



المملكة العربية السعودية  
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني  
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

## نظام الفرامل

### أساسيات نظام الفرامل

أساسيات نظام الفرامل

## مقدمة

نقدم إليك عزيزي المتدرب وحدة أساسيات نظم الفرامل المتضمنة في حقيبة نظام الفرامل. في هذه الوحدة سنقوم في الفصل الأول بعرض النظريات العملية وراء تطور نظام الفرامل، والنظم المختلفة المستخدمة في نظام الفرامل.

ويعتبر نظام الفرامل من أهم الأنظمة الموجودة في السيارة حيث تعتمد سلامة راكبي السيارة على جودة عمل النظام وكفاءته. وتطورت الفرامل الموجودة في السيارة في الفترة الأخيرة، حيث أصبحت معظم السيارات مجهزة بنظام منع غلق وانزلاق العجلات، والذي يعمل عن طريق وحدة تحكم إلكترونية وبكونك متدرباً لتصبح فنياً للسيارات فإنه يجب أن تفهم جيداً كيفية تركيب وعمل نظام الفرامل، وتكون قادراً على التمييز بين الأنواع المختلفة لنظم الفرامل من ناحية نظرية العمل والتركيب والتشغيل. كما يجب أن تكون على دراية بعمليات الفحص والاختبار والتقييم للنظام. كما يجب أن تتقن إجراءات الصيانة والإصلاح والاستبدال.

وعليك أيها الأخ المتدرب أن تستوعب هذه المعلومات الموجودة بهذه الوحدة وتستفيد من وسائل الإيضاح التي تتضمنها هذه الوحدة من صور وجداول فنية. هذا وتحتوي الوحدة على المصطلحات الفنية باللغة الإنجليزية في الوحدة. كما أن التمرينات الخاصة بالمراجعة في نهاية الوحدة تساعدك على تقييم استيعابك للمادة العلمية بالوحدة

**الجدارة:** معرفة أسس ومبادئ وأنواع أنظمة الفرامل المختلفة.

**الاهداف:** عندما تنتهي من دراسة هذه الوحدة ستكون قد استوعبت التالي:

- ١- التعرف على نظرية عمل الفرامل.
- ٢- التعرف على أنواع وتصنيف الفرامل.
- ٣- التعرف على أجزاء دائرة الفرامل الهيدروليكية ونظرية عمل ومكونات كل جزء.
- ٤- التعرف على أجزاء فرامل التثبيت
- ٥- التعرف على طريقة عمل فرامل الخدمة وفرامل التثبيت

**مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المتدرب إلى فهم هذه الجدارة بنسبة ٨٠٪

**الوقت المتوقع للتدريب:** ساعتان نظريتان

**الوسائل المساعدة:** كتب الإرشادات للسيارات - والكتب والمراجع المتخصصة بالفرامل وقطاعات وأجزاء النظم المختلفة للفرامل.

**متطلبات الجدارة:** معرفة عامة بالسيارات والرياضيات الأساسية ومبادئ الفيزياء.

## نظام الفرامل

Brake System Overviewأهمية نظام الفرامل بالسيارة:

يعتبر نظام الفرامل أهم الأنظمة الموجودة بالسيارة، حيث تعتمد سلامة المركبة والركاب بالإضافة إلى سلامة المشاة والسيارات والممتلكات على جانبي الطريق على الله أولاً ومن ثم على مدى صلاحية الفرامل للعمل، وهو من أكثر الأنظمة التي يتعامل معها السائق وتقدر عدد مرات الضغط على بدال الفرامل بمقدار ٥٠,٠٠٠ مرة بالسنة. ولذلك يجب على فني الفرامل أن يكون على دراية تامة بأجزاء النظام وتكون لديه الكفاءة العالية في إجراء عمليات التشخيص والفحص والصيانة والإصلاح.

نظرية عمل الفرامل:

يجب أن نعرف أولاً أن "الفرامل توقف العجل وليس السيارة"، وهذه هي وظيفة الفرامل. ولكن الاحتكاك بين الإطار والطريق هو الذي يتم ذلك. والغرض من نظام الفرامل هو إيقاف السيارة عن طريق إيقاف العجلات، ولكن الاصطدام بحائط أو شجرة يوقف السيارة أيضاً، ولهذا يجب إعادة صياغة تلك الجملة لتصبح "الغرض من الفرامل هو العمل على إيقاف السيارة بدون إتلافها أو إصابة الركاب بالضرر.

فعند تشغيل السيارة تتحول الطاقة المخزنة بالوقود، عن طريق الاحتراق، إلى طاقة حرارية. هذه الطاقة الحرارية جزء منها يصل للجو عن طريق نظام التبريد وجزء يخرج مع نظام العادم، والجزء المتبقي من تلك الطاقة يتحول إلى شغل لتحريك السيارة والجزء الآخر يخزن في السيارة على صورة طاقة حركية.

طاقة الحركة (KE): Kinetic Energy

طاقة الحركة للسيارة هي: الطاقة الموجودة بالسيارة التي تعمل على إبقاء السيارة في حالة حركة (القصور الذاتي). وتعتمد تلك الطاقة على كتلة وسرعة السيارة، فكلما زادت سرعة السيارة أو كتلتها أو الاثنين معاً كلما كانت السيارة تحتوي على طاقة عالية للحركة.

