الفصل الأول

الاطار العام للبحث

1-1 المقدمة :

تعتبر الفرامل من الأجزاء الحيوية جدا في السيارة بل أنها اهم الأجزاء على الإطلاق هل يمكن أن تتخيل سيارة تسير بدون فرامل ، لا اعتقد هذا لان النتيجة سوف تكون غير سارة بالتأكيد.

السيارة لم تخترع مرة واحدة أو على يد عالم معين ولكنها تطورت لأكثر من قرنيين من الزمان بداية من الثورة الصناعية واختراع أول محرك وهو محرك هيفنس (Highes's Engine) عام 1680 مرورا بمحرك أوتو (Otto's Engine) عام 1876 ثم وأخيرا محرك ديزل (Diesel's Engine) في عام 1892 وكان الفضل في محرك أوتو و ديزل في تطور السيارات و القاطرات وغني بالذكر أن القاطرات كانت تعتبر أول ألة متحركة بمحرك صنعها الأنسان أي أن ظهور القاطرات كان قبل ظهور السيارات بفترة وكان هذا بسبب عدة أسباب منها عدم إيجاد طريقة لإيقاف السيارة أي أن سبب من أسباب تأخر صناعة السيارات كان الفرامل .

تستخدم منظومة الفرامل لتقليل سرعة السيارة أو إيقافها بصورة آمنة عند ظروف التشغيل المختلفة (حمل كامل - بدون حمل - أثناء الدوران - سرعات علية) وعلى طرق مختلفة سواء كانت جافه Dry road أم مبتلة Wet. ويمكن تلخيص الوظائف الرئيسية للفرامل فى تقليل سرعة السيارة أو إيقافها ، و ثبات حركة السيارة على المنحدرات.

2-1 مشكلة البحث :

من الملاحظ إن في اغلب السيارات التي تستخدم نظام الفرامل التقليدي ، عدم ثباتها أثناء الكبح وانزلاق عجلات مؤخرة السيارة خارج المسار بسبب أن قوة الكبح تكون مركزة في العجلات الخلفية فقط . وقد تجدها تنحرف للجهة اليمنى أو اليسرى بشكل ملحوظ والسبب هو أن قوة الكبح تكون مركزة علي جهة واحدة فقط . وبهذا لا يستطيع السائق التحكم في السيارة ويفقد السيطرة عليها ، ويلاحظ أيضا أن السائق يفقد السيطرة علي السيارة في المنعطفات عندما يقود بسرعة عالية ، ويلاحظ أن السيارة تنزلق في الطرق المبللة بالماء

وكل هذا يؤدي إلي انقلاب السيارة وحوادث المرور.

3-1 أهمية البحث :-

1. التعرف على الفرامل والأنظمة الحديثة في تحسين أداء الفرامل .
2. استخدام الأنظمة الحديثة في الفرامل يقلل من الحوادث ويضمن سلامة الأنسان .

4-1 أهداف البحث :-

1. تحسين أداء الفرامل باستخدام أنظمة حديثة في الفرامل تقلل من الحوادث .

2. استخدام أنظمة تمنع انزلاق السيارة أثناء الكبح وتجعل السائق يتحكم فيها بكل سهولة
3. استخدام أنظمة توفر الثبات التام للسيارة في المنعطفات أثناء الكبح ، حتي لا تخرج عن مسارها .
4. استخدام أنظمة تمنع انزلاق العجلات أثناء بدء الحركة أو التعجيل أو عند المنعطفات .

1-5 الأسئلة :

1. ما هو السبب في كثرة الحوادث في السيارات التي تستخدم نظام الفرامل التقليدي ؟
2. ما هي الأسباب الميكانيكية التي تجعل السائق غير قادر علي التحكم في سيارته ؟
3. ما السبب وراء خروج السيارة من المسار أثناء الكبح ؟
4. ما سبب انزلاق السيارة أثناء بدء حركتها أو أثناء التعجيل أو عند المنعطفات ؟

1-6 الفروض :

1. من أسباب الحوادث استخدام الفرامل التقليدية في السيارة .
2. يفقد السائق السيطرة علي السيارة لان قوة الكبح لا تكون متساوية في جميع عجلات السيارة .
3. الوزن القابع علي كل عجل يؤثر علي السيارة ويجعلها تخرج عن مسارها .

نوع الطريق الذي تسير عليه السيارة يؤثر علي حركة السيارة أثناء عملية الكبح في المنعطفات أو عند بدء الحركة أو التعجيل .

1-7 حدود البحث :-

الزمانية :2015 / 2016.

المكانية : ولاية الخرطوم .

1-8 المصطلحات :-

فرامل : جهاز يوقف سير السيارة عند الضغط عليه .

مكبح : آلة توقف أو تبطئ السيارة ونحوها ، وهي الفرملة .

ABS: نظام منع إغلاق العجلات .

EBD: نظام توزيع قوة الفرامل إلكترونيا .

EBA: نظام المساعدة لفرامل الطوارئ .

BA OR BAS : نظام مساعد الفرامل .

BAS PLUS: نظام مساعد الفرامل المتطور .

DSC: نظام التحكم الديناميكي للفرامل .

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

أولا : الإطار النظري :-

1-2 الفرامل

1-1-2 مقدمــة:

حركة السيارة واستقرارها على الطرق تعتمد على القوى الاحتكاكية المتولدة بين الإطارات المطاطية والطريق، حيث أن كفاءة عمليات التوجيه ، التعجيل أو الفرملة تتوقف بالدرجة الأولى على القوى الاحتكاكية وتساوى حاصل ضرب القوة العمودية على الإطارفي معامل الاحتكاك بين الإطار والطريق. وتعتبر منظومة الفرامل ومنظومة التوجيه من أهم المنظومات التي تستخدم لتجنب كثير من الحوادث أثناء الحركة بسرعات عإلية. هذا الباب يستعرض أداء منظومة الفرامل. (منتديات ستار تايمز (http://www.startimes.com

2-1-2 نظرية عمل الفرامل :

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

عند تشغيل السيارة تتحول الطاقة المختزنة بالوقود، عن طريق الاحتراق، إلي طاقة حرارية. هذه الطاقة الحرارية يصل جزء منها للجو عن طريق نظام التبريد ويخرج جزء مع نظام العادم ، والجزء المتبقي من تلك الطاقة يتحول إلي شغل لتحريك السيارة والجزء الأخر يختزن في السيارة على صورة طاقة حركة.

أ- **طاقة الحركة** Kinetic Energy (KE):

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 عإلية للحركة.

طاقة الحركة للسيارة = نصف كتلة السيارة × (سرعة السيارة)^2

ط ح = ½ ك ع^2 $(KE= ½ m v^2)$

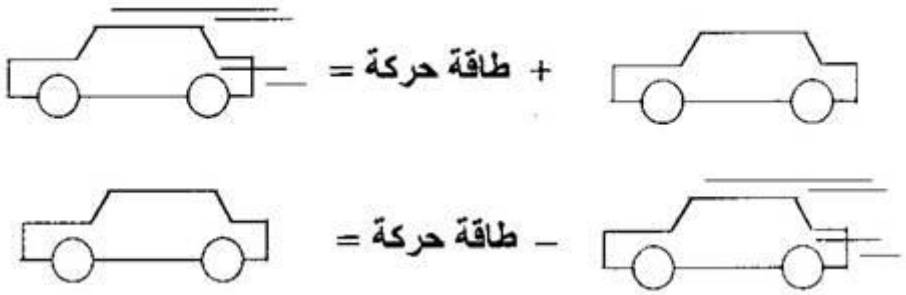
حيث:

ط ح = طاقة الحركة (جول) (KE)

ك = كتلة السيارة (كجم)(m)

ع = سرعة السيارة (م/ث)(v)

الفرق بين السيارة المتوقفة والسيارة المتحركة، هو أن السيارة المتحركة تحتوي على طاقة حركة والسيارة المتوقفة لا تحتوي على تلك الطاقة، كما في شكل (1). 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 فأنه لا يمكن ببساطة التخلص من طاقة الحركة لإيقاف السيارة. الحل هو أنه بدل من التخلص من الطاقة نلجأ إلي تحويل الطاقة إلي شكل أخر من أشكلها. وفي حالة تحويل طاقة الحركة الموجودة بالسيارة إلي أي صورة من صور الطاقة أخرى تصبح السيارة بدون طاقة حركة وتقف. والمطلوب لإيقاف السيارة إذا هو عمل نظام يعمل على تحويل طاقة الحركة إلي نوع أخر من الطاقة، وعلى أن يتم ذلك في وقت قصير (للحصول على توقف سريع للسيارة) وهذا النظام هو نظام الفرامل.



شكل (1): الفرق بين السيارة الثابتة (المتوقفة) والسيارة المتحركة هي أن السيارة المتحركة لها طاقة حركة، والسيارة المتوقفة بدون طاقة حركة. ولذلك لإيقاف السيارة نحول طاقة الحركة الموجودة بالسيارة المتحركة إلي نوع أخر من الطاقة (طاقة حرارية)، فتصبح السيارة بدون طاقة حركة وتتوقف

ب- **الاحتكاك**Friction**:**

عند الدعس 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 ينتج حرارة . وتتحول طاقة الحركة للسيارة إلي طاقة حرارية، ونتيجة لتناقص طاقة الحركة تتناقص

سرعة السيارة حتى تتحول كل طاقة الحركة للسيارة إلي طاقة حرارية وينتج عن الاحتكاك؛ حرارة وتآكل للأسطح المحتكة.

ويعتمد الاحتكاك على:

1- نوع المادة المصنع منها الجسمين

2- حالة السطح

3- القوة المؤثرة بين السطحين

ولا تعتمد قوة الاحتكاك على مساحة التلامس بين السطحين المحتكين أو السرعة النسبية بينهما. يحدث التالي نتيجة الاحتكاك بين البطانة والسطح الدوار: يكون هناك تآكل في الأسطح المحتكة، هناك حرارة متولدة يجب التخلص السريع منها (تبريد الفرامل). في حالة عدم التخلص من الحرارة ترتفع درجة حرارة الأجزاء المحتكة وتؤدي إلي ظاهرة اضمحلال الفرامل ، والشكل (1) يوضح طاقة الحركة .

2-1-3 وظيفة الفرامل للسيارة

هناك ثلاث وظائف أساسية للفرامل بالسيارة :

1. تقليل سرعة السيارة وإيقافها.
2. الحفاظ على سرعة السيارة ثابتة عند نزول المنحدرات.
3. تثبيت السيارة عند وقوفها على طريق مائل.

هذا وتستخدم الفرامل في النظم الحديثة للسيارات في عدة مهام:

1. نظام منع انزلاق العجلات (منع دوران العجلة والسيارة ثابتة في بداية الحركة) .
2. نظام المحافظة على أتزان السيارة أثناء الدخول في منعطفات ESP
3. نظام شحن البطارية أثناء الفرملة Regenerating brakes

2-1-4 تصنيف الفرامل

يمكن تصنيف الفرامل بعدة تصنيفات مثل:

1. طريقة نقل قوة الفرملة من البدال (الدعسة) إلي العجلات.
2. وظيفة الفرملة.
3. نوع فرامل العجل.

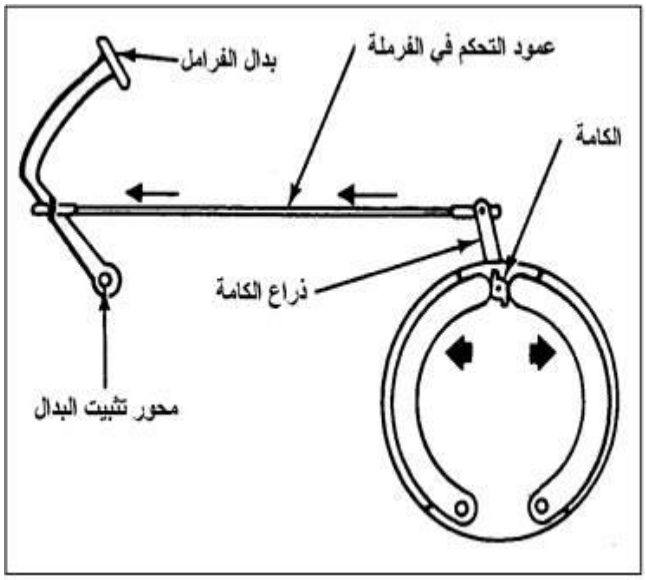
أولا : تصنيف الفرامل حسب طريقة نقل قوة الفرملة من البدال إلي العجلات :

أ- الفرامل الميكانيكية brakes Mechanicl (تستخدم الأسلاك والأعمدة والحدبات لنقل الحركة).كما في الشكل (2).

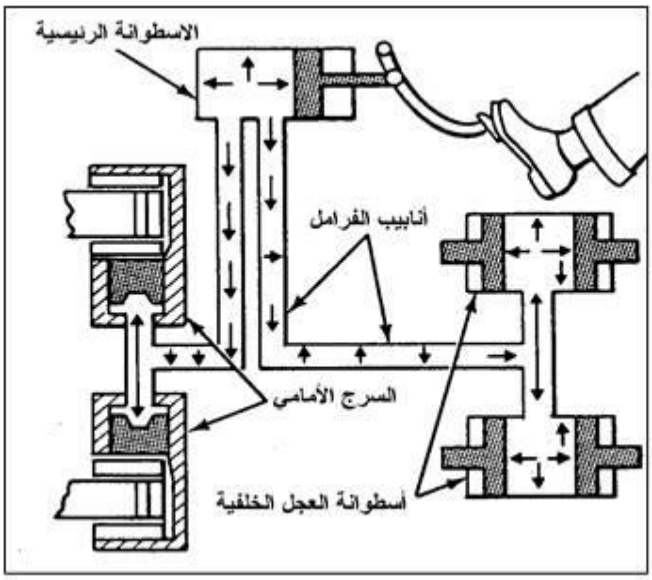
ب- الفرامل الهيدروليكية Hydraulic brakes (تستخدم أنابيب وليات وأسطوانات لنقل ضغط وحركة زيت الفرامل) كما في الشكل (3).

ت- فرامل الهواء Air brakes (تستخدم ضاغط هواء وخزانات وصمامات تحكم وأنابيب لنقل الهواء المضغوط).كما في الشكل (4).

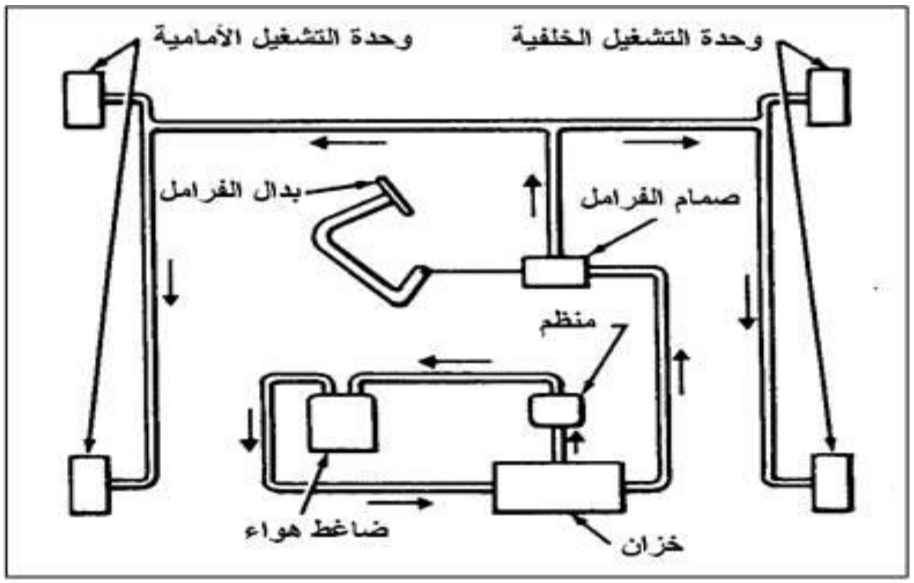
ث- الفرامل الكهربائية Electric brakes (تستخدم الأسلاك والمرحلات لنقل الكهرباء) شكل (5).



