقود.

❖عمل المحرك على سرعات دوران عالية :

يعمل ضغط الزيت على وصل الأذرع الهزازة مع صمام التعشيق ليشكلان كتلة واحدة وبالتالي التحول للعمل على كامة سرعة الدوران العالية **والنتيجة زيادة في زمن فتح صمامات الدخول أي** السماح بدخول كمية أكبر من الشحنة عبر صمامات الدخول إلى أسطوانات المحرك بغرض تأمين عزم دوران أكبر واستطاعة أعلى.

- **الخلاصة:**

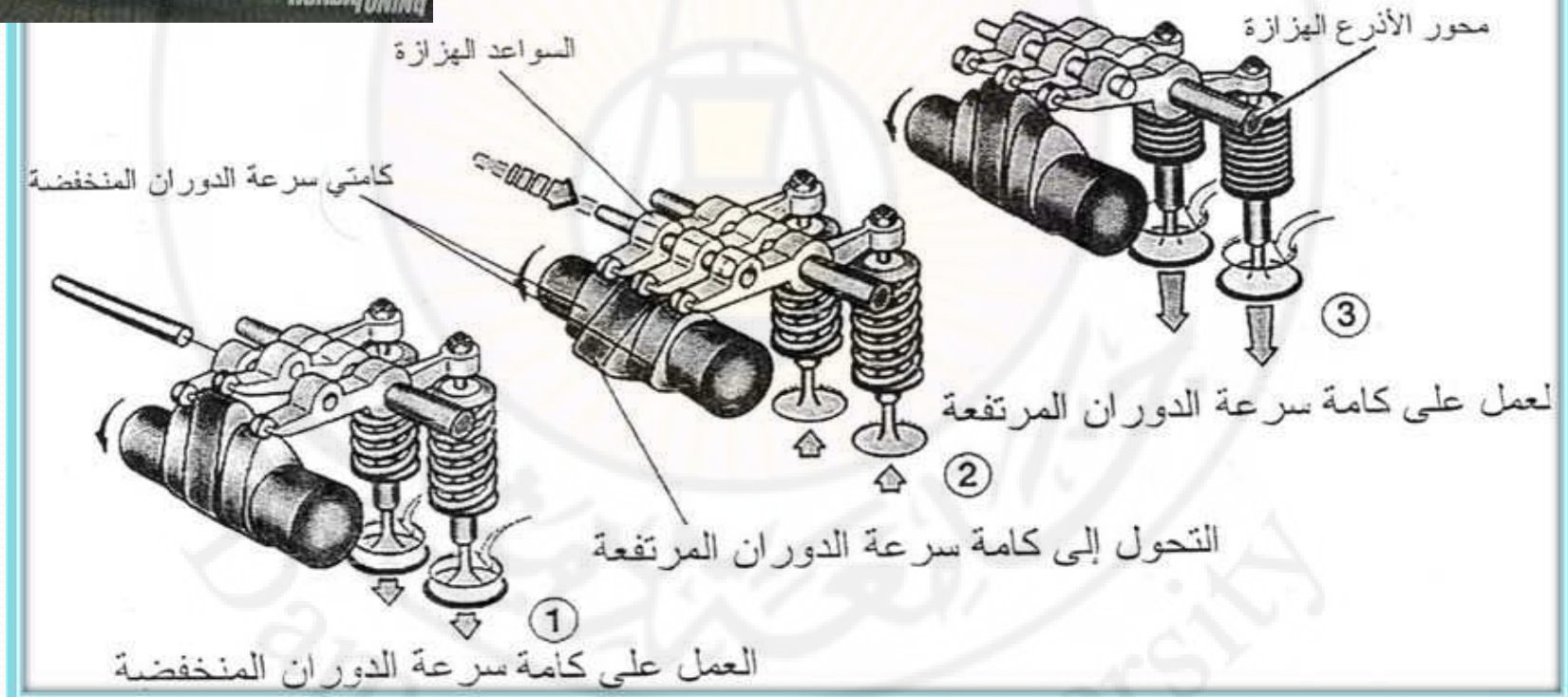
لكل زوج من صمامات السحب والطرد ثلاثة كامات لتأمين عمل هذه الصمامات ، كامتان عاملتان عند سرعة الدوران المنخفضة وكامة عند عمل المحرك على سرعات دوران عالية.

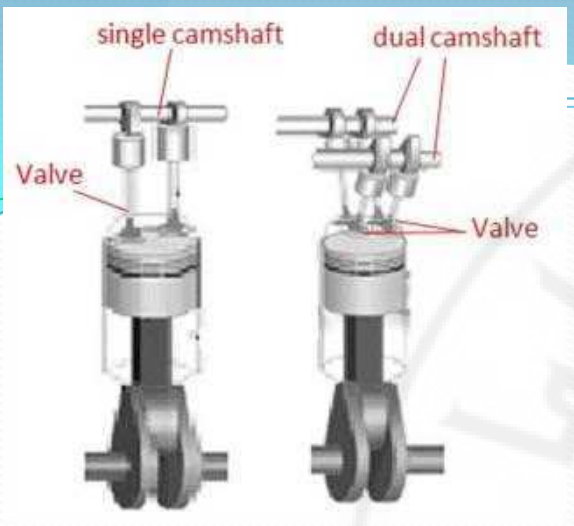


يوضح الشكل محرك سيارة استخدمت عليه هذه التقنية وهي من النوع :

HONDA ACCORD V6 2000 cc

VTEC / HONDA





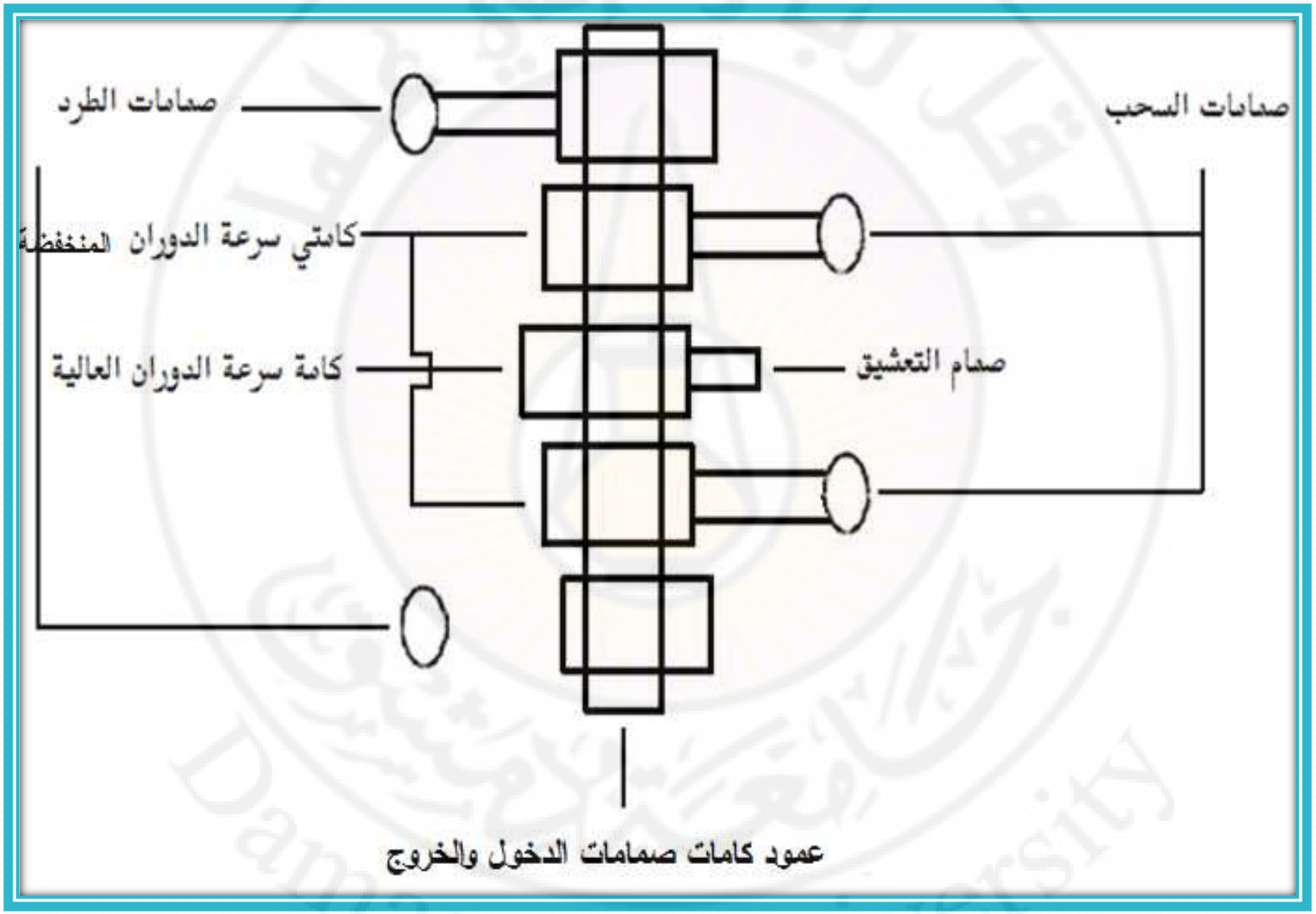
٢-تقنية SOHC VTEC

Single Overhead Camshaft

- بعد النجاح الذي حققته شركات صناعة

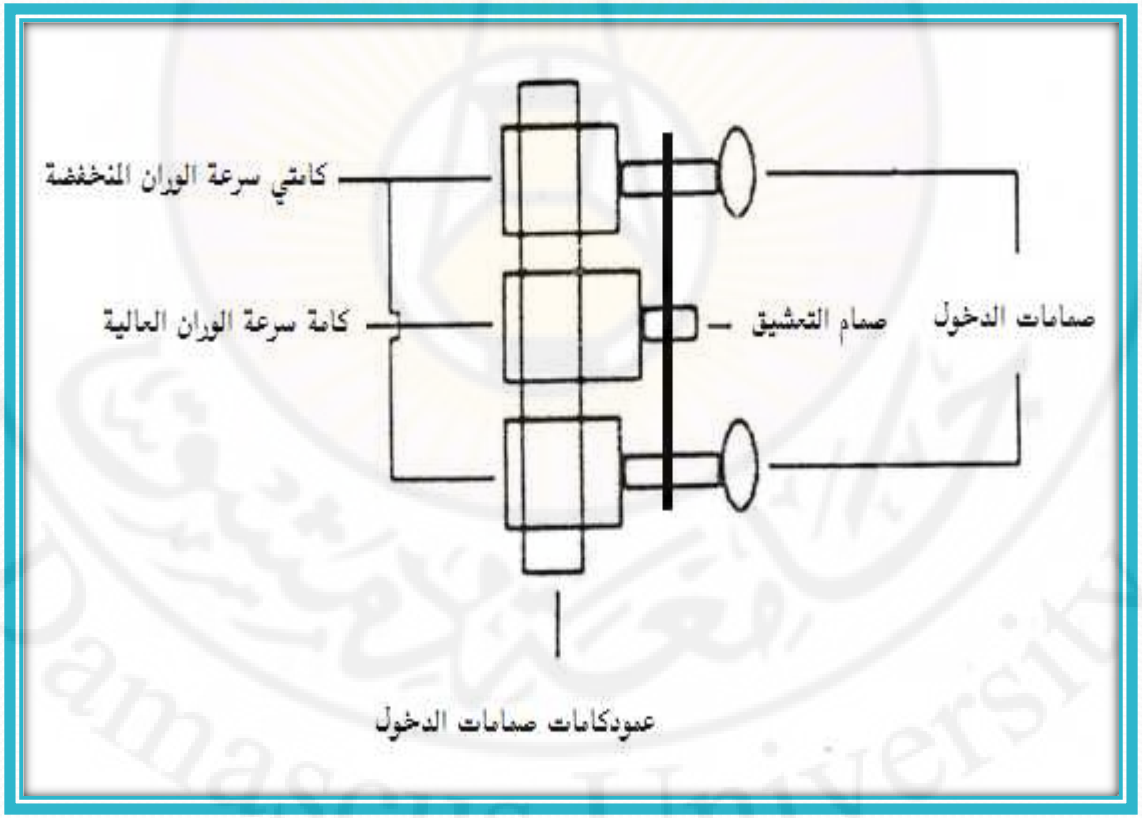
هذه التقنيات وبعد أن حاز هذا النظام على ثقة كبيرة قرّرت هذه الشركات أن تدخل VTEC في الأسواق من خلال إنتاج VTEC SOHC،حيث لاتختلف آلية عمل الصمامات في VTEC SOHCعنها في VTEC DOHC سوى في عمل صمامات الخروج التي أصبحت تعمل بدون تقنية VTEC وهذا أدى إلى انخفاض في تكاليف هذا النظام حيث تم استخدام عمود كامات وحيد لكل من صمامات الدخول والخروج.

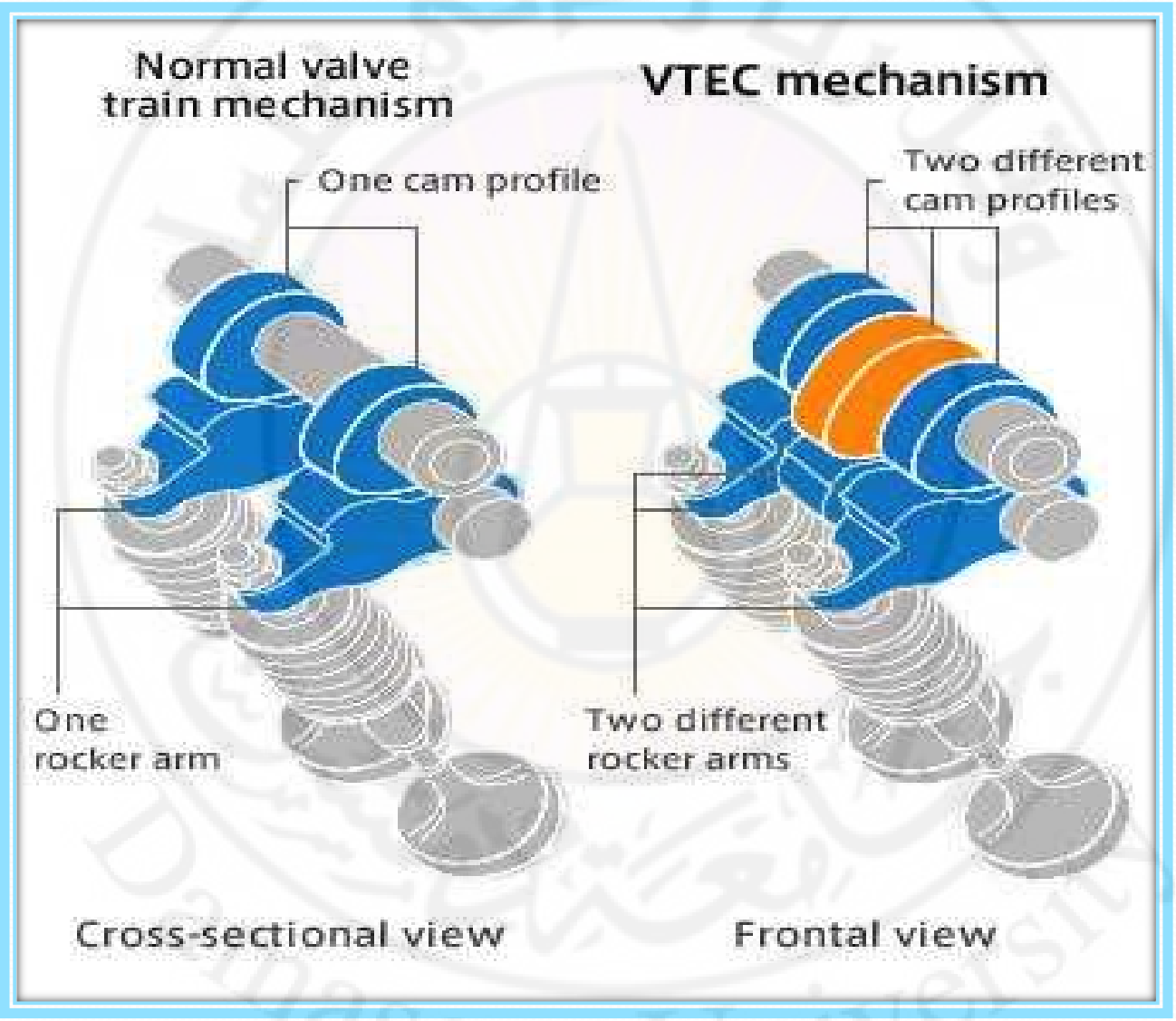
- إذن فإن الكامات الثلاث هي كامات صمامات الدخول اثنتان لسرعة الدوران المنخفضة ، والكامة الوسطى لسرعة الدوران العالية .
- عند العمل على سرعات الدوران المنخفضة فإن كامتي السرعات المنخفضة تقوم بتحريك صمامات الدخول وتبقى كامة السرعة العالية تدور على فراغ دون أن تؤثر على أي صمام ولكن عند الانتقال إلى سرعة الدوران العالية فإن كامة السرعات العالية تحرك صمامات الدخول في حين تدور كامتا السرعة المنخفضة على فراغ .
- إذن ما يميّز تقنية VTEC SOHC عن تقنيّة VTEC DOHC هو عدم وجود عمود كامات خاص بصمامات الطرد حيث تعمل صمامات الطرد في هذه الحالة كما هو الحال في المحركات العادية بدون VTEC.



عمود كامات صمامات الدخول والخروج

- إذن وعند العمل على سرعات الدوران العالية فإن ضغط الزيت يدفع صمام التعشيق ليعشّق مع كامة السرعة العالية ممّا يدفع صمام الدخول بمسافة أكبر مقارنة مع حالة سرعة الدوران المنخفضة وبالتالي يفتح الصمام بشكل أكبر ولمدة أطول مما يسمح لكمية أكبر من الشحنة بالدخول إلى الأسطوانة .




Normal valve train mechanism
VTEC mechanism
One cam profile
Two different cam profiles
One rocker arm
Two different rocker arms
Cross-sectional view
Frontal view

٣-تقنية VTEC -E

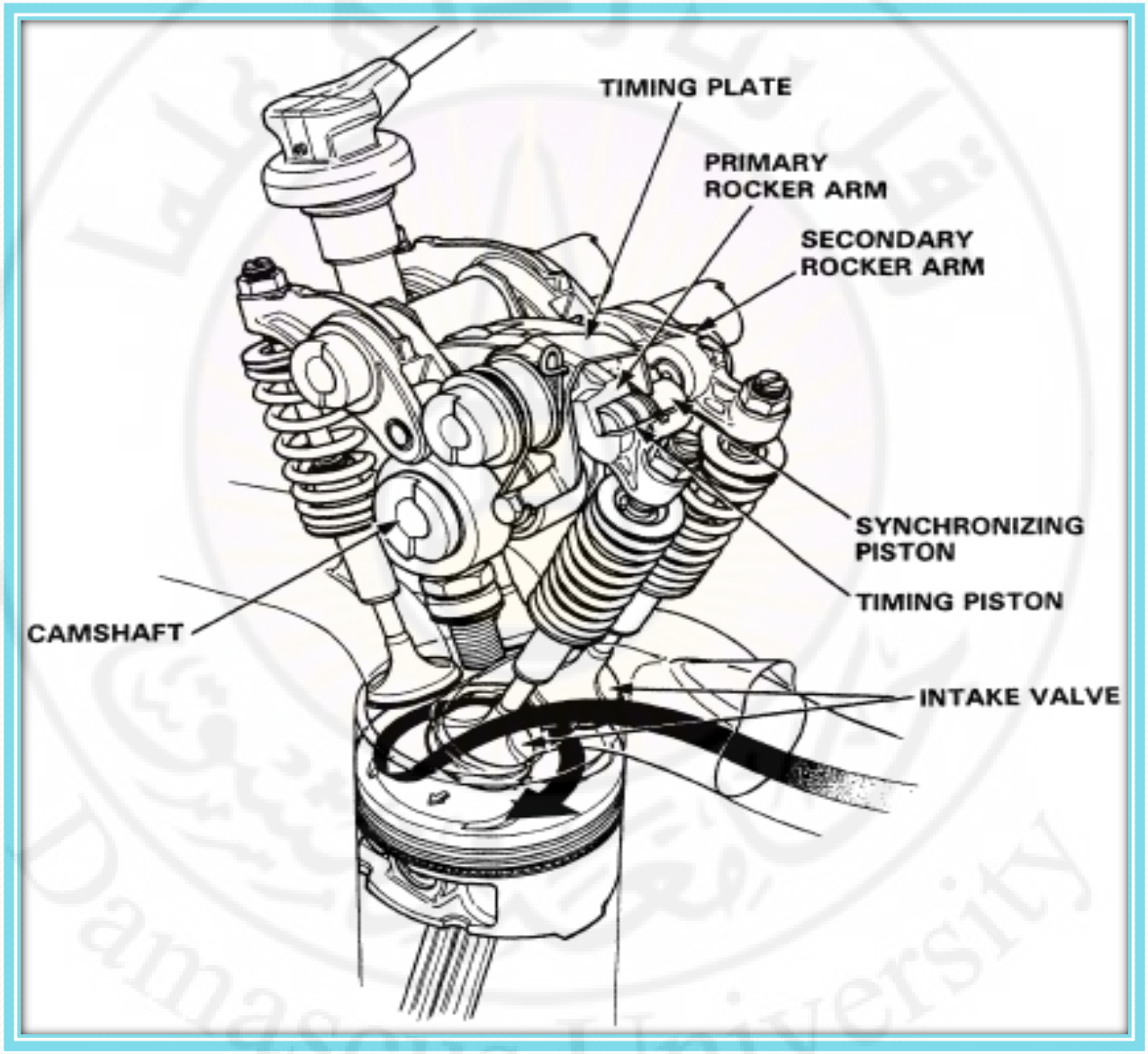
- يعتبر نظام VTEC-E أكثر تطوّراً من نظام VTEC القياسي حيث أن نظام **VTEC-E** أضاف إمكانية تخفيض كمية المزيج (الشحنة) عند السرعات المنخفضة وبالتالي زيادة اقتصادية المحرك.
- نعلم أنه لابد من مزج الهواء مع الوقود ليشكل مزيجاً متجانساً لتتم عملية الاحتراق داخل أسطوانات المحرك والحصول على عزم الدوران المطلوب والذي يتحدّد بجودة عملية مزج الهواء مع الوقود وهنا نميّز حالتان:

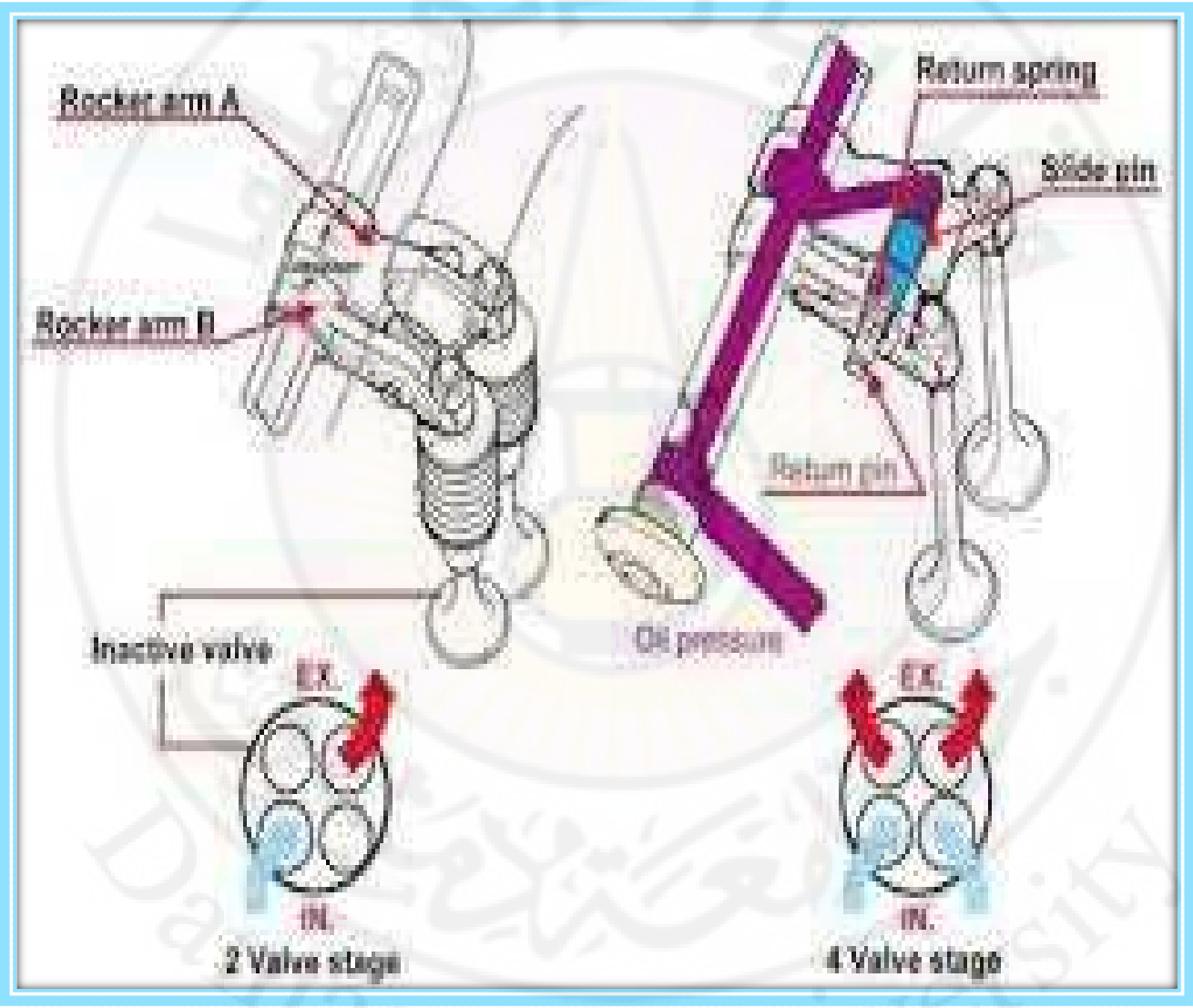
- أ- عندما تكون كمية الهواء كبيرة وكمية الوقود قليلة ← مزيج فقير بالوقود
- ب- عندما تكون كمية الهواء قليلة وكمية الوقود كبيرة ←مزيج غني بالوقود
- في المحركات العادية ومن أجل سرعات الدوران المنخفضة وحيث تكون سرعة الهواء في مجرى السحب قليلة فلن تتأمّن عملية مزج جيدة للمزيج (وقود+هواء) وبالتالي وللحصول على مزيج متجانس فإنّنا نحتاج إلى كمية أكبر من الوقود لتأمين عمل سلس للمحرك عند هذه السرعات المنخفضة(خسارة كمية من الوقود).

- من هنا تنطلق تقنية VTEC-E حيث تعمل وبشكل أوتوماتيكي عند سرعات الدوران المنخفضة للمحرك **على زيادة سرعة الهواء في مجرى السحب** عن طريق خلق إعصار داخل أسطوانات المحرك مما يحسن عملية المزج وتحسن عملية الاحتراق أي بالنتيجة الحصول مزيج فقير بالوقود عند سرعات الدوران المنخفضة مع زيادة ملحوظة في عزم الدوران واقتصادية المحرك.

عند عمل المحرك على سرعات الدوران المنخفضة **يعمل نظام VTEC-E على تأمين فتح صمام دخول واحد (من أصل الصمامين) والنتيجة إعصار من الهواء داخل أسطوانات المحرك** مما يؤمّن عملية مزج جيد للهواء مع الوقود والسماح باستخدام مزيج فقير بالوقود مع المحافظة على عزم الدوران الناتج على العمود المرفقي.

- الآن ومع زيادة سرعة دوران المحرك (عند 2500rpm) تزداد الحاجة إلى كمية أكبر من المزيج عندها يقوم صمام التعشيق على تأمين عمل صمام الدخول الآخر ليبدأ العمل وبشكل مشترك مع الصمام الأول وذلك بغرض تأمين الحاجة المتزايدة من مزيج الهواء مع الوقود .
- من الضروري أن نذكر أنه **وعند العمل على السرعات المنخفضة وحيث أن صمام دخول واحد يكون مفتوحاً فإن عمود الكامات مصمّم لفتح هذا الصمام بشكل أكبر ولمدة أطول** .


TIMING PLATE
PRIMARY ROCKER ARM
SECONDARY ROCKER ARM
SYNCHRONIZING PISTON
TIMING PISTON
CAMSHAFT
INTAKE VALVE


Rocker arm A
Rocker arm B
Inactive valve
EX.
IN.
2 Valve stage
Return spring
Slide pin
Return pin
Oil pressure
EX.
IN.
4 Valve stage

٤–تقنية 3 stages VTEC System



بعد أن أثبتت هذه التقنيات:

VTEC DOHC

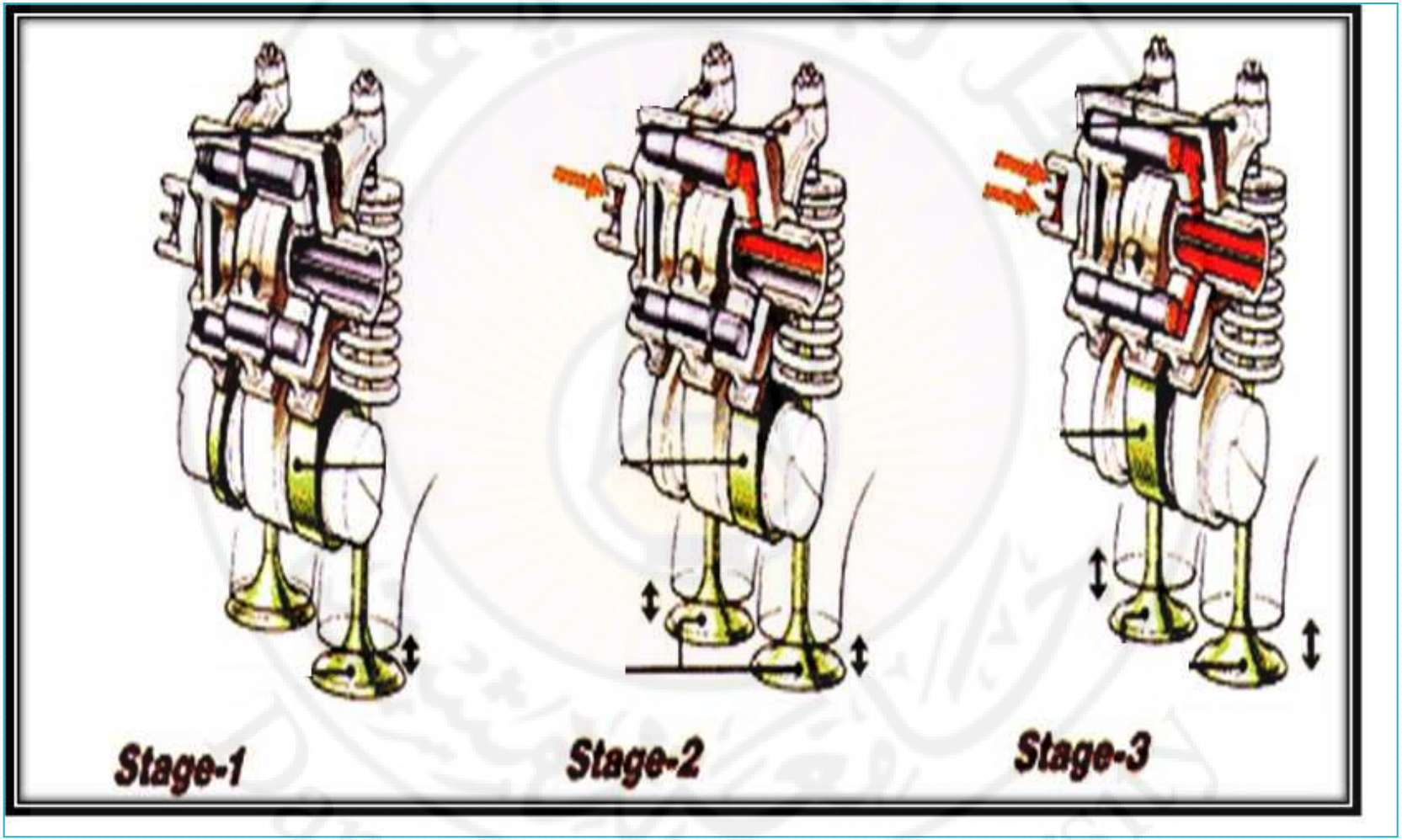
VTEC SOHC

VTEC - E

جدارتها أطلقت شركة HONDA محرك D15B الذي تمّ فيه دمج هذه التقنيات الثلاث على الشكل التالي:

3 stages VTEC System

لحالة السرعات المنخفضة	لحالة السرعات العالية
VTEC-E+ VTEC SOHC	VTEC DOHC
اقتصادية عالية	زيادة الاستطاعة


Stage-1
Stage-2
Stage-3

- سنبين فيما يلي مراحل عمل هذه التقنية:
- المرحلة الأولى(مرحلة العمل عند سرعات الدوران المنخفضة):
- يعمل صماما السحب بشكل مستقل حيث يفتح صمام دخول واحد ليقوم بإمداد الأسطوانة بالشحنة اللازمة بينما يكون الآخر في حالة إغلاق تام (لعدم إشراك الكامة الخاصة به في الدوران) ويكون تصميم بروفيل الكامة على أساس فتح الصمام بطول يكفي لتغذية الأسطوانة التابعة له بكمية الشحنة اللازمة.
- تتشابه هذه المرحلة مع تقنية VTEC-E عند السرعات المنخفضة والتي تؤمن مزج جيد للشحنة وبالنتيجة الحصول على عزم إضافي واقتصادية عالية لعمل المحرك.

- **المرحلة الثانية (مرحلة العمل عند سرعات الدوران المتوسطة):**
- **تبدأ هذه المرحلة عند سرعة دوران بحدود 2500 rpm حيث يعمل ضغط الزيت وبشكل أوتوماتيكي على تشغيل صمام السحب الثاني ليبدأ كلا الصمامين بالعمل وبشكل مشترك .**
- **بمعنى آخر ومع وصول المحرك إلى سرعة الدوران هذه تقوم ECU بتشغيل مضخة الزيت ليعمل ضغط الزيت على تشغيل صمام التعشيق الأول بحيث يعمل صمامي السحب بصورة مشتركة تحت تأثير كامة سرعة الدوران المنخفضة بحيث يفتحان معاً ويغلقان معاً، مما يمكّن من دخول الشحنة بكمية أكبر من الحالة السابقة لتلبي متطلبات هذه المرحلة.**
- **تتشابه هذه المرحلة مع تقنية SOHC VTEC وبالتالي تأمين الكمية اللازمة من الشحنة لعمل المحرك بشكل سلس عند سرعات الدوران المتوسطة .**

- المرحلة الثالثة (مرحلة العمل عند سرعات الدوران العالية):
- تبدأ المرحلة مع وصول السرعة إلى 4500rpm حيث تصدر وحدة التحكم أمراً إلى مضخة الزيت لمضاعفة ضغط الزيت بحيث يقوم بتشغيل صمام التعشيق الثاني بالإضافة إلى صمام التعشيق الأول، وبالتالي تحويل عمل صمامات السحب إلى نظام بروفيل كامة السرعة العالية التي يؤمن زيادة فترة وارتفاع فتح الصمامات، أي زيادة فترة بقاء صمامات السحب في حالة الفتح وزيادة في ارتفاع دخول هذه الصمامات في حجرة الاحتراق .
- تتشابه هذه التقنية مع تقنية VTEC DOHC

ملاحظة:

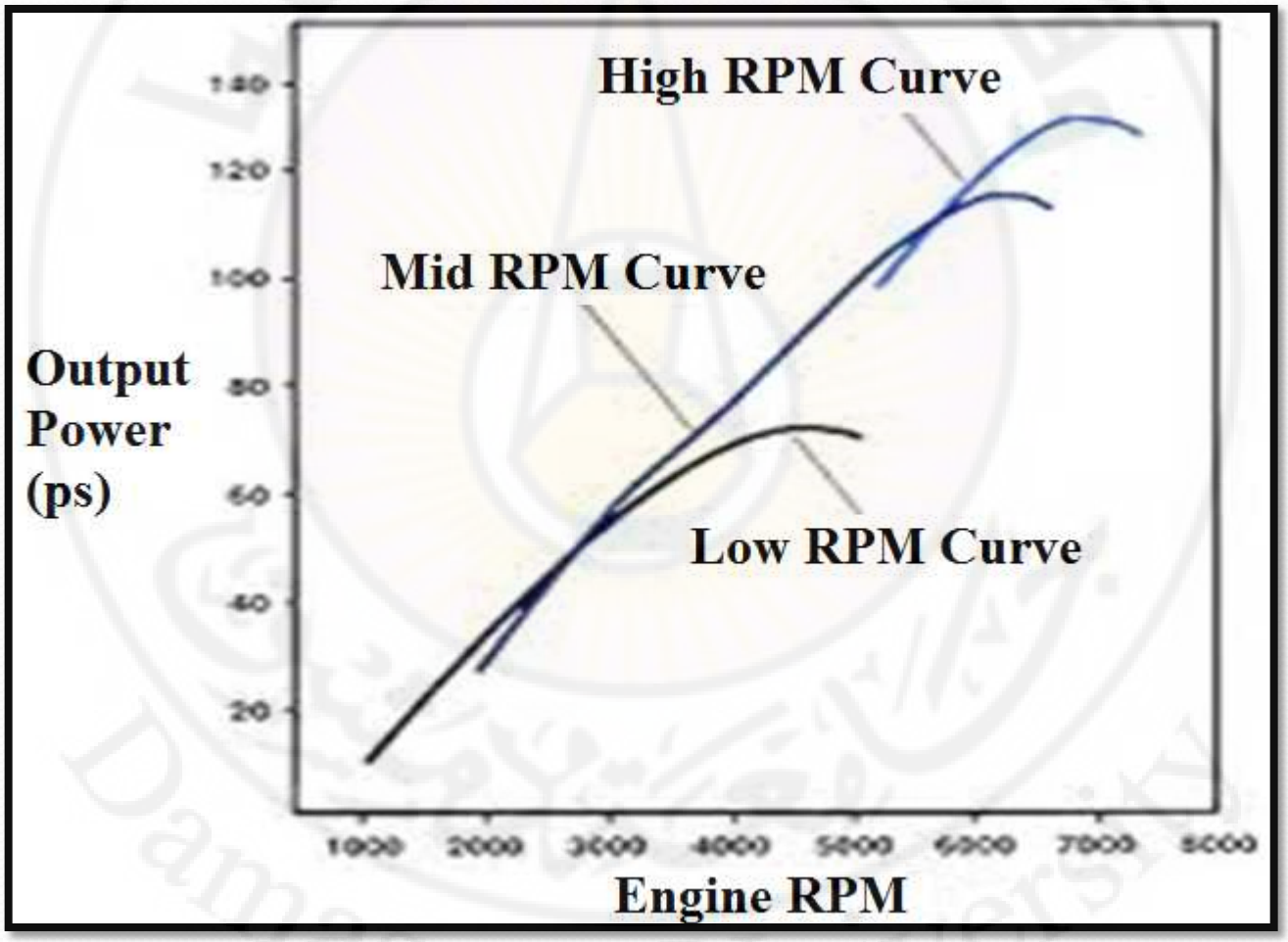
ماتم شرحه سابقاً يطبق فقط على صمامات السحب أما صمامات الطرد فلا يطرأ عليها أي تعديل حيث تزوّد كل أسطوانة بصمامي طرد يعملان سوياً وبشكل ثابت في مختلف سرعات الدوران للمحرك .

مخطط الاستطاعة لمحرك مزود بتقنية 3 stages VTEC SYSTEM:

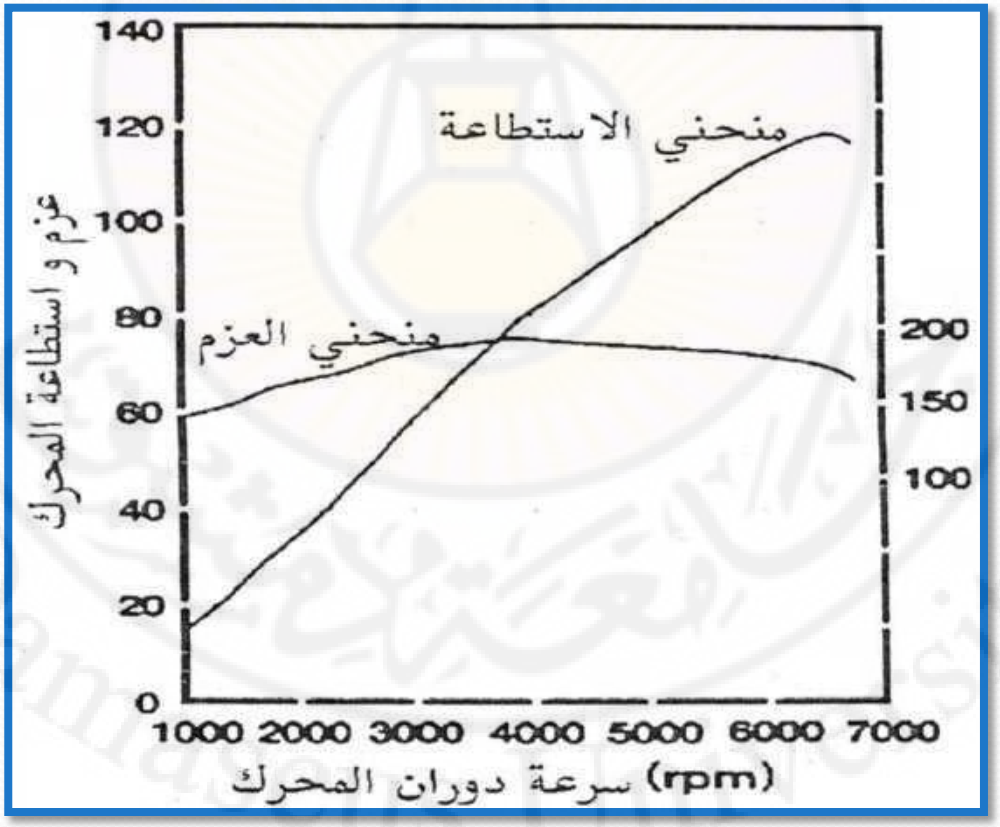
يوضح الشكل مخطط الاستطاعة بتابعية سرعة دوران المحرك أي منحنيات العمل في كل مرحلة :

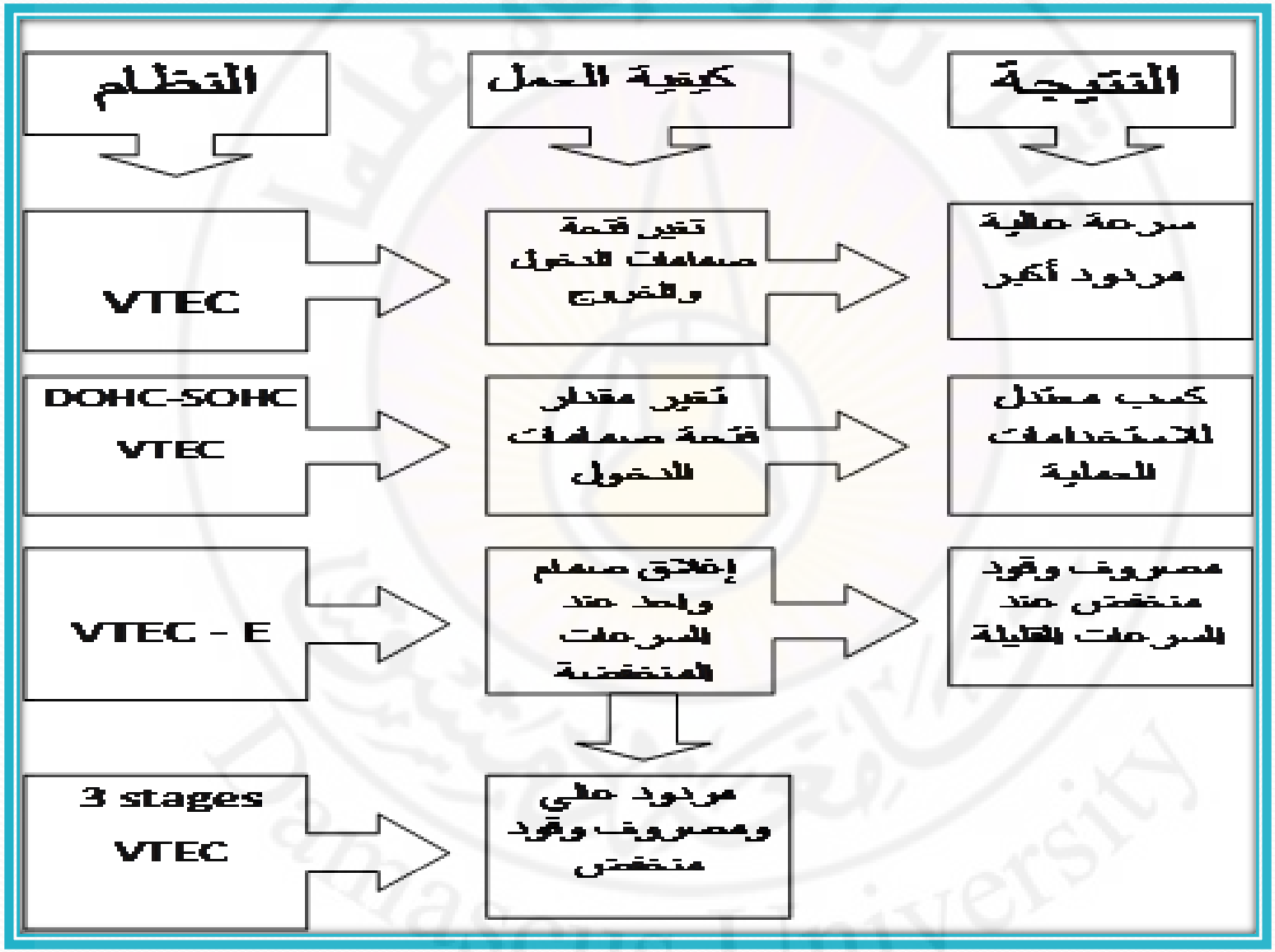
مخطط الاستطاعة لمحرك مزود بتقنية 3 stages VTEC SYSTEM:

يوضح الشكل مخطط الاستطاعة بتابعية سرعة دوران المحرك :



- وبوصل أجزاء المخطط مع بعضها (المراحل الثلاثة للعمل) اعتباراً من نقطة التقاطع وما فوق فإننا نحصل على مخطط واحد للاستطاعة يبين كيفية تغير الاستطاعة والعزم خلال مراحل العمل الثلاثة بتابعية سرعة الدوران .
- ملاحظة : تم تطبيق هذه التقنية على محرك سيارة هوندا (Accord v6s)




النظام
كيفية العمل
النتيجة
VTEC
تغير قمة مسافات الدخول والخروج
سرعة عالية مردود أكبر
DOHC-SOHC VTEC
تغير مقدار قمة مسافات الدخول
كسب معتدل للاستخدامات العالية
VTEC – E
إغلاق صمام واحد عند السرعات المنخفضة
مصروف وقود منخفض عند السرعات القليلة
3 stages VTEC
مردود عالي ومصروف وقود منخفض

SUMMERY

DOHC	Intake & Exhaust Valves Chang Profile
SOHC	Only Intake Valves Chang Profile
VTEC- E	One Intake Valve Closes @ Low RPM
3-Stage (DOHC +SOHC+VTEC E)	1-One Intake Valve Closes @ Low RPM(VTEC E) 2-Tow Intake Valve Opens @ High RPM(SOHC) 3-DOHC
VOTC	OVERLAP VALVES
I-VTEC	3-Stage +VOTC

نهاية الفصل الأول

من الباب الثاني

الفصل

نظام التحكم بانبعاثات الآلية

Vehicle Emission Control System





موضوعات الفصل الخامس

مقدمة عامة عن تلوث البيئة

دراسة بعض الملوّثات الصادرة عن محركات الاحتراق الداخلي

بعض المعايير العالمية *Emission Standards*

مصادر الانبعاثات في الآلية *SOURCES OF VEHICLE EMISSONS*

نظام تهوية علبة المرفق الإيجابي *Positive Crankcase Ventilation System*

نظام التحكم بانبعاثات التبخير *Evaporative Emission Control Systems*

نظام إعادة تدوير غازات العادم *Exhaust Gas Recirculation*

نظام حقن الهواء الثانوي *secondary-air injection System*

المحول الحفاز *Catalytic Converter*

مقدمة...

تعتبر مشكلة تلوث البيئة من أهم مشاكل العصر الحديث التي تواجه الإنسان ، والحديث عن هذه المشكلة لم يقتصر على المحافل العلمية والأكاديمية بل أصبح في متناول وسائل الإعلام وكذلك حديث الشارع **ودراسة هذه القضية لا تخص الدول المتقدمة دون النامية** ، مما يفرض علينا ضرورة مواجهة هذه المشكلة بكل ما لدينا من إمكانيات ، بعيداً عن تبادل التهم ، والتنصل من التّبعات ، بغرض **الوصول إلى حلول علمية** من شأنها الحد من النتائج السلبية لهذه المشكلة ، وقبل أن يصبح كوكبنا الجميل قبيحاً ،ملوّث الهواء ، معكّر المياه ، مشوّه المناظر.

بدأ الحديث في العالم عن دور محركات الاحتراق الداخلي بتلويث البيئة خلال عقد السبعينات حيث بدأت معظم حكومات البلدان المتقدمة بإصدار **التشريعات الناظمة لتلوث البيئة** وتوجيه أصابع الاتهام إلى محركات الاحتراق الداخلي تحديداً ، بمعزل عن المصادر الأخرى التي تساهم هي الأخرى وبشكل كبير في الإضرار بالإنسان والبيئة ، ولو أن **البحث العلمي لابد أن ينظر للمشكلة والبحث عن الحلول العلمية بنظرة شاملة** مع التركيز على الدور الذي تلعبه المحركات في هذا الإطار .

كان لتلك التشريعات والنصوص القانونية المفروضة على أداء المحركات دور إيجابي كبير في دفع عجلة البحث العلمي والتنافس بين الشركات العالمية الكبرى المصنعة للمحركات نحو دراسة الاتجاهات التي من شأنها تحقيق الأهداف الموضوعة.

تبين للباحثين ونتيجة لهذه الدراسات أنه وفي سبيل الإقلال من الملوثات الناتجة عن المحركات لابد من:

أ-**إعادة النظر في تصميم المحرك ومنظوماته المختلفة** بغرض تحسين أداء وزيادة ضبط دارات الوقود والإشعال والتبريد .

ب-**إعادة النظر في تركيب الوقود العادي** مما أثمر أخيراً في الحصول على الوقود الخالي من الرصاص (Unleaded petrol) ، الوقود الحاوي على نسبة قليلة من الكبريت ،إلى جانب البحث عن بدائل للوقود السائل وزيادة انتشار الوقود الغازي .

ج-**ضبط تركيب غازات العادم** والسيطرة على مكوناتها والإقلال من المواد الملوثة الناتجة عنها.

دراسة الملوّثات المختلفة الصادرة عن محركات الاحتراق الداخلي والمسبّبة لتلوث البيئة :

عند دراسة الملوثات الناتجة عن محركات الاحتراق الداخلي يمكن الاعتماد على مصدرين أساسيين للمعلومات هما :

أ-**الإحصائيات الخاصة بكمية الملوثات الغازية** الصادرة عن محركات الاحتراق الداخلي **وكذلك الحدود المسموح بها** كما نصت عليها قوانين وتشريعات بعض المنظمات والهيئات المهتمة بهذا الشأن في أكثر الدول تقدّماً.

ب- **الوزارات والجهات الحكومية المهتمة بمواضيع البيئة بغرض التزود بالمعطيات المتوفرة لديهم** والمتعلقة بكمية الملوّثات الموجودة في المناطق المختلفة وخاصة الأماكن الأكثر ازدحاماً، وكذلك المعايير الخاصة بملوّثات الهواء.

تصدر وسائط النقل عند عملها العديد من الملوثات الغازية والأبخرة والجزيئات الصلبة نذكر منها :

١-هباب الفحم Soot

٢- أكاسيد الآزوت Nitrogen Oxide (NO, NO_2)



٣-بخار الماء Vapour of water

٤-أول أكسيد الكربون Carbon Monoxide

٥-ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide

٦-الألديهيدات Aldehydes

٧-ثاني أكسيد الكبريت Sulphur Dioxide

٨ -هيدروكربونات عطرية متعدّدة الحلقات

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

الهيدروكربونات (C_nH_m) *HYDROCARBONS* :

تظهر الهيدروكربونات مع نواتج احتراق محركات الاحتراق الداخلي بسبب: **الاحتراق غير الكامل (الجزئي) للوقود**

افتقار الخليط للأوكسجين اللازم لإتمام عملية الاحتراق

عدم تجانس الشحنة داخل الاسطوانة الواحدة

عدم تجانس الشحنة داخل الاسطوانات المختلفة .

يظهر تأثير الهيدروكربونات بوجود أكاسيد الآزوت NO_x وتحت تأثير أشعة الشمس فيتشكّل الأوزون Ozone والدخان الضبابي (الصناعي) Smog والذي يؤدي إلى تهيّج العيون ويؤثر على الرئتين والمجاري التنفسية ، وهناك عدد من الهيدروكربونات يكون ساماً جداً ومن الممكن أن يسبب السرطانات .

أكاسيد الآزوت (NO_X) *NITROGEN OXIDES* :

تتفاعل ذرات الآزوت مع الأوكسجين في ظروف عمل المحرك تحت **الضغط العالي ودرجة الحرارة العالية** لتشكّل أكاسيد الآزوت المختلفة أهمّها أول أكسيد الآزوت NO وثاني أكسيد الآزوت NO_2 والتي تلعب دوراً كبيراً في تشكّل الأمطار الحامضية .

نشير هنا إلى أنه **مع ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو فإن غاز ثاني أكسيد الآزوت يمكن أن يتّحد مع بخار الماء مشكّلاً مركّباً ساماً يدعى حامض النيتروز (HNO_2) Nitrous Acid .**

كذلك يمكن أن يتحوّل NO_2 تحت تأثير درجات الحرارة العالية في طبقات الجو العليا إلى حمض الآزوت HNO_3 أو جذور NO_3 على شكل ذرات لتتساقط بشكل حر أو أن تحمله الأمطار معها وتعيده إلى الأرض ثانية .

أول أكسيد الكربون *CARBON MONOXIDE* (CO):

غاز سام عديم اللون والرائحة ولا ينحل في الماء ، ويظهر من **الاحتراق غير التام للوقود** بسبب افتقار الشحنة للأوكسجين اللازم لحرق ذرات الوقود بشكل كامل وهذا ما يحدث بشكل خاص في مرحلة إقلاع المحرك أو عند عمل الآلية على المرتفعات حيث تقل كمية الأوكسجين المتوفّر لإتمام عملية الاحتراق، أو حتى في حالة عمل المحرك عند درجات الحرارة العالية فإن ذلك يؤدي إلى تفكك جزيئات ثاني أكسيد الكربون CO_2 وظهور غاز أول أكسيد الكربون CO الأكثر سميّة والذي تصل نسبة إصداره من وسائط النقل إلى 2/3 مما هو موجود في الجو .

يعتمد تأثير CO على الإنسان على نسبته الحجميّة في الهواء الجوي حيث مع وصول هذه النسبة إلى 700ppm يمكن أن يؤدي ذلك إلى وفاة الإنسان عند تعرّضه للغاز لمدة ثماني ساعات .

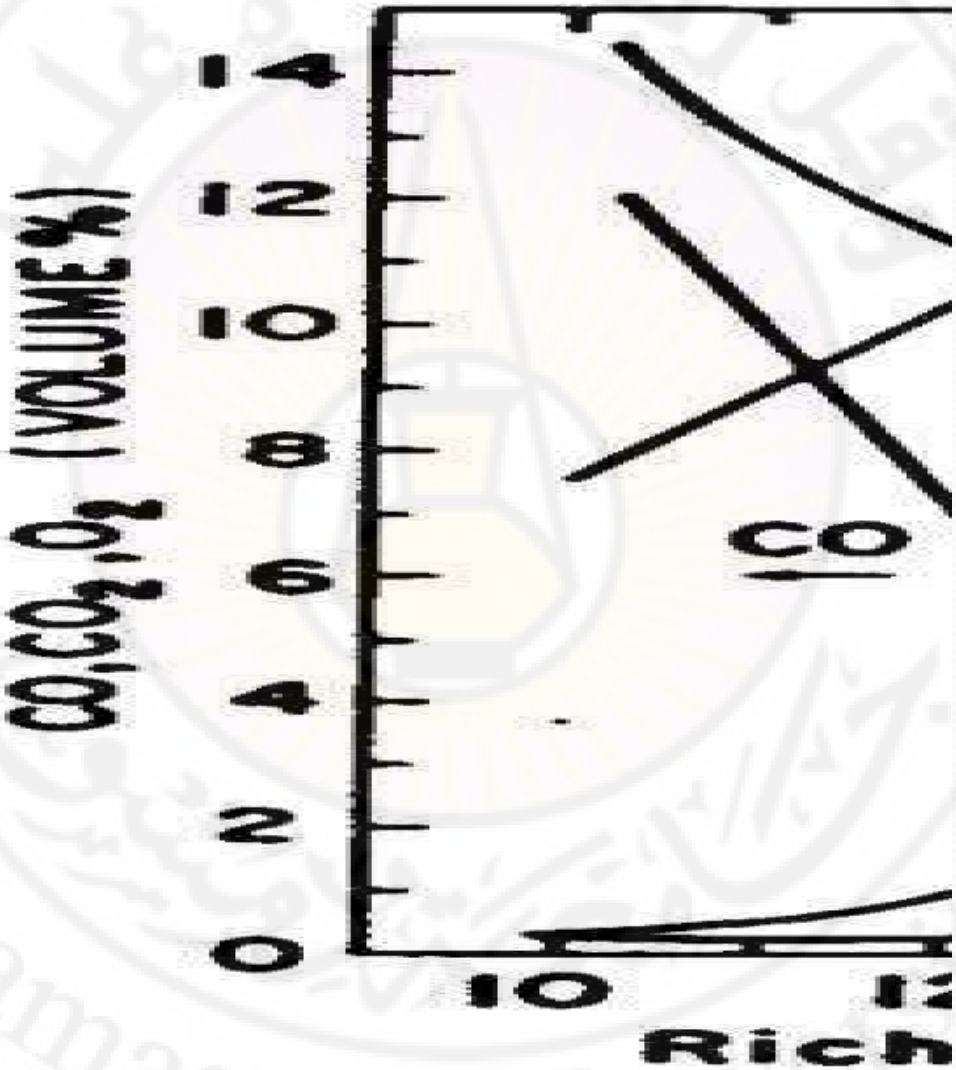
ثاني أكسيد الكربون (CO_2) *CARBON DIOXIDE*:

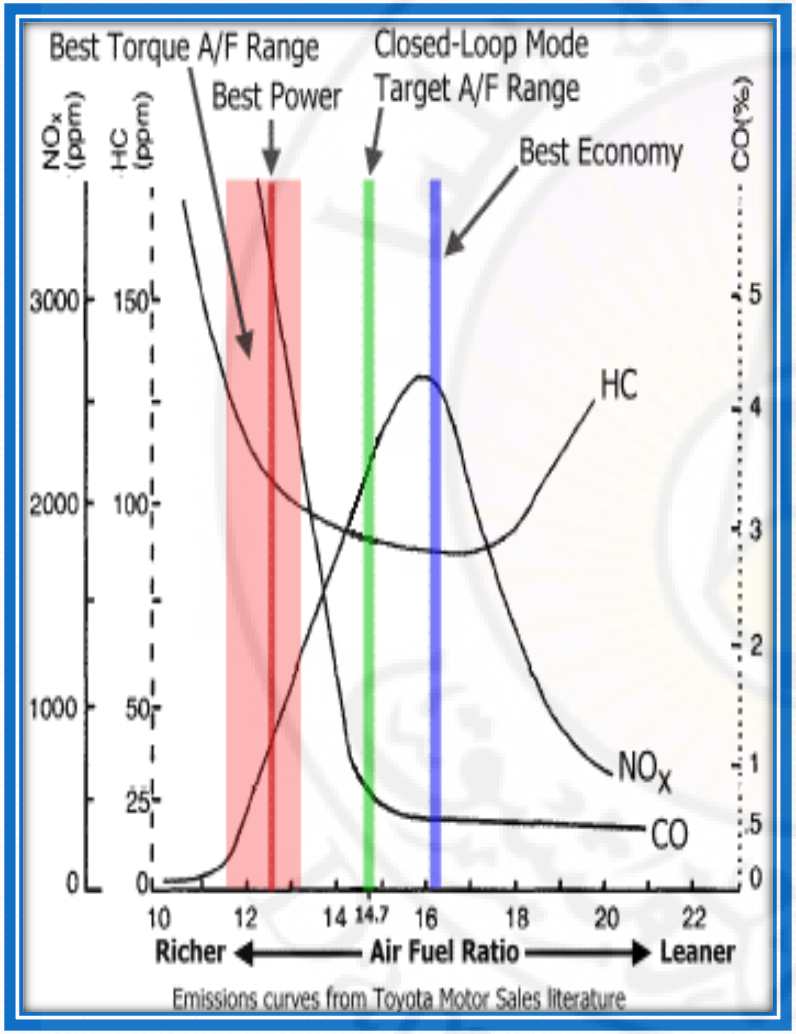
ازدادت كمية غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو خلال السنوات الأخيرة **وتغيرّت نظرة وكالة حماية البيئة الأمريكية U.S.Environmental Protection Agency (EPA) إلى هذا الغاز من كونه كأحد النواتج الغازية لحالة الاحتراق التام للوقود ، وأصبح يعتبر من الملوثات التي من الضروري أخذها بعين الاعتبار .**

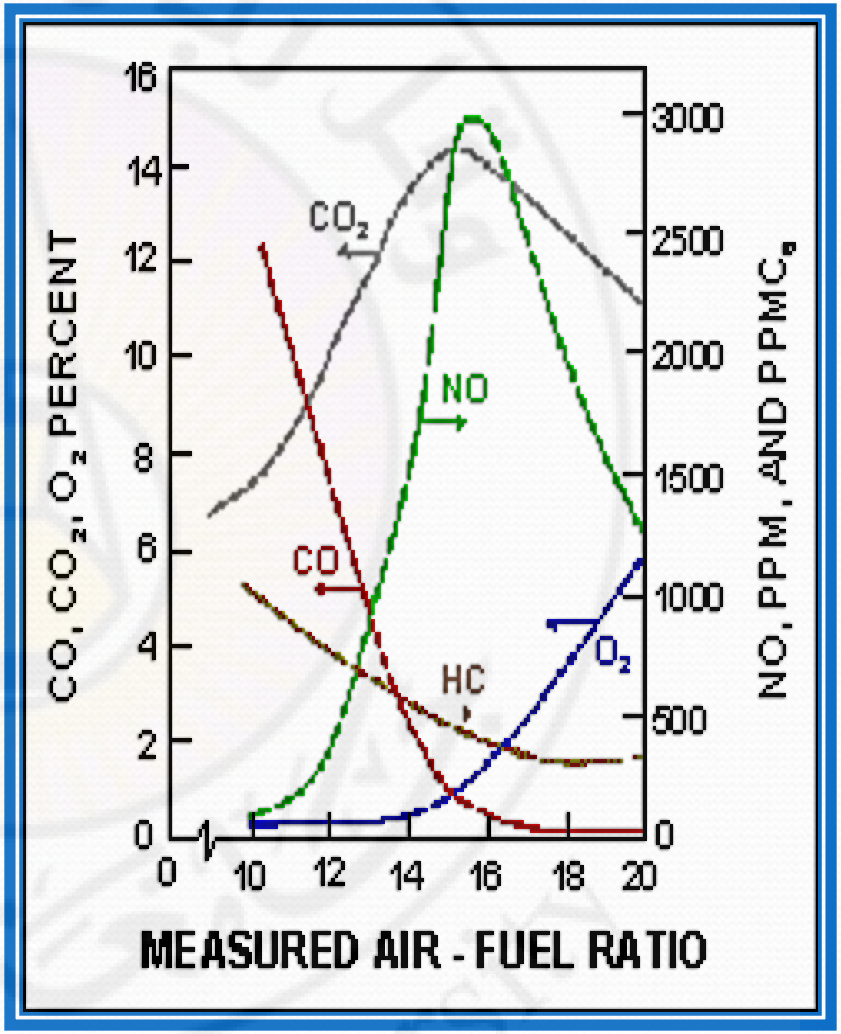
قد لا يؤثر هذا الغاز بشكل مباشر على صحة الإنسان بقدر ما يؤدي إلى حدوث ظاهرة الإحتباس الحراري ، هذه الظاهرة التي تساهم في رفع درجة حرارة الكرة الأرضية مما قد يؤدي إلى ذوبان الثلوج القطبية وارتفاع مستوى المياه في البحار والمحيطات.

ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) *SULPHUR DIOXIDE:*

يتشكل حمض الكبريت من جراء اتحاد SO_2 مع بخار الماء مما قد يؤدي إلى تساقط الأمطار الحامضية ، ونعلم الدور السلبي الذي يمكن أن تلعبه الأمطار الحامضية على الثروة النباتية والحيوانية (الأحياء البحرية بشكل خاص) .**أما زيادة نسبة SO_2 في الجو فيؤدي إلى أمراض في الجهاز التنفسي وخاصة عند الأطفال وكذلك يثير السعال وأمراض الربو .**


CO, CO2, O2 (VOLUME %)
14
12
10
8
6
4
2
0
CO
10
Rich


Best Torque A/F Range
Best Power
Closed-Loop Mode
Target A/F Range
Best Economy
NOx (ppm)
HC (ppm)
CO(%)
HC
NOx
CO
Richer
Air Fuel Ratio
Leaner
Emissions curves from Toyota Motor Sales literature


CO, CO2, O2 PERCENT
NO, PPM, AND PPMCe
CO2
NO
CO
HC
O2
MEASURED AIR - FUEL RATIO

	IDLE	2500 RPM	PROBABLE CAUSE
HC ppm CO% CO_2% O_2% NO_x ppm	0–150 1–15 10–12 0.5–2.0 100–300	0–75 0–0.8 11–13 0.5–1.25 200–1,000	Normal reading
HC ppm CO% CO_2% O_2% NO_x ppm	0–150 3.0+ 8–10 0–0.5 0–200	0–75 3.0+ 9–11 0–0.5 100–500	Rich mixture
HC ppm CO% CO_2% O_2% NO_x ppm	0–150 0–1.0 8–10 1.5–3.0 300–1,000	0–75 0–0.25 11 1.0–2.0 1,000+	Lean mixture
HC ppm CO% CO_2% O_2% NO_x ppm	50–850 0–0.3 5–9 4–9 300–1,000	50–750 0–0.3 6–10 2–7 1,000+	Lean misfire
HC ppm CO% CO_2% O_2% NO_x ppm	50–850 0.1–1.5 6–8 4–12 0–200	50–750 0–0.8 8–10 4–12 100–500	Misfire

The readings of the chemicals in the exhaust can lead the technician to the cause of a driveability problem.



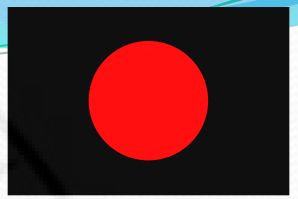


Emission Standards U.S. and Europe

	HC	CO	PM	NOx
	grams per brake horsepower hour			
1998 Baseline	1.3	15.5	0.1	4.0
2004 U.S. Federal (2002)	0.5 (62%)*	15.5 (0%)	0.1 (0%)	2.0 (50%)
Euro IV (2005)	0.4 (69%)	1.1 (93%)	0.015 (85%)	2.6 (35%)
ULEV (Clean Fleet Program)	N/A	7.1 (46%)	0.05 (50%)	2.8 (30%)

Percent reduction in relation to baseline

Japan



	CO	HC	NOx	PM
	grams per kilometer (mean)			
Passenger Cars				
<1265 kg (1997)	**2.10**	**0.40**	**0.40**	**0.08**
<1265 kg (2002)	**0.63**	**0.12**	**0.28**	**0.052**
Commercial Vehicles				
2,500-12,000 kg (1997/98)	**7.40**	**2.90**	**4.50**	**0.25**
>12,000 kg (2004)	**2.22**	**0.87**	**3.38**	**0.18**

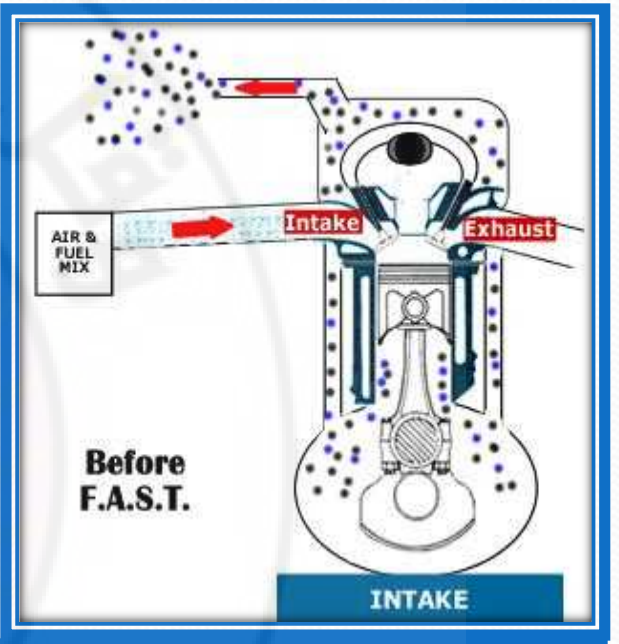
Automobile Emission Standards (U.S.)

- Exhaust emission standards for automobiles and trucks were established in 1970 and amended in 1990. Below are shown the standards for automobiles.

Emission Standards (g/km)			
Year	HC	CO	Nox
Uncontrolled	6.56	52.2	2.6
1975	0.94	9.4	1.9
1980	0.25	4.4	1.2
1990	0.25	2.1	0.6
1995	0.19	2.1	0.2
2004	0.08	1.1	0.1

مصادر الانبعاثات فى الآلية

SOURCES OF VEHICLE EMISSONS



- **علبة المرفق تنفث أبخرة ٢٠%**
- تسخين الزيت والوقود المحترق المتسرب من حلقات الإحكام المكبسية إلى علبة المرفق



- **أبخرة الوقود ٢٠%**
- مواد كيميائية تخرج إلى الهواء على شكل أبخرة



- **عادم المحرك ٦٠%**
- تخرج من العادم من جراء احتراق الوقود

تعديلات على المحرك تتعلق بالانبعاثات

Engine Modification Related to Emission Control

تخفيض نسب الإنضغاط Lower Compression Ratios

استعمال البنزين الخالي من الرصاص يساعد على استخدام المحول الحفاز وحرق الوقود بشكل كامل مما يقلل من إنبعاثات HC

تخفيض حرارة الاحتراق ⟸ تخفيض انبعاث NOx

تقليل سطح حجم حجرة الاحتراق

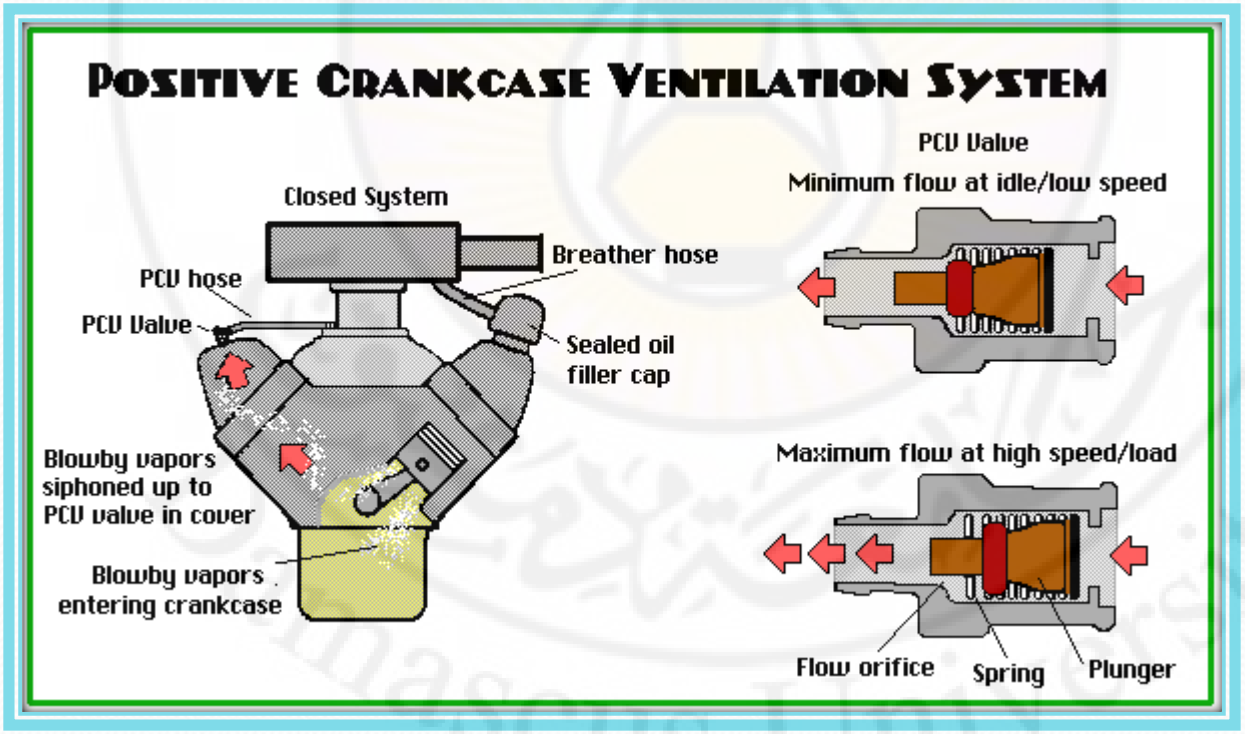
Smaller Combustion Chamber Surface Volume

- **يقلل انبعاث HC.**
- **تقليل كمية الحرارة المتبددة من خليط الوقود.**
- **تقلل إمكانية تكاثف الوقود**

نظام تهوية علبة المرفق الإيجابي

PCV (Positive Crankcase Ventilation System)

المبدأ:استخدام التخلخل في المحرك لسحب الغازات المتسربة إلى علبة المرفق (blow–by) وإدخالها إلى مجمع السحب لإعادة حرقها في حجرة الاحتراق.



نظام تهوية علبة المرفق الإيجابي

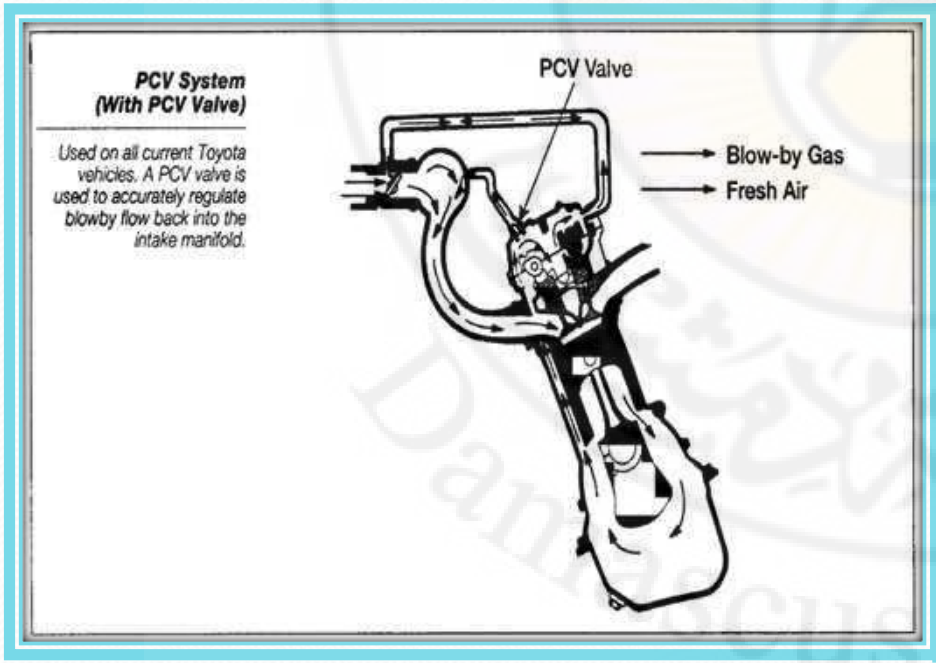
PCV (Positive Crankcase Ventilation System)

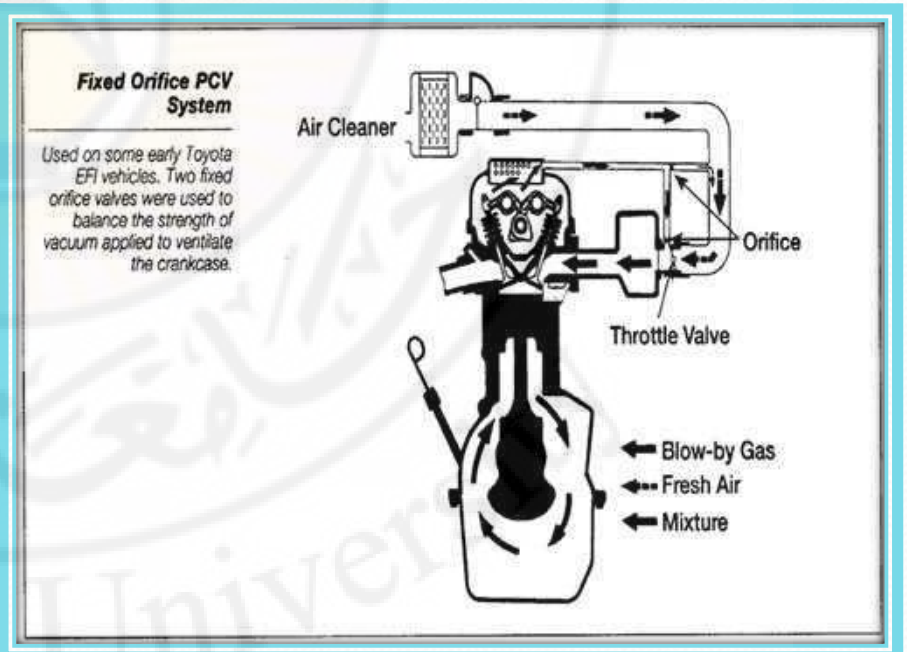
هناك **نوعان مختلفان من نظام تهوية علبة المرفق الإيجابي** لمنع تسرب أبخرة علبة المرفق إلى الجو المحيط

١- **نظام الفوهة المثبتة** لتهوية علبة المرفق الإيجابي Fixed Orifice PCV System

٢- **نظام تهوية علبة المرفق الإيجابي باستخدام صمام التدفق المتغير** PCV System Using Variable Flow PCV Valve

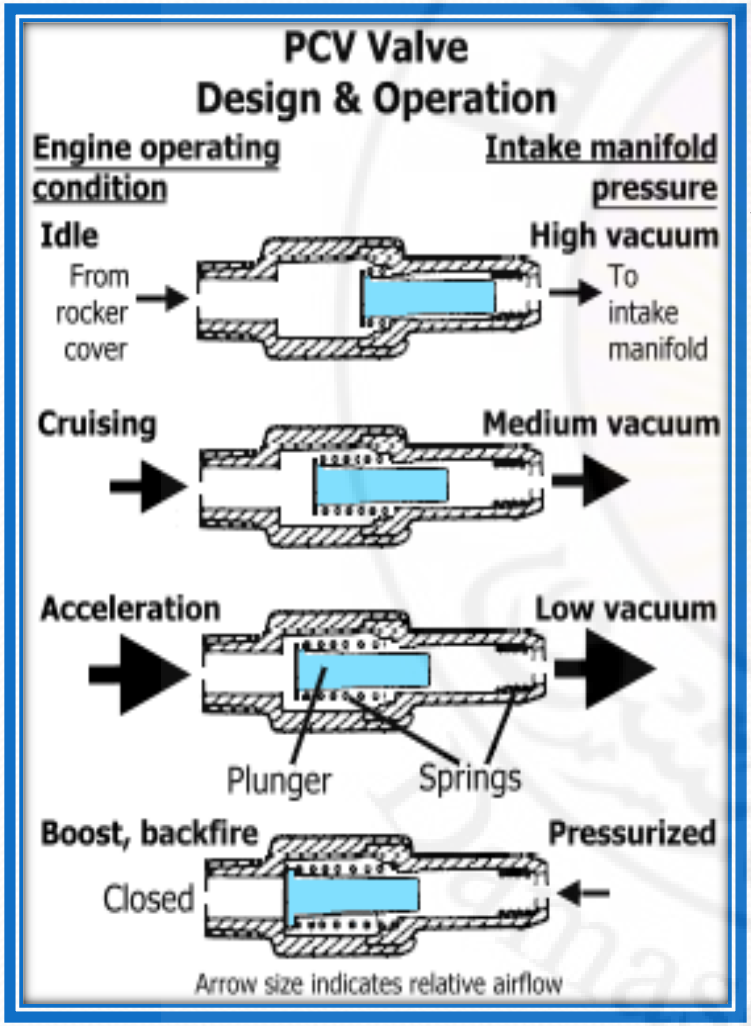
(وهو المفضل في الاستخدام وهو الذي سنقوم بالحديث عنه)





نظام تهوية علبة المرفق الإيجابي

PCV (Positive Crankcase Ventilation System)



أثناء اللاحمل والتباطؤ تكون الغازات المتسربة(blow-by) ضئيلة جداً و التخلخل في مجرى السحب عالي جداً ،هذا يسبب تراجع البلانجور داخل صمام PCV بحيث يسمح لكمية قليلة من الغازات المتسربة (BLOW-BY) بالمرور عبر الصمام إلى مجرى السحب

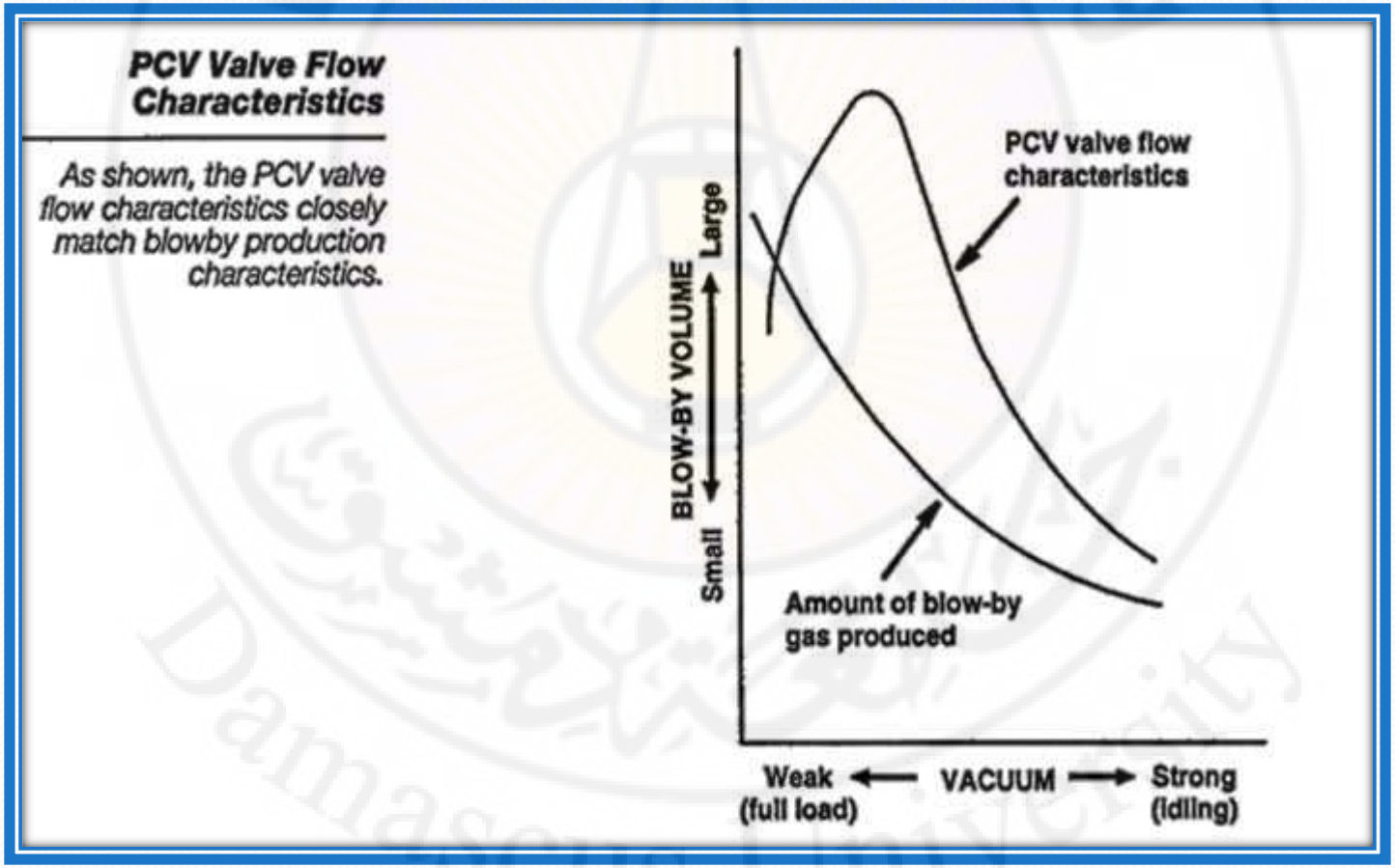
أثناء الحمل الخفيف يتوضع البلانجور تقريباً في منتصف مجال حركته ،هذه الوضعية تسمح لكمية معتدلة من الغازات المتسربة (BLOW-BY) بالمرور إلى مجرى السحب

أثناء التسارع و الحمل المرتفع إنتاج الغازات المتسربة (BLOW-BY) عالي جداً ووضع البلانجور يسمح لأكبر كمية من الغازات المتسربة(BLOW-BY) بالدخول إلى حجرة الاحتراق عبر مجمع السحب،أثناء الأحمال العالية للمحرك،إذا تجاوز حجم الغازات المتسربة(BLOW-BY) مقدرة صمام PCV ،تتدفق الغازات المتسربة(BLOW-BY) الفائضة عبر خرطوم التنفس إلى فلتر الهواء حيث يمكن أن تدخل إلى غرفة الاحتراق
عندما يكون المحرك متوقف يغلق الصمام و يمنع تدفق الغازات المتسربة (BLOW-BY) إلى مجمع السحب .

