



## الفصل الأول

### نظام المكابح المانعة للانغلاق ABS

ما هو نظام ABS :

نظام ABS هو اختصار Antilock Brake System وهي تعني نظام المكابح المانعة للانغلاق. ويعتبر نظام المكابح المانعة للانغلاق أهم تطور حصل في تكنولوجيا السيارات ، حيث كانت شركة بوش الرائدة في هذا المجال هي أول شركة أنتجت نظام ABS وذلك في عام ١٩٧٢م ولقد تم تصميم المكابح المانعة للانغلاق لتنفيذ عملية تقنية الفرملة بشكل أوتوماتيكي دون تدخل من قائد المركبة وذلك من خلال منظومة تحكم إلكترونيك حيث تعمل وحدة تحكم إلكترونية بالتحكم في تنشيط أو عدم تنشيط منظومة التحكم الهيدروليكي وذلك من خلال التحكم في صمامات لولبية بناء على الإشارة المرسله من عدد من الحساسات والمفاتيح ، حيث تعمل حساسات سرعة العجل على تحديد سرعة وتباطؤ العجلات وترسل هذه الإشارات إلى وحدة التحكم الإلكترونية فإن كان تباطؤ العجلات بشكل حاد أي على وشك الانغلاق فإن وحدة التحكم تصدر تعليمات للمجموعة الهيدروليكية لتخفيف ضغط المكابح عن تلك الإطارات لمنع حدوث عملية الانغلاق . وعندما يستمر قائد المركبة في الضغط على دواسة الفرامل يرتفع الضغط مرة أخرى ، وتتكرر هذه العملية مرات عديدة حتى تتوقف المركبة تماماً حيث يستطيع نظام ABS إنجاز ما يقارب ٤٥ عملية إيقاعية (تقطيعية) فتح وقفل في الثانية الواحدة عند الحاجة لذلك . وبهذه الطريقة وهذا التواتر المنتظم لقفل وفتح العجل عند استخدام الفرامل يقلل من استخدام الفرامل من السائق والسيطرة على المركبة عند الضغط على الفرامل بقوة حيث يحدث الانغلاق بسبب التغير المفاجئ والسريع لحركة المركبة عندما تبدأ الإطارات بالتوقف عن الحركة وذلك بسبب الضغط المفاجئ للمكابح عليها حيث إن زيادة الضغط على دواسة المكابح ينتج تباطؤاً شديداً مفاجئاً يؤدي إلى توقف الإطارات عن الدوران مع بقاء المركبة متحركة حيث تفقد الإطارات ل تماسكها مع سطح الطريق مما يؤدي ذلك إلى انزلاقها بدلاً من توقفها ، فيفقد قائد المركبة سيطرته على اتجاه المركبة لتساوي الاتجاهات بالنسبة للإطار المتوقف عن الحركة وهذا ما يعمل نظام ABS على الحد منه أو تقليله ، ومن مميزات هذا النظام أنه يجعل سائق المركبة لا يفقد السيطرة على التوجيه في حالة الفرملة الكاملة بقوة، وإعطائه بذلك القدرة على التفاذي أو الانعطاف عن ما يمكن الاصطدام به من كتل أو مركبات أخرى أمامه ، وبذلك يمكنه تفادي الحوادث بإذن الله.



### عزيزي المدرب:

تعاون مع زملائك ومدربيك في مجال التدريب أو العمل فضي  
التعاون النجاح والتوفيق بإذن الله تعالى .



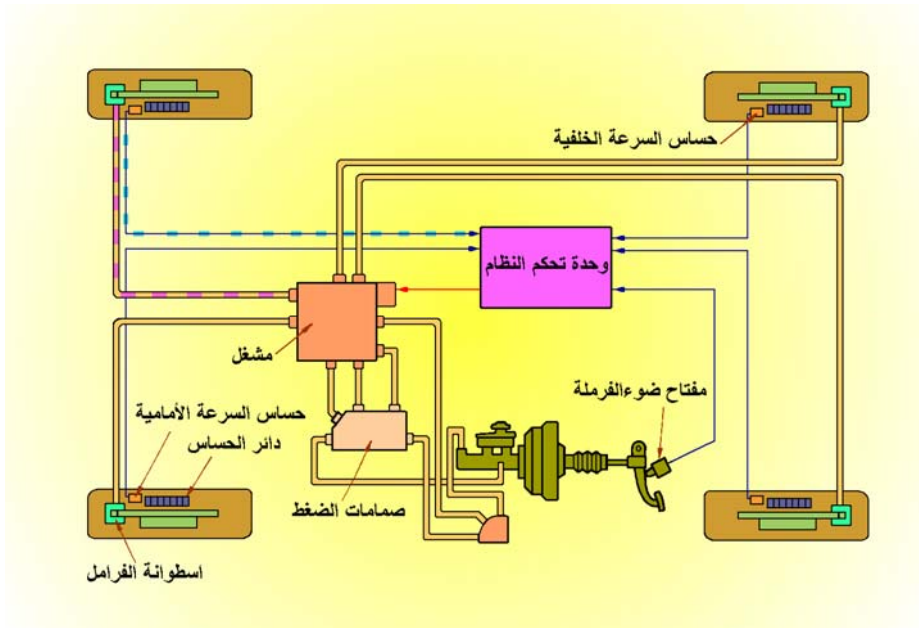
النظرية الأساسية لطريقة العمل :

من الثوابت العلمية أن الغلق إذا حدث للعجلات الخلفية عند استعمال الفرامل فجأة يتسبب في عدم استقرار المركبة مما يؤدي إلى دورانها حول المحور الأمامي. بينما إذا حدث الغلق للعجلات الأمامية يتسبب في عدم التحكم في التوجيه. ونظام الفرامل المانع للغلق يتحكم في ضغط سائل الفرامل على الأسطوانات الفرعية عند الضغط على دواسة الفرامل في الحالات الفجائية بحيث لا يحدث غلق. وذلك يساعد في استقرار وتوجيه أفضل.