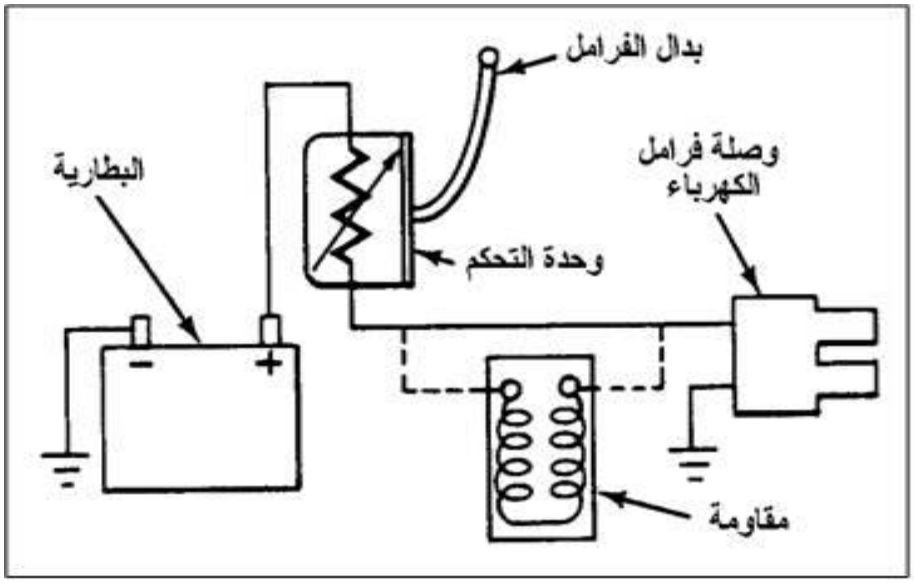
شكل (2): الفرامل الميكانيكية



شكل (3): الفرامل الهيدروليكية



شكل (4): الفرامل الهوائي



شكل (5): الفرامل الكهربائية

ثانيا : تصنيف الفرامل حسب وظيفتها:

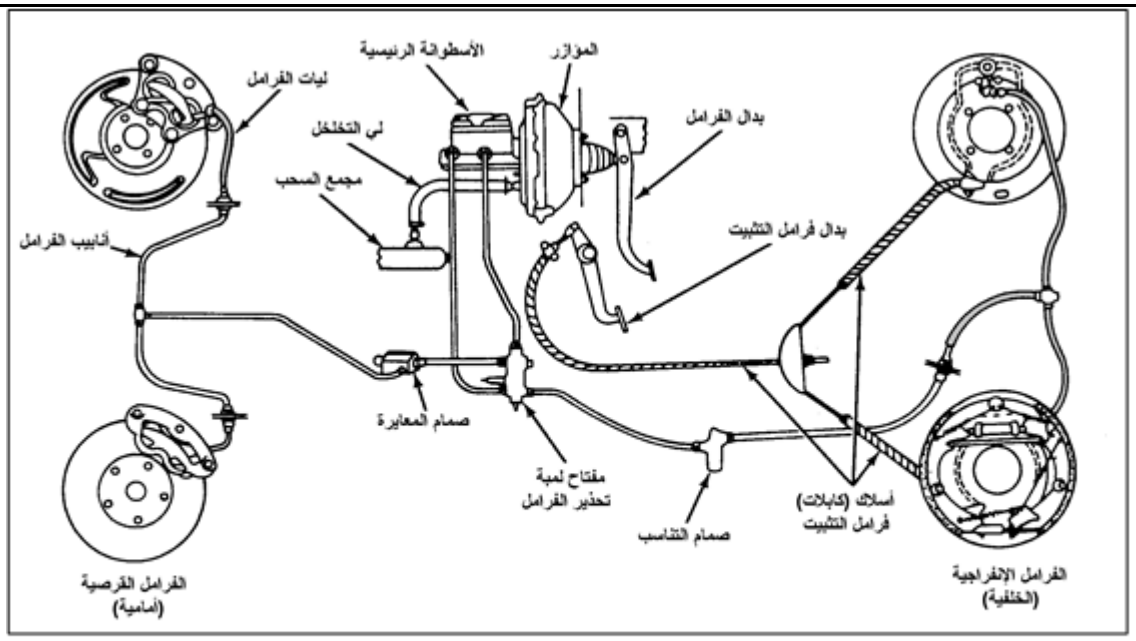
أ- فرامل الخدمة (وهي الفرامل المستخدمة لتقليل سرعة السيارة وإيقافها).

ب- فرامل التثبيت (التوقف) (فرملة تستخدم عند توقف السيارة عنطريق رافعة بسقاطه تشغل باليد أو بالقدم).

ت- الفرامل الإضافية (وهي التي تستخدم مع المقطورة أوالمبطئات المستخدمة مع الشاحنات).

مكونات نظام الفرامل (فرامل الخدمة وفرامل التثبيت):

يبين الشكل (6) مكونات وأجزاء نظام الفرامل حيث يتكون النظام من التالي:



شكل (6): مكونات نظام الفرامل الهيدروليكية وفرامل التثبيت

1. فرامل الخدمة Service brakes:

فرامل الخدمة هي الفرامل التي تستخدم أثناء سير المركبة ، وتعمل على تقليل سرعة المركبة وإيقافها عند الحاجة ، وكذلك المحافظةعلى سرعة السيارة أثناء نزول منحدر. وتتكون فرامل الخدمة من بدال الفرامل، المؤازر، الدائرة الهيدروليكية ، فرامل العجل ، ويضاف عليها نظام منع غلق العجلات في بعض السيارات. وعليه فيمكن تقسيم فرامل الخدمة الي اربعة اجزاء :

الجزء الأول يختص بتوفير القوة اللازمة للفرامل وهذا الجزء يتم عن طريقه نقل تأثير قوة إلي النظام، قوة قدم السائق (البدال) وقوة من مصدر إضافي (**المؤازر**).
الجزء الثاني يختص بنقل تلك القوة إلي العجلات (**النظام الهيدروليكي**).
الجزء الثالث هو وسيلة الحصول على قوة الاحتكاك المطلوبة لفرملة السيارة (**فرامل العجل**). وتستخدم فرامل العجل (غالبا بالمحور الخلفي) كذلك مع فرامل التثبيت.
الجزء الرابع (اختياري) يوجد في بعض السيارات (**نظام التحكم الإليكتروني في الفرامل**).
وتتكون فرامل الخدمة من التالي:

أ- بدال (دعسة) الفرامل ذو وسيلة نقل القوة من قدم السائق إلي نظام الفرامل.

ب- المؤازر يعمل على زيادة قوة الدعسة.

ت- الأسطوانة الرئيسية تعمل على تحويل قوة الدعسة إلي ضغط هيدروليكي.

ث- أنابيب وليات الفرامل لنقل سائل الفرامل إلي أسطوانات العجل.

ج- صمامات الفرامل للتحكم في ضغط الفرامل لتجنب غلق العجلات.

ح- أسطوانات العجل تحول ضغط الزيت إلي قوة تؤثر على بطانات الاحتكاك.

خ- فرامل العجل (القرصية – الأسطوانية / الإنفراجية) تنتج قوة احتكاك بين بطانات الاحتكاك وسطح الأجزاء الدوارة (القرص أو الدارة).

2. فرامل التثبيت (التوقف):

فرامل التثبيت تستخدم الاحتكاك في فرامل العجل في بقاء السيارة في وضع الوقوف، دون الحاجة إلي بقاء السائق بداخل السيارة .

وتتكون فرامل التثبيت من التالي:

أ- بدال فرامل التثبيت (الرافعة) عند الضغط عليه أو جذب الرافعة تفعل الفرامل الخلفية لتثبت السيارة عند توقفها وتظل في وضع التفعيل حتى يقوم السائق بعتق الفرامل بالضغط على بدال فرامل التثبيت مرة أخرى أو الضغط على زر حل سقاطة تثبيت وضع الرافعة.

ب- مفتاح تحذير متصل ببدال التثبيت أو الرافعة يضيء لمبة بلوحة العدادات لتحذير السائق من أن فرامل التثبيت في وضع تفعيل.

ت- أسلاك توصيل (كبلات) تصل الكبلات بدال التثبيت أو الرافعة بالعجل الخلفي، وتمر الأسلاك داخل جراب لحمايتها من الاحتكاك بجسم السيارة.

ث- موازن قوة شد السلك، يتصل السلك القادم من بدال الفرامل أو الرافعة بالموازن الذي يتصل به عدد 2 سلك، كل سلك يتصل بفرامل العجلة الخلفية. يقوم الموازن بالتخلص من الارتخاء في أي من السلكين ويقوم بجعل الشد متساوي في السلكين.

طريقة عمل فرامل الخدمة بالسيارة :

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

تضيء لمبة في الخلف لتنبيه السائق في السيارة التي تسير بالخلف أن السيارة التي بالأمام في حالة تباطؤ.

طريقة عمل فرامل التثبيت بالسيارة :

وظيفة فرامل التثبيت هو تثبيت السيارة عند توقفها ولا يلزم وجود السائق بداخل السيارة حتى تعمل الفرامل . 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 جاء 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 أنها تستخدم التوصيلات الميكانيكية في نقل تأثير القوة إلي فرامل العجل. وتؤثر فرامل الخدمة في معظم السيارات على عجلات المحور الخلفي فقط. وتنص المواصفات بأن تكون قوة فرامل الخدمة في حدود 30% من قوة فرامل الخدمة.

وتتكون فرامل التثبيت من وسيلة تأثير القوة وهي رافعة يدوية (ومن هنا جاء تسميتها في بعض المراجع بفرملة اليد) تكون موجودة في أرضية السيارة على يمين السائق . تؤثر القوة عن طريق بدال بالقدم موجود في أقصى اليمين بأرضية السيارة ناحية السائق . عند جذب الرافعة أو الضغط على بدال فرامل التثبيت يجذب سلك (كابل) . هذا السلك يقوم بجذب سلكين كل سلك متصل بإحدى العجلات الخلفية عن طريق وسيلة تأمن 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 إلي 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 التابلون لتنبيه السائق من أن فرملة التثبيت في وضع التشغيل. عند بدأ السير يقوم السائق بعتق فرامل التثبيت أما عن طريق الضغط على السقاطة وتحرير الرافعة وجعلها في وضع عدم التشغيل، أو الضغط مرة أخرى على بدال التثبيت لتفعيل دائرة تخلخل تقوم بتحرير البدال وعتق فرامل التثبيت.

ثالثا :تصنيف الفرامل حسب نوع فرامل العجل :

أ- الفرامل الإنفراجية (الطارة) Drum brakes.

ب- الفرامل الإنقباضية (القرصية) Disk brakes.

أ- فرامل الطارة (الإنفراجية):

وتتكون من:

1. طارة الفرامل brake drum.

وهو الجزء الذي يربط مع العجلة ويتمركز مع كرسي الكريات وتصنع من الحديد الزهر الذي يقاوم الحرارة والتآكل.

2. الغطاء الخلفيbrake backplane

يركب عليه أحذية الفرامل وأسطوانة العجل ويربط في جسم المحور

3. أسطوانة العجلwheel cylinder

تتركب من جسم اسطواني مجوف يوجد به المكابس والأطباق المطاط إليايات

4. غطاء الأتربةdust boot

يمنع دخول الأتربة والماء إلي داخل الأسطوانة

5. المكبسpiston

يقوم بالتأثير على الأحذية لإيقاف الطارة عن الدوران

6. طبقcup

تعمل كموانع لتسرب زيت الفرامل من حول المكبس

7. الياي spring

تقوم بإبقاء الأطباق المطاطية ملامسة للمكابس في حالة عدم تسليط الفرامل

8. أحذية الفراملbrake shoe

وهى التي تحمل بطانة الاحتكاك التي تتلامس مع الطارة الدائرة مما يعمل على إيقاف السيارة.

طريقة التشغيل: عند التأثير على دواسة الفرامل يتم الضغط على ذراع عضو المؤازرة الذي يضغط بدورة على الأسطوانة الرئيسية التي تدفع الزيت خلال أنابيب التوصيل إلي أسطوانة العجل التي تضغط عن طريق المكابس على الفك الذي يمسك القرص عن طريق المكابس و أحذية الفرامل القرصية التي تمسك العجلات الأمامية أما الفرامل الطنبورية فان الأحذية تمسك الطارة عن طريق احتكاك البطانة بالطارة . (منتدي العلوم والتكنولوجيا)

ب- فرامل القرصdisc brake :

يتكون التصميم الرئيسي من قرص معدني يدور يمسك به تيل الفرامل المدفوع هيدروليكيا بواسطة مكبس من كل جانب مولدا احتكاك

الأجزاء الرئيسية لمجموعة فرامل القرص هي:

الفك بالمكبس - حذاء الفرامل - القرص - مانع الأتربة - مانع تسرب المكبس- يايات- مسمار استنزاف الهواء

يدور القرص مع دوران العجلة بينما الفك والمكبس ثابتين وعند تسليط الفرامل يضغط المكبس حذاء الفرامل على جانبي القرص حيث تتوقف العجلة أو تقل سرعة دورانها

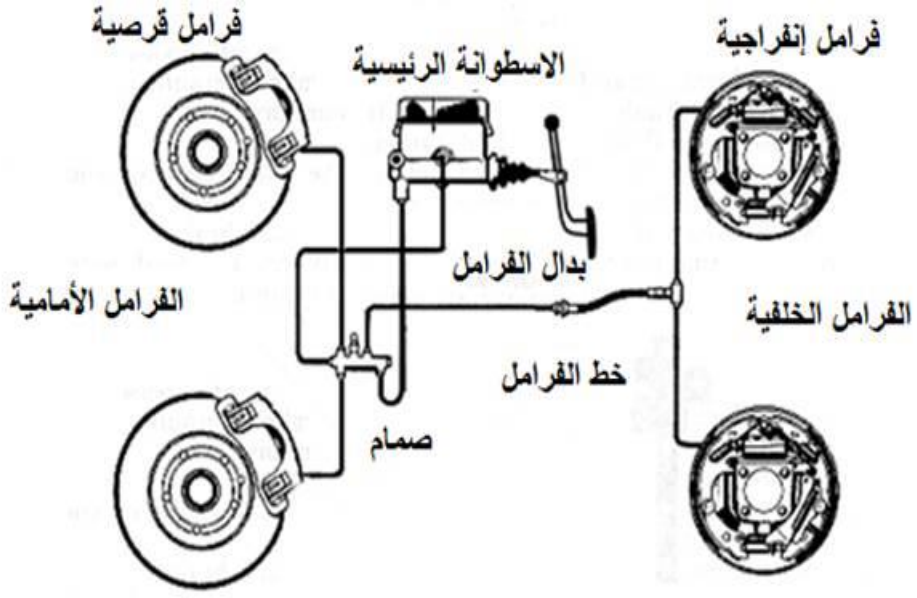
مانع الأتربة يقوم بحماية المكبس والأسطوانة من الأوساخ والماء

مانع تسرب المكبس هو حلقة مطاطية تحكم المكبس داخل الأسطوانة وتساعد على رجوع المكبس عند رفع القدم عن الدواسة

أحذية فرامل القرص تتركب من قاعدة من الصلب ملصوق عليها بطانة احتكاكية مصنوعة من الأسبستوس ويشكل على البطانة مجرى أو اثنين للتخلص من الماء الذي قد يدخل للتركيبة .

قرص الفرامل يصنع من الحديد الصلب أو الزهر ويتم تهويته من الداخل لسرعة تبريده ، كما في الشكل (7) .

(https://zh-cn.facebook.com)



شكل رقم (7) فرامل القرص والطارة

5-1-2 أنواع الفرامل المختلفة المستخدمة بالسيارات :

تختلف الشاحنات والحافلات عن سيارات الركوب أن الشاحنات لها كتلة عالية ، هذه الكتلة تحتاج إلي قوة فرامل عالية لتوقيفها أثناء السير. هذه القوة العالية لا يمكن الحصول عليها عن طريق قوة قدم السائق

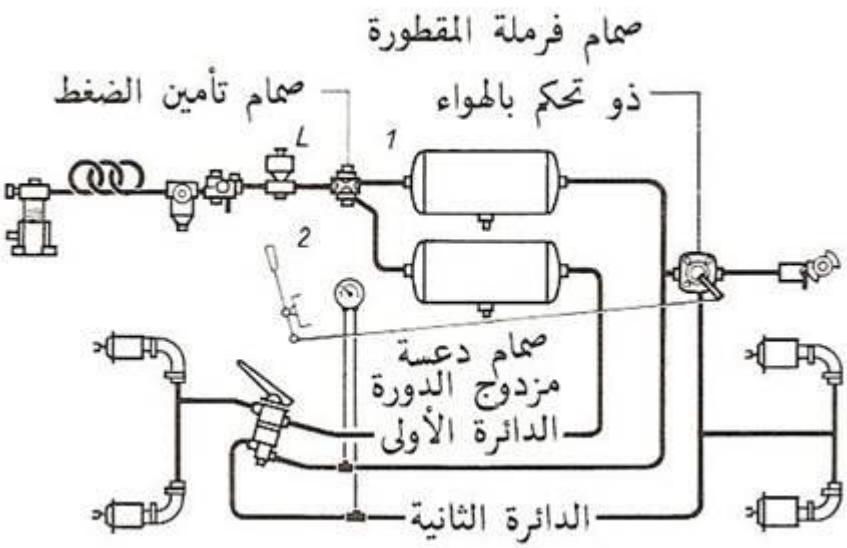
وحدها أو قوة قدم السائق بالإضافة إلي الفرامل المؤزرة. ولهذا تستخدم فرامل تعمل بمصدر خارجي للتأثير بالقوة على الفرامل (فرامل الهواء). كما أن استخدام فرامل الاحتكاك لتوقيف السيارة والتخلص من طاقة الحركة العالية للشاحنات وتحويلها إلي طاقة حرارية يؤدي إلي ارتفاع درجة حرارة الفرامل بدرجة عالية الذي يؤدي إلي اضمحلال الفرامل، ولهذا تستخدم مع الشاحنات نظام فرامل الدعم والتي لا تستخدم الاحتكاك في عملها والتي تعمل مع الفرامل الاحتكاكية. يدرج تحت نظام فرامل الدعم المبطئات (المعوقات) وفرملة المحرك، فرملة العادم. كما أن هناك نظام للفرامل يسمى الفرامل الإضافية 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 إلي توقف المقطورة.

1. فرامل الهواء المضغوط :

لا تكفي القوة الناتجة من تجهيزة الفرامل الهيدروليكية لكبح المركبات الثقيلة عن طريق قوة السائق أو قوة المؤازرة، ولكن نحتاج إلي مصدر أكبر للقوة، ويمكن توفير ذلك عن طريق الهواء المضغوط، وتكون القوة المؤثرة على فرامل العجل تساوي ضغط الهواء مضروب في مساحة غشاء أسطوانة العجل. ويبلغ الضغط المانومتري في نظام الفرامل أما 5 أو 7 بار (0.5 إلي 0.7 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 جزئيين رئيسيين. يقوم الجزء الأول بإمداد التجهيزة بالهواء المضغوط اللازم لها. بينما يحتوى الجزء الثاني على أجهزة التحكم في الفرملة وتشغيلها كما في شكل (8).