نظام تهوية علبة المرفق الإيجابي

PCV (Positive Crankcase Ventilation System)

يبين المخطط العلاقة بين كمية الغازات المتسربة التي يمررها الصمام ومقدار التخلخل في المحرك تبعاً للحمل



إختبار نظام PCV

•لاختبار صمام PCV بشكل سريع يسحب الصمام من المحرك ويتم هزه إذا لم يصدر الصمام صوت خشخشة يستبدل الصمام

•عندما يكون المحرك في حالة العمل على اللاحمل نقوم بالضغط على الخرطوم الواصل بين الصمام ومكان التخلخل بهدف إغلاق هذا الخرطوم ،سرعة دوران المحرك على اللاحمل يجب أن تنخفض حوالي(٤٠- ٨٠ دورة في الدقيقة) إذا لم يحصل ذلك فالخرطوم يمكن أن يكون مسدوداً



نظام التحكم بالانبعاثات المتبخرة

Evaporative Emission Control Systems (EVAP)

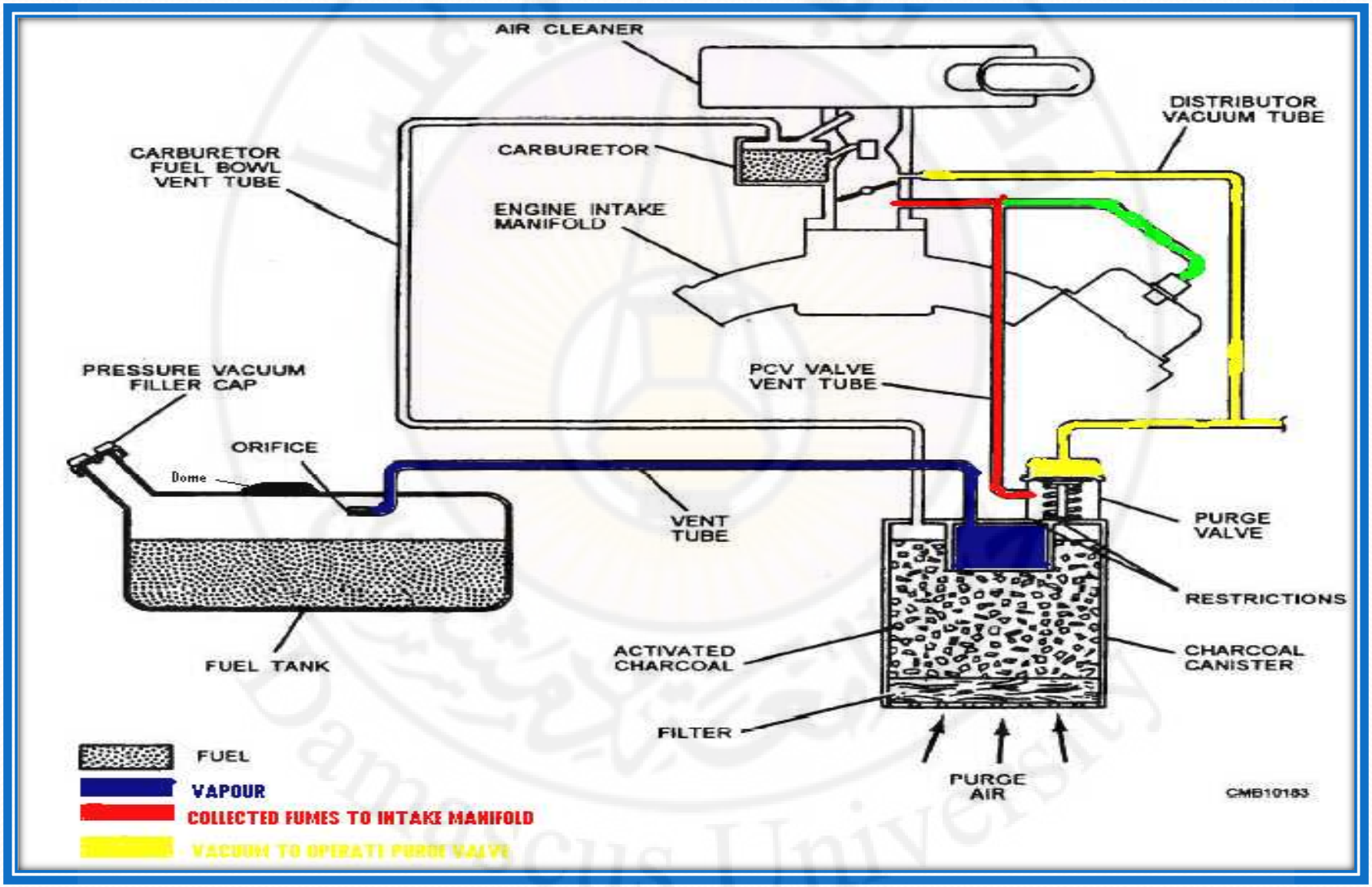
- المهمة: يمنع أبخرة نظام الوقود السامة من الخروج إلى الجو المحيط

الأجزاء

- غطاء خزان وقود غير نفوذ. Non-vented fuel tank cap يمنع خروج أبخرة الوقود إلى الجو المحيط
- قبة هوائية Air Dome على شكل حدبة في أعلى الخزان لاحتواء تمدد الغازات
- علبة فحم Charcoal Canister تخزن أبخرة الوقود عندما يكون المحرك لا يعمل، مليئة بحبيبات الفحم النشط (الفحم له القدرة على امتصاص أبخرة الوقود).
- صمام خط التنظيف Purge Line/Valve يقوم بالتحكم بتدفق الأبخرة من علبة الفحم إلى مجرى السحب. يسمح بالتدفق عندما تصل درجة حرارة المحرك إلى درجة حرارة العمل وعندما يعمل المحرك بسرعات أعلى من سرعة اللاحمل.

يجب تنظيف مصفاة علبة الفحم من حين لآخر

نظام التحكم بالانبعاثات المتبخرة
Evaporative Emission Control Systems (EVAP)



نظام إعادة تدوير غازات العادم
Exhaust Gas Recirculation (EGR)

- يسمح للغازات الناتجة عن الاحتراق بدخول مجرى السحب بهدف تقليل كمية NOx
- عندما تضاف غازات العادم إلى مزيج الهواء والوقود فإن ذلك يقلل من درجة حرارة الاحتراق العظمى

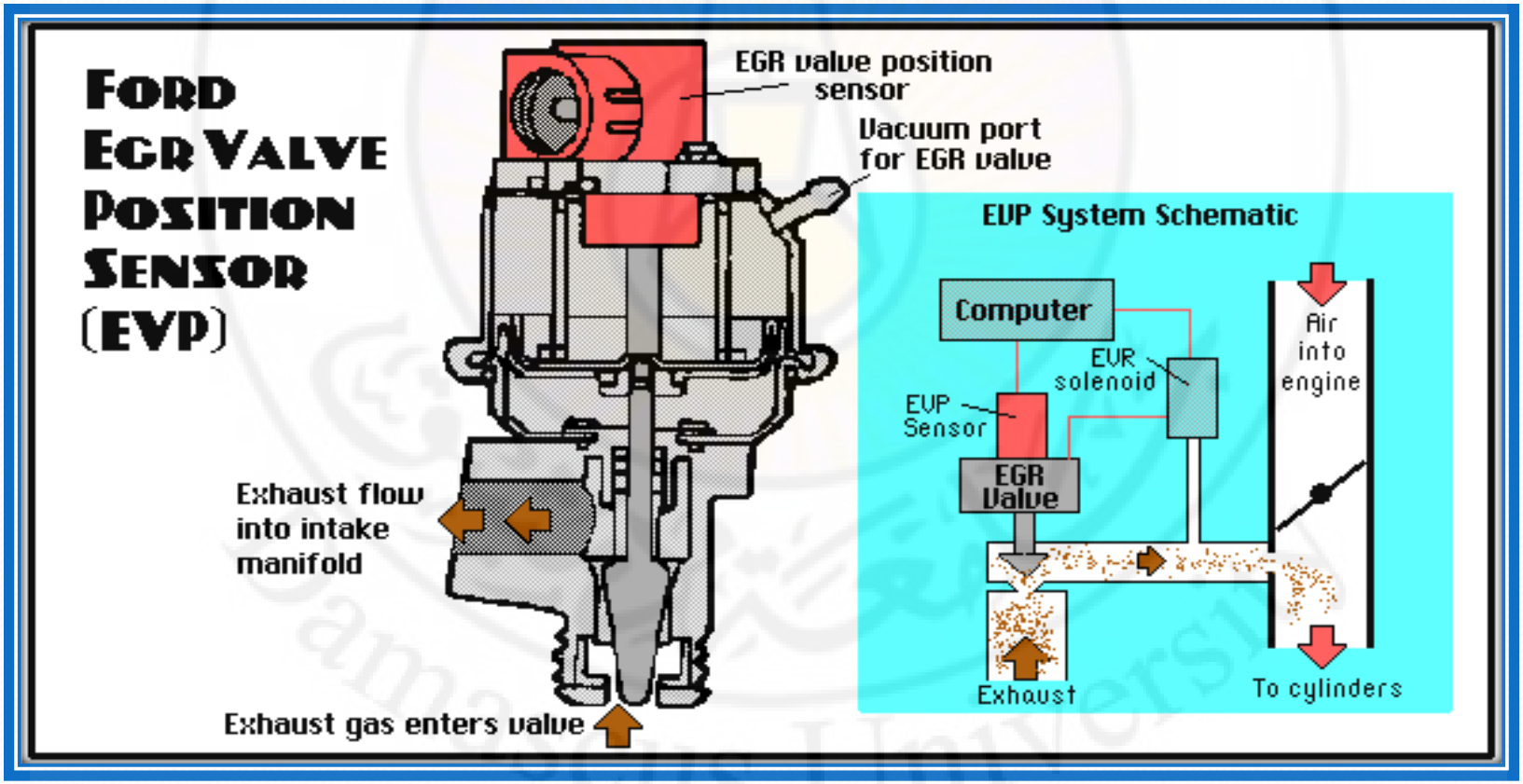


نظام إعادة تدوير غازات العادم

Exhaust Gas Recirculation (EGR)

- **صمام EGR الإلكتروني-التخلخلي Electronic-Vacuum EGR Valve**

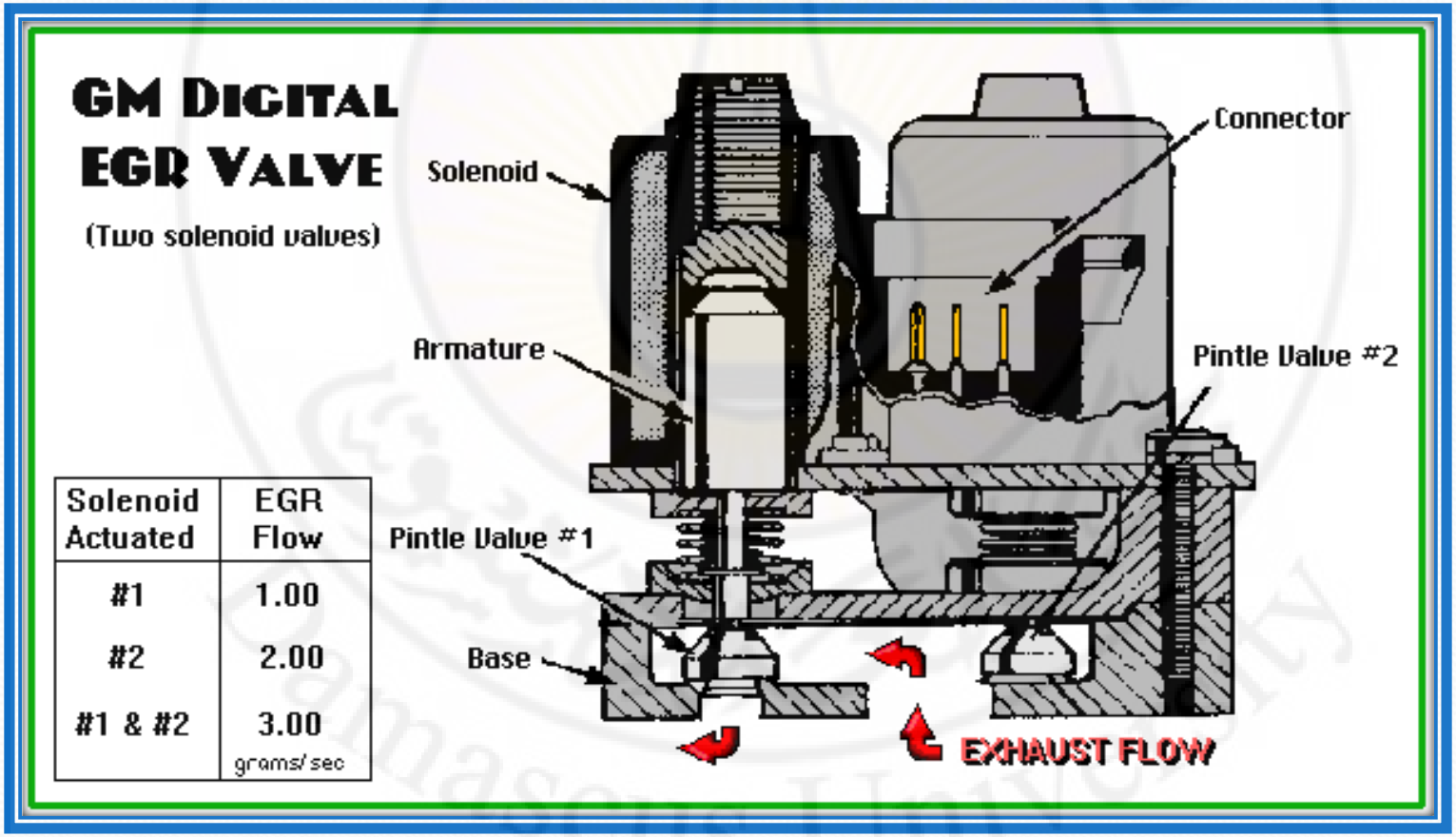
يستخدم كل من التخلخل في المحرك والتحكم الإلكتروني لتحديد كمية غازات العادم المدوّرة بشكل دقيق



نظام إعادة تدوير غازات العادم

Exhaust Gas Recirculation (EGR)

- **صمام EGR الإلكتروني Electronic EGR Valve**
- يستخدم سولينويد واحد أو أكثر (شبيه بالبلانجور) لفتح وإغلاق ممر الغازات

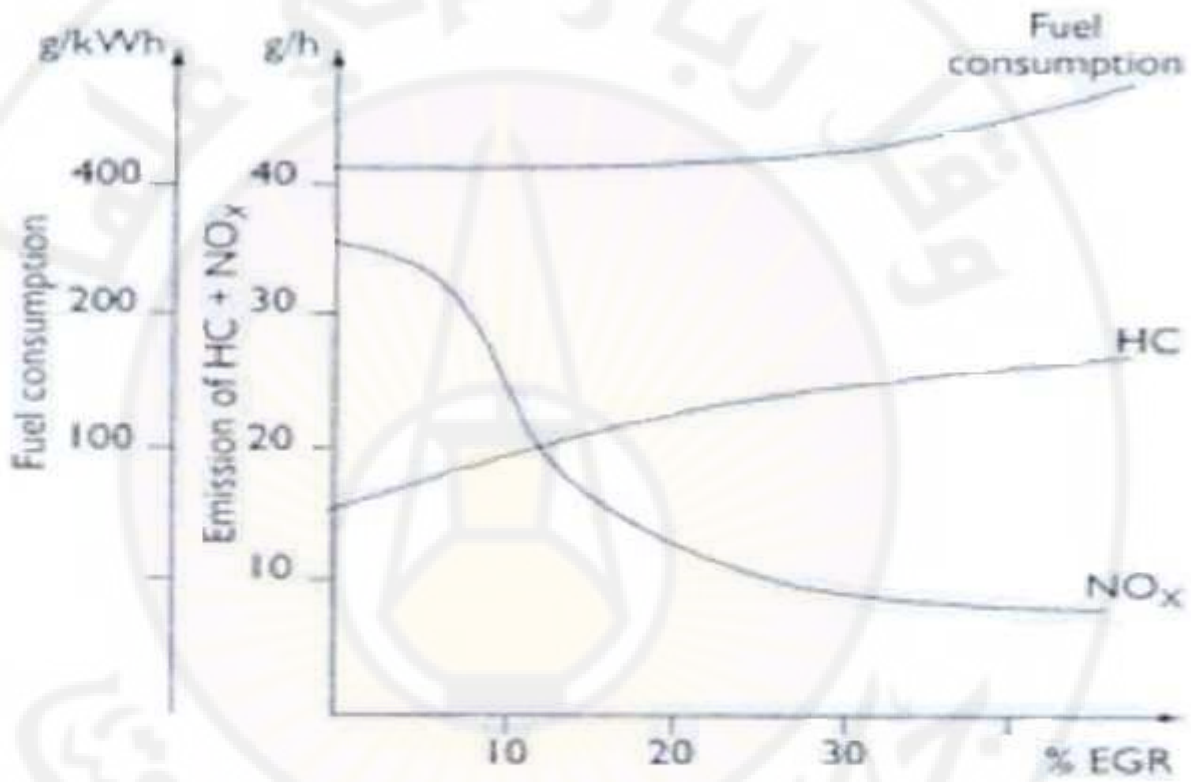


معلومات خدمية لنظام EGR

- العطل في النظام يمكن أن يسبب ضياع في قدرة المحرك،انخفاض في الاقتصادية
- إذا تعطل الصمام على **وضعية الفتح(أي بقي مفتوحاً)** فإن ذلك يسبب إنتاج خليط فقير أي أن المحرك سوف يعمل بقدرة منخفضة أو يتوقف.
- يؤدي تعطل الصمام على **وضعية الإغلاق** إلى ارتفاع في درجة حرارة الاحتراق ويمكن أن يسبب احتراق أو اشتعال ذاتي وبالتالي حدوث صفع،و ارتفاع Nox .



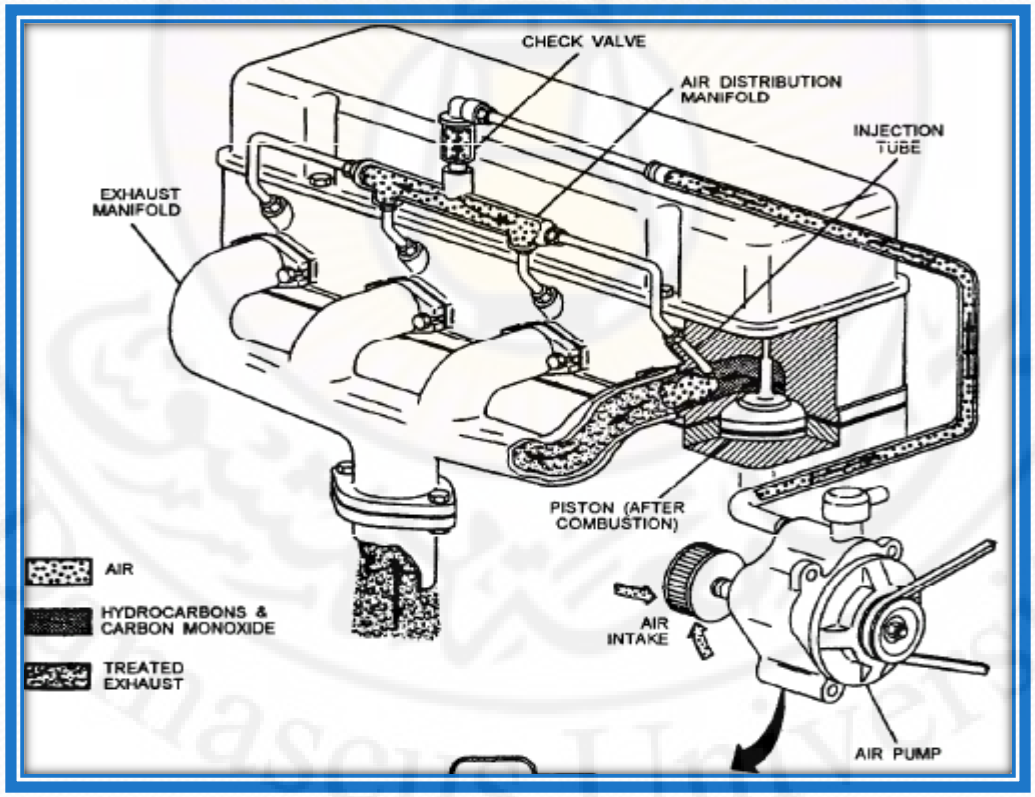




تأثير إعادة تدوير غازات العادم على أكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات واستهلاك الوقود.

نظام حقن الهواء الثانويsecondary-air injection System

- يتم ضخ هواء جوي في مجمع الطرد أو في المحول الحفاز للتقليل من HC,CO
يساعد الأوكسجين الذي يتم ضخه باحتراق الوقود غير المحترق في العادم أو في المحول الحفاز



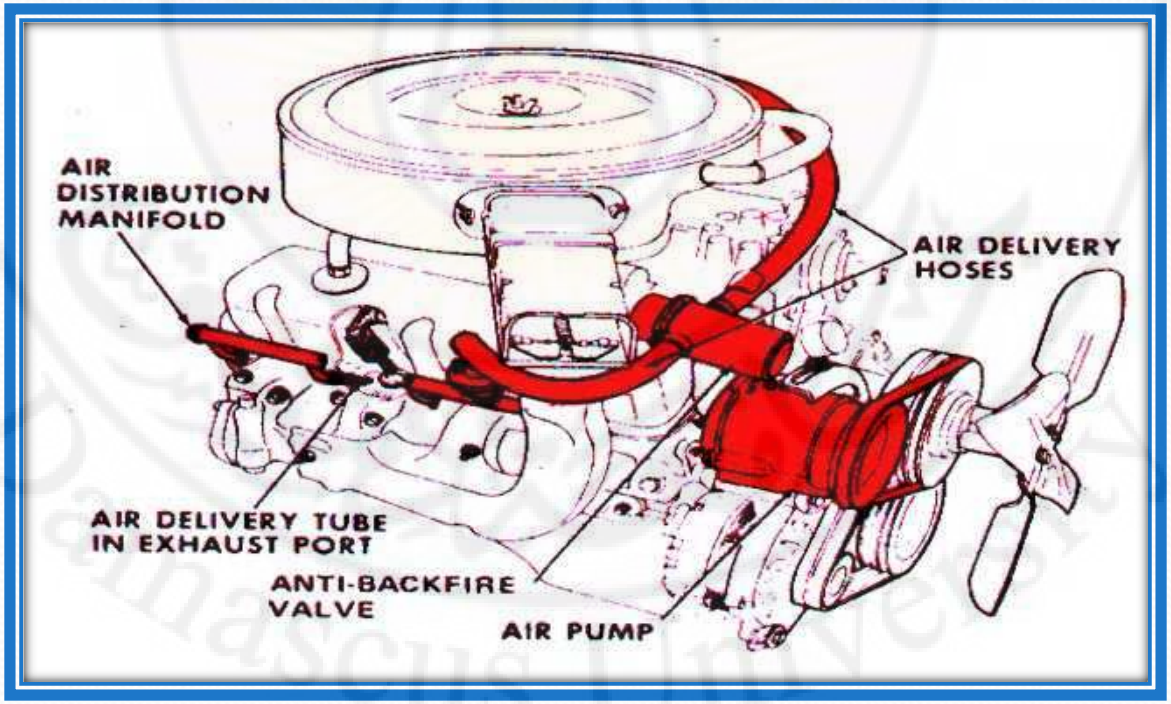
أجزاء نظام حقن الهواءالثانوي

مضخة حقن الهواء Air Injection Pump تقوم بضخ الهواء إلى داخل النظام بضغط منخفض

صمام التحويل Diverter Valve يمنع الهواء من الدخول إلى مجمع الطرد أثناء التباطؤ

مجمع توزيع الهواء Air Distribution manifold يستخدم لتوجيه تيار الهواء باتجاه كل صمام طرد

صمام مراقبة الهواء Air Check Valve يمنع غازات العادم من دخول نظام حقن الهواء



المحول الحفاز Catalytic Converter

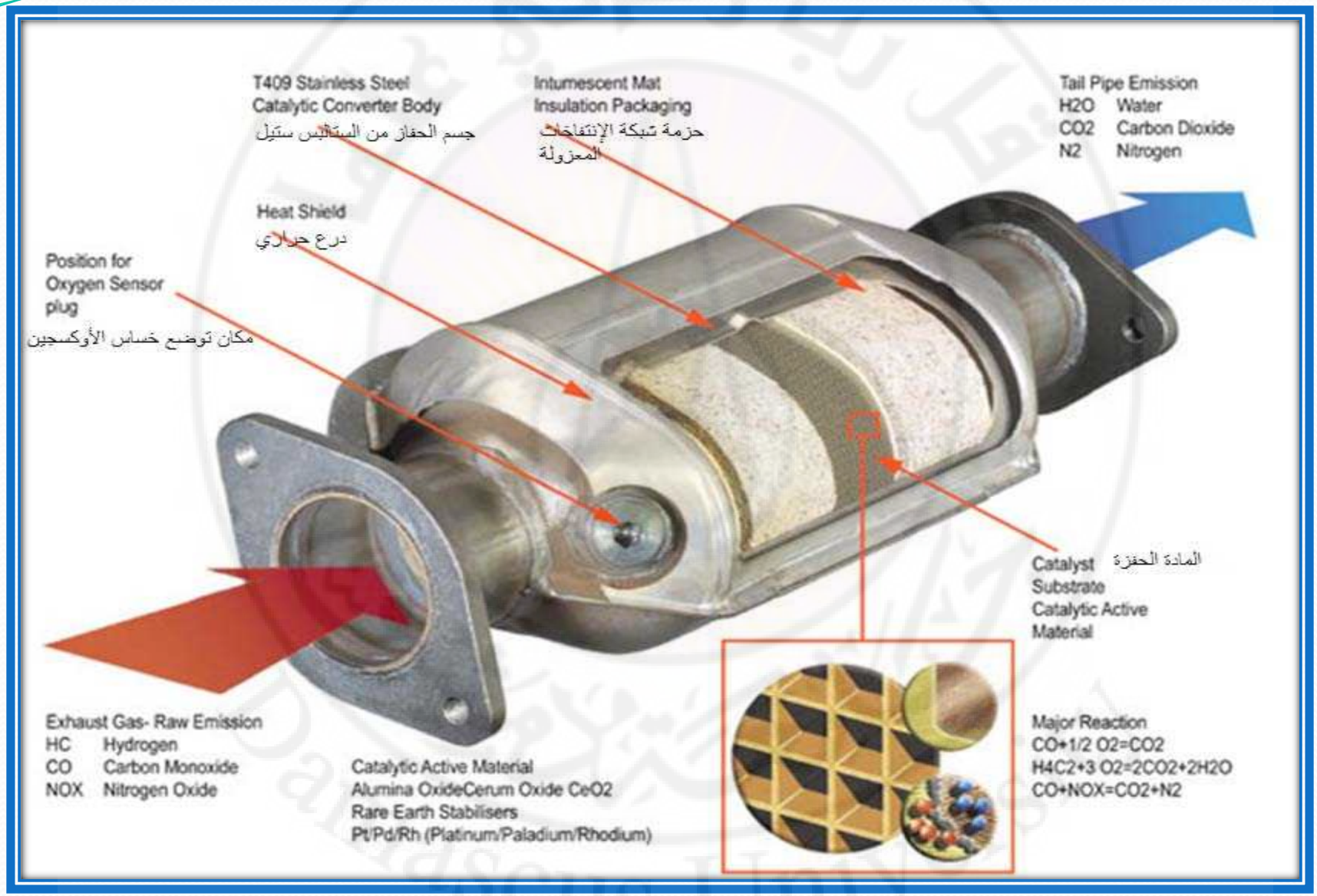


- يقوم بأكسدة(حرق) انبعاثات CO و HC المتبقية في غازات العادم
- درجة حرارة بحدود 760C تقوم بإشعال هذه الانبعاثات وتحولها إلى CO_2 و H_2O

- المحفز مادة تقوم بتسريع التفاعل الكيميائي دون أن تتغير

- مادة المحفز : البلاتين (Platinum)و البالاديوم لمعالجة انبعاثات HC و CO الروديوم يتعامل مع إنبعاثات NOx

Catalytic Converter المحول الحفاز



أنواع المحولات

المحول الحفاز الصغير Mini Catalytic Converter

يتوضع بالقرب من مجمع طرد غازات العادم

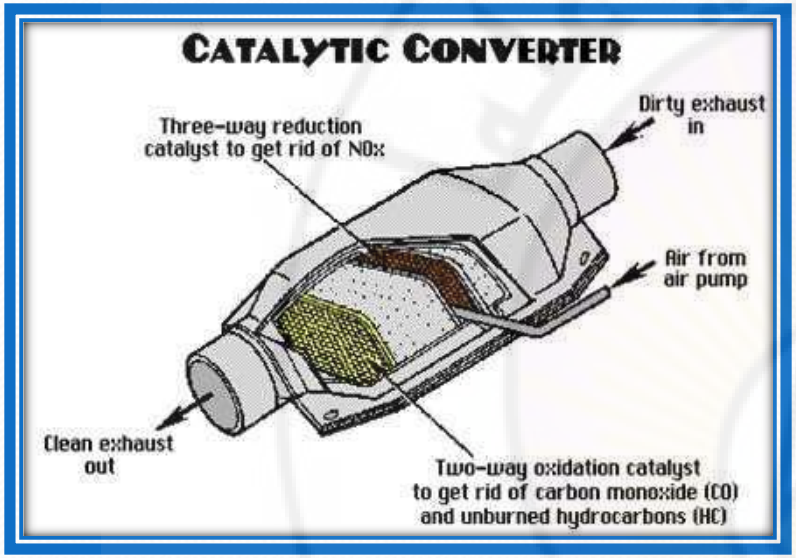


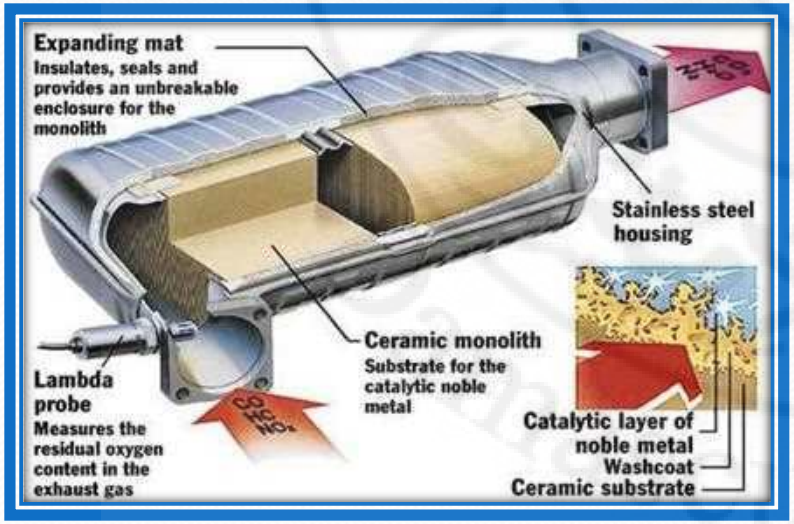
المحول الحفاز ثنائي الفاعلية Two-way Catalytic Converter

يستطيع التقليل من HC و CO



أنواع المحولات



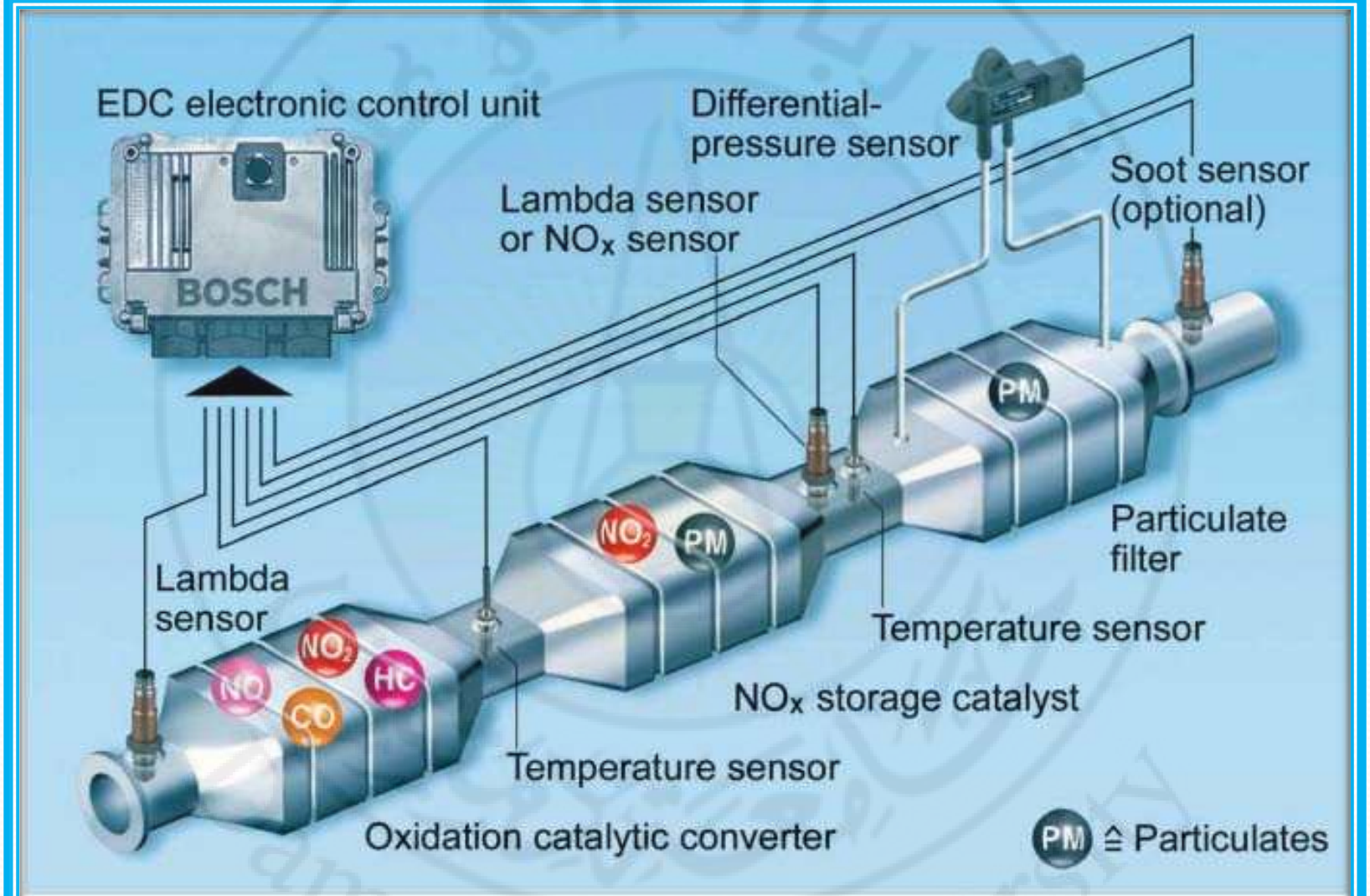


المحول الحفاز ثلاثي الفاعلية
Three-way Catalytic Converter

يستطيع تقليل كل من HC و CO و NOx
(Platinum and Rhodium).

المحول الحفاز ثنائي الطبقة
Dual-bed Catalytic Converter

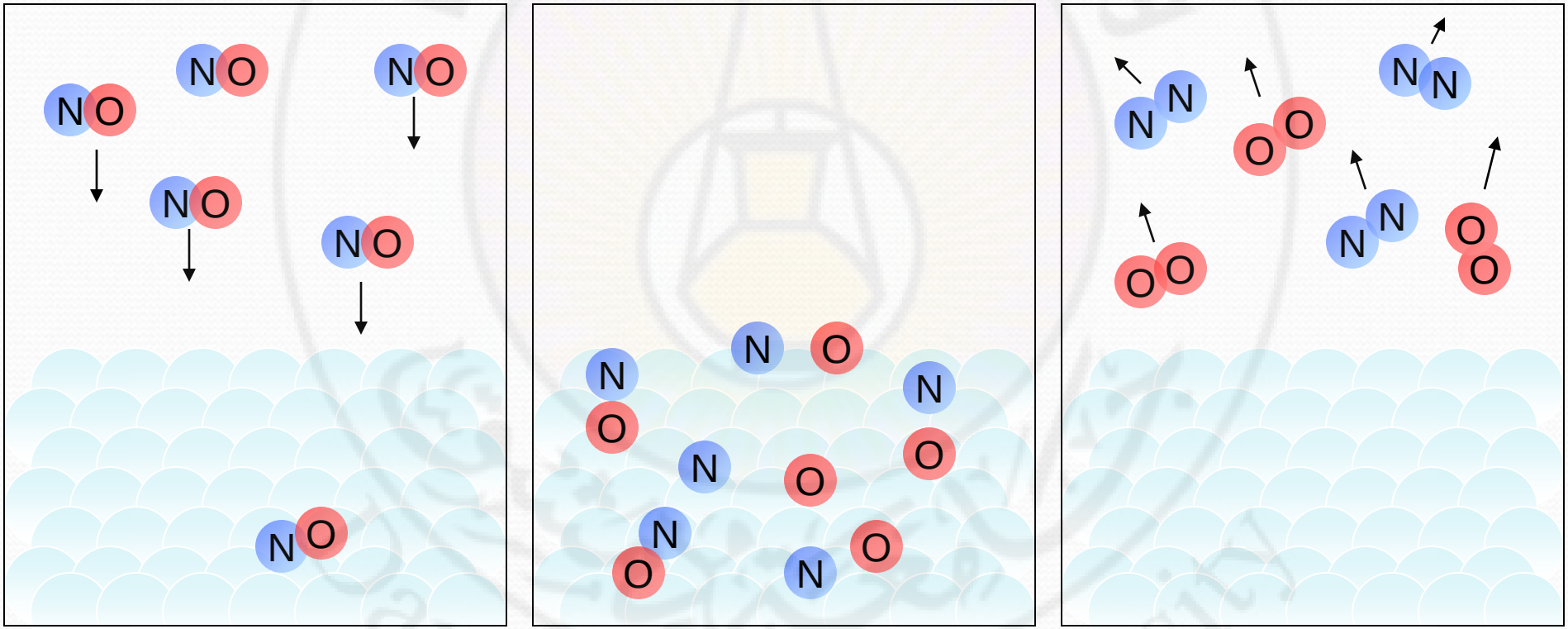
ثلاثي الفاعلية وفيه مرحلتين للتحفيز (الأكسدة)
مزود بغرفة مزج بين المرحلتين
يضخ الهواء إلى داخل غرفة المزج ليساعد على إحراق إنبعاثات HC و CO



The components required to clean the exhaust from a diesel engine. *Courtesy of Robert Bosch GmbH, www.bosch-presse.de*

Catalytic Converter



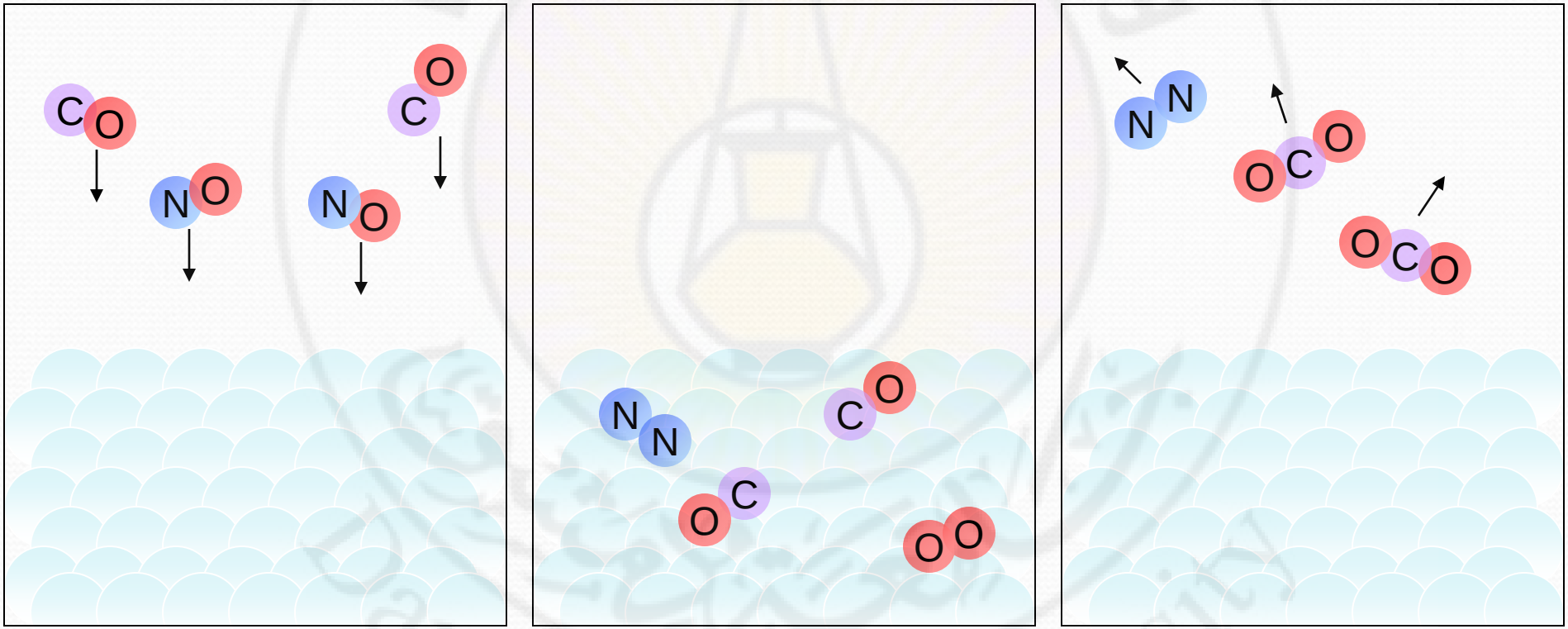


One of the reactions that takes place in the catalytic converter is the decomposition of nitrogen (II) oxide (NO) to nitrogen and oxygen gas.

Catalytic Converter



$$2\,CO(g) + 2\,NO(g) \xrightarrow{\text{catalyst}} N_2(g) + 2\,CO_2(g)$$

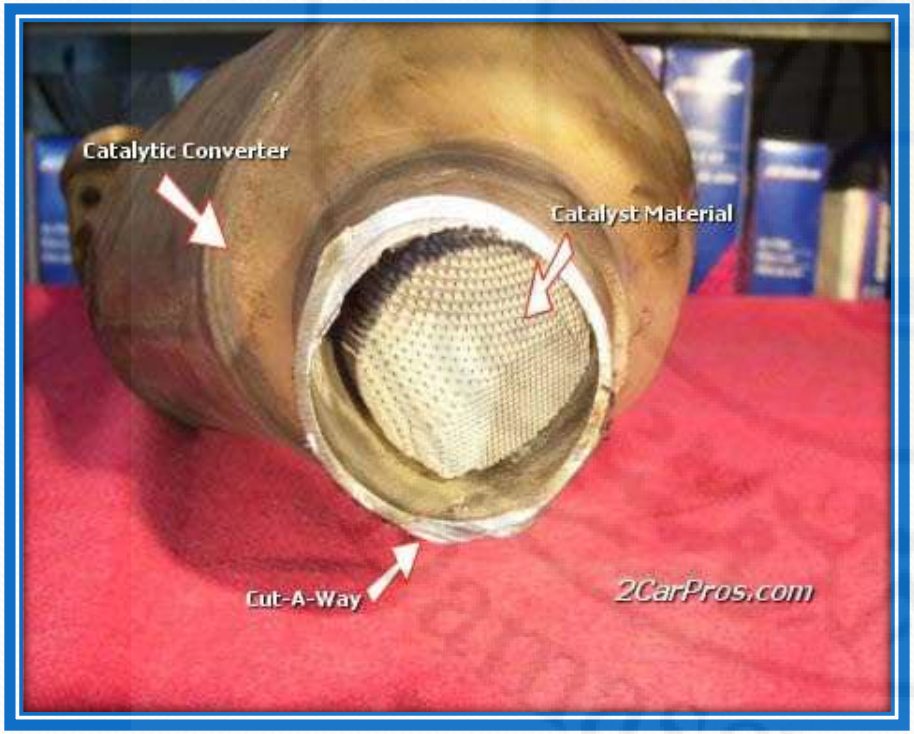


One of the reactions that takes place in the catalytic converter is the decomposition of carbon monoxide (CO) to carbon dioxide and nitrogen (II) oxide (NO) to nitrogen gas.


CO_2
N_2
H_2O
Pd
Pt
Rh
NO_x
HC
CO

معلومات خدمية عن المحول الحفاز

المحول المسدود يمكن أن يزيد من ضغط غازات العادم خلفه ويقلل من أداء المحرك .

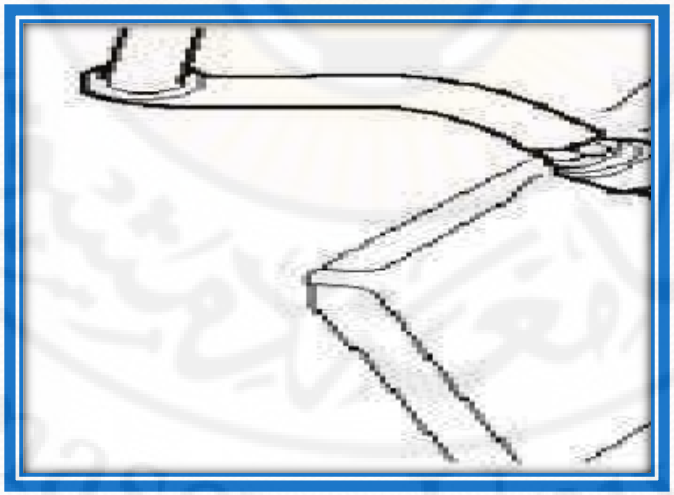


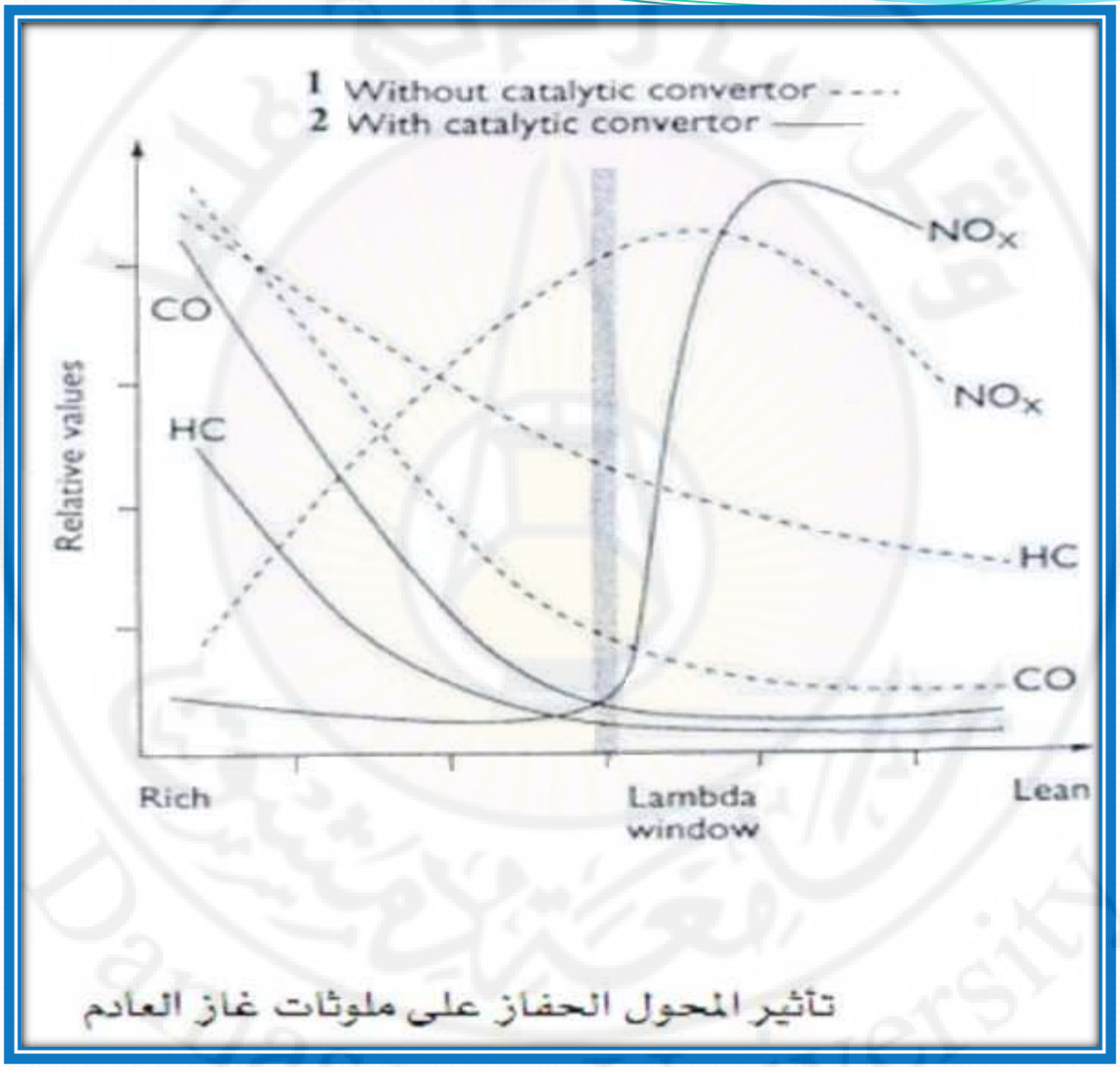


معلومات خدمية عن المحول الحفاز:

يتم اختبار ضغط غازات العادم خلف المحول للتأكد فيما إذا كان المحول مسدود

I. انزع حساس الأوكسجين الموجود قبل المحول وثبت مقياس الضغط مكانه
II. شغّل المحرك وقم بقراءة الضغط عند اللاحمل وعند السرعات العالية.
III. إذا كانت قراءة المقياس عالية فهذا يدل على حصر في غازات العادم
IV. انزع جزء في كل مرة من الأجزاء الموجودة في طريق غازات العادم لتحديد المشكلة





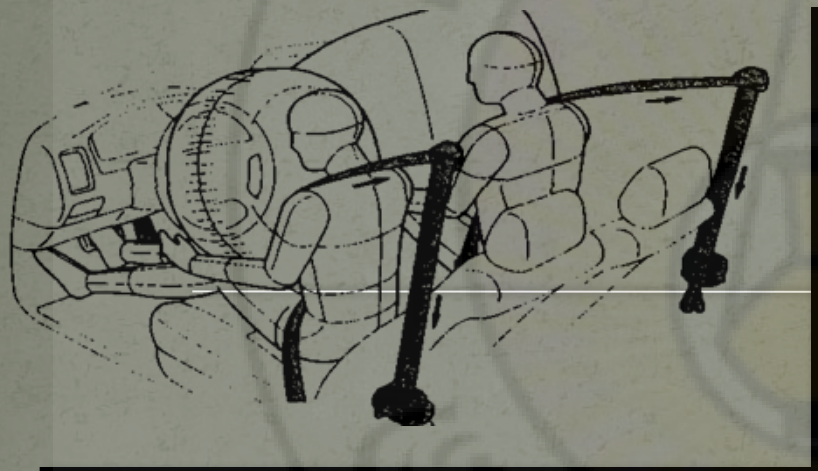
تأثير المحول الحفاز على ملوثات غاز العادم





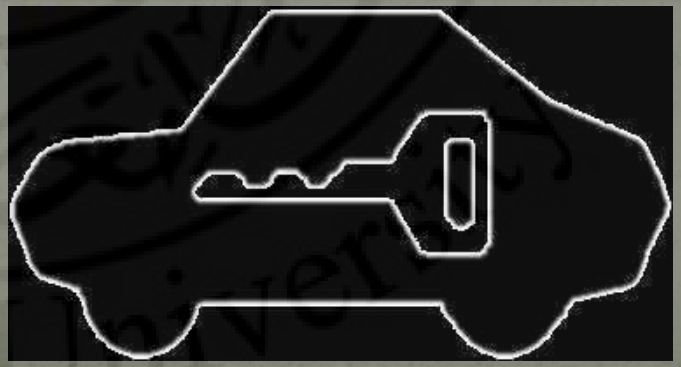
THE END

الباب الرابع
أنظمة الأمان والسلامة في السيارات
Vehicle Safety Systems









الباب الرابع
أنظمة الأمان والسلامة في السيارات
Vehicle Safety Systems

الفصل الثالث عشر:الوسائد الهوائية وأحزمة الأمان SRS & Seat Belts

الفصل الرابع عشر:نظام الحماية من السرقة Anti-Theft System

الفصل الخامس عشر: دارات الإنذار والتحذير Alarm & Warning Circuits

الفصل السادس عشر :دارات الاستشعار عن بعد Remote Sensing Circuits

الفصل السابع عشر:نظام كشف النقاط العمياء Blind Spot System

الفصل الثامن عشر: نظام مراقبة ضغط الهواء في الإطارات

Tire Pressure Monitoring System TPMS

الفصل التاسع عشر:نظام العرض(والرأس مرفوع)

Head Up Display System (HUDS)

مقدمة عامة...

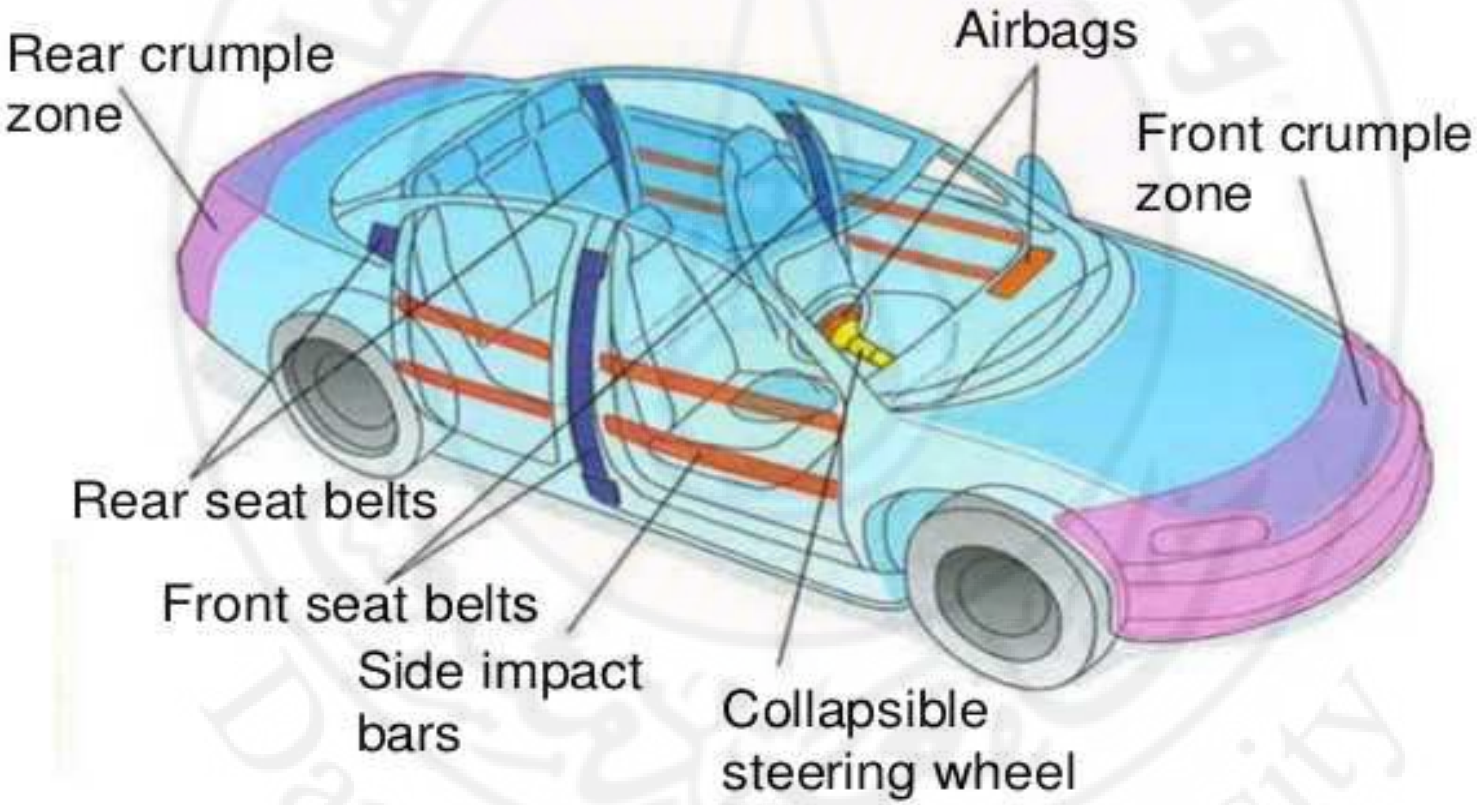
لمواجهة الحوادث المرورية والتقليل منها، وللحد من الوفيات والإصابات الخطيرة والخسائر المادية والاقتصادية، استخدمت خلال العقدين الماضيين التقنيات الحديثة **وبدأ الاهتمام بتزويد تجهيزات السلامة داخل المركبة منذ الستينات في دول أوروبا وأمريكا الشمالية** . لم يكن التطور في تجهيزات السلامة وليد اللحظة بل كان تدريجياً حيث قامت إدارات النقل في الدول بمساعدة لجان السلامة المرورية الوطنية فيها بدراسات وأبحاث لتطوير هذه الأجهزة وعمل اختبارات لفعاليتها في تخفيف أثر الاصطدام على شاغلي المركبة حيث تم :

1- إضافة حزام الأمان لتثبيت شاغلي المركبة في أماكنهم داخل المركبة أثناء الاصطدام.

2-زوّد كل مقعد بوسادة الرأس للحماية من إصابات الرقبة أثناء الاصطدام الخلفي.

3-فرش المقصورة وتبطينها بمواد غير قابلة للاشتعال فضلاً عن قدرتها امتصاص قوة صدم الجسم عند ارتطامه بها.

Car safety features



إذن هناك **اتجاه عالمي لتطبيق التقنية الحديثة واستخدام أساليب فنية مبتكرة في تصميم السيارات والمركبات وجعلها أكثر أماناً**، وأن التقدم الذي في تقنية الاتصالات المستخدمة في المركبات يثبت أن المرحلة المقبلة هي فترة تشبه الأفلام الخيالية حيث يمكن للسيارات والمركبات التحدث مع بعضها بدون تدخل بشري.

إن المتابع للجديد في تقنية صناعة السيارات والمركبات، يجد أن **كل يوم يظهر معه ابتكار تقني جديد يستهدف الارتقاء بهذه الصناعة، وأن هذه الابتكارات المتلاحقة تسعى إلى تهميش الدور البشري في القيادة والتحكم بالمركبات والاعتماد على التقنيات الحديثة** والوسائط المعلوماتية للقيام بالتحكم في المركبات وقيادتها بدلاً من العنصر البشري.

أيضاً من **تقانات وأجهزة السلامة الحديثة والمتطورة في السيارات نذكر ما يلي:**

- **ابتكارات داخل المركبة لتحسين الرؤية أمام السائق** وتعطي إنذاراً للخطر الداهم وتتدخل إذا كان هناك تصادم وشيك وإلى جانب ذلك تقوم بأتمتة عملية القيادة على الطرق المخصصة لذلك.
- في اليابان، تخطط بعض الشركات الإلكترونية لتطوير **خدمات اتصال وشبكات معلوماتية للمركبات ووسائل النقل**، وتنوي هذه الشركات تطوير شبكات إلكترونية تسمح للسيارات بإرسال بيانات صوتية وبصرية بسرعة عالية، وتجعل من الممكن تحديد موقع المركبة بدقة عالية، وانه بالإمكان استخدام شبكات الهواتف المحمولة لوصل السيارات بالشبكة العنكبوتية (الانترنت)، وتستعد كل من توشيبا وهيتاشي وتويوتا لإطلاق نظام الخدمة الفضائية الجديدة للسيارات .

- **نظام القيادة الذكية لعجلة القيادة**، تساعد السائق على السيطرة الكاملة على عجلة القيادة عند السرعات العالية حيث تكون نسبة حساسية عجلة القيادة عالية، حيث أن هذه التقنية تعمل على الإقلال من درجة الحساسية والتأثر بالحركات المفاجئة من قبل السائق، والتي تعمل على توفير أعلى مستويات الأمان للسيارة، خاصة على الطرق السريعة، إذ يوفر توجيهاً أكثر دقة وتحكماً أكبر بحركة عجلات السيارة والذي يمنع من الانحراف.
- **التشغيل الذاتي والتلقائي لبعض الأجهزة** مثل تشغيل المساحات في حالة هطول الأمطار، أو تشغيل المصابيح عند حلول الظلام أو أثناء المرور داخل الأنفاق.
- **نظام ضبط السرعة التكيفي** وهذه التقنية عبارة عن إلحاق رادار بمقدمة السيارة يتم تفعيله بعد أن تقوم بضبط سرعة سير السيارة، وهذا الرادار يعمل على ضبط سرعة السيارة للإبقاء دائماً على مسافة أمنة بين السيارة والسيارات الأمامية، وهكذا يتم رفع مسئولية اتخاذ القرار عن عاتق السائق خاصة أثناء القيادة على الطرق السريعة.

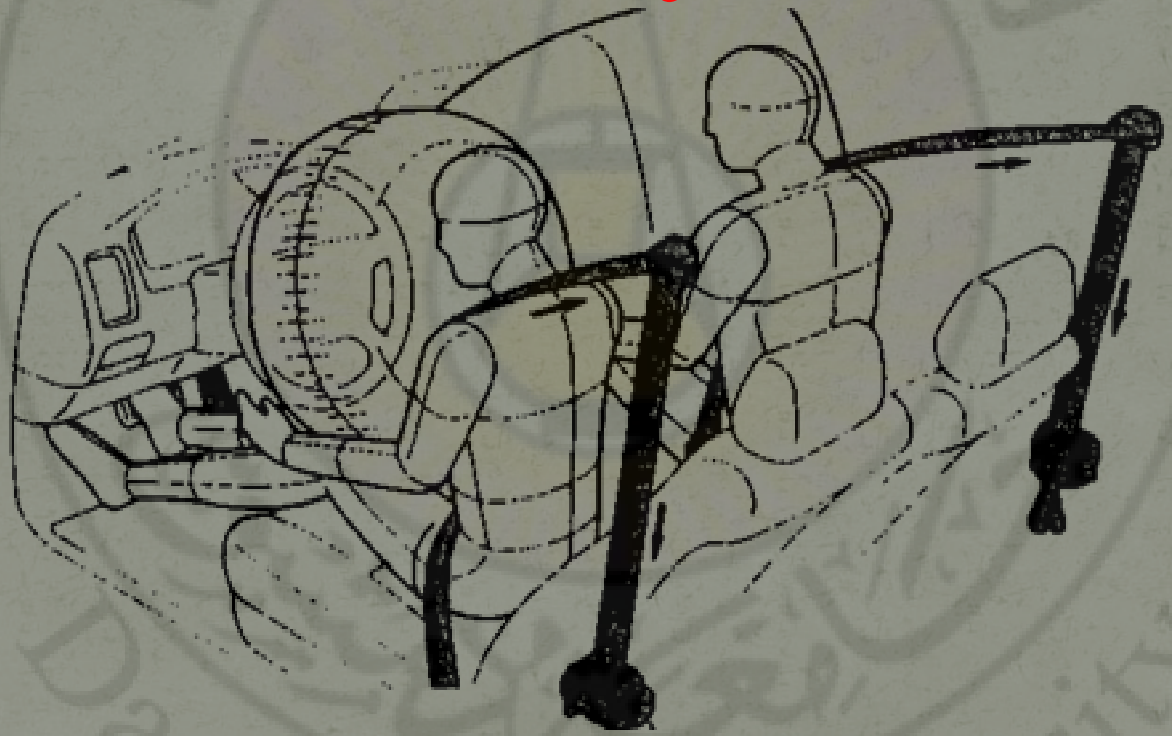
- **اعتماد نظام مصابيح " زينون " الفعالة**، وهي أصغر حجماً من المصابيح التقليدية، وتعمل طوال عمر السيارة، كما أنها فعالة في الحركة مع اتجاه السيارة، بحيث تكشف الأركان والمنحنيات قبل أن تدخلها السيارة، وبعض هذه الأنظمة يتحرك مع حركة المقود، وبعضها الآخر يضيء الأركان فور تحويل المقود.
- كما ابتكرت أحدى الشركات الأمريكية، **الرؤية الليلة** الذي يزيد من مسافة الرؤية إلى خمسة أضعاف من المسافة المتاحة من خلال كشافات الضوء الليلي.
- وللتقليل من حوادث دهس المشاة، ثمة اتجاه عالمي لجعل **هياكل السيارات أكثر مرونة عند وقوع حوادث الصدم**.
- **ضرورة إعادة النظر في تصميم مقدمة السيارات**، ومن ضمنها فكرة (غطاء المحرك المتحرك) الذي يرتفع إلى أعلى لحظة وقوع الصدامات الأمامية لمنع اصطدام المشاة في الزجاج الأمامي وامتصاص حدة الصدمة. كما أن هناك أفكار أخرى تعتمد على تثبيت وسائد هوائية خارجية في مقدمة السيارات، تنطلق في جزء ضئيل من الثانية، قبل وقوع الصدمات والحوادث، لمنع إصابة المشاة.

- ومن أكثر النظم الحديثة ذكاءً، **نظام طورته شركة مرسيدس بنز والذي يتوقع الحوادث ويتعامل معها بإغلاق النوافذ وفتحة السقف ووضع مساند المقاعد في الموضع الرأسي لإتاحة أكبر درجة أمان ممكنة للركاب**. كما أن الشركة بصدد إدخال نظام جديد في سياراتها لمكالمات الطوارئ والمعلومات يمكنه من بث إشارة طوارئ عند وقوع حادث ما، يتم التقاطها من قبل رجال المرور، ويمكن تحديد الموقع بدقة متناهية، وترشد رجال الإنقاذ والنجدة إليه في وقت قياسي.
- ومن بين هذه التقنيات ما يعرف **بجهاز " التنبيه واليقظة** " وفكرة هذا الجهاز مبنية على آلة تصوير (كاميرا) مثبتة على لوحة أجهزة القياس (التابلوه)، تعمل بحاسوب صغير، ويقوم الجهاز، الذي عملت شركة (رينو) الفرنسية على تطويره طوال 14 عاماً بمراقبة مدى تعب السائق، وذلك عن طريق قياس إغماضة عينيه، وعندما يلاحظ الجهاز أن عيني السائق تتهيئان للنوم، يصدر أزيزاً أو صوتاً مميزاً، أو يطلق دفقة ماء (رشة خفيفة)، وسرعان ما يتنبه السائق.

- وقد نجحت شركة فرنسية في **تصميم جهاز جديد يشبه إلى حد كبير (الصندوق الأسود) في الطائرات**، ويحتوى على وحدة إشارات وبطاقة إلكترونية لاستقبال البيانات، ومن خلاله يمكن تحديد موقع المركبة بشكل دقيق، كما ينقل جميع البيانات الضرورية الخاصة بالتشغيل إلى المقر الرئيسي .
- كشفت إحدى الشركات الأمريكية عن أول خط إنتاج **لإطارات ذات عمر افتراضي طويل**، تشمل الإطارات الجديدة على مادة مطاطية تشبه الجل, والتى تقوم بلحام فوري للثقوب التي تحدث في الإطارات أثناء سير الشاحنة، ويكون عمر الإطار الجديد أطول بـ 6 مرات، حيث يعمل الجل المستخدم فيه على إغلاق قطع في حجم ربع بوصة مرات عديدة ودون الحاجة لإصلاح الإطار. وتقوم التكنولوجيا الجديدة على استخدام جل أصفر اللون يطلق عليه (دوراسيل) والموجود داخل الإطار وعندما تمر الشاحنة فوق مسمار يثقب الإطار، يحيط الجل بهذا المسمار ويغلق الجزء المقطوع فتتابع الشاحنة سيرها في أمان.

- وهناك أيضاً **نظام تعزيز الاستقرار**، وهي تتيح المحافظة على توازن السيارة في حالات انزلاق الطرق بسبب الجليد أو المطر أو الرمال، أو الانحراف المفاجئ من السائق. حيث تنشط عدة أنظمة إلكترونية للمحافظة على استقرار وتوازن السيارة عن طريق التنسيق بين قوة الفرامل على كل عجلة منفردة، لاستعادة سيطرة السائق عليها ومنع التفاف السيارة حول نفسها أو انقلابها.

أحزمة المقاعد (Seat Belts) وتقييد الركاب



Damascus University



مقدمة تاريخية:

- تستند الفكرة الأساسية لحزام الأمان على منع الراكب من الاصطدام بلوحة القيادة أو الارتماء خارج المركبة من خلال الزجاج الأمامي عندما تتوقف المركبة بشكل مفاجئ نتيجة لحادث اصطدام .
- عرض الحزام لأول مرة في المركبات الأمريكية عام 1947 وفي عام 1956 وفّرت شركة فورد الحزام في المركبات التي ستباع داخل أمريكا .
- في عام 1964 أصبح الحزام صفة قياسية للمركبات الأمريكية وبعد ذلك بعامين أصبح الحزام الخلفي قياسياً .
- في عام 1967 أصبح الحزام الأمامي إلزامياً وبعده بعام واحد فقط أصبح حزام الكتف إلزامياً
- **(يجب دائماً التقيد باستخدام أحزمة المقاعد حتى ولو كانت الرحلة قصيرة)**

- **الأطفال وأحزمة الأمان :**

1- يجب عدم وضع الطفل في الكرسي الأمامي خاصة لو كان ملحق به حقيبة هوائية ، لأن فتحها المفاجئ سوف يسبب إصابته بالتأكيد .

2- درجت وسائل الأعلام على تسليط الضوء على حزام الأمان وركّزت على استخدامه لكل من السائق والراكب الذي بجانبه حتى تقلل من أثار الحوادث المرورية ولكن تم إغفال حزام الأمان للراكب الخلفي في حين أنه **من المهم وجود حزام أمان أيضاً للراكب في المقعد الخلفي** ،حيث تبين أن الراكب الخلفي الذي لا يربط الحزام يساهم بقدر كبير في زيادة إصابة السائق والراكب الأمامي إذ يعد هذا الراكب الخلفي بمثابة قذيفة إلى الإمام في حالة التصادم مما يدفع بالكراسي الأمامية للاندفا ع للأمام والإخلال بتوازنها مما قد يسبب كوارث كان من الممكن تفاديها بربط حزام الأمان لجميع الركاب .

بعض الحقائق عن أحزمة الأمان:

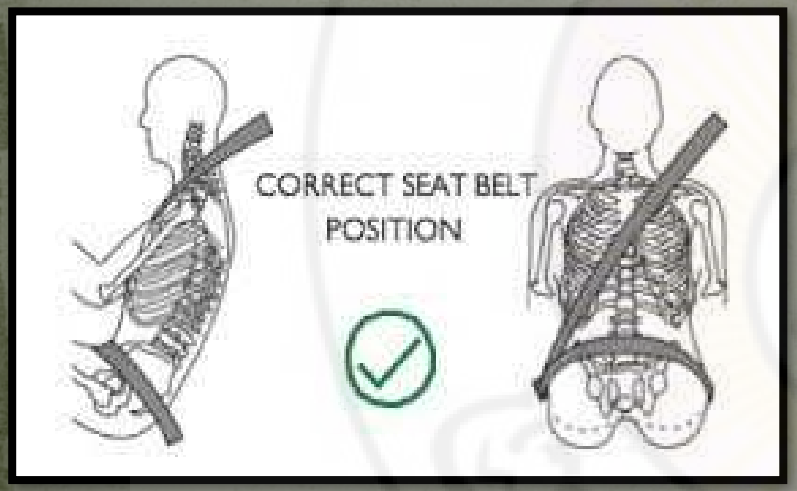
* أحزمة المقاعد تساعد في إنقاذ 50% من الإصابات .
* أحزمة المقاعد مع الحقائب الهوائية تساعد في إنقاذ 60% من الإصابات .
* يجب ربط أحزمة المقاعد بطريقة سليمة .
* مهما كانت الرحلة قصيرة يجب عدم الاستهانة بربط الأحزمة، فالإحصاءات في أمريكا تقول أن 75% من الحوادث المميتة والإصابات تحدث في مسافة أقل من 37Km من بداية القيادة .



*أحزمة المقاعد لا تناسب الأطفال الصغار جداً ويجب استخدام مقاعد أمان خاصة بهم.

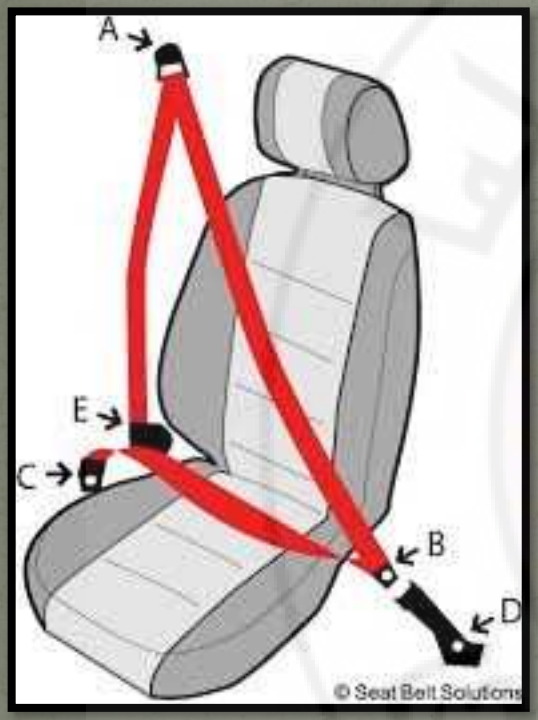
الطريقة الصحيحة لربط الأحزمة:

* يجب شد حزام الحجر Lap Belt عبر الفخذين وعدم وضعه نهائياً فوق المعدة.



* يجب وضع حزام الكتف Shoulder belt عبر الصدر وفوق الكتف الأيسر وليس تحت الكتف الأيسر.
* أن لا تتجاوز المسافة في طول الحزام عن 3cm .
* الجلوس معتدلاً على المقعد .
* يمكن لأحزمة المقاعد أن لا تسبب الحماية المطلوبة إذا كان ظهر المقعد مائلاً أو إذا كانت ساقيك محنية تحتك أو كان ظهرك بعيداً عن المقعد .