طاقة الحركة للسيارة = نصف كتلة السيارة × (سرعة السيارة)<sup>٢</sup>

$$\text{ط ح} = \frac{1}{2} \text{ ك ع}^2 \quad (KE = \frac{1}{2} m v^2)$$

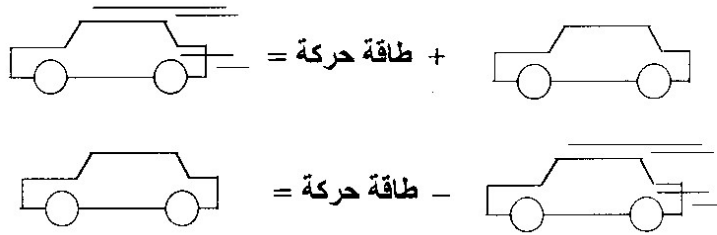
حيث :

ط ح = طاقة الحركة (جول) (KE)

ك = كتلة السيارة (كجم) (m)

ع = سرعة السيارة (م/ث) (v)

والفرق بين السيارة المتوقفة والسيارة المتحركة هو: أن السيارة المتحركة تحتوي على طاقة حركة والسيارة المتوقفة لا تحتوي على تلك الطاقة، كما في شكل (١). ولإيقاف السيارة ما نحتاجه ببساطة هو التخلص من طاقة الحركة حتى تصبح السيارة بدون طاقة حركة وتتوقف. وكما نعلم أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم إلا بإذن الله، ولذلك فإنه لا يمكن ببساطة التخلص من طاقة الحركة لإيقاف السيارة. الحل هو أنه بدل من التخلص من الطاقة نلجأ إلى تحويل الطاقة إلى شكل آخر من أشكالها. وفي حالة تحويل طاقة الحركة الموجودة بالسيارة إلى أية صورة من صور الطاقة الأخرى تصبح السيارة بدون طاقة حركة وتتوقف. والمطلوب لإيقاف السيارة إذا هو عمل نظام يعمل على تحويل طاقة الحركة إلى نوع آخر من الطاقة، وعلى أن يتم ذلك في وقت قصير (للحصول على توقف سريع للسيارة) وهذا النظام هو نظام الفرامل.



شكل (١): الفرق بين السيارة الثابتة (المتوقفة) والسيارة المتحركة هو: أن السيارة المتحركة لها طاقة حركة، والسيارة المتوقفة بدون طاقة حركة. ولذلك لإيقاف السيارة نحول طاقة الحركة الموجودة بالسيارة المتحركة إلى نوع آخر من الطاقة (طاقة حرارية)، فتصبح السيارة بدون طاقة حركة وتتوقف

## الاحتكاك Friction:

عند الضغط على بدال الفرامل تقوم بطانات الاحتكاك بملامسة السطح الدوار من السيارة والضغط عليه (سواء كان الدارة أو القرص) نتيجة تأثير قوة عمودية على السطحين متولدة من النظام الهيدروليكي للفرامل. نتيجة للاحتكاك بين سطح البطانات المثبت بالسيارة، بالسرج أو باللوح الخلفي للفرامل والسطح الدوار المتصل بالعجل، القرص أو الدارة تتولد قوة احتكاك في عكس اتجاه الحركة الدورانية للعجل و تنتج حرارة. وتتحول طاقة الحركة للسيارة إلى طاقة حرارية، ونتيجة لتناقص طاقة الحركة تتناقص سرعة السيارة حتى تتحول كل طاقة الحركة للسيارة إلى طاقة حرارية وينتج عن الاحتكاك؛ حرارة وتآكل للأسطح المحتكة.

ويعتمد الاحتكاك على:

- نوع المادة المصنع منها الجسمين
- حالة السطح
- القوة المؤثرة بين السطحين

ولا تعتمد قوة الاحتكاك على مساحة التلامس بين السطحين المحتكين أو السرعة النسبية بينهما. ويحدث التالي نتيجة الاحتكاك بين البطانة والسطح الدوار: يكون هناك تآكل في الأسطح المحتكة، هناك حرارة متولدة يجب التخلص السريع منها (تبريد الفرامل). ففي حالة عدم التخلص من الحرارة ترتفع درجة حرارة الأجزاء المحتكة وتؤدي إلى ظاهرة اضمحلال الفرامل.

## وظيفة الفرامل بالسيارة

هناك ثلاث وظائف أساسية للفرامل بالسيارة:

١. تقليل سرعة السيارة وإيقافها.
  ٢. الحفاظ على سرعة السيارة ثابتة عند نزول المنحدرات.
  ٣. تثبيت السيارة عند وقوفها على طريق مائل.
- هذا وتستخدم الفرامل في النظم الحديثة للسيارات في عدة مهام:

- نظام منع انزلاق العجلات (منع دوران العجلة والسيارة ثابتة في بداية الحركة) TCS
- نظام المحافظة على اتزان السيارة أثناء الدخول في منعطفات ESP
- نظام شحن البطارية أثناء الفرملة Regenerating brakes

## تصنيف الفرامل:

يمكن تصنيف الفرامل بعدة تصنيفات مثل:

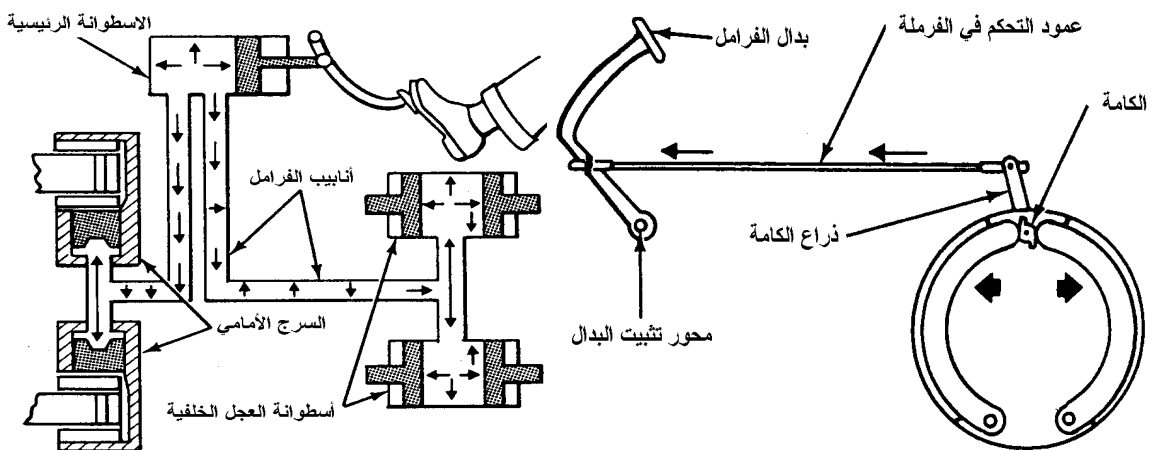
أ. طريقة نقل قوة الفرملة من البدال (الدعسة) إلى العجلات.