شكل (8): أجزاء دائرة الفرامل الهوائية المزدوجة

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

ويتكون جزء التحكم وتشغيل الفرامل من صمام بدال الفرامل (دعسة الفرامل)، صمام الفرملة اليدوية، أسطوانة الفرامل، بالإضافة إلي مجموعة من الصمامات الخاصة في تجهيزة 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.

2. **فرملة المحرك:**

أ- **سيارات البنزين:** معظم سائقي سيارات البنزين يعرفون بما يسمي فرملة المحرك عند نزول منحدر. فهم يقومون بوضع صندوق التروس في نقله منخفضة، ولا يقومون بالضغط على بدال البنزين. ولا يحدث التباطؤ نتيجة الاحتكاك في المحرك (وأن 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.

ب- سيارات الديزل: حيث أنه لا يوجد صمام خانق في محرك الديزل، فإنه لا يمكن استخدام الأسلوب السابق في عمل فرملة المحرك. ولكن قامت أحدى الشركات باستخدام فكرة فتح صمام العادم عندما يصل المكبس إلي 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 أن العزم اللازم لذلك يأتي من العجل عن طريق صندوق التروس ذو التخفيض العالي فإن ذلك يؤدي إلي تباطؤ المركبة. ويقدر مقدار القدرة التي يعمل بها المحرك لإبطاء المركبة بمقدار 90% من قدرة المحرك لبعض المحركات. ويعرف هذا النوع لسائق السيارات الثقيلة بأمريكا الشمالية بفرملة جاك. من عيوب تلك الفرملة الضوضاء العالية التي تصدرها أثناء التشغيل.

3- **فرملة العادم:**

فرملة العادم أبسط في عملها من فرملة المحرك. حيث يوجد صمام في أنبوب العادم. عند 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 لتتحمل الضغط العالي، كما أن هذا النظام يوفر مقدار قدرة أقل لتبطئ المركبة بالمقارنة بالأنظمة الأخرى.

4- **فرامل مقاومة الهواء** :

هذا النظام يستخدم هيكل 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 بتغير زاوية الجناح المركب على مؤخرة السيارة إلي 70 درجة لزيادة مقاومة الهواء. كما تساعد تلك الفرملة إلي زيادة الحمل الرأسي على المحور الخلفي في حالة الفرملة وتزيد من اتزان السيارة. ويمكن لذلك النوع من الفرامل عمل فرملة بمفردة مقدارها 0.6 g عند السرعات العالية.

كما تستخدم سيارة السباق ربع ميل مظلة لتوقيف السيارة عن طريق زيادة مقاومة الهواء.

5- **فرامل التثبيت مع نظام نقل الحركة الذاتي**

لاختيار حالة السير لناقل الحركة الذاتي، يقوم السائق بتحريك ذراع تغيير الحالة الموجود في عمود التوجيه أو بأرضية السيارة على يسار السائقإليوضع التثبيت (P) Park، عند اختيار هذا الوضع، يغلق ناقل الحركة، ويمنع السيارة من السير في أي اتجاه. وذلك عن طريق سقاطة 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 السقاطة.
وفي بعض السيارات يحتاج السائق الضغط على بدال الفرامل لإمكانية النقل من وضع التثبيت إلي النقلات الأخرى.

6-1-2 ملخص :

أ- يعمل نظام الفرامل على تحويل الطاقة الحركية للسيارة إلي طاقة حرارية عن طريق الاحتكاك.

ب- يتكون نظام الفرامل من أسطوانة رئيسية متصلة هيدروليكيا عن طريق أنابيب وليات إلي وحدة الفرامل القرصية والإنفراجية التي توقف العجل.

ت- الفرامل الميكانيكية تعمل عن طريق كبلات وأذرع وتستخدم في فرامل التثبيت.

ث- كثيرُ من السيارات بها نظام منع غلق العجلات لتحسين أداء الفرامل عند الفرملة القصوى.

ج- تعتمد قوة الاحتكاك بالفرملة على الضغط الواقع على سطحي الاحتكاك ونوع سطحي الاحتكاك.

ح- تستخدم فرامل الهواء المضغوط في الشاحنات حيث يلزم قوة دعسة قوية لإمكانية توقيف كتلة الشاحنة الكبيرة. ولهذا يستخدم الهواء المضغوط ويعمل السائق عن طريق دعسة الفرامل على فتح صمام لدخول الهواء والتأثير على أسطوانات فرامل العجل لإيقاف السيارة.

خ- تستخدم فرامل التأييد والتي لا تستخدم الاحتكاك في التوقف مع فرامل العجلات الاحتكاكية للشاحنات. للتغلب على مشكلة سخونة الفرامل واضمحلال الفرامل

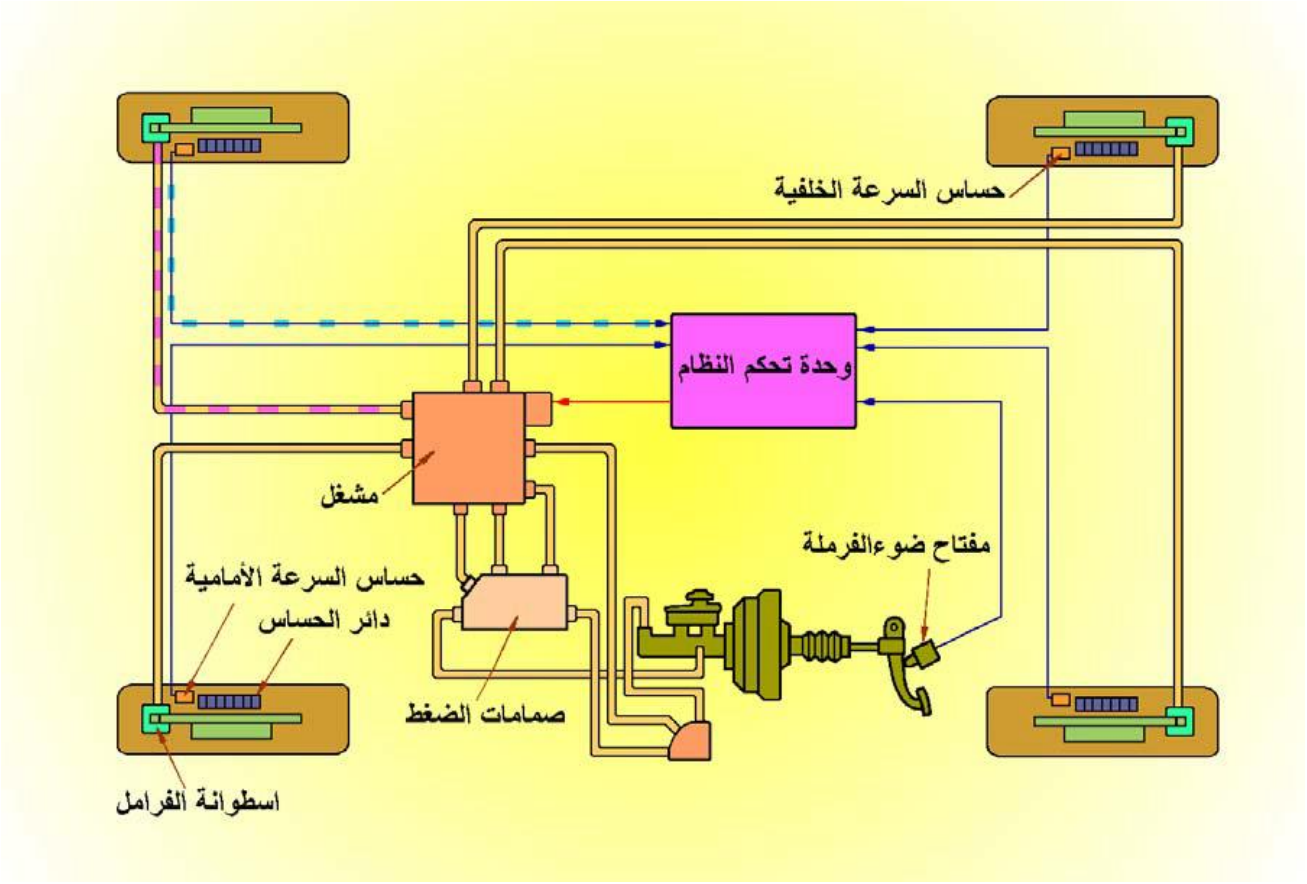
د- يتطلب استخدام فرملة خاصة بالمقطورات التي تزيد وزنها عن حد معين إلي وجود فرامل بها يتحكم فيها السائق من خلال القاطرة. هذا النوع يسمى الفرامل الإضافية.(http://www.thecartech.com) .

7-1-2 النظم الجديدة لتحسين أداء الفرامل

New Systems to Enhance the Brake Performance

1- نظام منع الأغلاق

Anti Lock brake System(ABS)



شكل رقم (9) أجزاء نظام ABS

وهى تعتبر ثورة في عالم الفرامل وتعتبر نوع من أنواع فرامل الزيت .

تعتبر فكرة فرامل ألABS فكرة رائعة جدا حيث أنها تعتبر فرامل أمان داخل المركبة .وتعتبر اقوى في الأداء وتقلل من الحوادث ولكى نعرف كيف هذا سوف أقوم بشرح هذا المثال أولا: فلنفترض أن سيارة تسير بسرعة 100 كم في الساعة على طريق أسفلتي ويوجد بعض من بقع المياه على الطريق وفجأة أراد السائق الفرملة فماذا سوف يحدث في الفرامل العادية سوف يتم أيقام العجلات الأربعة ولكن السيارة تسير على طريق اسفلتى ملوث بالمياه أذن فلنفترض أن عجلة من العجلات على الأسفلت والأخرى على الأسفلت الملوث بالمياه فمعنى هذا أن معامل التماسك بين العجلات والأسفلت اقوى من معامل التماسك بين العجلات والأسفلت الملوث بالمياه وهذا يعنى أن الفرملة سوف تكون نسبيا اقوى على العجلة الأولى اكثر من الثانية مما يعنى توقف عجلة قبل الثانية وبالتالي تنحرف السيارة على الاتجاه الثابت بالنسبة لها وهو العجلة التي على الأسفلت ويمكن أن تنقلب السيارة لا قدر الله اذا كانت تسير بسرعة عالية . وأيضا الفرامل العادية تقوم بالفرملة فقط فاذا نحن قمنا بضغط الفرامل مرة واحد لن تستطيع أن تتحكم في عجلة القيادة (الدركسيون) وهذا امر سوف يلاحظ سائقي السيارات منكم انه بمجرد الضغط على الفرامل تنخفض القدرة على المنأورة تماما .

ومن هنا جاءت فكرة الفرامل ABSالتي تقوم بوظيفتين أساسيتين هما :-

1. تقوم عند الفرملة بعمل غلق و فتح للفرملة مرات عديدة في الثانية الواحدة ومن هنا لا يتأكل الإطار بسبب الفرامل و يعطينا قدرة على المناوره أثناء الفرامل .
2. تقوم بإرسال إشارات معينة تجعل فرامل العجلات بنفس النسبة فلا تنحرف السيارة عند الفرملة في طريق رملي و أسفلتيأوأسفلتي ملوث بالمياه إلي أخره

طريقة العمل:-

تتكون من مضخة زيت رئيسية وصمامات تحكم وحساسات(Sensors) عند كل عجلة .تقوم بقياس سرعة العجل عند الفرملة وترسلها في جزء من الثانية إلي وحدة المعالجة المركزية (ECU) التي بالتالي يقوم بمعرفة اذا كانت العجلات تسير بنفس السرعة عند الفرامل واذا كانت لا تسير بنفس السرعة يرسل امر إلي مضخة الزيت لكى تزيد من نسبة الزيت الواصلة إلي الفرامل وهكذا.(منتدي ميكانيكا السيارات الحديثةhttp://auto-eng99.yoo7.com)

وظائف وأجزاء نظام الفرامل ABS :

1. وحدة التحكم في نظام ألـABS :

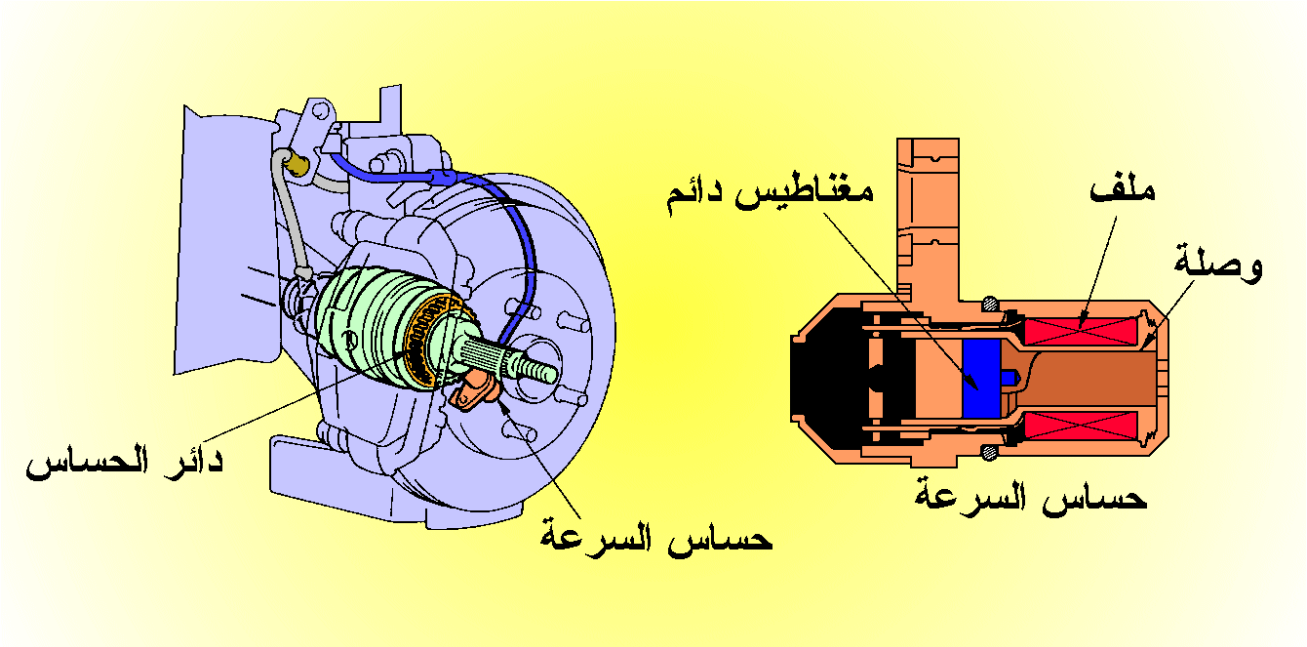
تعمل وحدة التحكم ، علي حساب التعجيل والتقصير وقيمة الزحف وترسل إشارة التحكم إلي مشغل ABS للتحكم في ضغط السائل اعتمادا علي إشارة سرعة العجلة من كل حساس .

2. مصباح التحذير ABS:

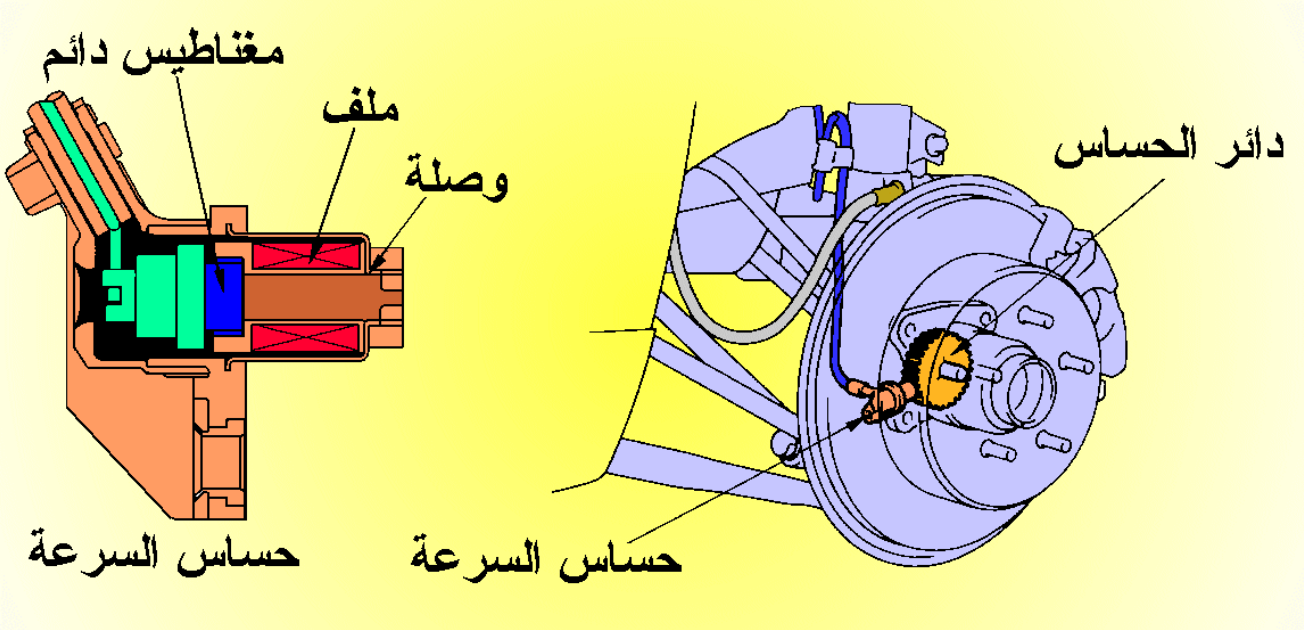
يعمل علي تنبيه السائق عندما يضئ في حالة حدوث مشكلة في نظام ABS .