مكونات حزام الأمان :



يتكون الحزام من الأجزاء التالية :

1- الشريط / النسيج wep :

نسيج مرن قابل للتمديد بدرجة محددة ليخفف من آثار التوقف الفجائي للمركبة وليمنع جسم الركاب من الارتطام بالأجزاء الأمامية للسيارة، **ويتصل أحد طرفي الشريط بهيكل المركبة** القوي **أما الطرف الآخر فيتصل بالشداد.**

يقسم شريط حزام الأمان إلى جزأين يطلق على أحدهما حزام الكتف حيث يمر خلال صدر مستخدمه بينما يطلق على الآخر حزام الحوض وتتميز هذه المناطق التي يمر بها الحزام بأنها اقوي مناطق الجسم صلابة ومقاومة .

2- الشداد retractor :

تتمثل مهمة الشداد في إبقاء الحزام مشدود على الجسم بحيث لا يسمح بأي ارتخاء يؤدي إلى حركة الراكب إلى الأمام عند حدوث الاصطدام أو التوقف الفجائي .

يصمّم الشدّاد ليعمل لمرة واحدة فقط ، فعندما ينشط شداد حزام المقعد يمكن أن يسمع صوت التشغيل ويتحرر غاز خفيف مثل الدخان غير مؤذ وشداد حزام المقعد سيعمل حتى لو لم يكن الراكب موجوداً وجالساً على المقعد. تحتوي المشدات على مولد غاز مكمل بقداحة موصولة مع اسطوانة ويوجد داخل الاسطوانة مكبس موصول مع كبل ونهايته الأخرى مع مجموعة بكرة لف الحزام وتجميعه .

عندما ترسل إشارة إشعال إلى القداحة من وحدة التحكم SDM يتم تنشيط مولد الغاز ودافع المكبس إلى أسفل الاسطوانة . تعمل هذه الحركة على شد الكبل حول البكرة ساحبة حزام المقعد المرتخي ومن الممكن شد الحزام بحدود 9cm .

يتكون الشداد من جزأين هما:

البكرة spool: وهي الجزء الرئيسي في الشداد ويتصل بها أحد طرفي الحزام ويلتف عليها ويوجد لها حافتان متساويتان على شكل تروس gears .

الزنبرك: ويكون اتجاه لفات الزنبرك مع اتجاه عقارب الساعة وهو نفس التفاف شريط الحزام على البكرة .تتمثل مهمة الزنبرك في إعادة لف شريط الحزام على البكرة وشده على جسم الراكب مع إبقاء إمكانية حركة الراكب في الوضع الاعتيادي من الحركة إلى الأمام وإلى الجانبين فعندما يسحب السائق الحزام لكي يربطه حول جسمه فان البكرة تدور عكس عقارب الساعة وبالتالي يدور الزنبرك بعكس اتجاه لفاته مما يولد مقاومة لسحب الحزام ولذلك فان الزنبرك يحاول العودة إلى وضعه الطبيعي فيعمل على شد الحزام على الجسم والتخلص من أي ارتخاء .

3- القفل :

يشتمل كل حزام على آلية قفل تعمل على إيقاف دوران البكرة التي يلتف عليها الشريط وبالتالي تمنع استطالته عند حدوث الاصطدام أو توقف السيارة الفجائي مما يعمل على إبقاء الراكب في مقعده.

توجد عدة آليات لقفل الحزام منها :

بآلية الميكانيكية :

وتعتمد هذه الآلية بشكل أساسي على الحركة ويمكن تصنيفها إلى نوعين :

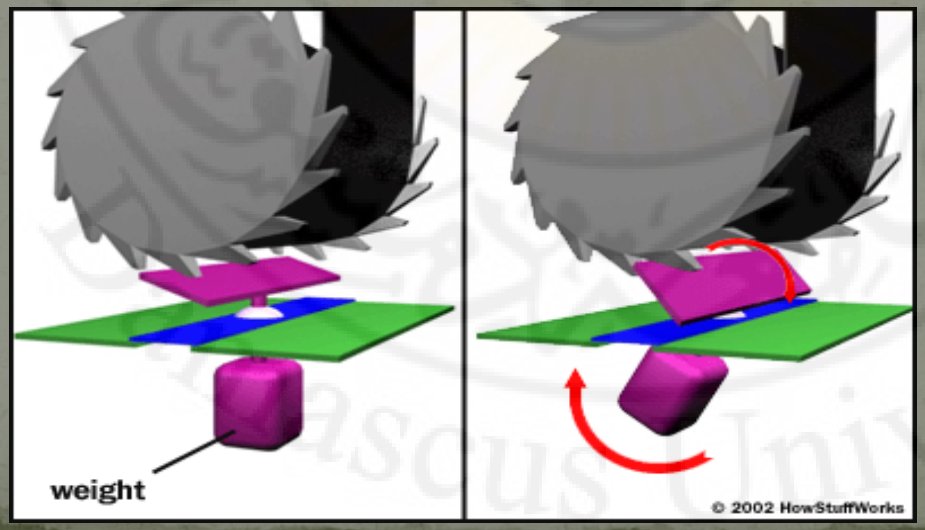
حركة السيارة : يتم قفل البكرة في هذه المجموعة عندما تنخفض سرعة المركبة بصورة مفاجئة كما في حالة حوادث الاصطدام بواسطة قفل يتمثل في ثقل يتصل بالطرف العلوي لذراع لسان معدني ويكون اللسان في الوضع الاعتيادي أما عندما تتوقف السيارة فجأة فان القفل يتحرك إلى الأمام (حسب قانون القصور الذاتي) مما يؤدي إلى تحرك اللسان إلى الوضع الرأسي وبالتالي يتخلل بين الترس فيعمل على إيقاف دوران البكرة ويمنع استطالة شريط الحزام ولهذا يبقي الراكب ثابت في مقعده .

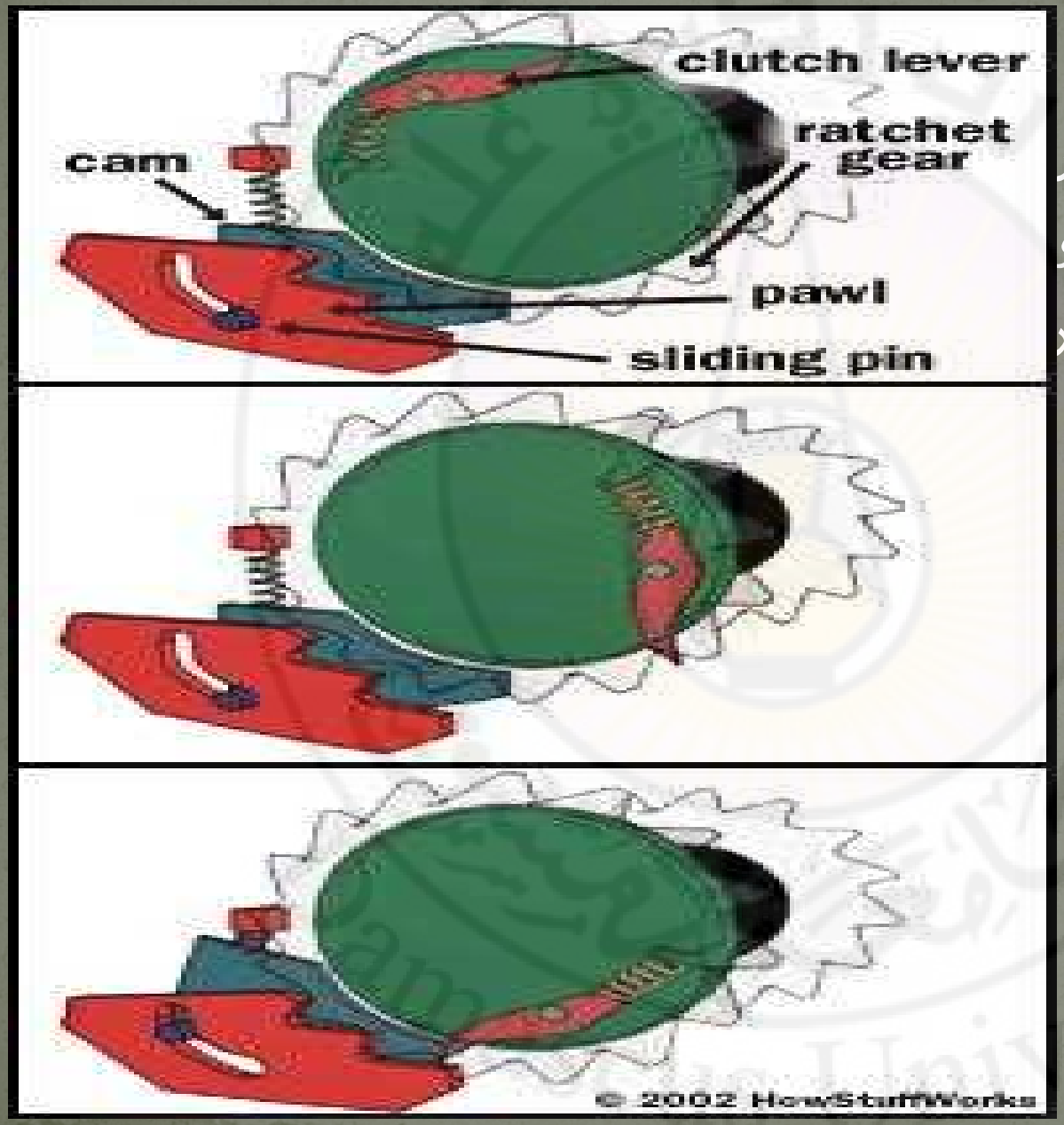
حركة الحزام : وتتم نتيجة لسحب الحزام بقوة بفعل التوقف الفجائي للسيارة واندفاع جسم الراكب إلى الأمام ساحباً معه الحزام مما يؤدي لدوران البكرة بسرعة والتي يوجد عليها لسان القبض فتتولد قوة طرد مركزية تعمل على إطلاق لسان القبض فيبرز عن مستوى محيط البكرة ويمر اللسان على قطعة معدنية محدبة (cam) يتصل بها مزلاج له أسنان يتحرك عليها بواسطة مسمار انزلاق وتؤدي حركة القطعة المعدنية المحدبة باتجاه عقارب الساعة إلى اقتراب المزلاج من الترس المسنن فتتداخل الأسنان مع بعضها البعض فيعمل على منع البكرة من الدوران.

- **أنواع أحزمة الأمان :**
- يختلف نوع حزام الأمان حسب نوع السيارة وموديلها وإن كان أغلبها يؤدي نفس الوظيفة فهناك نموذج يعمل :

1- حسب حركة السيارة وهو الموديل القديم أو التقليدي

تعمل آلية الحزام عندما تتحرك السيارة للأمام فيتحرك الثقل للأمام فيرفع الصفيحة المبيّنة في الشكل لتمسك بأسنان بكرة السير والذي بدوره يمنع حركة البكرة ولا يسمح لها بالحركة بعكس الحالة العادية.





2- حسب حركة سير

و هو السائد في العصر
خلال مجموعة من الترو
إيقاف دوران الترس الر
إيقاف دورانه .

- **بآلية كهربائية:**
- وفيها تحل أجهزة كهربائية محل الميكانيكية لاستشعار أي انخفاض مفاجئ في سرعة المركبة وبالتالي إرسال الإشارات إلى الشداد لتفعيل آلية القفل وقد تكون تلك الأجهزة مرتبطة مع دارات كهربائية لتشغيل الأكياس الهوائية.
- **بالتقنية الحرارية:**
- حيث تتكون من غرفة صغيرة تحتوي على مادة قابلة للاشتعال وتجهز هذه الغرفة الصغيرة بقطبي كهرباء تتصل مباشرة بالمعالج المركزي. عندما يتم رصد عملية الاصطدام فان وحدة التحكم تمرر في هذه الحالة تيار كهربائي عبر الأقطاب فتتولد داخل الغرفة شرارة تعمل على إشعال المادة القابلة للاشتعال وهذه بدورها تعمل على احتراق الغاز الموجود في الغرفة الكبيرة وينتج عنه كمية كبيرة من الغازات التي تضغط على اسطوانة جريدة عمود مسننيه مستقرة على فتحة في أعلي الحجرة فيؤدي ذلك إلى دفع الاسطوانة والجريدة المسننة المتصلة بها بقوة وبسرعة إلى أعلى فتتداخل أسنانها مع الترس المتصل ببكرة الشداد فتدور بسرعة مؤدية إلى لف الحزام وبالتالي سحب جسم الراكب وتثبيته بقوة وشده إلى مقعده.

- **محدّدات تحمّل الحزام (load limiters)**
- تحدث في بعض الأحيان أضرار جسيمة لمستخدم الحزام نتيجة لقوة الشد التي تتعرض لها المناطق التي يمر عليها الحزام وذلك عندما يكون التوقف فجائياً ولهذا يجب تخفيف عملية الشد على جسم مستخدم الحزام عندما تتجاوز حد معين ويستخدم لذلك ما يعرف بمحدّدات التحمّل load limiters ويمثل ذلك في استطالة الحزام بمقدار قليل عندما يتعرض لقوة شد عالية من جسم الراكب ، ومن الأمثلة على ذلك :
- **وضع ثنيات في شريط الحزام:** تخاط ثنيات في حزام الأمان بخطوط ذات تحمل شد معين ، بحيث تنقطع عندما يتعرض الحزام لقوة شدة تفوق قدرته على المقاومة ، فيؤدي ذلك إلى فك الثنية واستطالة الحزام ، وهذا يعمل على تخفيف الضغط على جسمه وبالتالي التقليل من الأضرار .
- **إضافة قضيب قابل للالتواء** Torsion Bar : وهو قضيب معدني قابل للالتواء يحافظ على شكله في حالة الحوادث الخفيفة ، ولكنه يلتوي عندما يتعرض لقوة تفوق قدرته على المحافظة على شكله المستقيم ، فيؤدي ذلك إلى استطالة محدودة في شريط الحزام تساعد في التخفيف من أثر التوقف الفجائي .

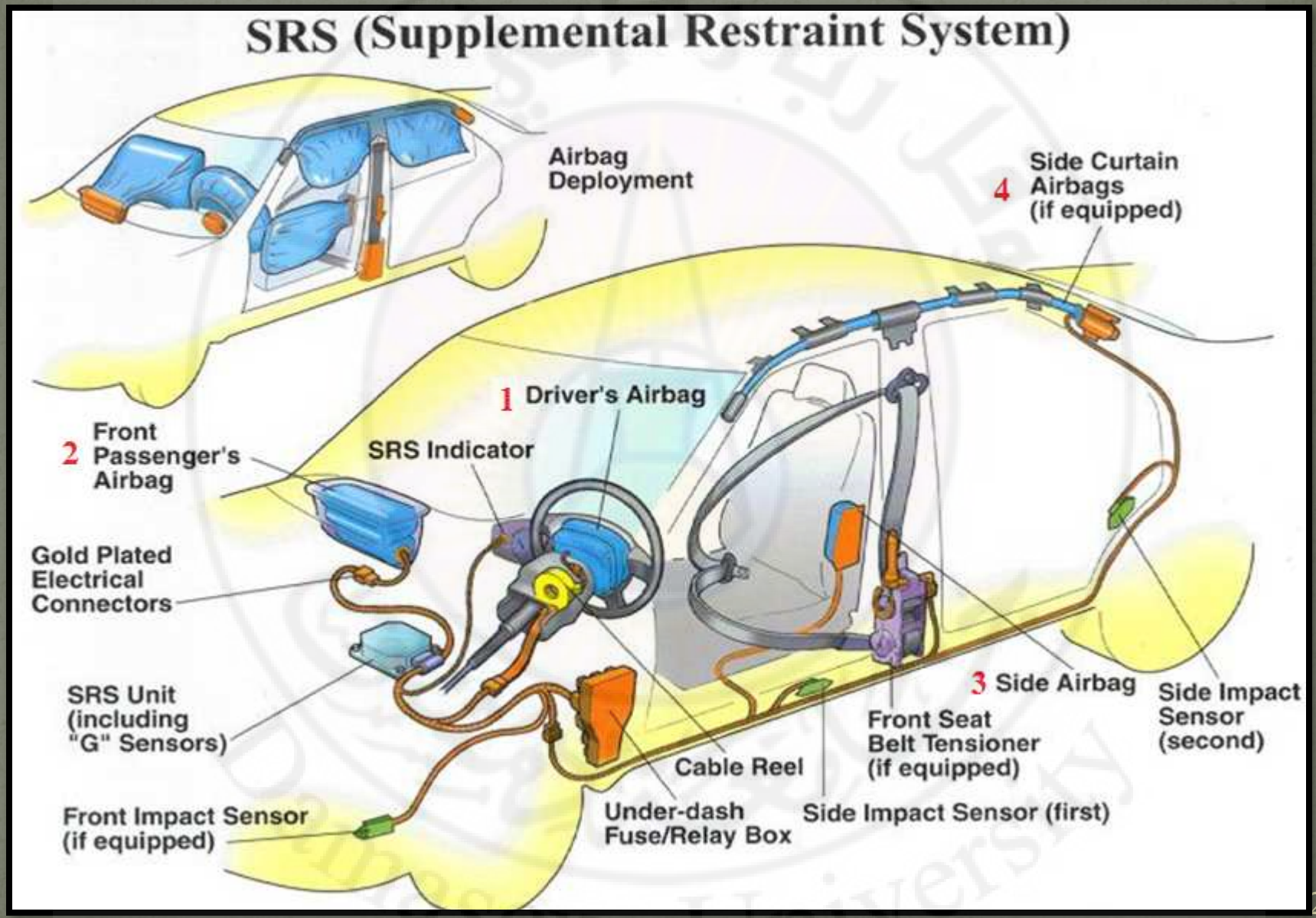
إصلاح الحزام بعد الحادث

يلزم في معظم الأحوال تبديل أحزمة الأمان بعد الحوادث لأنها تكون قد تمددت أثناء الحادث أما في حالة الأحزمة الكهربائية وأحزمة التقنية الحرارية فإن أجزاء محددة منها يجب أن تستبدل، لأنها من الأجزاء ذات الاستخدام لمرة واحدة فقط.

الوسائد الهوائية

SRS(Supplemental Restraint System)

Airbags


SRS (Supplemental Restraint System)
Airbag Deployment
4 Side Curtain Airbags (if equipped)
1 Driver's Airbag
2 Front Passenger's Airbag
SRS Indicator
Gold Plated Electrical Connectors
SRS Unit (including "G" Sensors)
3 Side Airbag
Side Impact Sensor (second)
Front Seat Belt Tensioner (if equipped)
Cable Reel
Front Impact Sensor (if equipped)
Under-dash Fuse/Relay Box
Side Impact Sensor (first)



لمحة تاريخية:

تعود فكرة هذا الاختراع للألماني جون هيدريك عام 1952 بعد حادث تعرض له وعائلته عام 1948 عندها بدأ بعمل رسومات وتصاميم مبدئية لفكرته ، وعندما أنهى تصميمه انتظر ما يقارب السنة ليحصل على براءة اختراع لهذا التصميم.

نال هذا الاختراع اهتمام شركة فورد وشركة جنرال موتورز وراحت تقوم بتطوير هذا المنتج لإضافته إلى سياراتها في نهاية الخمسينيات ،ولكن واجهتهم عدّه تحديات وصعوبات منها:

- ضرورة خروج الكيس بشكل دقيق وسريع ولابد من تعبئه الكيس بالهواء كاملاً بأقل من 40 جزء من الثانية.

-ضرورة تجنب حدوث إصابات جانبيه للراكب بمجرد ملامسته للكيس الهوائي.

في عام 1967م كانت شركة مرسيدس أول من وضع هذه التقنية في سياراتها.

نص قانون في الولايات المتحدة على وجوب توفر وسائل الأمان في جميع السيارات بدءاً من عام 1969م.

بعد ذلك قام المهندس ألن من ولاية نيوجيرسي بإنتاج لهذا النظام، وحصل على براءة اختراع عام 1991م لإنتاجه وسائد هوائيه ذات إصابات جانبيه أقل.

لاحقا قامت إحدى الشركات بإنتاج حساسات الاصطدام بالإضافة إلى جميع وسائل الأمان في المركبات (مثل أحزمة الأمان).

تعريف الوسائد الهوائية:

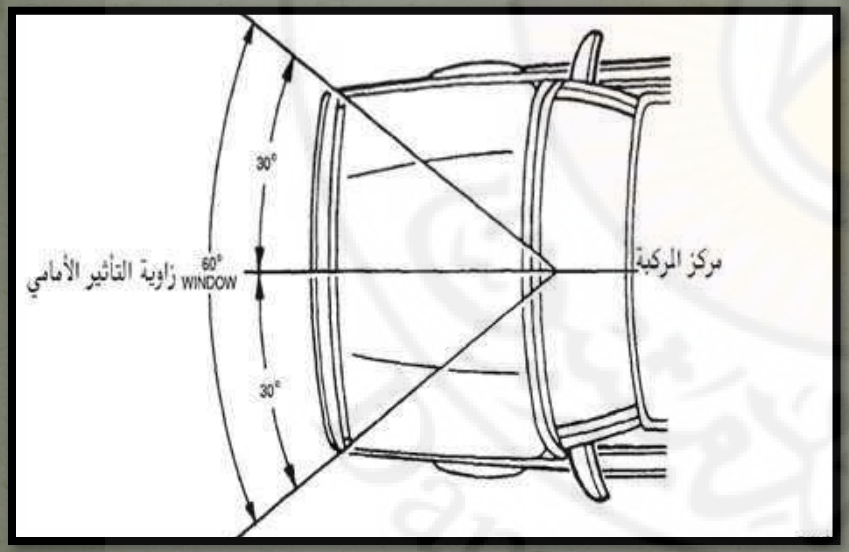
تنقسم منظومات السلامة بالمركبة إلى قسمين:

منظومة السلامة الفعالة/النشطة (Active) بحيث تعمل هذه المنظومة على تلافي الحوادث قبل وقوعها.

المنظومة الثانية والتي تعمل على التقليل من أن تصل قوة الصدمة إلى كبين المركبة ويطلق على هذا النظام بالنظام السلبي **(Passive)**,وهذا ما تحققه منظومة الأكياس الهوائية وأحزمة الأمان.

صُمّمت هذه المنظومة لتعمل عند وقوع حادث صدم أمامي أو خلفي للسيارة وبالتالي ساعدت أكياس الهواء في تقليل مخاطر الحوادث على ركاب السيارات بنسبة 30%.

تعمل الوسائد الهوائية عن طريق انبعاث غاز داخل الكيس الهوائي المثبت داخل(عجلة القيادة , الديكور الجانبي أمام الراكب , الباب , السقف أو في المقعد) ، وصمّم نظام الكيس الهوائي الأمامي بحيث ينشط بناءً على استجابة ناتجة عن الصدمة الأمامية القوية التي تحدث في مقدمة المركبة في نطاق زاوية بحدود 60^0.





الهدف من الوسائد الهوائية :

تتكون الوسائد الهوائية من كيس قوي قابل للنفخ موضوع في عجلة القيادة أو التابلو المقابل للراكب الأمامي أو بجانب المقاعد الأمامية والخلفية أحياناً حسب مواصفات السيارة،حيث **تعمل على امتصاص الطاقة الحركية التي اكتسبها الشخص لحظة الوقوف المفاجئ أو الحادث** وذلك بأن تفتح الوسادة الهوائية ضمن زمن معين وبضغط معين وتبعاً للسرعة القصوى للسيارة ووزن السيارة ووزن الشخص.

Damascus University

هناك نوعان أساسيان من الوسائد الهوائية:

وسائد أمامية - وسائد جانبية

أولاً: الوسائد الأمامية:

تعمل بشكل أوتوماتيكي بقياس درجة وقوة اندفاع الراكب وقت الاصطدام وبالتالي خروج الكيس الهوائي بالوقت المطلوب،

وتقاس درجه الاصطدام عن طريق حساسات تقوم باستشعار :

-حيز الاصطدام

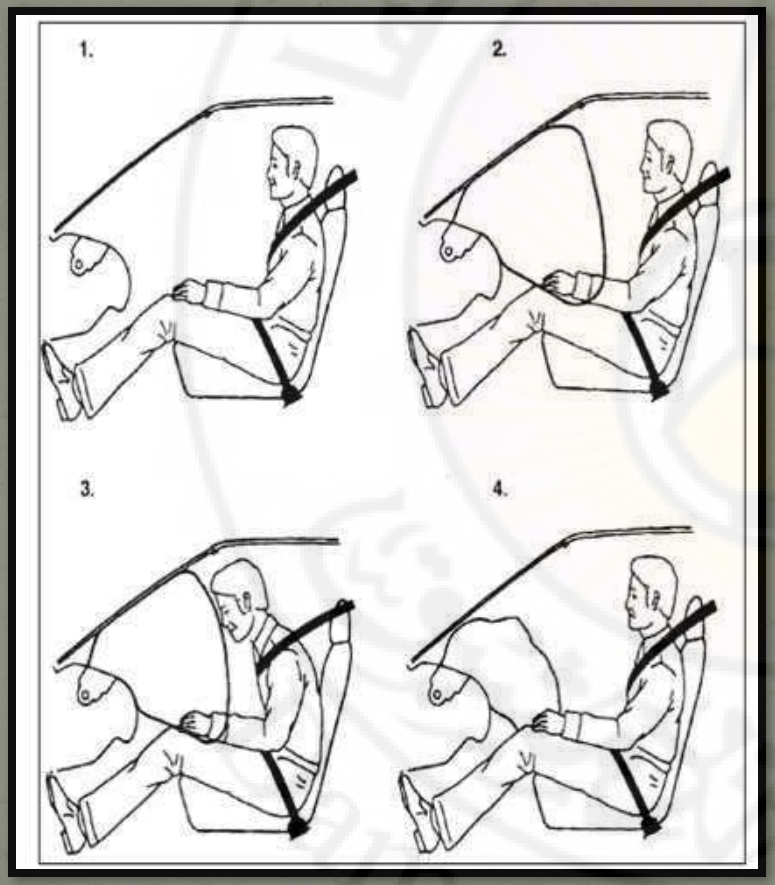
-موضع المقعد

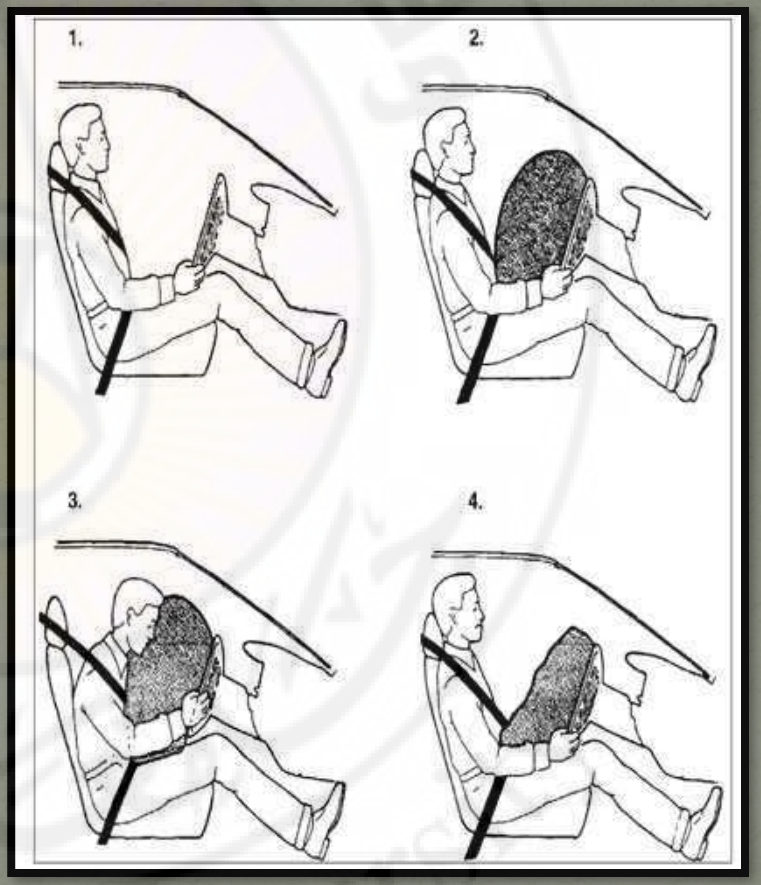
-حالة حزام الأمان (مستخدم أم لا)

-شدة الاصطدام

Damascus University

يبين المخطط عمل النظام في حال الصدم الأمامي للسائق وللمرافق





ثانياً: الوسائد الجانبية:

يستخدم في بعض الأحيان أكياس هواء جانبية مركبة في الواجهات الداخلية للأبواب, وهي تعمل بنفس الطريقة التي تعمل بها الأكياس الأخرى. **صمّمت هذه الأكياس للعمل عند حدوث صدم جانبي لتعمل على حماية الرأس والصدر**. تعمل حساسات الصدم المستخدمة هنا على استشعار الصدمات الجانبية (التي تحدث بزاوية قائمة مع جانب السيارة). يمكن أن تعمل الوسادات الأمامية والجانبية في وقت واحد عند حدوث الاصطدام كما تتشابه إجراءات الصيانة للوسادات الجانبية والوسادات الأمامية.

مؤخراً أصبح هناك أكياس هواء علوية ، موضوعة في سقف السيارة بجانب النوافذ من الأعلى تضيف حماية أكبر للرؤوس أثناء الحوادث .

لابد من الإشارة إلى أن أكياس الهواء لم تحل حتى الآن مشكلة حوادث الاصطدام الخلفية، حيث أنها لا تفتح عند اصطدام السيارة بأخرى من الخلف.

Examples of different types of side airbags:



A head/thorax combination airbag.



A thorax only airbag (shown in front of driver's chest area, in white)



A head-protecting curtain airbag.



A BMW 'sausage' head-protecting (on top), and thorax (below) airbag.

بعض الميزات الخاصة بالوسادة الهوائية:

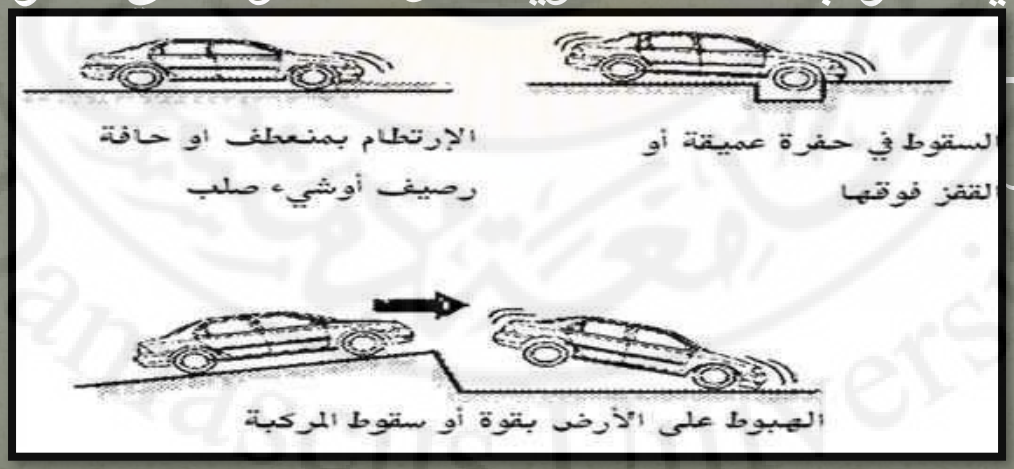
- **وزن الوسادة :**
- يتراوح وزن الوسادة الخاص بالسائق والمخصص للصدمات الأمامية بحدود(253-297 gr) حيث الفرق بين الوسادتين ناتج عن فرق حجميهما ومساحة انتشارهما.
- **مساحة وجه الوسادة بعد أن يفتح :**
- توصي الشركات الصانعة بأن تكون مساحة وجه الوسادة بعد فتحها حوالي $33—44\ inch^2$ للوسادة المخصص للسائق وحوالي $70\ inch^2$ للوسادة الخاصة بالراكب الجالس جانب السائق.
- المسافة بين المقود والتجويف الخاص بالوسادة الخاصة بالسائق تقدر بحوالي 4.7 mm للمركبات التي موديلاتها بعد العام 1998.
- **عمق التجويف الخاص بالوسادة** ضمن المقود حوالي 0.2 inch للوسادة الخاص بالسائق.
- **حجم الوسادة :**
- يتراوح حجم الوسائد على جانب السائق (45-60 liters)، وبالنسبة للوسائد الهوائية على جانب المسافر يكون الحجم بحدود (120-127 liters) . يعود الاختلاف في الحجم إلى الفرق في المسافة بين الراكب وتابلو السيارة والسائق والمقود وبالتالي اختلاف السرعة التي يصلان بها إلى الوسادة .
- **ارتفاع الوسادة الهوائية:**

أي الحد الأقصى الذي تصل إليه ويكون بحدود 14—16 inch للوسادة الخاصة بالسائق وحوالي 25— 27 inch للوسادة على جانب المسافر.

ملاحظات هامة:

1- تنتفخ أكياس الهواء الأمامية إذا كانت شدّة الصدمة أعلى من المستوى المبدئي المصمّم عليه ولا ينفخ الكيس الهوائي إلا إذا تجاوزت سرعة التصادم مستوى التشغيل المصمّم للنظام.

2-لم تصمم أكياس الهواء الأمامية لتنتفخ إذا تعرضت المركبة لصدمة جانبية أو خلفية أو إذا انقلبت السيارة أو كانت مشتركة في تصادم أمامي بسرعة منخفضة ولكن من الممكن أن تنتفخ أكياس الهواء الأمامية إذا تعرضت المنطقة السفلية للمركبة لصدمة قوية مثل السقوط فى حفرة عميقة أو القفز فوقها أو الارت الأرض بمقدمة المركبة بقوة أو



وضع الكيس الهوائي	حزام الشد	كيس الهواء الأمامي
لا يعمل	15 km/hr	20 km/hr
يعمل بالكامل	20 km/hr	28 km/hr
زمن الشد / انتفاخ	5ms	30ms
أقصى إزاحة	3cm	12,5cm
زمن انتفاخ كيس الهواء الجانبي 10ms حوالي		

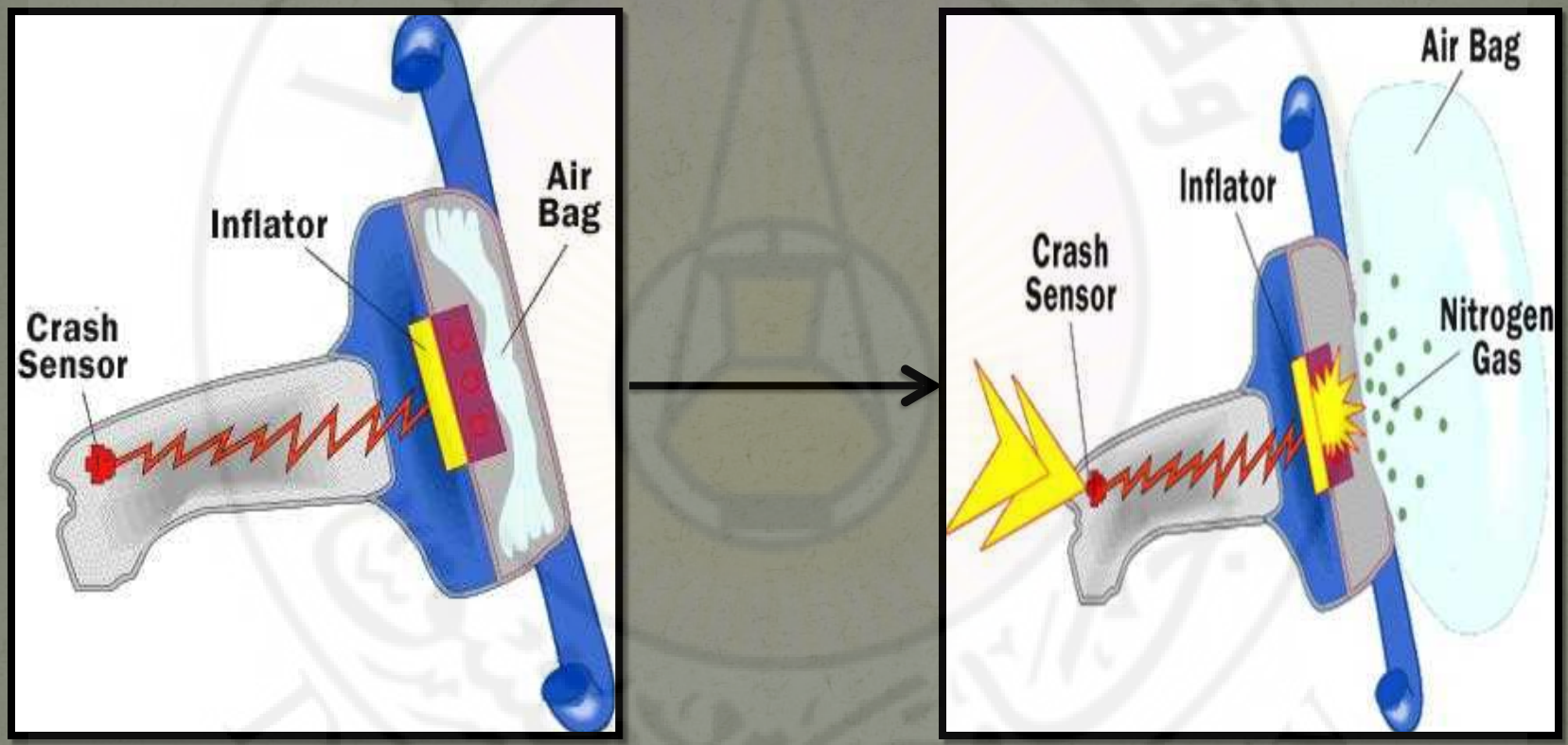
مبدأ عمل منظومة الأكياس الهوائية(نظام نفخ الوسادة):

عند حدوث التصادم تغلق حساسات الصدم وترسل الإشارة إلى الإصبع المتفجرة الابتدائية لتولّد تفاعلاً حرارياً يعمل على إشعال المادة المولدة للغاز في النافخ(يحدث الانتفاخ بتفاعل حمض(أزيد) الصوديوم (NaN_3) مع نترات البوتاسيوم (KNO_3) لإنتاج غاز النيتروجين).

يتم تضخيم الوسائد الهوائية بواسطة الغازات المنتجة وفق التفاعل الكيميائي:

$$10NaN_3 + 2KNO_3 \rightarrow 5Na_2O + K_2O + 16N_2$$

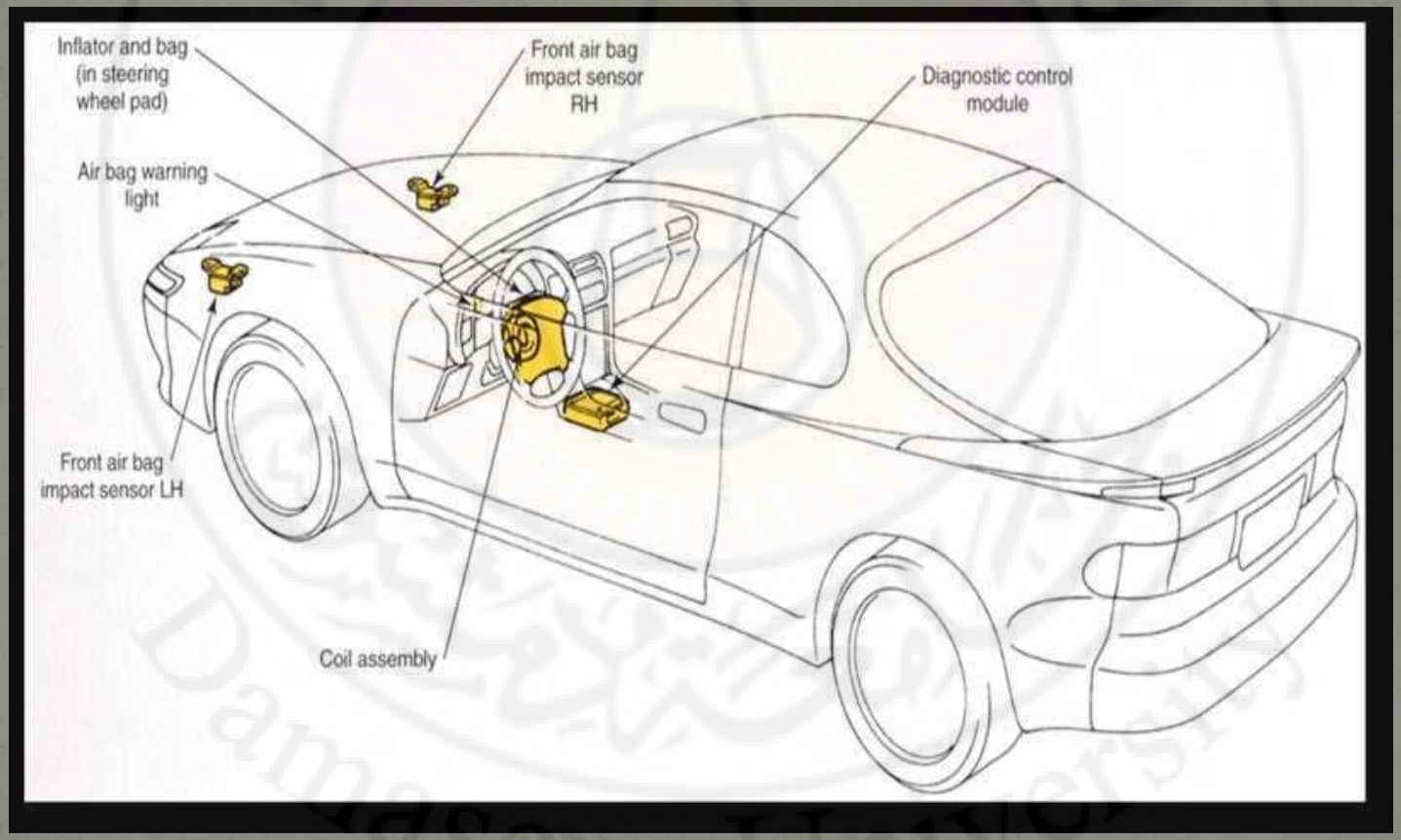
- يضخّم الغاز الكيس الهوائي بسرعة تصل إلى (320 km/h).
- تحدث العملية برمتها في (20-30 m sec).
- يتم تشغيل التفاعل الكيميائي عن طريق وحدة التحكم بالوسادة الهوائية ACU.
- تقرر الـ ACU ما إذا كانت هناك ضرورة لنشر الوسادة الهوائية بمجرد أن تُبلغ أجهزة الاستشعار المنتشرة في جميع أنحاء السيارة عن أي تصادم.
- يجب أن تكون الدارة ذات وثوقية عالية جداً ، وليس هناك أي مجال للخطأ.
- إن وحدة التحكم الخاصة بالوسائدACU لديها فعلياً القدرة على اتخاذ القرار بسرعة، في وقت أقل مما يتطلبه التصادم أن يحدث. الإشارة من وحدة التحكم تسبب عمل الإصبع المتفجرة الذي يشعل المادة المولدة للغاز والملء السريع للوسادةات بغازات غير مؤذية.


Air Bag
Inflator
Crash Sensor
Air Bag
Inflator
Crash Sensor
Nitrogen Gas

مكونات الوسائد الهوائية : تتكون الوسائد الهوائية من الأجزاء التالية:

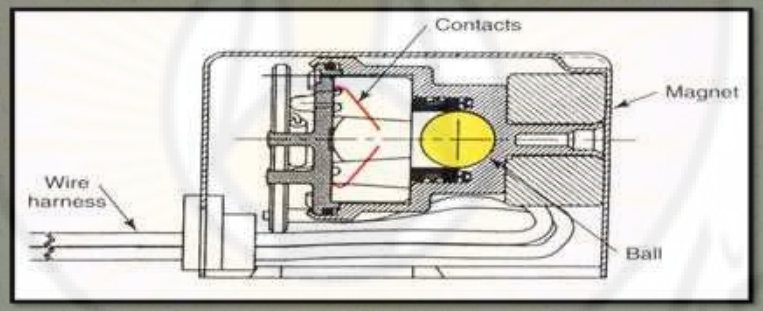
1. **الوسادة نفسها** وتصنع من قماش رقيق من النايلون يكون مطوياً داخل عجلة القيادة أو لوحة العدادات وحديثاً في المقعد أو الباب، والوظيفة الأساسية للوسادة هي الانتفاخ بالغاز المضغوط وتلقي جسم الراكب عند حادث الصدم . هنالك 60 نوعاً من المواد المستخدمة في صناعة هذه الوسائد وأكثرها شيوعاً هو النايلون حيث بلغت نسبته 30% لكل من الوسائد الخاصة بالسائق والخاصة بالمسافر ويليه الجلد والمطاط .
2. **جهاز الإحساس** والذي ينبّه الوسادة كي تنتفخ ويحدث ذلك عندما تكون هناك قوة تصادم تعادل قوة الاصطدام بحائط عند السير بسرعة 16-24 Km/hr.
3. **مفتاح ميكانيكي** يتحرك عند التصادم فيحدث اتصال كهربائي وينبّه جهاز الإحساس أن هناك اصطداماً حدث.
4. **أنابيب التوصيل**
5. **وحدة التحكم والتشخيص** وتتألف من حساسات الاصطدام (Crush Sensor) ووحدة المعالجة أو الميكروكمبيوتر
6. **مجموعة الصمامات** : صمام التحكم بالتفريغ وصمام عدم الرجوع
7. **وحدة نافخ الهواء**
8. **مجموعة الملف**

تعمل هذه العناصر مع بعضها بشكل متكامل لتعمل على نفخ الوسادة الهوائي خلال 50 ms بعد الصدم . بعد العمل ستتفرغ الوسادةات من الهواء خلال 100ms تقريباً.



حساسات الصدم:

توضع حساسات الصدم عادة على القسم الأمامي لهيكل السيارة أو على جانبي هيكل المبرد. يكون حساس الصدم عبارة عن مفتاح صمّم ليغلق عندما يحدث صدم يولد تغيراً للسرعة كافٍ لضمان عمل الأكياس الهوائية.



يوضح الشكل أحد أنواع حساسات الصدم. في حال حدوث تصادم للسيارة ستنفصل الكرة عن الحقل المغناطيسي وتغلق التماسات لتقدح منظومة الأكياس الهوائية.

حساس مقعد المرافق:

يركب هذا الحساس تحت مقعد المرافق ويخبر وحدة التحكم والتشخيص بأن هناك شخص جالس في المقعد. يمنع ذلك عمل الوسادة من جهة المرافق في حال عدم وجود شخص جالس في المقعد.

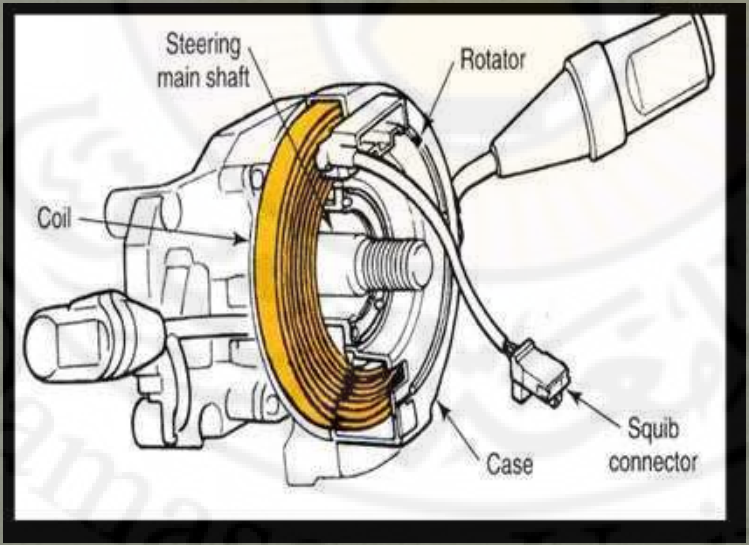
- **وحدة التحكم والتشخيص ACU :**

تعمل الوحدة كمنظومة مراقبة لعناصر منظومة الأكياس الهوائية وتنبه السائق عن الأعطال في المنظومة عن طريق تفعيل ضوء إشارة، وتخزن رموز الأعطال التي تستخدم أثناء تشخيص أعطال المنظومة.

تحتوي وحدة التحكم أيضاً على حساس أمان خاص لمنع التشغيل العرضي للمنظومة، يستجيب هذا الحساس لتصادم السيارة بنفس الطريقة التي تستجيب فيها حساسات الصدم المركبة خارجياً. يجب أن يغلق هذا الحساس بنفس الوقت مع أحد حساسات الصدم لقدح منظومة الأكياس الهوائية. يمنع حساس الأمان حساس الصدم المعطل من تفعيل منظومة الأكياس الهوائية.

مجموعة الملفات:

تتألف مجموعة الملفات من ملفين ناقلين للتيار موصلين إلى عمود المقود في السيارة. عندما يدور عمود المقود, تحافظ هذه الملفات على الاتصال الكهربائي المستمر بين وحدة نفخ الوسادة ووحدة التشخيص. يوضح الشكل مجموعة ملفات نموذجية.



وحدة نفخ الوسادة:

تتوضع هذه الوحدة في مركز عجلة القيادة ضمن منظومة الأكياس الهوائية للسائق، ويكون الكيس الهوائي مطوي تحت غطاء المقود.

تحتوي وحدة النافخ على ثلاث أجزاء رئيسية:

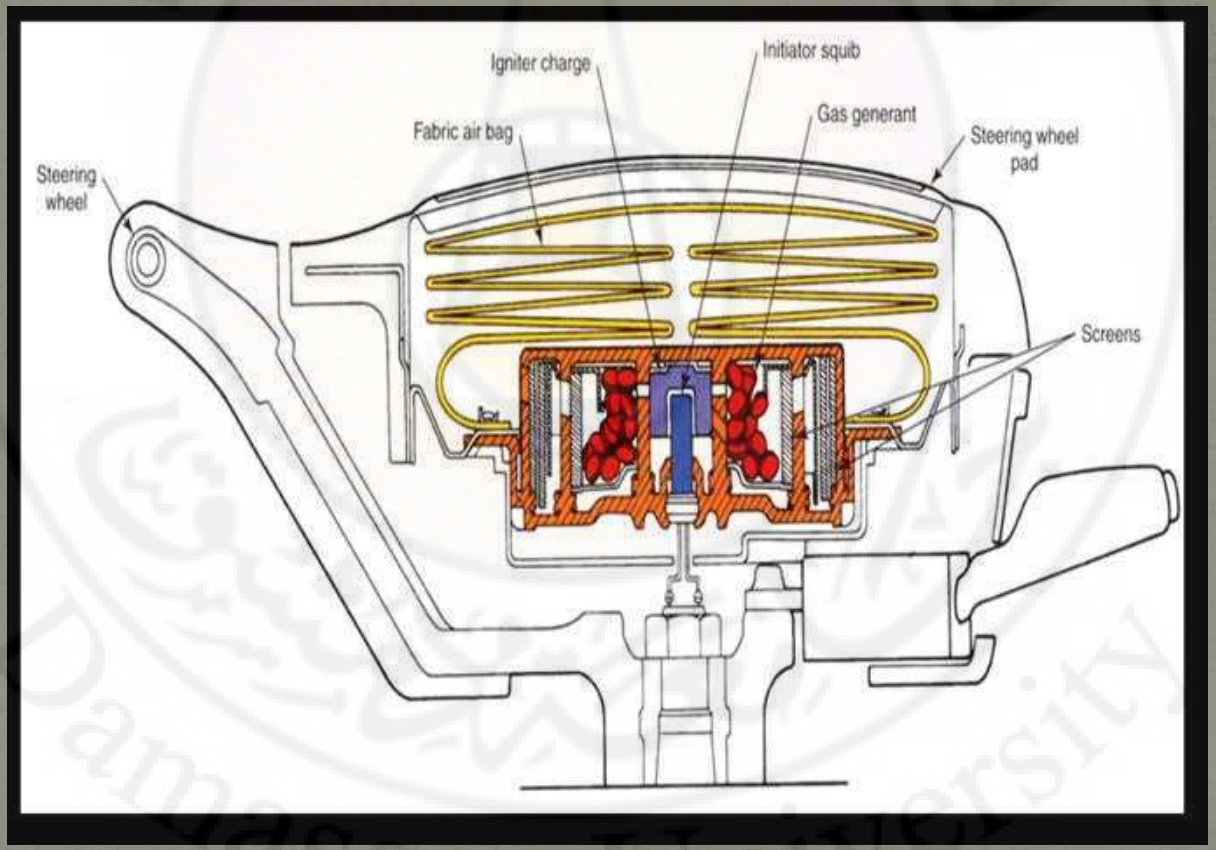
كيس هوائي قماشي قابل للنفخ.

مادة مولدة للغاز مثل هيدروكسيد الصوديوم.

إصبع متفجرة ابتدائية، توفر مصدر اشتعال من أجل وحدة النفخ.

بالإضافة إلى منظومة الأكياس الهوائية للسائق، تجهز بعض السيارات بمنظومات للراكب المرافق . تتوضع وحدة النفخ في هذه المنظومات فوق صندوق التابلوه من جهة الراكب المرافق.

- مقطع في وحدة نفخ الوسادة يوضح الأجزاء الرئيسية لهذه الوحدة. تسمح هذه الشبكات النفوذة للغاز بالدخول إلى الوسادة.



فصل وتفعيل منظومات الأكياس الهوائية:

تتطلب بعض إجراءات الصيانة فصل أو تعطيل منظومة الأكياس الهوائية. يضمن هذا الفصل بأن المنظومة لن تعمل أثناء عمليات الصيانة. فيما يلي نوضح الطريقة العامة لفصل المنظومة.

تبدأ عملية الفصل بـ :

1-تدوير عجلة القيادة إلى الاتجاه الأمامي المستقيم.

2-قفل الإشعال ونزع المفتاح.

3-نقوم بإيجاد فواصم المنظومة ونزعها.

4-نقوم بفصل وصلات الأكياس الهوائية الموجودة تحت التابلوه. (لابد من الرجوع إلى دليل الصيانة من أجل التوضع الدقيق لهذه الوصلات). يؤدي ذلك إلى فصل الوسادةات عن مصدر التغذية وبالتالي يمكن القيام بأعمال الصيانة والإصلاح بأمان.

من أجل تمكين منظومة الأكياس الهوائية، يتم التأكد من أن مفتاح الاشعال غير موجود في مكانه. بعدها يتم وصل الموصلات. يعاد تركيب الفواصم وتدوير مفتاح الاشتعال إلى وضعية الوصل وبعدها يتم تشغيل برنامج التشخيص الذاتي لمنظومة الأكياس الهوائية لضمان أنها تعمل بشكل صحيح.

فوائد الأكياس الهوائية والوضع الآمن والمناسب للاستفادة من الوسائد الهوائية:

1-تقليل الأضرار التي تحصل في حالة التصادم بمقدمة السيارة والتي عادة ما تكون نسبة الوفيَات من الركاب في هذا النوع من الحوادث أكثر من النصف مقارنة بالحوادث الأخرى.

2-تقلّل الأكياس الهوائية المخاطر التي تحدث للوجه والصدر بمقدار 81% إذا رُبطت معها الأحزمة. أما إذا لم تُربط الأحزمة فإن الأكياس الهوائية تقلّل المخاطر بنسبة 60%.

3-صمّمت الأكياس الهوائية لتعمل مع حزام الأمان وليست بديلاً عنه.....

السلامة = وسائد هوائية + حزام أمان + جلوس صحيح

معظم السيارات الحديثة المزودة بالوسائد تكون فيها الوسائد مرتبطة مع أحزمة الأمان فبدون استعمال حزام الأمان لا تعمل هذه الوسائد لان هذه الوسائد قد تزيد من خطر حدوث الإصابات البليغة أو المميتة في حال عدم استعمال حزام الأمان وذلك بسبب حركة من هم بداخل المركبة إلى الأمام أثناء الفرملة المفاجئة أو المناورات العنيفة الأخرى قبل لحظة التصادم وكذلك احتمال وجودهم قريباً من الوسادة الهوائية أو حتى فوقها قبل أن تبدأ هذه الوسادة بالعمل لذلك يجب أن يكون الجلوس بالسيارة بالطريقة المناسبة لتحقيق أقصى درجات السلامة .

احتياطات السلامة المهمَة المتعلَقة بالأكياس الهوائية:

- تعمل الأكياس الهوائية بكفاءة إذا ربط جميع الركاب أحزمة السلامة وثُبَت الأطفال بطريقة صحيحة في المقاعد الخلفية،لأن خروج الأكياس الهوائية من عجلة القيادة بسرعة 320 Km/hr قد تُصيب الذين يجلسون قريباً منها بإصابات بليغة أو مميتة. لذلك من الضروري أن يبعد مقعد السائق ومقعد الراكب الأمامي عن عجلة القيادة أو التابلوه بمسافة لا تقل عن 10 inch (تقاس هذه المسافة من منتصف عجلة القيادة إلى عظمة الصدر.
- يجب أن يجلس الأطفال من عمر 12 سنة فما دون في المقاعد الخلفية رابطين أحزمة السلامة الخاصة بهم.
- يجب أن لا يوضع الطفل الرضيع في المقعد الأمامي بأي حال من الأحوال سواء كانت السيارة مزوَدة بأكياس هوائية أم لا ،لأن ذلك يعرَضه للموت في حالة الحوادث وأسلم مكان للأطفال هي المقاعد الخلفية.
- بعض الناس يُلغي الكيس الهوائي بعد انتفاخه نظراً لغلاء تكلفة إرجاعه وهذا خطأ حيث يجب أن ينظر الإنسان إلى فوائده وسلامة نفسه وأهله.

الأخطار التي تهدد بعض الحالات المرضية:

من الممكن أن تشكل الوسائد الهوائية خطراً عند انتفاخها على بعض الأشخاص الذين يعانون أصلاً من بعض الأمراض والإصابات الذي قد يؤدي إلى تعرضهم للارتطام أو الاصطدام بالوسائد الهوائية إلى مضاعفات كبيرة ومميتة.

من هذه الفئات:

1-الأشخاص الذين يستخدمون أقنعة التنفس الاصطناعية

2- الأشخاص الذين يستخدمون النظارات الطبية أو الشمسية نهاراً

3- الأشخاص الذين يعانون من أمراض الذبحة الصدرية

4- الأشخاص الذين يعانون من الأمراض الرئوية

5- الأشخاص الذين يعانون من الربو

6- الأشخاص الذين تعرضوا لحوادث كسور الصدر

7- الأشخاص الذين تعرضوا لجراحة الرقبة أو الصدر

8- الأشخاص المصابون بهشاشة عظام

9-النساء الحوامل

10-كبار السن

11-الأطفال

وحتى يتم تجاوز هذه المشاكل مع الفئات السابقة فقد أصبح من الضروري وضع مفتاح كهربائي يمكن قائد المركبة من إيقاف عمل الوسادة الهوائية في حالة وقوع الحوادث.

إجراءات وقائية :

1-تم إصدار قانون عام 1997 يسمح لمصانع السيارات باستخدام وسائد هوائية منخفضة القوة والكتلة ، حيث يسمح هذا القانون بتقليل قوة الوسائد الهوائية بنسبة - 20 % 35، وذلك لحماية الأطفال والأشخاص الذين من الممكن أن يتعرضوا لإصابات خطرة بسبب القوة المفرطة للوسادة الهوائية.

2-منذ عام 1998 تمّ السماح لورش الإصلاح ومصانع السيارات بتركيب مفاتيح تمكن السائق من إبطال تشغيل الوسادة الهوائية ، ولكن حتى مع وجود هذه الخاصية فإن الوسادة الهوائية الخاصة بالسائق يجب أن تظل تعمل .

منطقة الخطر:

حدّد الباحثون منطقة الخطر لوسادة الهواء الخاصة بالسائق مسافة 5-8 cm من الانتفاخ ، لذا يجب أن يكون الشخص على بعد 25cm من الوسادة الخاصة بالسائق ، ويتم قياس هذه المسافة من مركز عجلة القيادة إلى عظم القفص الصدري للشخص الجالس بجانب السائق.

تحسين أداء الوسادة

1-حيث أن 40% من الإصابات الخطيرة تكون نتيجة للتصادمات من الناحية الجانبية فإن هذه الإحصائيات حتّمت على عدد من مصانع السيارات بضرورة تقوية هياكل الأبواب والأرضية والأسقف.

إن تصميم وسائد هواء جانبية فعالة أصعب بكثير من تصميم وسائد الهواء الأمامية وذلك لأن كثيراً من طاقة تصادم الجهة الأمامية يمتص بواسطة الواقية ، والغطاء والمحرك وتستغرق حوالي 30-40 ms حتى تصل إلى راكب السيارة. أما في حالة التصادم من الجانب فهناك فقط باب رقيق نسبياً ومسافة قليلة جداً تفصل الراكب عن السيارة الأخرى ، وهذا يعني أن وسادة الهواء الجانبية والموضوعة في الباب يجب أن تبدأ في الانتفاخ والانتشار خلال 5-6ms .

ملاحظة:

في بعض الأحيان عند حصول حادث أثناء القيادة بسرعة تتجاوز 320 Km/hr قد يؤدي اندفاع كيس الهواء المفاجئ إلى خروجه من علبته بشكل كلي في حين أن جزءاً منه يبقى ممسوكاً داخل العلبة في حالات الحوادث التي تحصل بسرعات عادية.

الأكياس الهوائية المطوّرة:

حلول لتحسين أداء هذه الأكياس الهوائية والتقليل من مخاطرها:

1-إدخال أحزمة أمان إضافية وتوسيع مجال الحماية ليشمل الأطفال والحوامل وقد أصطلح على تسميتها بالأكياس الهوائية المطوّرة.

2- تم البدء حالياً في طرح سيارات ذات مجسات إلكترونية خاصة تضمن تعطيل عمل الأكياس الهوائية في حال عدم اتخاذ السائق للوضع الصحيح داخل المركبة.

3-إن الأكياس الهوائية صمّمت للأفراد ذوي القامة المتوسطة إلى الطويلة وبذلك فإن حدود الحماية تكون قد غفلت قصار القامة الذين يتوجب عليهم الاقتراب من المقود ولمسافة أقل من 10-12inch،.. **كذلك تم اقتراح أن تخفّف قوة فتح هذه الأكياس بحوالي الربع للتقليل من أثر اصطدامها .**

4-في حال تعرّض السيارة لحادث بسيط بسرعة لا تزيد عن 16Km/hr، لن تعمل الوسائد الهوائية **ولكن يستطيع النظام الجديد تحليل مدى خطورة الحادث خلال بضعٍ أجزاء من الثانية، في حين أن أنظمة الحماية التقليدية تحتاج إلى نحو ثلاثين جزءاً من الثانية للقيام بذلك.** ويساهم هذا الابتكار في تقليل المخاطر الناجمة عن الحوادث وفي الوقت ذاته يقلل النفقات من جراء تغيّر الوسائد الهوائية عند التصادمات البسيطة، التي لا تعرّض ركاب السيارة لأية مخاطر تذكر.

الفصل الرابع عشر

نظام الحماية من السرقة

Anti-Theft System






Automotive
Diagnostics &
Publishing

- **وصف النظام :**

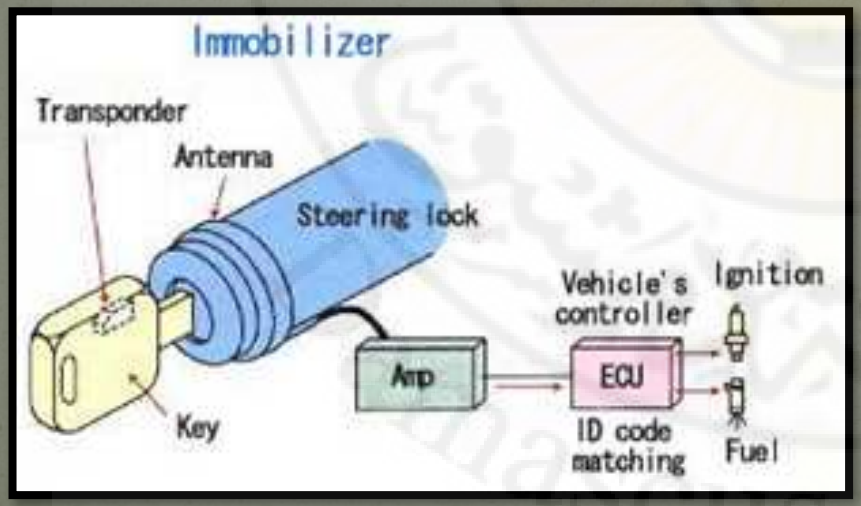
يعمل نظام الحماية من السرقة على منع بدء حركة السيارة ما لم تزوّد وحدة منع الحركة (immobilizer) بكود إلكتروني ، حيث يعطى الكود الإلكتروني بواسطة جهاز استقبال وإرسالtransponder موجود في مفتاح تشغيل السيارة (ignition key) ، وعملية إرسال الكود وتصديقه لا تتطلب أي تدخلاً من المستخدم.

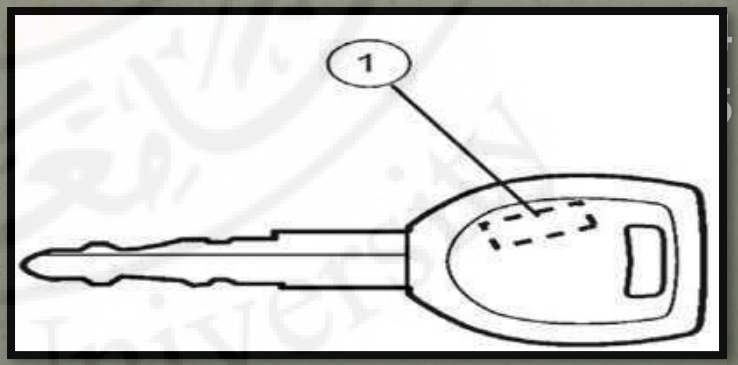
مكونات النظام :

1-جهاز استقبال وإرسال transponder

2- هوائي

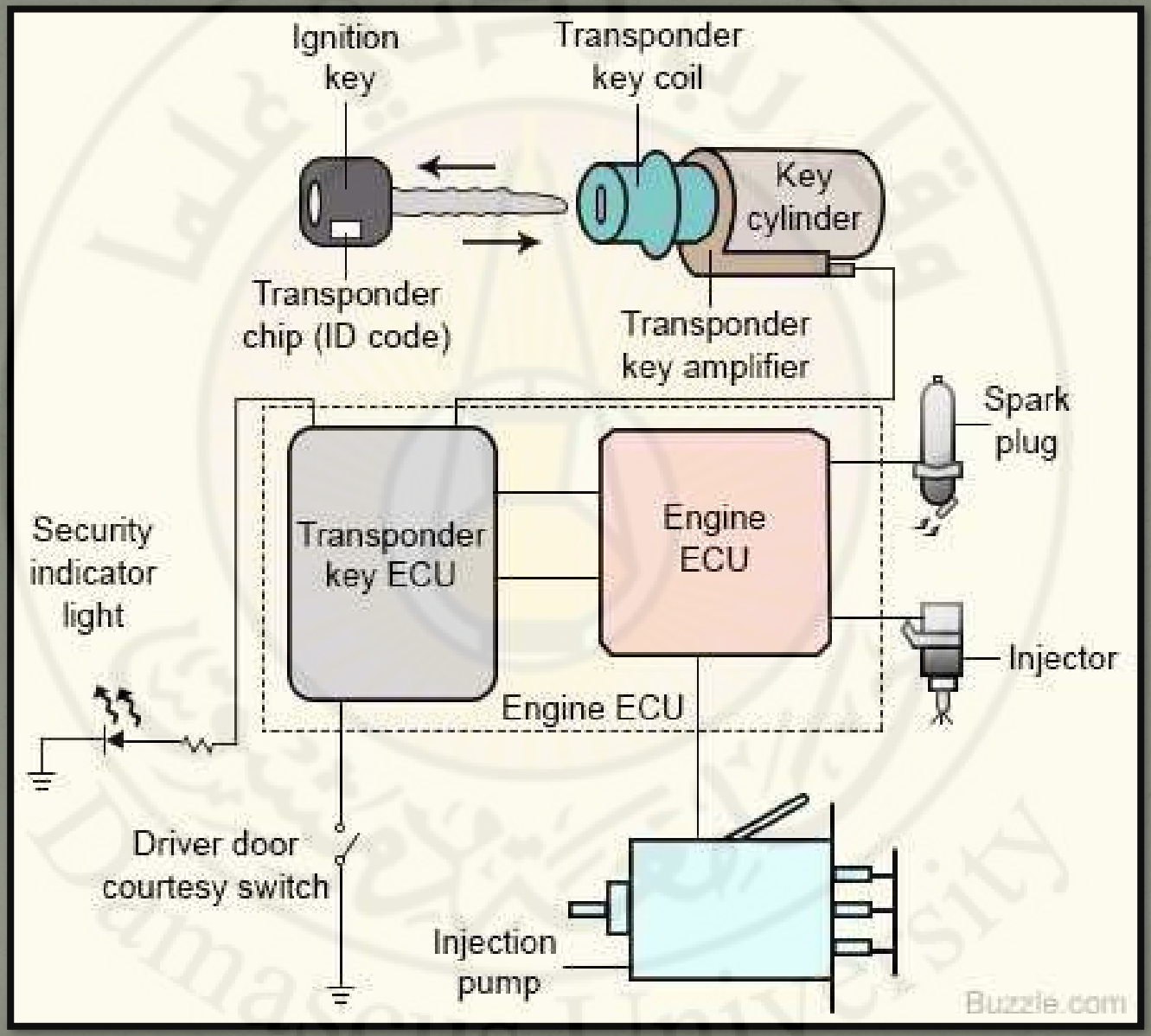
3- وحدة منع الحركة immobilizer





- **مبدأ العمل:**

تولّد وحدة منع الحركة immobilizer مجال كهرومغناطيسي ينتقل إلى جهاز استقبال وإرسال Transponder عبر الهوائي المتوضع حول مفتاح تشغيل السيارة (ignition key) حيث تتلقى وحدة منع الحركة الكود الالكتروني من Transponder المدمج في المفتاح وبعد قبول هذا الكود تسمح ببدء تشغيل المحرك .


Ignition key
Transponder key coil
Key cylinder
Transponder chip (ID code)
Transponder key amplifier
Spark plug
Security indicator light
Transponder key ECU
Engine ECU
Injector
Engine ECU
Driver door courtesy switch
Injection pump
Buzzle.com

- **برمجة النظام :**

عند تسليم السيارة للعميل يتم تسليمه ثلاثة مفاتيح معها مزودة بـ Transponder مبرمجة من قبل المصنع (مفتاح أحمر "مفتاح رئيسي " يستخدم للبرمجة إلى جانب مفتاحين آخرين بلون أسود).

- **خطوات برمجة النظام:**

- تمكّن هذه الخطوات وحدة منع الحركة من برمجة وحفظ كود الـTransponder لمفاتيح مختلفة حيث تستطيع وحدة منع الحركة تذكر ثمانية مفاتيح كحد أقصى (يشترط وجود مفتاح أحمر واحد) والحد الأدنى هو مفتاحين (أحمر وأسود) .
- المفتاح الأحمر هو أول مفتاح يستخدم في خطوات البرمجة ولهذا المفتاح أهمية خاصة بسبب :

أ) بواسطة المفتاح الأحمر تتم برمجة أو استبعاد جميع المفتاح الأخرى.

ب) المفتاح الأحمر هو مصدر الكود الالكتروني لوحدة منع الحركة ووحدة الإشعال.

بعد إجراءات البرمجة ينبغي "ومن أجل الأمان " أن يحفظ المفتاح الأحمر في مكان آمن ولا يستخدم في تشغيل السيارة .

- **برمجة المفاتيح :**
- نستخدم المفتاح الأحمر ونشغل السيارة لمدة 1-3 ثانية .تسجل وحدة منع الحركة الـ Transponder في هذا المفتاح أنه مفتاح رئيسي
- خلال 15 ثانية كحد أقصى" بعد إيقاف تشغيل السيارة بالمفتاح الأحمر" تجرى عملية إشعال أخرى بمفتاح أسود حيث يتم بدء الإشعال وإيقافه خلال مدة 1-3 ثانية.
- تكرر هذه العملية لكافة المفاتيح السوداء(7 كحد أقصى) ويجب ألا يزيد الوقت بين برمجة مفتاح وأخر عن 15 ثانية.
- بعد استخدام آخر مفتاح أسود (وفي وقت لا يتجاوز 15 ثانية يستخدم المفتاح الأحمر مرة ثانية لمدة 1-3 ثانية وهكذا يتم إكمال خطوات برمجة المفاتيح.

- **فحص عملية البرمجة :**
- يجب أن ننتظر 5 ثواني على الأقل بعد إيقاف الإشعال بواسطة المفتاح الأحمر ، بعد ذلك نستخدم المفتاح الأحمر مرة ثالثة ونبدأ التشغيل ، يضئ الضوء "LED " الموجود في "تابلو " السيارة لمدة نصف ثانية وبعد ذلك يومض عدد معين من الومضات .

  عدد الومضات يشير إلى عدد المفاتح التي تم برمجتها (بما في ذلك المفتاح الأحمر)

  (3 ومضات = 3 مفاتيح تم حفظها)
- **محو المفاتيح من الذاكرة :**
- في حال فقدان مفتاح أو عدة مفاتيح سوداء حصراً من الممكن إزالتها من الذاكرة وفي هذه الحالة تعاد برمجة المفاتيح من جديد.

- **تعليمات محددة:**
- **في حال فقدان أو كسر المفتاح الأحمر :**

في هذه الحالة يستحيل إجراء عملية برمجة / محو المفاتيح السوداء وبإمكان السيارة أن تقلع على المفاتيح السوداء ولكن هناك خطر من سرقتها ! ...من أجل الأمان يتم استبدال مبدل الإشعال (switch ignition) –وحدة منع الحركة.

- **في حال فقدان أو كسر مفتاح أسود :**

تعاد إجراءات البرمجة من جديد باستخدام المفتاح الأحمر والمفاتيح السوداء الباقية ، يمكن أيضاً الحفاظ على مفتاح بديل .

- **في حالة فقدان المفاتيح السوداء جميعها:**

لا يمكن إجراء عملية برمجة بواسطة المفتاح الأحمر فقط. في هذه الحالة من الضروري استخدام المفتاح المرجعي ويعاد إنشاء الجزء الميكانيكي من المفتاح باستخدام المفتاح الأحمر .

- **حالة تبديل مفتاح الإشعال (الكونتاكت) :**

يُزال الـ Transponder الموجود في المفتاح الرئيسي الجديد ويستبدل بـ transponder المركب بالمفتاح القديم وتعاد إجراءات البرمجة من جديد .

- **حالة تبديل وحدة منع الحركة:**

إذا تعطلت وحدة منع الحركة فمن الممكن تبديلها بوحدة جديدة وفارغة (غير مشفرة) ومن غير الممكن استخدام وحدة لسيارة أخرى مبرمجة (مشفرة) وتعاد خطوات البرمجة من جديد.

الفصل السابع عشر:نظام كشف النقاط العمياء

Blind Spot Detection System



Figure 1 - Volvo Blind Spot Information System (BLIS) cameras are located on the door mirrors.

INSURANCE INSTITUTE
FOR HIGHWAY SAFETY

Damascus University

مقدمة:

يوجد لهذا النظام أكثر من تسمية تبعاً للشركة المصنّعة ، مثلاً :

- AUDI تدعوه Side Assist System
- MERCEDES :Blind Spot Monitoring (BSM)
- VOLVO تدعوه Blind Spot Information System(BLIS)

وتختلف الإضافات من شركة لأخرى ، مثلاً :

- AUDI تستخدم حساسات استشعار موجودة في المصدّ الخلفي .
- VOLVO تستخدم كمره موجودة على المرآة الجانبية.

Damascus University

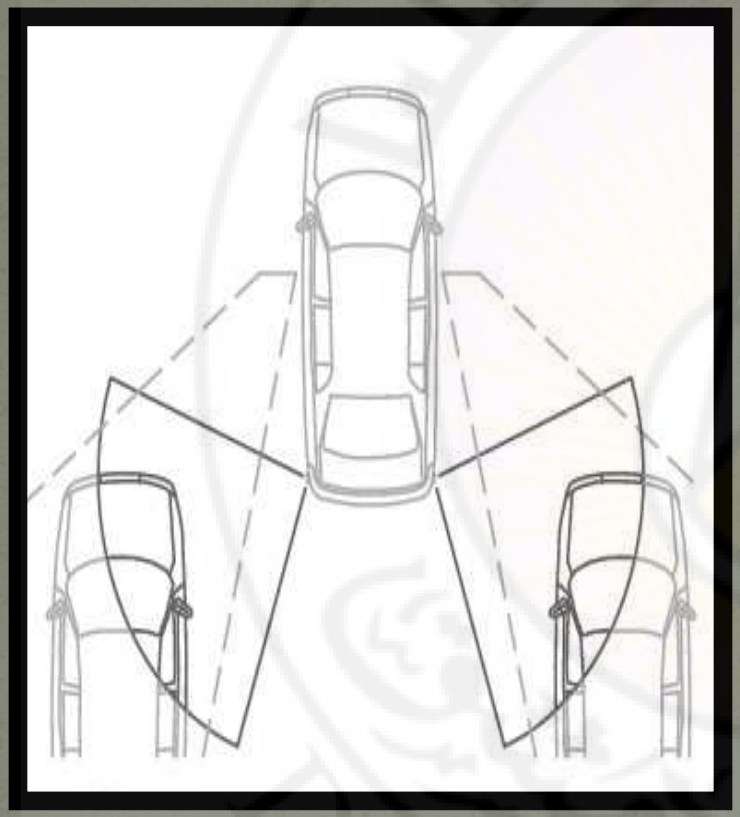




Figure 2 - The Volvo BLIS may be switched on or off using the instrument panel switch.

- **آلية عمل النظام :**
- تختلف إصدارات النظام حسب الشركة المصنعة فمثلاً : ينشط النظام في AUDI عند السرعة 56 Km/hr ويمكن أن يلغى يدوياً .
  في حين يتم تنشيط النظام لدى MERCEDES تلقائياً عن بدء حركة السيارة وبالإمكان إلغاء النظام عبر شاشة التحكم في السيارة .
  في نظام VOLVO يتم التحكم بالنظام عبر زر موجود في تابلوه السيارة .
- **نطاق فعالية النظام :**
  تعمل حساسات وكاميرات النظام ضمن مدى معين ويختلف هذا المدى من شركة لأخرى (مثلاً لدى AUDI 50 متر ، FORD 20 متر من جانبي السيارة).
- **التنبيهات:**
  تختلف التنبيهات أيضاً من إصدار لأخر، مثلاً في AUDI يستخدم النظام ضوء أصفر على جانب المرآة الخارجية عند تفعيل النظام تزداد شدّته ويعمل على شكل ومضات.



Figure 4 -The 2010 Ford Taurus has visual indicators on the door mirrors to indicate the presence of an object in a blind spot



Figure 3 - The Audi Q7 has yellow LED indicators on the door mirrors to indicate the presence of objects in the blind spot.

Damascus University

- في (**CADILAC and Ford Taurus**) يستخدم النظام مؤشّر بصري على المرآة الجانبية تنبّه السائق بوجود سيارة ضمن نطاق عمل النظام.
- **عند شركة MERCEDES** وعند تغيير مسار السيارة من مسرب لآخر تعمل حساسات الاستشعار وتطبيقات تصحيح الكبح من أجل توفر أكبر قدر من الأمان.

يعطي النظام إشارة بصرية وتنبيه صوتي قبل التغيير إلى مسار خطر وكذلك تطبيق الفرملة إذا تم التنبؤ بخطر الاصطدام الجانبي وتحقيقاً لهذه الغاية يوجد حساس ذو مدى استشعار قصير على جانبي المصدّ الخلفي للسيارة راصداً المنطقة الجانبية والخلفية،ومن أجل أمان أفضل يتم أيضاً استخدام حساس استشعار أمامي.