ب. وظيفة الفرملة.

ج. نوع فرامل العجل.

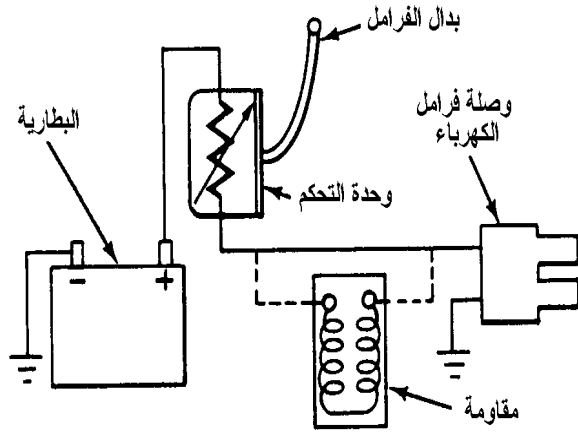
أ- تصنيف الفرامل حسب طريقة نقل قوة الفرملة من البدال إلى العجلات :

- الفرامل الميكانيكية Mechanical brakes (تستخدم الأسلاك والأعمدة والحدبات لنقل الحركة). كما في الشكل (٢).
- الفرامل الهيدروليكية Hydraulic brakes (تستخدم أنابيب وليات وأسطوانات لنقل ضغط وحركة زيت الفرامل) كما في الشكل (٣).
- فرامل الهواء Air brakes (تستخدم ضاغط هواء وخزانات وصمامات تحكم وأنابيب لنقل الهواء المضغوط). كما في الشكل (٤).
- الفرامل الكهربائية Electric brakes (تستخدم الأسلاك والمرحلات لنقل الكهرباء) شكل (٥).

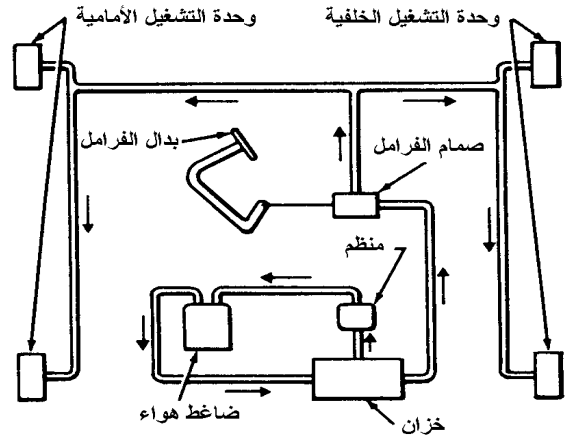


شكل (٢): الفرامل الميكانيكية

شكل (٣): الفرامل الهيدروليكية



شكل (٥): الفرامل الكهربائية



شكل (٤): الفرامل الهوائية

### ب- تصنيف الفرامل حسب وظيفتها:

- فرامل الخدمة Service brakes (وهي الفرامل المستخدمة لتقليل سرعة السيارة وإيقافها).
- فرامل التثبيت (التوقف) Parking brakes (فرملة تستخدم عند توقف السيارة عن طريق رافعة بسقاطة تشغل باليد أو بالقدم).
- الفرامل الإضافية Auxiliary brakes (وهي التي تستخدم مع المقطورة أو المبطئات Retarder المستخدمة مع الشاحنات).

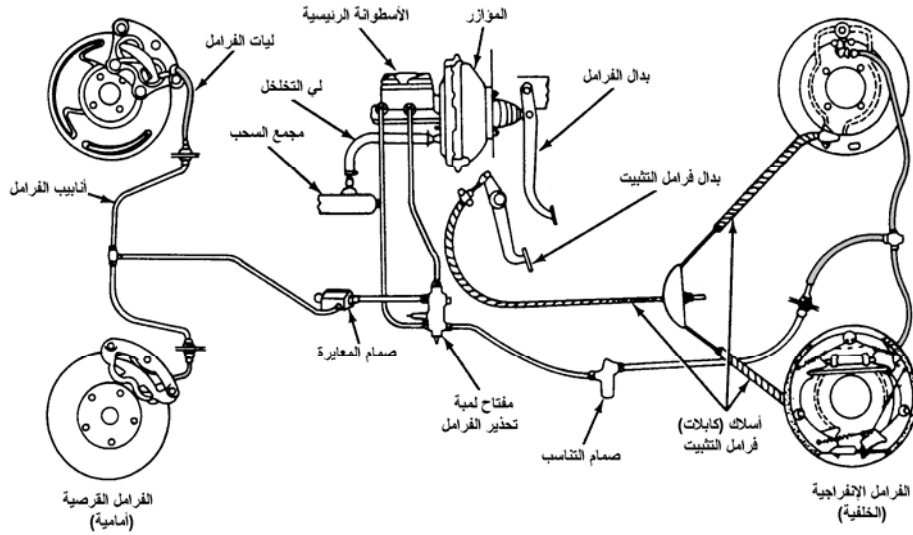
### ج- تصنيف الفرامل حسب نوع فرامل العجل

- الفرامل الانضغاجية (الدائرة) Drum brakes.
- الفرامل الانقباضية (القرصية) Disk brakes.