3. حساسات السرعة الأمامية والخلفية :

يعمل كل من حساس السرعة الأمامي علي تحسس سرعة العجلة الأمامية اليمني واليسري ، كما في الشكل رقم (10) و (11) .



شكل رقم (10) حساسات السرعة الأمامية



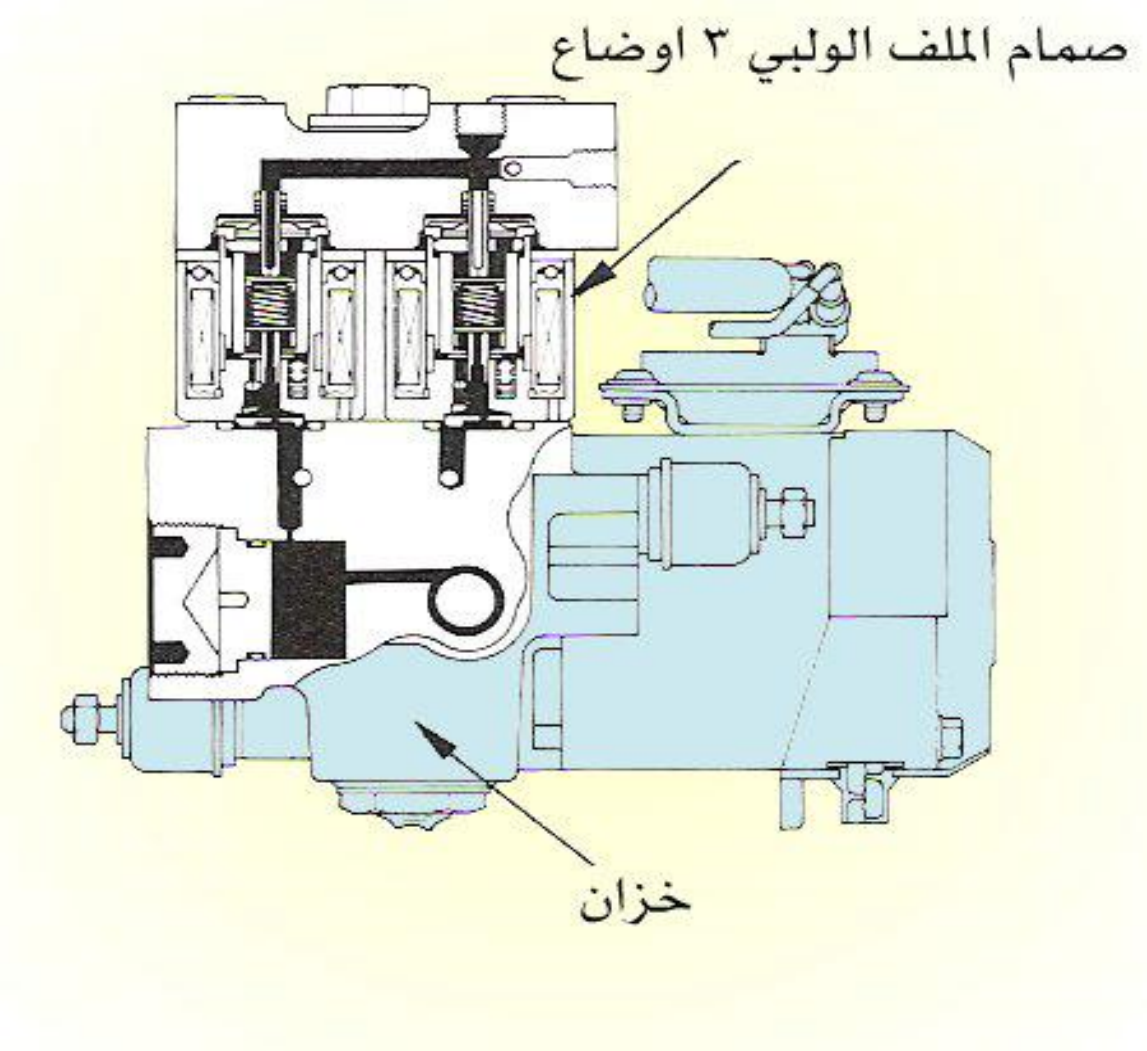
شكل رقم (11) حساسات السرعة الخلفية

4. مشغل ABS:

يعمل علي التحكم في ضغط سائل الفرامل المتصل بكل أسطوانة اعتمادا علي إشارة امر التشغيل الصادرة من وحدة التحكم الإلكترونية ECU (المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني – المملكة العربية السعودية – أنظمة التحكم الإلكتروني)

كما موضح في الشكل رقم (12) و (13) .

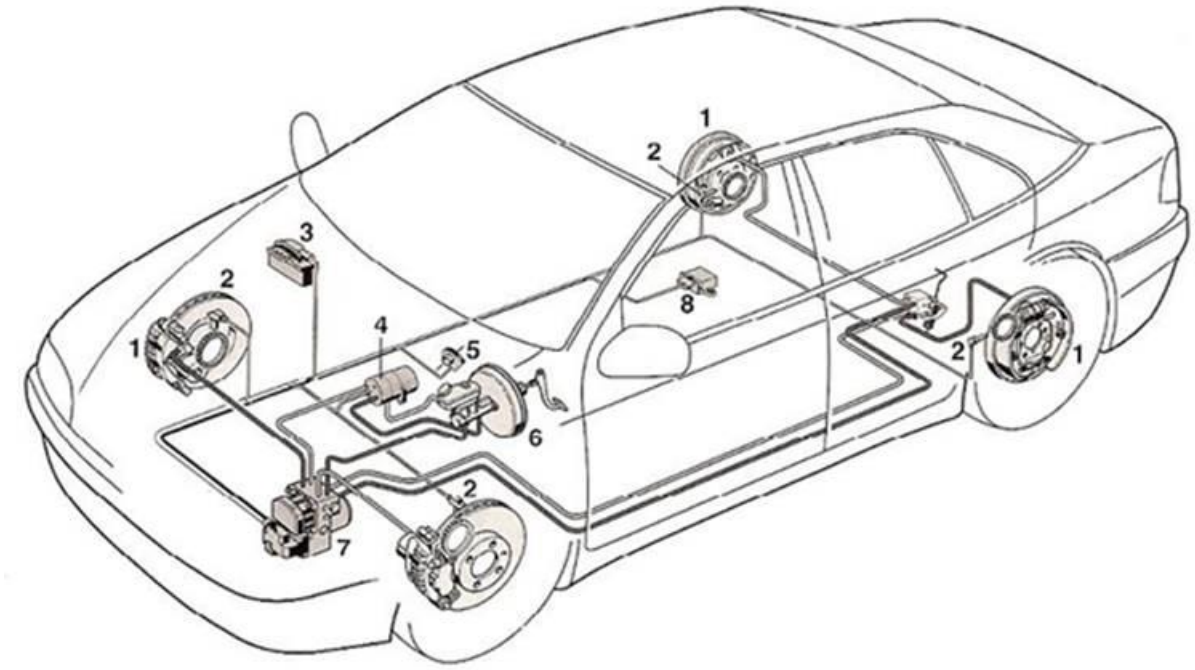
شكل رقم (12) مشغل ABS



شكل رقم (13) مشغل ABS

2- نظام توزيع قوة الفرامل إلكترونيا:

Electronic Brake-force Distribution (EBD)



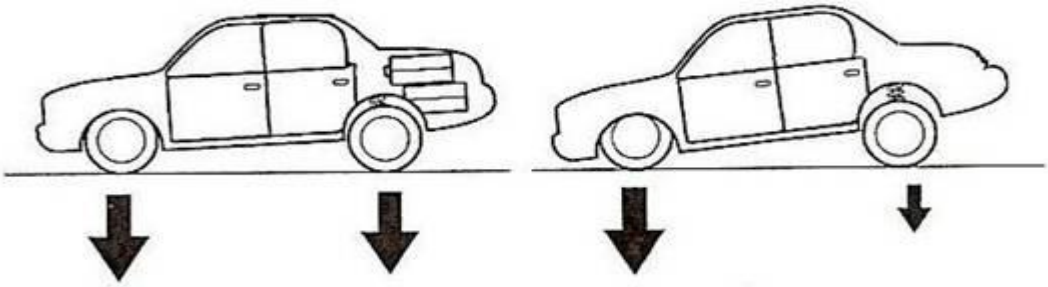
اجزاء نظام اتزان المركبة الإليكتروني:
1 فرامل العجل, 2 حساس السرعة, 3 وحدة التحكم الإليكترونية, 4 المضخة الابتدائية, 5 حساس عجلة القيادة
6 مؤازر الفرامل مع الاسطوانة الرئيسية, 7 وحدة التحكم الهيدروليكية مع حساس الضغط الابتدائي
8 حساس الحركة حول المحور الرأسي مع حساس السرعة الجانبية

شكل رقم (14) أجزاء نظام EBD

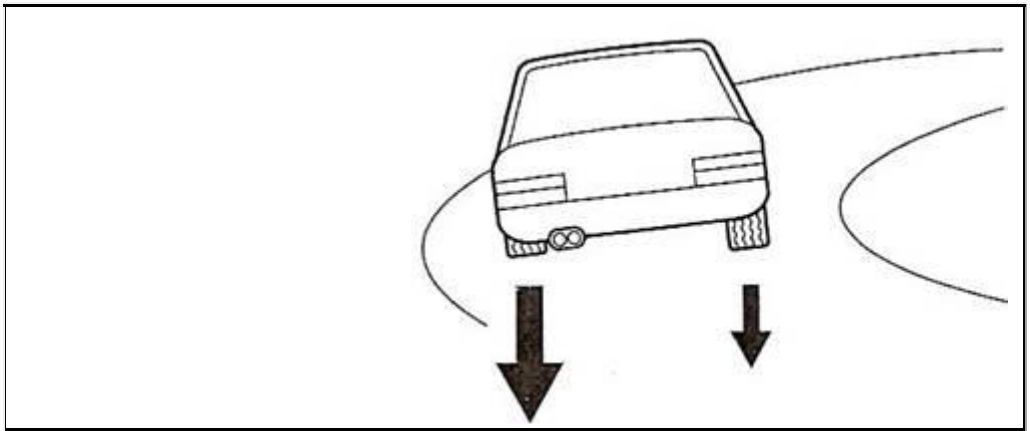
هو نظام يعمل على تغيير مقدار قوة الفرامل المؤثرة على كل عجلة، بناء على حالة الطريق، السرعة، والحمل.. الخ. وغالباً ما يعمل مع نظام منع غلق العجلات، يمكن لنظام توزيع قوة الفرامل إلكترونيا من زيادة ضغط الفرامل لكل عجلة للحصول على أقصى قوة توقف مع المحافظة على التحكم في التوجيه ، كما في الشكل (14) .

في السيارات بدون هذا النظام عند الضغط على بدال الفرامل تتوزع قوة الفرملة حسب أبعاد نظام أجزاء الفرامل (الأسطوانة الرئيسية، أسطوانات العجل). ولكن في السيارات المجهزة بهذا النظام يتوزع ضغط الفرامل لكل عجلة حسب حالة الطريق (مقدار التلاصق) والحمل على العجلة ، كما في الشكل رقم (15) .

في حالة الفرملة القصوى في خط مستقيم تقوم الفرامل بزيادة ضغط الفرامل على العجلات الأمامية عن العجلات الخلفية حتى لا يحدث غلق العجلات نتيجة انتقال جزء من الحمل من العجل الخلفي إلي العجل الأمامي بسبب الفرملة (الوزن المنقول أثناء الفرملة). في حالة الفرملة خلال التوجيه في المنعطفات، فإن النظام يقوم بتغيير قوة الفرملة من العجل الأيسر للأيمن للمحافظة على الاتزان. وكذلك يعمل في حالة وجود اختلاف في معامل التلاصق بالطريق تحت العجلات بتوزيع قوة الفرملة بما يتناسب مع مقدار التلاصق الموجود، للحصول على الفرملة المثالية ، كما في الشكل رقم (16) .

	
عند الفرملة يزداد الحمل على المحور الأمامي، فيزيد النظام قوة الفرملة على المحور الأمامي.	عند زيادة الحمل على المحور الخلفي يزيد النظام قوة الفرملة على المحور الخلفي

شكل رقم (15) السيارة التي تحتوي على نظام EBD أثناء الكبح


عند دخول السيارة منعطف وعند التأثير بالفرملة يزيد النظام القوة على العجلات الخارجية

شكل رقم (16) السيارة التي تحتوي على نظام EBD أثناء الكبح في المنعطفات

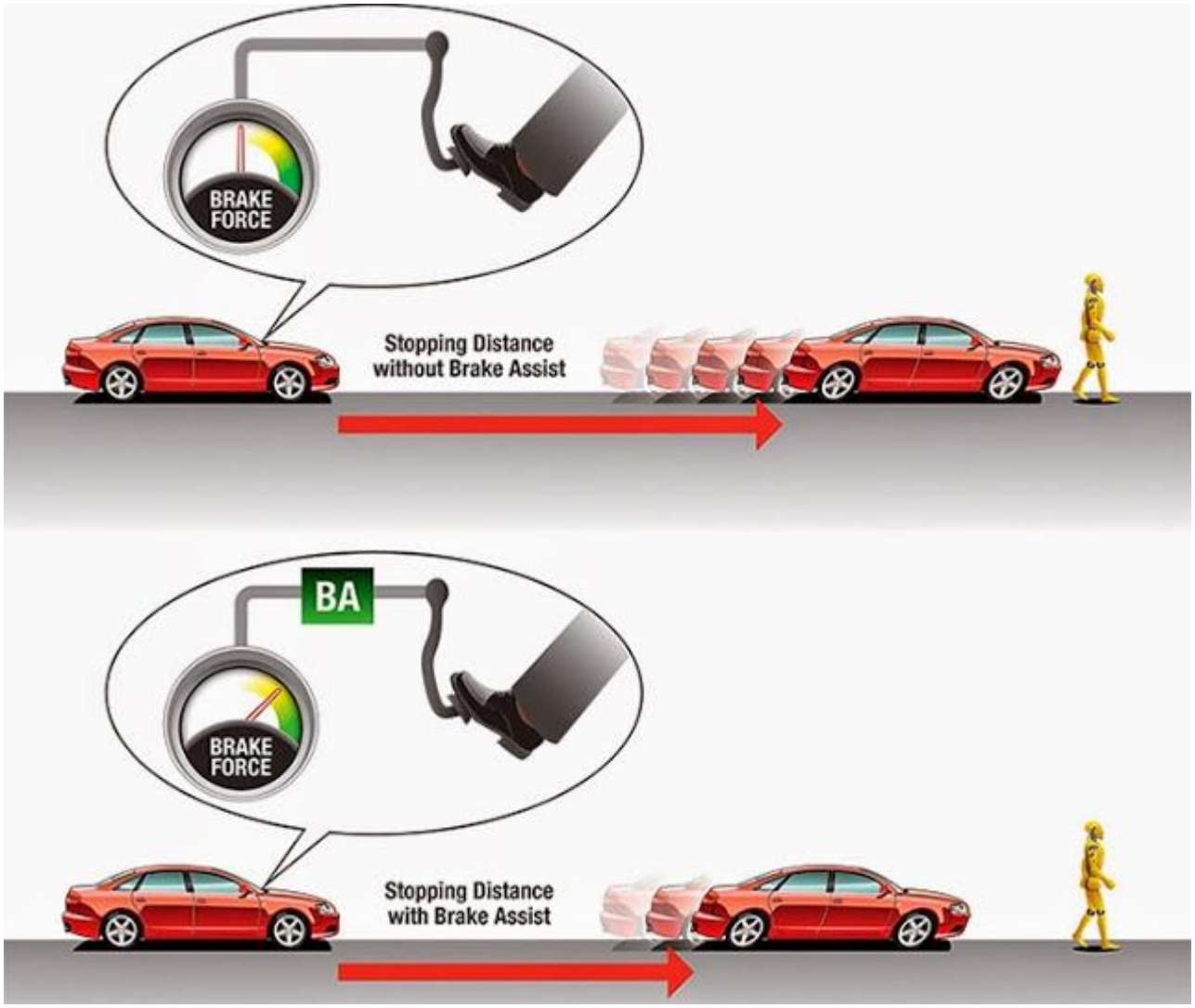
3- نظام الفرملة داخل المنعطف:

Cornering Brake Control (CBC)

هذا النظام يعتبر تطوير وامتداد لنظام منع غلق العجلات. يعمل على توزيع قوة الفرامل على العجلات أثناء الفرملة القصوى داخل المنعطف، بحيث تظل السيارة في نفس الاتجاه المطلوب.

4- نظام المساعدة لفرامل الطوارئ

Emergency Brake Assist (EBA)



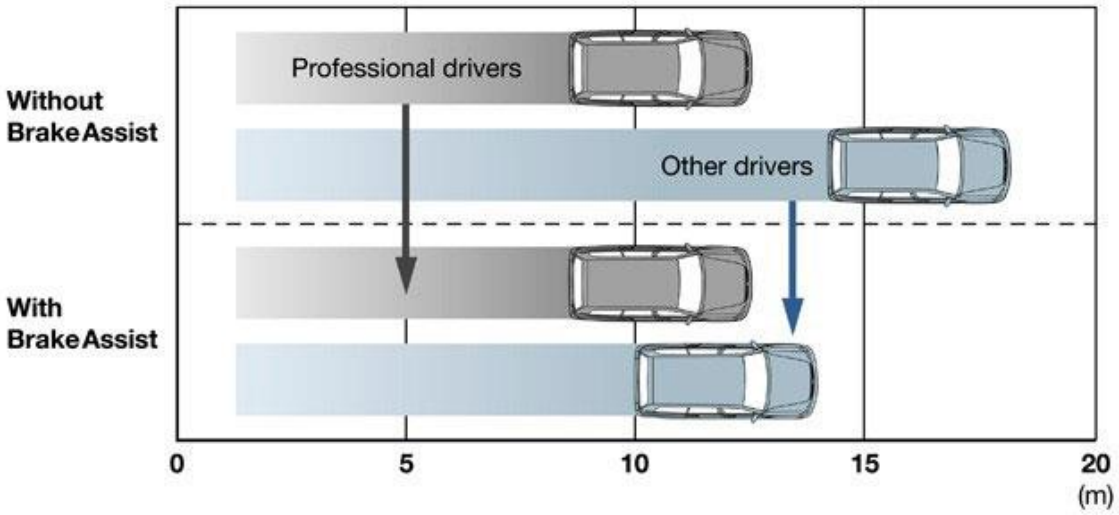
شكل رقم (17) السيارة التي لاتحتوي على نظام EBA والتي تحتوي على نظام EBA.