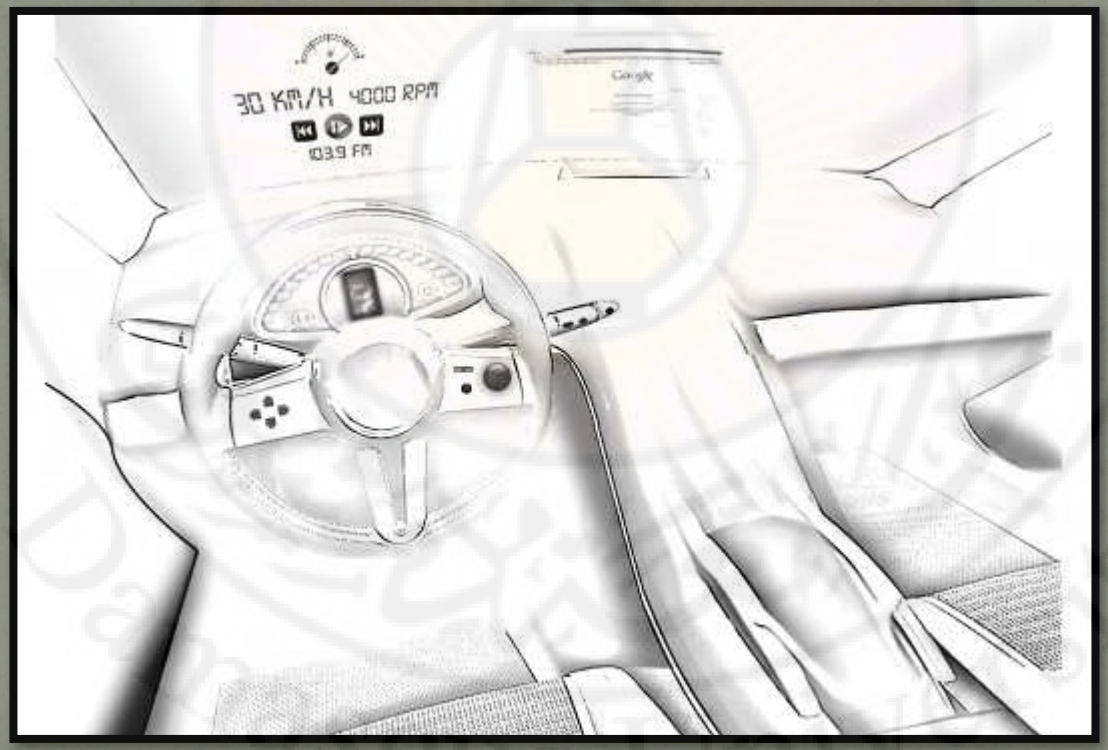


إذا اكتشف النظام أن هناك سيارة في نقطة عمياء فإنه ينبه السائق من خلال إضاءة ضوء في زجاج المرآة الخارجية وإذا أخطأ السائق أو استمر بتجاهل هذه الإشارة ومؤشر تغيير المسار والتنبيه الصوتي واقتربت السيارة بشكل خطر من السيارة الموجودة في المسار الجانبي يتدخل مساعد النقاط العمياء ويعمل على تطبيق الكبح.

الفصل التاسع عشر:نظام العرض(والرأس مرفوع)

Head Up Display System

(HUDS)



مبررات نظام HUDS :

في الوقت الحاضر ، نجد اتجاهاً ملحوظاً في السيارات لتقديم الكثير من المعلومات للسائق، الذي له تداعيات مباشرة خاصة به من حيث القيادة، وذلك بسبب قلة التركيز الناتج عن وجود الكثير من الخيارات.

لذلك فإنه من الضروري أن نفكر في اقتراح وسيلة سريعة للوصول إلى المعلومات التي تبين حالة السيارة.

بدء من هذه النقطة ، يجب علينا أن نفكر في الاتصالات الأكثر كفاءة والتي توصل بين المستخدم والسيارة والتي لن تتداخل مع القيادة لمستخدم المركبة.

توصيف المشكلة:

يحسّن استخدام هذا النظام في مقصورة قائد المركبة في الآلية إلى حد كبير من طريقة نقل المعلومات للسائق،وبذلك يكون الوقت والجهد المبذول للحصول على تحديثات المعلومات الآنية بالنسبة للسائق أقل ما يمكن. وهذا بدوره يؤدي لتحسين زمن رد الفعل وزيادة الأمان.

هناك عدة أنواع من نظام HUDS ،منها ذات إسقاط أمامي ومنها ذات إسقاط خلفي ومنها الانعكاسية ومنها شاشات العرض الشفافة.

إن HUDS هو أي شاشة عرض شفافة قادرة على تقديم المعلومات مباشرة في مجال الرؤية للناظر.

يمكن أن يحسن هذا النظام ظروف عمل الآلية كما أن المعلومات تُقدم للسائق بطريقة أكثر سهولة من شاشات العرض التقليدية.

التعريف:

نظام شاشة العرض مع الرأس المرفوع (HUDS): هو شاشة عرض شفافة تقدم البيانات بشكل مباشر في خط نظر قائد المركبة،حيث أن المعلومات تظهر على مستوي خط النظر مباشرة، وغير مطلوب لقائد المركبة أن ينظر بعيداً عن وجهة نظره المعتادة ليحصل على المعلومات.

عادة ما يكون نظام HUDS مصنوع إما كنظام إسقاط ينشئ صورة افتراضية متقدمة على الصورة المنعكسة، أو عن طريق رسم صورة بشكل مباشر على شاشات العرض الصلبة الشفافة.

بالإضافة إلى ذلك فإن نقطة التركيز عادة ما تكون بمقدمة (أعلى) شاشة العرض الفعلية مما يقلّل بشكل ملحوظ حاجة المستخدم لإعادة التركيز بين الطريق ومؤشرات السيارة، مع العلم أن العين الطبيعية تحتاج لحوالي ثانية لتقوم بعملية الإبصار.



لماذا يتم تركيب نظام HUDS

لايمكننا القول أن نظام HUDS شائع جداً، في الواقع هناك العديد من المستهلكين لا يحبذون وجود نظام HUDS في مركباتهم ظناً منهم أنه يمكن أن يكون عنصر إلهاء أو معرقل للرؤية بدلاً أن يكون نظام مساعد.

مع ذلك فإن نظام HUDS ينتشر بازدياد.

إن أحد العناصر الأساسية بنظام HUDS هو الاحتفاظ على معلومات مقدِمة سهلة الفهم وبشكل واضح ، ولهذا لا بد أن يقدم هذا النظام البيانات الهامة وذات الصلة المباشرة بالقيادة، وبنفس الوقت أن يوفّر فرصة لاستعراض المعلومات والمتغيرات الأخرى في السيارة.

بعبارة أخرى فإن نظام HUDS لا يمكن أن يحل محل جميع أجهزة العرض في السيارة، لكن يُركّب كأداة لزيادة التوضيح والسهولة في العرض.

هناك ميزة أخرى من خلال وجود نظام HUDS في المركبة وهي تقليل حاجة قائد المركبة لتشتيت التركيز ،وهذا بدوره يقلل من إجهاد السائق وبشكل خاص الإجهاد على عينه.

ميزة الأمان:

- هناك ميزة هامة جداً يوفّرها نظام HUDS وهي تحسين جوانب الأمان والسلامة.
- يعتبر نظام HUDS أكثر سرعة بالاستجابة ولفت الانتباه من المؤشرات العادية.
- عندما ينظر السائق في مؤشرات السيارة وينقل نظره فوق وتحت بينها وبين الطريق فإنه ربما لا يلاحظ حدثاً خارجياً طارئاً يحتاج منه للاهتمام الفوري وأخذ القرار السريع.إن لوحة عدادات قيادة السيارة هي الأداة التي تعرض معظم المعلومات ذات الصلة بالوضع الآني للسيارة، ويمكن أن يصل السائق للمعلومات بصرياً.

ميزات نظام HUDS:

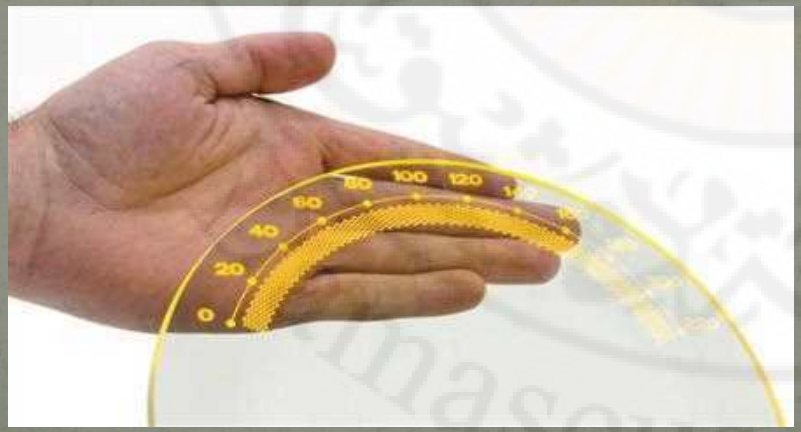
- سطوع كافي حتى في ضوء الشمس المباشر.
- سهولة قراءة وفهم النص أو الرسومات المعروضة على الشاشة.
- زاوية مجال الرؤية كبيرة بشكل كافٍ ومريح.
- قابل لزيادة وإنقاص الإنارة ليكون قادراً على تعويض ظروف الإضاءة المحيطة المتفاوتة.
- يفضل أن يكون أكثر من لون واحد.
- يجب ألا تكون في مجال نظر السائق نحو الطريق حتى لاتتحول إلى مصدر للإزعاج والارتباك خلال عملية القيادة.
- سهلة التركيب.
- تكلفة معقولة.
- صيانة منخفضة الكلفة وسهلة.

ظروف التشغيل:

نظام HUDS سوف يكون بدرجة حرارة مقصورة المركبة، لهذا ليس هناك حاجة لوسائل معينة للحفاظ على متطلبات خاصة بشأن الحرارة أو الرطوبة أو مخاطر الانفجار أو الاهتزازات المتفاوتة.

إن أشعة الشمس المباشرة هي الشرط الأكثر تطرفاً الذي يمكن أن يواجه نظام HUDS .

هناك حل آخر وهو شاشة عرض كهربائية مضيئة شفافة.



عوامل الإدراك الحسّي لأنظمة HUDS :

زيادة زمن النظر إلى الطريق

تخفيض وقت إعادة تسوية النظر نحو الطريق

التشدد ضد الفوضى البصرية

تداخل الإضاءة

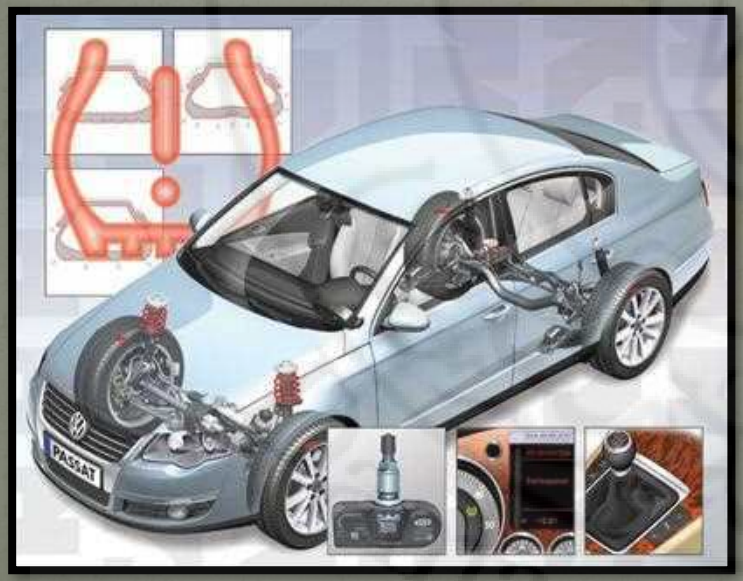
رموز العرض

الموقع

الفصل الثامن عشر

نظام مراقبة ضغط الهواء في العجلات

TIRE PRESSURE MONITORING SYSTEMS (TPMS)





مقدمة:

يقوم نظام مراقبة ضغط الهواء في العجلات (TPMS) بمراقبة مستمرة لضغط الهواء في العجلات وفي حال انحراف قيمة الضغط الفعلي عن الضغط المحدّد، يقوم النظام بإرسال إشارة تحذير للسائق تعبّر عن تغير الضغط الحاصل.

من المعلوم أن التغير الحادث في ضغط الهواء في العجلات يمكن أن يؤثر على:

*السلامة الطرقية.

*الراحة في القيادة.

*عمر خدمة الإطار.

*مقدار استهلاك الوقود.

يتم رصد ضغط الهواء في العجلات في سيارات VOLKSWAGEN مثل (RABBIT,EOS,PASSAT,JETTA,GTI....) باستخدام نظامين مختلفين هما:

نظام مراقبة الضغط TPMS مع إمكانية تمييز موقع العجلة.

نظام مراقبة الضغط TPMS دون تمييز موقع العجلة.

1-1:ضغط الهواء الصحيح في الإطارات

TIRE PRESSURE-CORRECT TIRE PRESSURE

عندما يكون ضغط الهواء في العجلات صحيحاً فإن كامل مداس الإطار سيستند على سطح الطريق مما يعمل على انتظام اهتراء الإطار، وكذلك فإن ضغط الهواء الصحيح في الإطار سيساعد في:

- زيادة عمر الإطار (مقاسة بالمسافة)
- تقليل طول طريق الفرملة للحد الأدنى.
- استقرار أمثل للمركبة عند الانعطاف.
- راحة كاملة عند القيادة.





أ- عندما يكون ضغط الهواء في الإطار عال جداً:

نجد أن وسط المداس فقط

سيعمل على نقل القدرة ولهذه (Tread Surface)

الحالة العديد من المساوئ منها:

- اهتراء غير منتظم للإطار.
- انخفاض عمر الإطار.
- عدم الحصول على الراحة في القيادة (Ride Comfort) .

ب-عندما يكون ضغط الهواء في الإطار منخفضاً جداً:



نجد أن وسط المداس سيتقعّر من الوسط وبالتالي

ستعمل الأطراف الخارجية فقط على نقل القدرة ،

وأيضاً لهذه الحالة عدد من المساوئ منها :

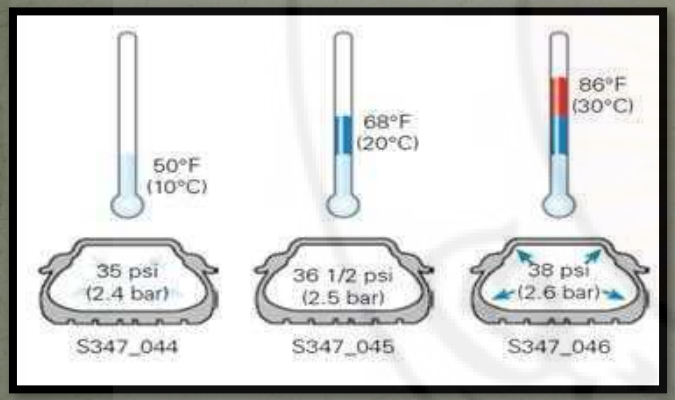
1) ارتفاع كبير وخطر في درجة حرارة الإطار (سخونة الإطار).
2) اهتراء هيكل الإطار (The Tire Structure) .
3) زيادة طول طريق الفرملة.
4) انخفاض عمر الإطار.
5) احتمال انفجار الإطار (Blow-out) :إن الضغط المنخفض جداً لهواء الإطار وعلى فترة طويلة والمترافق مع ارتفاع درجة الحرارة داخل الإطار وانثناء الإطار مع عدم وجود هواء كاف لتبديد الحرارة فإن ذلك يؤدي حتماً إلى انفجار الإطار بشكل مفاجئ بسبب تضرر هيكل الإطار الخارجي.

1-2 :مؤثرات ضغط الهواء في الإطار:

Influences on Tire Pressure

إن تغير درجة الحرارة داخل الإطار ستؤثر بشكل مباشر على ضغط الهواء في الإطار.

يزداد ضغط الهواء في الإطار أو ينقص بحدود (0.1 bar,1.5 psi) لكل تغير في درجة الحرارة قدره عشر درجات مئوية (18^0 F)، **هذا وتتعلق درجة الحرارة داخل الإطار بمجموعة من العوامل منها:**



- درجة حرارة الجو المحيط وأشعة الشمس.
- الحرارة المنبعثة من الفرامل.
- انحناء أو مرونة الإطار

Flexing of The Tire

ونشير هنا إلى أن اختلاف درجة حرارة الجو المحيط قد يؤثر على عمل نظام TPMS .

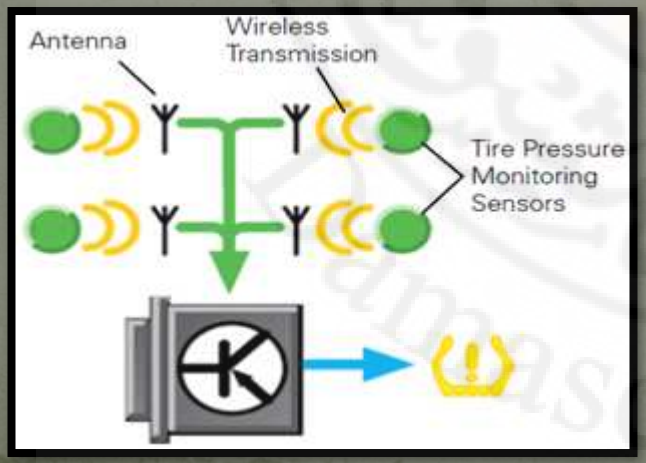
نظرة عامة على نظام TPMS :

2-1: نظام مراقبة ضغط هواء الإطار مع التعرف على موقع العجلة:

Tire Pressure Monitoring with Wheel Position Recognition

يمتلك نظام مراقبة ضغط هواء الإطار مع التعرف على موقع العجلة المميزات الآتية:

1) وجود حساسات للتعرف على ضغط الهواء في الإطارات.
2) لواقط خاصة Antennas لنقل معطيات الحساس (ضغط هواء الإطار).
3) وحدة تحكم خاصة.

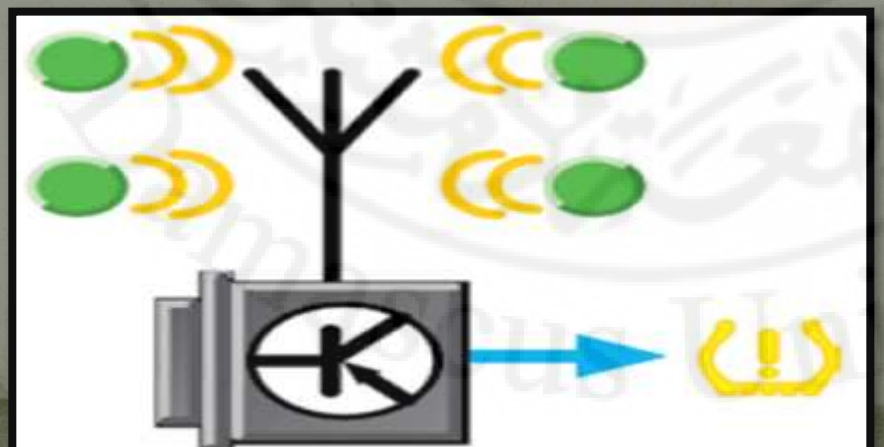


مع العلم أن المحافظة على ضغط الهواء الصحيح للإطارات يقع على عاتق السائق.

2-2: نظام مراقبة ضغط هواء الإطار بدون التعرف على موقع العجلة:

Tire Pressure Monitoring without Wheel Position Recognition

كما ذكرنا سابقاً فإن البرنامج الخاص بنظام TPMS المستخدم في سيارات PASSAT,JETTA,GTI لا يشمل التعرف على موقع العجلة، وكذلك تم دمج هذا النظام في وحدة التحكم المركزي من موديل J393 ،وطبعاً يتم تحديد ضغط الهواء في الإطارات مسبقاً من قبل الشركة الصانعة.



2-3:الاجراءات المتبعة بعد إعطاء التحذير الخاص بضغط هواء الإطار:

Procedure Following Tire Pressure Warning

من الضروري عندما يقوم نظام TPMS بإعطاء التحذير الخاص بضغط الهواء في الإطارات أن يقوم السائق بـ:



- الحد من سرعة المركبة مباشرة
- أن يتجنّب التوجيه الحاد أو الفرملة الحادة
- التوجّه مباشرة لفحص الإطارات.

مع العلم أنه من الضروري فحص ضغط الهواء في الإطارات بشكل دوري.

2-4:مقارنة المميزات الرئيسية للنظامين:

Main Features Comparison

Tire Pressure Monitoring without Wheel Position Recognition	Tire Pressure Monitoring with Wheel Position Recognition	
تكون وحدة تحكم مراقبة الضغط J502 داخل وحدة التحكم المركزية لنظام الراحة J393	وحدة تحكم منفصلة لمراقبة ضغط الإطار من نوع J502	البرنامج Software
حساس واحد لكل عجلة	حساس واحد لكل عجلة	Tire Pressure Monitoring Sensors
محدّد مسبقاً من قبل الشركة الصانعة	تجهّز العجلات من قبل السائق بالضغط المطلوب ويتم تخزينها في النظام	Specified Tire Pressure
غير مثبتة وإنما يتم استقبال إشارات ضغط الإطار بواسطة لاقط نظام القفل المركزي ونظام الإنذار المركزي	يوجد لاقط واحد لكل عجلة	اللواقط/اللوامس Antennas
لاداعي لأي عملية إدخال من قبل السائق	من خلال الإجراء المتعلق بالراحة/ Convenience Setup لنظام Touareg أو في نظام المعلومات حسب نظام Phaeton	العملية(الإجراء) Operation
تكون حساسات مراقبة ضغط الإطارات الجديدة مبرمجة وضغط الهواء في الإطارات نفسه بدون تغيير.	يجب أن تبدأ عملية التعلم بعد تجهيز الإطارات عند الضغط الصحيح	عملية التعلم Learning Process

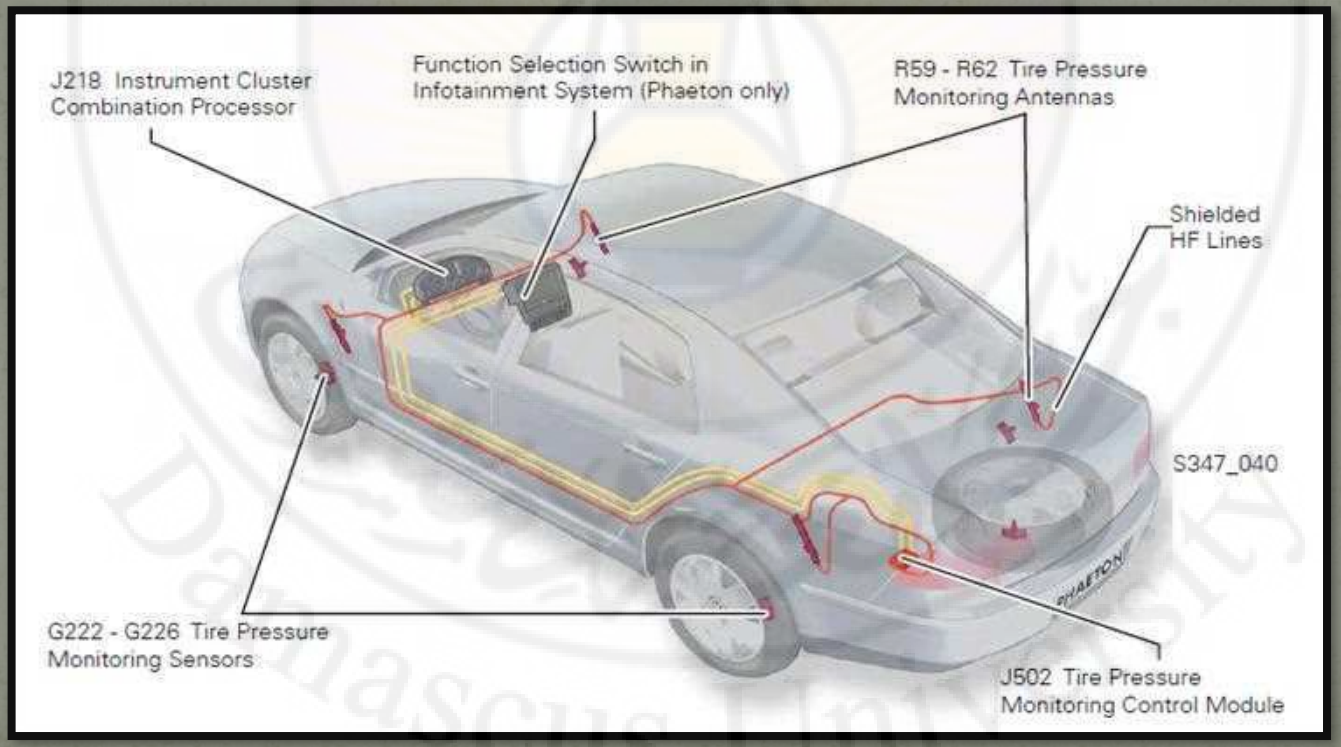
3-نظام TPMS مع التعرف على موقع العجلة:

3-1:التصميم:

يعمل نظام TPMS مع التعرف على موقع العجلة على مراقبة ضغط الهواء في الإطارات أثناء قيادة المركبة ،أما أثناء توقف السيارة عن الحركة فإن النظام يواصل رصد ضغط الهواء في الإطارات لفترة قصيرة فقط.

يعمل حساس ضغط الهواء في الإطار على قياس ضغط الهواء في الإطار ودرجة حرارة الإطار معاً ثم يرسل هذه البيانات إلى المستقبل الموجود في غلاف العجلة وعلى فترات منتظمة، وكذلك تتصل اللواقط Antennas مع وحدة التحكم بضغط الإطارات من خلال خطوط محمية عالية التردد (HF).

- تترجم(تقيّم) البيانات في وحدة التحكم الخاصة بضغط الإطارات وترسل إلى وحدة تحكم موجودة في لوحة القيادة، حيث يشار إلى الرسائل والتحذيرات من خلال مصباح خاص في لوحة العدادات أو في شاشة عرض معلومات السائق تبعاً لنوع السيارة.



3-2: ماذا يمكن أن يلاحظه السائق؟ What is Detected?

يعمل نظام TPMS مع التعرف على موقع العجلة باستمرار على التعرف على ظروف الإطارات في الحالات الآتية:

- **فقدان بطيء للضغط** :حيث يتم إعلام السائق بضرورة تفقد ضغط الهواء في الإطارات والتصحيح إن لزم الأمر.
- **فقدان مفاجئ للضغط** وعندها يتم تحذير السائق مباشرة.
- **فقدان للضغط والسيارة متوقفة** وأيضاً يتم تحذير السائق فوراً عند تشغيل السيارة.

إن استخدام أربعة لواقط يمكنّنا من التعرف على التغيرات في ضغط أي إطار مباشرة من قبل نظام مراقبة وحدة تحكم نمطية خاصة.

3-3:الإطار الاحتياطي: Spare Tire

في كل من موديلات Phaeton & Touareg تم تجهيز الإطار الاحتياطي بحساس مراقبة ضغط الهواء، حيث يتم استقبال الإشارات في نظام Phaeton من قبل اللواقط وحسب هذا التصميم يكون الإطار الاحتياطي مجهزاً بأقصى ضغط للهواء وإلا فإن نظام TPMS يستشعر بأن الإطار الاحتياطي غير جاهز.

بالمقابل وحسب تصميم Touareg لايتم مراقبة ضغط الإطار الاحتياطي عندما لا يكون قيد الاستخدام.

Damascus University

الإجراءات العملية: " Operation "

1. حسب تصميم Touareg :

يمكن العثور على وظائف TPMS في القائمة الخاصة بالتحكم بضغط الإطارات بعد الدخول إلى القائمة الرئيسية لبرنامج التشغيل/نظام معلومات السائق والقائمة الفرعية« إعدادات الراحة "Convenience Setup مع ضرورة كون السيارة متوقفة.



تمكننا هذه الوظائف من الوصول إلى:

وهنا يتم عرض الضغط المراقب:MON.PRESS والمخزّن من قبل السائق.

أو بداية عملية التعلم (الإدخال)،وهنا يجب أن يتم بعد تصحيح ضغط:STORE الإطارات أو استبدال العجلات(عند التبديل للإطارات الشتوية مثلاً).

ب- حسب تصميم Phaeton :

يتم تشغيل نظام TPMS باستخدام نظام المعلومات والترفيه Infotainment System من قائمة المركبة.

تمكننا هذه الوظائف من الوصول إلى:

- تستخدم هذه الوظيفة بعد: New SPEC .PRESSURE تصحيح ضغط هواء الإطارات أو استبدال العجلات.

أخيراً نذكر أنه تكون رسائل التحذير لنظام TPMS مع التعرف على موقع العجلة مؤلفة من رمزين(علامة ورمز تحذير) تظهر وسط الشاشة.

3-4: رسائل تحذير ضغط هواء الإطارات:

Tire Pressure Warning Messages

1- مع انخفاض ضغط الهواء في الإطار بحدود 0.3-0.4 bar :

يطلق البرنامج تحذير بسيط soft warning حيث تظهر العلامة الخاصة بالإطار على الشاشة بلون أصفر مع تحذير صوتي لمدة 5 sec ويتكرر ذلك عند كل عملية تشغيل للسيارة، وتختفي هذه العلامة بعد 5 sec ويبقى هناك رمزاً صغيراً ظاهراً على الشاشة حتى تتم عملية تعديل ضغط الهواء، مع الإشارة إلى أن هناك بعض الموديلات لا تظهر هذه العلامة الصغيرة.



2- يقوم النظام بإظهار رسالة تحذير خطيرة hard warning عندما ينخفض الضغط أكثر من 0.4bar ،أو في حال فقدان ضغط هواء الإطار بشكل سريع بحدود 0.2 bar/min ،مع ضرورة الانتباه أنه من غير الممكن إخفاء هذا الرمز بالضغط على الزر الخاص بالنظام، وكذلك في حال فقدان الضغط والسيارة متوقفة فإنه يتم عرض رسالة التحذير مباشرة عند تشغيل السيارة، وخلال 5-7 min يقوم النظام بالتحقق مرة أخرى فيما إذا تم تصحيح ضغط الإطار، وفي حال تم التصحيح تختفي الإشارة من الشاشة.



3- عندما يكون النظام في وضعية التعلم(البرمجة) : ستظهر على الشاشة علامة تدل على أن نظام TPMS غير متاح حالياً، وتختفي هذه العلامة الكبيرة بعد خمس ثوان وتبقى على الشاشة علامة صغيرة لحين الانتهاء من عملية البرمجة.

- عادة يتم استخدام نفس العلامة السابقة للإشارة إلى وجود خطأ في النظام "system fault".



3-5: عملية برمجة النظام: SYSTEM LEARNING PROCESS

من الضروري بعد كل عملية تبديل للإطار القيام بأعمال برمجة النظام، ويتم ذلك باستخدام STORE لسيارات Touareg أو من قائمة New spec.Pressure لسيارات Phaeton .

يمكن أن تشمل التغيرات على الإطارات:

*تصحيح ضغط الهواء في الإطارات عند تركيب أنواع مختلفة من الإطارات.

*تغيير حساسات مراقبة الضغط لعجلة أو أكثر (مثال : تبديل الإطار إلى إطار شتوي أو استبدال إطار تالف).

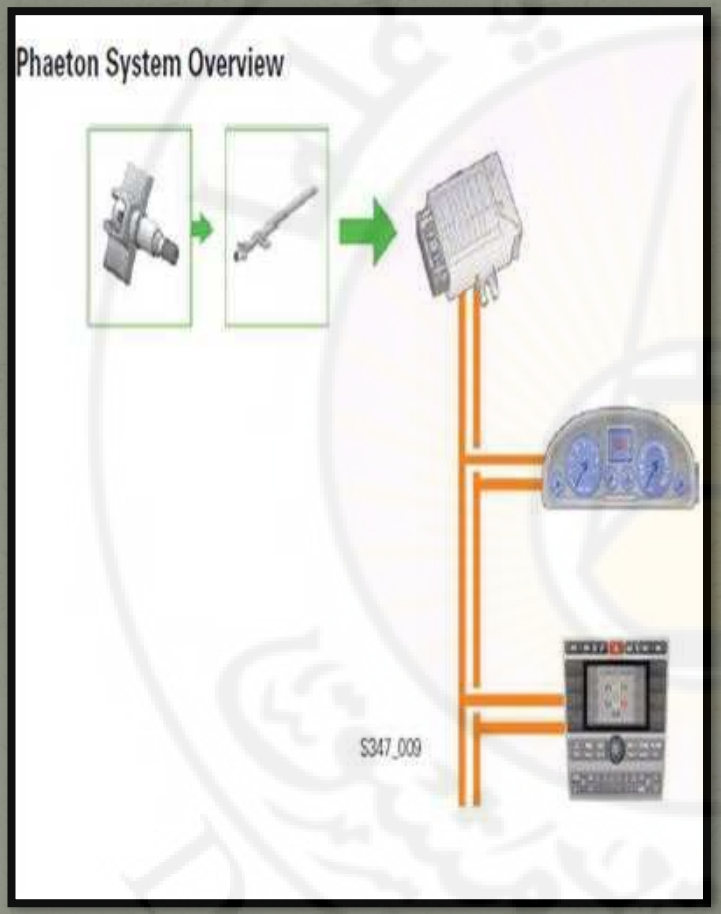
تتضمن عملية التعلم (البرمجة) ما يلي:

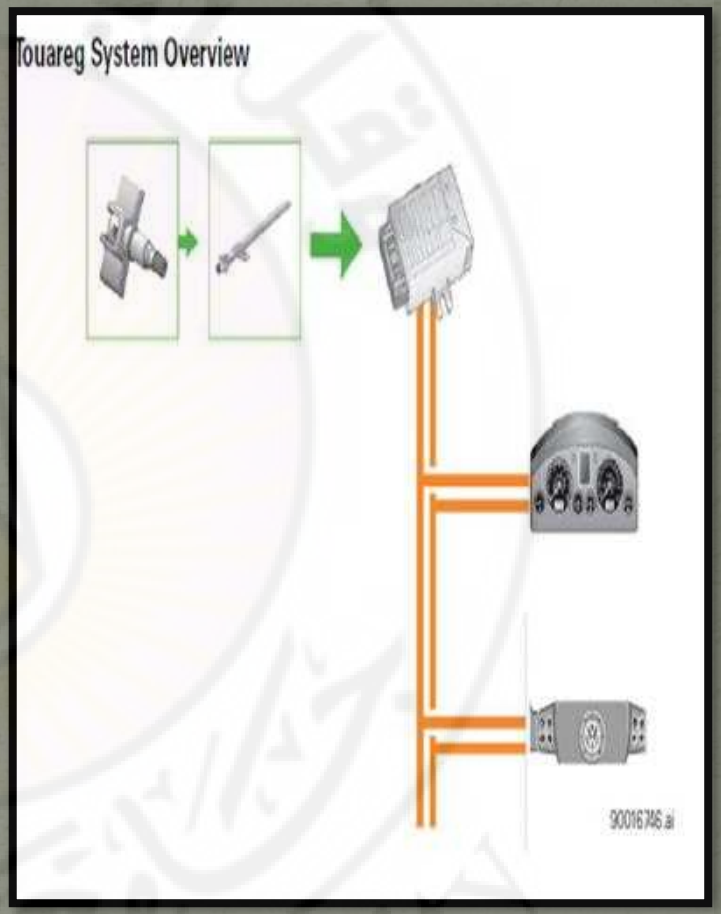
- الكشف على ضغط هواء الإطار.
- قبول ضغط الهواء الفعلي للإطار كضغط محدّد.
- التحقق من وجود حساس مراقبة الضغط في مكانه الصحيح.
- التحقق في ماإذا كان موقع الحساس قد تم تغييره وعندها من الضروري تخزين الموقع الجديد.

3-6:المتطلبات الوظيفية:FUNCTIONAL REQUIREMENT

حتى يعمل نظام TPMS بشكل صحيح لابد من توفر المتطلبات الآتية:

- تجهيز الإطار إلى الضغط الصحيح.
- أن لا تتداخل الإشارات الراديوية الخارجية مع الاتصال اللاسلكي بين حساس مراقبة ضغط الإطار والهوائي(اللاقط).
- أن تكون البطاريات الخاصة بحساسات مراقبة الضغط في حالة جيدة ومشحونة، علماً أن عمر البطارية يصل إلى ما يقارب عشر سنوات.





PHAETON&TOUAREG SYSTEM OVERVIEW

3-7: مقارنة نموذجية بين التصميمين:MODEL

PHAETON	TOUAREG
تتم العملية من خلال الدخول إلى نافذة *Vehicle* والقائمة *Infotainment system*	تتم العملية من خلال الدخول إلى قائمة *Convenience setup* والعمود *multi-function* أو *steering wheel steering column switch*
يتم مراقبة ضغط الإطار الاحتياطي	لاتتم مراقبة ضغط الإطار الاحتياطي

3-8: ال

حساس

*الإعدا

وترسل ا

تغييره أ

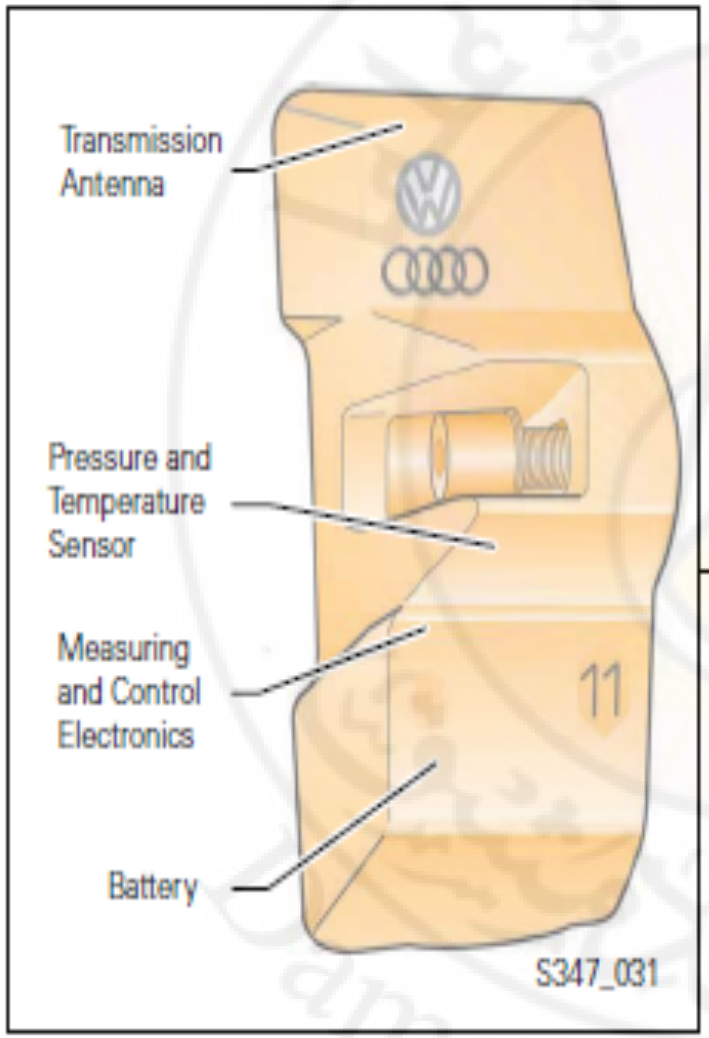
يتكون

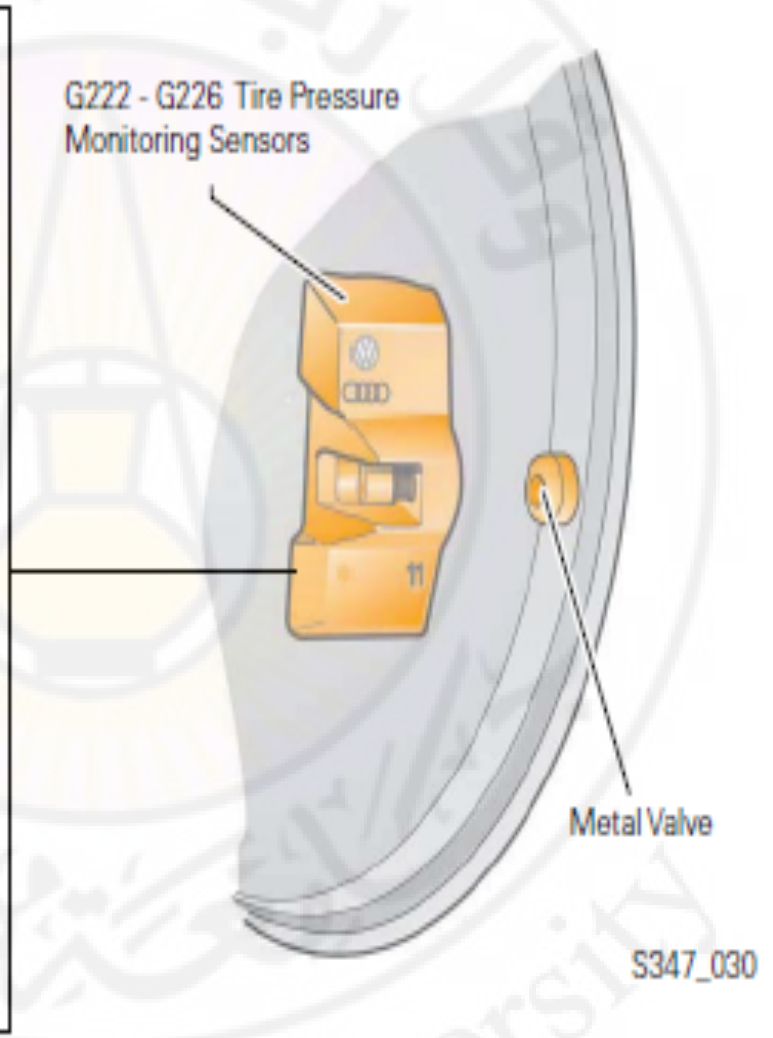
1) لاق

2) حس

3) مكو

4) بطا

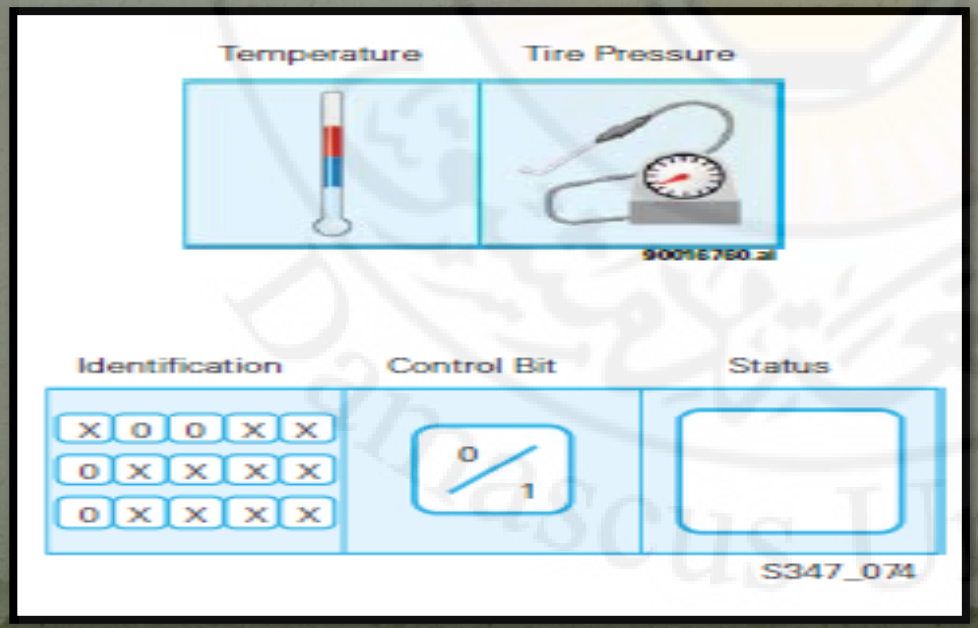




عملية إرسال المعلومات: SENT INFORMATION

تعمل حساسات الإطارات على إرسال البيانات المتعلقة بـ:

- ضغط هواء الإطار.
- درجة حرارة الإطار.
- الحالة الفنية للبطارية.
- وضعية وتزامن والتحكم بالمعلومات المرسلة اللازمة للعمل بأمان.



فترات الإرسال:TRANSMISSION INTERVALS

تعمل الحساسات على مراقبة وإرسال البيانات المتعلقة بضغط الإطار كل 54sec وفي حال ازداد مقدار انخفاض الضغط في الإطار عن 0.2 bar فإن فترة إرسال المعلومات تتم كل 850 msec .

في حال وجود أي خلل في الضغط تعمل الحساسات على إعلام السائق بالإطار الذي انخفض ضغط الهواء فيه، وكذلك الأمر حال حدوث عطل ما للحساس يتم إرسال رسالة خاصة بهذا العطل لإنذار السائق.

3-9:لواقط الإشارة في نظام TPMS :

Tire Pressure Monitoring Antenna R59-R62

الوظيفة:

يستلم كل لاقط الإشارات الراديوية ومن جميع الحساسات ضمن مجال مداه وفي حال كان هناك أكثر من إشارة يتم استلامها فإن النظام يقيس الإشارة الأقوى لتقرير الإشارة الأقرب.

يتم إرسال الإشارات المستلمة من اللواقط إلى وحدة التحكم لمعالجتها ضمن الوحدة.

تأثيرات العطل في اللواقط: EFFECT UPON FAILURE

1- **في حال حدوث عطل في أحد اللواقط(عدم الحصول على إشارة)** فإن النظام يبقى قيد العمل وذلك لأن اللواقط الثلاثة الأخرى مازالت تستلم الإشارات من حساسات نظام TPMS .

2- **في حال حدوث عطل في لاقطين في الوقت نفسه** فإن نظام TPMS لن يكون قادراً على متابعة العمل ويتم إرسال رسالة بوجود عيب معين في النظام.

10-3:الخدمة والتشخيص:SERVICE&DIAGNOSIS

يمكن فحص وتشخيص أعطال وحدة التحكم في نظام TPMS بواسطة أداة الفحص والتشخيص VSA Scan Tools .

*اكتشاف الأعطال في نظام TPMS :

في حال حدوث عطل في حساس واحد من حساسات النظام فإن ضوء التحذير الخاص به في تابلوه السيارة سيضيئ ،وفي حال حدوث عطل في أكثر من حساس فإن دورة عمل النظام لن تكتمل وفي هذه الحالة يقرر الضغط في الإطار ذو الحساس المعطّل .

3-11 استبدال وحدة التحكم الإلكتروني لنظام J502 TPMS :

REPLACING TIRE PRESSURE MONITORING CONTROL MODULE J502

عند استبدال وحدة التحكم الإلكتروني للنظام لابد من القيام بالإجراءات الآتية:

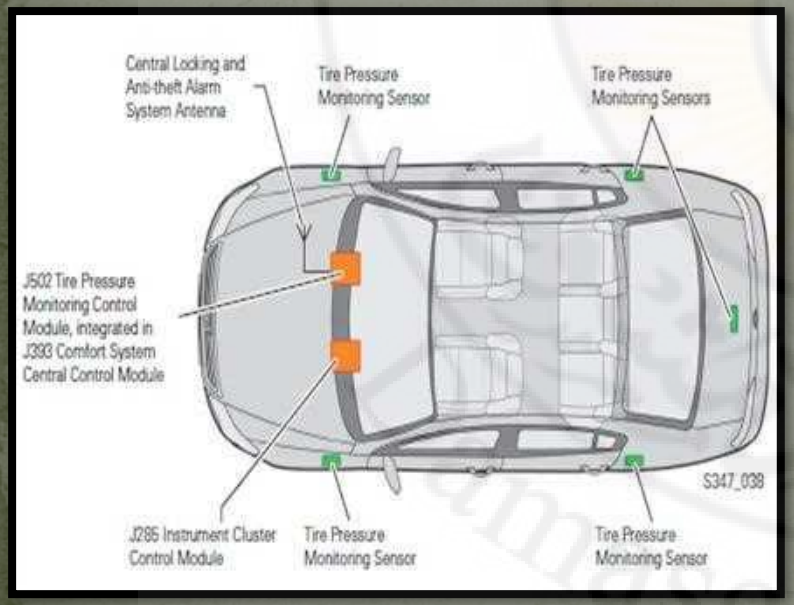
1. تشفير النظام باستخدام أداة الفحص VSA .
2. تجهيز الإطارات للضغط المحدد على علامة ضغط الإطار.
3. لقبول الضغوط الجديدة لابد من الذهاب إلى قائمة VEHICLE حسب تصميم PHAETON أو إلى إعدادات الرحلة في قائمة MFI حسب تصميم TOUAREG .
4. أخيراً تبدأ عملية تعريف النظام بمجرد قيادة المركبة.

4: نظام مراقبة الضغط TPMS دون تمييز موقع العجلة:

Tire Pressure Monitoring without Wheel Position Recognition

4-1:التصميم :DESIGN

تعمل الحساسات على إرسال البيانات المطلوبة وعلى فترات منتظمة إلى الأنظمة المختلفة في السيارة مثل نظام منع السرقة ونظام القفل المركزي وصولاً إلى وحدة التحكم لنظام J502 TPMS .

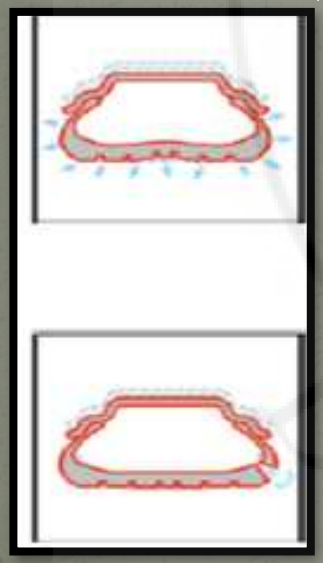


يجب أن يعطى الضغط الصحيح للإطارات من قبل الشركة المصنّعة في النشرات الفنية ولابد من التقيّد به ولكن عند الحاجة إلى تغييره لابد من مسح القيمة السابقة وتعيين القيمة المختارة باستخدام جهاز التشخيص VSA .

4-2:مايتم تشخيصه واكتشافه:WHAT IS DETECTED

يعمل نظام TPMS دون تحديد موقع العجلة على استشعار حالتين حرجتين لضغط الإطار وإعلام السائق من خلال لمبة تحذير خاصة في تابلوه السيارة، والحالتان هما:

1. **ارتفاع كبير غير مفاجئ في ضغط الإطار** وذلك عندما يصبح الضغط أعلى من 0.4bar ويتم إنذار السائق برسالة تحذير مع صوت رنين خاص.
2. **ارتفاع مفاجئ في ضغط الإطار عن القيمة المعيارية** وفي مجال بحدود 0.2bar / min وهنا أيضاً يتم إنذار السائق برسالة تحذير مع صوت رنين خاص.



في حال فشل مكونات النظام في تحديد التغير الحادث في الضغط فإن لمبة التحذير ستنبّه السائق بهذا الخصوص وأن النظام اكتشف هذا التغير.

4-3: الإطار الاحتياطي:SPARE TIRE

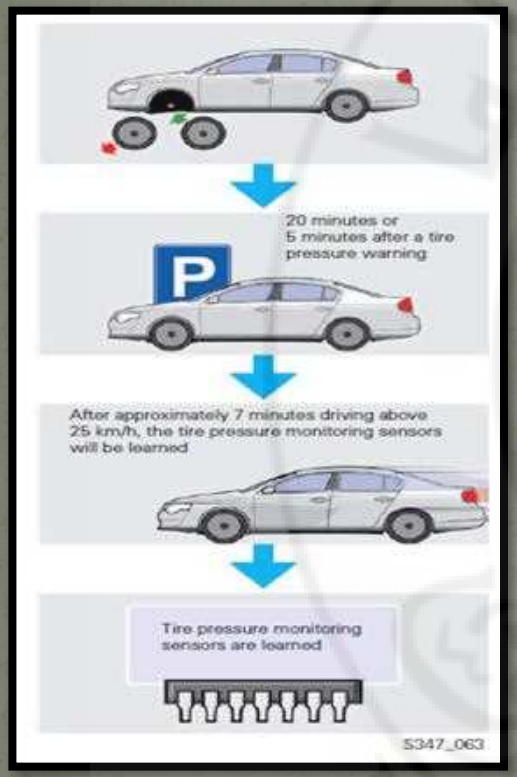
عادة يتم تجهيز الإطار الاحتياطي بحساس خاص بضغط الهواء ولكن عندما يكون الإطار الاحتياطي غير مركب فمن الطبيعي أن هذا الحساس لن يرسل أية إشارات.

أما بقية الحساسات المركبة على العجلات فإنها تبدأ بإرسال الإشارات المطلوبة عندما تتجاوز سرعة المركبة 25Km/hr حيث تبدأ وحدة التحكم باستقبال المعلومات ومعالجتها ومقارنتها مع القيم المخزنة فيها وكذلك من مهام هذه الوحدة التعرف على الحساس الجديد الذي يتم تركيبه.

يبين الجدول التالي رسائل التحذير الخاصة

بالنظام: الرسالة النصية Text Messages	الإشارات الصوتية Acoustic Signals	الإشارات البصرية Visual Signals	الحالة State
لا شيء	لا شيء	تظهر إشارة العجلة  لمدة 2sec	المحرك في وضعية التشغيل Ignition On
ضغط الإطار منخفض بشدة	تنبيه صوتي (رنين)	تظهر علامة الإطار باستمرار حتى يتم التصحيح  للضغط الصحيح	انحراف ضغط الإطار بقيمة أكبر من 0.4bar
ضغط الإطار منخفض	تنبيه صوتي (رنين)	تظهر علامة الإطار باستمرار حتى يتم التصحيح للضغط  الصحيح	تغير مفاجئ في ضغط الإطار أكثر من 0.2bar/ min
لا شيء	لاشيء	تظهر علامة الإطار باستمرار حتى يتم التصحيح  للضغط الصحيح	وجود عيب في النظام أو هناك تداخل في موجات الإرسال

4-4:عملية تعليم (برمجة)النظام:SYSTEM LEARNING PROCESS



في حال تم تغيير أي إطار احتياطي من إطارات السيارة لابد من الانتقال إلى وضعية تعريف وحدة التحكم حتى تتمكن الوحدة من استشعار إشارة حساس الضغط.

حتى نتمكن من تنفيذ عملية التعريف بنجاح لابد من توقف السيارة عن الحركة لمدة عشرين دقيقة ومفتاح التشغيل في وضع ON أو خمس دقائق بعد عرض رسالة التحذير وإلا فإن عملية التعريف ستفشل.

تستغرق عملية التعريف بحدود 2-15 min

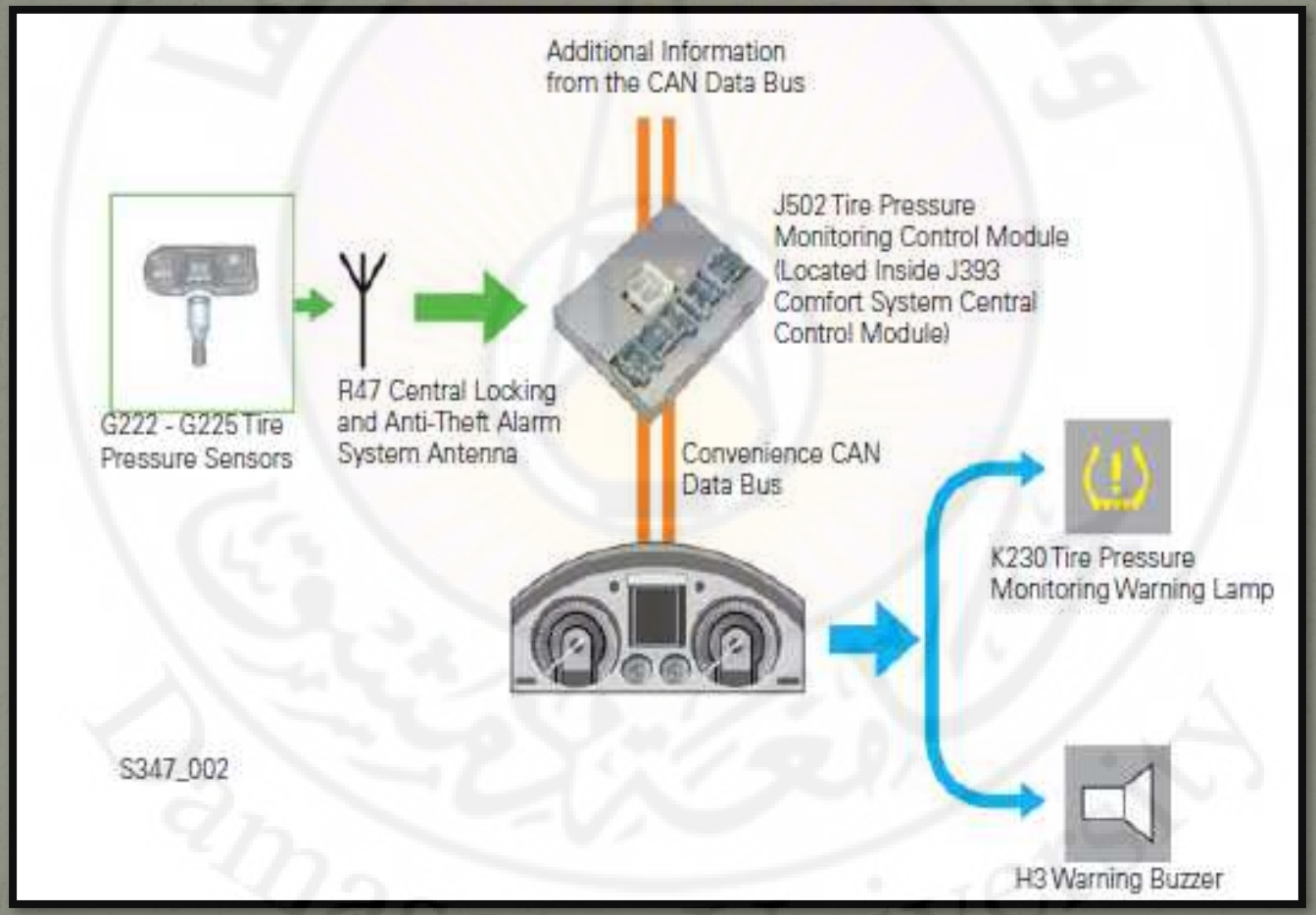
وبعدها تختفي رسالة التحذير من التابلوه ويعود النظام للعمل وتقوم الحساسات بإرسال البيانات حالما تتجاوز سرعة السيارة 25 km/hr .

4-5:المتطلبات /الوظيفة: /FUNCTION REQUIREMENT

كما هو الحال مع نظام TPMS مع التعرف على موقع العجلة لابد من تحقيق المتطلبات التالية:

1. تجهيز الإطار إلى الضغط النظامي الصحيح.
2. عدم وجود أي تشويش يؤثر على إشارات حساسات الضغط.
3. التأكد من سلامة عمل الحساسات.
4. أن تكون البطاريات المغذية للحساسات في حالة فنية جيدة(وجود طاقة كافية لتعمل الحساسات وإرسال الإشارات)، وعادة يمتد عمر هذه البطاريات إلى عشر سنوات.

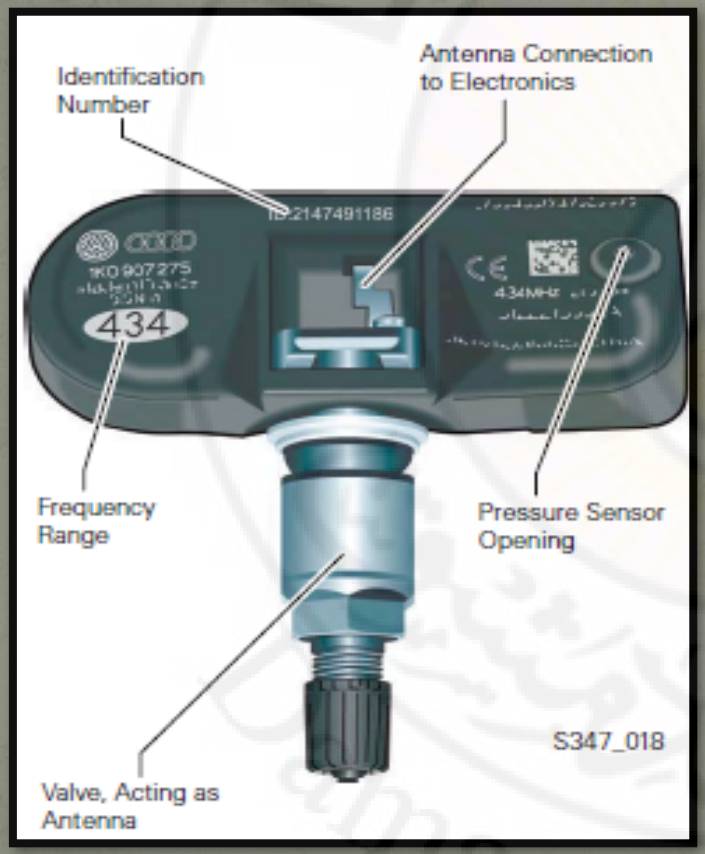
- يبين الشكل التالي نظرة شاملة على النظام:SYSTEM OVERVIEW



4-6: المكونات الكهربائية ELECTRICAL COMPONENETS

حساسات مراقبة ضغط الإطار:

TIRE PRESSURE MONITORING SENSORS



الإعداد:SET-UP

بشكل عام تتكون هذه الحساسات من:

1. حساس الضغط
2. حساس الحرارة
3. حساس التسارع
4. بطارية
5. إلكترونيات تحكم وقياس
6. مرسل الإشارة(الأنتين)

فترات الإرسال:TRANSMISSION INTERVALS

تبدأ عملية إرسال الإشارات من حساسات الضغط بعد بلوغ سرعة المركبة 25km/ hr حيث يتم في البداية إرسال 30 إشارة من العطيات في مدة 15sec ليتم بعدها إرسال المعطيات اللاحقة في مدة 60sec .

يتم إرسال معطيات ضغط الإطار بتواتر(بنمط) سريع عندما ينخفض ضغط الإطار إلى أكثر من 0.2bar وذلك كل 15sec

البيانات التقنية: TECHNICAL DATA

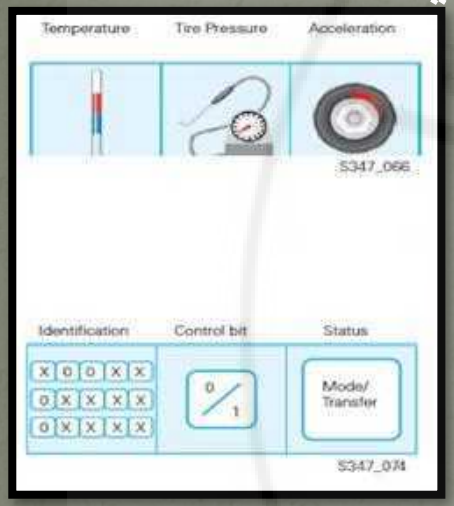
- يتم التزود بالطاقة من بطاريات أيون-ليثيوم مقاومة لدرجات الحرارة العالية وذات عمر استثماري يصل إلى عشر سنوات.
- تردد الإرسال 315MHz
- الوزن مع الصمام 45gr
- درجة حرارة التشغيل (-40…120^{0}C)

تعمل الحساسات وبصورة دائمة على قياس درجة حرارة الإطار الداخلية ومقدار تضخم الضغط ويتم إرسال هذه المعطيات اعتماداً على حالة المركبة، حيث نميّز ما يلي:

1. **إذا كانت العربة متوقفة أو كانت سرعتها أقل من 25km/hr** فلن يتم إرسال أي معطيات إلا إذا استشعر الحساس تغيراً كبيراً في الضغط أكثر من 0.2bar / min .
2. **إذا استشعر الحساس وجود تسارعاً للعربة وسرعة تفوق 25km/hr** فإنه يبدأ بإرسال البيانات(30 DATA) وخلال فترات زمنية بحدود 15sec .
3. **في الحالات الطبيعية** تعمل الحساسات على مراقبة الضغط وإرسال المعطيات كل 1min.
4. **في حال وجود تغير سريع في الضغط أكثر من 0.2bar/min** يعمل عندها الحساس على إرسال المعطيات كل 15sec.

4-7:إرسال المعلومات:SENT INFORMATION

يتم بواسطة حساسات مراقبة ضغط الإطار نقل المعلومات الآتية:



- ضغط الإطار
- درجة حرارة هواء الإطار
- مقدار تسارع العجلة
- الأرقام التعريفية لهم(ID)
- الحالة الخاصة بهم.

حيث يتم استخدام هذه الإشارات المرسلة من الحساسات إلى وحدة التحكم ومراقبة الضغط لتقوم بتحليل هذه الإشارات وإعلام أو إنذار السائق بالوضعية الراهنة.

في حال حدوث عطل في الحساس فإن هذا العطل يتم تخزينه في وحدة التحكم ويتم خلق كود العطل الخاص DTC في ذاكرة الأعطال .

4-8: استخدام المعلومات المرسلة من الحساسات:

USE OF THE INDIVIDUAL INFORMATION FROM THE TIRE PRESSURE MONITORING SENSORS

- ضغط الإطار: يتم تمييز التغيرات في ضغط الإطار باستخدام معطيات ضغط الإطار.
- درجة حرارة هواء الإطار: وتستخدم أيضاً في تخمين مقدار ضغط الإطار.
- تسارع العجلة: يتم مقارنة مقدار تسارع العجلة مع سرعة المركبة اللحظية.
- معلومات الحالة.
- رقم التعريف IDENTIFICATION NUMBER : يزود كل حساس مراقبة ضغط برقم تعريفي ID مكون من عشرة أرقام.

4-9:وضعيات(أنماط عمل) حساس مراقبة الضغط:TIRE PRESSURE MONITORING SENSOR MODE

تمتلك حساسات مراقبة الضغط الأنماط الآتية:

1) **نمط التوقف** PARK MODE:أو نمط توفير الطاقة حيث لا يتم عندها إرسال أي معطيات ولكن تبقى الحساسات مستمرة بأخذ القياسات وجاهزة.
2) **نمط (30-block mode) 30B**: وفق هذه الحالة تقوم الحساسات بإرسال 30 بياناً كل 15sec .
3) **نمط القيادة:** Drive Mode:تكون الحساسات مفعّلة وترسل المعطيات كل 1min .
4) **نمط السكون:**:Sleep Mode عند ركن السيارة لوقت طويل فإن الحساسات تتحول للعمل إلى وضعية السكون وتتوقف عن إرسال المعطيات، وطبعاً تعود مباشرة إلى وضعية نمط القيادة إذا تم تمييز هبوطاً مفاجئاً في الضغط، أو عند قيادة السيارة وتجاوز سرعتها 25km/hr لمدة على الأقل 4min .

4-10:وحدة التحكم ومراقبة ضغط الإطار:

TIRE PRESSURE MONITORING CONTROL MODULE J502:

- تعتبر وحدة التحكم ومراقبة ضغط الإطار J502 وحدة متكاملة مع وحدة التحكم المركزية لنظام الراحة J393 وتمتلك عناوين تشخيصية خاصة.
- في حال فشل هذه الوحدة J502 بإرسال المعطيات إلى شبكة التحكم CAN(CONTROL AREA NETWORK) فإن مصباح التحذير الخاص بضغط الإطار يضاء، وكذلك في حال استبدال وحدة التحكم المركزية لنظام الراحة J393 فإن ذلك سيؤثر على وظيفة IMMOBILIZER ووظيفة بقية الوحدات، وعندها لابد من إدخال كل من أكواد النظام وإدخال ضغط الإطار المحدّد .

4-12: الخدمة:SERVICE

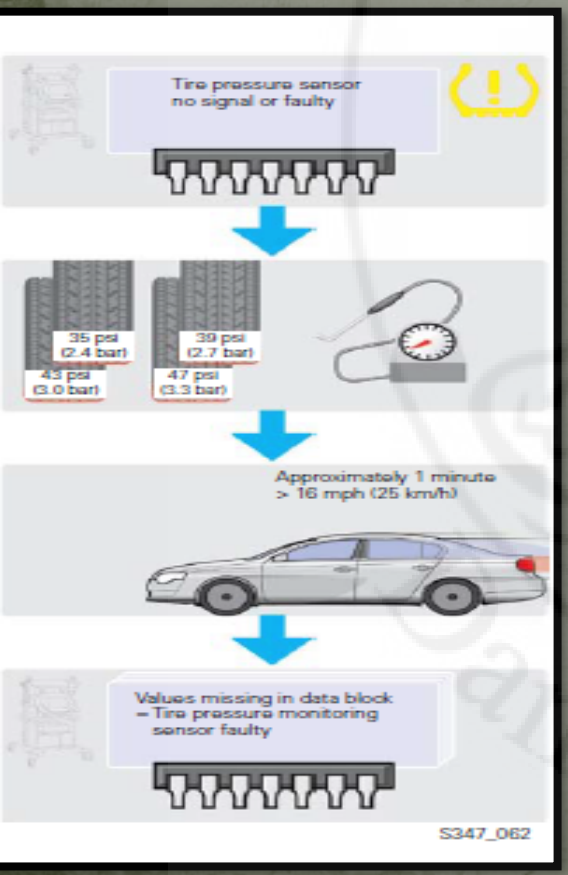
وضع الإطارات بضغوط هواء مختلفة:

SETS of TIRES with DIFFERENT TIRE PRESSURE SPECIFICATIONS

كما ذكرنا سابقاً يتم تحديد ضغط الهواء في الإطارات من قبل الشركة الصانعة وفي حال إجراء تبديل للإطارات لابد من إدخال ضغط الهواء الصحيح ،وكذلك الأمر عند التبديل إلى الإطار الشتوي حيث لابد من التعريف بقيمة ضغط الهواء الصحيح باستخدام أداة التشخيص والفحص VSA SCAN TOOLS **ولايمكن أن يحدث ذلك بشكل أوتوماتيكي.**

13-4:اكتشاف أعطال حساسات مراقبة ضغط هواء العجلات:

DETECTING FAULTY TIRE MONITORING SENSORS



- في نظام TPMS دون تمييز موقع العجلة يقوم لاقط إشارة نظامي القفل المركزي ونظام منع السرقة بالتقاط الإشارات من حساسات مراقبة ضغط الإطارات مع عدم وجود إمكانية تحديد موقع حساس مراقبة الضغط.

تشير العلامات التالية إلى حدوث عطل في حساس مراقبة الضغط:

- ظهور إشارة تدل على حدوث عطل في نظام TPMS
- عدم وجود إشارة أو اتصال لحساس ضغط الإطار ،بمعنى هناك عطل في الحساس.

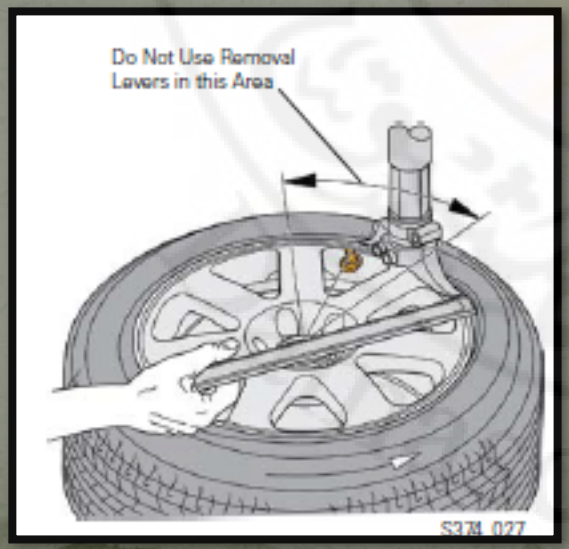
لاختبار أحد الحساسات المسؤولة عن مراقبة الضغط نقوم بما يلي:

1) تجهيز جميع الإطارات بالهواء ولكن عند ضغوط مختلفة(باختلاف كحد أدنى 4psi) ويتم ملاحظة ضغط الإطار مع موقع العجلة الموافق.
2) تحريك السيارة ولو لمدة دقيقة واحدة وبسرعة تتجاوز 25km/hr .
3) قراءة البيانات وبالتالي في حال عدم وجود ما يدل على أن هناك ارتفاع في درجة حرارة الإطار الداخلية أو ما يدل على وجود اختلاف في ضغوط الهواء للإطارات فهذا يدل على أن الحساس عاطل.

4-14:معالجة حساسات مراقبة ضغط الإطار لنظامي TPMS

HANDLING the TIRE PRESSURE MONITORING SENSORS

- يركب حساس مراقبة ضغط الإطار عادة داخل فتحة صمام العجلة ويكون مثبتاً بشكل آمن.
- من الضروري عند القيام بتبديل الإطار إبعاد أدوات فك الإطار عن الصمام لحمايته من الضرر.



أخيراً لابد من تبديل حساسات مراقبة ضغط الإطار في الحالات الآتية:

1) عندما تكون البطارية الخاصة بالصمام غير مشحونة(فارغة).
2) حدوث عطل في صمام مراقبة الضغط.
3) حدوث عطل في صمام TPMS.

.....

.....

.....

نهاية الباب الرابع

الأنظمة الحديثة في السيارات

- الباب الثاني : أنظمة التحكم الالكتروني في السيارة
  - الفصل الرابع : نظام منع إقفال العجلات ABS
  - الفصل الخامس : نظام توزيع قوة الكبح الالكتروني EBD
  - الفصل السادس : برنامج الاستقرار الالكتروني ESP
  - الفصل السابع : نظام التحكم بالجر TCS

Anti-Lock Braking System (ABS)

نظام منع إقفال (انغلاق, انزلاق) العجلات



لمحة تاريخية

- بدأت الشركات المصنعة عام 1952 مثل شركة Dunlop باستخدام نظام ABS على طائرة.
- استخدم ABS عام 1969 على عجلة خلفية فقط من قبل فورد.
- استخدم ABS عام 1971على العجلات الأربعة من قبل كرايزلر .
- بدأت شركة مرسيدس عام 1978 الإنتاج الشامل لأنظمة Bosch ABS
- منذ أوائل التسعينيات اصبح ABS نظاماً معتمداً في السيارات المتوسطة والصغيرة بسبب انخفاض التكاليف والكفاءة المتزايدة للنظام.
- في الاتحاد الأوروبي : يفترض وجود ABS على جميع سيارات الركوب الجديدة التي تم بيعها في الاتحاد الأوروبي منذ عام 2004 .
- في الولايات المتحدة ، فرض ABS بالتزامن مع التحكم الإلكتروني في الثبات ESC اعتبارًا من 2013 .

الهدف من النظام

تزود السيارات بنظام ABS **لمنع العجلة من الإقفال عند الكبح الشديد وفي الشروط المتنوعة للطريق**.

نتيجة لذلك، **أثناء الكبح الشديد، يحتفظ السائق باستقرار العربة**، مع **الاحتفاظ بالسيطرة (الانقيادية) للعربة** وبحدودها القصوى .

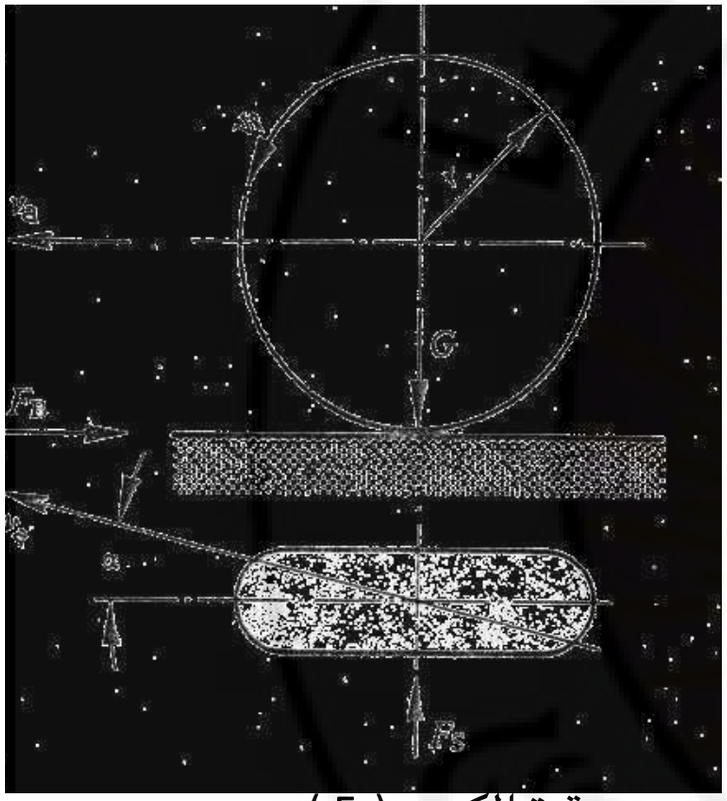
لتوضيح أهمية نظام ABS نطرح الأسئلة التالية :

ماذا يحدث إذا أقفلت العجلة ؟

ماذا يحدث إذا أقفلت العجلات الأمامية ؟

ماذا يحدث إذا أقفلت العجلات الخلفية ؟

مفاهيم فيزيائية و تعريفات



قوة الكبح : (F_B)

القوة الجانبية : (Fs)

(Va) سرعة حركة السيارة الخطية.

معامل قوة الكبح(μ_B)

وزن السيارة(G)

(V_f) سرعة العجلة المحيطية

(μ_s) معامل القوة الجانبية

(α) زاوية الانحراف الجانبي

- **القوى المؤثرة في العجلة Tire Forces :**

قوة الدفع F_D أو قوة الكبح F_B ،

قوة جانبية F_S ، قوة الوزن الناظمية F_N

وهناك قوة مقاومة الهواء وقوة مقاومة التدحرج.

$$F_B = \mu_B x F_N \qquad F_S = \mu_S x F_N$$

- **قوة الاحتكاك الكلية Friction Force:**

ترتبط قوة الاحتكاك F_R بالقوة الناظمية F_N بالعلاقة:

$$F_R = \mu x F_N$$

- **μ friction utilization coefficient**

معامل الاستفادة من الاحتكاك

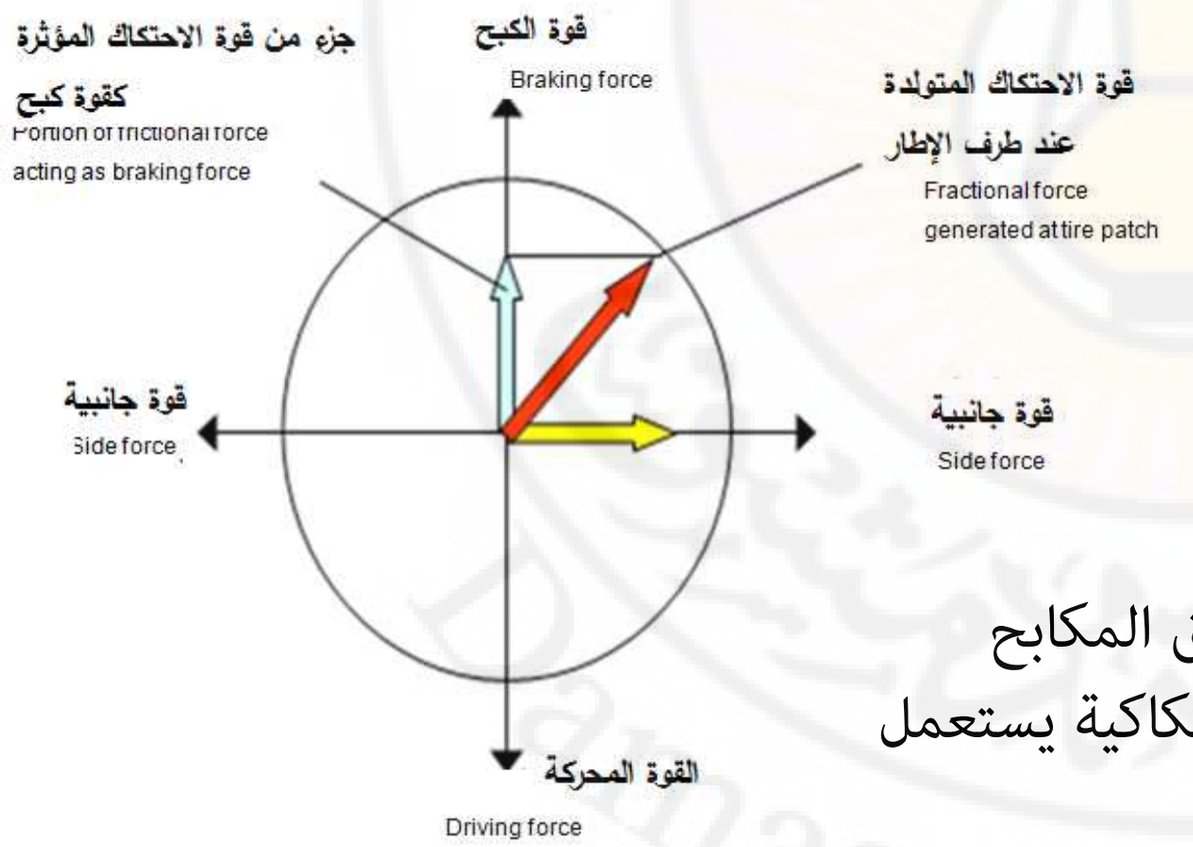
يرتبط بخصائص الإطار و سطح الطريق

مفاهيم فيزيائية و تعريفات

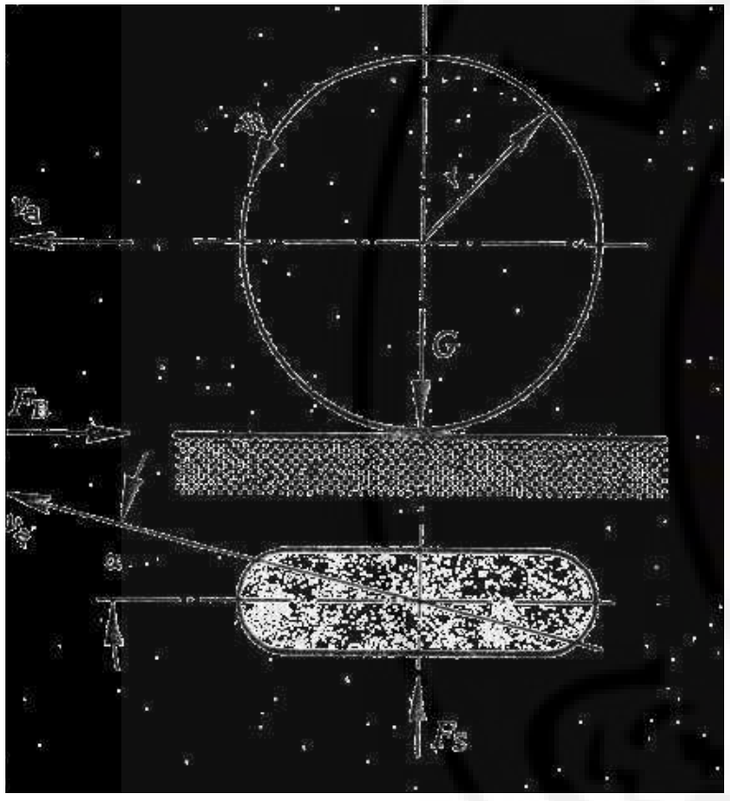
دائرة كام الاحتكاكية Kamm's friction circle :

تبيّن العلاقة بين قوة الاحتكاك الكلية والقوة الجانبية وقوة الكبحة أو قوة الدفع.
تَـفترض دائـرة الاحـتكاك أن هـناك قـوة احـتكاك مـتساويـة بـين الإطـار وسـطح الـطريـق وبـكل الاتجاهات

- أثناء الانعطاف مع سرعة ثابتة تكون كامل قوة الإطار الاحتكاكية عبارة عن قوة جانبية تقوم بتحريك العربة.
- عند تطبيق الكبح أثناء الانعطاف فإن جزء من القوة الاحتكاكية للإطار تستعمل كقوة للكبح ، مما يخفّض من قيمة القوة الجانبية.
- بالمقابل فإن انعطاف دولاب القيادة أثناء تطبيق المكابح تُخفّض قوة الكبح لأن جزء من قوة الإطار الاحتكاكية يستعمل عادة للكبح ويسبب زيادة قوة الانعطاف.