## مكونات نظام الفرامل (فرامل الخدمة وفرامل التثبيت):

يبين الشكل (٦) مكونات وأجزاء نظام الفرامل حيث يتكون النظام من التالي :



شكل (٦): مكونات نظام فرمل الخدمة وفرامل التثبيت

## فرامل الخدمة Servic brakes:

فرامل الخدمة هي الفرامل التي تستخدم أثناء سير المركبة، وتعمل على تقليل سرعة المركبة وإيقافها عند الحاجة، وكذلك المحافظة على سرعة السيارة أثناء نزول منحدر. وتتكون فرامل الخدمة من بدال الفرامل، والمؤازر، والدائرة الهيدروليكية، وفرامل العجل، ويضاف عليها نظام منع غلق العجلات في بعض السيارات. وعليه فيمكن تقسيم فرامل الخدمة إلى أربعة أجزاء:

**الجزء الأول:** يختص بتوفير القوة اللازمة للفرامل وهذا الجزء يتم عن طريقه نقل تأثير القوة إلى النظام، قوة قدم السائق (البدال) وقوة من مصدر إضافي (المؤازر).

**الجزء الثاني:** يختص بنقل تلك القوة إلى العجلات (النظام الهيدروليكي).

**الجزء الثالث:** هو وسيلة الحصول على قوة الاحتكاك المطلوبة لفرملة السيارة (فرامل العجل). وتستخدم فرامل العجل (غالباً بالمحور الخلفي) كذلك مع فرامل التثبيت.

**الجزء الرابع:** (اختياري) يوجد في بعض السيارات (نظام التحكم الإلكتروني في الفرامل).

وتتكون فرامل الخدمة من التالي:

- بدال (دعسة) الفرامل Brake pedal وسيلة نقل القوة من قدم السائق إلى نظام الفرامل.
- المؤازر Booster يعمل على زيادة قوة الدعسة.
- الاسطوانة الرئيسية Master cylinder تعمل على تحويل قوة الدعسة إلى ضغط هيدروليكي.
- أنابيب وليات الفرامل Brake tubes & hoses لنقل سائل الفرامل إلى الأسطوانات العجل.
- صمامات الفرامل Brake valves للتحكم في ضغط الفرامل لتجنب غلق العجلات.
- أسطوانات العجل Wheel cylinders تحول ضغط الزيت إلى قوة تؤثر على بطانات الاحتكاك.
- فرامل العجل (القرصية - أو الانفراجية) تنتج قوة احتكاك بين بطانات الاحتكاك ووسطح الأجزاء الدوارة (القرص أو الدارة).

### فرامل التثبيت (التوقف) :Parking brakes

- فرامل التثبيت تستخدم الاحتكاك في فرامل العجل في بقاء السيارة في وضع الوقوف، دون الحاجة إلى بقاء السائق بداخلها.
- وتتكون فرامل التثبيت من التالي:
- بدال فرامل التثبيت (الرافعة) عند الضغط عليه أو جذب الرافعة تفعل الفرامل الخلفية لتثبت السيارة عند توقفها وتظل في وضع التفعيل حتى يقوم السائق بعق الفرامل بالضغط على بدال فرامل التثبيت مرة أخرى أو الضغط على زر حل سقاطة تثبيت وضع الرافعة.
  - مفتاح تحذير متصل ببدا التثبيت أو الرافعة تضئ لمبة بلوحة العدادات لتحذير السائق من أن فرامل التثبيت في وضع تفعيل.
  - أسلاك توصيل (كيايل) تصل الكيايل بدال التثبيت أو الرافعة بالعجل الخلفي، وتمر الأسلاك داخل جراب لحمايتها من الاحتكاك بجسم السيارة.
  - موازن قوة شد السلك equalizer، يتصل السلك القادم من بدال الفرامل أو الرافعة بالموازن الذي يتصل به عدد ٢ سلك، كل سلك يتصل بفرامل العجلة الخلفية. ويقوم الموازن بالتخلص من الارتخاء في أي من السلكين ويقوم بجعل الشد متساو في السلكين.

### طريقة عمل فرامل الخدمة بالسيارة Service brakes

لإيقاف السيارة تؤثر قدم السائق بقوة على بدال الفرامل، تتحول القوة إلى ضغط هيدروليكي في الأسطوانة الرئيسة لسائل الفرامل، وينتقل هذا الضغط من خلال أنابيب إلى الأسطوانات العجل التي تقوم بتحويل ضغط الفرامل إلى قوة عمودية تدفع بطانات الاحتكاك ضد الأجزاء الدوارة مع العجل (القرص أو الدارة). وتعمل القوة العمودية إلى توليد قوة احتكاك تؤثر في عكس اتجاه حركة الجزء الدوار وتؤدي إلى تقليل سرعته وإيقافه. وحيث إن الجزء الدوار (القرص أو الدارة) متصل بالعجلة فإن ذلك يؤدي إلى إيقاف السيارة. ويتصل ببدال الفرامل مفتاح إضاءة لمبة تحذير التوقف الخلفية. عند الضغط على البدال تضئ لمبة في الخلف لتنبيه السائق في السيارة التي تسير بالخلف أن السيارة التي بالأمام في حالة تباطؤ.