نظام المساعدة لفرامل الطوارئ هو نظام أمان بالسيارة مصمم بحيث يضمن أقصى قدرة فرامل مستخدمة في حالة التوقف الطارئ (الفوري). عن طريق ملاحظة السرعة والضغط الذي يدفع به بدال الفرامل، يستطيع النظام أن يتوقع من أن السائق في محاولة لتوقيف السيارة في الحال. وفي حالة أن البدال لم يدفع إلي أخر المشوار، يقوم النظام بتخطي ذلك ويضغط البدال لنهاية المشوار، حتى يتولى نظام منع غلق العجلات ABS السيطرة ويمنع غلق العجلات التي أغلقت ، كما موضح في الشكل رقم (17) .

بعض أنواع نظام المساعدة لفرامل الطوارئ، تعمل عن طريق حساس مركب على بدال البنزين وفي حالة رفع القدم فجأة عن بدال البنزين، يستشعر النظام أن هناك حالة طارئة، وعليه يعمل النظام إلي التأثير بقوة خفيفة على بدال الفرامل للتخلص من خلوص البدال وتكون الفرامل جاهزة للعمل عند وضع قدم السائق على بدال الفرامل وبهذا يتم اكتساب زمن يؤدي إلي تقيل مسافة التوقف بعدة أمتار، قد تكون هي الفرق بين الحياة والموت أو بين الحادث أو لا حادث أو الحادث البسيط والحادث الجسيم .

5- نظام مساعدة الفرامل:

Brake Assist (BA or BAS)

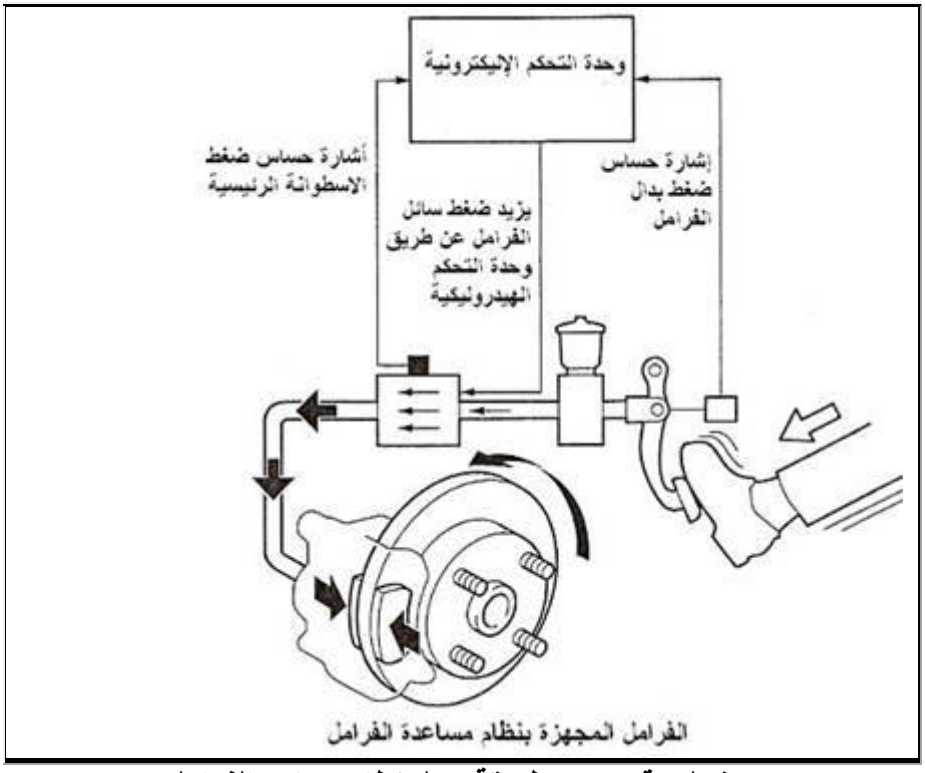


Emergency stopping on dry pavement (initial speed: 50km/h)

شكل رقم (18) **السيارة التي لاتحتوي على نظام BAS والتي تحتوي على نظام BAS.**

هو نظام يتبع تقنية الفرامل الذي يزيد من قوة الفرامل في حالة الفرملة القصوى (الطوارئ). وتعتبر شركة ديملر- بنز أول من طبق هذا النظام، ونتيجة الأبحاث التي قامت بها الشركة، أن 90% من السائقين لا يقومون بالضغط على بدال الفرامل بالقوة اللازمة في حالة الطوارئ.

نظام مساعدة الفرامل يستشعر حالة فرملة الطوارئ عن طريق قياس سرعة الضغط على بدال الفرامل . في حالة وجود فرملة طوارئ يقوم النظام بزيادة الضغط للوصول إلي أقصى قوة فرامل لتعويض ضغط السائق بالقوة الغير مناسبة . هذا يؤدي إلي تقليل مسافة التوقف بمقدار 20% بناء على بعض الدراسات. ومنذ سنة 1988 أصبحت شركة مرسيدس أو شركة تقوم بجعل نظام مساعدة الفرامل من الأنظمة الأساسية (ألغير اختيارية) في جميع الموديلات ، الشكل رقم (18) يوضح ذلك .

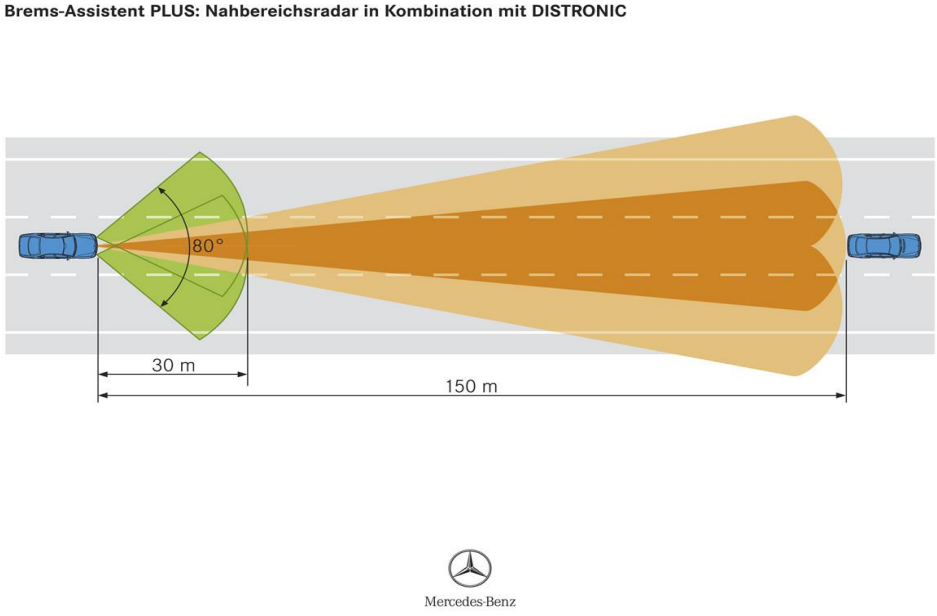


شكل رقم (19) طريقة عمل نظام مساعد الفرامل

يتم زيادة الضغط عن طريق التحكم الهيدروليكية، أو عن طريق صمام كهربائي موجود داخل المؤازر (المؤازر الذكي smart booster) فيقوم بفتح صمام الجو للمؤازر فيعمل على زيادة سريعة لضغط الفرامل بأقصى مؤازرة يمكن أن يوفرها المؤازر ، كما في الشكل رقم (19)

6- نظام مساعدة الفرامل المتطور:

Brake Assist Plus (BAS Plus)



شكل رقم (20) طريقة عمل نظام مساعدة الفرامل المتطورة

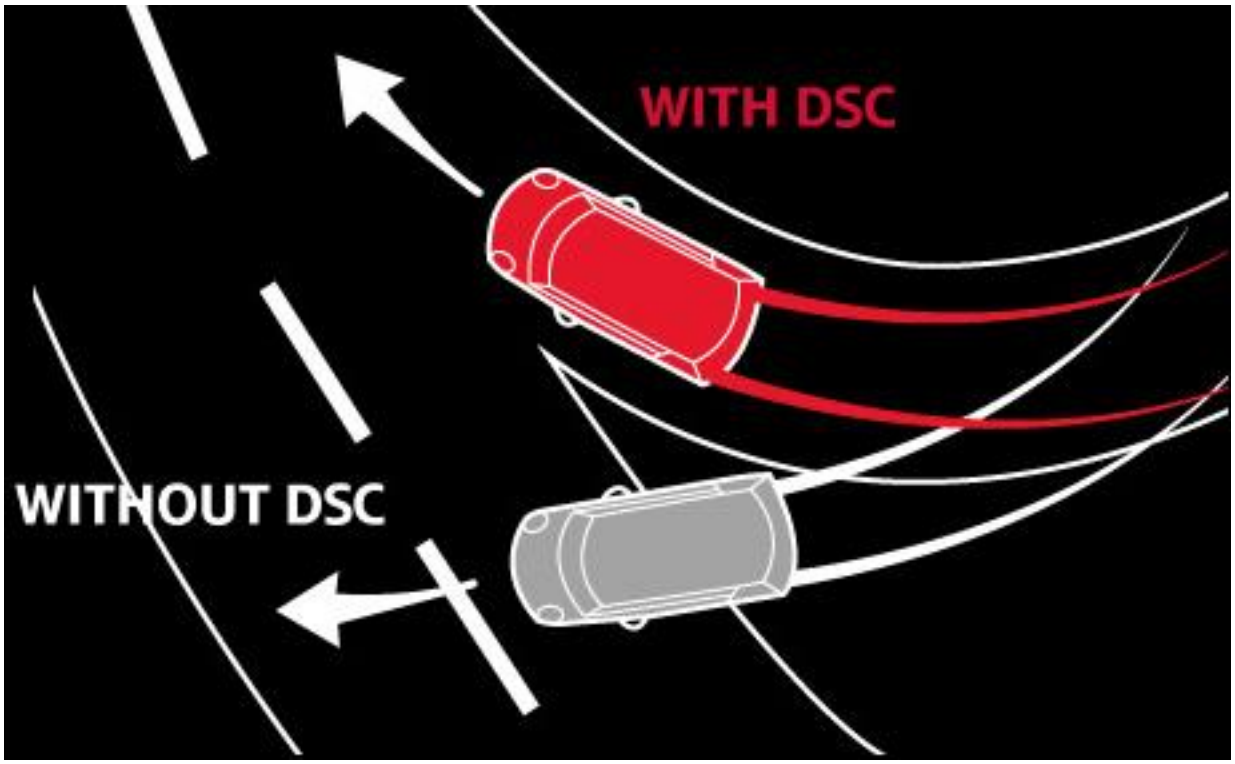
هو أحدث تقنية في هذا المجال، وهو يعتبر التصميم المتطور لنظام مساعدة الفرامل. هذا النظام يستخدم الرادار ليحسب مقدار قرب السيارات الأخرى؛ وفي حالة أن المسافة بين السيارات الأمامية والخلفية بدأت في التناقص أو أن معدل التناقص مرتفع، فإن النظام يبدأ بتحذير السائق. وفي حالة أن هناك حالة تصادم محتملة، فإن النظام يحسب مقدار قوة الفرامل المثالية المطلوبة لتفادي ذلك الحادث في جزء يسير من الثانية. وفي حالة بدأ السائق بوضع قدمه على بدال الفرامل حتى بضغطه ضعيفة يقوم النظام بضغط الفرامل بالقوة المثالية المطلوبة في الحال مجنبا حدوث تصادم (التصادم الوشيك). وقد أظهر وجود نظام مساعدة الفرامل المتطور تقليل حوادث التصادم من الخلف بشكل ملحوظ، وهو من الأنظمة المساعدة للسائق لتحسين سلامة الطرق . كما في الشكل رقم (20) .

يمكن استخدام نظام مساعدة الفرامل المتطور مع أنظمة مساعدة السائق الأخرى مثل نظام ديسترونيك بلاس (Distronic plus) الذي يؤدي ذاتياً إلي تقليل سرعة السيارة، وإيقافها حسب حالة السير في الطريق.

وسوف يصبح نظام مساعدة الفرامل من الأنظمة الإجبارية التي يجب أن تزود بها جميع السيارات بأوروبا ابتداء من سنة 2009.

7- نظام التحكم الديناميكي (الحركي) للفرامل:

Dynamic Brake Control (DSC)



شكل رقم (21) شكل السيارة التي تحتوي على نظام DSC والتي لا تحتوي على نظام DSC

في حالة أن السائق يحاول توقيف السيارة في حالة طوارئ، فإن النظام يعجل من تفعيل الفرامل لتوفير أقصى فرملة في أقل مسافة.

تقوم الوحدة الإليكترونية بمقارنة قراءة الحساسات مع قيم مخزنه بالذاكرة، وتقوم بتفعيل النظام في حالة توفر الحالات التالية:

أ- الضغط في الأسطوانة الرئيسية أكبر من 30 بار.

ب- معدل زيادة الضغط اكبر من 6000 بار/ ثانية

ت- سرعة السيارة أكثر من 3 ميل/ ساعة (حوالي 5 كيلومتر/ساعة)

ث- السيارة لا تسير بالخلف

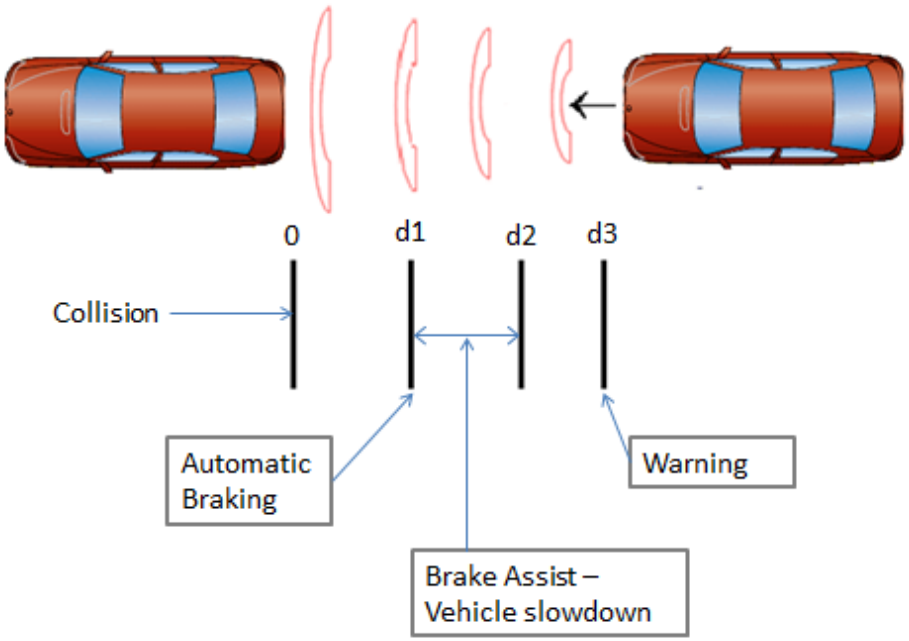
ج- أحدى العجلات أو أكثر لا تكون في حالة مدي عمل نظام منع غلق العجلات

في حالة توفر جميع هذا الحالات يعمل النظام. ويتوقف النظام عن العمل في حالة وصل سرعة السيارة إلي أقل من 3 ميل/ساعة أو أن السائق يرفع قدمه من على البدال.

كما يقوم النظام بتوفير الاتزان للمركبة عن طريق التحكم بالفرامل والمحرك في عمل اتزان للسيارة داخل المنعطف وكذلك يقوم بمنع انزلاق العجلات ، كما موضح في الشكل رقم (21) .

8- فرامل التثبيت الكهربائية:

Electric Parking Brake



شكل رقم (22) طريقة عمل فرامل التثبيت الكهربائية

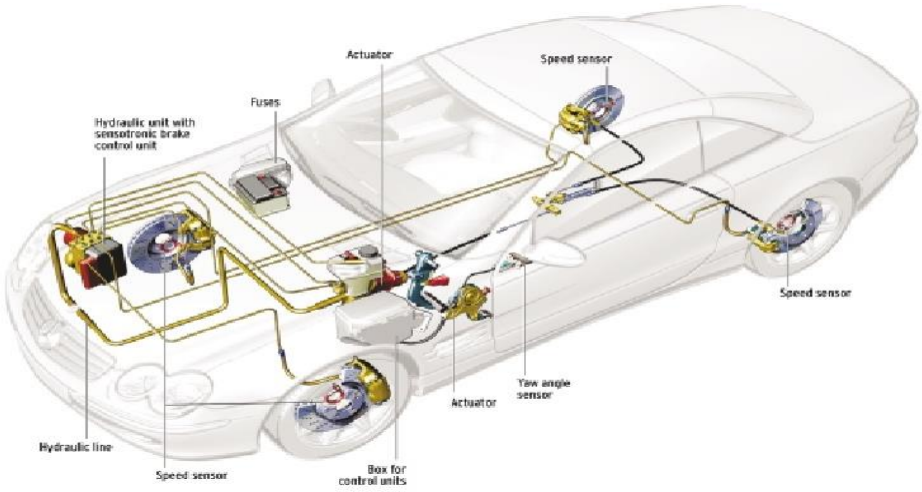
بدأ ظهور فرامل التثبيت الكهربائية في السيارات بمطلع هذا القرن، وقد تم استخدامه في العديد من السيارات الحديثة.