مفاهيم فيزيائية و تعريفات



سرعة حركة السيارة الخطية (Va)
سرعة العجلة المحيطية (V_f)
زاوية الانحراف الجانبي (α)

- **السرعة المرجعية Reference speed :**

هي السرعة الوسطية للسرعات المحيطية للعجلات الأربع.

- **الانزلاق Slip :**

هو الفرق بين سرعة العربة والسرعة المحيطية للعجلة
تحدد نسبة الانزلاق كنسبة مئوية :

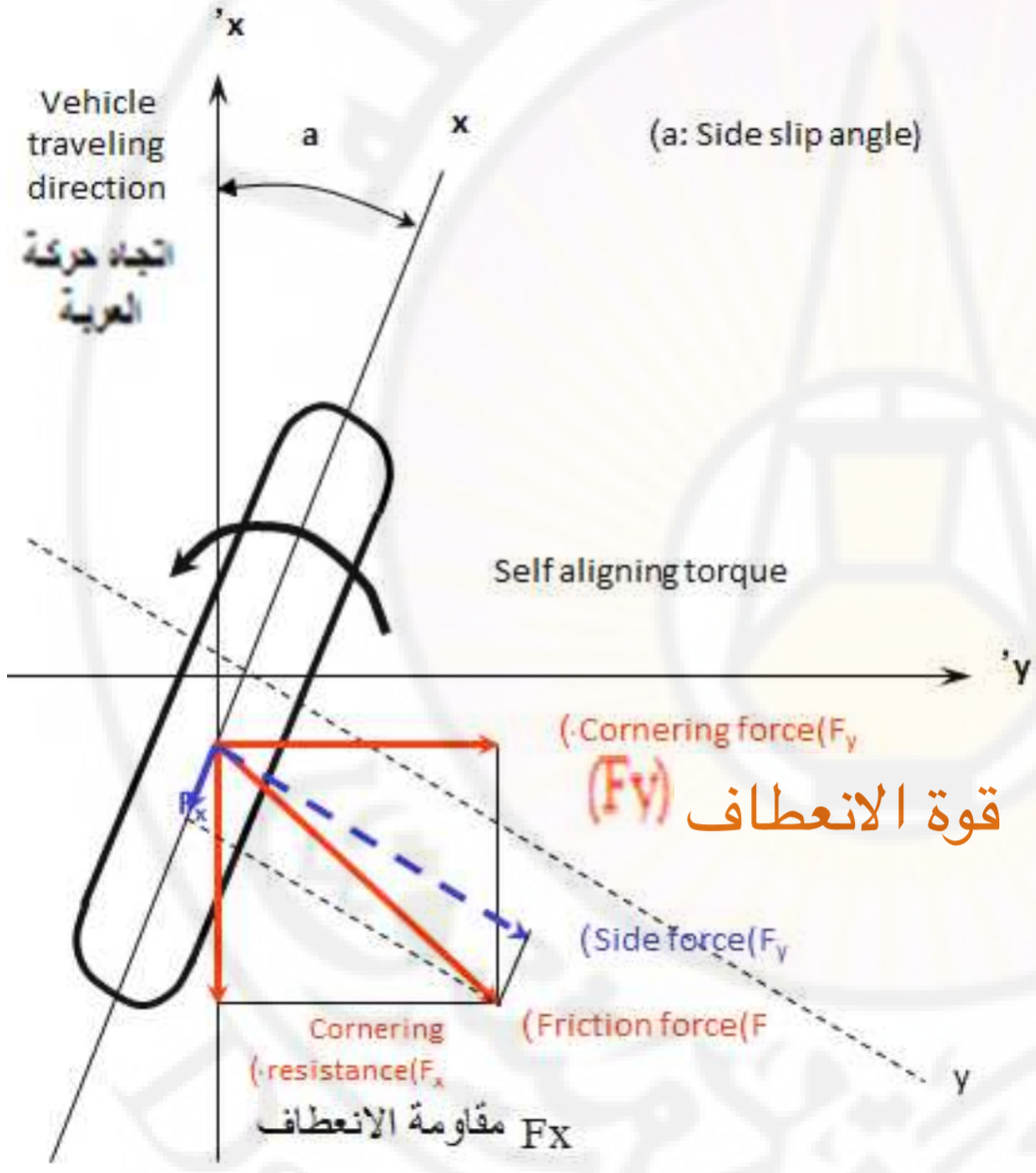
نسبة الانزلاق = $(V_a - V_f)/ V_a \times 100\%$

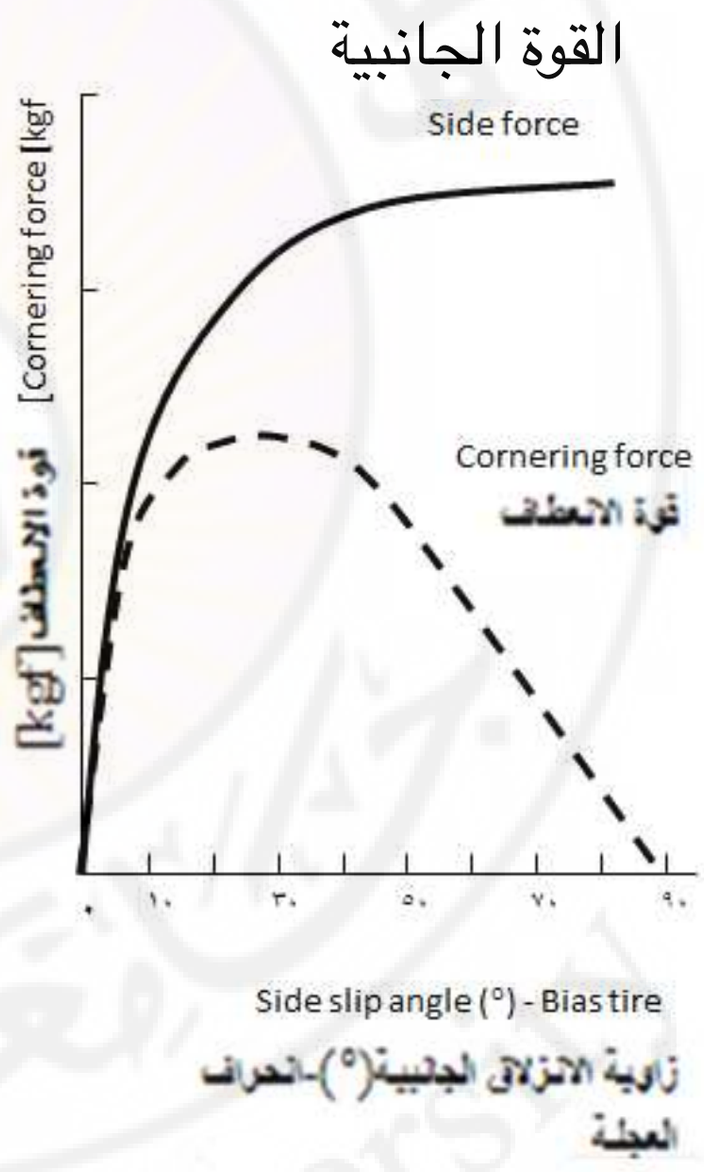
يبلغ الانزلاق أعلى قيمة ممكنة (100%) عند انغلاق المكابح على العجلة وأدنى قيمة (0%) عند تدحرج العجلة بحرية.

- **زاوية الانزلاق (الانحراف) الجانبي Side slip angle :**

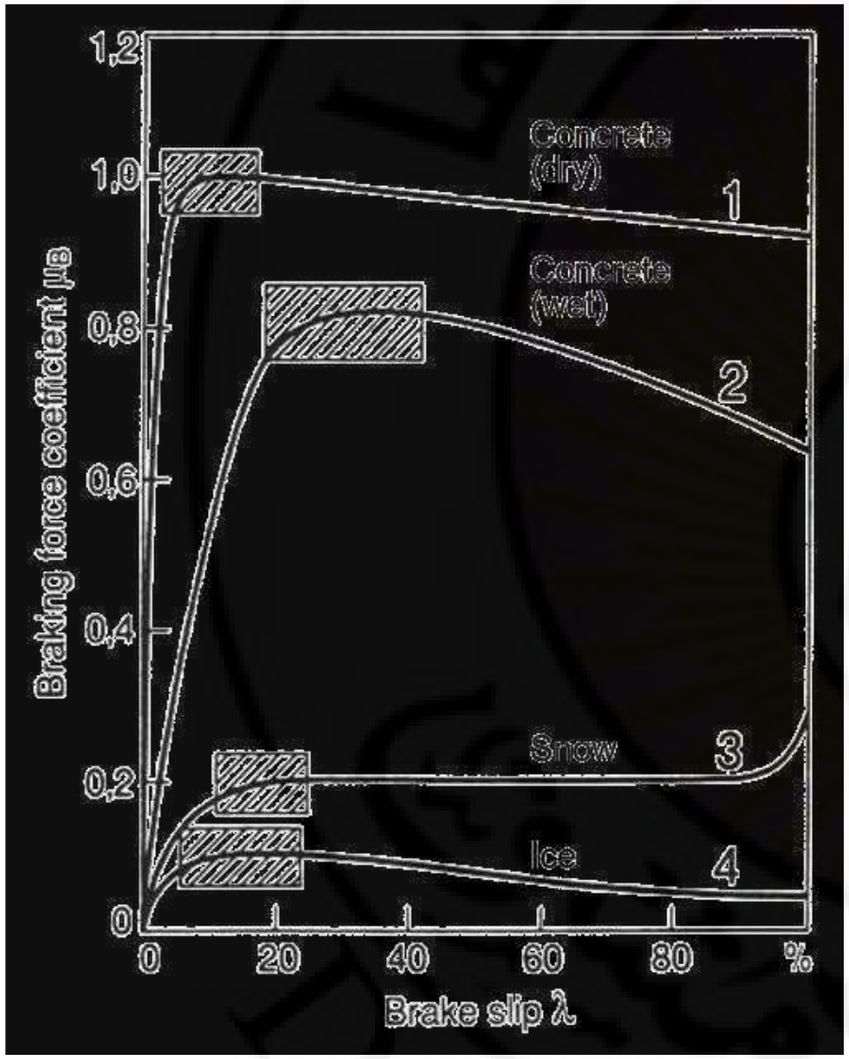
مقدار انحراف مسار العجلة عن المسار الفعلي.

العلاقة بين القوى المختلفة المؤثرة بالعجلة :





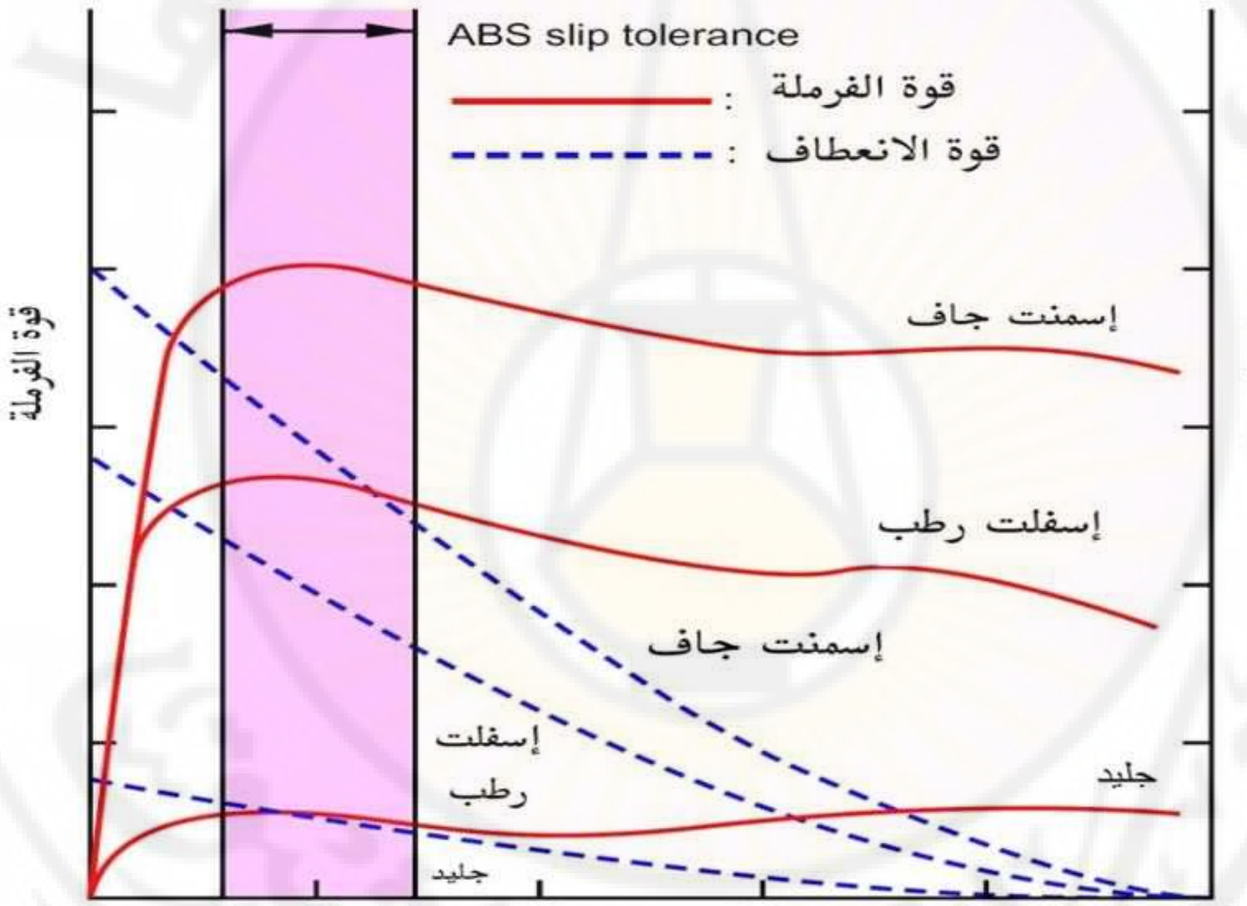
معامل قوة الكبح μ_B كتابع لانزلاق الكبح على طريق مستقيم



- قوة الكبح القصوى ← عند انزلاق 30 ~ 10 ٪
- هذا يعني أن دوران الإطارات ضروري لتحقيق أقصى قوة كبح.
- تنخفض قيمة الانزلاق المثلى مع انخفاض معامل الاحتكاك على الطرق

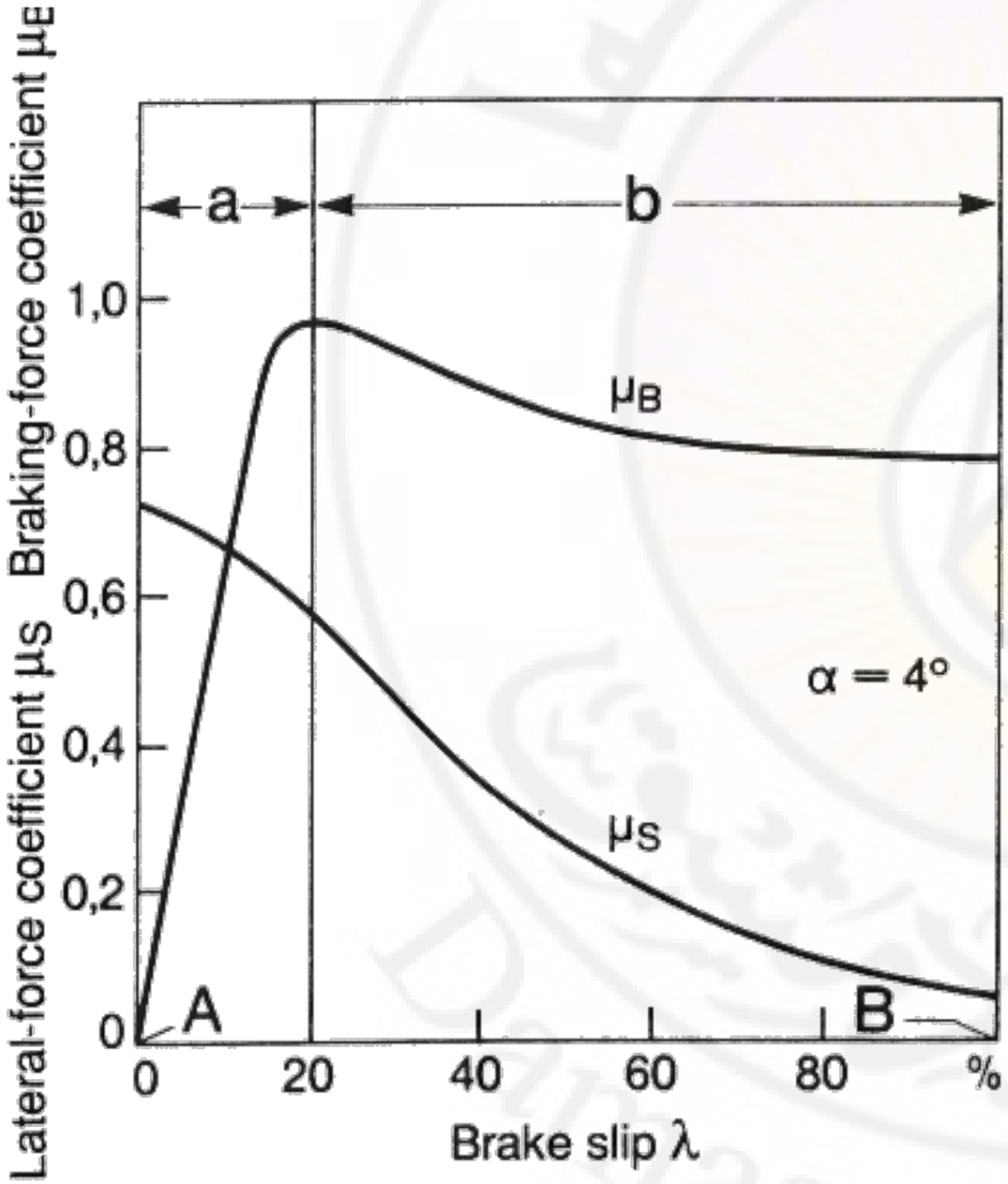
حالة الطريق	معامل قوة الكبح μ_B
اسمنت جاف	0.8 ~ 1
اسفلت رطب	0.65 ~ 0.2
جليد	0.1 ~ 0.05

قوة الفرملة و قوة الانعطاف كتابع للانزلاق



$$\text{نسبة الانزلاق} = \frac{\text{سرعة السيارة} - \text{سرعة العجلات}}{\text{سرعة السيارة}} \times 100\%$$

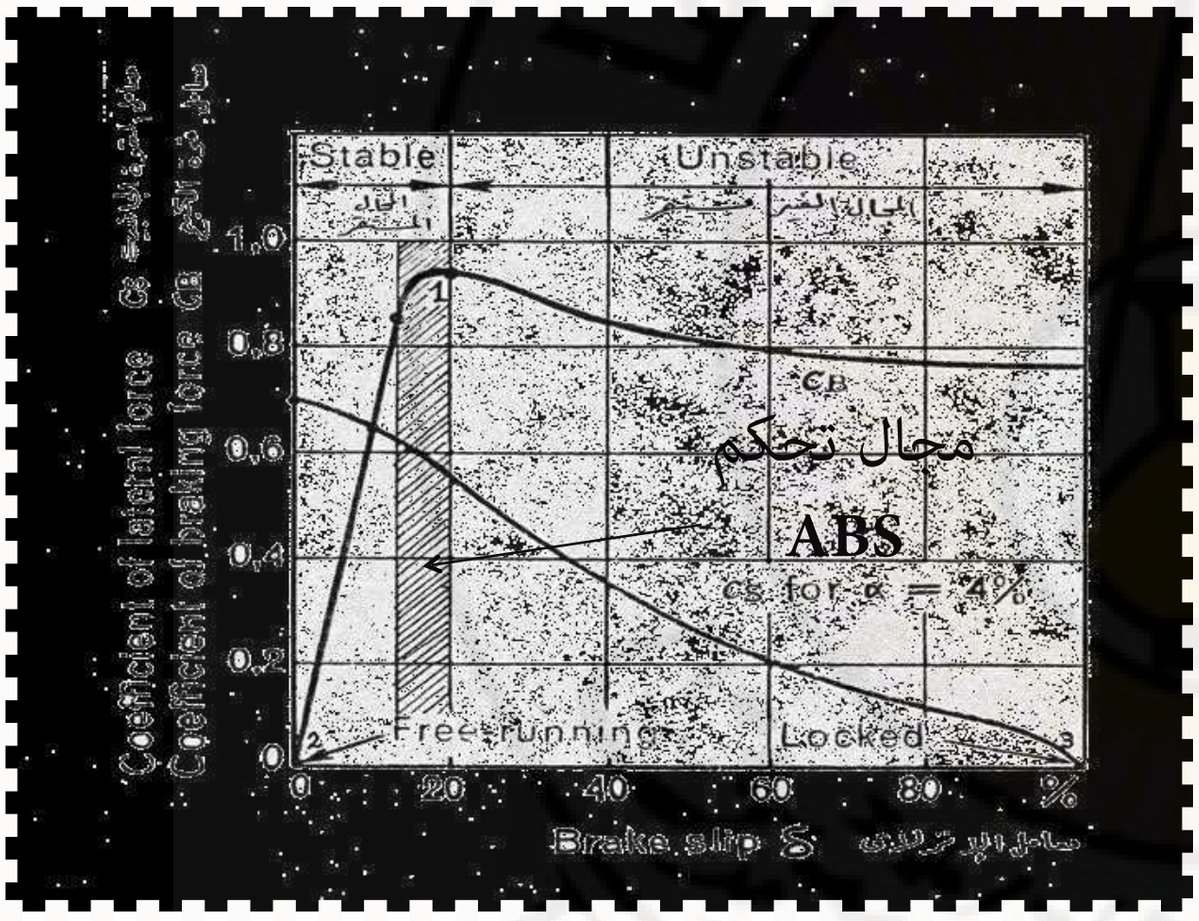
معامل قوة الكَبح μB ومعامل القوة الجانبية μS كتابع لانزلاق الكبح



المجال المستقر	*a*
المجال غير المستقر	*b*
لا يوجد انزلاق	*A*
انزلاق كامل 100%	*B*

يكون معامل القوة الجانبيِة أعظمياً عندما يكون انزلاق الكبحِ صفر. مع زيادة انزلاق الكبح ، ينخفض هذا المعامل حتى يصل وببطء إلى أخفض نقطة عندما تكون العجلة مغلقة ، في هذه الحالة لَنْ يتبقى للعربة أي قوة انعطاف.

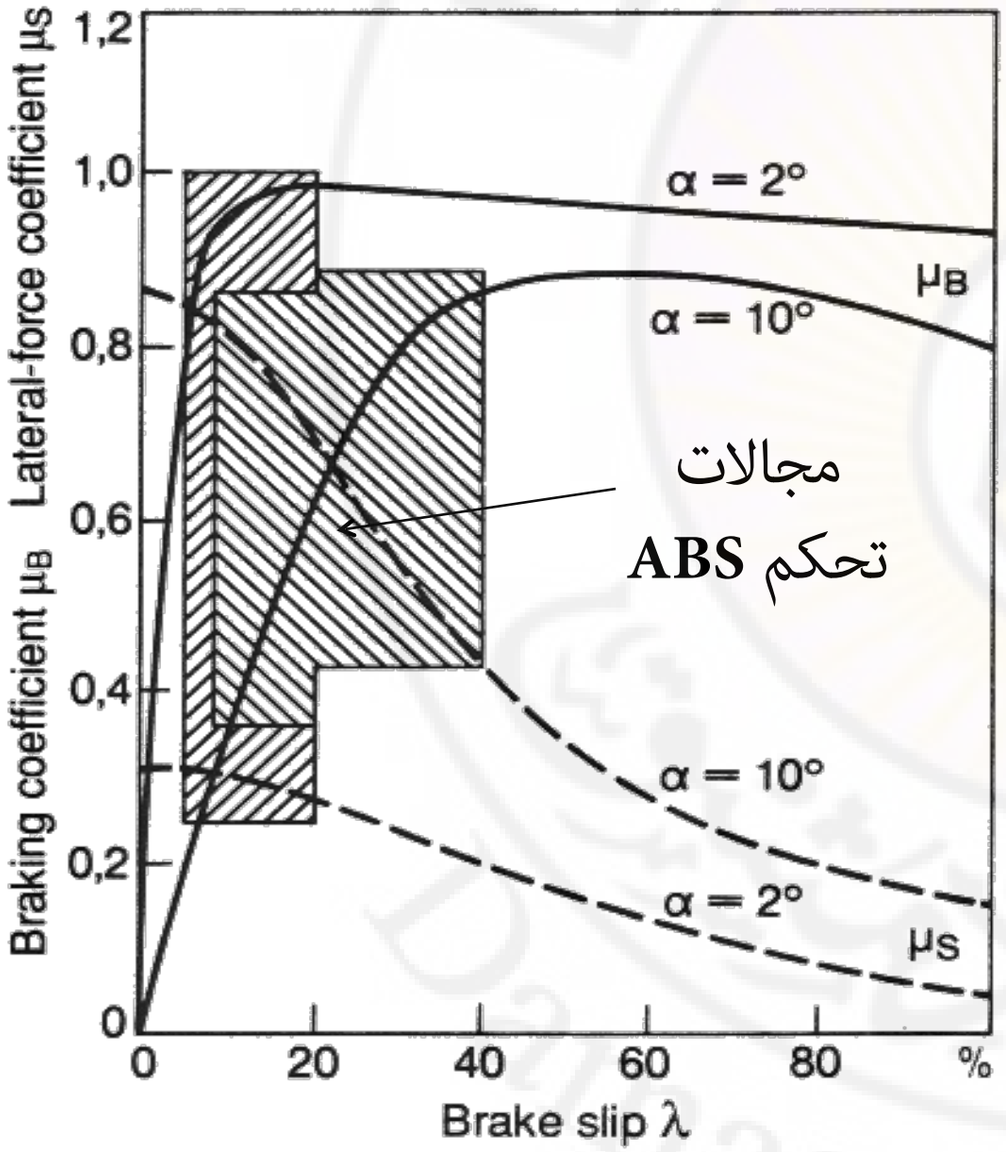
مجال عمل نظام ABS



يبدأ مجال العمل قبل وصول قوة الكبح إلى قيمتها العظمى بقليل، وينتهي عند بلوغ القيمة العظمى نظراً لأن هذه النقطة هي نقطة بداية المجال غير المستقر الذي يتعذر فيه التحكم بالمركبة.

يتحكم النظام (ABS) بتعديل الضغط بحيث تبقى قيمة قوة الكبح دائماً أقل من حد معين يضمن منطقة عالية بما يكفي لقوة التوجيه

معامل قوة الكبح ومعامل القوة الجانبية كتابع لانزلاق الكبح وزاوية الانزلاق α بمجالات تحكم ABS



فيما يتعلّق بمنحنيات معامل قوة الكَبْح μ_B ومعامل القوةِ الجانبيةِ μ_S ، فإن مجال تحكم نظام ABS يجب أنْ يُوسّع حتى زوايا انزلاق a (Side Slip Angle) كبيرة بحدود $\alpha = 10^\circ$ مقارنة مع زاويا انزلاق صغيرة $\alpha = 2^\circ$.

إذا أقفلت العجلة

- يتغير الاحتكاك التماسكي إلى احتكاك انزلاقي يكون أقل قيمة
- لا يبقى للعربة أي قوة انعطاف

إذا أقفلت العجلات الأمامية

لن يكون هناك إمكانية لتوجيه السيارة

إذا أقفلت العجلات الخلفية

- تصبح السيارة غير مستقرة
- يمكن أن تنزلق إلى جانب الطريق

التحكم المبسّط بالنظام (ABS)

- عند انحراف قيمة سرعة إحدى العجلات أثناء الفرملة عن السرعة المرجعية، تسعى وحدة التحكم بالنظام لتصحيح سرعة هذه العجلة عبر تعديل ضغط المكابح حتى تتطابق هذه السرعة من جديد مع السرعة المرجعية.
- يؤدي العزم الزائد المطبق على المكابح إلى توقف العجلة عن الدوران نهائياً، (التزحلق)، لذلك يجب منع عمل المكابح في المجال غير المستقر ، وذلك بمنع زيادة ضغط المكبح على العجلات فوق الحد المسموح به ،والمحافظة على مجال عمل مستقر يتراوح ضمن المجال المذكور.
- عند اقتراب العجلات الأربع من حالة انغلاق الفرامل تنحرف سرعات العجلات الأربع بآن واحد وبشكل مفاجئ عن السرعة المرجعية المحددة مسبقاً، وفي تلك الحالة يتم تفعيل حلقة التحكم مجدداً بهدف تصحيح سرعات العجلات من جديد عبر تعديل ضغط الفرامل.

ملاحظات على النظام (ABS)

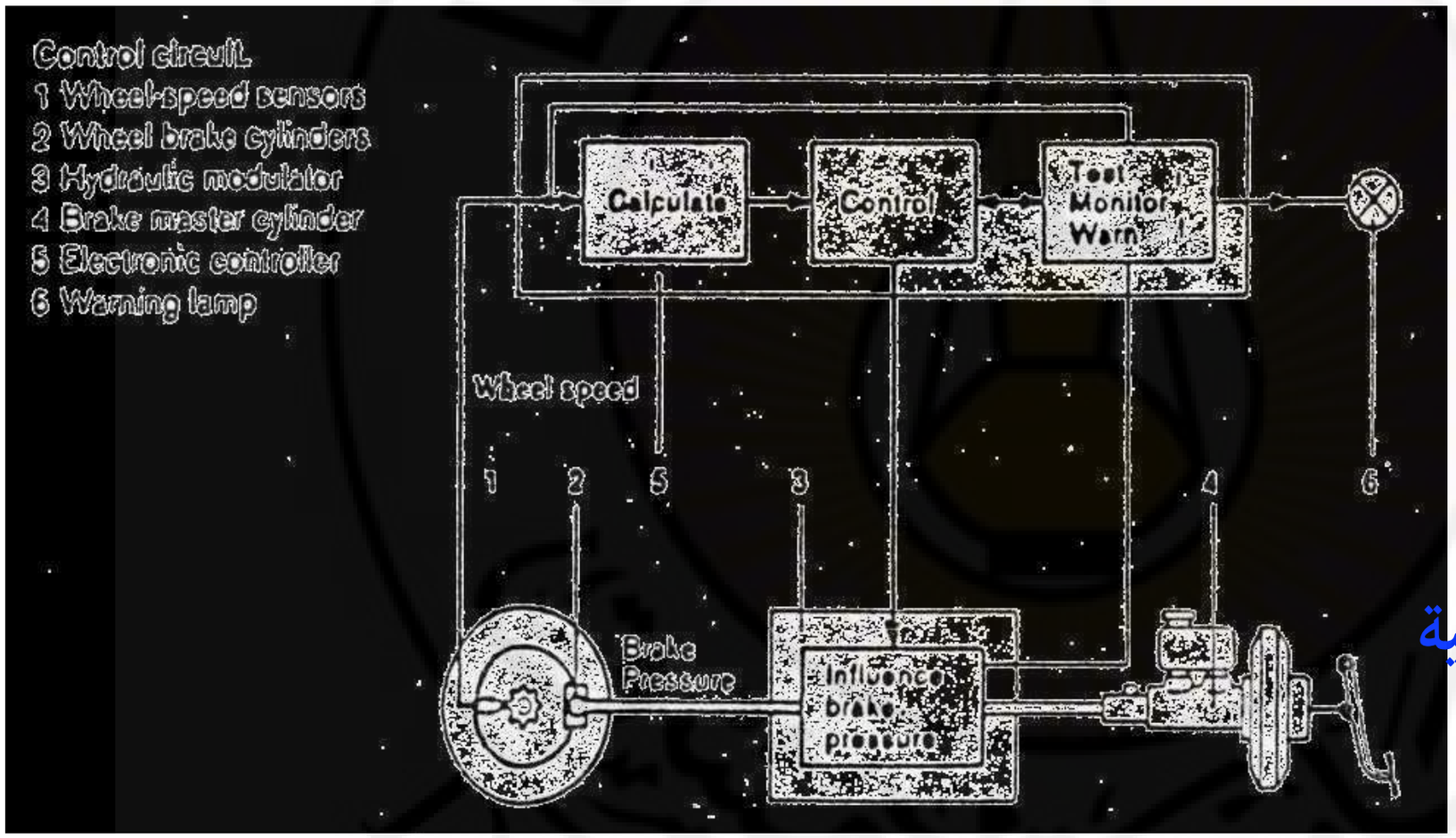
في العربة غير المزوّدة بنظام (ABS):

تنغلق العجلة عند الكبح مسببة تكون حاجز من المادة السطحية على الطريق أو الثلج المتساقط حديثاً في مقدّمة العجلة مما ينتج عنه مقاومة أعلى ومسافة توقف أقصر.

- إذا كانت العربة مزوّدة بنظام (ABS) :

- عند السير على طريق مكسوٍ بمادة سطحية منفصلة عنه (رمل، أتربة، أو ثلوج متساقطة حديثاً...) قد تكون مسافة التوقف لسيارة مزودة بنظام (ABS) أطول من مثيلتها غير المزوّدة بهذا النظام. لا يمكن توجيه اللوم إلى نظام (ABS) لأن نظام **(ABS) لا يهتم بمفهوم مسافة التوقف،بل بإمكانية توجيه العربة واستقرار القيادة** للسماح للسائق بتوجيه وقيادة العربة ولا يمكن توجيه العربة غير المزودة بنظام (ABS) عند انغلاق العجلات.

دارة تحكم نظام ABS



مكونات النظام

1- حساسات السرعة

2- أسطوانة كبح العجلة

3- الوحدة الهيدروليكية

4- أسطوانة الكبح الرئيسية

5- وحدة التحكم الالكترونية

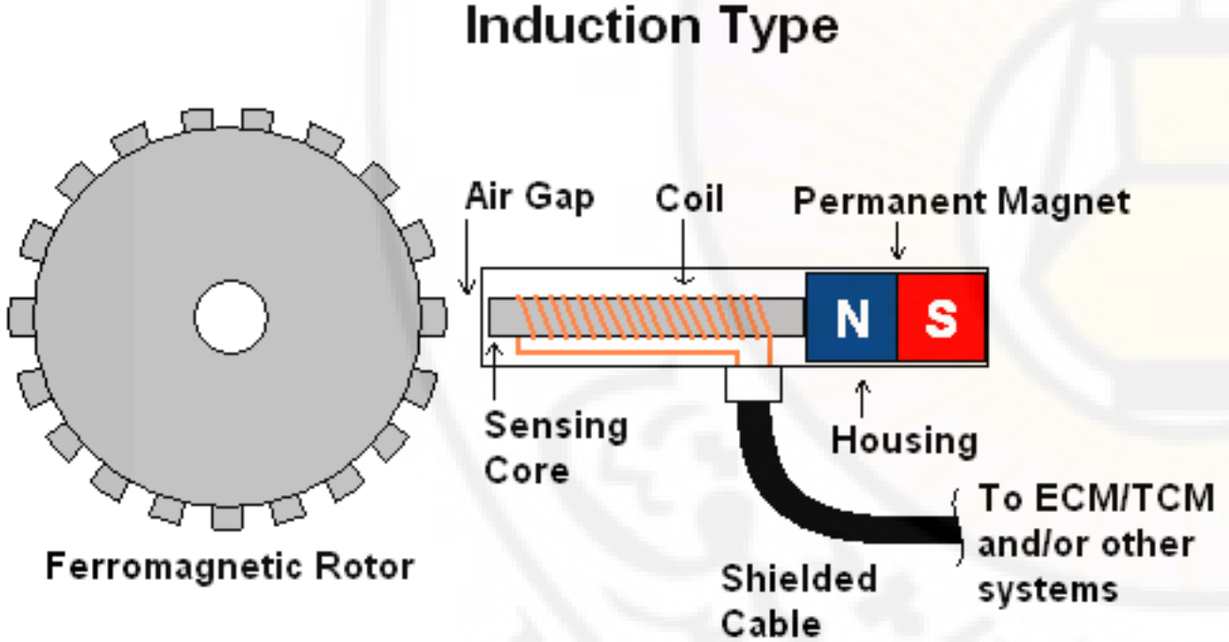
6- ضوء تحذير.

حساس سرعة دوران العجلة
Wheel speed sensor

تتكون هذه الحساسات من وشيعة كهربائية ملفوفة حول قلب مغناطيسي .

عندما يدور مسنن العجلة ، يَتغيّر الحقل المغناطيسي ويحدث فرق كمون في الملَفّ و يتولد تيار كهربائي متناوب (AC) وفق تردد مُعين حسب سرعة العجلة

- عند السرعة العالية : تردد أعلى .
- عند السرعة الأقل : تردد منخفض .

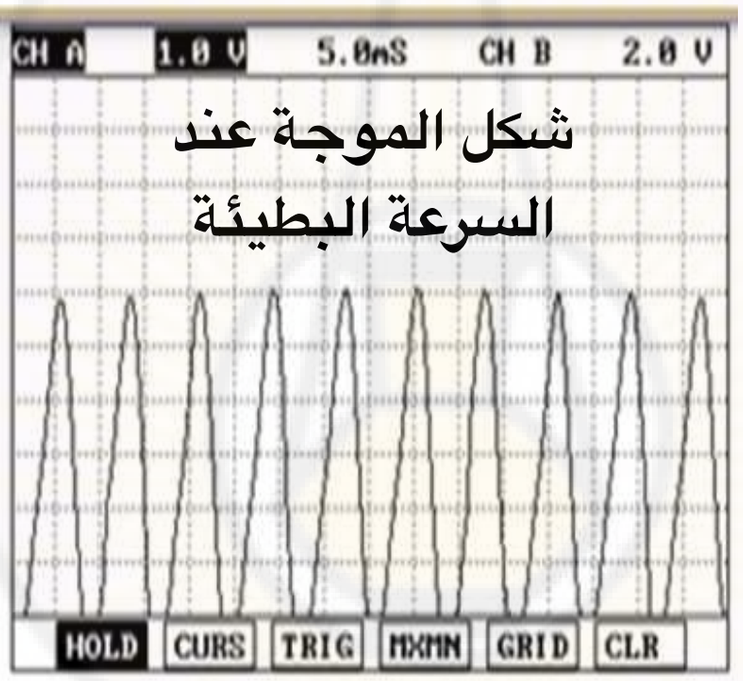


حساس سرعة دوران العجلة
Wheel speed sensor

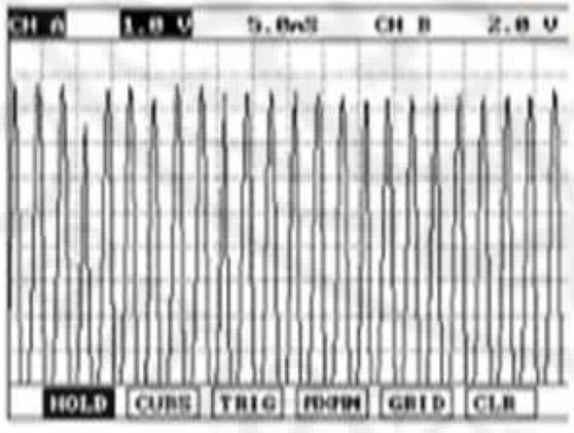
تـرتـبط الـحساسـات بـشكلٍ مـباشـر مـع وحـدة الـتحكم، حـيث تُحـلل هـذه الإشـارات ضـمن هـذه الـوحـدة، وتُحـدد بـــنتيجتها حـــالـــة العجـــلة (متسارعة أم منزلقة).



شكل الموجة عند
الكمون الأصغري



شكل الموجة عند
السرعة البطيئة



شكل الموجة عند
السرعة العالية

التركيب الأساسي لوحدة التحكم الالكتروني

تتكوّن وحدة السيطرة ABSCM من عدد من الدارات الأساسية منها :

I) دارة تكبير دخل حسّاس سرعة العجلة:

Wheel Speed Input Amplification Circuit

يرسل كل حسّاس سرعة مركّب على العجلة إلى الدارة تيار متناوب على شكل موجة تتناسب مع سرعة العربة ويتم تضخيم هذه الموجة وترسل إلى وحدة التحكم الرقمي Microcontroller.

يتغير عدد دارات التكبير تبعاً لعدد حساسات نظام ABS

التركيب الأساسي لوحدة التحكم الالكتروني

ب) وحدة التحكم الرقمي Microcontroller

من خلال المعلومات الواردة عن سرعة العجلة، تحدد هذه الوحدة :

- ✓ السرعة المرجعية للعجلة
- ✓ نسبة الانزلاق
- ✓ التسارع / التباطؤ

ويُقدّر الأداء المطلوب من الصمام اللولبي وعمل المحرّك.

تقوم وحدة التحكم الرقمي بحساب سرعة الإشارة بمكاملة سرعة العجلة اللحظية وبعد ذلك تُقارن سرعةَ الإشارة وسرعة العجلة اللحظية لتخمين مقدار نسبة الانزلاق ونسَبة التسارع / التباطؤ .

ج) دارة تنشيط الصمام اللولبي Solenoid Valve Activation Circuit

تتحكم هذه الدارة بتيار الصمام اللولبي وتشغّله أو تفصله .

التركيب الأساسي لوحدة التحكم الالكتروني

د) **دارة الأمان** Safety Circuit :

عند تشغيل السيارة، تقوم وحدة السيطرة ABSCM **باختبار ذاتي** حتى تصل سرعة العربة لسرعة مُحدّدة ويراقب النظام أيضاً أثناء قيادة السيارة. عند اكتشاف خلل في عمل النظام، يتوقف عمل ABS ويُنير مصباح ABS التحذيري لإخْبار السائق عن توقّف النظام. **(في حالة توقّف ABS عن العمل فإن المكابح التقليدية تبقى متوفرة).**

مهام وحدة التحكم الالكتروني Electronic Controller

تختبر النظام ككل وفقاً لبرنامج مسبق وترصده خلال القيادة وتعطي إنذاراً عند حدوث أي عطل بعد فصل النظام عن العمل .

تقدر انزلاق العجلة المسموح به من أجل فرملة مثالية

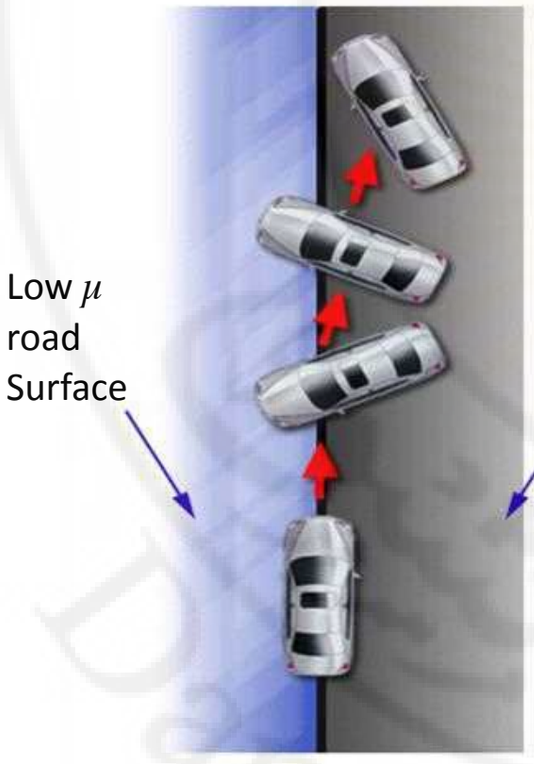
تقييم الإشارات الصادرة من حساسات سرعة دوران العجلات

تعطي بالنتيجة أوامرها للوحدة الهيدروليكية،لكي تُحدد الضغط المناسب في اسطوانات كبح العجلات

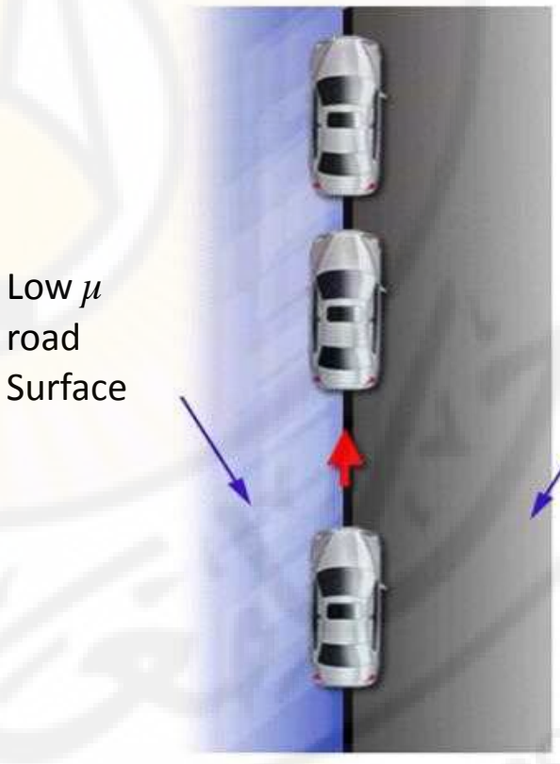
السيطرة في الشروط المختلفة للكبح لسطح الطريق

تُغلق العجلات على السطح الزلق بسهولة وتبدأ العربة بالتزحلق، لكن ABS يمنح العربة الاستقرار المطلوب حتى تتوقّف.

Braking without ABS



Braking with ABS



السيطرة في الشروط المختلفة للكبح لسطح الطريق

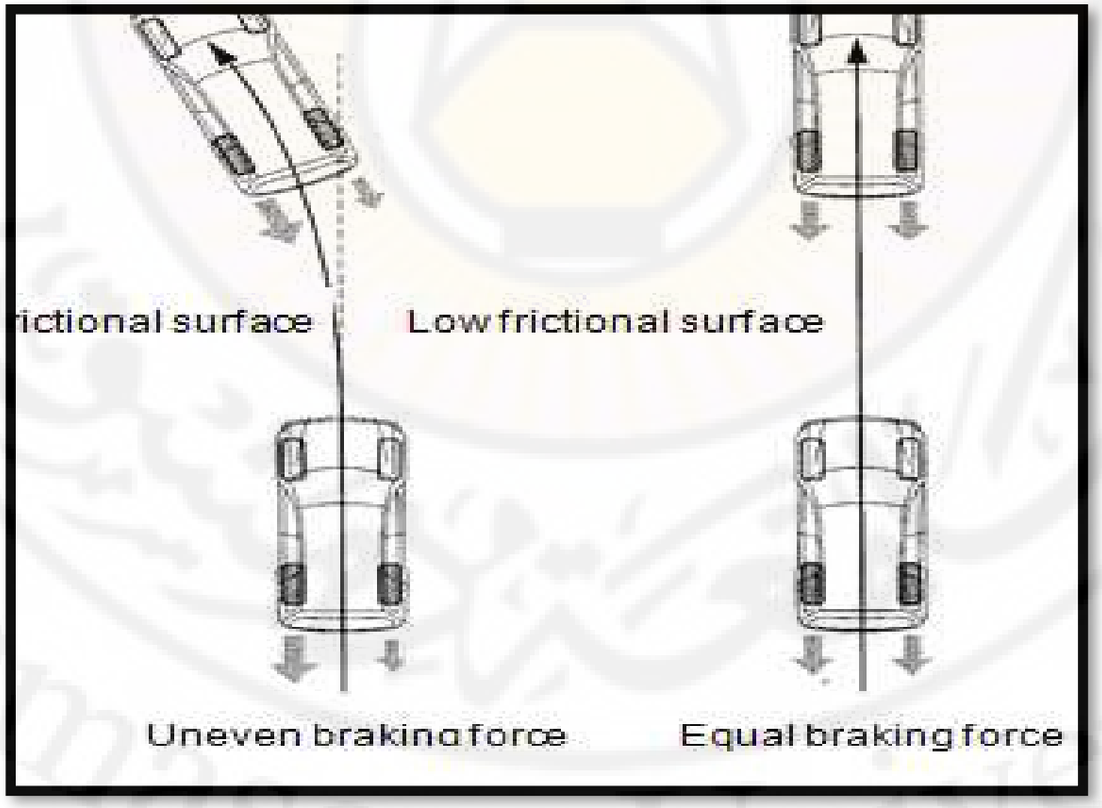
تُغلق العجلات على السطح الزلق بسهولة وتبدأ العربة بالتزحلق، لكن ABS يمنح العربة الاستقرار المطلوب حتى تتوقّف.

Braking without ABS ***Braking with ABS***



السيطرة المنخفضة المنتقاة للعجلات الخلفية

في أكثر السيارات المزودة بنظام ABS، سواء ذات نظام 4 أقنية أَو نظام 3 أقنية ، يُعتمد **نظام السيطرة المنخفضة المنتقاة للعجلات الخلفية** أثناء عمل ABS وذلك **لضمان استقرار العربة** وتفادي إقفال العجلة الخلفية.



السيطرة المستقلة للعجلات الأمامية

من ميزات ABS أَننا نحصل على قوة كبح مثالية في كل أنواع وشروط الطريق وحالات الكبح. وبالمقابل تكون **السيطرة المستقلة للعجلات الأمامية ضرورية** وذلك للأسباب التالية:

أولاً: تُولّد العجلاتَ الأماميةَ تقريباً 70% من قوّة الكْبح ، لذلك السيطرة المستقلة يُمْكن أَنْ تمنع الإقفال وتضمن لنا مسافة توقف قصيرِة أثناء سيطرةِ ABS.

ثانياً:قوة كبح غير متساوٍ لكُل من العجلتين الأماميتين لا تخلق مشكلة استقرار جدّية للعربة مُقَارَنَة مع المشكلة أثناء عمل ABS وبإحكام غير متساوٍ للعجلات الخلفية فعند وجود اختلاف في قوة الكبح بين الإطارات اليسارية واليمينية تَمِيل العربة إلى الانحراف في اتجاه قوةِ الكَبْح الأقوى. و عندما يكون هناك اختلاف في قيمة قوة الكبح للعجلات الأمامية، فإنه من السهولة إبقاء العربة في خَط مستقيم نسبياً عن طريق التحكم بدولاب القيادة.أما في حالة العجلات الخلفية فهذا لا يمكن تحقيقه.

أنواع أنظمة ABS

- تستخدم أنظمة المكابح المانعة للانغلاق أنظمة مختلفة وفقًا لنوع الفرامل المستخدمة.

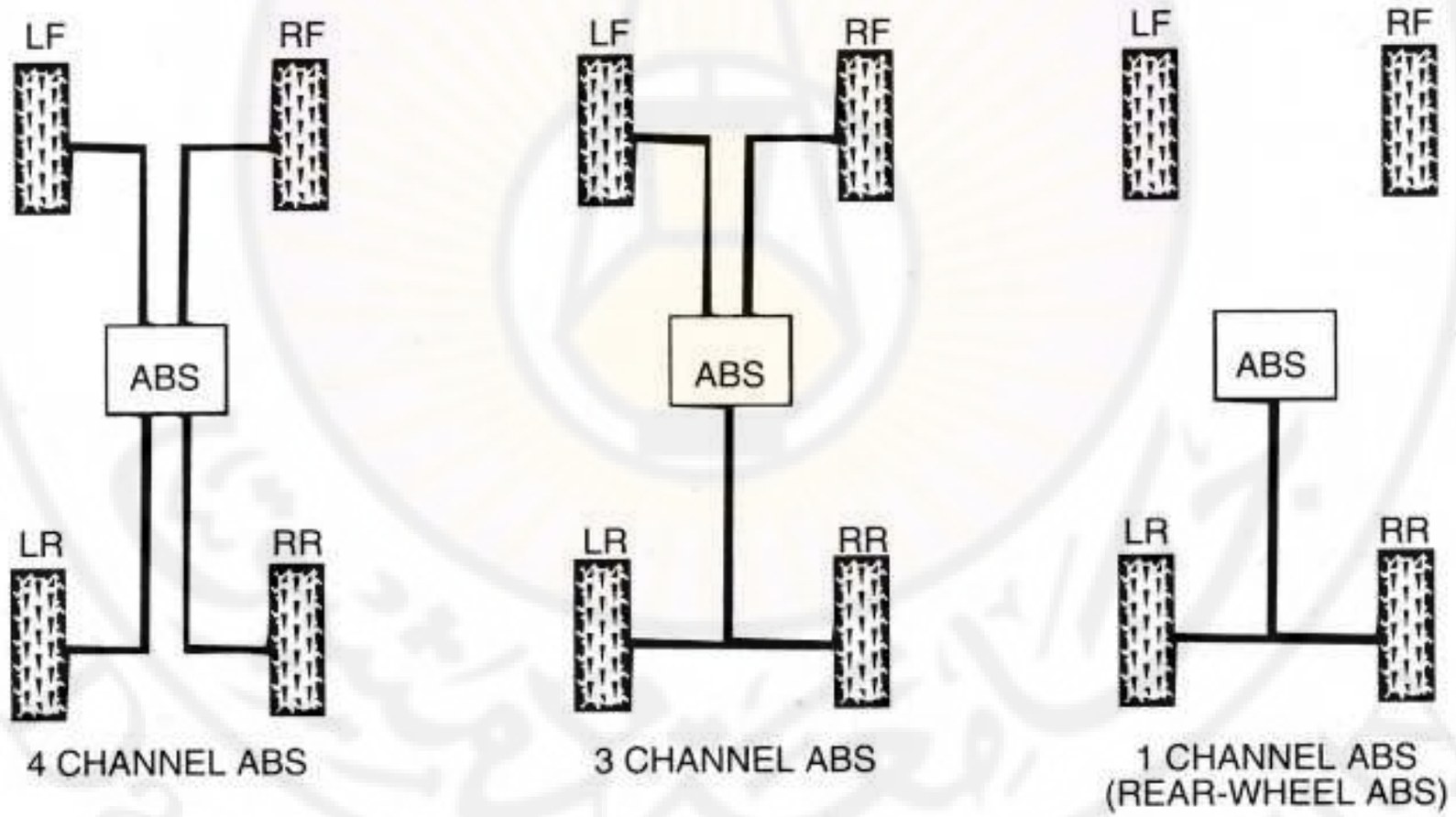
- يمكن تمييزها حسب:

1. عدد القنوات، أي عدد الصمامات التي يتم التحكم فيها بشكل فردي
2. عدد حساسات السرعة المستخدمة

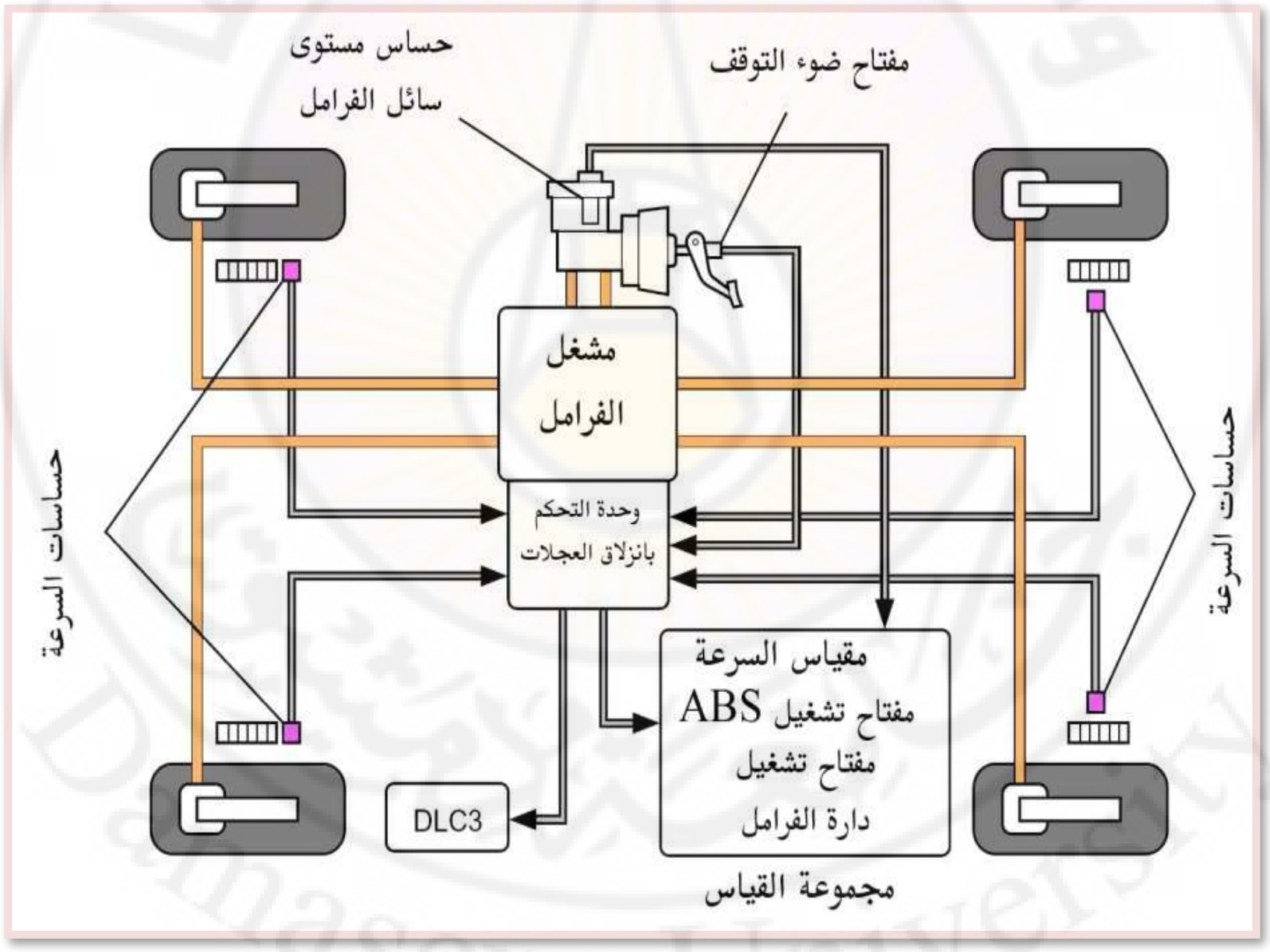
عدد القنوات	عدد الحساسات
1	1
3	3
3	4
2	4
4	4

أنواع أنظمة ABS

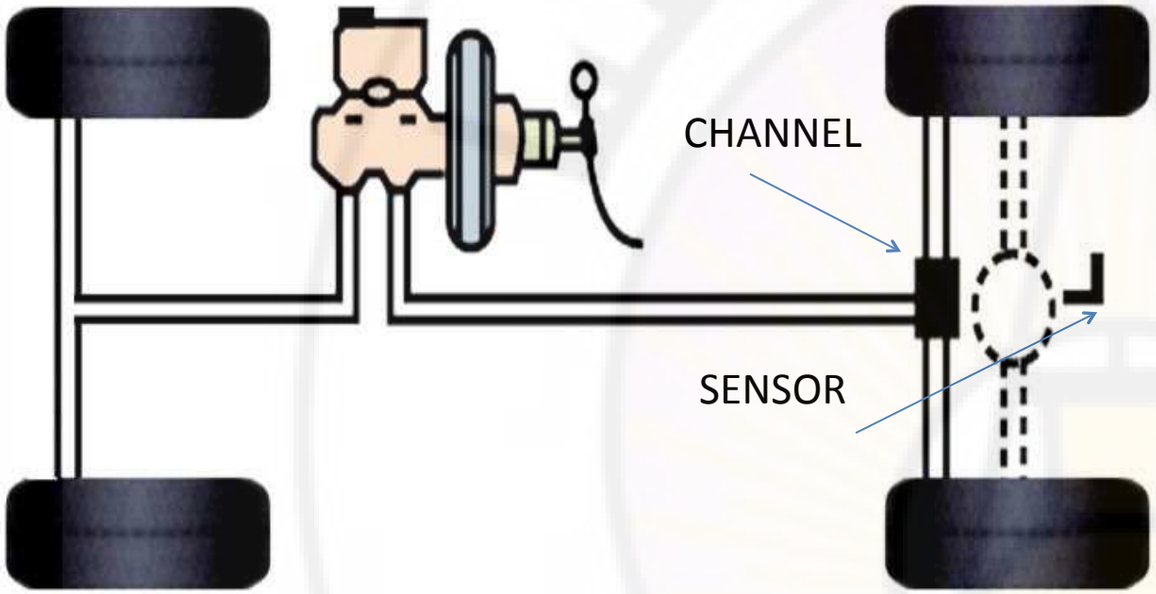
- حسب عدد القنوات، أي عدد الصمامات التي يتم التحكم فيها بشكل فردي



نظام ABS ٤ قنوات و ٤ حساسات



نظام بقناة تحكم واحدة و حساس واحد



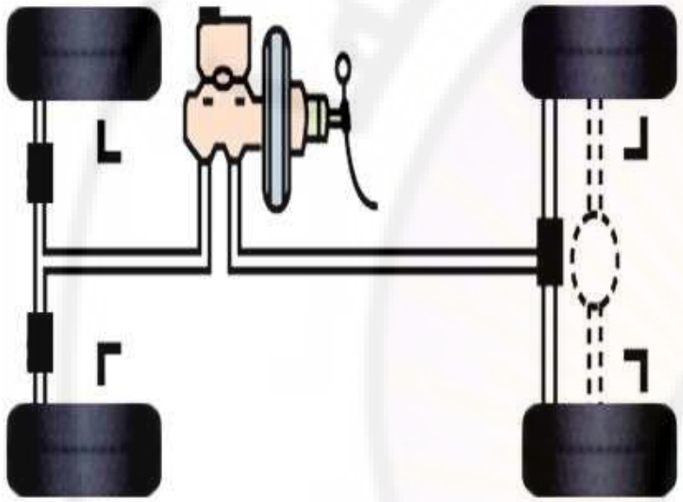
FR car, H-line brake system
1 channel & 1 sensor

لعربة مع نظام بخط كبح بشكل حرف H يكون لهذه الحالة **حساس وحيد لسرعة العجلة مركّب على ترس الحلقة التفاضلي الخلفي**. يتم إقفال السيطرة على ضغط العجلات الأمامية أثناء الكبح العالي، مما يفقد العربة استقرارها وتزداد مسافة التوقف عند مستوى μ– منخفض لسطح الطريق. يساعد هذا النظام العربة في حالة التوقّف والحركة باتجاه مستقيم.

العجلات الخلفية: سيطرة منخفضة منتقاة

نوع النظام	خط الفرملة	مخطط التحكم	تقييم النظام		
			الانقيادية	الاستقرار	مسافة التوقف
حساس وحيد وقناة تحكم واحدة	خط H	الخلفية: اختيار منخفض	غير جيّد	فاشل	غير جيّد

نظام بثلاث قنوات تحكم و أربع حساسات



FF car, H-line brake system
3 channel & 4 sensor

عربة مع نظام بخط كبح بشكل حرف H لها نظام سيطرة ABS. قناتان للعجلات الأمامية والثالثة لسيطرة العجلة الخلفية. يتم التحكم بالعجلات الخلفية سوية باختيار مخطط التحكم المنخفض (سيطرة منخفضة منتقاة - SELECT LOW CONTROL).

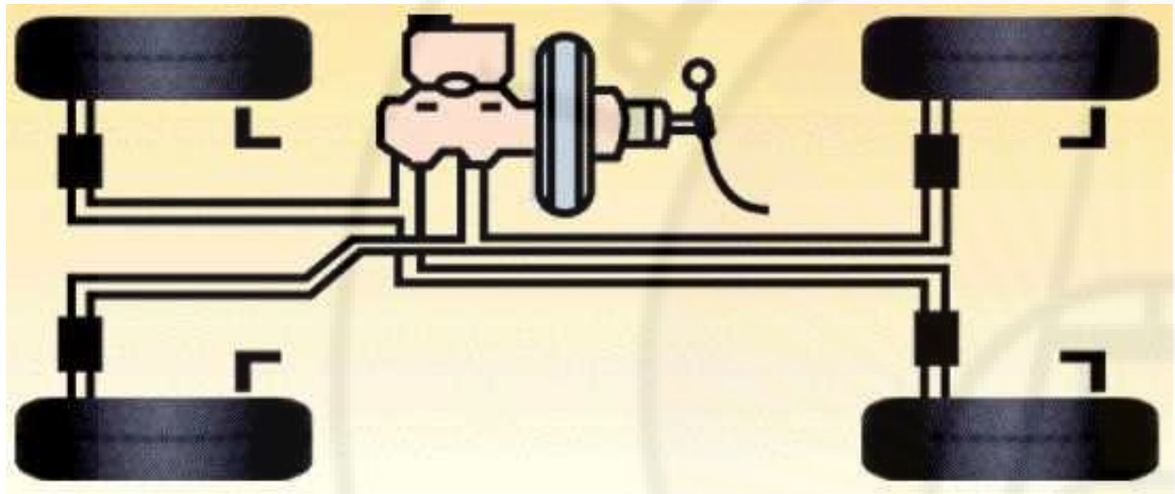
في حالة نظام خط كبح بشكل حرف X ، تَتطلّب قناتان (فرعين للكبح في وحدة ABS) للسَيْطرة على ضغط العجلتين الخلفيتين لأن كلّ عجلة خلفية تعود إلى خط كبح مختلف.

نوع النظام	خط الفرملة	مخطط التحكم	تقييم النظام		
			الانقيادية	الاستقرار	مسافة التوقف
4 حساسات 3 قنوات تحكم	خط H	الأمامية :تحكم مستقل الخلفية : اختيار منخفض	جيّد	جيّد	فاشل

العجلات الأمامية : سيطرة مستقلة

العجلات الخلفية: سيطرة منخفضة منتقاة

نظام بأربع قنوات تحكم و أربع حساسات



FF car, X-line brake system
4 channel & 4 sensor

يكون لهذا النوعِ حسّاسات للعجلات الأربعة وأربع قنوات سيطرة هيدروليكية وتتم السيطرة على كُل عجلة بشكل مستقل. يَبقي **الأمان في التوجيه ومسافة الإيقاف ضمن الحدود المثلى** على سطح الطريق المتجانس،ولكن بالمقابل نلاحظ أنه ومع عامل انزلاق μ لسطح طريقٍ، و قوة كَبْح غير متساويةِ بين العجلاتِ اليسرى والعجلات اليمنى يتولّد **عزم انحراف لحظي في جسم العربةَ يُؤدّي إلى عدم استقرار العربة.**

لمنع هذا الانحراف وللإبْقاء على أمان العربة عند عمل ABS على أيّ نوع لسطحِ الطريقِ، جهزُ ضغط الكَبح للعجلة الخلفية طبقاً للعجلة التي تبديُ ميلاً للإقفال أكثر، هذا المفهومِ للسيطرةِ يُدْعَى بـ:

(السيطرة المنخفضة المنتقاة SELECT - LOW CONTROL).

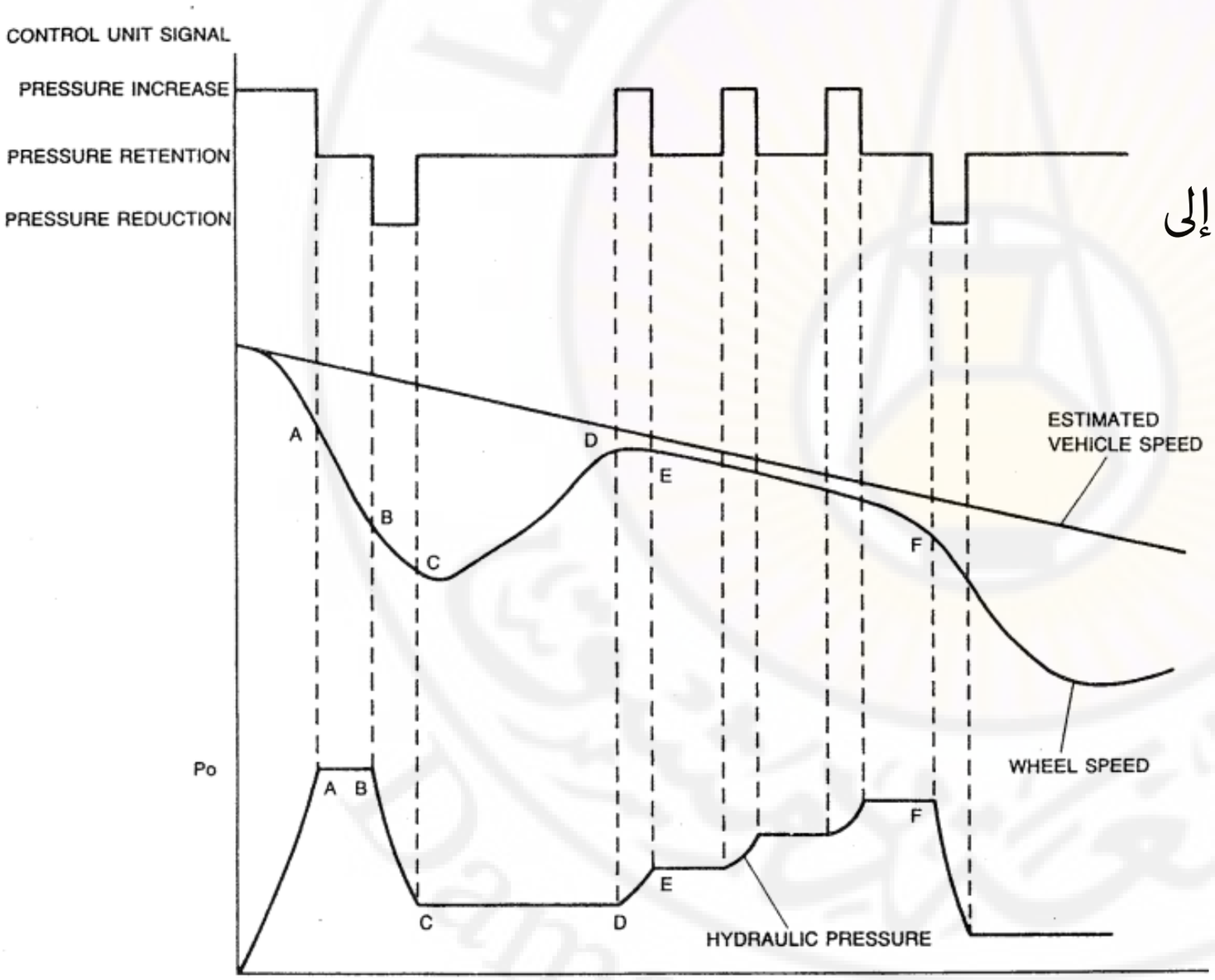
نوع النظام	خط الفرملة	مخطط التحكم	تقييم النظام		
			الانقيادية	الاستقرار	مسافة التوقف
4 حساسات 4 قنوات تحكم	خط X	جميع العجلات مستقلة التحكم	جيّد	فاشل	جيّد
		الأمامية :مستقلة التحكم الخلفية :اختيار منخفض	جيّد	جيّد	فاشل

مقارنة بين الأنظمة

نوع النظام System Type	خط الفرملة Brake Line	مخطط التحكم Control Logic	تقييم النظام		
			الانقيادية (أمكانية التوجيه) Steerability	الاستقرار Stability	مسافة التوقف Stopping Distance
4 حساسات 4 قنوات تحكم	خط X	جميع العجلات مستقلة التحكم	جيّد	فاشل	جيّد
		الأمامية :مستقلة التحكم الخلفية : سيطرة منخفضة منتقاة	جيّد	جيّد	فاشل
4 حساسات 3 قنوات تحكم	خط H	الأمامية : تحكم مستقل الخلفية : سيطرة منخفضة منتقاة	جيّد	جيّد	فاشل
3 حساسات 3 قنوات تحكم	خط H	الأمامية : مستقلة التحكم الخلفية: سيطرة منخفضة منتقاة	جيّد	جيّد	فاشل
حساس وحيد وقناة تحكم واحدة	خط H	الخلفية: سيطرة منخفضة منتقاة	غير جيّد	فاشل	غير جيّد

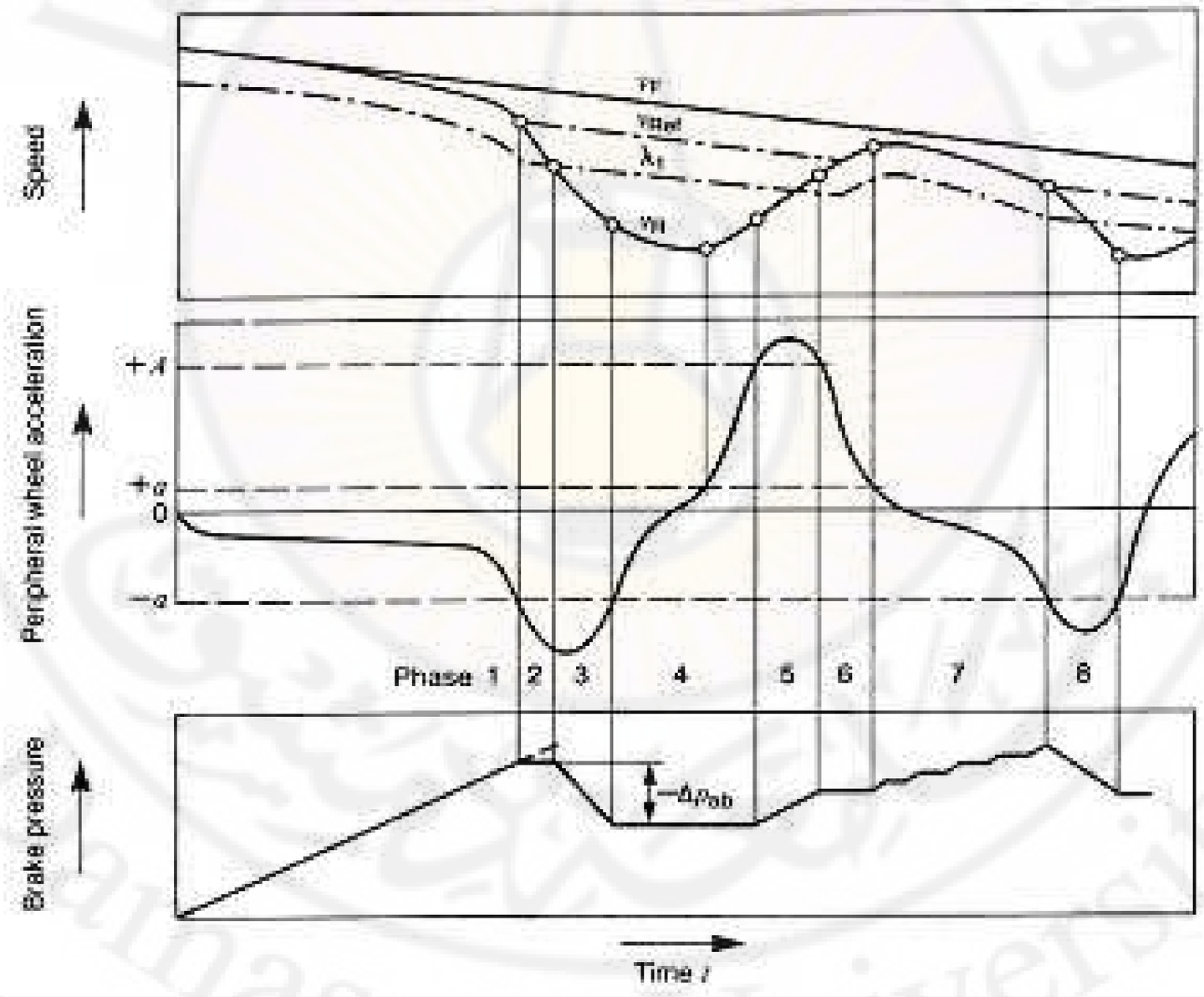
دورة التحكم القياسية لنظام ABS

Typical ABS Control Cycle



- يتم التحكم و تنظيم الضغط من 15 إلى 20 مرة في الثانية (كل 50 - 70 مللي ثانية)
- زيادة الضغط ، تثبيت الضغط ، أو تخفيضه يعتمد على الفرق بين سرعة السيارة وسرعة العجلة
- ضغط الكبح يختلف تبعا لذلك

السيطرة على الكبح على سطح طريق عالي الخشونة (مستوى عالي لمعامل قوة الكبح)



عند الكبح الأولي **وفي نهاية المرحلة**

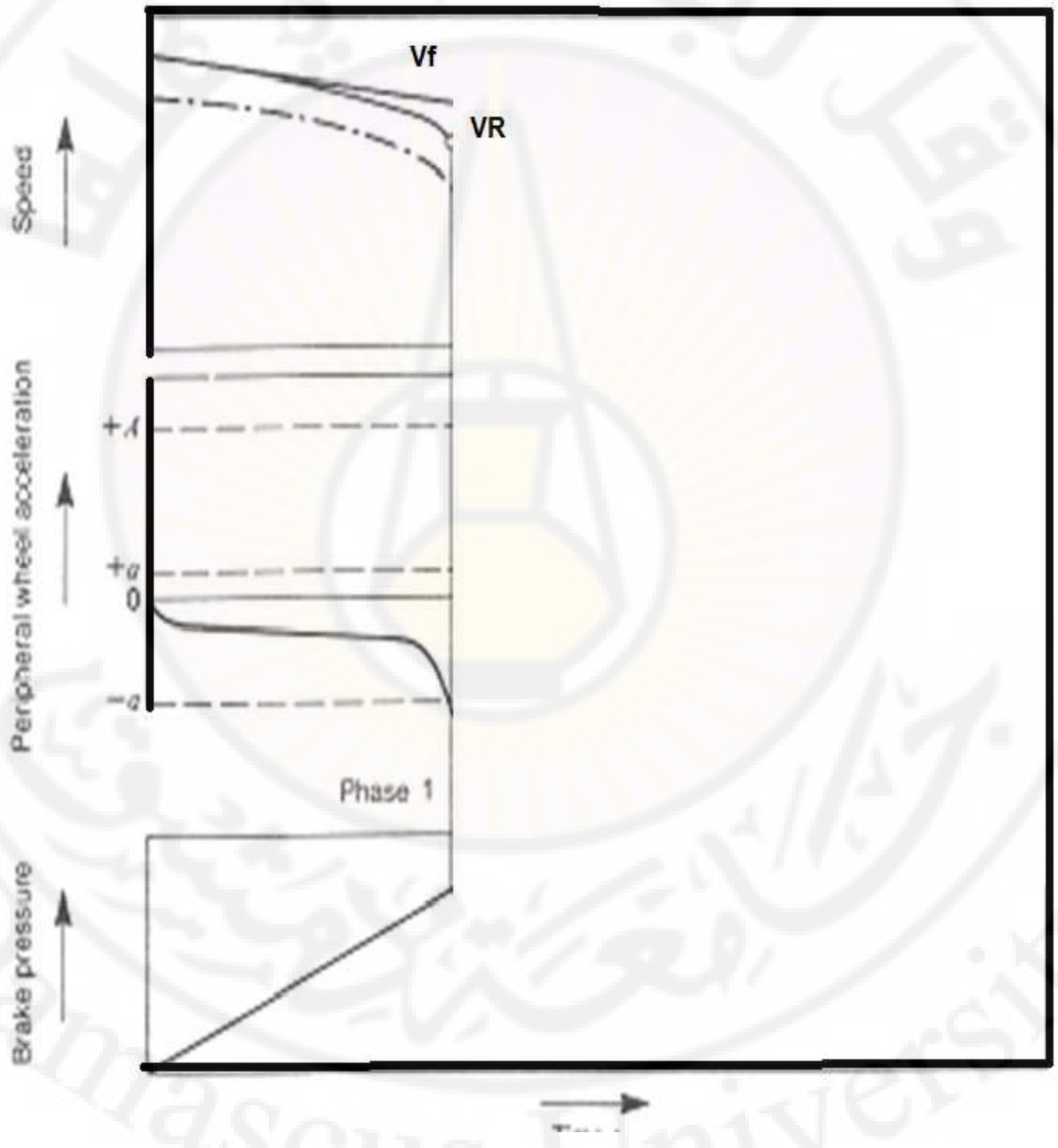
١ يحدث مايلي:

① يزداد ضغط الكبح

② يتجاوز تباطؤ العجلة العتبة (a-)

③ ينتقل صمام اللولب المطابق إلى وضعية "حبس الضغط"

يجب أن لا ينخفض ضغط الكبح لحد الآن، لأن العتبة (a-) يُمْكِنُ أن تزداد في مجال مستقرّ لمعاملِ قوةِ الكَبْح / منحنى الانزلاق للكبح. في نفس الوقت، الإشارةُ المرجعية تنخفض. قيمة عتبةِ تحويل الانزلاق λ1 مُشتقّةٌ مِنْ السرعةِ المرجعية.