### طريقة عمل فرامل التثبيت بالسيارة Parking brakes

وظيفة فرامل التثبيت هي تثبيت السيارة عند توقفها ولا يلزم وجود السائق بداخل السيارة حتى تعمل. وتكون فرامل التثبيت مستقلة عن فرامل الخدمة من ناحية تأثير القوة، ففي حالة تلف دائرة الخدمة يمكن استخدام فرامل التثبيت في إيقاف السيارة كمصدر للطوارئ (ومن هنا جاءت تسميتها في بعض المراجع بفرملة الطوارئ). وتشترك فرامل التثبيت والخدمة في استخدامهما لفرامل العجل في توليد قوة الاحتكاك. وتصنف فرامل التثبيت من ناحية التشغيل كفرامل ميكانيكية حيث إنها تستخدم التوصيلات الميكانيكية في نقل تأثير القوة إلى فرامل العجل. وتؤثر فرامل الخدمة في معظم السيارات على عجلات المحور الخلفي فقط. وتتص المواصفات بأن تكون قوة فرامل التثبيت في حدود ٣٠٪ من قوة فرامل الخدمة.

وتتكون فرامل التثبيت من وسيلة تأثير القوة وهي رافعة يدوية (ومن هنا جاءت تسميتها في بعض المراجع بفرملة اليد) تكون موجودة في أرضية السيارة على يمين السائق. أو تحت التابلوه. وفي معظم السيارات الأمريكية تؤثر القوة عن طريق بدال بالقدم موجود في أقصى اليمين بأرضية السيارة ناحية السائق. فعند جذب الرافعة أو الضغط على بدال فرامل التثبيت يجذب سلك (كبل). هذا السلك يقوم بجذب سلكين كل سلك متصل بإحدى العجلات الخلفية عن طريق وسيلة تأمين مساواة الشد في السلكين. يؤثر الشد في كل السلكين على دفع بطانات الاحتكاك لتضغط على الجزء الدوار وتمنعه من الدوران وتثبيته عن طريق تركيبة معينة تختلف من سيارة إلى أخرى حسب التصميم. ولإبقاء الشد مستمر في الأسلاك مع عدم وجود السائق توجد بالرافعة أو ببدال القدم سقاطة تمنع الرافعة من العودة للوضع الأول. عند استخدام فرملة التثبيت تضئ لمبة على التابلوه لتنبيه السائق من أن فرملة التثبيت في وضع التشغيل. وعند بدء السير يقوم السائق بعق فرامل التثبيت إما عن طريق الضغط على السقاطة وتحرير الرافعة وجعلها في

وضع عدم التشغيل، أو الضغط مرة أخرى على بدال التثبيت لتفعيل دائرة تخلص تقوم بتحرير البدال وعتق فرامل التثبيت.

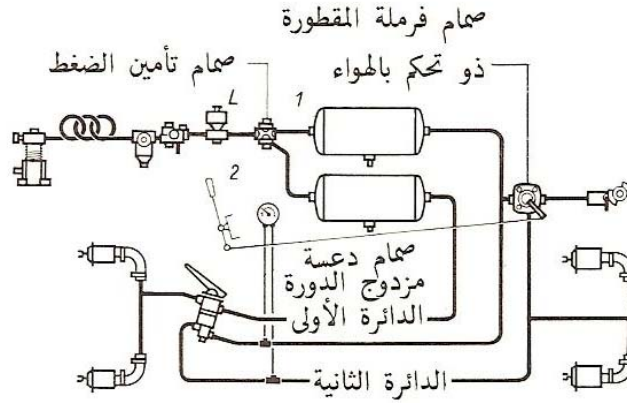
## أنواع الفرامل المختلفة المستخدمة بالسيارات

تختلف الشاحنات والحافلات عن سيارات الركوب، لأن الشاحنات لها كتلة عالية، هذه الكتلة تحتاج إلى قوة فرامل عالية لتوقيفها أثناء السير. هذه القوة العالية لا يمكن الحصول عليها عن طريق قوة قدم السائق وحدها أو قوة قدم السائق بالإضافة إلى الفرامل المؤزرة. ولهذا تستخدم فرامل تعمل بمصدر خارجي للتأثير بالقوة على الفرامل (فرامل الهواء). كما أن استخدام فرامل الاحتكاك لتوقيف السيارة والتخلص من طاقة الحركة العالية للشاحنات وتحويلها إلى طاقة حرارية يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الفرامل بدرجة عالية الذي يؤدي إلى اضمحلال الفرامل، ولهذا تستخدم مع الشاحنات نظام فرامل الدعم supplementary brake system والتي لا تستخدم الاحتكاك في عملها والتي تعمل مع الفرامل الاحتكاكية. ويدرج تحت نظام فرامل الدعم المبطنات (المعوقات) وفرملة المحرك، وفرملة العادم. كما أن هناك نظام للفرامل يسمى الفرامل الإضافية Auxiliary braking system وهو يستخدم في المقطورات التي يجب أن تجهز بنظام فرامل يمكن للسائق التحكم فيه وهو في الجرار (السيارة القاطرة)، وبعض تلك النظم تعمل ذاتياً في حالة انفصال المقطورة عن القاطرة بحيث تفعل الفرامل مؤدية إلى توقف المقطورة.

### فرامل الهواء المضغوط : Air Brake System

لا تكفي القوة الناتجة من تجهيزة الفرامل الهيدروليكية لكبح المركبات الثقيلة عن طريق قوة السائق أو قوة المؤازرة، ولكن نحتاج إلى مصدر أكبر للقوة، ويمكن توفير ذلك عن طريق الهواء المضغوط. وتكون القوة المؤثرة على فرامل العجل تساوي ضغط الهواء مضروباً في مساحة غشاء أسطوانة العجل. ويبلغ الضغط المانومتري في نظام الفرامل إما ٥ أو ٧ بار (٠,٥ إلى ٠,٧ ميجا بسكال - نيوتن/مم المربع). ويستخدم السائق ضغط القدم فقط للتحكم في صمام دخول الهواء المضغوط لدائرة الفرامل لدفع البطانات في فرامل العجل.