هناك نوعين أساسين من فرامل التثبيت الكهربائية. بدلاً من استخدام الطريقة الميكانيكية، والتي تعمل عن طريق جذب السائق لكبل عن طريق ذراع (رافعة). في النوع الأول يقوم بهذه الوظيفة موتور كهربائي يقوم بجذب كبل فرامل التثبيت. والنوع الثاني الأكثر تطور هو استخدام موتور يتحكم فيه عن طريق وحدة الحاسب، متصل بسرج الفرامل لتفعيل فرامل التثبيت.

النظام سيتضمن بعض الصفات الأخرى مثل أن تعمل فرامل التثبيت ذاتياً عند توقف السيارة ثم تعتق الفرامل عند بداية الضغط على بدال البنزين. يمكن لسائق السيارة أبطال النظام أو تفعيله.

بعض السيارات المزودة بناقل حركة أوتوماتيكي (ذاتي) يجهز بوسيلة عتق فرامل التثبيت. الموديلات اللاحقة تتطلب الضغط على بدال الفرامل حتى يمكن وضع ناقل الحركة من التثبيت لوضع الاختيار إلي الأمام أوإلي الخلف. وسبب التعديل بإضافة الحاجة إلي الضغط على بدال الفرامل قبل أجراء عملية النقل، هو تأمين السيارة من خطر وضع الناقل في وضع الحركة بطريق الخطأ.

9- نظام الفرملة عن طريق الكبل:



شكل رقم (23) مكونات نظام الفرملة عن طريق الكبل

الفرملة عن طريق الكبل هي طريقة جديدة لنقل القوة من بدال الفرامل إلي فرامل العجل. وهي ما تتم اليوم عن طريق النظام الهيدروليكي، أو بالنسبة للشاحنات عن طريق الهواء المضغوط. عن طريق الكبل تعني أن طريقة نقل القوة ستكون إلكترونيا (كهربائي) وليس ميكانيكيا.

وهي ما يطلق عليها التقنية المتعددة عن طريق الكبل x-by-wire وهي أن جميع أنظمة السيارة يسمح لها بأن تعمل عن طريق مكونات إليكترونية بدلا من الطريقة التقليدية الميكانيكية.

ويسمى النظام أيضاً الفرامل الكهرو- ميكانيكية electro-mechanical brakes (EMB)، وتعتبر أسهل في التصنيع ، والصيانة ، وأحسن للبيئة.

السيارة المجهزة بفرامل عن طريق الكبل، لها موتور كهربائي صغير بالقرب من العجلات الذي يقوم بتوليد ضغط الفرامل ، ويتحكم في الموتور وحدات تحكم إليكترونية، تتصل ببدال الفرامل والتي تأخذ المدخلات لها عن طريق السائق.

لهذا النظام العديد من المميزات:

أ- يكون له استجابة سريعة، تؤدي إلي تقليل مسافة التوقف، وتزيد من السلامة.

ب- حيث أنه لا يوجد أجزاء ميكانيكية بالنظام، فإن نظام الفرملة بالكبل تعمل بمنتهى الهدوء. ولا يكون هناك اهتزازات للبدال مصاحبة لعمل نظام منع غلق العجلات.

ت- يحتاج النظام إلي حيز أصغر، وهو ما يتيح لمصنعي السيارات التوفير في حجم الحيز بمقدمة السيارة.

ث- النظام له وزن اقل ، من وزن النظم التقليدية الأخرى.

ج- صيانة النظام أسهل ، من صيانة النظم التقليدية الأخرى.

ح- ليس هناك تآكل من سائل الفرامل، وهذا يقلل من التأثير السيئ على البيئة.

8- نظام الفرملة بدون الكبل:

Brake by wireless

وهي أحدث صيحة في فرامل المستقبل، ستعمل الفرامل كما في حالة "الفرامل عن طريق الكبل"، ولكن مع استبدال الكبل بإشارة مثل تقنية البلوتوث، بحيث يكون بدال الفرامل غير متصل بأي شيء غير وسيلة إرسال الإشارة، تصل الإشارةإلي الموتور الكهربائي عند فرامل العجل، فيقوم بتفعيل الفرامل ، هذه الوسيلة سوف توفر الكثير من الأسلاك والكبلات الكهربائية.

وسوف تطبق هذه التقنية على جميع البدلات وعجل القيادة والمكيف.... الخ. ولن يكون هناك أي اتصال بين الكابينة والمحرك ونظام نقل الحركة والفرامل والأنوار. وسوف تتكون السيارة من جزئين، جزء سفلي به المحرك ونقل الحركة والعجل، والجزء الأخر الكابينة. وهنا يمكن رفع الكابينة من فوق الشاسيه، وتركيب كابينة بلون أخر أو تصميم أخر. وبهذا يستطيع الشخص أن يكون لديه شاسيه واحد، ولكن يمكن تحويل السيارة من سيارة عائلية، لسيارة الأنشطة الرياضية، لشاحنة صغيرة ، بتغيير الكابينة فقط ، وبتكلفة قليلة . (د.قاسم مراد. تقنية السيارات http://www.thecartech.com)

8-1-2 مقارنة بين الفرامل التقليدية والأنظمة الحديثة في تحسين أداء الفرامل :

الفرامل التقليدية	نظام منع الأغلاق ABS
1- يحدث إنقباض تام للعجلات 2- إنزلاق العجلات لمسافة أطول 3- لا يستطيع السائق التحكم في توجيه السيارة. 4- سهلة الصيانة. 5- ذات تكلفة قليلة	1- يمنع إنقباض العجلات. 2- إنزلاق العجلات لمسافة أقل 3- يسمح للسائق التحكم في توجيه السيارة. 4- صيانته صعبة 5- تكلفته عالية
الفرامل التقليدية	**نظام المساعدة لفرامل الطوارئ EBA**
1- عند الضغط على بدال الفرامل لا يكمل البدال شوطه للنهاية. 2- مسافة التوقف طويلة مقارنة بنظام EBA	1- عند ضغط بدال الفرامل فجأة يقوم النظام بتكملة مشوار البدال إلى النهاية. 2- يقلل مسافة التوقف بمساعدة تظام ABS 3- يعمل عند رفع القدم من بدال الفرامل فجأة (حالة طوارئ).
الفرامل التقليدية	**نظام مساعد الفرامل BA OR BAS**
1- لا يوجد حساس على بدال الفرامل. 2- عند ضغط بدال الفرامل في الحالات الطارئة، لا يكمل البدال شوطه للنهاية.	1- وجود حساس على بدال الفرامل. 2- يقوم بزيادة الضغط على البدال في حالة الطوارئ للوصول لقوة الفرملة المناسبة. 3- يقلل مسافة التوقف بمقدار 20%.
الفرامل التقليدية	**نظام مساعد الفرامل المتطور (BA OR BAS PLUS)**
1- يعتمد على تقدير السائق في تحديد قرب السيارة الأخرى. 2- تسبب كثير من الحوادث	1- يستخدم الرادار لحساب مقدار قرب السيارة الأخرى. 2- عند ضغط بدال الفرامل بصورة مثالية للوصول لقوة الفرامل المطلوبة.
الفرامل التقليدية	**نظام التحكم الديناميكي للفرامل (DSC)**
1- يوفر أقصى قوة فرملة ولكن في مسافة توقف طويلة. 2- لا تكون المركبة متزنة عند الضغط على بدال	1- يعجل من تفعيل الفرامل لتوفير أقصى قوة فرملة في أقل مسافة. 2- يوفر إتزان للمركبة عند الضغط على بدال

الفرامل. 3- تنزلق العجلات عند الضغط على بدال الفرامل	الفرامل. 3- يمنع إنزلاق العجلات عند الضغط على بدال الفرامل.
الفرامل التقليدية	**نظام فرامل التثبيت الكهربائية**
1- طريقة العمل ميكانيكية 2- يفعلها السائق عند توقف السيارة.	1- طريقة العمل كهربائية 2- تعمل ذاتياً عند توقف السيارة وتعتق عند الضغط على بدال البنزين.
الفرامل التقليدية	**نظام الفرامل عن طريق الكبل**
1- طريقة نقل القوة ميكانيكية 2- وزنها كبير. 3- صيانتها سهلة.	1- طريقة نقل القوة كهربائية 2- وزنه أقل مقارنة بالأنظمة الأخرى. 3- صيانته سهله مقارنة بالنظام التقليدي.
الفرامل التقليدية	**نظام توزيع قوة الفرامل إلكترونياً EBD**
1- تتوزع قوة الفرامل حسب أبعاد الفرامل من دون مراعاة حالة الطريق. 2- تتوزع قوة الفرامل على جميع العجلات دون مراعاة الحمل الواقع على العجلات 3- تزداد الحمولة على المحور الأمامي عند الضغط على الفرامل. 4- توزع قوة الفرامل بدون مراعاة التلاصق بين الإطار والطريق. 5- تتوزع قوة الفرامل على العجلات الأربعة في المنعطفات.	1- تتوزع قوة الفرامل على حسب حالة الطريق. 2- تتوزع قزة الفرامل على حسب الحمل الواقع على العجلات. 3- تزداد قوة الفرامل على المحور الأمامي عند زيادة الحمل على المحور الأمامي. 4- تزداد قوة الفرامل على المحور الخلفي عند زيادة الحمل على المحور الخلفي. 5- يوزع قوة الفرامل حسب التناسب مع مقدار التلاصق الموجود بين الإطار والطريق. 6- تتوزع قوة الفرامل على العجلات الخارجية في المنعطفات.

تشخيص أعطال الفرامل

السبب / الأعراض	زيادة مشوار البدال	زيادة تدريجية لمشوار البدال	زيادة قوة التعامل مع البدال	زيادة في قوة الفرملة	القرامل بطيئة الاستجابة للتفعيل	القرامل بطيئة الاستجابة للتحرير	القرامل محملة	اختلاف الفرملة من جانب لاخر	اختلاف الفرملة من الامام والخلف	ضوضاء من القرامل	صوت صرير أثناء الفرملة	صوت صرير أثناء التوقف	القرامل تتذبذب	ضوضاء بنهاية القرامل	إضاءة لمبة تحذير القرامل الحمراء
تسريب في خط أو وصلة	×	××						×	×						××
تسريب من اسطوانة العجل	×	××		×				×							××
تسريب الاسطوانة الرئيسية	×	××													××
وجود هواء بالدائرة	××								×						×
تلوث سائل الفرامل					×	×	×								×
تسريب للتخلخل			××		×										
تآكل تام لبطانات الاحتكاك			×	×				×	×	×	×	×		×	
تآكل غير منتظم للبطانات	×			×				×	×	×	×	××		×	×
صقل بطانات الاحتكاك			××		×			×	×		×	×			
بطانة غير مناسبة			×	×				×	×			×		×	
بطانة ملوثة				××				××	××	×	×	×		×	
تلف البطانة			×	××				×	×	×	×	×		×	
غبار كثير من البطانة			×	××				××	××		×	××		×	
تلف الدارة أو القرص				×				×	×		×	×	××	×	
عدم استدارة الدارة												×	××		
اختلاف سمك القرص													××		
تلف ضابط الخلوص الذاتي	×						×	×	×						×
اختلاف أقطار اسطوانة العجل			×	×				×	×						
ضعف ياي إرجاع الأحذية				×		×	××	×	×	××	×	××			
شحم قليل بلوح التثبيت						×	×	×	×	××	××				
انسداد أنبوب أو مكبس تالف		×	×		×	×	×	×	×						
تلف صمام المعايرة	×		×	×	×	×	×		×						×
اعوجاج وصلات البدال			×		×	××	××								
عدم ضبط فرامل التثبيت							×								
زويا عجل أمامي غير سليمة								××							
نفخ إطارات غير سليم								×	×						
عدم ضبط رمان بلي العجل	×									×			×		
عدم اتزان العجلات													××		
تحميل قدم السائق على البدال	×	×	×				×		×					×	
عدم ضبط ذراع دفع المؤازر	×					×	××								
التصاق مكبس العجل			×			×	×	×	×						
تلف صمام تناسب			×		×	×	×								
عدم ضبط مفتاح اللمبة الخلفية			×			×	××								

×× - احتمال أكبر للسبب ×- احتمال السبب

ثانيا : الدراسات السابقة:

الدراسات السودانية :

1.دراسة : أبوبكر الصديق الفاضل و أخرون 2005م

بحث تكميلي لنيل درجة الدبلوم التقني في الهندسة الميكانيكية – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا كلية التكنولوجيا والتنمية البشرية - قسم العلوم الهندسية – شعبة السيارات .

بعنوان : تصميم جهاز كبح لتأمين السلامة في السيارة .

منهج الدراسة : المنهج الوصفي .

أهم النتائج: نوه الباحث لما يقدمه هذا الجهاز لسلامة العربة والسائق نفسه وهو الذي يقلل من الضرر الناجم عن حدوث الاصطدام والذي بدوره يزيد نسبة سلامة السائق والأجزاء الأمامية للعربة وهو الهدف المنشود من تصميم هذا الجهاز .

2. دراسة علي الباهي علي و أخرون 2008م

بحث لنيل درجة الدبلوم التقني في هندسة الميكانيكا _ جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا _ كلية التكنولوجيا _ قسم الميكانيكا .

بعنوان: الأنظمة الهوائية بالشاحنات .

منهج الدراسة : المنهج الوصفي .

أهم النتائج: استخلصوا فوائد كثيره جدا منها الاستفادة القصوى من هذا النظام الذي يساعد كثيرا في حل مشكلة الكبح في المركبات الثقيلة التي كانت تواجه المهندسين بالنسبة للسيارات الثقيلة والشاحنات التي تستخدم المقطورات و للاستفادة من هذا النظام في تقليل الزيت المستخدم وقلة الاسبيرات وسهولة التعامل مع الفرامل وبساطة تكوينها وهي تعد من الأنظمة الحديثة والجديدة في عالم السيارات .

3.دراسة : احمد إسماعيل الشيخ إدريس و أخرون 2009م

بحث تكميلي لنيل درجة الدبلوم _ جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا _ كلية التكنولوجيا _ قسم الدراسات الهندسية .

بعنوان : مجموعة الكبح بالسيارات .

منهج الدراسة : المنهج الوصفي .

أهم النتائج : خلصت الدراسة إلي أن نظام الفرامل يعتبر من اهم الأنظمة في السيارة علي الإطلاق فهو المسئول عن حركة السيارة أي حركة و توقف السيارة معتمده علي نظام الفرامل ، والاهم من ذلك أن سلامة وحياة ركاب السيارة تعتمد أولا علي الله ومن ثم علي التشغيل السليم لنظام الفرامل بالسيارة ، كما خلصت الدراسة إلي أن نظام الفرامل بكل أنواعه تطور كثيرا في الاونه الأخيرة من عصرنا الحالي وتمت إضافة الكثير من الأنظمة التي تعمل إلكترونيا عن طريق وحدة معالجة مركزية إلي أنظمة الفرامل

كما خلصت الدراسة إلي أن التطبيق النظري لنظام الفرامل والتطبيق العملي لها لا يوجد بينهما اختلافا كبيرا بل أن التطبيق العملي عند تطبيقه علي السيارات يتم الرجوع إلي المراجع والكتب . كما خلصت الدراسة إلي أن نظام الفرامل الهيدروليكية لا يمكن استخدامه في الشاحنات الكبيرة وذلك لان قوة الزيت لا تكفي لكبح الشاحنة الكبيرة وتوقفها ، وكما انه لا يمكن استخدام الفرامل الهوائية لفرامل للسيارات الصغيرة ويعزي ذلك لكبر حجم أجزاءها ولا تصلح لان تركب للسيارات الصغيرة .

4.دراسة : محمد حمد النيل يوسف النعيم و أخرون 2006م

بحث جزئي لاستيفاء درجة الدبلوم التقني في الهندسة الميكانيكية _ جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا _ كلية الهندسة _ قسم الهندسة الميكانيكية .

بعنوان : تطور نظام الكبح بالمركبات .

منهج الدراسة : المنهج الوصفي .

أهم النتائج : بعد الدراسة النظرية المستفيضة لمادة كبح المركبات والمواد ذات الصلة بها بالهندسة الميكانيكية والزيارات العلمية الميدانية لمواقع العمل المتخصصة تمت الاستفادة القصوى لمعرفة وعرض موضوع كبح المركبات في هذا البحث ولأهميتها ودورها الفعال في السيارة بشيء من التفصيل وتوضيح المكونات والأجزاء الرئيسية ومعرفة كاملة لأنواعها المختلفة وطريقة عملها .

5.دراسة عبد الهادي محمد عبد الرحمن و أخرون 2008م

بحث استيفائي جزئي لنيل درجة الدبلوم في الهندسة الميكانيكية _ جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا _ كلية التكنولوجيا _ قسم الدراسات الهندسية .

بعنوان : دراسة نظرية للتوجيه والكبح الهيدروليكي .

منهج الدراسة : المنهج الوصفي .