V_F سرعة العربة

V_{mf} السرعة المرجعيّ

V_R سرعة العجلة

λ_1 عتبة الانتقال الانزلاقية

$+A_1, +a$ عتبة تسارع العجلة

$-a$ عتبة تباطؤ العجلة

Δp_{ab} انخفاض ضغط الكبح

في نهايةِ المرحلةِ ٢ :

تَهْبط سرعة العجلة VRإلى أقل من العتبة λ1

يقوم الصمام اللولبي بالنَقل إلى وضعية"هبوط الضغط"

ينخفض ضغط الكبح حتى يتجاوز تباطؤ العجلة العتبة (a-).

في المرحلة ٣ :

تَهْبط السرعة إلى أقل من العتبةِ (a-) ثانيةً

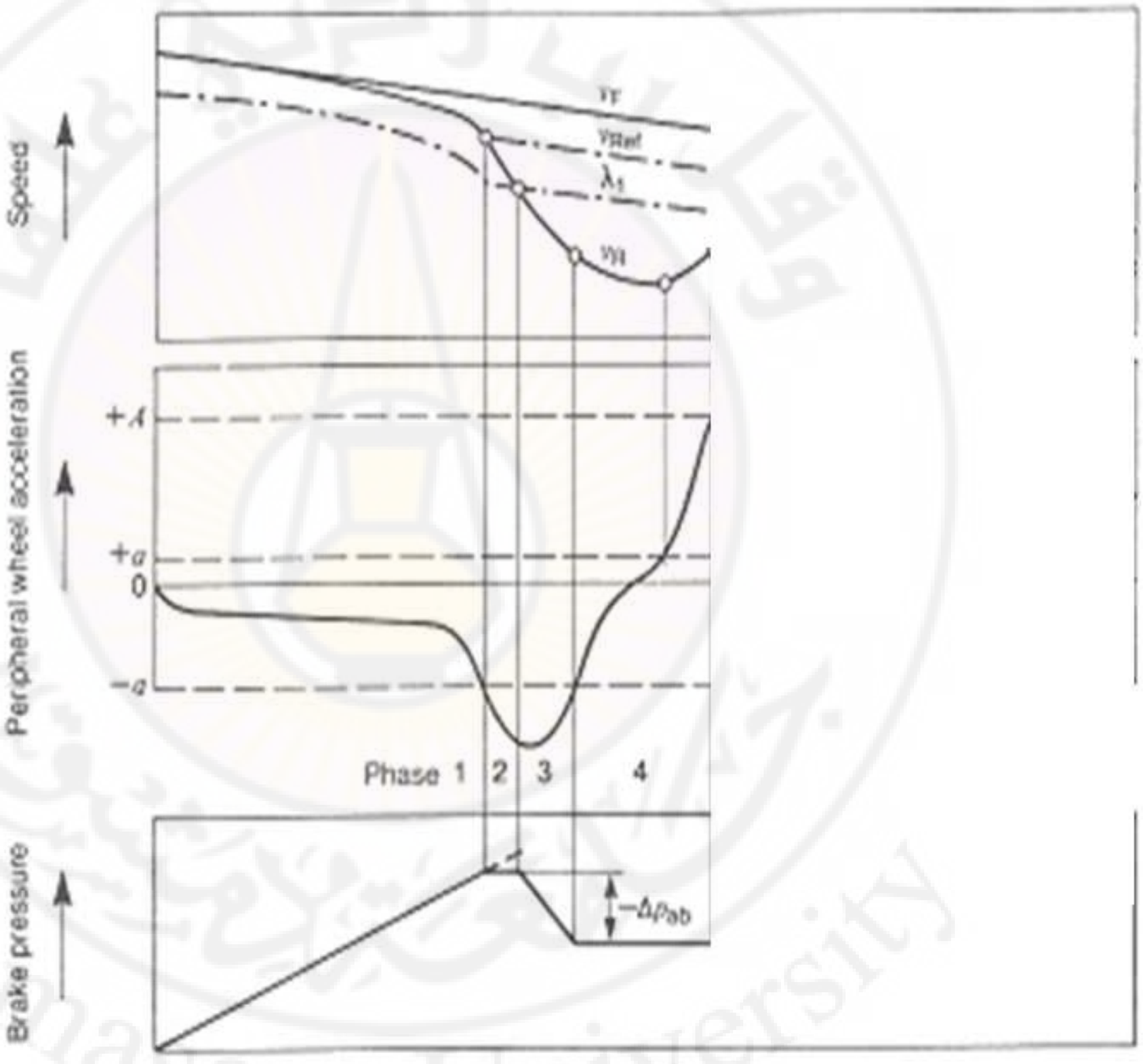
يتبع ذلك مرحلة ضغط ثابت ذات طول مُحدد

يزداد تسارع العجلة ضمن هذا الوقتِ إلى الحد الذي يتجاوز العتبةَ (a+) والضغط يَبْقى ثابتَ.

في نهايةِ المرحلة ٤ :

يَتجاوز التسارع العتبة العالية نسبياً (A+)

يَزداد ضغط الكبح متجاوزاً العتبة (A+)

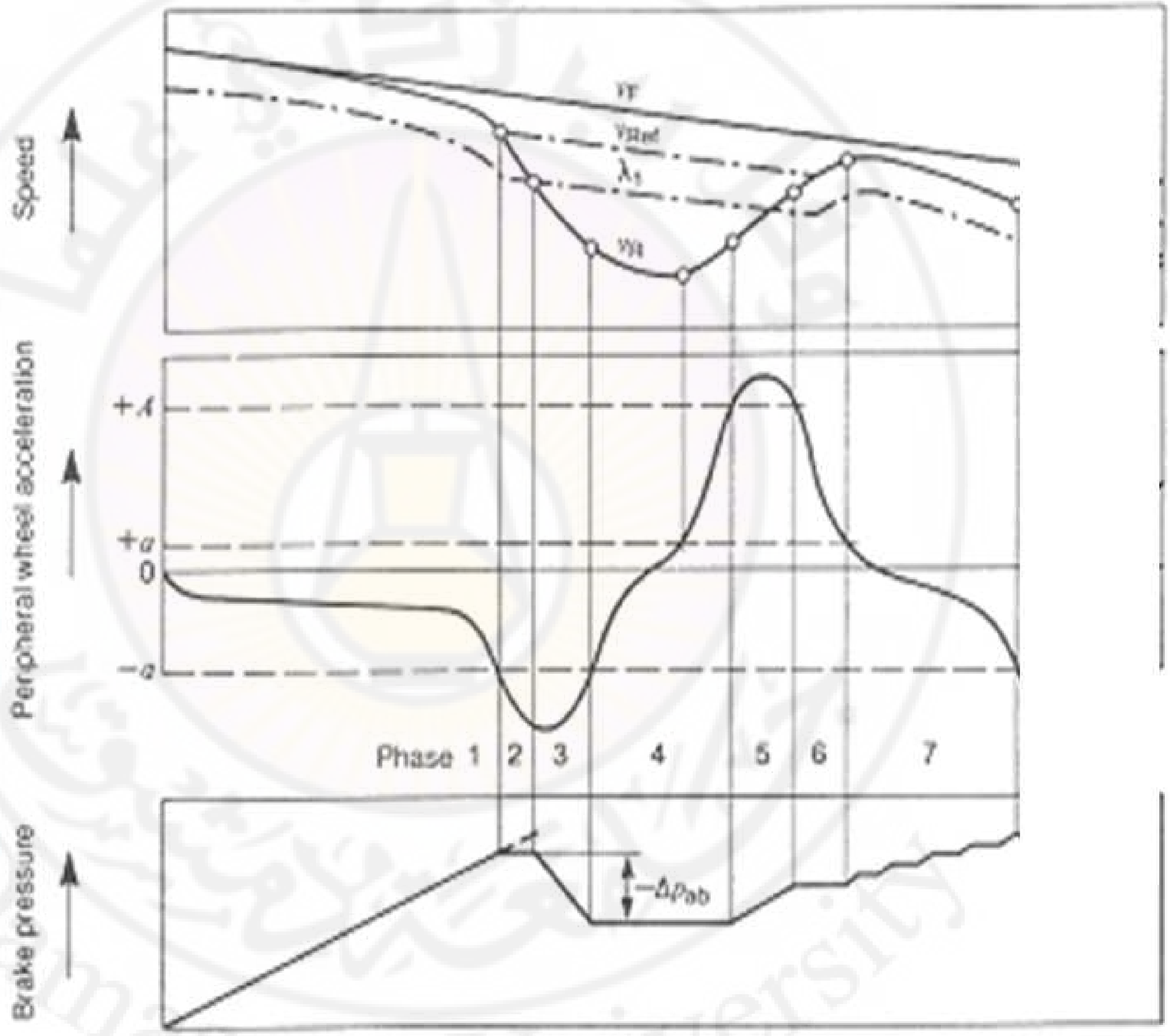


في المرحلةِ ٦:

- يبقَى ضغط الكبح ثابتاً بسبب تجاوز العتبةُ (a+)
- يَهْبطُ تسارع العجلةِ المحيطي إلى أقل من العتبةِ (a+) وهذا يشير إلى دَخول العجلة المجال المستقر لمعامل قوة الكَبْح/منحنى انزلاق الكبح وقليلا تحت مستوى الكبح.

في المرحلة ٧:

- يعزَّز ضغط الكبحَ حتى يُتجاوز تباطؤ العجلة العتبة (a−)
- ينقص ضغط الكبح فوراً إلى مادون تدريج إشارة λ .

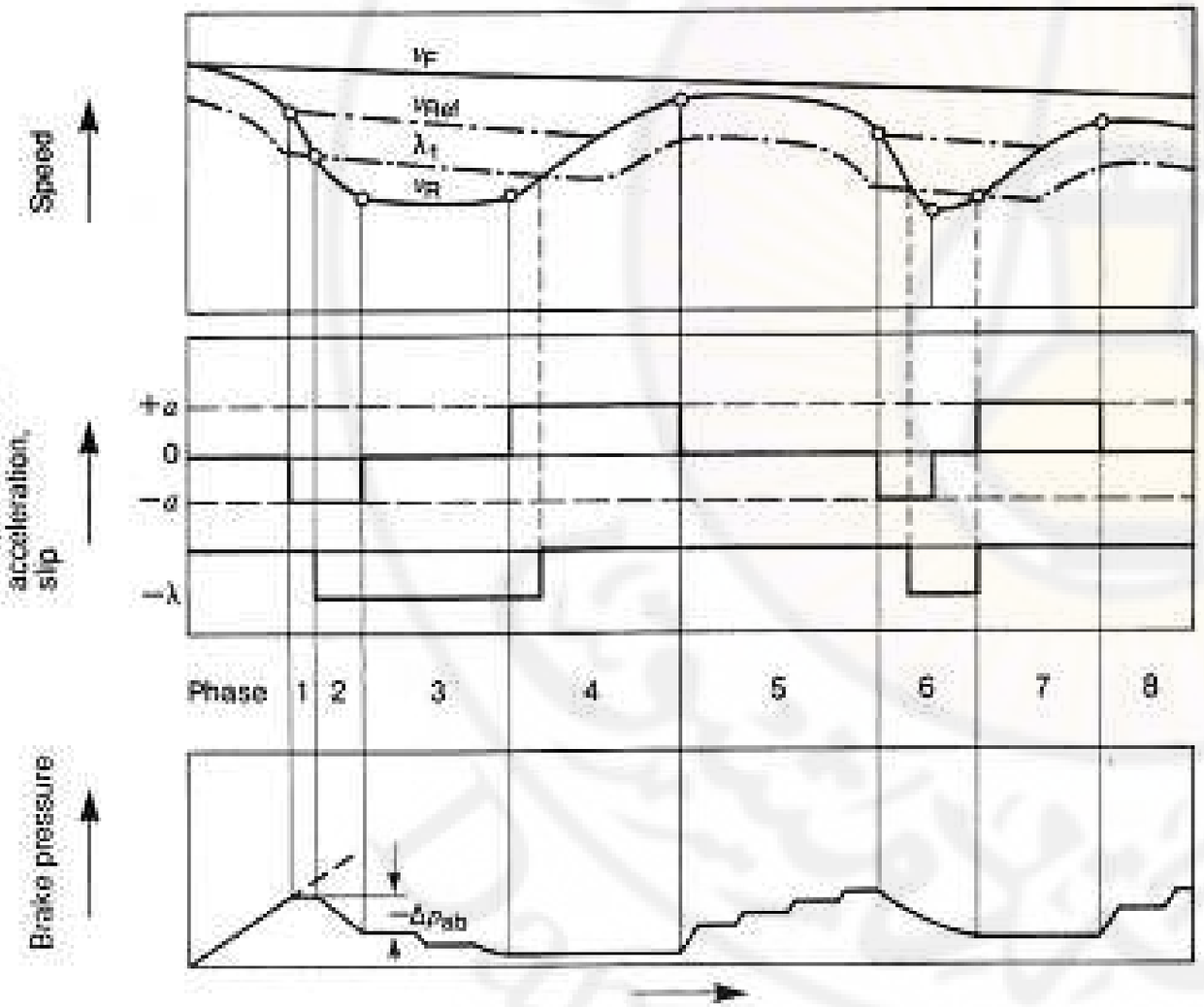


السيطرة على الكَبْح على طريق زلق
(مستوى منخفض لمعامل قوة الكبح)

لمثل شروط الطريق هذه فإن ضغط طفيف على دواسة المكبح يكون كافياً في أغلب الأحيان ليفرمل العجلة (انزلاقها) وتحتاج العجلات لوقت أكثر بكثير للتعجيل خارج مرحلة الانزلاق العالية ثانية .

يمكن للدارة المنطقية في ECU تمييز وضع الطريق السائد وتكيّف نظام ABS وفقاً لذلك.

السيطرة على الكَبْح على طريق زلق
(مستوى منخفض لمعامل قوة الكبح)



في المرحلةِ 1 و2:

تتم سيطرة الكبح بالطّريقة نفسها كما كانت بالنسبة إلى المستوى العالي لمعامل قوة الكبح.

المرحلة 3 :

تبدأ مَع مرحلة تثبيت للضغط قصيرة المدّة.

تُقارن سرعة العجلة بعتبة الانتقال الانزلاقية λ1،

طالما كانت سرعة العجلةَ أقل مِنْ قيمةِ عتبةِ تحويل الانزلاق، يخفّضُ ضغط الكبح لوقت ثابت قصير.يلي هذا مرحلة ثبات ضغطِ أكثر قصراً. يتم تسريع العجلة ثانيةً في مرحلة حجز الضغط التالية ويتجاوز تسارعها العتبة (+a).

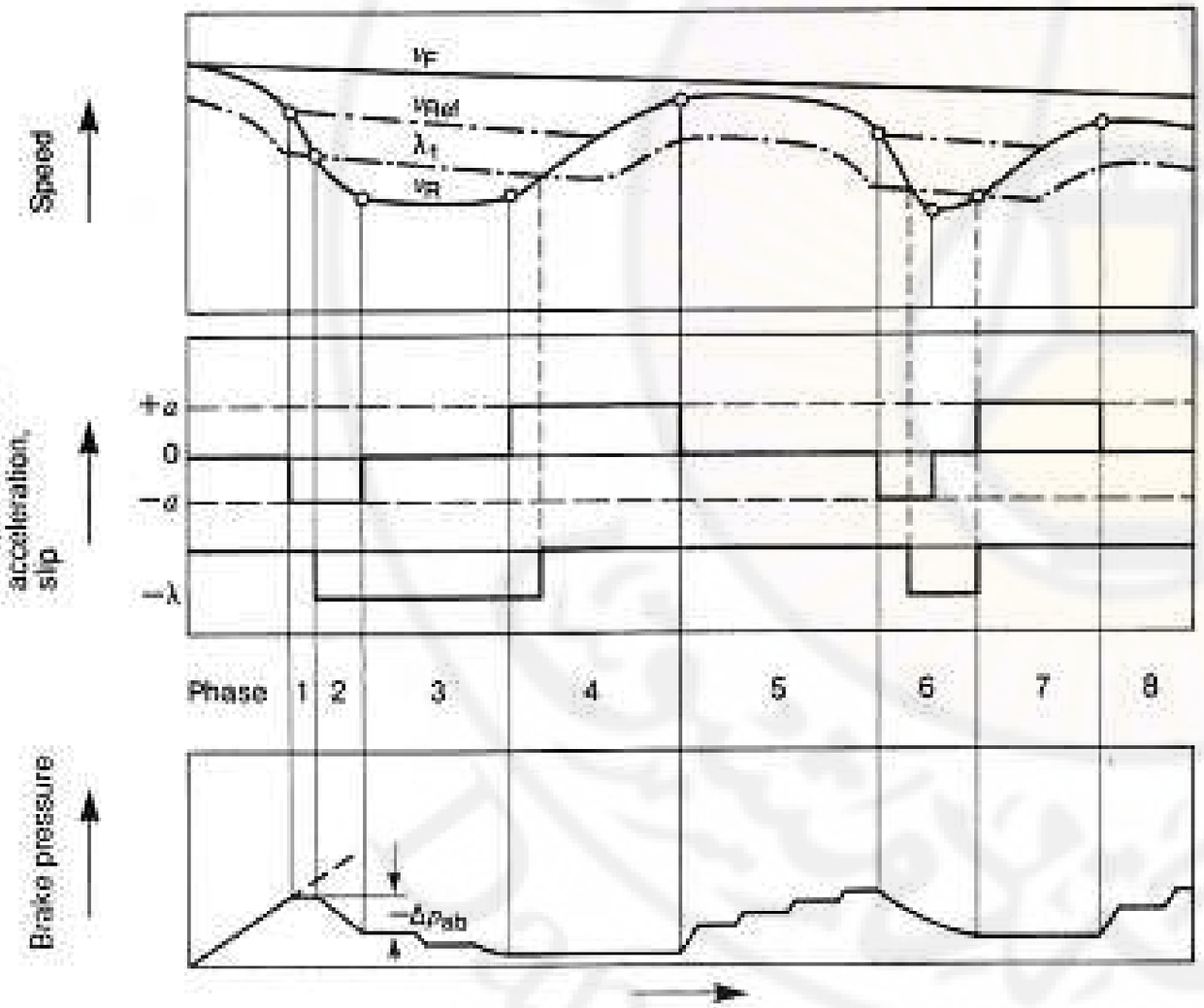
السيطرة على الكَبْح على طريق زلق
(مستوى منخفض لمعامل قوة الكبح)

نهاية المرحلةِ 4:

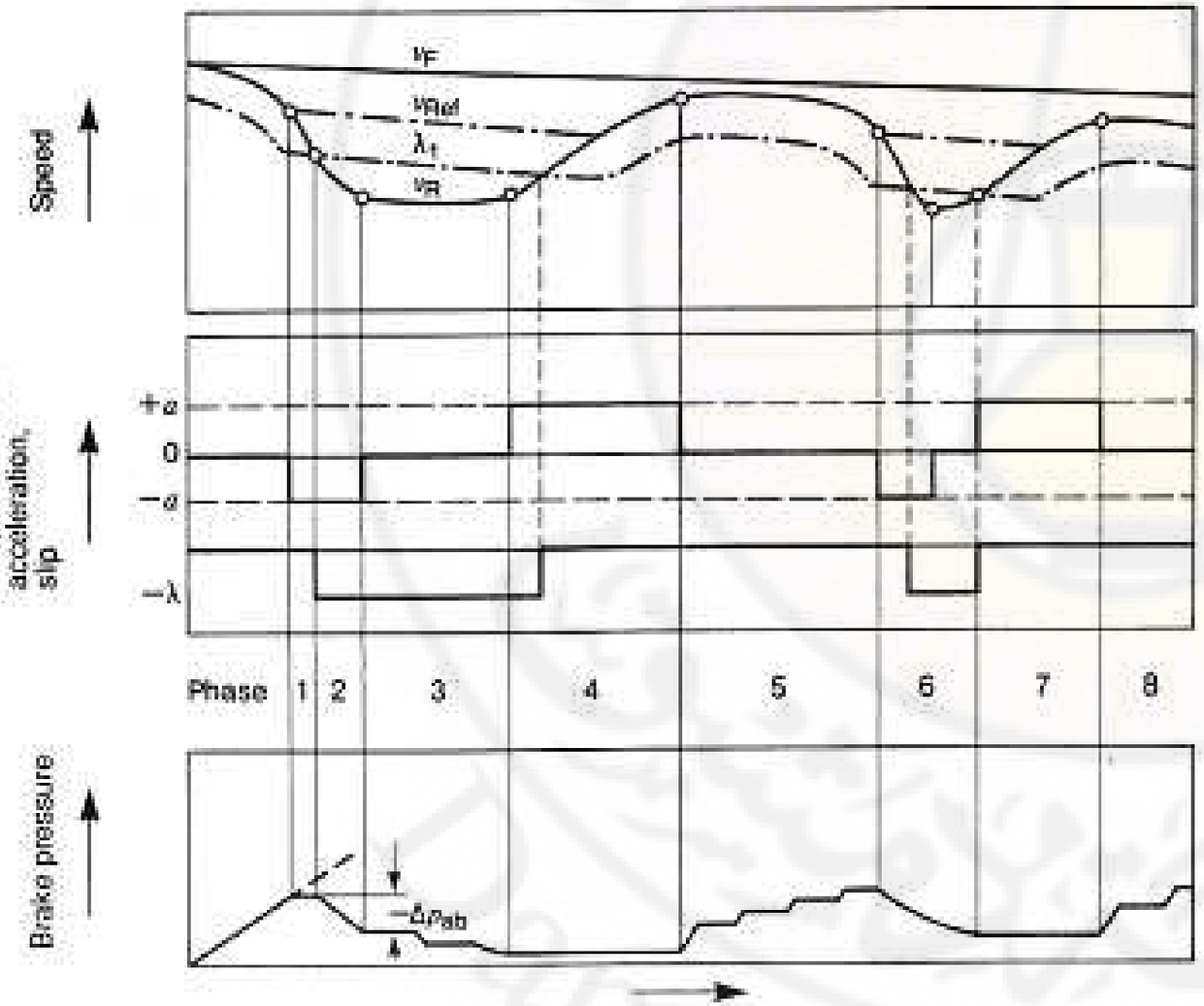
تثبيت أكبر للضغط حتى يصل التسارع إلى ما تحت العتبةِ (a+) ثانيةً

في المرحلةِ 5:

تصعيد في الضغط مِنْ القسمِ السابقِ حتى دورة سيطرةٍ جديدةٍ مبدوءة بتخفيض الضغط في مرحلةِ 6. في الدورةِ المَوْصُوفةِ سابقاً، يدرك منطقَ جهازَ السيطرة بأنّ أكثر من خطوتي نقصان للضغط كَانتا ضروريتان لتَعجيل العجلةِ ثانيةً بعد التخفيض في الضغطِ بَدأَ بالإشارةِ (a-). تسير العجلةُ في مجال الانزلاق العاليةِ لوقت طويل نسبياً، وهذا لَيسَ مثاليَ لقيادة السيارة باستقرار وانقيادية. لكي نمنع كلتا هاتين العمليتين , تتم المقارنة بشكل مستمر بين سرعة العجلة وسرعة الانتقال لعتبة الانزلاق للعجلة λ1 في الدورة هذه وأيضاً في دورات السيطرة التالية.



السيطرة على الكَبْح على طريق زلق
(مستوى منخفض لمعامل قوة الكبح)



في المرحلةِ 6:

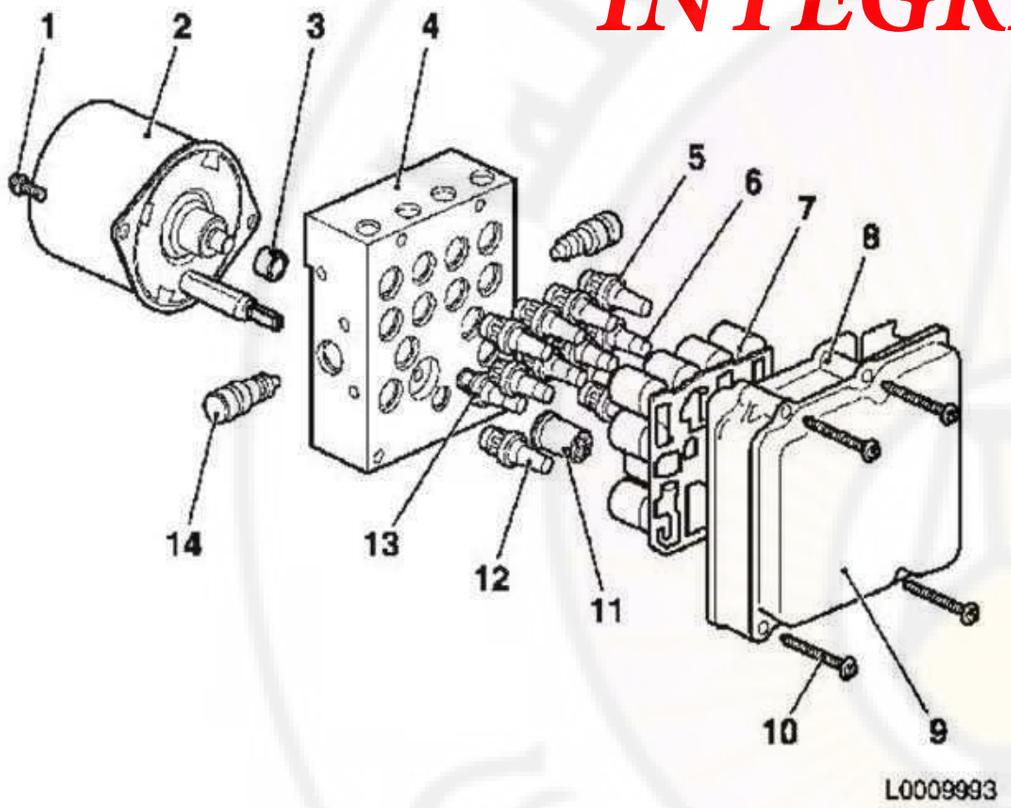
يتم تخفيض ضغط الكبح بشكل ثابت حتى يُتجاوزْ تسارعَ العجلةَ العتبةَ (+a)

في المرحلةِ 7:

بسبب النقصان الثابت في الضغطِ، تدور العجلةَ مع انزلاق عال و فقط لفترة قصيرة، هكذا يتزايد استقرار العربة وانقياديتها مقارنة بالدورة الأولى.

نظام منع إقفال العجلات المدمج (المتكامل)

INTEGRATED ABS



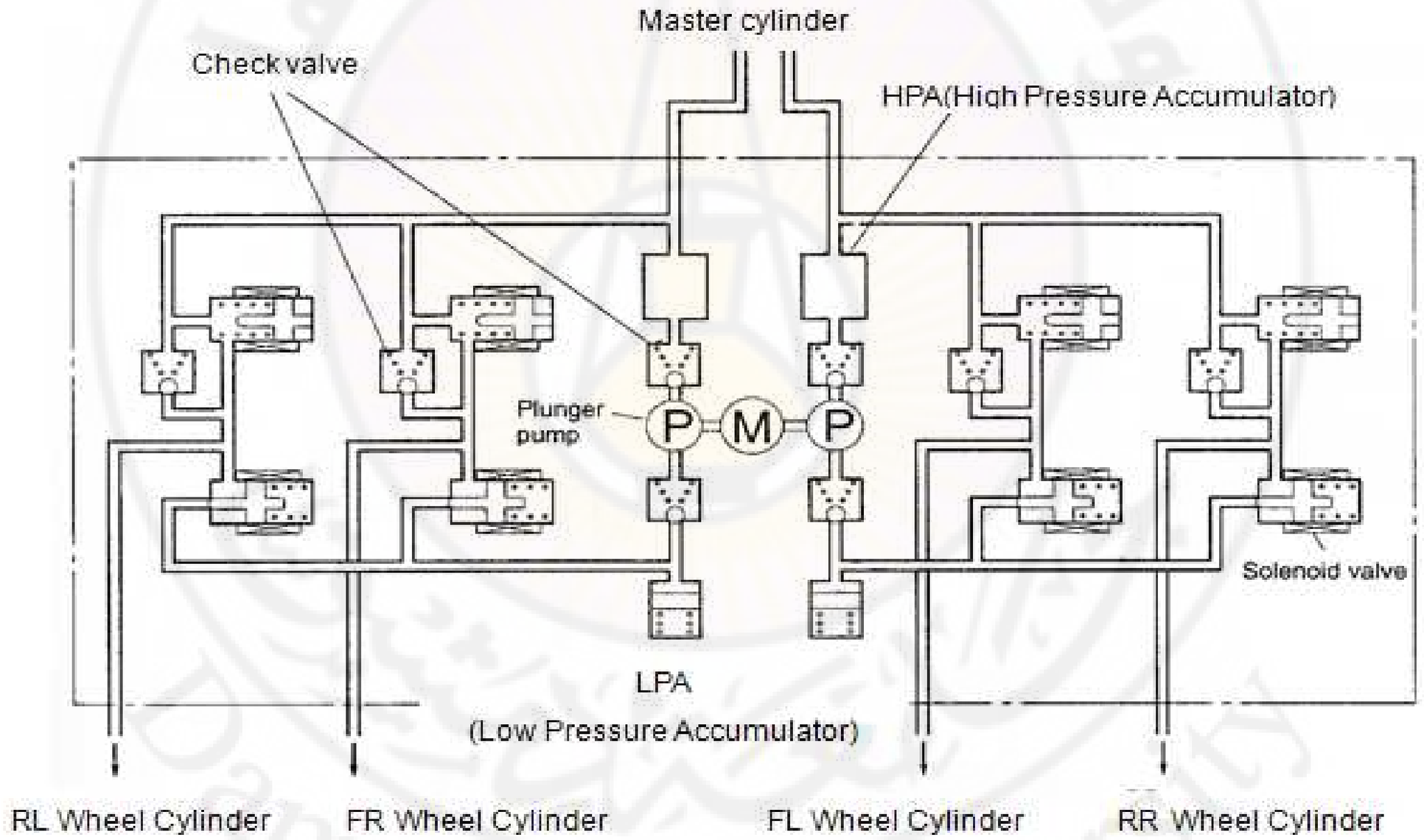
1 Pump motor fastening bolt (x2)
2 Pump motor
3 Guide sleeve
4 Pump/valve housing
5 Outlet valves (x4)
6 Inlet valves (x4)
7 Printed circuit board with semiconductor relay
8 ABS control unit
9 ABS control unit cover
10 ABS control unit fastening bolt (x4)
11 Pressure sensor (only ABS 8.0/ESP)
12 USV valve (x2)
13 ASV/HSV valve (x2)
14 Pressure control valve (x2)

- تكون وحدة التحكم الالكترونية و وحدة التحكم الهيدروليكية بحساساتها و مضخاتها و صماماتها مدمجة معا ضمن جهاز واحد مما يخفف من الحاجة إلى توصيلات كهربائية و زيادة وثوقية النظام

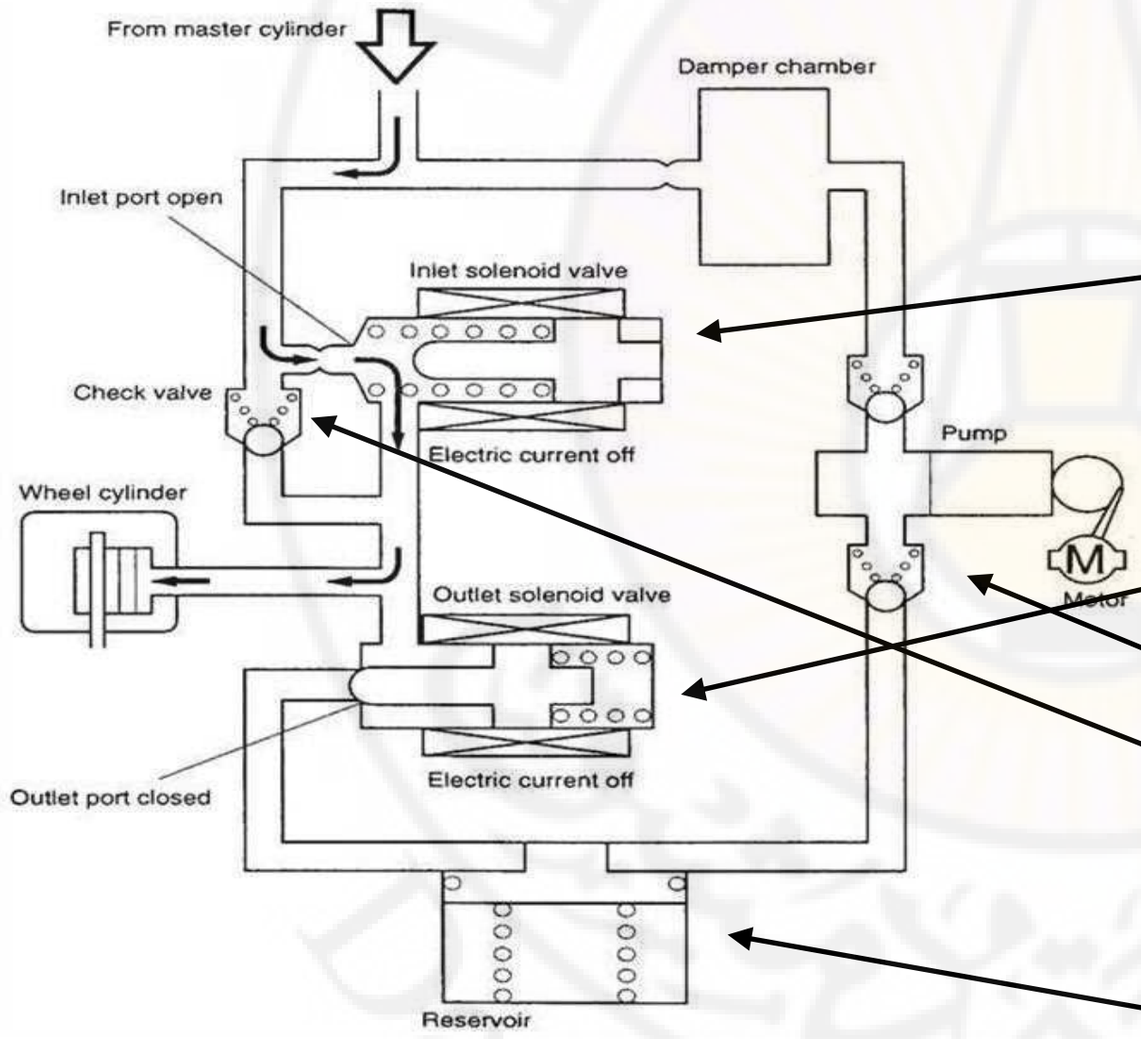
الوحدة الهيدروليكية Hydraulic Unit

- تحتوي على صمامات كهرومغناطيسية وعلى مجمع واحد لكل دارة كبح وعلى مضخة رجوع.
- تشغّل هذه الصمامات بواسطة وحدة التحكم عن طريق حاكمة Valve relay حيث تقوم هذه الصمامات:
  - بربط اسطوانة كبح العجلات إما بأسطوانة الكبح الرئيسية أو بمضخة الرجوع
  - أو فصل اسطوانة كبح العجلات عن الدارة والمضخة
- عندما يزداد الضغط فإن مضخة الرجوع تُعيد زيت الفرامل المتدفق من اسطوانة كبح العجلات إلى الاسطوانة الرئيسية عن طريق المجمع.
- تحتوي الوحدة الهيدروليكية غالباً على أربع صمامات كهرومغناطيسية

مخطط وحدة التحكم الهيدروليكية



دارة تحكم هيدروليكية منفردة



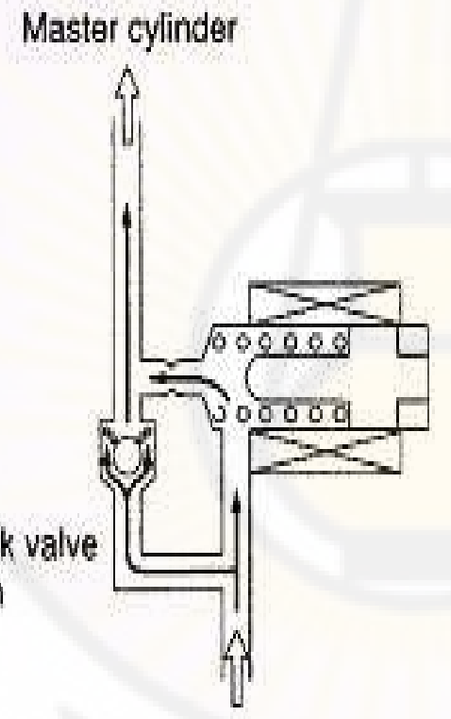
- المكونات :
- صمام دخول لولبي (الوضع الطبيعي مفتوح) Normally Open (NO)
- صمام خروج لولبي (الوضع الطبيعي مغلق) Normally Closed (NC)
- صمام مراقبة (صمام أحادي الاتجاه)
- مضخة
- خزان

صمام المراقبة

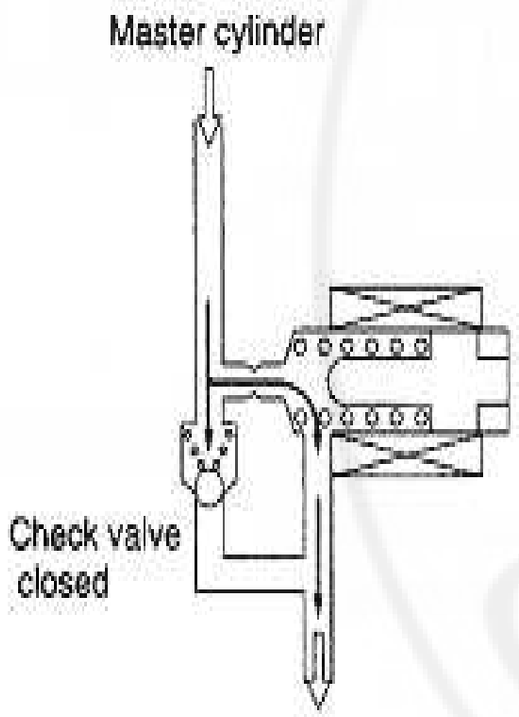
وهو **عبارة عن صمام اتجاه (مراقبة) يسمح لزيت الفرامل بالتحرك باتجاه واحد**

- عند الضغط على دواسة الفرامل يتدفق الزيت من الأسطوانة الرئيسية عبر الصمام اللولبي نحو اسطوانة العجلة ، وفي هذه الحالة يكون صمام المراقبة مغلقاً .
- عند تحرير دواسة الفرامل فإن تدفق زيت اسطوانات الفرملة يعمل على فتح صمامات الاتجاه والذي يعمل على عودة الزيت من اسطوانة العجلة إلى الاسطوانة الرئيسية عبر صمام الاتجاه والصمام اللولبي.

يسمح عمل صمام المراقبة للزيت القادم من اسطوانة العجلة أن يتجاوز الممر الضيّق للصمام اللولبي ليعود نحو الاسطوانة الرئيسية بسرعة أكبر .

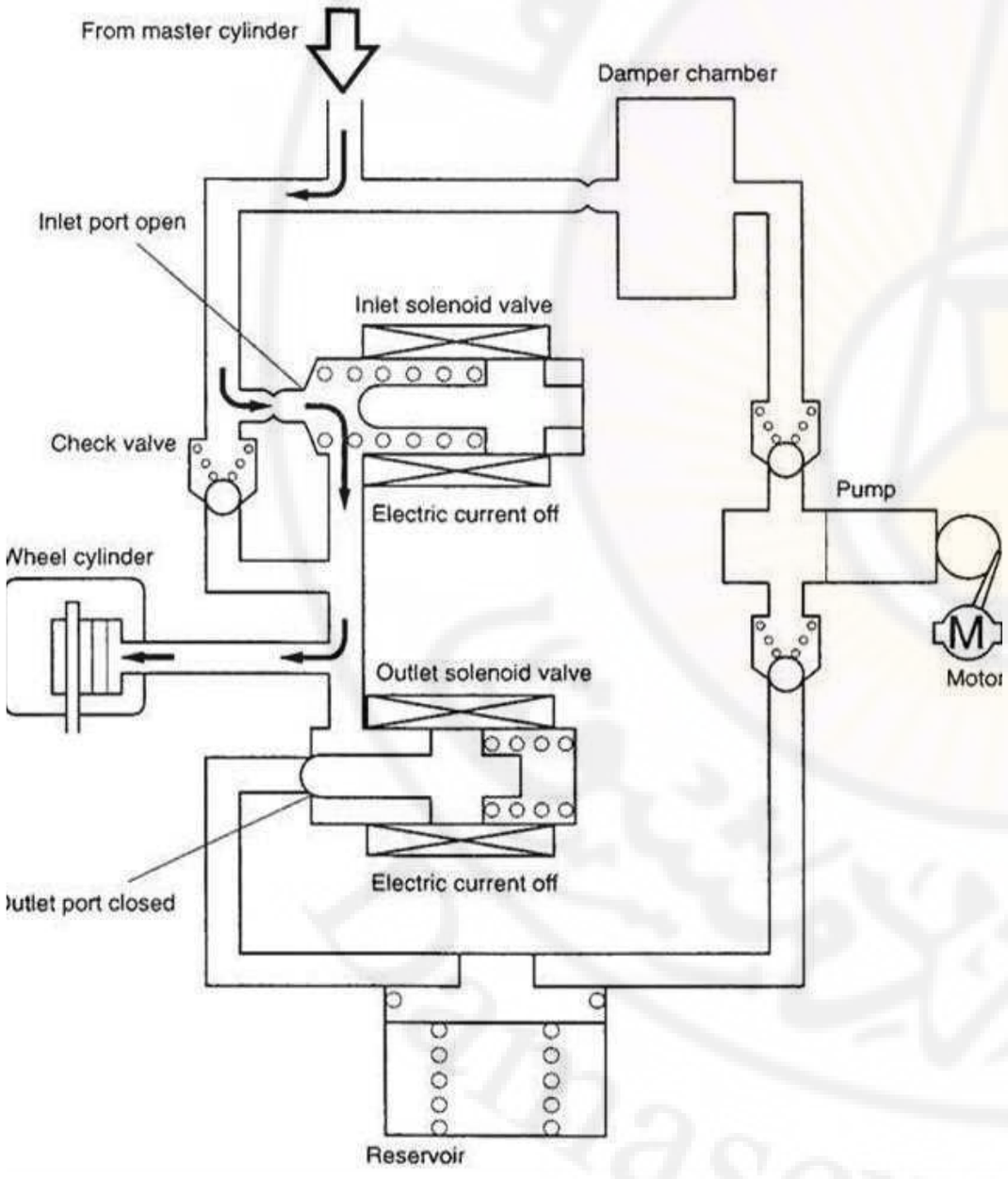


Brake pedal released



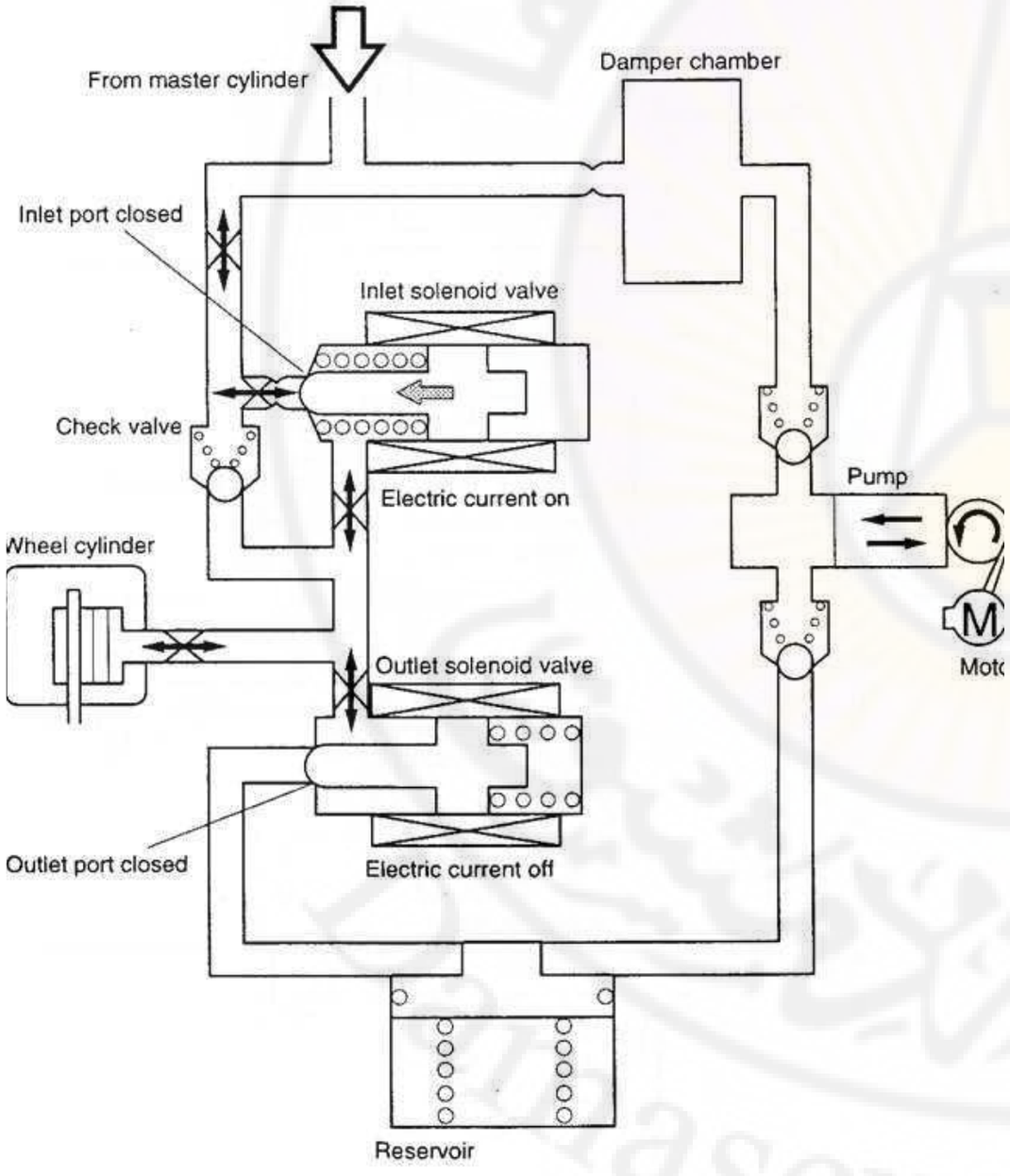
Brake pedal depressed

١.حالة الفرملة الطبيعية Normal Braking



- صمام الدخول اللولبي مفتوح (طبيعي)
- صمام الخروج اللولبي مغلق (طبيعي)

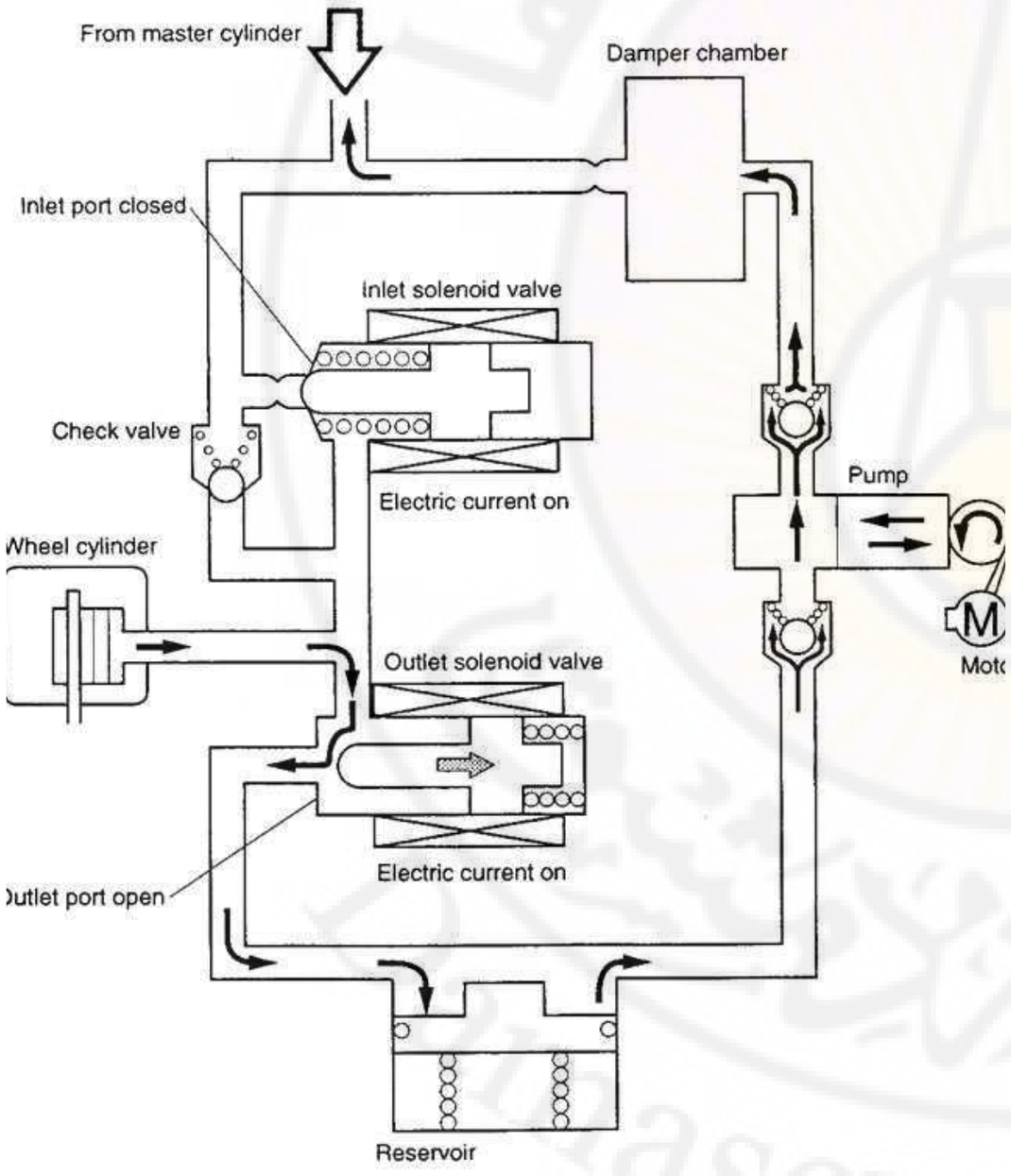
٢. طور تثبيت الضغط Pressure Hold (retention)



في اللحظة التي تبدأ فيها العجلة بالقفل **تقوم وحدة التحكم ABSCM بإرسال تيار كهربائي إلى مدخل الصمام اللولبي ليتم إغلاقه** أي قطع الممر بين الأسطوانة الرئيسيِّة واسطوانة العجلة.

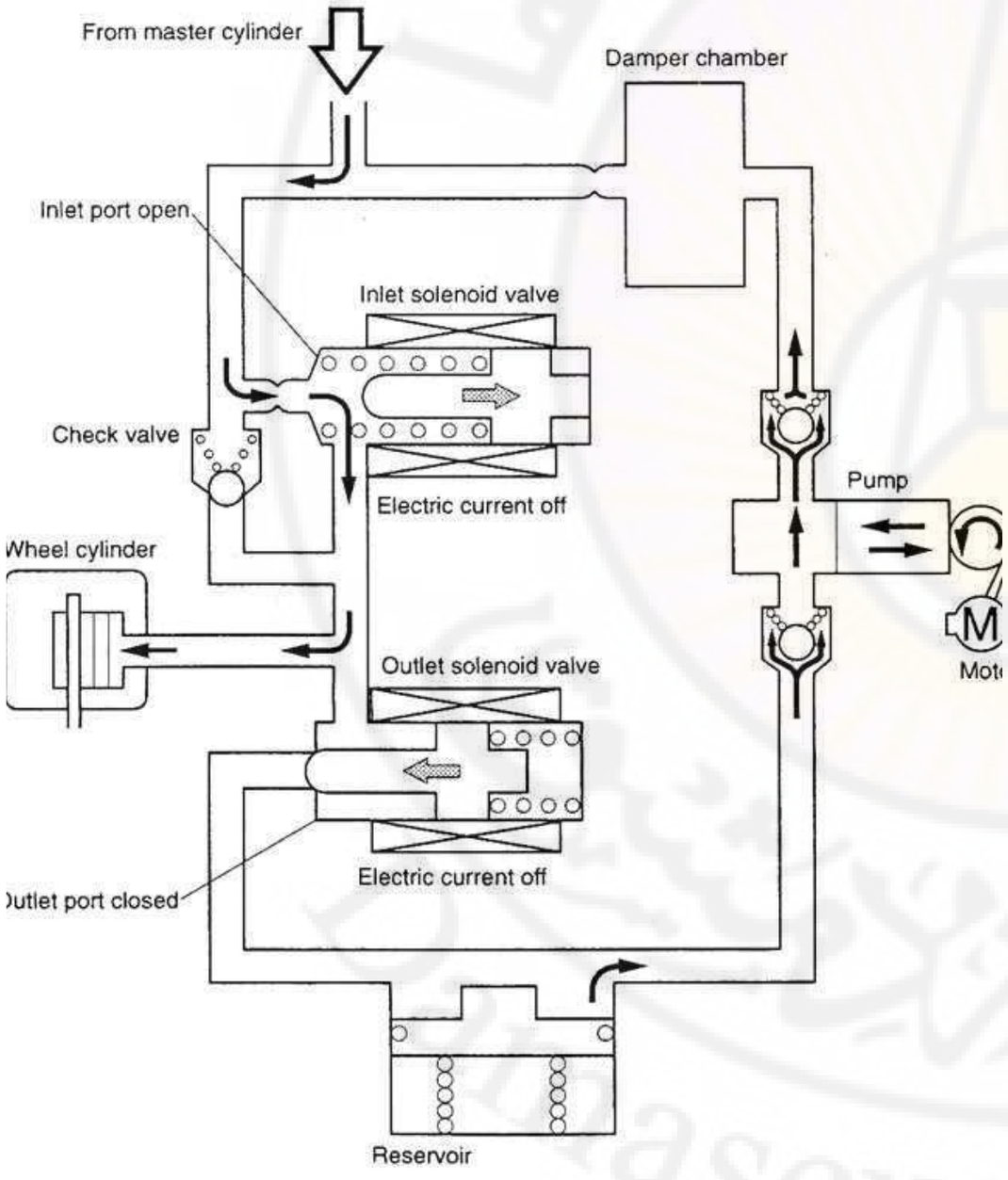
في هذا الوقت يكون مخرج الصمام غير مفعّل(غير نشط/لا يؤثر عليه تيار كهربائي) لذا يؤثر ضغط زيت المكابح على اسطوانة العجلة ووفق مستواه الحالي المحجوز.

3. طور تخفيض الضغط Pressure Dump (reduction)



تنخفض سرعة العجلة أكثر خلال مرحلة تثبيت الضغط **فترسل وحدة السيطرة ABSCM تيار كهربائي إلى صمام الدخول و الخروج اللولبيين في الوقت نفسه.** يتم فتح المخرج أي فتح الممر بين اسطوانة العجلةَ ومراكم الضغط المنخفض. **يتدفق زيت المكابح الموجود داخل اسطوانة العجلة نحو مراكمِ الضغط المنخفض، مُخفّضاً ضغطَ الكبح في اسطوانة العجلة. يخرج السائل الموجود في مراكمِ الضغط المنخفض باتجاه الاسطوانةِ القائدة عن طريق المضخة المكبسية .**

٤. طور زيادة الضغط Pressure Increase



تـزداد سـرعـة دوران العجـلة أثـناء احـتجاز ضغط زيت المكابح أَو بعد تخفيض الضغط، **تـفترض وحـدة الـتحكم ABSCM بـأنـه ليس هناك إمكانية لإقفال العجلة، ولذا تقطع التيار عن مدخل ومخرج الصمام اللولبي مما يؤدي إلى تراجعهما إلى وضـعهما الأسـاسـي تـحت تـأثـير نـابضيهما، يفْتح فرع الدخول ويَغْلق فرع الخـروج.** طـالـما فـرع الـدخـول مـفتوح وفـرع الخـروج مُـغلق، يـصل ضـغط زيـت الاسطوانة الرئيسية إلى اسطوانة العجلةَ كما هـو الـحال بـحالـة الـفرملة الـطبيعية لذا يـزداد ضغط زيت اسطوانة العجلة.

خلاصة وضعيات صمامي الدخول والخروج اللولبيين

الطور	وضعية الصمام	
	صمام الدخول اللولبي (مفتوح بالحالة الطبيعية)	صمام الخروج اللولبي (مغلق بالحالة الطبيعية)
الفرملة الطبيعية	مفتوح	مغلق
تثبيت الضغط (تيار إلى المدخل)	مغلق	مغلق
تخفيض الضغط (تيار إلى المدخل والمخرج)	مغلق	مفتوح
زيادة الضغط (قطع التيار عن المدخل والمخرج)	مفتوح	مغلق

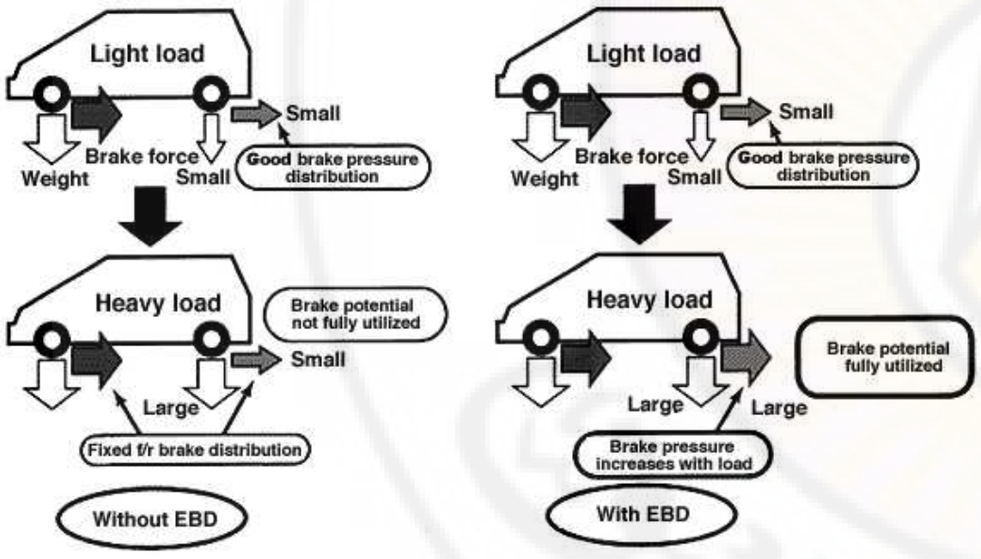
التوزيع الإلكتروني لقوة الفرملة

Electronic Brake-force Distribution (EBD)

- كإضافة إلى الخوارزمية المنطقية ل ABS ، يعمل EBD في المجال قبل الوصول إلى عتبات التدخّل في التحكم في نظام ABS بدءاً من الإصدار الخامس ABS version 5.0.

- يتم مراقبة حساسات إنزلاق العجلات الخلفية و مقارنتها بالمحور الأمامي. في حالة اكتشاف الانزلاق ، يتم تحويل صمامات الدخول للعجلات الخلفية إلى وضع تثبيت الضغط لمنع زيادة إضافية في الضغط على مكابح العجلات الخلفية.

- تقوم خوارزمية EBD بالتحكم في توزيع قوة الكبح بين المحاور الأمامية والخلفية. وهذا ما يسمى "توزيع الفرامل الإلكترونية".



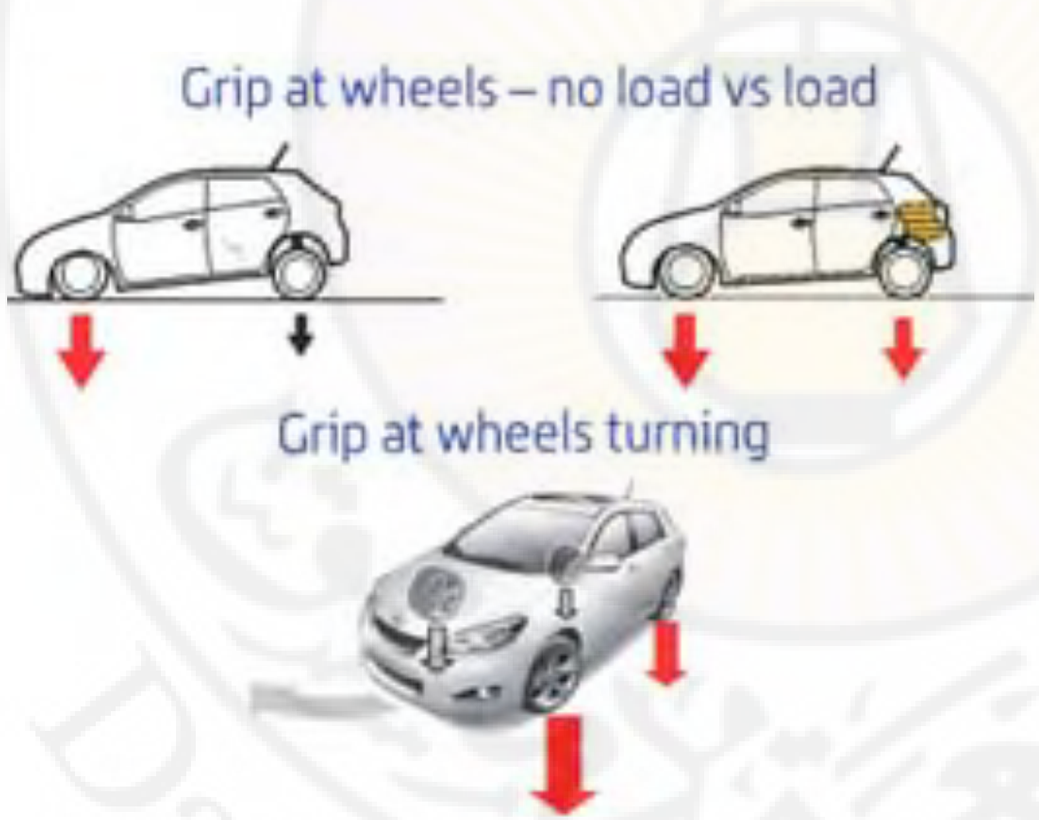
- في حالة السيارة فارغة ، تكون فعالية الفرامل قابلة للمقارنة مع النظام التقليدي

- بالنسبة لمركبة محملة بالكامل ، تكون كفاءة نظام EBD أعلى بسبب الاستخدام الأفضل لقدرة الكبح للمحور الخلفي.

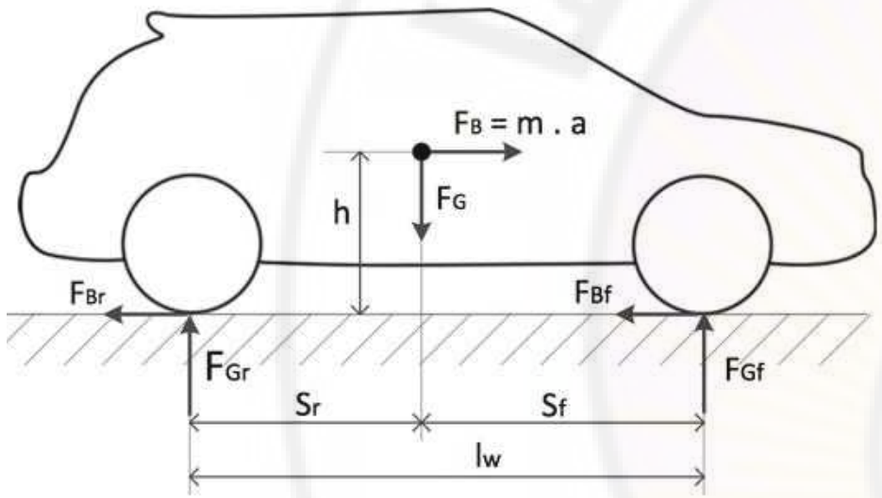
التوزيع الإلكتروني لقوة الفرملة

Electronic Brake-force Distribution (EBD)

- تقوم خوارزمية EBD بالتحكم في توزيع قوة الكبح بين العجلات الداخلية و الخارجية أيضا أثناء الكبح في المنعطفات.



القوى المؤثرة على المركبة أثناء عملية الكبح



- معامل الاستفادة من الاحتكاك للمركبة ككل :

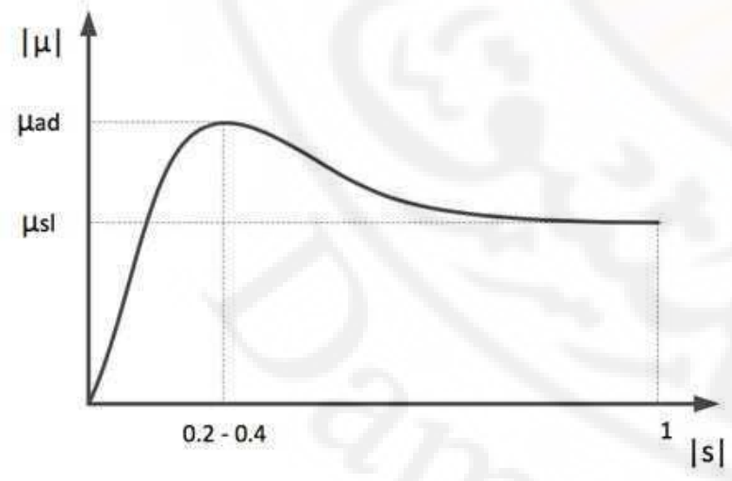
$$\mu = \frac{F_B}{F_G} = \frac{F_{Bf} + F_{Br}}{F_G} = \frac{\mu_f \cdot F_{Gf} + \mu_r \cdot F_{Gr}}{F_G}$$

- معدل الفرملة (معدل التباطؤ) :

$$z = \frac{b}{g} = \frac{m \cdot b}{m \cdot g} = \frac{\mu_f \cdot F_{Gf} + \mu_r \cdot F_{Gr}}{F_G}$$

- معدل الفرملة الأعظمي :

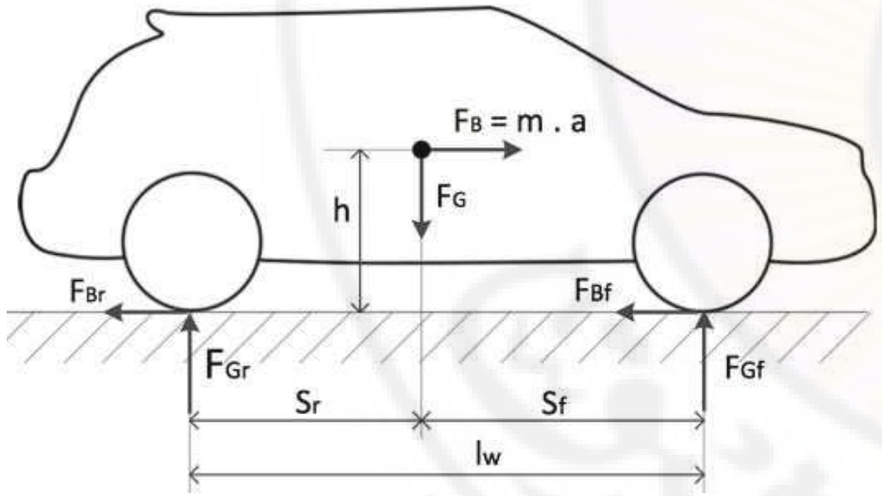
$$z_{limit} = \frac{\mu_{ad} \cdot F_{Gf} + \mu_{ad} \cdot F_{Gr}}{F_G} = \mu_{ad}$$



القوى المؤثرة على المركبة أثناء عملية الكبح

- معامل الاستفادة من الاحتكاك على المحور الأمامي عند حدوث القفل:

$$\mu_f = \frac{F_{Bf}}{N_f} = \frac{F_{Bf}}{F_{Gf} + z \cdot \frac{h}{l_w} \cdot m_{vhcl} \cdot g}$$



- معامل الاستفادة من الاحتكاك على المحور الأمامي عند حدوث القفل:

$$\mu_r = \frac{F_{Br}}{N_r} = \frac{F_{Br}}{F_{Gr} - z \cdot \frac{h}{l_w} \cdot m_{vhcl} \cdot g}$$

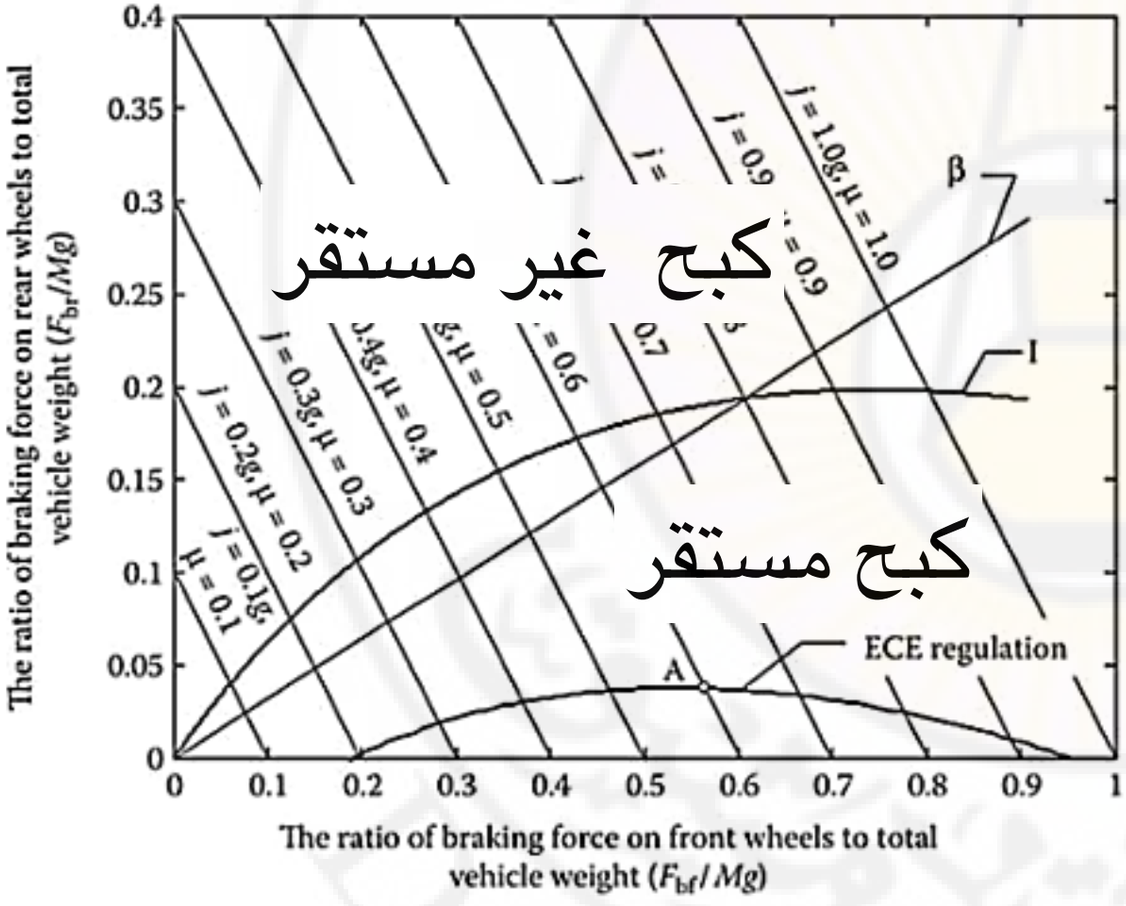
منحني توزيع قوة الكبح المثالي
Ideal Brake-Force Distribution Curve

- خطوط التباطؤ الثابت z,j = const

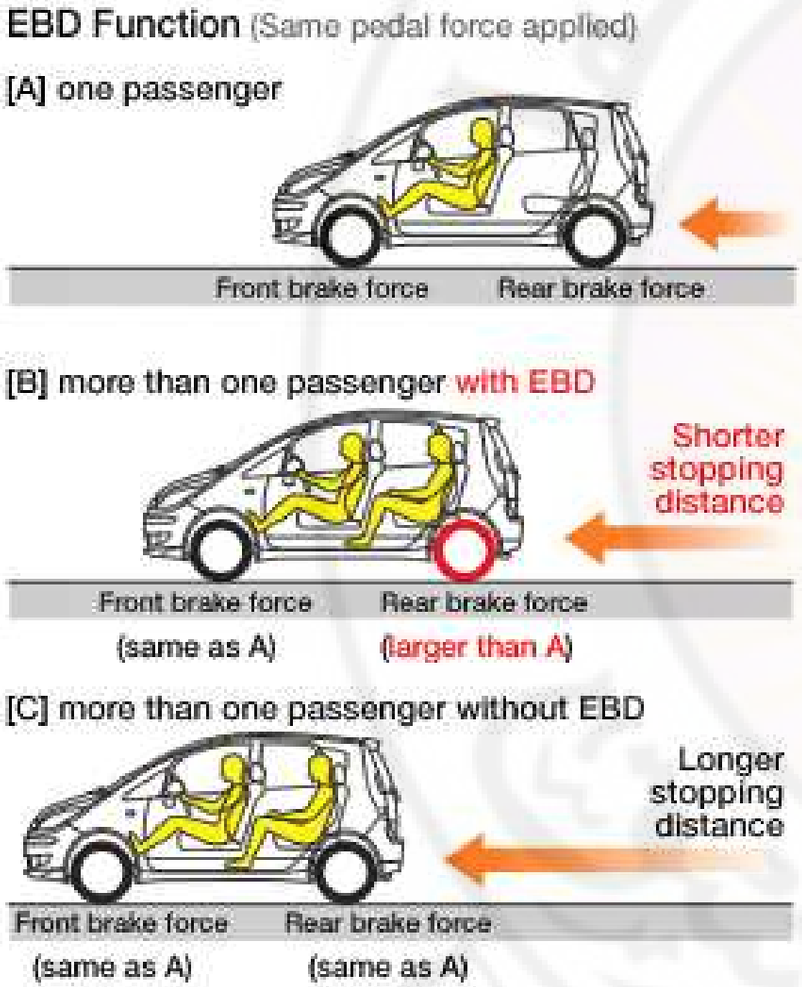
- منحني توزيع قوة الكبح المثالي I يكون عندما يصل كلا المحورين إلى مرحلة القفل بنفس الوقت

$$(\mu_f = \mu_r)$$

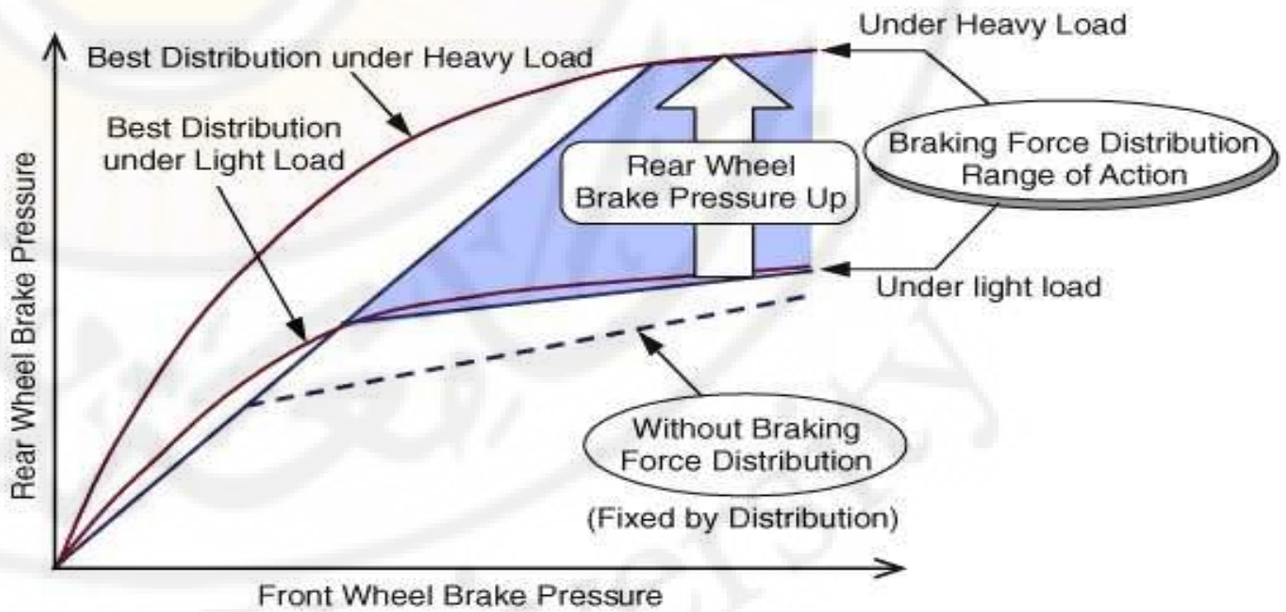
- نظرا لصعوبة تحقيق هذا المنحني بواسطة الأنظمة الهيدروليكية يكون منحني توزيع قوة الكبح الفعلي عن طريق صمام الكبح التناسبي على شكل β



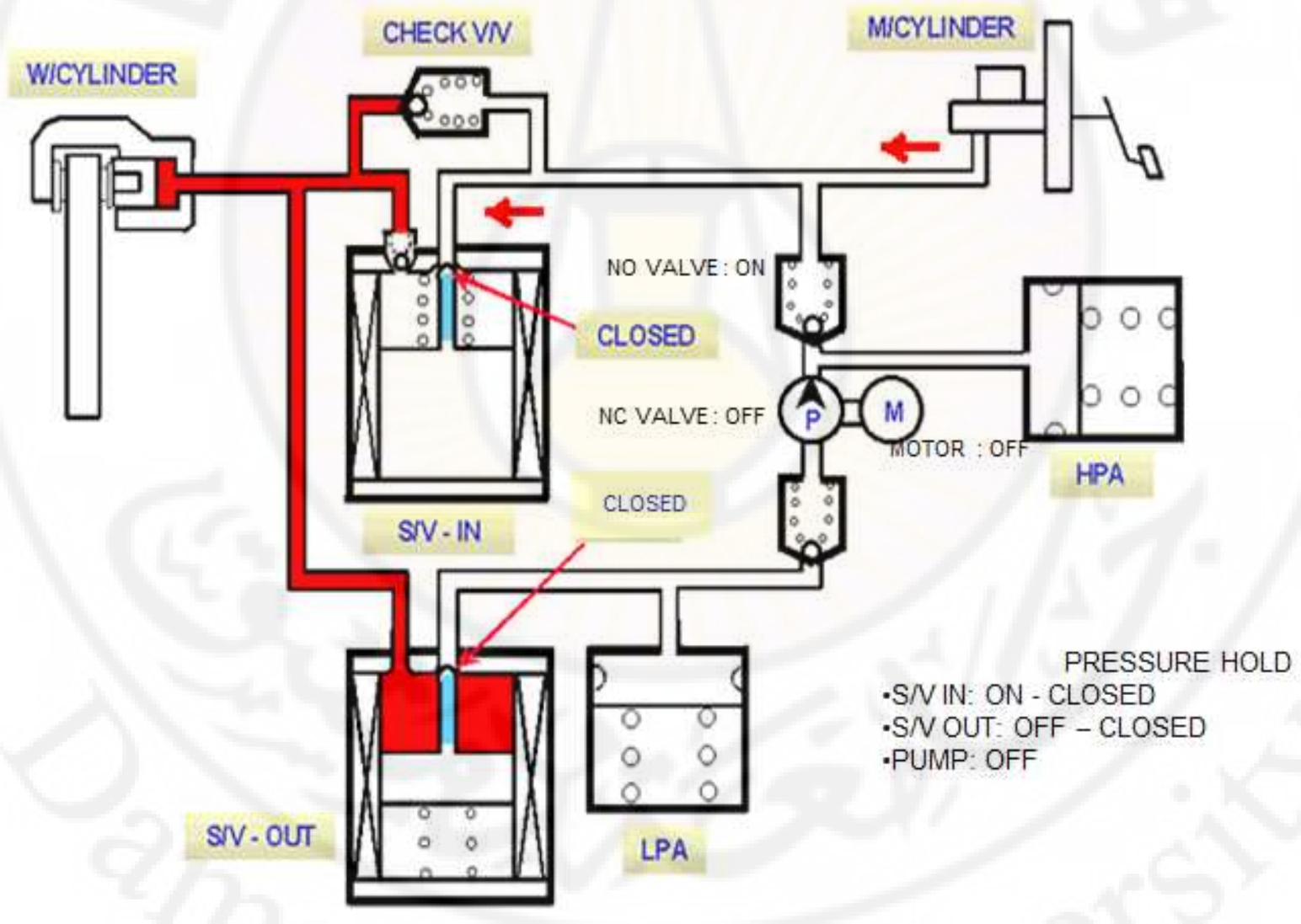
مجال عمل نظام EBD



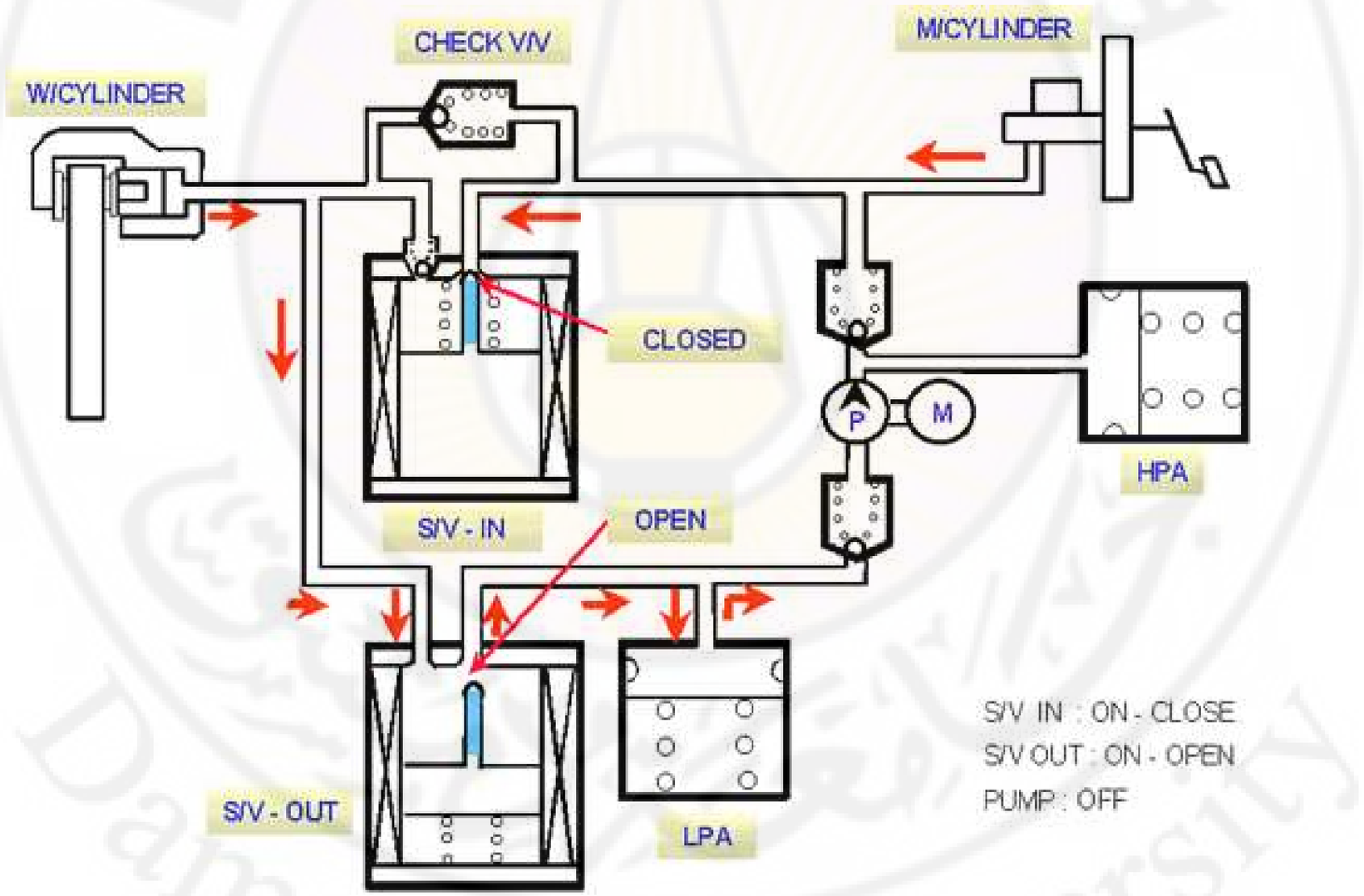
- بزيادة الوزن المحمل على المحور الخلفي يتغير شكل منحني توزيع قوة الكبح المثالي
- يسمح النظام بزيادة قوة الكبح على المحور الخلفي عندما يكون المحور الخلفي محملًا أكثر



عمل نظام EBD في مرحلة تثبيت الضغط
Pressure Hold



عمل نظام EBD في مرحلة تخفيض الضغط
Pressure Reduction (Dump)



ميزات التوزيع الإلكتروني لقوة الفرملة (EBD)

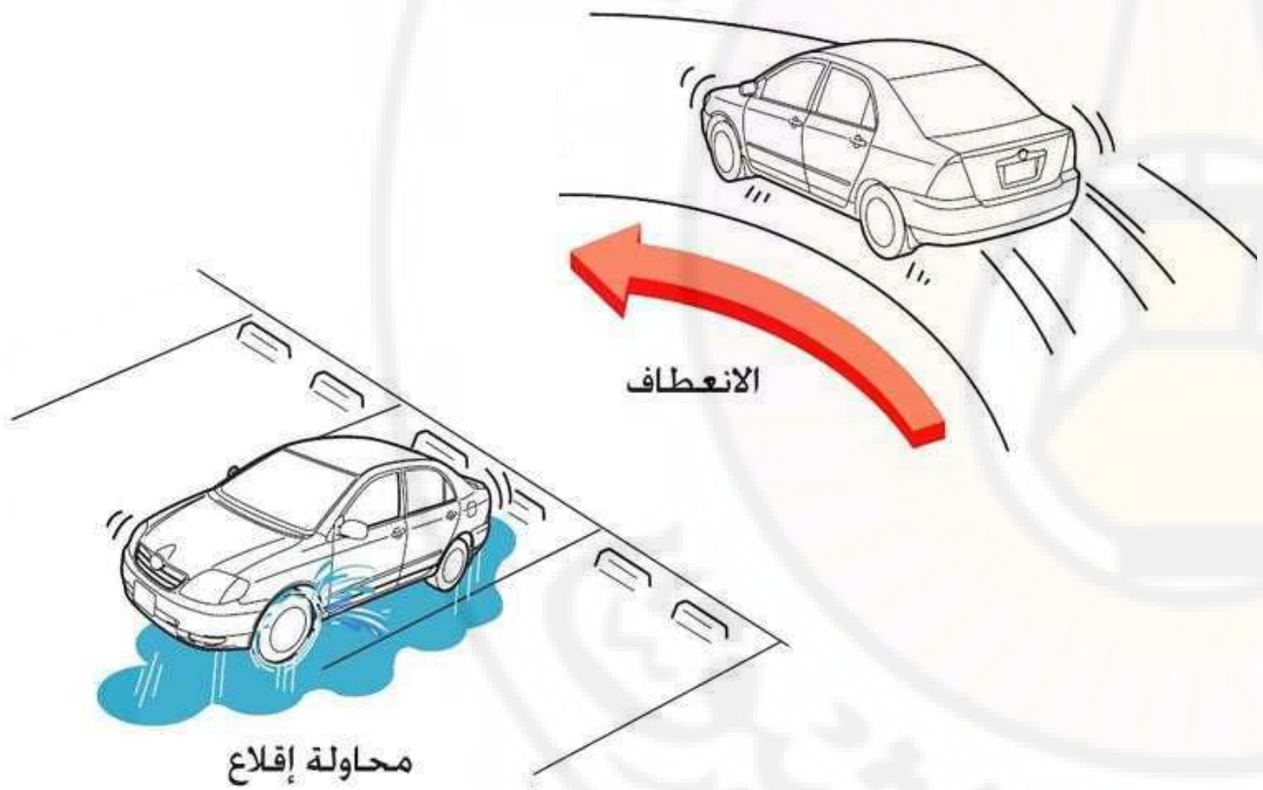
- يضمن EBD أقصى أداء للفرملة في العجلات الأمامية والخلفية و في العجلات الداخلية و الخارجية عند الكبح و عند الانعطاف
- التخلص من صمام التناسب التقليدي يستخدم EBD مستشعر سرعة محور العجل الخلفي الموجود لمراقبة انزلاق العجلة الخلفية.
- • استنادًا إلى العديد من المتغيرات في الخوارزمية ، قد يتم تثبيت الضغط وزيادة و / أو إنقاص الضغط على مكابح العجلات الخلفية التي تضمن ثبات السيارة.
- • تقترب المركبة من توزيع قوة الفرامل المثالي (بين المحور الأمامي و الخلفي).
- • توزيع قوة الفرامل المستمر خلال عمر السيارة.
- • تتم مراقبة وظيفة EBD من خلال خوارزمية أمان ABS (لا يمكن مراقبة صمامات التناسب التقليدية).
- يجنب النظام المكابح من الوصول ل "الخبو" fading نتيجة لارتفاع درجة الحرارة الزائدة في المكابح.