وتتكون دورة الفرامل كوحدة كاملة من جزأين رئيسيين. يقوم الجزء الأول بإمداد التجهيزة بالهواء المضغوط اللازم لها. بينما يحتوى الجزء الثاني على أجهزة التحكم في الفرملة وتشغيلها كما في شكل (٧).



شكل (٧): أجزاء دائرة الفرامل الهوائية المزدوجة

ويتكون جزء إمداد الهواء، من ضاغط هواء ومرشح هواء ذي وصلة لنفخ الإطارات ومنظم للضغط ومضخة للوقاية من الصقيع وخزان هواء وصمام للهواء الفائض وأنباب وليات وأحياناً مرشحات لأنابيب الفرامل.

ويتكون جزء التحكم وتشغيل الفرامل من صمام بدال الفرمل (دعة الفرامل)، وصمام الفرملة اليدوية، وأسطوانة الفرامل، بالإضافة إلى مجموعة من الصمامات الخاصة في تجهيز الفرامل الثنائية وفرملة المقطورة.

ويوفر نظام فرامل الهواء قوة ضغط أكبر من قوة السائق تكون قادرة على إيقاف الكتلة الكبيرة للشاحنة، وفي نفس الوقت توفر من مجهود السائق في الضغط على البدال. وتتميز فرامل الهواء عن الفرامل الهيدروليكية بأنه ليس هناك مشكلة من ناحية التسريب لسائل الفرامل، وكذلك سهولة توصيل فرامل الجرار (القاطرة) مع المقطورة.

### المبطئات (المعوقات) Retarders :

المبطئ هو جهاز يعمل على تقليل الحمل على فرامل الخدمة الاحتكاكية لنظام الفرامل للسيارات الثقيلة. حيث إن الفرامل الاحتكاكية معرضة لظاهرة اضمحلال الفرامل، بسبب ارتفاع درجة حرارة الأجزاء. وترتفع درجة حرارة أجزاء الفرامل بالسيارات الثقيلة نتيجة استخدام الاحتكاك لتوقيف الكتلة الكبيرة للسيارة. والتعرض للاستخدام المتكرر للفرامل مثل الحافلات داخل المدن. ولهذا السبب تجهز السيارات الثقيلة والحافلات بنظام إضافي للفرامل لا يعتمد على الاحتكاك.

وتستخدم المبطئات لتقليل سرعة المركبة، والمحافظة على سرعتها ثابتة أثناء نزول منحدر. والمبطئات ليس بمقدورها إيقاف المركبة إيقافاً تاماً، حيث تنخفض كفاءتها عند السرعات المنخفضة. وهي في الغالب تقوم بخفض سرعة السيارة، ومن ثم تقوم بعدها الفرامل الاحتكاكية بإيقاف السيارة. وحيث إن الفرامل الاحتكاكية في هذه الحالة لا تستخدم عند السرعات العالية ولا بمعدل عال فإن هذا يزيد من عمرها التشغيلي، كما أن عدم ارتفاع حرارة أجزاء الفرامل وانتقالها للجنط يزيد من عمر الإطارات كذلك.

وتعمل معظم المبطئات عن طريق بدال الفرامل ففي المرحلة الأولى للضغط على البدال تشغل المبطئات ومع استمرار الضغط على البدال تشغل الفرامل الاحتكاكية. ويمكن تفعيل المبطئات ذاتياً أو يدوياً عن طريق ذراع. وقد تكون المبطئات جزءاً منفصلاً يركب بالسيارة، أو كجزء متكامل مع نظام ناقل الحركة.

وقد يستفاد من المبطئات بتشغيلها جزئياً عند بدء الحركة للوصول السريع لدرجة حرارة التشغيل للمحرك في الأجواء الباردة.

### المبطن الهيدروليكي Hydraulic retarder :

هذا النظام يستخدم إعاقة اللزوجة بين ريش متحركة وأخرى ثابتة في غرفة مملوءة بسائل لعمل التباطؤ المطلوب. وتختلف أنواع السوائل، فهناك المبطئات التي تستخدم سائل نقل الحركة، أو زيت منفصل، أو ماء.

وبالمبطن البسيط يمكن استخدام ريش متصلة بعمود إدارة ناقل الحركة بين القابض والعجل. ومن الممكن أن يداروا عن طريق تروس من عمود الإدارة. والريش تكون في غرفة بها مسافة ضئيلة بين الريش وجدار الغرفة الذي به ريش أيضاً في نظام نقل الحركة الأوتوماتيكي. عند الحاجة لإبطاء الحركة يدخل السائل أو الماء للغرفة وتعمل إعاقة اللزوجة إلى إبطاء المركبة. سوف يسخن السائل بالغرفة ولذلك يحتاج إلى وسيلة تبريد. ويمكن تغيير قوة التباطؤ عن طريق زيادة مستوى السائل بالغرفة. ويتميز المبطن الهيدروليكي بالعمل بهدوء تام بالمقارنة بفرملة المحرك.

## المبطئ الكهربائي Electric retarder :

يستخدم المبطئ الكهربائي حثاً كهرومغناطيسياً لتوفير قوة التباطؤ. ويتكون من جزء دوار مركب بأي من المحور أو ناقل الحركة أو خط نقل الحركة. وجزء ثابت مثبت بهيكل السيارة. ولا يوجد سطح اتصال بين الجزء الثابت والجزء الدوار ولا يوجد سائل أيضاً. وعندما يراد الحصول على تباطؤ، توصل لفات الأسلاك الكهربائية بالجزء الثابت بالبطارية، فتولد مجاًلاً مغناطيسياً يعمل على توليد تيار حثي في الجزء الدوار مما يقلل من سرعته وبالتالي بالجزء المتصل به. الجزء الدوار مصمم بحيث يوفر التبريد المطلوب. ولا يكون هناك عبء على نظام التبريد بالسيارة عند تشغيل المبطئ. فوي السيارات المهجنة يستخدم مبطئ كهربائي لمساعدة الفرملة الميكانيكية ويعمل على شحن البطارية. وتستخدم الطاقة في البطارية فيما بعد لتعجيل السيارة (زيادة سرعتها).