أهم النتائج : خلصت الدراسة إلي التعرف علي مدي تطور الأنظمة المختلفة وتوصل البحث إلي عيوب ومزايا كل نظام من الأنظمة المختلفة وتوصل البحث أيضا إلي النظام الأحدث في المكابح وهو نظام ألـABS ومميزاته عن الأنظمة الأخرى وكذلك النظام الأحدث أيضا في التوجيه وهو نظام التوجيه بالقوة المؤازرة ووصل البحث إلي أن يجب علي شركات السيارات استخدام الأنظمة الحديثة في الكبح والتوجيه كنظام ألـ ABS في الكبح ونظام التوجيه بالقوة المساعدة في التوجيه .

الدراسات العربية :

دراسة : المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني _ المملكة العربية السعودية

بعنوان : تقنية الفرامل .

منهج الدراسة : المنهج الوصفي

أهم النتائج:

1. فرامل الهواء تستخدم في الشاحنات لتميزها عن الفرامل الهيدروليكية بالقوة العالية للتمكن من إيقاف السيارة الثقيلة وكذلك الراحة للسائق من ناحية الاستخدام .

2. السيارة الثقيلة والشاحنات تستخدم نظام فرامل لا احتكاكية تعرف بالمبطئاتوتعمل المبطئات علي خفض سرعة السيارة قبل استخدام الفرامل الاحتكاكية . وبذلك تقلل من ارتفاع درجة حرارة أجزاء فرامل العجل ، وتعطيل العمر التشغيلي لها .

3. تم تحسين أداء الفرامل ، عن طريق استخدام أنظمة مثل توزيع قوة الفرامل إلكترونيا علي العجلات ، فحسب مقدار الحمل ومقدار التلاصق بين الإطار والطريق يتم توزيع قوة الفرامل للاستفادة من التلاصق الموجود للحصول علي الفرملة المثالية ، معالمحافظة علي اتزان السيارة .

4. استخدام فرامل المساعدة ، يعمل علي مساعدة السائق في حالة الفرملة القصوى بغرض تقليل مسافة التوقف ، بحيث تزيد قوة الفرملة في حالة الضغط القوي والسريع علي بدال الفرامل وذلك عن طريق زيادة ضغط سائل الفرامل بالدائرة .

5. استخدام الفرملة عن طريق الكبل ، سيؤدي إلي التخلص من الدائرة الهيدروليكية ، والوصلات الميكانيكية ،ويزيد من فعالية الفرامل وسرعة استجابتها .

الدراسات الأجنبية :

2.دراسة أندرس 2003

بريكفيست، أندرسون (2003) أطروحة مستقلة متقدمة المستوى ،(درجة البروفسير) ، الاعتماد 20 ، 30 أطروحة طالب .

بعنوان: إنخفاض مسافة التوقف: تطوير الكابح في حالات الطوارئ الناتجة من النظام الكهربائي لمساعد الفرامل الهايدرولية عند إنخفاض مسافة التوقف.

منهج الدراسة : المنهج الوصفي.

أهم النتائج:

في السنوات الأخير للأنظمة المختلفة التقليدية الميكانيكية / أو الهيدروليكية تم إستبدال أو تكلمت النظم مع وحدات التحكم لتصبح أكثر أو اقل تقدماً في ما يسمى بنظم الميكاترونيك. والآن حان الوقت لنظام الميكاترونيك ليكون بديلاً لنظام الفرامل الهيدروليكية ويعتبر الخطو الأولى في التطور نحو المحرك حسب نظام الاسلاك الكهربائية للفرامكل الهيدرولكية (EHB). هذا النظام لا وجد لديه وصلات ميكانيكية أو هيدروليكية بين دواسة الفرامل ، بل لديه نظام استشعار و تحكم إلكتروني بدل من ذلك للسيطرة على ضغط المكباح. وتضيف هذه الميزة ابعاد أخرى لإمكانية السيطرة على نظام فرامل السيارة وتمكن إضافة مجموعة واسعة من وظائف الراحة و السلامة الجديدة. وكانت الطريقة التقليدية في العمل عل الحد من مسافة التوقف لتقليل مسافة الكبح الفعلية من خلال قوة التباطؤ عندما يضغط السائق على الفرامل

. ومع ذلك فأدخال أنظمة تحكم أكثر تقدماً غفد أصبح من الممكن السيطرة على المشكة من زاوية مختلفة . وكانت وسائل هذه الإطروحة إيجاد طرق لتقلل وقت رد فعل السائق وزمن الاستجابة لنظام الفرامل. هنالك عدة أمتار لقطع مسافة التوقف عندما تكون سرعة السيارة 100كلم/ ساعة تستقرق 28 متر في الثانية الواحدة . مع مساعد الفرامل و نظام الكابح في الدراسات السابقة جميعها مع الإختبارات الإضافية وإختبارات الفرامل الفجائية وظائف اضافية لنظام EHB تساعد في تطويره. وتحدد نوايا السائق من خلال مراقبة استخدام الدواسات. إذا تم تحديد حالة الكابح في حالات الطوارئ فهي وظيف تساعد السائق على جعل عملية التوقف قصيرة بقدر الإمكان.

الاستفادة من نتائج الدراسات السابقة :

1. استفاد الباحث من الدراسات السابقة أن فرامل الهيدروليك (فرامل الزيت) لا تصلح للشاحنات الكبيرة ، وأن فرامل الزيت تصلح للسيارات الصغيرة فقط .
2. قللت الأنظمة الحديثة من الحوادث وأدت إلي سلامة السائق .

الفصل الثالث

منهج البحث والإجراءات التطبيقية

1-3 تمهيد

تناول الباحث في هذا الفصل وصفاً للطريقة والإجراءات التي اتبعها في تنفيذ هذه الدراسة، ويشمل ذلك وصفاً لمجتمع الدراسة وعينته، وطريقة إعداد أداتها، والإجراءات التي اتخذت للتأكد من صدقها وثباتها، والطريقة التي اتبعت لتطبيقها، والمعالجات الإحصائية التي تم بموجبها تحليل البيانات واستخراج النتائج ، كما يشمل البحث تحديداً ووصفاً لمنهج الدراسة.

2-3 مجتمع الدراسة:

يقصد بمجتمع الدراسة المجموعة الكلية من العناصر التي يسعى الباحث أن يعمم عليها النتائج ذات العلاقة بالمشكلة المدروسة، حيث يتكون مجتمع الدراسة الأصلي من طلاب جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

3-3 عينة الدراسة:

أما عينة الدراسة فقد تم اختيارها بطريقة عشوائية من مجتمع الدراسة، حيث قام الباحث بتوزيع عدد (50) استمارة استبيان على المبحوثين المستهدفين علي بعض طلاب قسم التقنية الميكانيكية بكلية التربية بجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ، واستجاب (50) فرداً أي ما نسبته (100%) من المستهدفين، حيث أعادوا الاستبيانات بعد ملئها بكل المعلومات المطلوبة.

4-3 أدوات البحث:

استخدم الباحث استبيان لقياس الفرامل ودور الأنظمة الحديثة في تحسين أداء الفرامل .

5-3 صياغة عبارات المقياس:

لإعداد هذا المقياس اتبع الباحث الخطوات الأتية:

1. الاطلاع علي الدراسات والكتابات النظرية الخاصة (بموضوع البحث).
2. الاطلاع علي بعض مقاييس(موضوع البحث).
3. الاستعانة ببعض فقرات هذه المقاييس وصياغة بنودها بحيث تكون سهلة يستطيع المفحوص فهمها بصورة صحيحة بدون غموض .

6-3 خطوات بناء المقياس

وصف المقياس في صورته الأولية:

يتكون المقياس من أربعة فرضيات للدراسة وكل فرضية تحتوي علي (5) عبارات (أسئلة)، وللإجابة علي أسئلة المقياس يوجد أمام كل عبارة (5) إجابات متدرجة علي حسب طريقة ليكرت (أوافق بشدة،

أوافق ،محايد، لا أوافق ، لا أوافق بشدة) وتقدر درجاتها (5-4-3-2-1) للعبارات الموجبة،(1-2-3-4-5) للعبارات السالبة وعليه تكون الدرجة العظمي للمقياس (75) درجةوالدرجة الدنيا للمقياس (15) درجة وتشير الدرجة العظمي للاتجاه الإيجابي والدرجة الدنيا للاتجاه السلبي.

3-7 الصدق الظاهري:

للتحقق من الصدق الظاهري للمقياس قام الباحث بعرض المقياس علي عدد منالمحكمين، واستنادا علي راي المحكمين فقد قام الباحثبتطبيق المقياس بعد إجراء التعديلات اللازمة علي بعض العبارات.

3-8 إجراءات البحث التطبيقية:

اتبع الباحث الخطوات التالية في تنفيذ إجراءات الدراسة الميدانية:

أولا: قام الباحث بتحديد المشكلة التي يسعي البحث لتنفيذ الخطوات المناسبة لها.

ثانيا: جمع المعلومات ذات الصلة بموضوع البحث، كما تم جمع الدراسات السابقة والبحوث المتعلقة بموضوع البحث، مما توفر من دراسات عربية وأجنبية.

ثالثا: اختيار أدوات البحث وتنفيذها والتأكد من صلاحيتها للاستخدام في البيئة السودانية وملاءمتها لعينة البحث.

رابعا: حدد الباحث مجتمع العينة الممثلة له.

خامسا: تم تفريغ الأدوات وتجميعها وتحويل تلك الاستجابات إلي أرقام كمية لأجراء التحليل الإحصائي عليها.

سادسا: قام الباحث بإجراء التحليلات الإحصائية اللازمة علي تلك البيانات، وذلك لاختبار فروض البحث، وتقديم النتائج واقتراح التوصيات في ضوء النتائج التي سيتخرج بها البحث.

3-9 الأساليب الإحصائية :

تم استخدم حزمة البرامج الإحصائية SPSSوكانت التحليلات كالاتي:

- الإحصاءات الوصفية من المتوسط الحسابي والوسيط والانحراف المعياري والتباين.
- اختبار (ت) لعينتين مستقلتين وذلك لمعرفة الدلالة الإحصائية للفرق بين متوسطات درجات أفراد العينة للمتغيرات المختلفة.
- اختبار(ف) لأكثر من عينتين وذلك لمعرفة الدلالة الإحصائية للفرق بين عدة متوسطات درجات أفراد العينة للمتغيرات المختلفة (جدول تحليل التباين).
- اختبار (مربع كاي) للاستقلالية واختبار جودة المطابقة.
- معامل ارتباط بيرسون العزمي.

الفصل الرابع

نتائج البحث ومناقشتها

1-4 المقدمة:

سوف يقوم الباحث بعرض النتائج في ضوء الفروض التي قامت عليها الدراسة للإجابة علي الأسئلة التي تحاول الدراسة الإجابة عليها.

1-1-4 الفرضية الأولى:

نصت الفرضية الأولى من فرضيات الدراسة على الآتي:من أسباب الحوادث استخدام الفرامل التقليدية في السيارة.

هدفت هذه الفرضية إلى بيان أن من أسباب الحوادث استخدام الفرامل التقليدية في السيارة لأفراد عينة الدراسة (المبحوثين)،وللتحقق من صحة هذه الفرضية ، تم إستصغاء عينة الدراسة لمعرفة آرائهم حول عدد من المتغيرات الموضحة في الجدول رقم (4-1-1) وذلك بالإجابة على العبارات المتعلقة بهذه الفرضية وتم حساب المتوسطات الحسابية الموزونة (قوة الإجابة) والانحرافات المعيارية لإجابات أفراد عينة الدراسة على كل عبارة عن عبارات الفرضية وكانت النتائج كما في الجدول (4-1-1)

جدول (4-1-1)

إجابات أفراد العينة علي الفرضية الأولي

م	العبارة	مستوي الموافقة - التكرار والنسبة %				
		أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة
1	نقص الزيت في منظومه الفرامل يقلل من كفاءة عملها	34 %68	14 %28	1 %2	1 %2	-
2	دخول هواء دائرة الفرامل يقلل من ضغط الزيت في المنظومة	20 %40	18 %36	8 %16	4 %8	-
3	تأكل بطانات الاحتكاك تقلل من قوه الكبح	24 %48	20 %40	4 %8	2 %4	-
4	انتهاء صلاحيه زيت الفرامل يجعل الفرامل لا تعمل بشكل جيد	25 %50	17 %34	6 %12	2 %4	-
5	تلف المؤازر يؤدي إلي ضعف قوة الفرامل	20 %40	16 %32	10 %20	4 %8	-

جدول (4-1-1-1)

نتائج اختيار الفرضية الأولى

ت	العبارة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قياس العبارة		قيمة مربع كائ	درجة الحرية	قيمة مربع كائ الاحتمالية	التفسير
				الوسيط	**الدرجة**				
1	نقص الزيت في منظومه الفرامل يقلل من كفاءة عملها	4.62	0.64	5	أوافق بشدة	58.320	3	0.00	دال إحصائياً
2	دخول هواء دائرة الفرامل يقلل من ضغط الزيت في المنظومة	4.08	0.94	4	أوافق	14.320	3	0.00	دال إحصائياً
3	تأكل بطانات الاحتكاك تقلل من قوه الكبح	4.32	0.79	4	أوافق	29.680	3	0.00	دال إحصائياً
4	انتهاء صلاحيه زيت الفرامل يجعل الفرامل لاتعمل بشكل جيد	4.16	1.13	4	أوافق	44.400	4	0.00	دال إحصائياً
5	تلف المؤازر يؤدي إلي ضعف قوة الفرامل	3.96	1.12	4	أوافق	24.000	4	0.00	دال إحصائياً

من الجدول (4-1-1) يتبين للباحث الآتي:

1- أن المتوسطات الحسابية لإجابات أفراد عينة الدراسة على عبارات الفرضية الأولى تراوحت بين (3.96–4.62) وهذه المتوسطات أغلبها قريبة جداً إلى الوزن (4) وهذا يعني أن غالبية أفراد عينة الدراسة مؤيدونلصحة الفرضية لعل السبب في ذلك يعود بأن أفراد العينة رجحوا أنمن سباب الحوادث استخدام الفرامل التقليدية في السيارة

2- كما تراوحت قيم الانحراف المعياري للإجابات على عبارات الفرضية بين (0.64–1.13) وهذه القيم تشير إلى التجانس الكبير في إجابات أفراد العينة على هذه الفقرات، أي أنهم متفقون بدرجة كبيرة جداً عليها.

3- إن النتائج في الجدول (4-1-1) تعني أن كل أفراد العينة متفقون على قبول الفرضية وإن كان هنالك فروق ذات دلالة إحصائية بين إجابات أفراد العينة يمكن تحديدها من خلال تطبيق اختيار مربع كآي لدلالة الفروق بين الإجابات على كل عبارة من عبارات الفرضية.

4- فالجدول المشار إليه أعلاه يشير إلى أن قيمة مربع كآيالاحتمالية (المعنوية) لدلالة الفروق بين إجابات المفحوصين المختلفة على الفرضية الأولى تتراوح مابين (0.00-0.03) وهذه القيم أقل من مستوى معنوية (0.05)، وذلك يشير إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الإجابات.

مما تقدم يرى الباحث أن غالبية أفراد عينة الدراسة باختلاف خصائصهم يرون أن من أسباب الحوادث استخدام الفرامل التقليدية في السيارة ،وهذا ما يؤكد صحة الفرضية.

ويري الباحثين ان الفرضية صحيحة اتفاقا مع افراد العينة .

4-1-2 الفرضية الثانية

نصت الفرضية الثانية من فرضيات الدراسة على الآتي:**يفقد السائق السيطرة علي السيارة لان قوة الكبح لا تكون متساوية في جميع عجلات السيارة.**

هدفت هذه الفرضية إلى بيان أن فقدان السائق السيطرة علي السيارة لان قوة الكبح لاتكون متساوية في جميع عجلات السيارة بين لأفراد عينة الدراسة (المبحوثين)،وللتحقق من صحة هذه الفرضية ،تم إستصغاء عينة الدراسة لمعرفة آرائهم حول عدد من المتغيرات الموضحة في الجدول رقم (4-1-2) وذلك بالإجابة على العبارات المتعلقة بهذه الفرضية وتم حساب المتوسطات الحسابية الموزونة (قوة الإجابة) والانحرافات المعيارية لإجابات أفراد عينة الدراسة على كل عبارة عن عبارات الفرضية وكانت النتائج كما في الجدول (4-1-2)

جدول (4-1-2)

إجابات أفراد العينة علي الفرضية الثانية

ت	العبارة	مستوي الموافقة - التكرار والنسبة %				
		أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشده
1	تلف قرص الفرامل يقلل من قوة الكبح في الفرامل بالنسبة للعجل الواحد	16 %32	16 %32	12 %24	5 %10	1 %2

2	اختلاف سمك أقراص الفرامل يضعف قوة الكبح في العجلات	13 %26	23 %46	6 %12	7 %14	1 %2
3	انسداد احد أنابيب الزيت المؤدية إلي العجل يقلل من قوة الكبح في العجل	25 %50	19 %38	4 %8	2 %4	-
4	اختلاف زمن وصول الزيت إلي العجلات	10 %20	14 %28	14 %28	12 %24	-
5	نعومة اسطح الإطارات تؤثر في حركه السيارة أثناء الكبح	26 %52	15 %30	6 %12	2 %4	1 %2

جدول (4-1-2-2)

نتائج اختيار الفرضية الثانية

م	العبارة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قياس العبارة		قيمة مربع كآي	درجة الحرية	قيمة مربع كآي الاحتمالية	التفسير
				الوزن	الدرجة				
1	تلف قرص الفرامل يقلل من قوة الكبح في الفرامل بالنسبة للعجل الواحد	3.82	1.06	4	أوافق	18200	4	0.00	دال إحصائياً
2	اختلاف سمك أقراص الفرامل يضعف قوة الكبح في العجلات	3.80	1.05	4	أوافق	28400	4	0.00	دال إحصائياً
3	انسداد احد أنابيب الزيت المؤدية إلي العجل يقلل من قوة الكبح في العجل	4.38	0.78	5	أوافق بشدة	34000	3	0.00	دال إحصائياً
4	اختلاف زمن وصول الزيت إلي العجلات	3.42	1.11	3	محايد	11400	4	0.02	دال إحصائياً
5	نعومة اسطح الإطارات تؤثر في حركه السيارة أثناء الكبح	4.24	1.00	5	أوافق بشدة	43600	4	0.00	دال إحصائياً

من الجدول (4-1-2) يتبين للباحث الآتي:

1/ أن المتوسطات الحسابية لإجابات أفراد عينة الدراسة على عبارات الفرضية الثانية تراوحت بين (3.42 -4.38) وهذه المتوسطات أغلبها قريبة جداً إلى الوزن (4) وهذا يعني أن غالبية أفراد عينة الدراسة مؤيدونعلي أنفقدان السائق السيطرة علي السيارة لان قوة الكبح لا تكون متساوية في جميع عجلات السيارة.