نظام التحكم بالجر (بالتماسك)

Traction Control System (TCS)

إن **حالات القيادة الحرجة** لا تحدث فقط عند عملية الكبح المفاجئ وإنما تحدث أيضاً عند:

- دوران العجلات على فراغ
- الضغط على دواسة الوقود بشكل كبير عند الإقلاع أو عند محاولة التسارع على أرض زلقة
- الانعطاف السريع
- محاولة القيادة على طريق صاعد

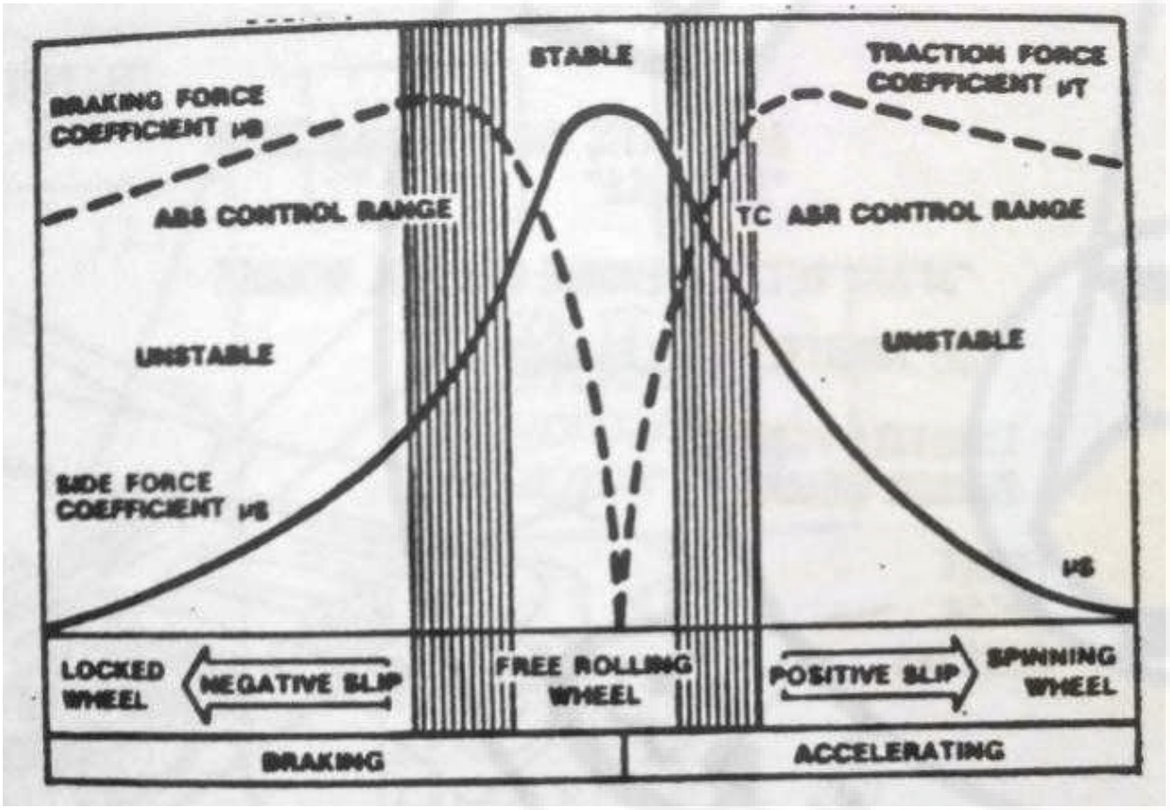


بعض حالات القيادة الحرجة

- إن العزم المتولّد في هذه الحالات يسبب انزلاق العجلات ويفقد المركبة القدرة على الإقلاع أو التسارع كما ويفقد السائق إمكانية السيطرة على المركبة في أغلب الأحيان.

- من أجل الحفاظ على إمكانية التحكم بالمركبة ، من الضروري أن تحافظ العجلات الأربع على تماسكها و تمكنها من نقل قوة جر إلى سطح الطريق.

وظيفة و آلية عمل نظام التحكم بالجر (TCS)



إن نظام التحكم بانزلاق السيارة TCS يضمن إمكانية ثبات إقلاع السيارة وتسارعها على أرض منزلقة والتحكم بعملية التوجيه.

- تعمل أنظمة التحكم في الجر نوعًا ما مثل أنظمة الفرامل المانعة للانغلاق ABS و لكن بطريقة عكسية. كلا النظامين يستخدمون نفس أجهزة الاستشعار (الحساسات) لتحديد ما إذا كانت أي من العجلات قد فقدت قوة الجر ، ولكن هذه الأنظمة تبحث عن انزلاق العجلات أثناء التسارع بدلاً من التباطؤ.

- قوة الكبح $F_B = \mu_B \times F_N$
- قوة الجر $F_D = \mu_T \times F_N$
- القوة الجانبية $F_S = \mu_S \times F_N$

كيفية عمل نظام التحكم بالجر (TCS)

إذا حدد نظام التحكم في الجر أن العجلة تنزلق ، يمكن أن يتخذ عددًا من الإجراءات التصحيحية:

- إذا كانت هناك حاجة إلى إبطاء عجلة القيادة ، فإن TCS قادرة على نبض المكابح مثل نظام ABS.
- إن أنظمة التحكم في الجر قادرة أيضًا على إدارة بعض عمليات المحرك. إذا لزم الأمر ، فغالبًا ما يمكن لـ TCS تقليل إمدادات الوقود أو التحكم بالشرارة لواحدة أو أكثر من أسطوانات المحرك.
- في السيارات التي تستخدم دواسة تسارع مرتبطة بالأسلاك ، يمكن لـ TCS أيضًا إغلاق صمام الخنق لتخفيض طاقة المحرك الخارجة إلى العجلات.

نماذج أنظمة التحكم بالجر

تصنف أنظمة التحكم بالجر إلى نموذجين :

- **نموذج التحكم بخرج المحرك :**

يتم التحكم بالجر بتنظيم خرج المحرك بطرق مختلفة للتحكم متوفرة لهذا الهدف ويصنف النظام إلى ثلاثة نماذج للتوافق مع طريقة التحكم المستخدمة :

- إشارات التحكم من وحدة التحكمTCS تغذى إلى نموذج التحكم بالطاقة (PCM) وبالتوافق مع هذه الإشارات (PCM) يتحكم بخرج المحرك من خلال عيار كمية الوقود المحقون وتوقيت الإشعال
- وحدة التحكم TCSترسل إشارات إلى مشغل صمام التحكم(TCS) الذي يغلق صمام التحكم الموجود قبل صمام الخانق وبذلك يتحكم بخرج المحرك .
- في حال كان صمام الخانق يشغل كهربائياً ,يرسل TSC إشارات من وحدة التحكم تنقل إلى مشغل الصمام الخانق عبر نموذج التحكم بالمحرك (ECM) وبالاستجابة لهذه الإشارات فإن مشغل الصمام الخانق يغلق الصمام الخانق ليتحكم بخرج المحرك.

نماذج أنظمة التحكم بالجر

- **نموذج التحكم بالكبح :**

استخدام مكونات نظام الكبح بدون انزلاق(ABS) يمكن آن تكون وحدة التحكم ABS/TCS . تحدد فيما إذا كان واحد أو أثنين من العجلات الأمامية قد سرِّع مسبقاً , هذا يؤدي إلى التحكم بوحدة ABS/TCS ويطبق الكبح على العجلة أو العجلات المسرّعة.

إن التركيبة المؤلّفة من نظامي ABS,TCS تضمن:

- زيادة أمان السيارة خلال حركتها
- تقليل المكونات المؤلفة لكل منهما من خلال استخدام مكونات مشتركة فيما بينهما.

المكونات الرئيسية لنموذج التحكم بخرج المحرك TCS

وحدة التحكم

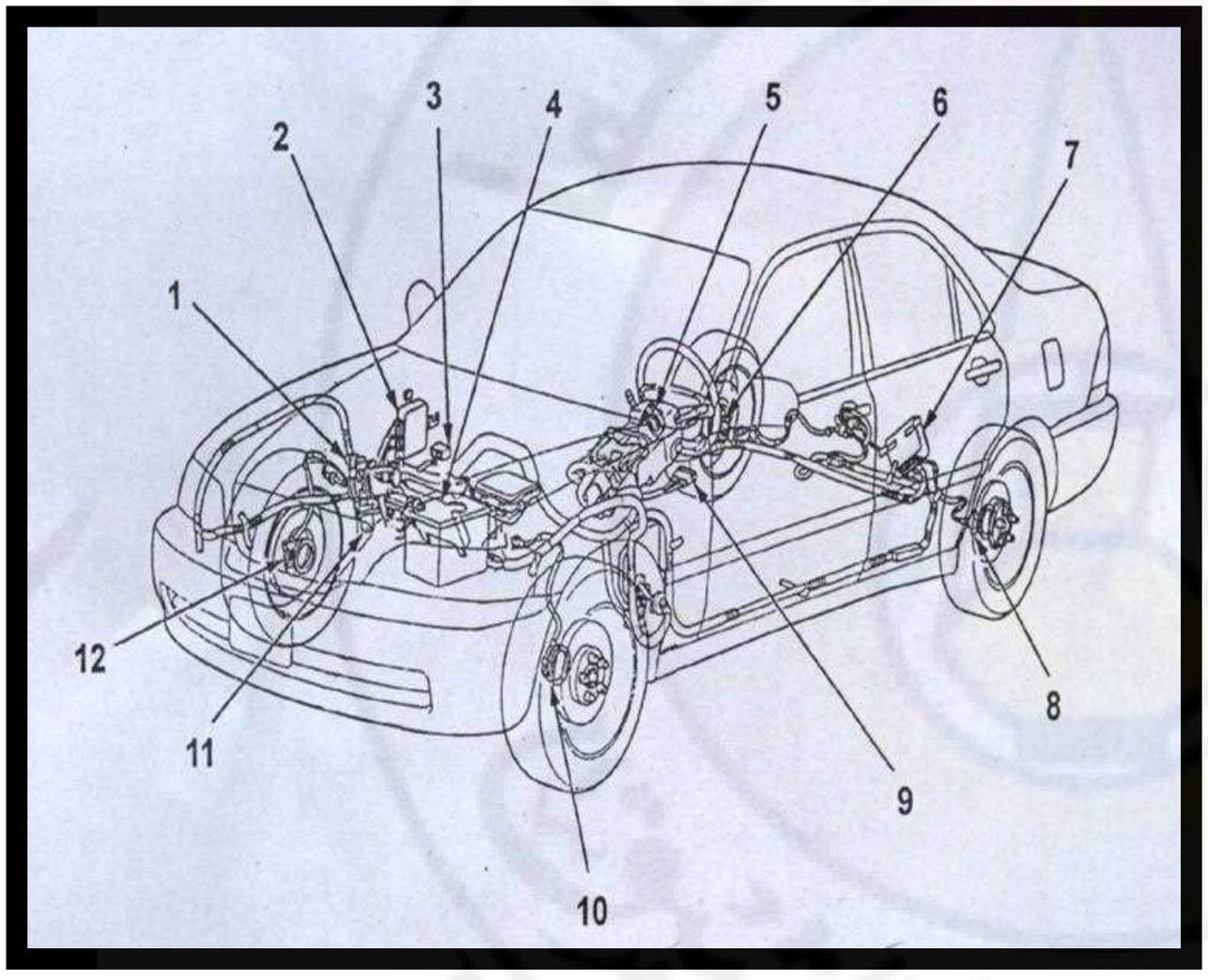
مفتاح التحكم

حساس سرعة العجلة

حساس زاوية التوجيه

لمبة التحذير

صمام التحكم (النماذج المعروفة فقط)



1. حساس صمام التحكم TCS.
2. وحدة تحكم ABS.
3. موصل فحص الخدمة (2P).
4. نموذج التحكم بالطاقة (PCM).
5. حساس زاوية العجلة.
6. حساس العجلة الخلفية اليمنى.
7. وحدة تحكم TCS.
8. حساس العجلة الخلفية اليسرى.
9. مفتاح TCS/Cruis .
10. حساس العجلة الأمامية اليسرى.
11. مشغل صمام التحكم.
12. حساس العجلة الأمامية اليمنى.

وحدة التحكم TCS:

بالتوافق مع الإشارات الواردة من حساسات سرعة العجلة وحساس زاوية التوجيه , فإن الوحدة تحسب المدى الذي يجب أن يكون متحكم به وترسل أشارات تحكم ملائمة إلى ECM ,و الـ ECM تحدد خرج المحرك وفقاً لذلك .

لهذه الوحدة الوظائف التالية : تشخيص ذاتي - أمان .

تؤدي الوحدة فحص ذاتي بثبات , في حالة الخلل في النظام تشغل ضوء المؤشر ويعد النظام فعالاً . إذا أدى النظام وظيفة التحكم عند اكتشاف الخلل , فإنها تصبح فعالة عندما تكمل وظيفة التحكم. DTC تعتبر الخلل انتهى بواسطة وحدة التحكم فإن هذه المعلومات يمكن أن تقرأ من ذاكرة الوحدة لتسهيل تشخيص العيب .

مفتاح TCS

يتوضع على لوحة العدادات ويمكِّن السائق من إيقاف النظام بشكل مؤقت .

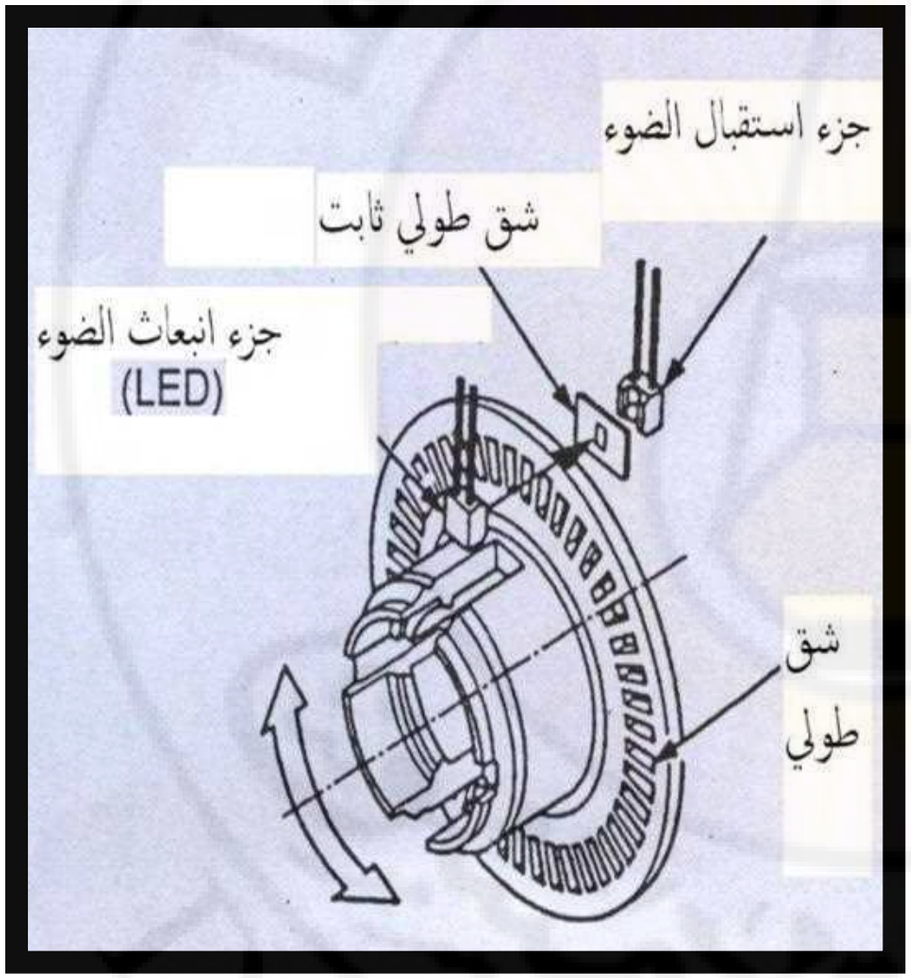
إذا أدى النظام وظيفة التحكم عندما يشغل المفتاح , يصبح فعال عندما تكمل وظيفة التحكم . بعد الإشعال فإن المفتاح يغلق والـTCS يصبح مشغل ثانية عند التشغيل التالي للمحرك .

حساسات سرعة العجلة :

حساسات سرعة العجلة مشتركة مع دارات TCS وABS .

الإشارات من الحساسات الأربع ترسل إلى وحدة التحكم TCSبواسطة وحدة التحكم ABS . بالاستجابة لهذه الإشارات فإن وحدة التحكم تحسب سرعة السيارة الحالية ,سرع العجلات القائدة , اتجاه انعطاف السيارة , والبيانات الضرورية الأخرى.

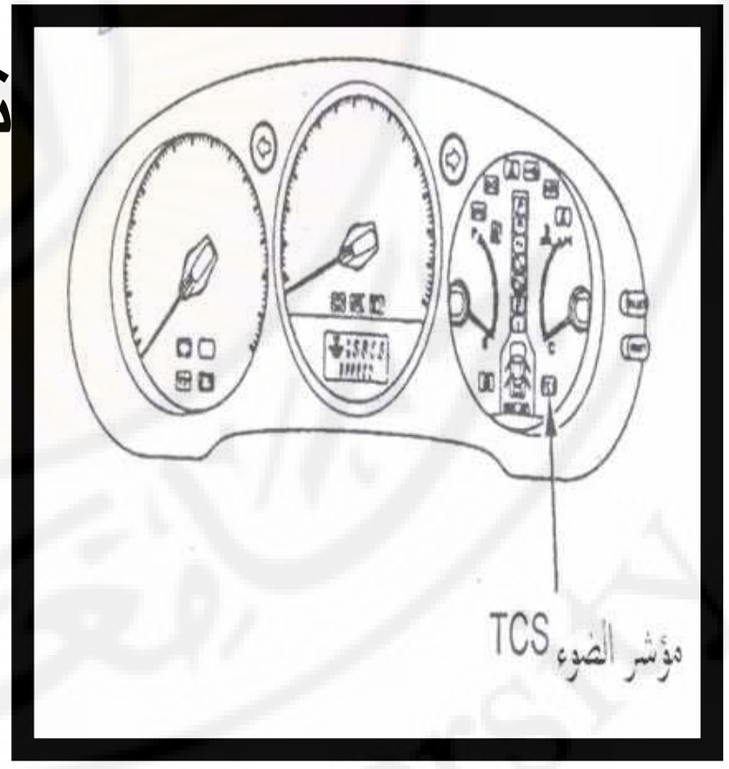

مسنن نابضي
حساس العجلة
د

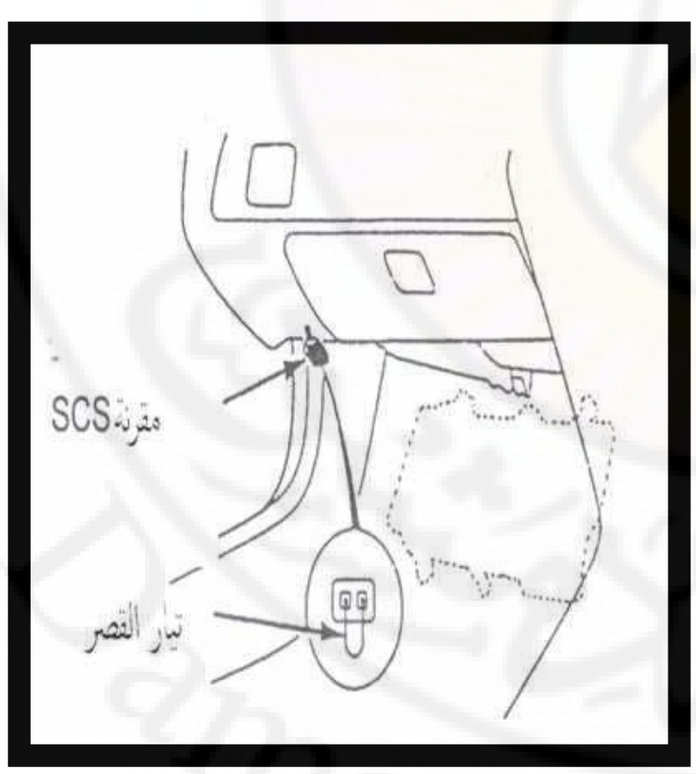

جزء استقبال الضوء
شق طولي ثابت
جزء انبعاث الضوء
(LED)
شق
طولي

مؤشر الضوء TCS:

يوجد في لوحة الإدارة وينير عند حدوث الخلل ووجوده في TCS لتسهيل تشخيص الخلل, يضئ الضوء ليشير إلى DTC عندما يحدث قصر في الدارة في SCS

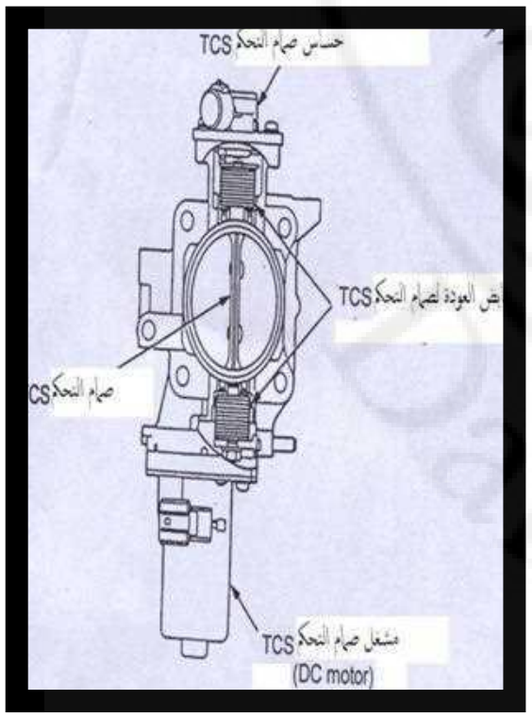
تحت





صمام التحكم (إذا كان مجهزاً):

وهو مفتوح عادة وهو صمام عدم رجوع ويتوضع قبل الصمام الخانق .عند تشغيل TCS فإن وحدة التحكم ترسل إشارات إلى مشغل صمام التحكم TCS مسببةً إغلاق الصمام لدرجة ما وخرج المحرك يقيد لذلك .



وظيفة نموذج التحكم بخرج المحرك TCS:

التحكم بالقيادة (لبدء الوقوف والتسريع)

خلال التحكم ببدء الوقوف والتسريع وحدة التحكم تقوم بالتحكم بالتوافق مع الإشارات من حساسات سرعة العجلة ومع عجلة القيادة الأمامية للعربة.

الحساسات على العجلات الأمامية تشير إلى سرعة عجلات القيادة والحساسات على العجلات الخلفية تشير إلى السرعة الفعلية للعربة .

عندما يقرر PCM/ECM بأن عجلات القيادة ستنزلق ستقلل خرج المحرك .

التحكم بالمعالجة :

خلال عملية الانعطاف , تؤثر وحدة التحكم TCS بالتوافق مع الإشارات من حساسات سرعة الدولاب وحساس زاوية التوجيه فتعطي وحدة التحكم الاتجاه الفعلي للسيارة من اختلاف السرعة في العجلات الخلفية.

بنفس الوقت تعطي وحدة التحكم TCS اتجاه التوجيه المقصود للسائق بالتوافق مع حساس زاوية التوجيه وسرعة العربة (معدل السرعة للعجلات الخلفية) .

إذا كان هناك تناقص كبير بين الاتجاهات المقصودة والفعلية (كما هو محسوب في وحدة التحكم TCS)، تحدد وحدة التحكم إذا كانت السيارة تسير في الخط المقصود للسائق والمتوافق مع إشارات PCM/ECM واستجابة لـ PCM/ECM تقلل خرج المحرك لإزالة التناقص.

التحكم في الطريق الخشن:

خلال التسارع على سطوح خطيرة وصعبة،دوران قليل على عجلات القيادة يساعد السيارة في زيادة السرعة .

وحدة التحكم TCS تحدد بأن السيارة تسير على سطح طريق سهل اعتماداً على تنوع في الإشارات الناشئة من حساسات العجلات الأربعة وبناءً عليه تتكيف وحدة التحكم بخرج المحرك ليسمح بدورة صغيرة.

قبضة التحكم :

وحدة التحكم TCS تحدد التسارع الطولي والجانبي بالتوافق مع سرعة السيارة والعوامل الأخرى ،وتستخدم بيانات الحساسات لتحديد الفعالية التي عندها تتماسك الإطارات بسطح الطريق .

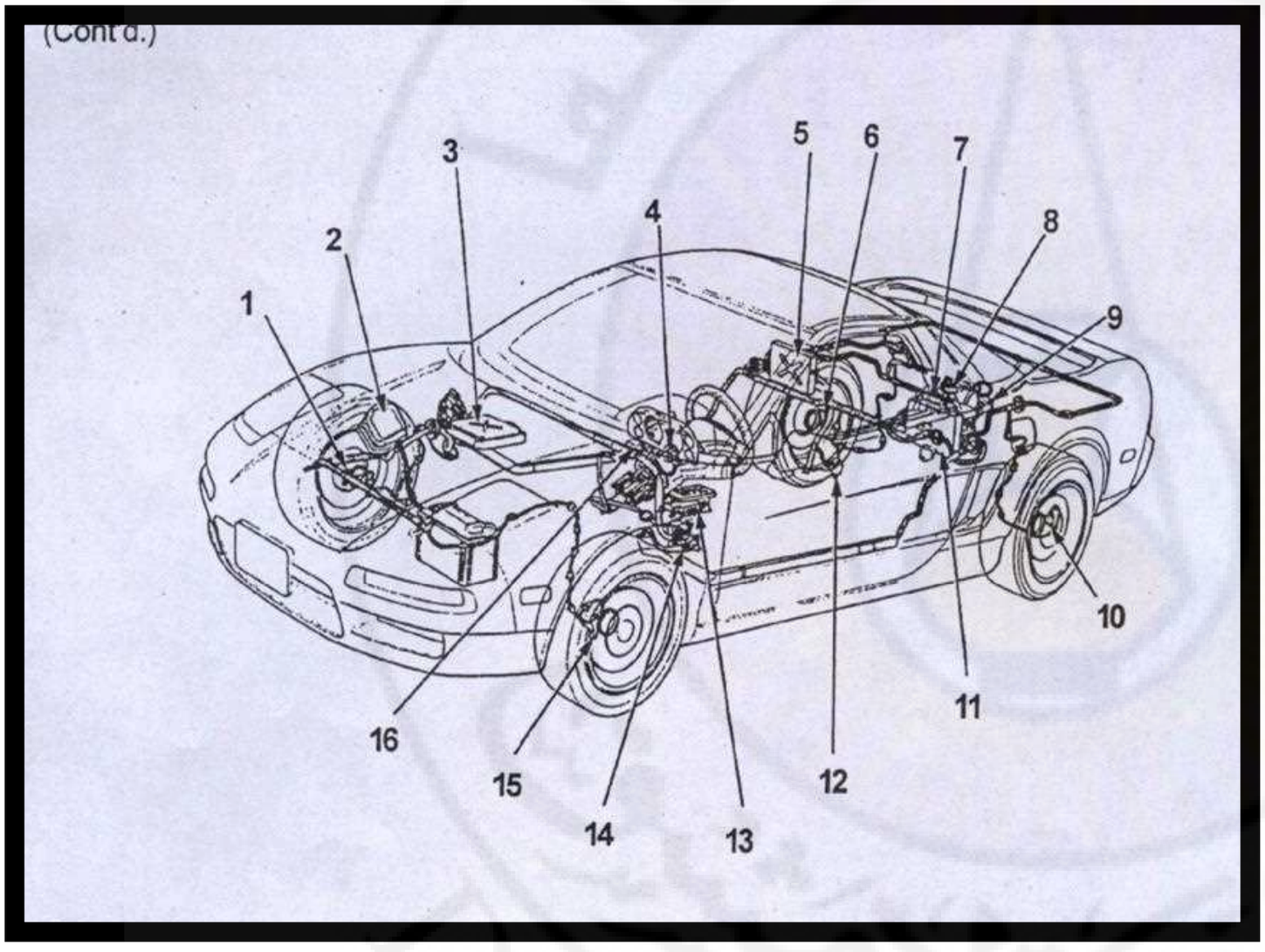
عندما تحدد مستوى عالي للتماسك تخفف تحكمها بخرج المحرك لتحسين أداء السيارة (هذا التشغيل يسمح بدرجة صغيرة من الانحراف بالاتجاه).

NEX TCS :

تستخدم TCS الـ NSX باختلاف كبير عن النماذج الأخرى للتحكم بالمحرك في الترتيبات التالية :

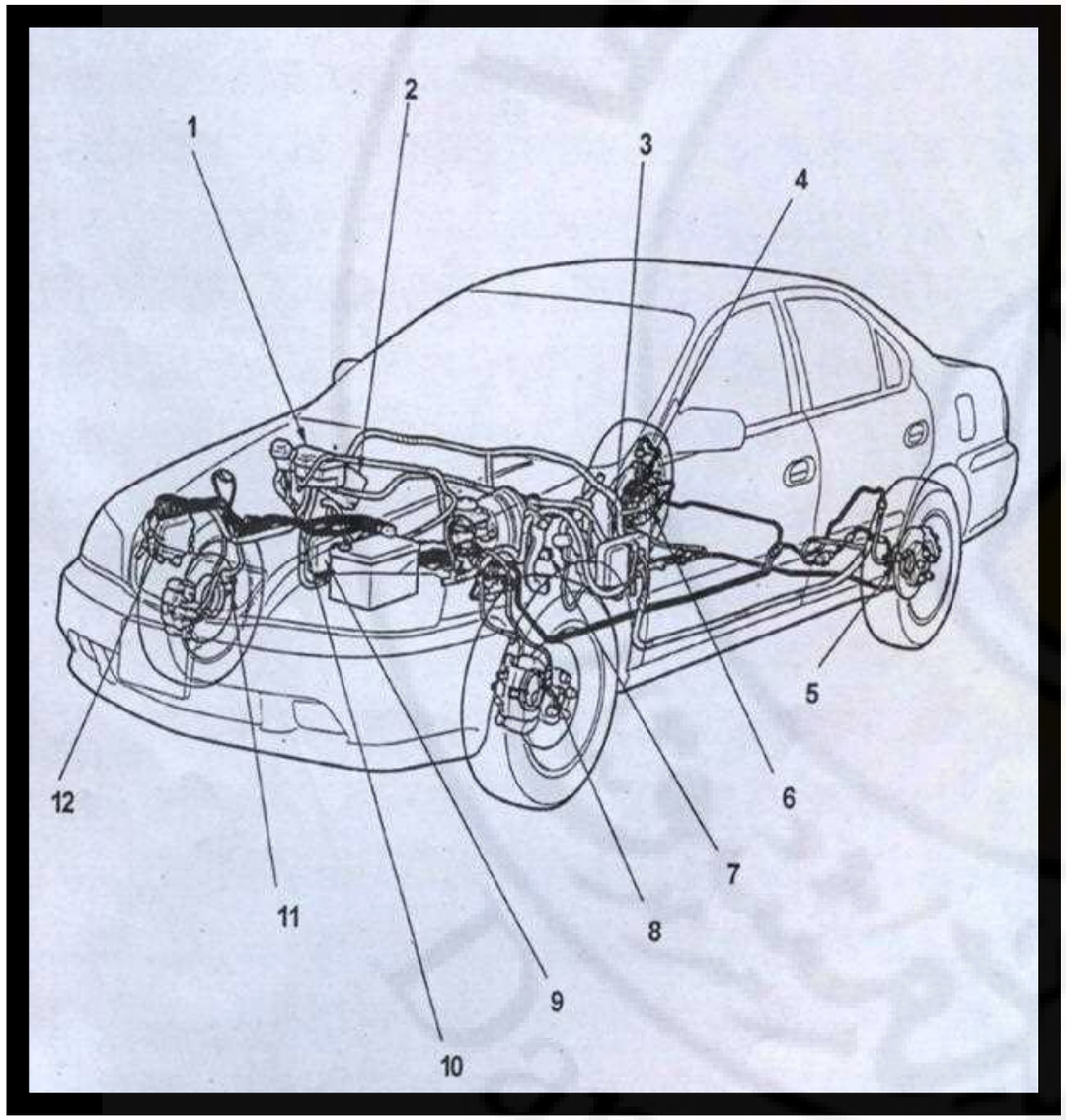
حساس G : نظام NSX يدمج حساس G لتحديد معدل التسارع للسيارة , هذا الإجراء يحسِّن دقة التحكم بالتشغيل.

التحكم بالإبطاء : إذا تحركت العجلات الخلفية (القائدة) أبطأ من العجلات الأمامية غير القائدة, تحدد وحدة التحكم بأن العجلات القائدة تنزلق بسبب الكبح المفرط للمحرك . لذلك تعطي وحدة التحكم أمر لمشغل صمام الخانق لفتح الصمام مباشرة .



1. حساس العجلة الأمامية اليمنى
2. صندوق ريليه وفيوز تحت الغطاء
3. وحدة تحكم (**ABS**)
4. حساس زاوية التوجيه
5. نموذج تحكم المحرك (**ECM**)
6. حساس العجلة الخلفية اليمنى
7. نموذج التحكم بالإرسال (**TCM**)
8. جسم الصمام الخانق
9. مشغل الصمام الخانق
10. حساس العجلة الخلفية اليسرى
11. وحدة تحكم **TCS**
12. حساس التسارع الجانبي(**Lg**)
13. مفتاح الموضع للمسنن**A/T**
14. صندوق الفيوز تحت علبة السرعة
15. حساس العجلة الأمامية اليسرى
16. مفتاح **TCS**

1-صندوق ريليهات وفيوزات تحت الغطاء.
2 صندوق ريليهات وفيوزات تحت علبة السرعة للمسافر.
3 صندوق ريليهات وفيوزات تحت علبة السرعة للسائق.
4 حساس العجلة الخلفية اليمنى.
5 حساس العجلة الخلفية اليسرى.
6 مفتاح TCS.
7 موصل رابط البيانات(16P).
8 حساس العجلة الأمامية اليسرى.
9 وحدة التحكم ABS/TCS.
10 صندوق ريليهات ABS تحت الغطاء
- ريليه مضخة المحرك .
- ريليه الأمان .
- ريليه TCS
11. حساس العجلة الأمامية اليمنى.
12 . وحدة المحول.



وظيفة جهاز التحكم بالكبح : TCS

تعرض وحدة التحكم الدخل من حساسات السرعة للعجلات الأمامية ومن PCM عند الإقلاع أو عند السرعات المنخفضة(أقل من 40 كم / سا),وإذا اكتشفت أن سرعة العجلة الأمامية أكبر بشكل ملحوظ من العجلات الأخرى , فإنها تحسب الهدف من سرعة العجلة الأمامية (إنها 3إلى 10% (اعتماداً على سرعة العربة) أعلى من سرعة العجلة الخلفية بسبب أن الإطار يولد جر أعظمي عند نسبة انزلاق صغيرة.).

وحدة التحكم TCS بعد ذلك تشغل وحدة المحول لتطبيق الكبح على العجلة المنزلقة.

في حالة الجر المنخفض كحالة إحدى العجلات الأمامية متوقفة تماماً والأخرى متحركة بحرية , وظيفة TCS عندئذ العمل كمفاضل محدد للانزلاق , فطالما تكبح العجلة المنزلقة , المفاضل ينقل العزم إلى العجلة الأمامية الأخرى والسيارة تصبح قادرة على الإقلاع و زيادة السرعة بنعومة .

أي يكون نظام TCS فعالاً ليمنع العجلات من الدوران على فراغ وكذلك تظهر فعالية النظام عند محاولة التسارع ضمن حالات العمل التالية:

1. محاولة الخروج من **موقف جليدي** أو محاولة السائق التسارع على **المنعطفات** أو محاولة القيادة على **طريق صاعد** أو أن **الطريق زلقة** من جهة واحدة أو من كلا جهتي العجلات.
2. عندما تصبح **العجلات تدور على فراغ** (إقفال العجلات عن الدوران) فإنها لن تكون قادرة على نقل أي قوة محركة للسيارة وبالتالي سوف تكون السيارة غير مستقرة خلال حركتها لذا **يعمل نظام TCS على إبقاء السيارة تحت السيطرة.**

يعمل نظام **TCS** بشكل تلقائي ويأخذ القراءات الخاصة بنسبة الانزلاق للعجلات بكل مستمر ليميز بين الانزلاق خلال الحركة وبين الانعطاف.

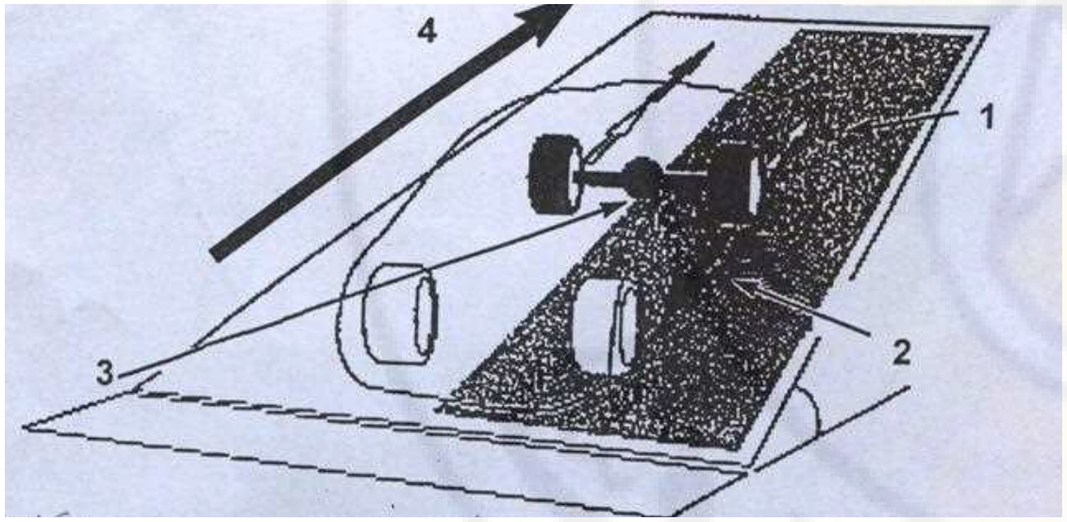
إذن ومـما سـبق يـتم تـشغيل TCS (Traction Control System) فـي الحالات التالية :

1. على السطوح الزلقة مثل طريق ثلجي , حيث على سائق العربة غير المجهزة بـ (TCS) التحكم بالانحراف الجانبي لمنع انزلاق العجلات. (TCS) يتحكم بالتشغيل اتوماتيكياً ليضمن حركة العربة بنعومة .
2. إذا كان خرج محرك بدون (TCS) عالي جداً عندها ستتحرك العربة خارج المسار الذي يقصده السائق .

عند هذه الحالات يتحكم نظام TCS بالوظائف ويحفظ العربة على خط السير المقصود .

التحكم عن طريق الكبح

مثال :التسارع على طريق صاعد / سطح زلق تحت العجلات اليمينية



- تـدور العجـلة الأمـامـية الـيمينية عـلى السطح ذو معامل الجر المنخفض.
- يقوم نظام TCS بتطبيق قوة كبح على العجلة الأمامية اليمنى.
- يـنقل الـمفاضـل عـزم الجـر إلـى العجـلة الأمامية اليسرى.
- تتسارع الـمركبة بـاستخدام العجلة عـلى السطح ذو معامل الجر الأعلى.



التحكم الإلكتروني بالاستقرار

Electronic Stability Control (ESC)

- تساعد أنظمة مثل التحكم في الجر TCS والفرامل المانعة للانغلاق ABS على الحفاظ على التحكم أثناء التسارع والفرملة ، ولكن التحكم الإلكتروني بالثبات (ESC) مصمم لمنع فقدان السيطرة في الظروف الأخرى.

- الهدف من نظام ESC هو أن يساعد في الحفاظ على حركة السيارة في نفس الاتجاه الذي يريد السائق أن تسيره.

- تتألف أنظمة التحكم الإلكتروني بالثبات من عدد من أجهزة الاستشعار التي تقارن مدخلات السائق مع الطريقة التي تتحرك بها المركبة فعلاً. إذا قرر نظام ESC أن المركبة لا تستجيب بشكل صحيح لمدخلات التوجيه ، فهي قادرة على اتخاذ تدابير تصحيحية.

- يمكن تفعيل الكبح الفردي للعجلات ،كما و يمكن تعديل خرج المحرك ، ويمكن اتخاذ إجراءات أخرى لمساعدة السائق على الاحتفاظ بالسيطرة.

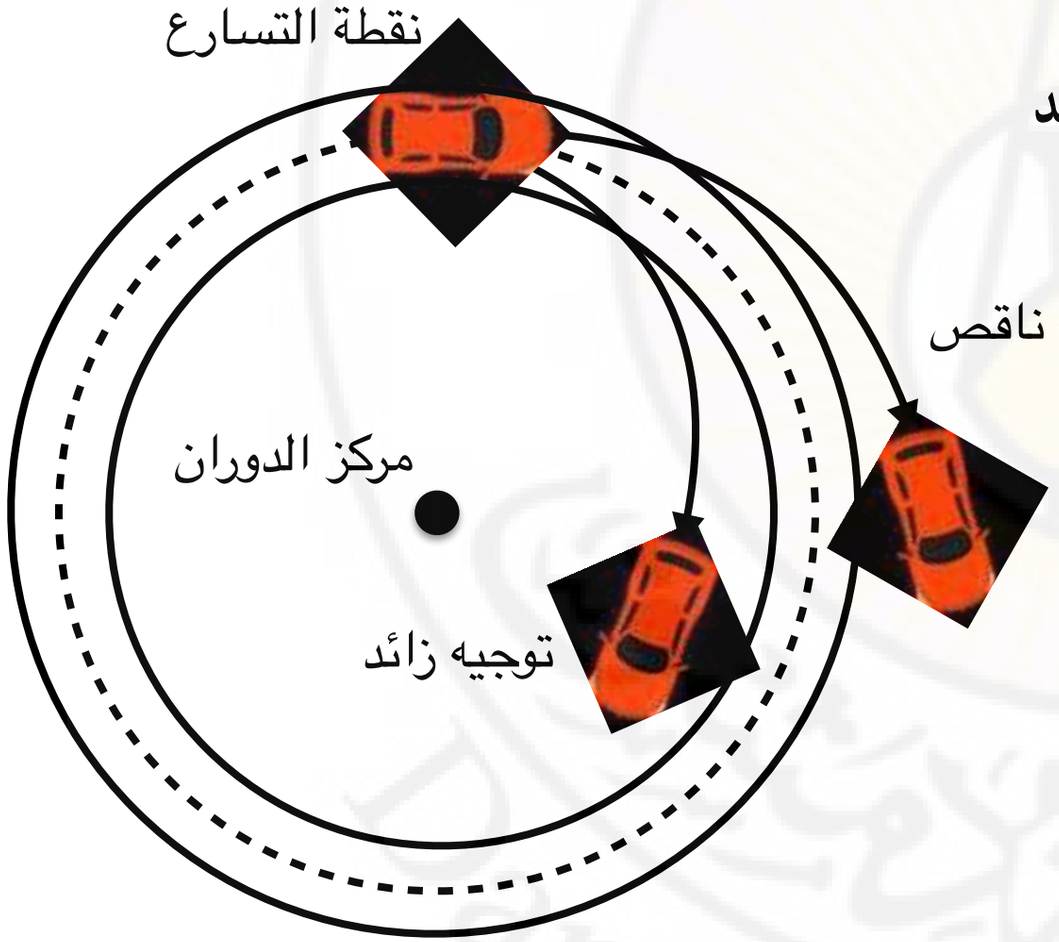
مفهوم التوجيه الزائد و التوجيه الناقص

Oversteer and Understeer

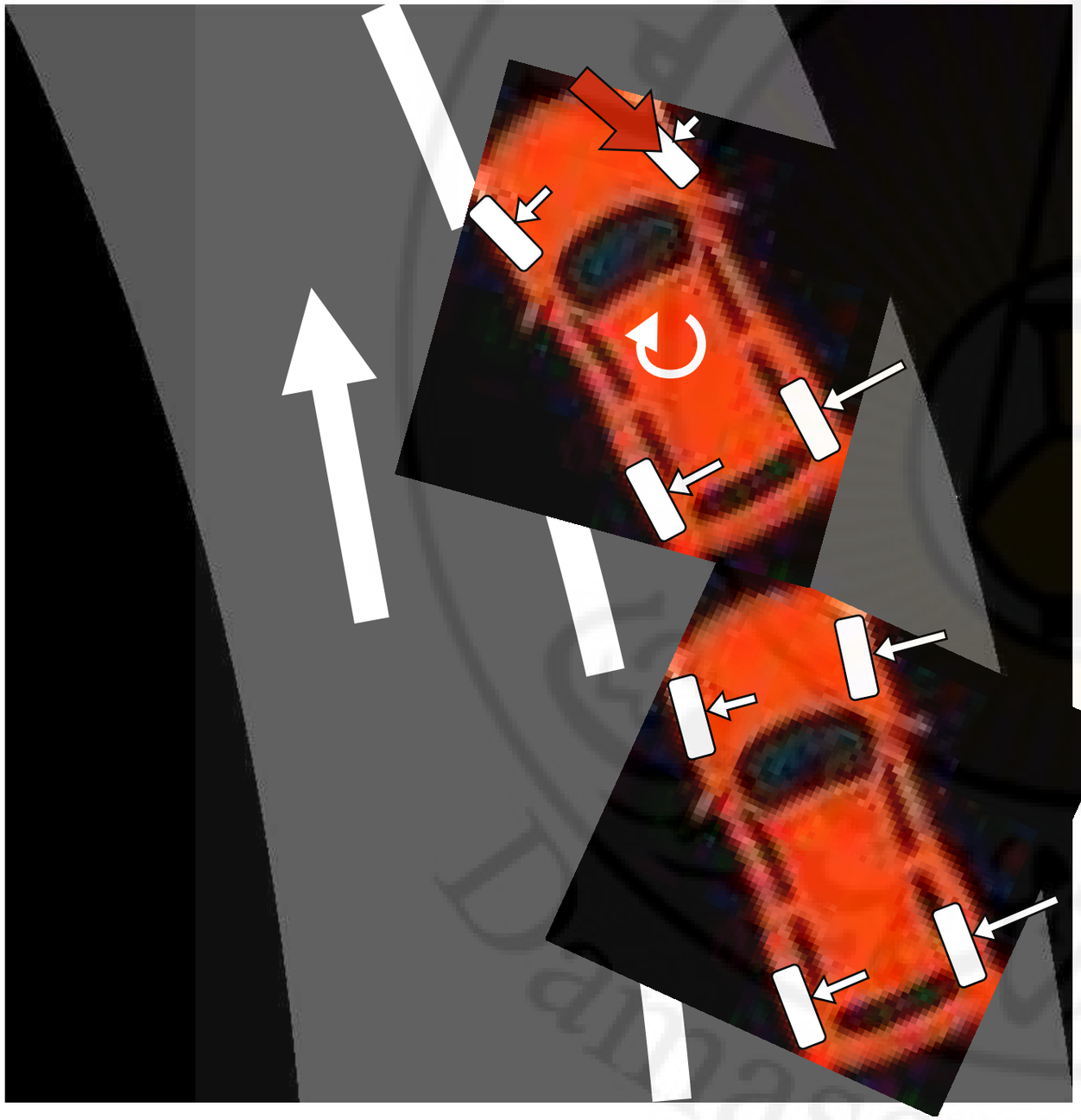
- إن إبْقاء عجلة القيادة في زاوية ثَابّتَة والسير بسرعة ثَابّتةَ يُسبّبُ تَحَرُّك المركبة في دائرة بنصف قطر ثابت.
- **ازدياد سرعة المركبة في هذه النقطة (التسارع) قد يسبّب تَحَرُّك المركبة إمّا :**
  - **خارج الدائرة الأصلية أَي "توجيه ناقص".**
  - **داخل الدائرة الأصلية أي " توجيه زائد".**

يعتمد ذلك على :

- **توزع الوزن بين العجلات الأمامية والخلفية.**
- **مواصفات و خصائص الإطارات.**
- **خصائص نظام التعليق.**
- **نظام الدفع (أمامي أم خلفي).**



عمل نظام التحكم الالكتروني بالاستقرار أثناء حصول التوجيه الزائد Oversteering

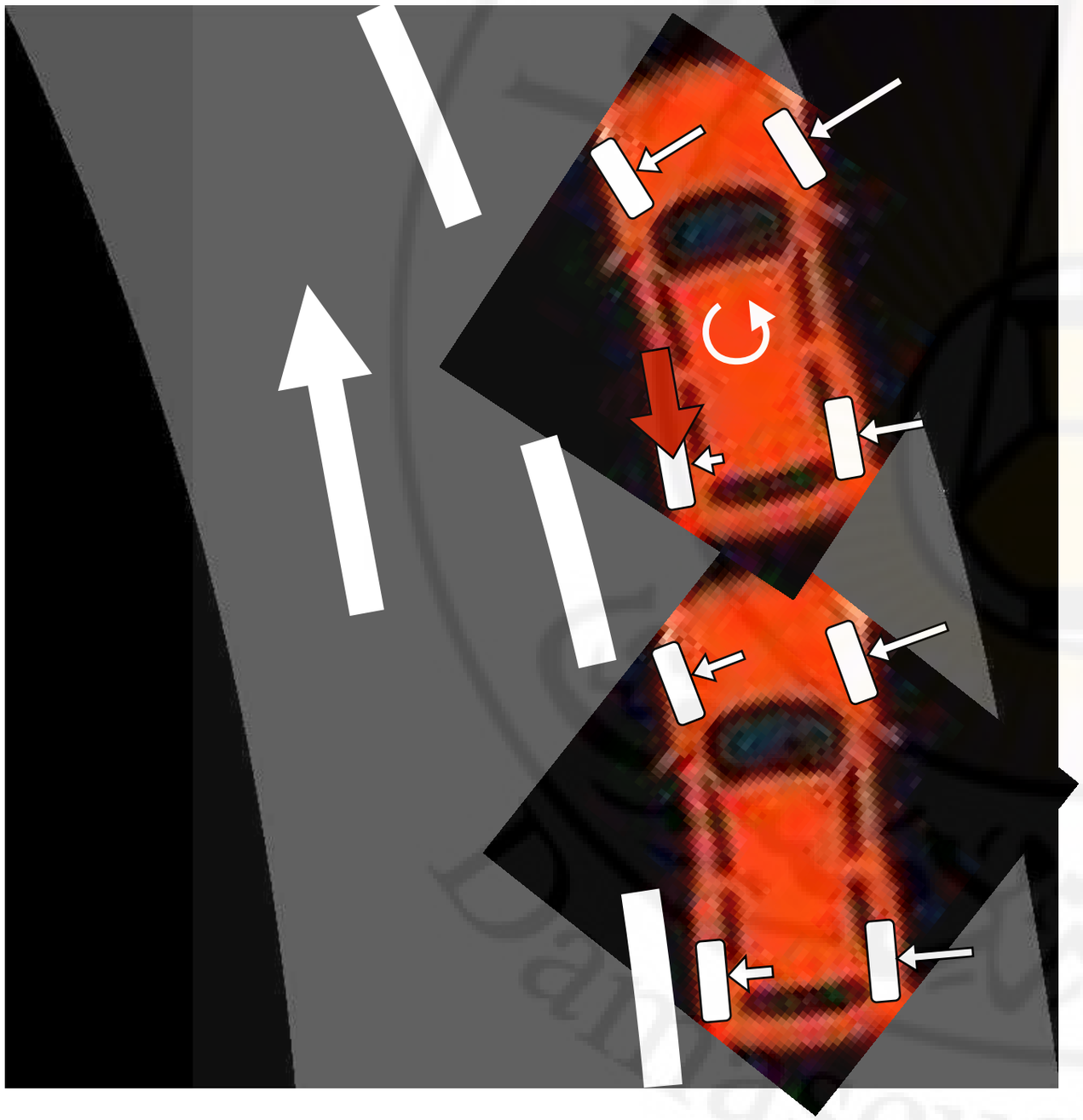


- عـند فـقدان الـعجلات الخـلفية لـلمسار قـبل العجلات الأمامية تكون السيارة موجهة توجيهاً زائداً
- يتسبب ذلك بميلان النهاية الذيلية للعربة نحو الاتـجاه الـخارجـي لـلمنعطف و مـيلان مـقدمـة السيارة نـحو الاتـجاه الـداخـلي لـلمنعطف (وهـي حالة نموذجية في السيارات ذات الدفع الخلفي).
- يتم استعادة استقرار المركبة عن طريق:

تطبيق كبح أوتوماتيكي على العجلة الأمامية اليمينية (الخارجية)

- يقوم عزم الانعطاف المعوَّض العامل باتجاه عقارب الساعة بإدارة السيارة وإعادتها إلى المسار المرغوب.

عمل نظام التحكم الالكتروني بالاستقرار أثناء حصول التوجيه الناقص Understeering



- عند فقدان العجلات الأمامية للمسار قبل العجلات الخلفية تكون السيارة موجهة توجيهاً ناقصاً
- بشكل غريزي، يقوم السائق بتدارك حالة التوجيه الناقص ببساطة عبر تدوير عجلة القيادة بزاوية أكبر.
- يؤدي ذلك إلى دفع العجلات الأمامية باتجاه الطرف الخارجي للمنعطف (وهي حالة نموذجية في السيارات ذات الدفع الأمامي).
- يتم استعادة استقرار المركبة عن طريق:

تطبيق كبح أوتوماتيكي على العجلة الخلفية اليسارية (الداخلية)

- يقوم عزم الانعطاف المعوَّض العامل باتجاه عكس عقارب الساعة بإدارة السيارة وإعادتها إلى المسار المرغوب.


سرعة
العجلة
زيادة
تثبيت
تخفيض
الطور
ضغط
الزيت
الزمن

كيف يتعرف نظام الاستقرار الالكتروني إلى حالة المركبة؟

زاوية الانزلاق:

تعبّر زاوية الانزلاق **(زاوية التوجيه)** عن **مقدار انحراف مسار العجلة عن المسار الفعلي.**

زاوية الانزلاق الجانبي:

تعبّر زاوية الانزلاق الجانبي (زاوية المسلك) عن **مقدار الانحراف الحاصل للعربة عن المحور الطولاني (اتجاه الحركة).**

سرعة الانعطاف:

تعد سرعة الانعطاف مقياساً للسرعة التي تستدير بها العربة عن محورها الشاقولي (الميلان).

التسارع الجانبي:

يظهر التسارع الجانبي عند التوجيه الزاوي، ويعد هذا المقدار مقياساً لسرعة التوجيه إلى الزوايا.

زاوية التوجيه:

تمثل المسار المرغوب من قبل السائق.

أسئلة ؟

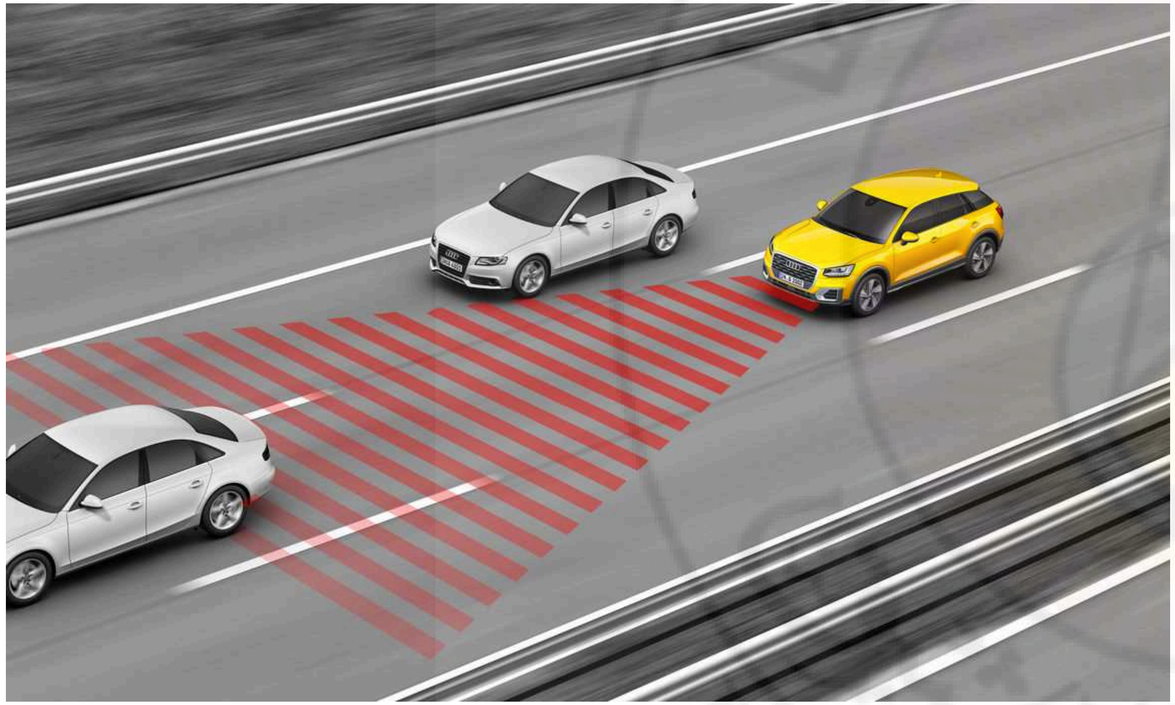
Adaptive Cruise Control (ACC)

نظام مواءمة سرعة الرحلة

(نظام تثبيت السرعة التكيّفي)

د رياض قبيسي ٢٠٢١

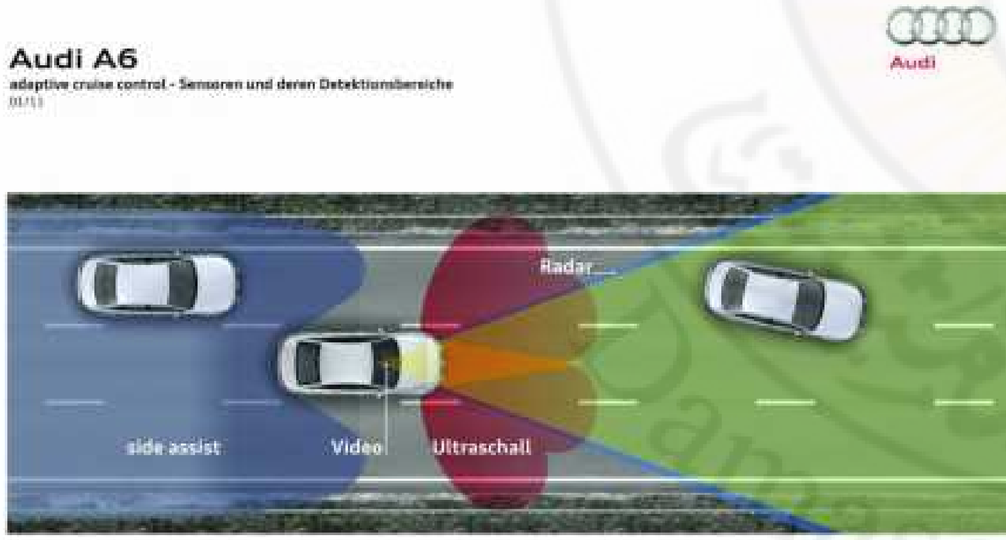
الغاية من النظام



- يعمل نظام ACC على تخفيف عبء قيادة السيارة لأنه يعفي السائق من التركيز الذهني المطلوب عند القيادة عند مراقبة سرعة السيارة باستمرار، مما يجعل القيادة خلف السيارات البطيئة على الطرق السريعة أكثر أمناً وراحةً.

نطاق استخدام النظام





إن نطاق الاستخدام الرئيسي لنظام ACC يكون على:

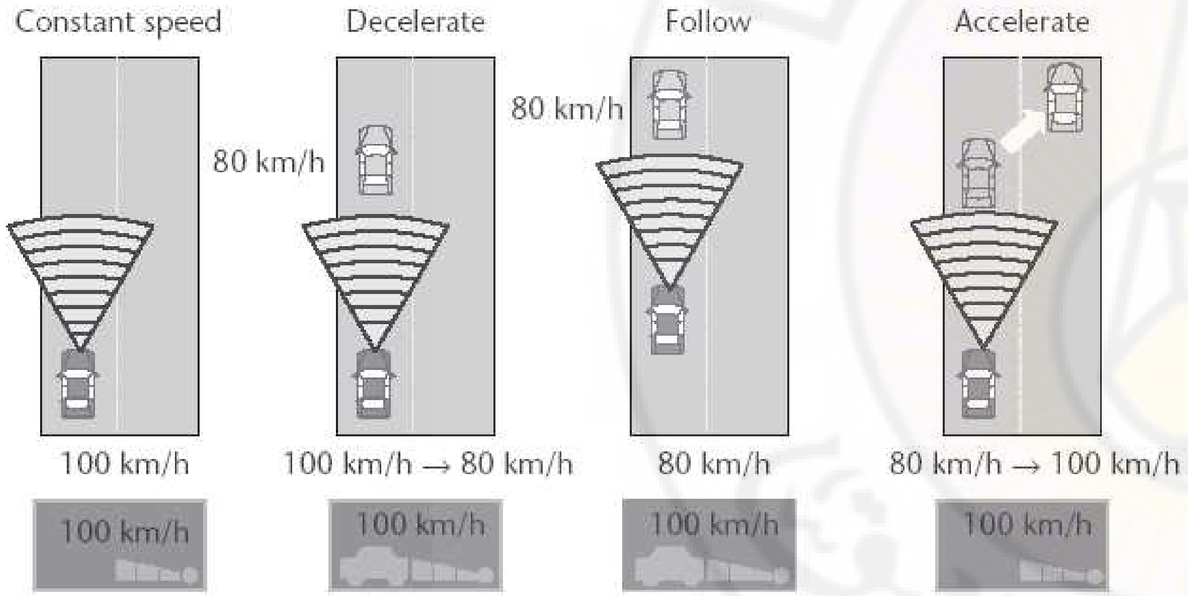
- الطرق السريعة .
- طرق الشاحنات المتعددة الممرات ذات كثافة السير بين المنخفضة والعالية نسبياً .
- داخل المدن في الازدحام ، يواجه صعوبات تقنية تتطلب تطوير إمكانيات الحساسات بشكل أكبر و الدمج بين العديد منها.

(ACC stop & go) و (Sensor Fusion).

وظيفة النظام

يعمل نظام ACC على تثبيت سرعة السيارة عند قيمة محدّدة (السرعة الهدف Set Speed) التي يختارها السائق والتي تستخدم بشكل أساسي عندما:

- لا تتواجد سيارة متباطئة أمام السائق تجبره على تخفيف السرعة عن القيمة الهدف
- عندما تتسارع السيارة أمام تلك المزودة بنظام ACC .



الفرق بين ACC و CC

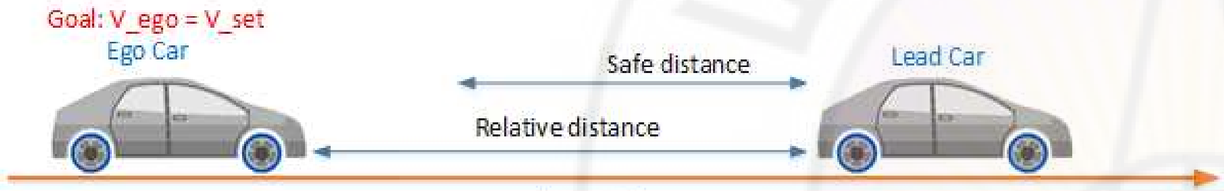
نظام CC Cruise Control :

- **ضبط السرعة** الهدف و تحافظ عليها المركبة.

نظام ACC: يعمل النظام في وضعين :

- **ضبط السرعة** على سرعة الهدف إذا لم يكن هنالك عائق
- **ضبط المسافة** حيث يتبع السيارة المتحركة أمامه مع ترك مسافة أمان عندما تتباطأ سرعتها عن القيمة الهدف

عندما تتحرك السيارة أمام السائق بسرعة ثابتة ستتحرك السيارة المزودة بنظام ACC بنفس سرعة السيارة الأمامية(ملاحقتها)، وبمسافة أمان ثابتة عملياً ، وتكون مسافة الأمان بين السيارتين متناسبة مع سرعة كل منهما .



ضبط السرعة



ضبط المسافة

الفرق بين ACC و CC

الفجوة الزمنية

تكون " الفجوة الزمنية الثابتة " مساوية للزمن اللازم لوصول مقدمة السيارة المزودة بنظام ACC إلى الموضع الآني لمؤخرة السيارة الموجودة أمامها في تلك اللحظة .

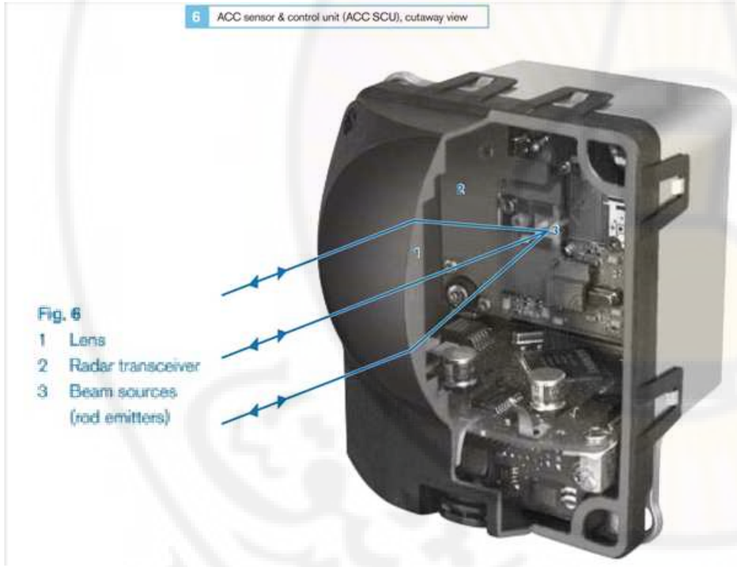
يتم الانتقال بين الوضعين السابقين للنظام **تلقائياً دون أي تدخل من السائق** ، وحتى عندما تغيِّر سيارة أخرى مسارها إلى ذلك المسار الخاص بالسيارة المزودة بنظام ACC ستصبح هذه الهدف الجديد الذي تتم ملاحقته تلقائياً ولن يكون هناك حاجة لتدخل السائق .



ضبط المسافة

مكونات النظام





- الحساسات.
- وحدة التحكم
- المشغلات.
- HMI human machine interface

تكون الحساسات و وحدة التحكم عادة مدمجة ضمن جهاز واحد يسمى :

ACC- SCU

ACC sensor & control unit

الحساسات

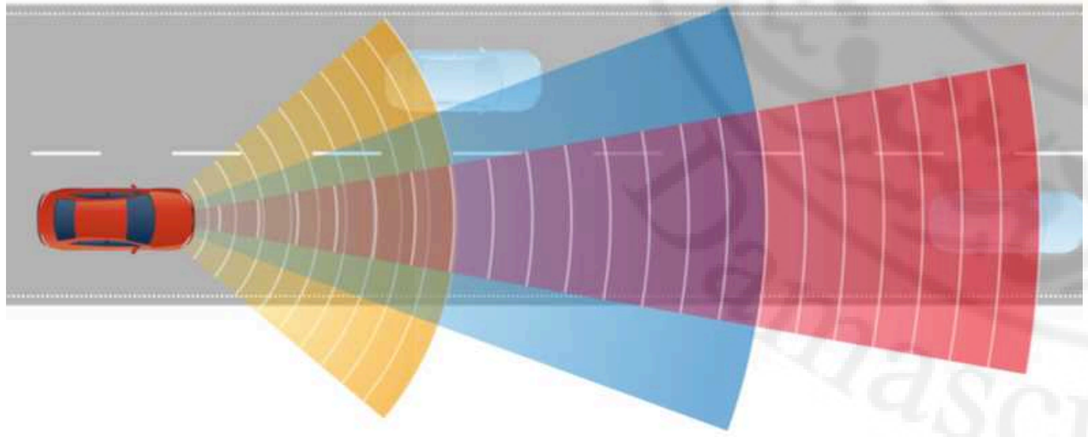
1	Technical specifications of a Bosch radar unit
Range	2...120 m
Detectable relative speed	–50...+50 m/s
Angular range	±4°
Resolution	0.85 m; 1.7 m/s
Scanning rate	10 Hz
Frequency range	76...77 GHz
Mean transmission power	approx. 1 mW
Bandwidth	approx. 200 MHz

الحساس الأساسي الذي يحتاجه النظام :

- حساس تحديد المدى (RADAR):

يرسل الرادار موجة الكترونية بواسطة هوائي antenna، وعندما تصطدم هذه الموجة بجسم موجود ضمن مسار حزمة الرادار فإنها ترتد، وتعود لتُستَقبَل من جديد .

تُنتج جميع المواد الموصلة للكهرباء صدىً للرادار ، لاسيما السيارات الموجودة أمام مسار الحزمة ، لذلك يكون الرادار ملائماً تماماً ليكون أساساً لقياس المسافة . علاوة على ذلك تظهر مزايا الرادار في الأحوال الجوية السيئة (مثل الضباب أو المطر).