## فرملة المحرك Engine brake :

### سيارات البنزين:

معظم سائقي سيارات البنزين يعرفون بما يسمى فرملة المحرك عند نزول منحدر. فهم يقومون بوضع صندوق التروس في نقلة منخفضة، ولا يقومون بالضغط على بدال البنزين. ولا يحدث التباطؤ نتيجة الاحتكاك في المحرك (وإن كان له مشاركة)، ولكن عند غلق صمام الخانق في شوط السحب، فلا يستطيع الهواء دخول الأسطوانة. ويحدث نتيجة لذلك تخلخل في كل شوط سحب، ويزيد تأثيره على العجل نتيجة نسبة التخفيض العالي في صندوق التروس عند النقلة المنخفضة. وبذلك يحدث التباطؤ للمركبة.

### سيارات الديزل:

حيث إنه لا يوجد صمام خانق في محرك الديزل، فإنه لا يمكن استخدام الأسلوب السابق في عمل فرملة المحرك. ولكن قامت إحدى الشركات باستخدام فكرة فتح صمام العادم عندما يصل المكبس إلى النقطة الميتة العليا. وبذلك قبل أن يعمل الهواء المضغوط عمل النابض للمساعدة في دفع المكبس لأسفل يتم تسريب الضغط، وبذلك يعمل المحرك كعمل ضاغط الهواء، وحيث إن العزم اللازم لذلك يأتي من العجل عن طريق صندوق التروس ذي التخفيض العالي فإن ذلك يؤدي إلى تباطؤ المركبة. ويقدر مقدار القدرة التي يعمل بها المحرك لإبطاء المركبة بمقدار ٩٠٪ من قدرة المحرك لبعض المحركات. ويعرف هذا النوع لسائق السيارات الثقيلة بأمريكا الشمالية بفرملة جاك. ومن عيوب تلك الفرملة الضوضاء العالية التي تصدرها أثناء التشغيل.



### فرملة العادم Exhaust brake:

فرملة العادم أبسط في عملها من فرملة المحرك. حيث يوجد صمام في أنبوب العادم. فعند غلق الصمام يرفع الضغط في نظام العادم مما يدفع المحرك ليعمل بجهد أعلى خلال شوط العادم، وبهذا يعمل المحرك عمل ضاغط الهواء. وحيث قوة الضغط تأتي من العجل عن طريق صندوق التروس فإن ذلك يبطئ المركبة. وفي هذا النظام يجب أن تكون أنابيب الفرامل مصممة لتحمل الضغط العالي، كما أن هذا النظام يوفر مقدار قدرة أقل لتبطئ المركبة بالمقارنة بالأنظمة الأخرى.

### فرامل مقاومة الهواء Air brakes

هذا النظام يستخدم هيكلاً يركب على جسم السيارة من الخارج، والذي يعمل على زيادة معامل مقاومة الهواء، هذا النوع من الفرامل غير فعال عند السرعات العادية للسيارة. ولكن هذا النظام يستخدم في السيارات السريعة وهو يقوم بتغيير زاوية الجناح المركب على مؤخرة السيارة إلى ٧٠ درجة لزيادة مقاومة الهواء. كما تساعد تلك الفرملة على زيادة الحمل الرأسي على المحور الخلفي في حالة الفرملة وتزيد من اتزان السيارة. ويمكن لذلك النوع من الفرامل عمل فرملة بمفرده مقدارها 0.6 g عند السرعات العالية. كما تستخدم سيارة السباق ربع ميل مظلة لتوقيف السيارة عن طريق زيادة مقاومة الهواء.

### فرامل التثبيت مع نظام نقل الحركة الذاتي.

#### Parking brakes associated with the automatic transmission

لاختيار حالة السير لنقل الحركة الذاتي، يقوم السائق بتحريك ذراع تغيير الحالة الموجود في عمود التوجيه أو بأرضية السيارة على يسار السائق إلى وضع التثبيت (Park (P، عند اختيار هذا الوضع، يغلق ناقل الحركة، ويمنع السيارة من السير في أي اتجاه. وذلك عن طريق سقطة تثبيت تمنع ناقل الحركة والسيارة من الحركة (منع حركة العجلات القائدة). وينصح باستخدام فرملة التثبيت بالسيارة عند هذا الوضع وخاصة عند توقف السيارة على طريق مائل، حتى لا يكون هناك إجهاد على السقطة. وفي بعض السيارات يحتاج السائق الضغط على بدال الفرامل لإمكانية النقل من وضع التثبيت إلى النقلات الأخرى.