2/ كما تراوحت قيم الانحراف المعياري على عبارات الفرضية بين (0.78 - 1.11) وهذه القيم تشير إلى التجانس الكبير في إجابات إفراد العينة على هذه الفقرات، أي أنهم متفقون بدرجة كبيرة عليها.

3/ ان النتائج في الجدول (4-1-2) تشير إلى وجود فروقاً ذات دلالة إحصائية بين إجابات أفراد العينة إجراء اختبار مربع كأي لدلالة الفروق بين الإجابات على كل عبارة من عبارات الفرضية.

4/ كانت نتائج الاختبار أن قيمة مربع كآيالاحتمالية إجابات المفحوصين المختلفة على عبارات الفرضية الثانية كانت (0.00) وهذه القيمأقل من مستوى معنوية (0.05). واعتمادا على ذلك فان تأكد عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الإجابات.

مما تقدم يرى الباحث أن غالبية أفراد عينة الدراسة باختلاف خصائصهم يرون أن فقدان السائق السيطرة علي السيارة لان قوة الكبح لا تكون متساوية في جميع عجلات السيارة وهذا ما يؤكد صحة الفرضية.

ويري الباحثين أن الفرضية صحيحة ومتفق عليها من جانب أفراد العينة أيضا .

4-1-3 الفرضية الثالثة:

نصت الفرضية الثالثة من فرضيات الدراسة على الآتي: الوزن القابع علي كل عجل يؤثر علي السيارة ويجعلها تخرج عن مسارها.

هدفت الفرضية إلي بيان أن الوزن القابع علي كل عجل يؤثر علي السيارة ويجعلها تخرج عن مسارها لأفراد عينة الدراسة (المبحوثين)، ولتحقيق هذا الهدف سعت الدراسة إلى معرفة آراء عينة الدراسة حول العديد من العبارات المتعلقة بالفرضية وحساب المتوسطات الحسابية الموزونة (قوة الإجابة) والانحرافات المعيارية لإجابات أفراد عينة الدراسة على كل عبارة من عبارات الفرضية وكانت النتائج على النحو الموضح في الجدول (4-1-3)

جدول (4-1-3)

إجابات أفراد العينة علي الفرضية الثالثة

ت	العبارة	مستوي الموافقة - التكرار والنسبة %				
		أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا موافق بشدة
1	يؤثر الوزن القابع علي كل عجل في حركه السيارة أثناء عملية الكبح	16 %32	22 %44	5 %10	6 %12	1 %2

2	تركيز الحمولة غلي جانب واحد في السيارة يجعلها تخرج عن مسارها أثناء عملية الكبح	25 %50	11 %22	6 %12	7 %14	1 %2
3	تؤثر الحمولة الزائدة عن الحمولة الإفتراضية في السيارة ، وذلك بجعلها تخرج عن المسار أثناء عملية الكبح	15 %30	19 %38	7 %14	6 %12	3 %6
4	ضغط الهواء داخل الإطارات يؤثر علي السيارة أثناء عملية الكبح	17 %34	21 %42	5 %10	5 %10	2 %4
5	حجم الإطارات يؤثر علي السيارة ويجعلها تخرج عن مسارها أثناء عملية الكبح	15 %30	10 %20	12 %24	8 %16	5 %10

جدول (4-1-3-3)

نتائج اختبار الفرضية الثالثة

م	العبارة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قياس العبارة		قيمة مربع كائ	درجة الحرية	قيمة مربع كآي الاحتمالية	التفسير
				الوزن	الدرجة				
1	يؤثر الوزن القابع علي كل عجل في حركه السيارة أثناء عملية الكبح	4.00	0.90	3	محايد	15600	3	0.00	دال إحصائياً
2	تركيز الحمولة غلي جانب واحد في السيارة يجعلها تخرج عن مسارها أثناء عملية الكبح	4.04	1.17	4	أوافق	33200	4	0.00	دال إحصائياً
3	تؤثر الحمولة الزائدة عن الحمولة الافتراضية في السيارة ، وذلك بجعلها تخرج عن المسار أثناء عملية الكبح	3.74	1.12	4	أوافق	18000	4	0.00	دال إحصائياً

4	ضغط الهواء داخل الإطارات يؤثر علي السيارة أثناء عملية الكبح	3.92	1.10	4	أوافق	28400	4	0.00	دال إحصائياً
5	حجم الإطارات يؤثر علي السيارة ويجعلها تخرج عن مسارها أثناء عملية الكبح	3.44	1.34	4	أوافق	5800	4	0.21	ليست دال إحصائياً

من الجدول **(4-1-3)** يتبين للباحث الآتي:

1/ أن المتوسطات الحسابية لإجابات أفراد عينة الدراسة على عبارات الفرضية تراوحت بين (3.44-4.04) وهذه المتوسطات اغلبها قريب جدا إلى الوزن (4) وهذا يعني ان غالبية أفراد عينة الدراسة مؤيدون على أن الوزن القابع علي كل عجل يؤثر علي السيارة ويجعلها تخرج عن مسارها.

2/ كما تراوحت قيم الانحراف المعياري على عبارات الفرضية (0.90- 1.34) وهذه القيم تشير إلى التجانس الكبير في إجابات أفراد العينة على هذه الفقرات، أي أنهم متفقون بدرجة كبيرة عليها.

3/ أن بعض النتائج في الجدول (4-1-3) تشير إلى أن هناك آراء مخالفة وان هنالك فروقا ذات دلالة إحصائية بين إجابات أفراد العينة الموافقين والمحايدين وغير الموافقين للنتائج السابقة لذلك قمنا بإجراء اختبار مربع كآي لدلالة الفروق بين الإجابات على عبارة من عبارات الفرضية.

4/ كانت نتائج الاختبار أن قيمة مربع كآيالاحتمالية لدلالة الفروق بين إجابات المفحوصين المختلفة على الفرضية تتراوح مابين (0.00 -0.21) وهذه القيم معظمها أقل من قيمة مستوى معنوية (0.05)،مما يشير إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (5%) بين الإجابات .

مما تقدم يلخص الباحث أن الوزن القابع علي كل عجل يؤثر علي السيارة ويجعلها تخرج عن مسارها.

وهو ما يؤكد صحة الفرضية .

قد اتفق الباحثين مع افراد العينة في صحة الفرضية .

4-1-4 الفرضية الرابعة:

نصت الفرضية الرابعة من فرضيات الدراسة على الآتي: نوع الطريق الذي تسير عليه السيارة يؤثر علي حركه السيارة أثناء عمليه الكبح في المنعطفات أو عند بدء الحركة أو التعجيل.

هدفت الفرضية إلي بيان أن نوع الطريق الذي تسير عليه السيارة يؤثر علي حركه السيارة أثناء عمليه الكبح في المنعطفات أو عند بدء الحركة أو التعجيللأفراد عينة الدراسة (المبحوثين)، ولتحقيق هذا الهدف سعت الدراسة إلى معرفة آراء عينة الدراسة حول العديد من العبارات المتعلقة بالفرضية وحساب

المتوسطات الحسابية الموزونة (قوة الإجابة) والانحرافات المعيارية لإجابات أفراد عينة الدراسة على كل عبارة من عبارات الفرضية وكانت النتائج على النحو الموضح في الجدول (4-1-4)

جدول (4-1-4)

إجابات أفراد العينة علي الفرضية الرابعة

ت	العبارة	مستوي الموافقة - التكرار والنسبة %				
		أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا موافق بشدة
1	وجود ماء علي الطريق يؤدي إلي انزلاق العجلات عند بدء حركتها	23 %46	13 %26	6 %12	4 %8	4 %8
2	وجود ماء علي الطريق يؤدي إلي انزلاق العجلات عند المنعطفات	24 %48	10 %20	7 %14	8 %16	1 %2
3	وجود ماء علي الطريق يؤدي إلي انزلاق العجلات عند التعجيل	17 %34	19 %38	8 %16	6 %12	-
4	وجود حصى علي الطريق يؤثر علي حركة السيارة عند بدء الحركة	24 %38	20 %40	3 %6	3 %6	-
5	وجود حصى علي الطريق يؤثر علي حركة السيارة أثناء الكبح في المنعطفات	19 %38	22 %44	6 %12	3 %6	-
6	وجود حصى علي الطريق يؤثر علي حركة السيارة عند التعجيل	15 %30	21 %42	11 %22	3 %6	-

جدول (4-4-1-4)

نتائج اختبار الفرضية الرابعة

م	العبارة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قياس العبارة		قيمة مربع كآي	درجة الحرية	قيمة مربع كآي الاحتمالية	التفسير
				الوزن	الدرجة				
1	وجود ماء علي الطريق يؤدي إلي انزلاق العجلات عند بدء حركتها	3.94	1.28	4	أوافق	26600	4	0.00	دال إحصائياً

2	وجود ماء علي الطريق يؤدي إلي انزلاق العجلات عند المنعطفات	3.96	1.12	4	أوافق	29000	4	0.00	دال إحصائياً
3	وجود ماء علي الطريق يؤدي إلي انزلاق العجلات عند التعجيل	3.94	0.99	4	أوافق	10000	3	0.02	دال إحصائياً
4	وجود حصى علي الطريق يؤثر علي حركة السيارة عند بدء الحركة	4.26	0.96	4	أوافق	49000	4	0.00	دال إحصائياً
5	وجود حصى علي الطريق يؤثر علي حركة السيارة أثناء الكبح في المنعطفات	4.14	0.86	4	أوافق	21200	3	0.00	دال إحصائياً
6	وجود حصى علي الطريق يؤثر علي حركة السيارة عند التعجيل	3.94	0.94	4	أوافق	29200	4	0.00	دال إحصائياً

من الجدول (4-1-4) يتبين للباحث الآتي:

1/ أن المتوسطات الحسابية لإجابات أفراد عينة الدراسة على عبارات الفرضية تراوحت بين (3.94-4.26) وهذه المتوسطات اغلبها قريب جدا إلى الوزن (4) وهذا يعني أن غالبية أفراد عينة الدراسة مؤيدون على أن نوع الطريق الذي تسير عليه السيارة يؤثر علي حركه السيارة أثناء عمليه الكبح في المنعطفات أو عند بدء الحركة أو التعجيل.

2/ كما تراوحت قيم الانحراف المعياري على عبارات الفرضية (0.86- 1.28) وهذه القيم تشير إلى التجانس الكبير في إجابات أفراد العينة على هذه الفقرات. أي أنهم متفقون بدرجة كبيرة عليها.

3/ أن بعض النتائج في الجدول(4-1-4) تشير إلى أن هناك آراء مخالفة وان هنالك فروقا ذات دلالة إحصائية بين إجابات أفراد العينة الموافقين والمحايدين وغير الموافقين للنتائج السابقة لذلك قمنا بإجراء اختبار مربع كآي لدلالة الفروق بين الإجابات على كل عبارة من عبارات الفرضية.

4/ كانت نتائج الاختبار أن قيمة مربع كآيالاحتمالية لدلالة الفروق بين إجابات المفحوصين المختلفة على الفرضية تتراوح مابين (0.00 -0.02) وهذه القيم اكبر من قيمة مستوى معنوية (0.05)،مما يشير إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين الإجابات .

مما تقدم يلخص الباحث أننوع الطريق الذي تسير عليه السيارة يؤثر علي حركه السيارة أثناء عمليه الكبح في المنعطفات أو عند بدء الحركة أو التعجيل وهو ما يؤكد صحة الفرضية.

وقد اتفق مع افراد العينة في أن نوع الطريق الذي تسير عليه السيارة يوثر علي حركة السيارة اثناء الكبح في المنعطفات وعند بدء الحركة وعند التعجيل أيضا .

الفصل الخامس

1-5 التوصيات:

من خلال دراسة الباحثين للفرامل ودور الأنظمة الحديثة في تحسين أداء الفرامل ، يوصي بالاتي:

1- الصيانة الدورية لمنظومة الفرامل كل 6 شهور أو اكثر علي حسب استخدام السيارة .

2- استخدام الأنظمة الحديثة لتحسين أداء الفرامل .

3- عدم استخدام الفرامل بعنف وتكرارها بدون سبب .

4- عدم الخوض في برك المياه والفرامل ساخنة .

5- استخدام قطع الغيار الأصلية أو القطع ذات الجودة العالية .

6- عدم إهمال الفرامل عند حدوث عطل فيها .

7- مراقبة زيت الفرامل بشكل مستمر .

8- تجنب الطرق المزدحمة وأيضا الحفر والمطبات بكثرة فهي تؤدي إلى استعمال واستهلاك كبير للفرامل .

9- إعادة تأهيل ورش الصيانة الخاصة بالفرامل الحديثة في السودان .

10- استخدام النظم الحديثة في الفرامل للسيارات التي يتم تجميعها في شركة جياد الصناعية .

المراجع:

1- القران الكريم ، سورة النور ، الأية 35

2- محمد قاسم 2004م ، إصلاح السيارات ، الكشف والصيانة والخدمة ، الجزء الثاني .

3. محمد عبدالرضي الشهري 2005م ، أسس الصيانة الميكانيكية ، الطبعة الاولى ، دار الصفا للنشر والتوزيع ، عمان .

4. منتدي العلوم والتكنولوجيا **www.forum.univbiskra.nen**

5. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Harcourt Brace College Publishers, 2nd Edition.
6. Birch, Thomas W., "Automotive Braking Systems", Delmar Publishers, 3rd Edition, 1990.
7. BOSCH, "Automotive Handbook", Robert Bosch GmbH, 3rd edition, 1993.
8. BOSCH, "Brake Systems", Technical Instruction, Robert Bosch GmbH, 1995.
9. Chart, Check, "Automotive Brake Systems, Harper & Row, Publishers, NY.
10. Duffy, James E., "Modern Automotive Technology", The Goodheart-Wilcox Company, Inc. , 2000.
11. Eichhorn, Lane- Owen, Clifton, "Automotive Brake Systems", Today's Technician Series, Delmar, 2001.
12. Erjavec, Jack- Scharff, Robert, "Automotive Technology", Delmar Pub. 1996.
13. Halderman, James D., "Automobile Brake Systems", Prentice Hall, 2000.
14. Heisler, Heinz, "Advanced Vehicle Technology", Edward Arnold, 1989.
15. Hillier, V.A.W., "Fundamentals of Motor Vehicle Technology", Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 4th edition, 1991.
16. Johanson, Chris- Stockel, Martin, "Auto Brakes Technology", The Goodheart-Willcox Company, Inc., 2000.

17. Lahue, Kalton C., “Automotive Brakes and Antilock Braking Systems”, West Publishing Company, 1995.
18. Remling, John, “Brakes”, John Wiley & Sons, New York.
19. Stockel, M. W.; Stockel, M.T.; and Johanson, C., “Auto Service and Repair”, The Goodheart-Willcox Company, Inc., 1991.
20. Thiessen, Frank J., “Automotive Braking Systems”, A Reston Book.
21. Thiessen, Frank; Dales, Davies, “ Automotive Steering, Suspension, and Braking Systems”, Reston Publishing Company, Inc.
22. TOYOTA, “Brake System”, Toyota Motor Corporation, 1999.
23. TOYOTA, “PDS & Periodic Maintenance”, Toyota Motor Corporation, 2000.
24. TOYOTA, “Fundamentals of Servicing”, Toyota Motor Corporation, 2000.
25. www.thecartech.com

الملاحق

ملحق رقم (1) أسماء المحكمين

الاسم	الدرجة الوظيفية	الجامعة
د. عبدالرحمن أحمد عبدالله	أستاذ مشارك	جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا _ كلية التربية
د. مصطفى محمد الزين	أستاذ مشارك	كلية أفريقيا الجامعية

ملحق رقم (2)

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كليه التربية

قسم التربيه التقنية ميكانيكا

السلام عليكم ورحمة الله تعالي وبركاته

الموضوع/ استمارة استبانة

يقوم الباحثون باعداد دراسة بعنوان(الفرامل ودور الانظمة الحديثة في تحسين اداء الفرامل).

وذلك للحصول علي بعض البيانات للأختبار فرضيات الدراسة ، نرجو من سيادتكم التكرم بالاجابه علي جميع الاسئله الوارده في هذه الاستبانه بوضوح وموضوعيه تضمن لكم سلامة البيانات التي تدون بها وان هذه الاستبانه لن تستخدم إلا لأغراض هذا البحث فقط .

الباحثون:

منذر محمد حسن خليل

صبري صديق علي محمد

محمد شرف احمد ابراهيم

نشكر لكم حسن تعاملكم