الحساسات

مبدأ القياس في حساس تحديد المدى

يعتمد قياس المسافة بواسطة الرادار على قياس زمن الانتشار المباشر والعكسي ، أي الزمن بين لحظة إصدار الإشارة واستقبال صداها . ويكون الزمن τ مساوياً إلى " ضعفي " البعد عن الجسم العاكس d منسوباً إلى سرعة الضوء c

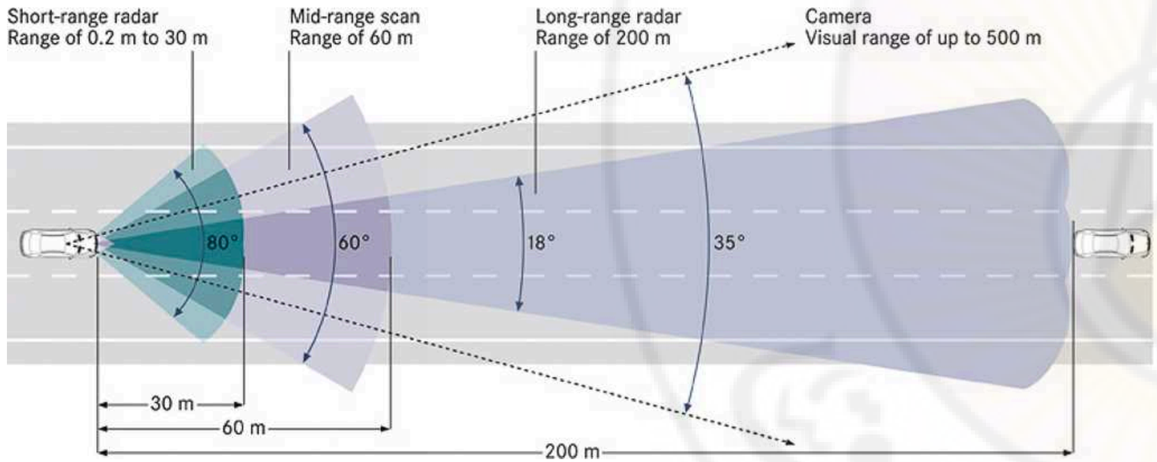
$$\tau = 2\,d / c$$

مثال: عندما تكون المسافة $d=150\ m$ ،

و حيث $c \approx 300\,000\ km/sec$

سيكون زمن الانتشار بحدود 1 ميكروثانية

$$\tau \approx 1.0\ \mu s$$



يحتاج النظام إلى عدة حساسات بمجالات مختلفة
للكشف عن الأجسام ضمن المجالات المختلفة أمام المركبة

الحساسات

متطلبات حساس تحديد المدى



وجود حساس الرادار في مقدمة السيارة تفرض عليه أن يحقق الشروط التالية :

- مقاومة درجات حرارة (- 40 °C 80+...°C)
- إحكام جيد ضد تسرب المياه المتناثرة إلى مقدمة السيارة.
- مقاومة الاهتزازات الناتجة عن حركة السيارة على الطرق الوعرة.
- مقاومة الصدمات الناتجة عن الحصى المتطايرة .
- أصغر حجم ممكن.
- إمكانية تعديل موضع الرادار في الاتجاه الشاقولي والأفقي لتحقيق الانطباق التام لمحور حزمة الرادار مع المحور الطولي للسيارة .

الحساسات

ضبط حساس تحديد المدى

يتم ضبط موضع الرادار على مرحلتين :

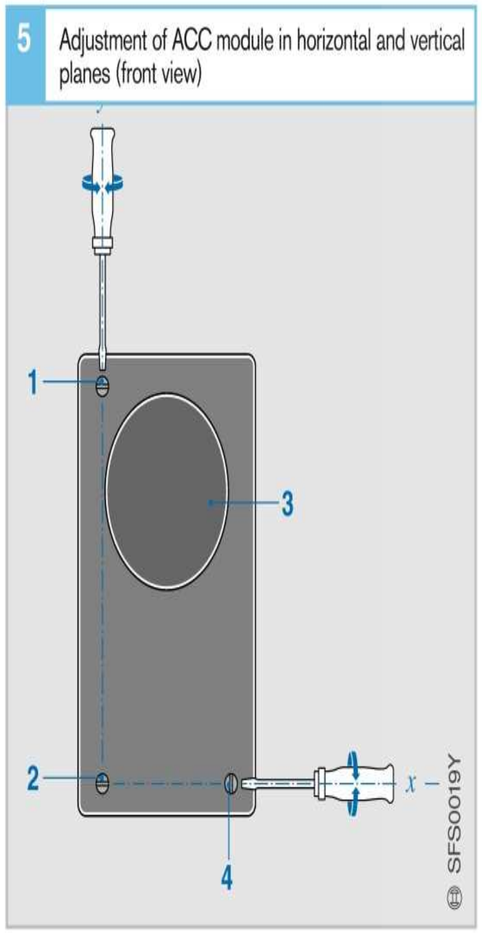
- تحديد المحور الطولي للمركبة .
- محاذاة محور الرادار بحيث ينطبق على المحور الطولي للمركبة .

إن دقة محاذاة وحدة التحكم تؤثر بشكل كبير على حساس ACC وبالتالي على صحة عمل نظام ACC .

اختلاف المحاذاة الأفقية : يسبب ذلك خطأً في تحديد قيمة الزاوية بين السيارة المتحركة أمام تلك المزودة بنظام ACC ومحور حزمة الرادار ، وبالتالي يمكن أن ينتقي النظام السيارة في المسار المجاور لتكون الهدف الذي يتتبعه بدلاً من انتقاء السيارة الموجودة أمامه .

اختلاف المحاذاة الشاقولية : يسيء ذلك إلى مدى انتشار حزمة الرادار ، وجودة استقبال أمواج الرادار المنعكسة .

نشير أخيراً إلى أن اختلاف المحاذاة الأفقية بمقدار 0.3 درجة يسبب اختلالاً واضحاً في عمل النظام لذلك يجب الحرص على أن يكون مقدار الخطأ في المحاذاة أقل بكثير من تلك القيمة .



الضبط الشاقولي و الأفقي للحساس

الحساسات

الحساسات الأخرى

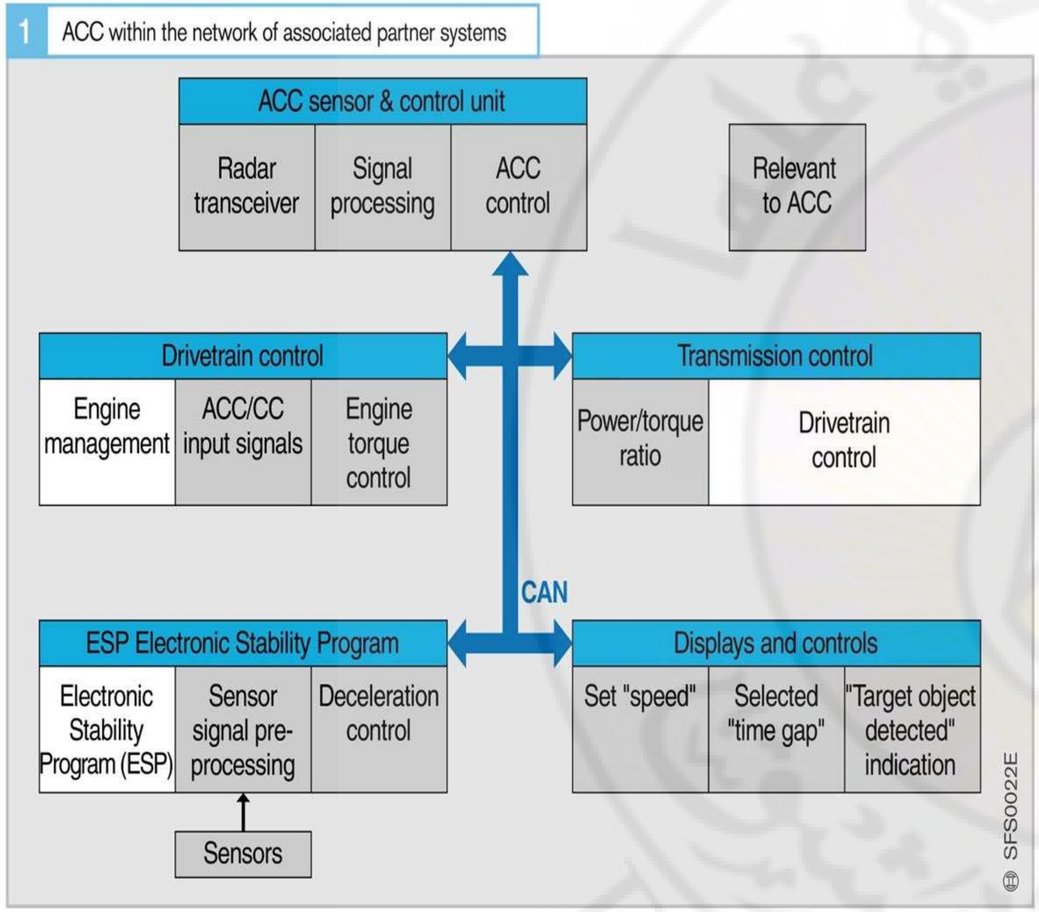
تستخدم أنظمة ACC المألوفة إشارات حساسات نظام ESP لقياس حركة المركبة، ويتم ذلك عبر الناقل CAN:

- **حساس الانعراج** : يقيس هذا الحساس الحركة الدورانية للمركبة حول محورها الشاقولي . ويعتمد مبدأ القياس الفيزيائي على قياس قوة كوريوليس ؛ بتأثير الحركة الدورانية للمركبة تتحرض كتلة وتتحرك حركة انتقالية ترددية .
- **حساس زاوية دوران المقود** : يعتمد مبدأ القياس الفيزيائي على قياس الزاوية التي يدورها عمود المقود . فعندما يدير السائق المقود سوف تتصل تماسات في مواضع معينة وتنفصل تماسات في مواضع أخرى لتعطي شيفرة مميزة تكافئ قيمة واحدة لزاوية دوران المقود .
- **حساس التسارع** : يعتمد مبدأ القياس الفيزيائي على انحراف كتلة تستند على محامل مرنة عندما تتعرض لقوى العطالة الطولية أو العرضية بالنسبة لمحور المركبة .
- **حساس سرعة العجلة** : يمكن من خلال هذا الحساس معرفة سرعة دوران العجلة ،

أوامر التحكم

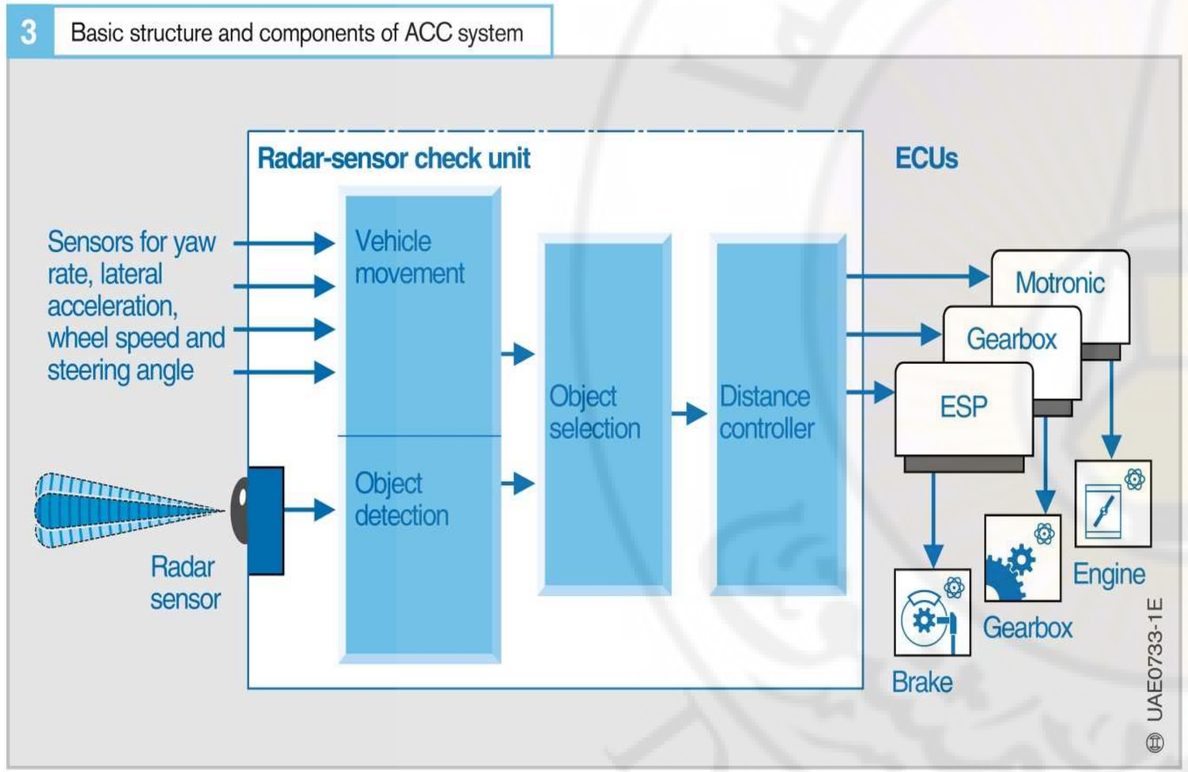
يقوم النظام ACC – SCU باكتشاف السيارات المتحركة أمامه ، وعلى أساسه يتم حساب التسارع / التباطؤ / الهدف .

يتحول هذا التسارع الهدف إلى إشارات مكافئة (أوامر) تقود الأنظمة الفرعية مثل نظام إدارة المحرك ونظام الكبح .



الأنظمة الضرورية لعمل نظام ACC

أوامر التحكم



تُعدَّل بقية الأنظمة المتواجدة في السيارة لخدمة نظام ACC لكي يتحكم بسرعة السيارة ، مثل :

- **نظام إدارة المحرك** كي يتحكم بالعزم إلكترونياً –مثل نظام Motronic في محركات البنزين أو نظام التحكم الإلكتروني بمحرك الديزل EDC في محركات الديزل .
- **نظام التحكم الإلكتروني بعلبة السرعة ETC**
- **نظام تعديل قوة الكبح إلكترونياً** عن طريق زيادة الضغط العامل لدارة الفرملة (يتولى هذه المهمة نظام ESP)

تتبادل البيانات مع وحدات التحكم الأخرى عبر الناقل CAN .

التحكم و العرض
HMI Human machine interface

تعتبر عناصر التحكم والعرض وسيلة تخاطب السائق مع نظام ACC، وينبغي أن يكون تشغيل النظام والتعامل معه سهلاً وواضحاً قدر الإمكان .

يتمكن السائق من خلال مفاتيح خاصة من :

- تنشيط و تفعيل نظام ACC
- وضبط كل من السرعة والفجوة الزمنية (مسافة الأمان) المنشودة

وتقوم لوحة القيادة بعرض:

- القيم الضبوطة
- إضافةً لمعلومات أخرى تتعلق بنظام ACC

و هناك تفاوت كبير في تصاميم عناصر التحكم والعرض الموجودة حالياً والمستخدمة لدى مختلف صانعي السيارات.

تفعيل ACC

على الرغم من الاستخدام المتكرّر لنظام ACC ، إلا أنه تبقى هناك ضرورة لتفعيل/إيقاف النظام بواسطة الأزرار .

في بعض التصاميم يتوجب أولاً تفعيل النظام بواسطة زر رئيسي ، وفي تصاميم أخرى يصبح النظام في وضع الاستعداد حالما يصبح مفتاح التشغيل في الوضع "Ignition on".

لتمييز نظام ACC بدون أي غموض قامت المنظمة الدولية للمقاييس ISO بتحديد رمز خاص به (الشكل 2) ، ويمكن استخدام هذا الرمز للدلالة على جاهزية النظام(الشكل a أو عند وجود عطل ما الشكل b)

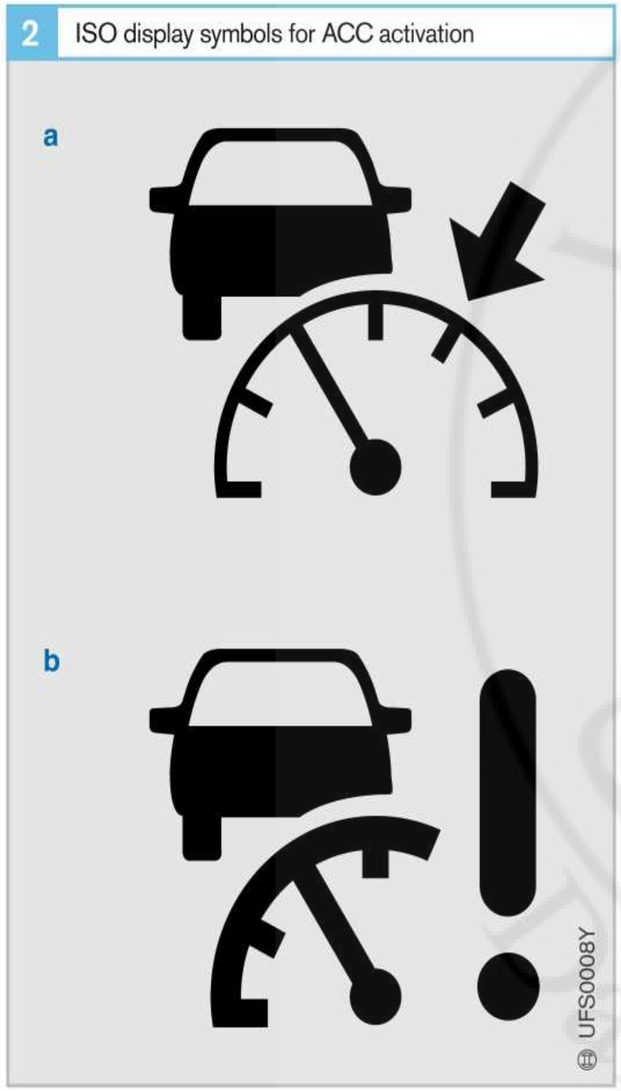


Fig. 2
a ACC active/on stand-by
b ACC malfunction

الشروط اللازمة لتفعيل (تنشيط) النظام

- أن تكون سرعة السيارة أكبر من أقل سرعة يعمل عندها النظام .
- عدم الضغط على دواسة الفرامل .
- تحرير المكبح اليدوي .
- عدم اكتشاف أي عطل في نظام ACC .

حالما تتوافر الشروط السابقة ويضغط السائق على زر التفعيل يدخل نظام ACC في حالة العمل.

ضبط السرعة

حالما يضغط السائق على الأزرار المخصّصة لضبط سرعة الرحلة سيخرج النظام وبشكل تلقائي من وضع الاستعداد ليدخل في طور العمل

تختلف الأزرار الخاصة بعملية ضبط السرعة لنظام ACC من حيث خطوة ضبط السرعة. وقد أثبتت التجارب أن السائقين يجدون أنظمة ACC ذات الخطوة الأكبر أكثر راحةً عند ضبط السرعة. على سبيل المثال بدلاً من كون خطوة ضبط السرعة 1 km / hr كما في أنظمة ACC التقليدية أصبحت 5 km/hr أو 10 km/hr مما يُسهِّل الانتقال بين حدود ضبط السرعة في المجالات الكبيرة .

يتلقى السائق وبشكل مباشر أثناء الضبط تغذية مرتدة بالإعدادات المدخلة ، لكي يتمكن من تعديلها عند اللزوم.

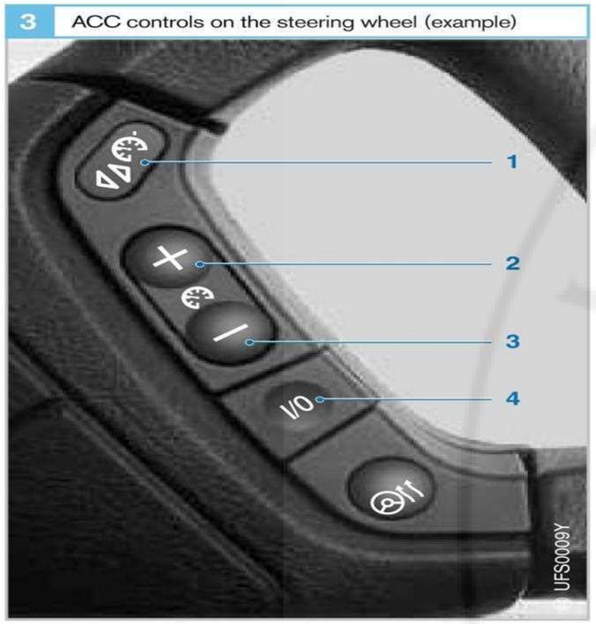
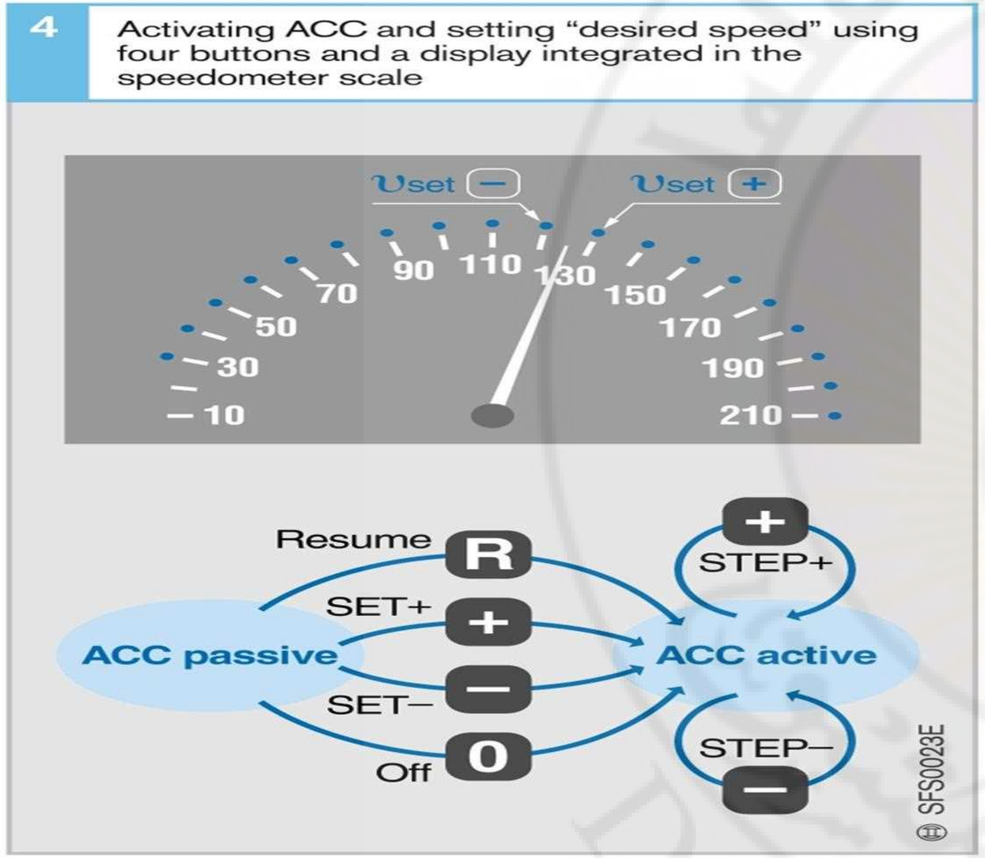


Fig. 3
1 Resume: recalls the last selected speed setting (“ACC passive”) Displays and selects the set distance from three possible settings (“ACC active”)
2 “+” button: adopts the speed currently indicated by the speedometer as the set speed (“ACC passive”) Increases the set speed in increments of 10 km/h (“ACC active”)
3 “–” button: same by analogy as “+” button, i.e. decreases the set speed in decrements of 10 km/h
4 “I/O” button: Switches the ACC system on/off when it is “off”/”active”, and to “ACC passive”



ضبط السرعة



هناك أربع احتمالات عند ضبط نظام ACC :

- اختيار السرعة الفعلية للسيارة لتكون سرعة الرحلة (الضغط على Set) .
- اختيار السرعة التالية الأعلى من السرعة الفعلية للسيارة لتكون سرعة الرحلة (الضغط على Set+) .
- اختيار السرعة التالية الأقل من السرعة الفعلية للسيارة لتكون سرعة الرحلة (الضغط على Set-) .
- اختيار السرعة المخزنة مسبقاً في ذاكرة النظام لتكون سرعة الرحلة (الضغط على R Resume) .

يتلقى السائق وبشكل مباشر أثناء الضبط تغذية مرتدة بالإعدادات المدخلة ، لكي يتمكن من تعديلها عند اللزوم.

ضبط الفجوة الزمنية

تعتمد قيمة المسافة والفجوة الزمنية على اختيار السائق بالدرجة الأولى إلا أنها تتأثر أيضاً بحركة المرور والأحوال الجوية . لتأمين مجال واسع للتغيُّر يلجأ جميع المصنعين لتأمين ثلاثة أوضاع مختلفة على الأقل تتراوح فيها قيمة الفجوة الزمنية من 1 و حتى 2 ثانية .

يتم الانتقال بين هذه الوضعيات الثلاثة بواسطة أحد المكونات التالية:

- قبضة دائرية knob
- مفتاح ذي عدة أوضاع
- زر يؤمن الانتقال المتسلسل بين الأوضاع المختلفة.

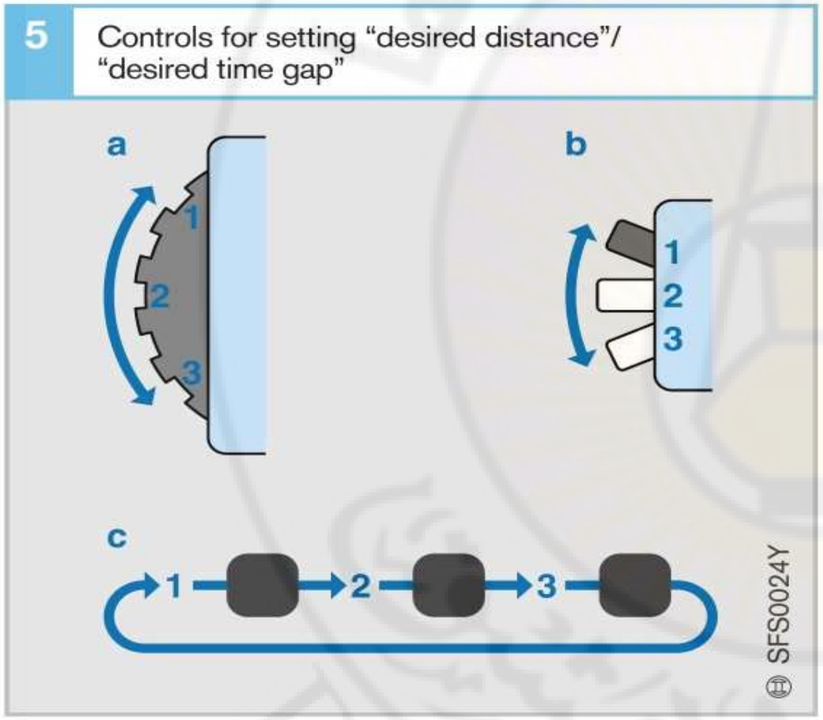


Fig. 5

a Adjuster wheel
b Incremental switch
c Button for cycling through sequence of options

1 “Green” zone, large distance
2 “Amber” zone, medium distance
3 “Red” zone, short distance

عرض المسافة و الفجوة الزمنية

أثناء تغيير الفجوة الزمنية يتغير وبشكل موافق الضبط على الشاشة

يوضح الشكل احتمالان لكيفية تبيان هذه الإعدادات للسائق .

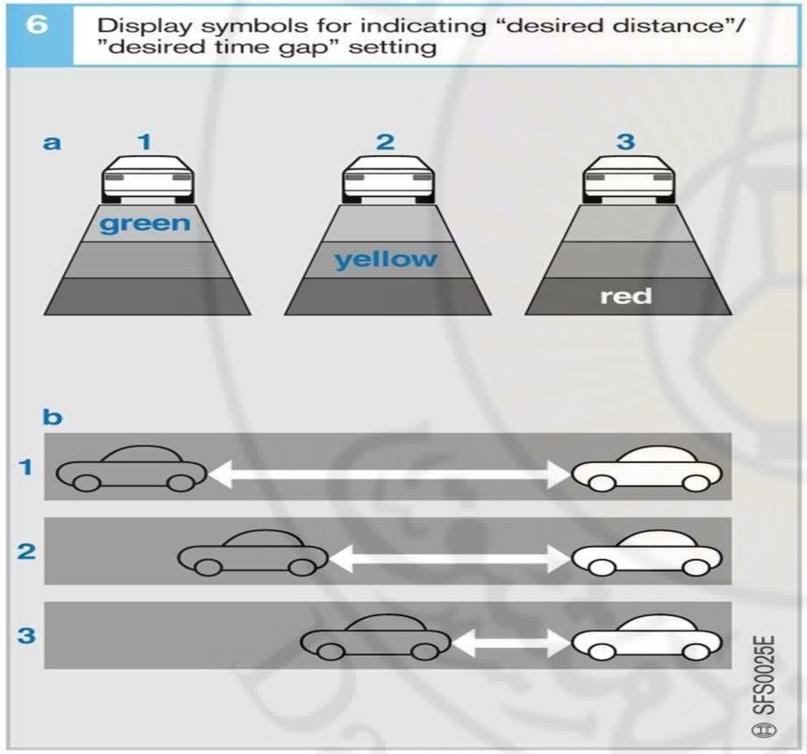


Fig. 6
a Symbolic representation of straight-ahead view
b Side-on view

1 “Green” zone, large distance
2 “Amber” zone, medium distance
3 “Red” zone, short distance

إيقاف عمل النظام

كما هو الحال في أنظمة تثبيت السرعة التقليدية ، يمكن إيقاف نظام ACC من خلال:

- الضغط على الزر off .
- استخدام دواسة الفرامل .

إضافةً لذلك يحدث **إيقاف تلقائي** لنظام ACC عندما:

- تكون الظروف المحيطة غير ملائمة (بسبب الأحوال الجوية مثلاً)
- إنخفاض سرعة المركبة عن القيمة الدنيا لعمل النظام
- ويحدث إيقاف جزئي لنظام ACC عندما يتدخل نظام TCS أو ESP لمنع انزلاق المركبة ، لإعطاء الصلاحية المطلقة لعمل هذين النظامين .

عرض الأجسام المكتشفة

أظهرت التجارب أنه من المفيد عرض الأجسام المكتشفة على الشاشة للسائق ، و ذلك لتنبيهه من السيارات القريبة، ولاسيما عند اكتشاف سيارة تتحرك بسرعة أبطأ من تلك التي تم ضبط نظام ACC على أساسها .

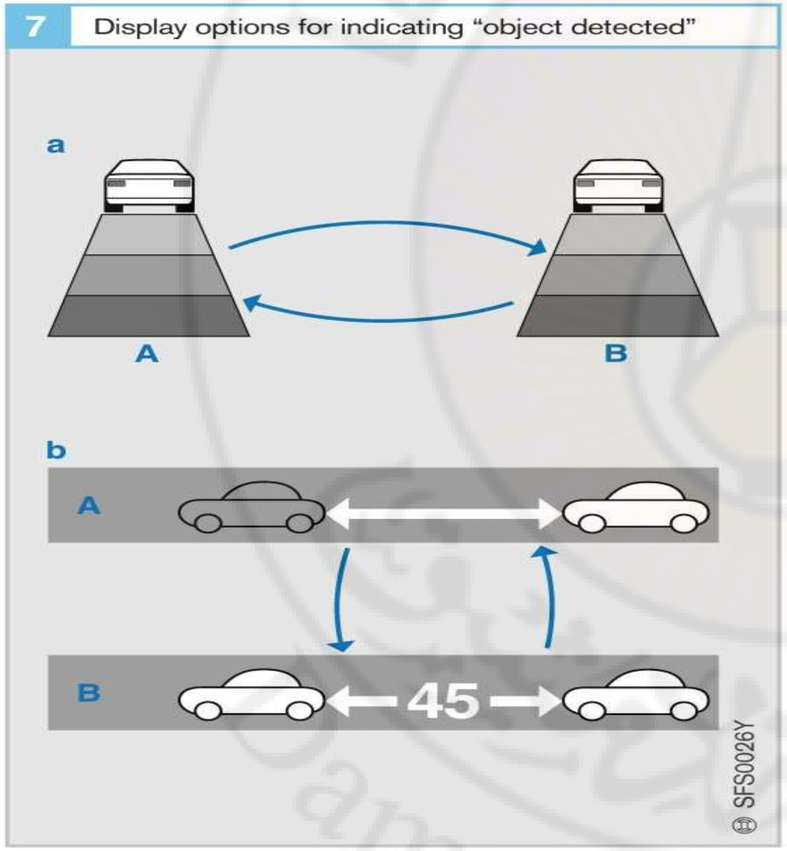


Fig. 7
a Symbolic representation of straight-ahead view
b Side-on view

A No relevant object
B Relevant object detected

الفصل السابع

أجهزة الإضاءة

Lighting

Associate Professor Mhd.Saed Alsabek

تقنيات الإضاءة المتقدمة :
مصطلحات وتعاريف الإضاءة :

- شرح مبسّط لبعض المصطلحات المتعلقة بالضوء بشكل عام ثم المتعلقة خصوصاً بإضاءة السيارات..
- **تدفق الإضاءة (Φ):** واحدتها lm (lumen) وتحدد **بكمية الضوء التي تعبر من منطقة معينة خلال ثانية واحدة. Lm** هو الضوء الساقط على واحدة المساحة من واحدة المسافة من مصدر ضوء شدّته 1 cd.
- **شدة الضوء (I):** وهي **القدرة على إنتاج الضوء عند مسافة ما.** واحدة شدة الضوء cd (candela) .
- **شدة إضاءة سطح (E):** **وهي شدة الإضاءة التي يتلقاها سطح في واحدة المساحة. إذا وردت الأشعة بزاوية مائلة على سطح كالطريق** مثلاً فإن شدة الإضاءة تقل. واحدتها هي (lux) وتعادل 1 lm لكل $1\ m^2$ أو تعادل إضاءة سطح مساحته $1m^2$ من مسافة 1m من مصدر ضوئي شدته 1cd.

- **السطوع (L):** يجب عدم الخلط بين السطوع والإضاءة (شدة الإضاءة) فعلى سبيل المثال **أثناء القيادة ليلاً فإن إضاءة الطريق تبقى ثابتة لكن سطوع سطح الطريق يختلف اعتماداً على لون سطح الطريق.**
- **نطاق المصابيح الأمامية:** وهي المسافة التي تحافظ فيها حزمة الضوء من المصابيح الأمامية على شدة إضاءة معينة.
- **النطاق الهندسي:** وهي المسافة لخط القطع على سطح الطريق عند تفعيل الحزمة المنخفضة على طريق مائل عن الأفق نحو الأسفل.

- **النطاق المرئي:** **المسافة داخل نطاق الضوء بحيث يكون الجسم مرئي داخلها.**
- **نطاق الإشارة:** المسافة التي يمكن فيها رؤية إشارة ضوئية تحت ظروف سيئة.
- **الانبهار أو التوهج:** ينظر لهذا المفهوم بأشكال مختلفة ومع ذلك يمكن التعبير عنها بأرقام حيث أنه إذا كانت شدة الإضاءة 1lx على بعد 25m أمام إضاءة أمامية منخفضة في مركز مصدر الضوء يقال عندها لا يوجد إبهار أو توهج. **الطريقة البريطانية القديمة تنص على أنه يجب على الضوء أن لا يبهر شخص في نفس المستوى عندما تكون المسافة أكثر من 25 feet بحيث يكون مستوى العين أعلى من 3–6 ft (بفرض الشخص جالس).** بشكل عام الإضاءة الأمامية في حالة الحزمة المنخفضة يجب أن تميل على الأفق بمقدار 1% (1cm لكل 1m).

1. أساسيات الإضاءة :

1-1مقدمة:

يعتبر نظام إضاءة الآلية هام جداً لأغراض السلامة الطرقية .

يجب أن تسمح أضواء الآلية للسائق بـ:

- **الرؤية في الظلام.**
- **أن يُرى في الظلام (أو في ظروف الرؤيا الضعيفة).**

ترتبط الإضاءة الجانبية والإضاءة الخلفية وأضواء الفرامل بشكل مباشر، في حين تعتبر الإضاءة الأمامية المشكلة الأساسية لأنه **على الحزمة المنخفضة dipped beam يجب أن توفر للسائق ضوء كاف بدون إبهار السائقين الآخرين من مستخدمي الطريق.**

تم تجريب العديد من الأساليب على مر السنين، وتطورات كبيرة قد أنجزت، لكن **من الصعوبة بمكان الموازنة بين الرؤيا والإبهار.**

بالمقابل من التطورات على الإضاءة نذكر أجهزة الإضاءة بالأشعة فوق البنفسجية UV والتي ستناقش لاحقاً.

1-2:المصابيح Bulbs :

تطورت في الآونة الأخيرة المصابيح المستخدمة في السيارات من حيث العدد والشكل والحجم. عموماً تكون أغلب مصابيح إضاءة الآليات على شكل:

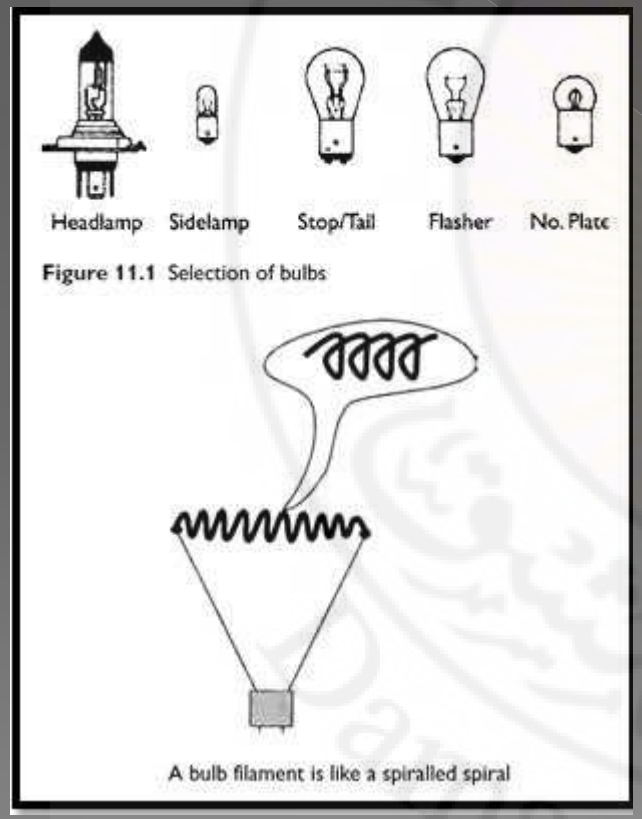
1- مصابيح التنغستين

2- المصابيح المملوءة بغاز خامل تحت الضغط كالأرغون وتنتج حوالي 17 lm/W

3- مصابيح تنغستين الهالوجين وتستخدم عادة للأضواء الأمامية وتنتج حوالي 24 lm/W والغاز في مصابيح الهالوجين غالباً اليود.

Bulbs المصابيح

يعتبر معدن التنغستين وخلائطه مثالياً للاستخدام كسلك لمصابيح الإضاءة الكهربائية حيث يصنع السلك على شكل حلزون 'spiraled spiral'للسماح بتوضع طول مناسب من سلك رفيع في فراغ صغير وليؤمن بعض المقاومة الميكانيكية. يبين الشكل سلك مصباح نموذجي.



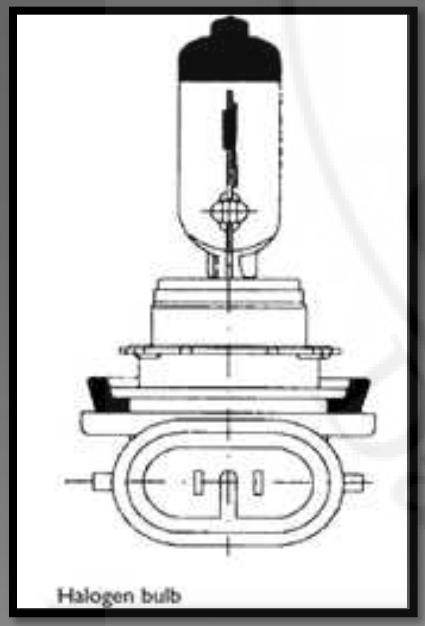
تستخدم تقريباً كل الآليات الآن مصابيح تنغستين الهالوجين للأضواء الأمامية حيث يمكنها إنتاج حوالي 24 lm/W (وأكثر لبعض التصميمات الحديثة). **المصباح ذو عمر طويل ولن يتغير لونه إلى الأسود بعد فترة من الزمن مثل باقي المصابيح التقليدية** التي وبعد فترة من الزمن، يتبخر سلك التنغستين ويترسب على جدار المصباح.

يستخدم اليود كغاز في مصابيح الهالوجين

استعملت التسمية هالوجين نتيجة وجود

أربعة عناصر في المجموعة VIIA من جدول العناصر الدوري، تعرف مجتمعة بالهالوجينات

(البروم– الكلور –الفلور – اليود).



أشكال الإضاءة في معظم السيارات:

1- الإضاءة الخارجية External lights
2- الإضاءة الجانبية Sidelights(up to 60 cd)
3- الإضاءة الخلفية Rear lights (up to 60 cd)
4- أضواء الفرامل Break lights (40 – 100 cd)
5- أضواء الغيار الخلفي Reversing lights (300–600 cd)
6- الإضاءة النهارية Day running lights (800 cd max)
7- أضواء الضباب الخلفية Rear fog lights (150–300 cd)
8- أضواء المنطقة(البقعة)الأمامية وأضواء الضباب الأمامية
Front spot and fog lights

3-1 الإضاءة الخارجية External lights:

(مجال شدة الإضاءة المسموح به موضّح ضمن القوسين):

الإضاءة الجانبية Sidelights (up to 60 cd):

يجب أن تحوي الآلية على ضوئين جانبيين كل منهما باستطاعة أقل من 7W ، وتزوّد معظم السيارات بأضواء جانبية مدمجة مع مجموعة الإضاءة الأمامية.

الإضاءة الخلفية Rear lights (up to 60 cd):

يجب وضع ضوئين كل منهما باستطاعة على الأقل 5W ويجب أن يكون موضعهما ضمن 400 mm من حافة الآلية ومتباعدين بأكثر من 500 mm ، وبحدود 350 و 1500 mm فوق الأرض.

أضواء الفرامل Brake lights (40–100 cd):

يوجد ضوءان وغالباً ما يكونا مدمجين مع الإضاءة الخلفية وباستطاعة بين 15 و 36W لكل منهما، ويجب أن يعملا عند تطبيق أول ضغطة على دواسة الفرامل. أضواء الفرامل يجب أن تكون بين 350 و 1500 mm فوق الأرض وبتباعد 500 mm في موقع متشابه.

أضواء الغيار الخلفي Reversing lights (300–600 cd):

ضوءان على الأكثر يمكن تركيبهما مع استطاعة عظمى 24W لكل ضوء. يجب أن يكون الضوء غير مبهر ويشغل تلقائياً من علبة السرعة. تركّب أصوات السلامة عند الحركة الخلفية 'beepers' وخاصة في الآليات الكبيرة.

الإضاءة النهارية Day running lights (800 cd max):

تستخدم شركة VOLVO مثل هذه الإضاءة، وهي ضرورية ومطلوبة في السويد وفنلندا. يجب أن تعمل فقط مقترنة بالإضاءة الخلفية. وظيفتها أن تشير إلى أن الآلية تتحرك أو على وشك التحرك. تطفئ هذه الإضاءة عند إيقاف الآلية كلياً أو عند عمل الإضاءة الأمامية.

أضواء الضباب الخلفية Rear fog lights (150–300 cd):

يتم تركيب واحد أو اثنان لكن عند وجود ضوء واحد فقط، عندها يجب أن يوضع على الخط المركزي للآلية. يجب أن يكون بين 250 و 1000 mm فوق الأرض وبعيداً بحدود 100 mm عن أي ضوء فرامل. الاستطاعة عادة ما تكون 21W ويجب أن تعمل فقط في حال عمل الإضاءة الجانبية، الأمامية أو أضواء الضباب الأمامية.

أضواء المنطقة (البقعة) الأمامية وأضواء الضباب الأمامية:

Front spot and fog lights

عند تثبيت أضواء المنطقة (البقعة) الأمامية (أضواء مساعدة للقيادة)، يجب أن تكون بين 500 و 1200 mm فوق الأرض وأكثر من 400 mm من جانب الآلية.

تركّب أضواء الضباب الأمامية في الأسفل بارتفاع 500 mm فوق الأرض وتستخدم فقط في الضباب وعند تساقط الثلج. **تصمّم الإضاءة الأمامية Spot lamps لتنتج حزمة ضوئية طويلة لإضاءة الطريق لمسافة معينة. في حين تصمّم أضواء الضباب لإنتاج ضوء حاد (sharp cut off line) لإنارة الطريق فقط أمام الآلية مباشرة.**

مجموعة من تصميمات أضواء الآليات







4-1 عواكس الإضاءة الأمامية Headlight reflectors:

- **الهدف من عواكس الإضاءة الأمامية هو توجيه أشعة الضوء العشوائية من المصباح إلى حزمة من الضوء المركّز بتطبيق قوانين الإنعكاس.**
- العاكس عبارة عن طبقة من الكروم أو الفضة أو الألمنيوم تتوضّع على سطح ناعم ومصقول من النحاس أو الزجاج مشكّلة بذلك مرآة العاكس التي تتقعّر ويعرف عندئذ بالعاكس المقعّر.

هناك ثلاثة أنواع للعواكس :

* العواكس ذات القطع المكافئ

Parabolic reflector

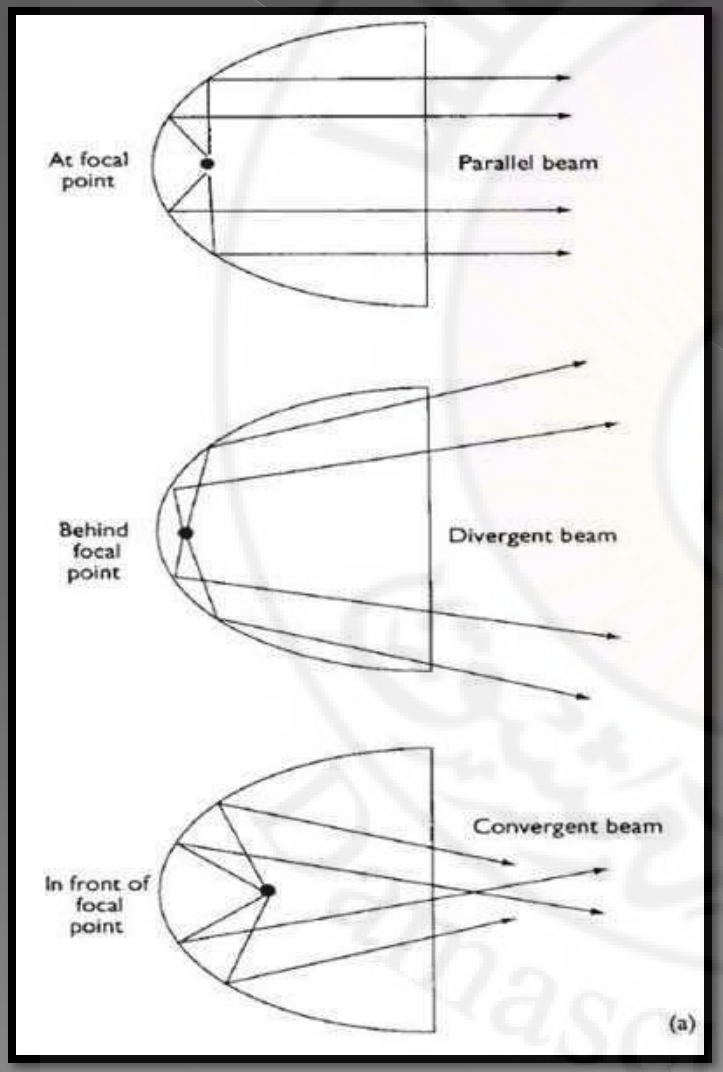
* العواكس ثنائية المحرق

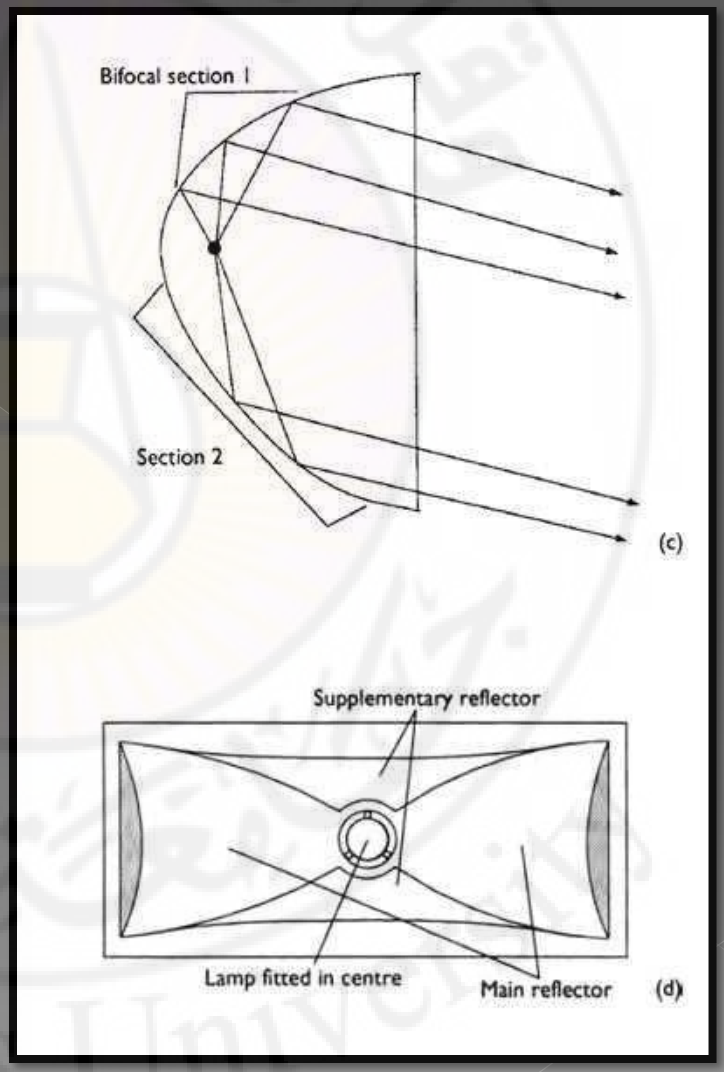
Bifocal reflector

* العاكس المتعددة المحارق

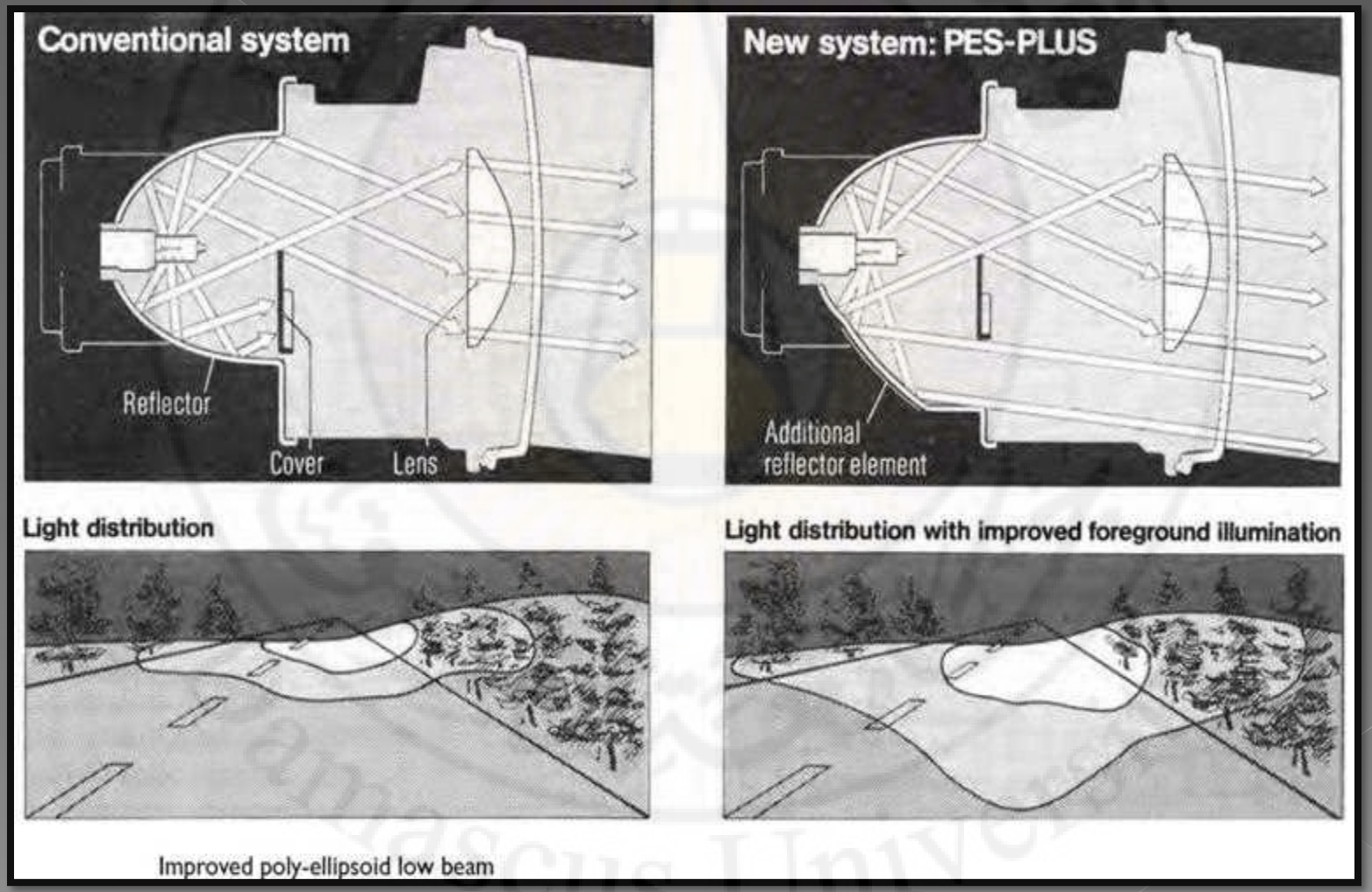
Homifocal reflector

نظام الإضاءة الأمامية البيضاوية المتعددة
:Poly-ellipsoidal headlight system (PES)





1-5عدسات الإضاءة الأمامية
:Headlight lenses



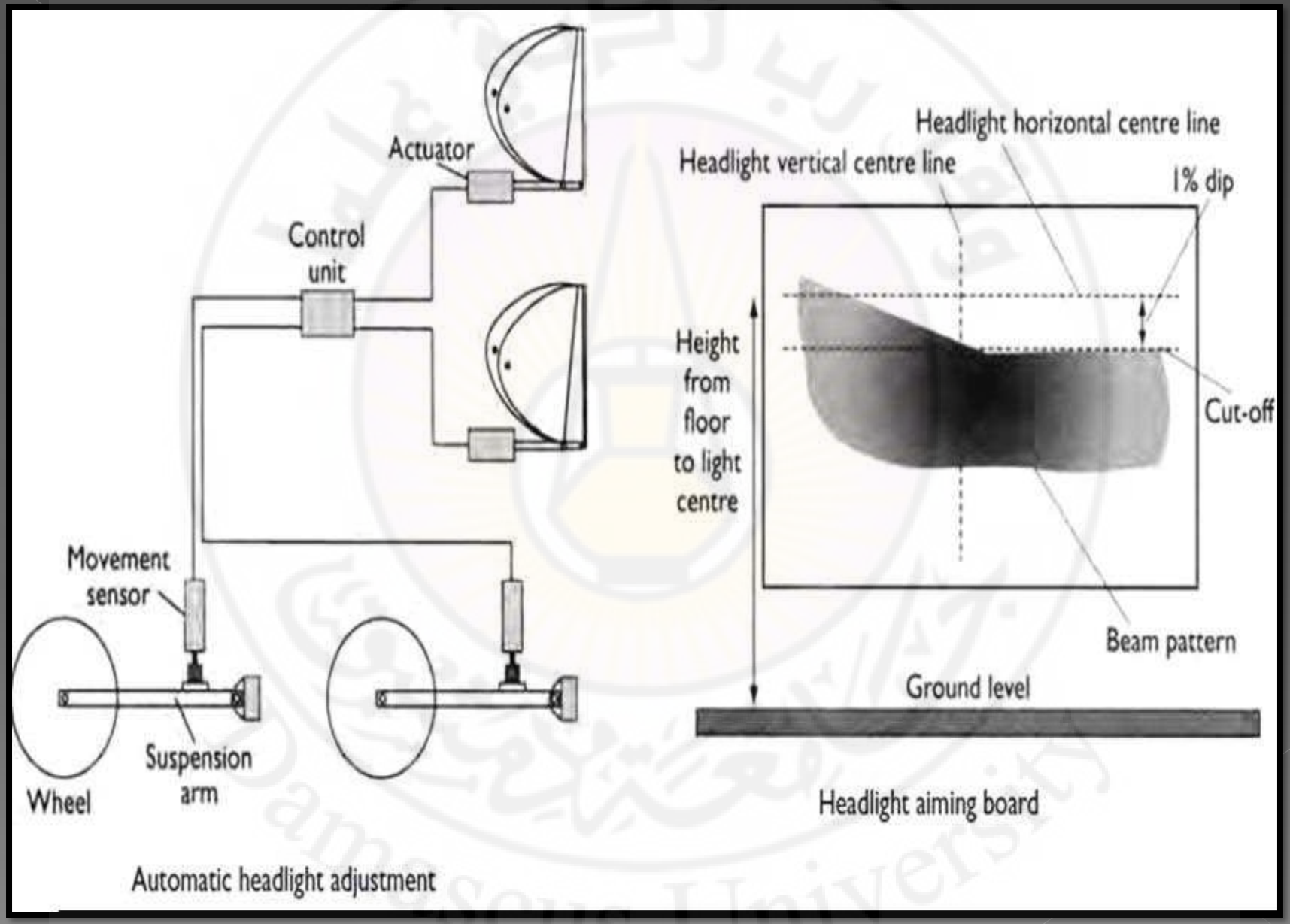
6-1 معايرة وضعية عدسات الإضاءة بشكل آلي:

يعتبر مبدأ تسوية الإضاءة الأمامية بسيط جداً، حيث أن موقع الضوء يجب أن يتغير اعتماداً على الحمل في السيارة ويتم ذلك باستخدام جهاز توجيه يدوي بسيط يشغل بواسطة السائق، وهناك نظام أوتوماتيكي يشغّل بواسطة حساسات متوضعة فوق تعليقة الآلية مما يسمح بتعديل أوتوماتيكي مهما كان تغيرات الحمل على الآلية.

يظهر الشكل التالي تصميم هذا النظام.

تختلف المشغلات التي تقوم فعلياً بتحريك الإضاءة من الأجهزة الهيدروليكية إلى المحركات الخطوية stepper motors

يتم التعديل بتحريك برغيين متوضعين على الإضاءة الأمامية، حيث أحدهما يقوم بتحريك الضوء للأعلى والأسفل بينما يقوم الآخر بالحركة الجانبية.


Actuator
Control unit
Movement sensor
Suspension arm
Wheel
Automatic headlight adjustment
Headlight horizontal centre line
Headlight vertical centre line
1% dip
Height from floor to light centre
Cut-off
Beam pattern
Ground level
Headlight aiming board

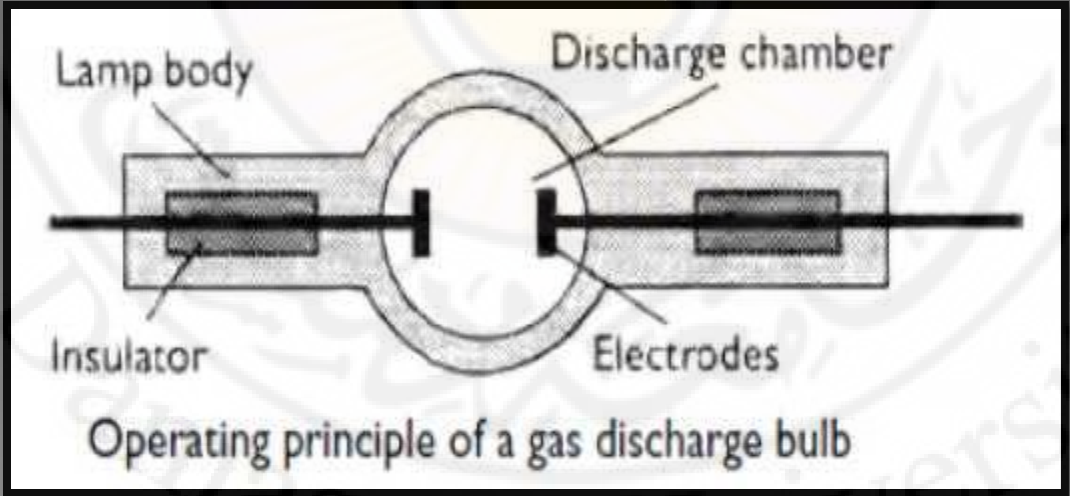
2. المصابيح المفرغة ومصابيح LED :

2-1 المصابيح الأمامية المفرغة (GDL) :

تستخدم هذه المصابيح لفعاليتها العالية من حيث الإضاءة ويتكون نظام GDL من ثلاث مكونات رئيسية :

- **المصابيح**: تعمل هذه المصابيح بمبدأ مختلف تماماً عن مبدأ المصابيح المتوهّجة العادية حيث تتطلب جهد أعلى بكثير.
- **نظام القيادة**: يحتوي على وحدات التحكم والإشعال ويحول توتر التيار إلى التوتر المطلوب في المصباح كما أنه يتحكم بمراحل الإشعال وتدرجه فضلاً عن التنظيم خلال العمل المستمر
- **المصابيح الأمامية**: تصميم هذه المصابيح مشابه نوعاً ما للوحدات التقليدية من أجل الحصول على الحدود المقررة فإن هذا يتطلب دقة أكثر في التصنيع

- في درجة حرارة الوسط المحيط يحتوي المصباح على مزيج من الزئبق والأملاح المعدنية والزينون تحت ضغط معين وعند إشعال الإضاءة فإن الزينون يتوهج دفعة واحدة ويبخر الزئبق والأملاح المعدنية. تنتج الكفاءة العالية في الإضاءة من بخار مزيج المعدن حيث أن الزئبق يعطي معظم الإضاءة أما الأملاح المعدنية فتؤثر على لون الضوء.



Operating principle of a gas discharge bulb

Comparison of HI and DI bulbs

Bulb	Light (%)	Heat (%)	UV radiation (%)
HI	8	92	<1
DI	28	58	14

عند إقلاع مصابيح GDL هناك أربع مراحل يجب المرور بها :

1. **الإشعال:** نبضة ذات جهد عالي تقفز بين القطبين وتسبب تأين الفجوة
2. **إضاءة فورية:** يتدفق التيار خلال الممر المفرغ وينير الزينون الذي يعطي 20% من قيمة الإضاءة المستمرة.
3. **التشغيل المتصاعد:** المصباح الآن يعمل باستطاعة متزايدة وترتفع الحرارة بسرعة و يتبخر الزئبق والأملاح المعدنية، يزداد الضغط داخل المصباح بزيادة الإضاءة وتحول لون الضوء من الأزرق إلى الأبيض.
4. **الاستمرار:** المصباح يعمل بشكل مستمر بطاقة 35W وهذا يضمن بقاء القوس الكهربائي وعدم وميض المصباح ويبلغ تدفق الإضاءة 28000 lm ودرجة الحرارة 4500 K

2-2 المصابيح الأمامية فوق البنفسجية :

- يمكن أن تستخدم مصابيح GDL لإنتاج الأشعة فوق البنفسجية. بما أن الأشعة فوق البنفسجية غير مرئية فإنها لن تزعج باقي السيارات المارة لكنها تجعل العلامات المضيئة تتوهج مثل إشارات الطريق والملابس، كما أن هذه الأشعة تتغلغل في الضباب والجو السديمي، والأشعة المنعكسة من قطرات الماء غير المرئية .
- تعمل إضاءة الأشعة فوق البنفسجية بنفس الوقت مع الإضاءة الخافتة لكن بدون إبهار وبضعف المدى.

3-2 إضاءة LED :

- الديود الباعث للضوء
(light emitting diode – LED)
- تتعمق معظم الشركات المصنعة أكثر في دراسة LED وتعطي وقت أكبر لدراسة استخدام مصابيح LED كمصابيح فرامل وذلك لاستجابتها السريعة و الفورية ، كما أن مصابيح LED تشمل مصابيح التحذير في الآليات الثقيلة.

شروط تفرضها التشريعات الدولية لاستخدام مصابيح الزينون

1- أن تكون المصابيح الأمامية متوافقة مع التشريعات الدولية

2- أن تتمتع السيارة بنظام أوتوماتيكي لتعديل مستوى الإضاءة الأمامية حيث عند زيادة الحمولة فإن حزمة الإضاءة الأمامية تتعدّل تلقائياً.

3- أن تتمتع المصابيح الأمامية بنظام تنظيف أوتوماتيكي لأن الأوساخ المترسبة تعمل كناشر(مبدّد) وبالتالي يسقط الضوء خارج النطاق المحدد.

هذه الشروط الثلاث مع العمر الفني الطويل لمصابيح الزينون تقلل من الأخطار الناتجة عن عدم تلاؤمها .

فكرة الليف البصري (Baroptic) في تصميم الإضاءة:

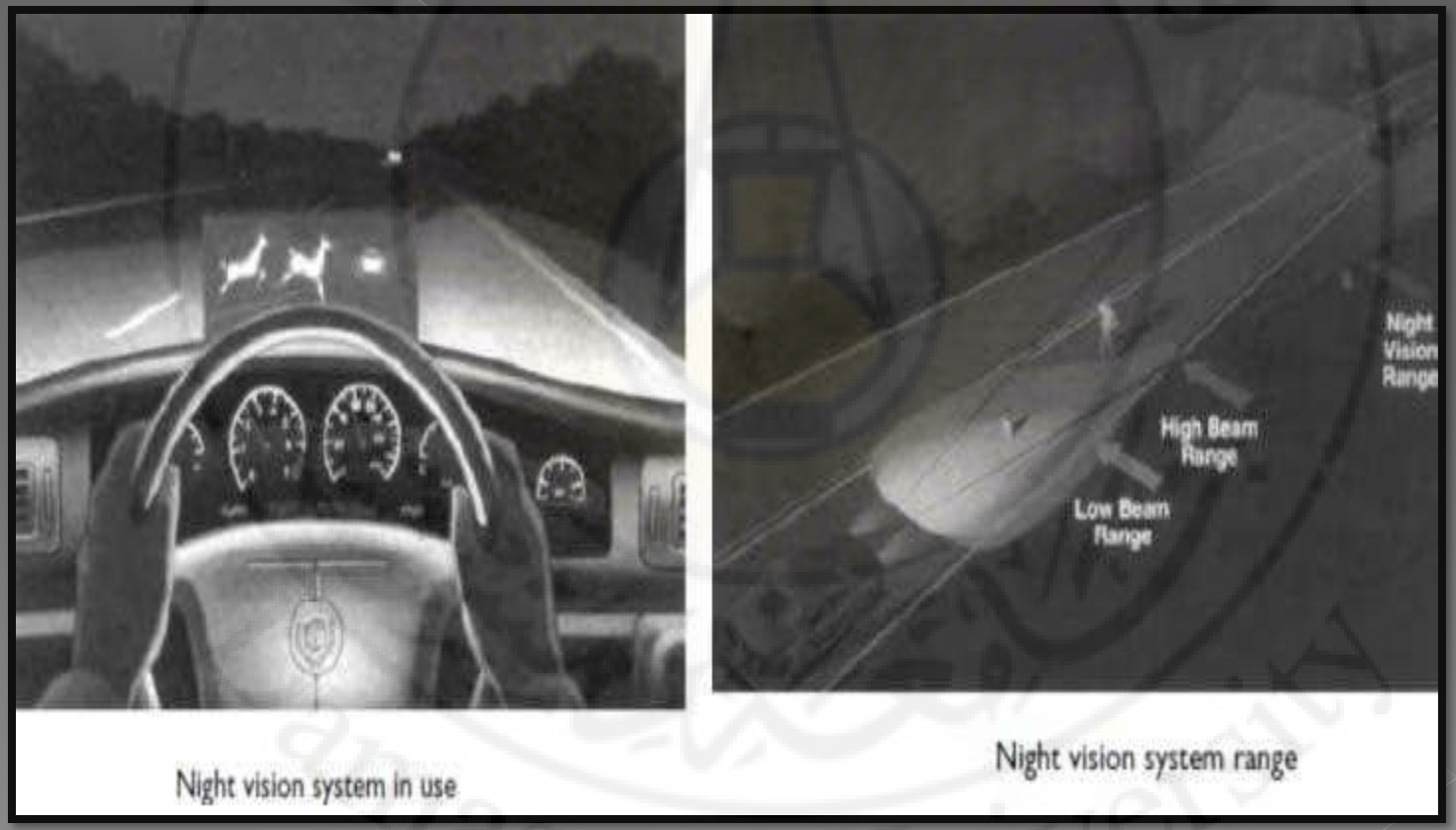
- يستخدم Baroptic مفاهيم بصرية جديدة ويوفر مفهوم الليف البصري في تصميم أجهزة الإضاءة Baroptic المرونة في تصميم واجهة ومؤخرة السيارة منذ عام 2000 و ما بعد تماشياً مع تحسن الأيروديناميكية. حجم نظام Baroptic منخفض جداً بالمقارنة مع تقنية الشكل المعقدة، وهذا الحجم الصغير يساهم كثيراً في وضع أجزاء نظام الإضاءة في هيكل السيارة.

- إن شعاع الضوء المنتج في نظام Baroptic يكون إما من مصابيح الهيلوجين أو HID ويتم إسقاطه إلى موجّه ضوئي عن طريق جوانب عاكسة ثم تركيزه عبر عدسات متمركزة على طول الموجّه الضوئي الذي يحدّد خصائص الحزمة المطلوبة (الانتشار، العرض، الطول، خط القطع والتجانس).
- إن الفائدة من نظام الانعكاسات كله هو أن أداء الضوء مشابه للمصابيح الأمامية ذات القياس الطبيعي، كذلك انتشار الضوء تم تحسينه وهذا يعزز من راحة الرؤية عند القيادة ليلاً.
- مازال نظام Baroptic قيد التطوير حالياً.

4-2 أضواء الأشعة تحت الحمراء :

- يمكن لتقنية التصوير الحراري أن تجعل القيادة ليلاً أقل خطورة. يركّب نظام التصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء على السيارات فتصبح الأشياء ذات الحرارة العالية بما فيها الأشخاص والحيوانات تبدو بلون ابيض كما هو واضح بالشكل .
- في النظام المركب على السيارة هناك كاميرا تتوضع في منتصف المقدمة وراء الشبكة ويتم ضبط توجيهها تماماً كما في المصابيح الرأسية. تمّ اختيار هذا الموقع في المنتصف وخلف الشبكة لأن معظم الاصطدامات تحدث في الجوانب أكثر منها وجهاً لوجه. تركّز الحساسات لمسافة 125m أمام مقدمة السيارة .

- تثبّت شاشة العرض في لوحة القيادة وتعرض صور بلونين أبيض وأسود فقط حيث يراها السائق قرب الحافة الأمامية لغطاء المحرك.



اجراءات اختبار الأعطال الأكثر شيوعاً

تتم عملية فحص دارة الإضاءة بشكل عام كما يلي:

1. التحقق بواسطة العين أو الأيدي (التحقق من الأسلاك الحرة والأزرار المفكوكة والأعطال الأخرى وكل الوصلات التي يجب أن تكون سليمة ومضبوطة).
2. التحقق من البطارية حيث يجب أن تكون مشحونة حتى 70% .
3. التحقق من المصابيح، تحقق نظري أو بواسطة مقياس أوم.
4. التحقق من الفيوز (ضرورة قياس الجهد على جانبي الفيوز أو باختبار المصباح).
5. التأكد من توصيل البطارية.
6. التأكد من توصيل البطارية إلى الريليه.
7. توصيل التوتر إلى المصباح حوالي 0.5V من توتر البطارية.
8. دارة التأريض 0Ω أو 0V .

نظام الإضاءة المتخصص :

- وهو نظام جديد من Valeo يقوم بتكيف الإضاءة الأمامية حسب الطريق وحركة المرور، حيث يتم تكيف الحزمة المنخفضة مع المنعطفات والحزمة المرتفعة مع سرعة السيارة. توفر هذه الوظائف لنظام الإضاءة:
  - تعزيز الراحة بسبب زيادة كمية الضوء ونوعية الحزمة.
  - زيادة السلامة وخاصة في ظروف القيادة الصعبة مثل الطرق الجبلية المتعرجة.
- تتحقق هذه الوظائف عن طريق عاكسات إضافية والتي تدور تبعاً لوضع عجلة القيادة (تماشياً مع اتجاه بصر السائق) حيث هناك حزمة إضافية تضيء المناطق خارجية أو المنعطفات التي كانت لا تضاء بالحزمة التقليدية. الحزمة المرتفعة تتكيف مع السرعة أوتوماتيكياً. كما أن عرض ونطاق الحزمة يتكيّفان اعتماداً على سرعة السيارة.

نظام الاضاءة الذكي من Hella :

- يفضل السائقين بشكل عام أن تتكيف الإضاءة الأمامية مع مختلف ظروف القيادة التي يواجهونها مثل إضاءة النهار، الشفق، الليل، الدخول والخروج من الأنفاق وظروف الطقس المختلفة مثل المطر، الضباب وهطول الثلج. كما يفضلون أفضل إضاءة على المنعطفات كما أن متطلباتهم تتضمن إضاءة جيدة على طول حافة الطريق وإضاءة إضافية أثناء الركن في مناطق ضيقة وخلال الغيار الخلفي.
- بالنسبة لعلماء Hella فان تحويل هذه المتطلبات إلى نظام إضاءة أمامي ذكي يعني العمل على كل التفاصيل وتطوير تقنية إضاءة جديدة كلياً.

3- التطورات الجديدة في نظام الإضاءة:

3-1 نظام Bending light

عبارة عن **نظام مصابيح أمامية ذكي حيث يحسّن الإضاءة الليلية في منعطفات الطريق عن طريق التحكم باتجاه المصابيح الأمامية للسيارة**. ولتحويل الكمية الإضافية من الضوء إلى الطريق تلقائياً فإن نظام **Bending light** يعتمد العديد من المقاربات المرنة.

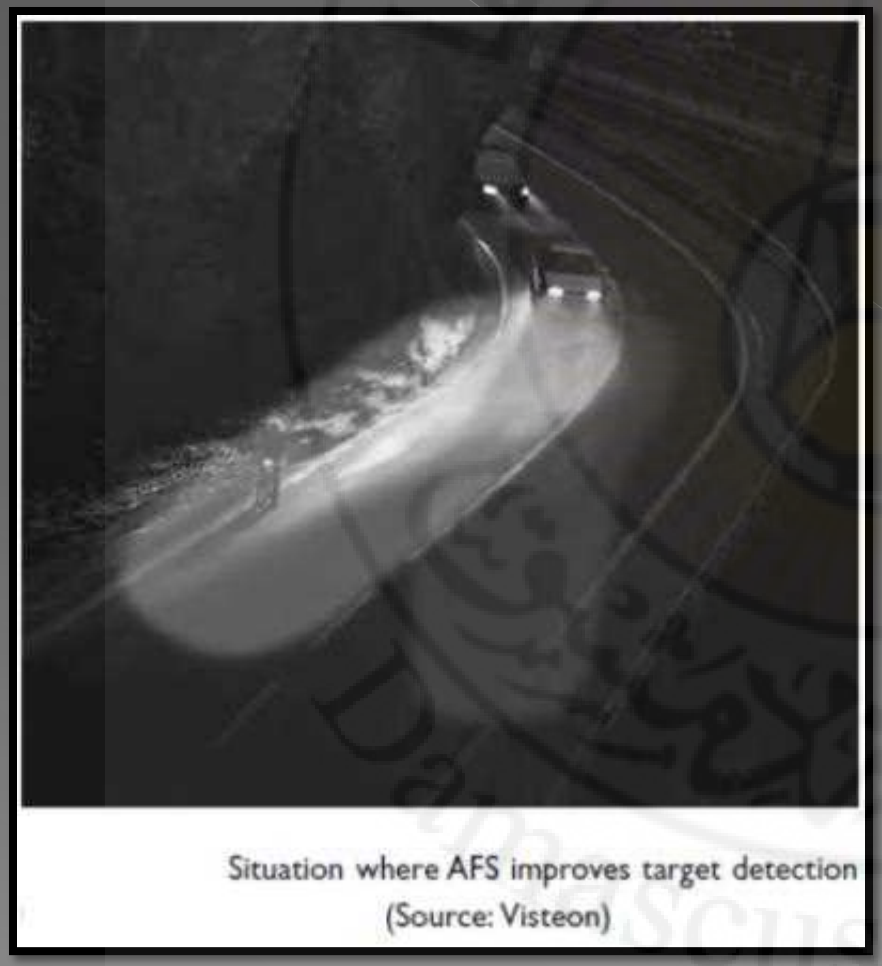
يتم التحكم بها عن طريق وحدات تحكم تأخذ معلوماتها من عجلة القيادة ومن حساسات سرعة العجلات. ويمكن وصل السيارة مع الأقمار الصناعية عن طريق GPS .

Bending light هو الأول بالنسبة لبعض الأجيال الجديدة من أنظمة الإضاءة الأمامية المتكيفة المنتجة من Valeo والمجموعة تحتوي على أنواع من الإضاءة المتميزة:

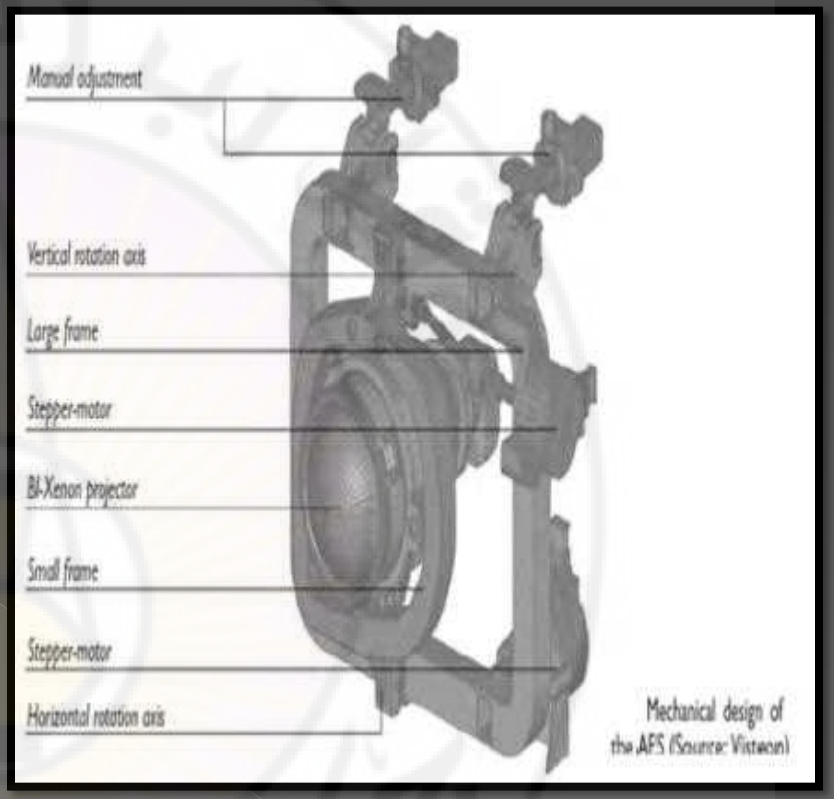
- **الإضاءة على الطرقات السريعة:** عند سرعة أعلى من 80 km/h فإن الحزمة المنخفضة للمصابيح الأمامية ترتفع بسبب إشارات تأتيها من حساسات سرعة العجلات وذلك لتفعيل نظام التسوية الذاتي والذي يزيد من رؤية السائق في السرعات العالية.
- **الإضاءة في الأحوال الجوية السيئة** : أي في ظروف الرؤية الضعيفة كالضباب –المطر–تساقط ثلوج فهناك إضاءة إضافية وذلك للمساعدة في توضيح حدود الطريق وتقوم بتخفيف الإضاءة الأمامية لتخفيف الضوء المنعكس من الطريق الرطب.
- **إضاءة المدينة:** في ظروف الإضاءة الجيدة في الأماكن المأهولة يتم تخفيض الحزمة العالية وتتم زيادة الإضاءة الجانبية وذلك لملاحظة المشاة والدراجات والمعابر بالإضافة إلى تخفيف الانبهار.
- **نظام Bending light** هو نظام مصابيح أمامية ذكي حيث يحسّن الإضاءة الليلية في منعطفات الطريق عن طريق التحكم باتجاه المصابيح الأمامية للسيارة.

2-3 نظام إضاءة أمامي متقدم (AFS) :

- يدمج نظام الإضاءة الأمامي المتقدم من Visteon التحكم الإلكتروني المبتكر لضبط إضاءة المصابيح الأمامية وبذلك نمط الحزمة يكون قد وجه بظروف قيادة محددة مثل السرعة واتجاه السيارة. يختار السائق تلقائياً توزع الإضاءة الأمثل وذلك اعتماداً على ظروف قيادة شخصية وذلك يعزز وضوح الرؤية وسلامة القيادة ليلاً.



Situation where AFS improves target detection
(Source: Visteon)



Mechanical design of the AFS (Source: Visteon)

نهاية الفصل السابع