## ملخص

- ❖ يعمل نظام الفرامل على تحويل الطاقة الحركية للسيارة إلى طاقة حرارية عن طريق الاحتكاك.
- ❖ يتكون نظام الفرامل من الأسطوانة رئيسة متصلة هيدروليكيًا عن طريق أنابيب وليات إلى وحدة الفرامل القرصية والانفراجية التي توقف العجل.
- ❖ الفرامل الميكانيكية تعمل عن طريق كوابل وأذرع وتستخدم في فرامل التثبيت.
- ❖ كثير من السيارات بها نظام منع غلق العجلات لتحسين أداء الفرامل عند الفرملة القصوى.
- ❖ تعتمد قوة الاحتكاك بالفرملة على الضغط الواقع على سطحي الاحتكاك ونوع سطحي الاحتكاك.
- ❖ تستخدم فرامل الهواء المضغوط في الشاحنات حيث يلزم قوة دعة قوية لإمكانية توقيف كتلة الشاحنة الكبيرة. ولهذا يستخدم الهواء المضغوط ويعمل السائق عن طريق دعة الفرامل على فتح صمام لدخول الهواء والتأثير على أسطوانات فرامل العجل لإيقاف السيارة.
- ❖ تستخدم فرامل التأييد والتي لا تستخدم الاحتكاك في التوقف مع فرامل العجلات الاحتكاكية للشاحنات، للتغلب على مشكلة سخونة الفرامل واضمحلال الفرامل.
- ❖ يتطلب استخدام فرملة خاصة بالمقطورات التي تزيد وزنها عن حد معين إلى وجود فرامل بها يتحكم فيها السائق من خلال القاطرة. هذا النوع يسمى الفرامل الإضافية.

## المصطلحات

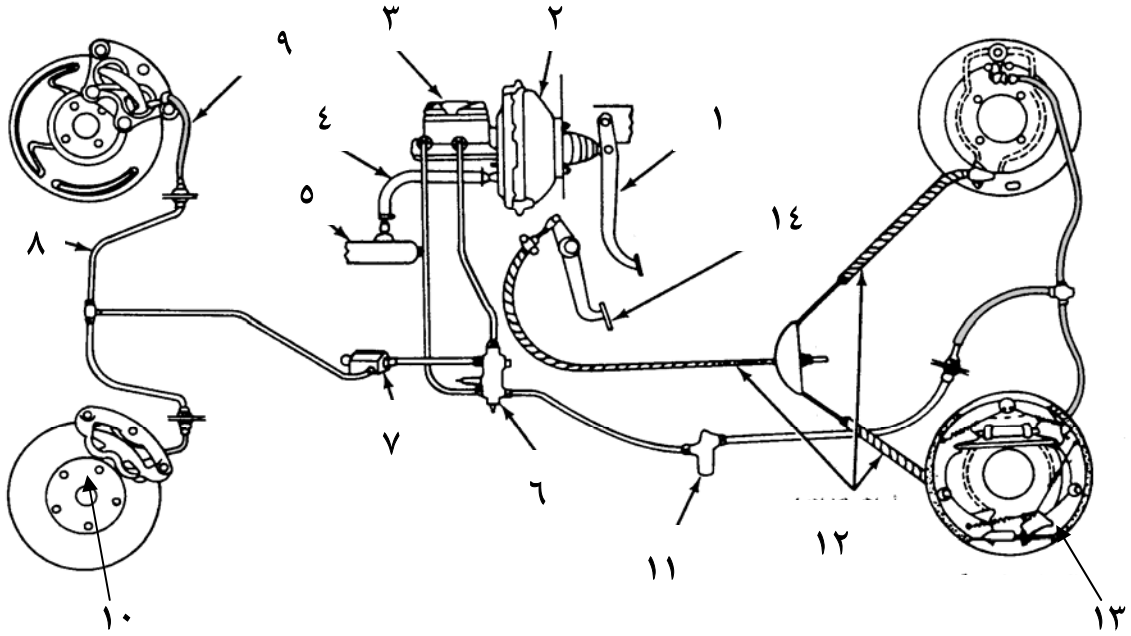
Kinetic energy	طاقة الحركة	Friction	احتكاك
Disk brake	الفرامل القرصية	Mechanical brakes	الفرامل الميكانيكية
Drum brakes	الفرامل الانفراجية	Electric brakes	الفرامل الكهربائية
Booster	المؤازر	Hydraulic brakes	الفرامل الهيدروليكية
Master cylinder	الأسطوانة الرئيسية	Service brakes	فرامل الخدمة
Valves	صمامات	Parking brakes	فرامل التثبيت (التوقف)
Brake pedal	بدال الفرامل	Auxiliary brakes	الفرامل الإضافية
Kinetic energy	طاقة الحركة	Brake lining / pads	بطانات الاحتكاك
Brake fade	اضمحلال الفرامل	ABS	نظام منع غلق العجلات

## اختبار ذاتي

## أجب عن الأسئلة الآتية:

- ١- اذكر الأجزاء الرئيسة في نظام الفرامل و اشرح الغرض من كل جزء .
- ٢- ما وظيفة الفرامل بالسيارة ؟
- ٣- ما نوع فرامل سيارتك من ناحية تصنيف فرامل العجل ؟
- ٤- الاحتكاك يولد ..... والتي يجب التخلص منها.
- ٥- يقول الفني الأول:  
إن فرامل الخدمة تستخدم لتثبيت السيارة عند توقفها.  
ويقول الفني الثاني:  
إن فرامل الخدمة تستخدم لتوقيف السيارة عند تحركها.  
أيهما أصح ؟  
(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.  
(ج) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.
- ٦- يقول الفني الأول:  
إن طاقة الحركة تتحول إلى طاقة حرارية عن طريق الاحتكاك.  
ويقول الفني الثاني:  
إن الاحتكاك يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة بطانة الاحتكاك.  
أيهما أصح ؟  
(أ) الفني الأول فقط. (ب) الفني الثاني فقط.  
(ج) الفني الأول والثاني. (د) لا الفني الأول ولا الثاني.

٧- اذكر الأجزاء الخاصة بنظام الفرامل؟



رقم الجزء	الجزء	رقم الجزء	الجزء
١		٨	
٢		٩	
٣		١٠	
٤		١١	
٥		١٢	
٦		١٣	
٧		١٤	