### ملحوظة

عند استعمال الفرامل ABS في الأوضاع الطبيعية فإن دواسة الفرامل تتذبذب مما يؤدي إلى اهتزاز جسم المركبة وعجلة القيادة. وعند استعمالك لسيارة بها نظام ABS اجعل في اعتبارك مايلي:

- أ/ حتى ولو أن في سيارتك نظام ABS فلا زالت المركبة بحاجة إلى مسافة للتوقف. ودائماً اجعل مسافة بينك وبين السيارة التي أمامك للأمان، (وهذه تسمى مسافة الإيقاف).
- ب/ تمهل دائماً في المنعطفات. نظام ABS لا يمنع الحوادث الناتجة عن السرعة .
- ج/ على الطريق الخشن أو الحصى أو الثلج ..... إلخ ، يحتاج نظام ABS إلى مسافة أطول للتوقف ولذلك يجب أن تأخذ كل ما ذكر في حساباتك وتقلل السرعة.



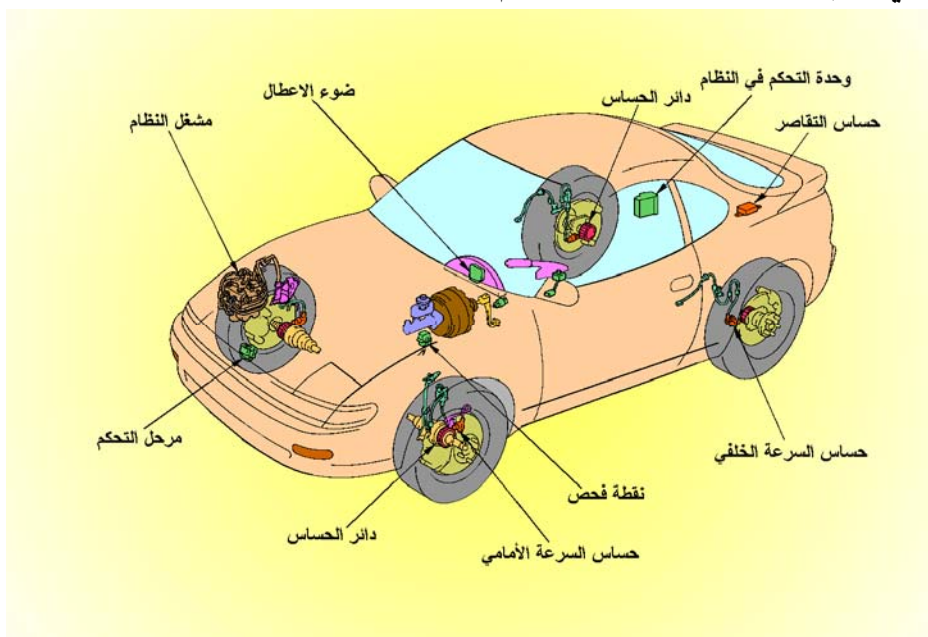
الشكل (٢ - ١) يبين مخطط نظام ABS

ملحوظة

إذا كان النظام لا يشتمل على نظام ABS فإن مشغل نظام الغلق يتحكم في الفرامل الخلفية اليمنى و اليسرى كل على حدة.

وظائف و أجزاء نظام الفرامل ABS:

الشكل التالي رقم (٢ - ٢) يبين أجزاء نظام ABS



الشكل (٢ - ٢) يبين مكونات النظام ABS



### عزيزي المدرب:

التزم بالمحافظة على الهدوء والنظام في مكان العمل .



وفيما يلي شرح للأجزاء بشكل تفصيلي:

#### ١/ وحدة التحكم في نظام ABS

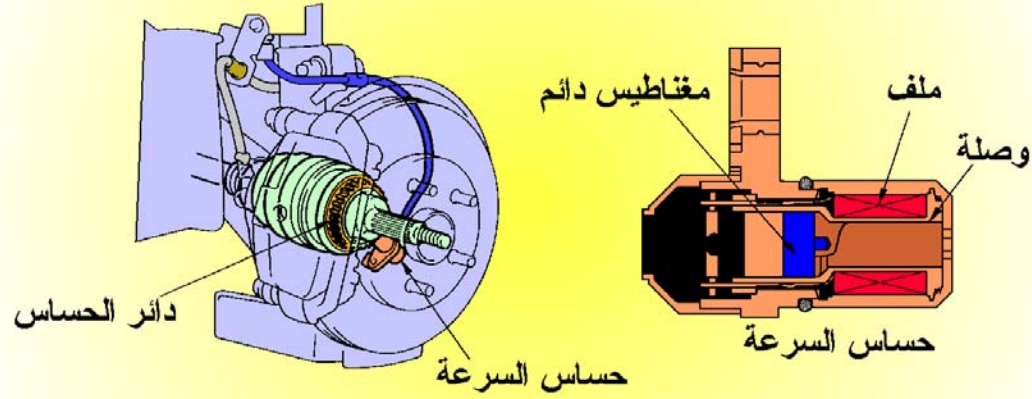
تعمل وحدة التحكم، على حساب التعجيل والتقصير وقيمة الزحف وترسل إشارة تحكم إلى مشغل ABS للتحكم في ضغط السائل اعتمادا على إشارة سرعة العجلة من كل حساس.

#### ٢/ مصباح التحذير ABS

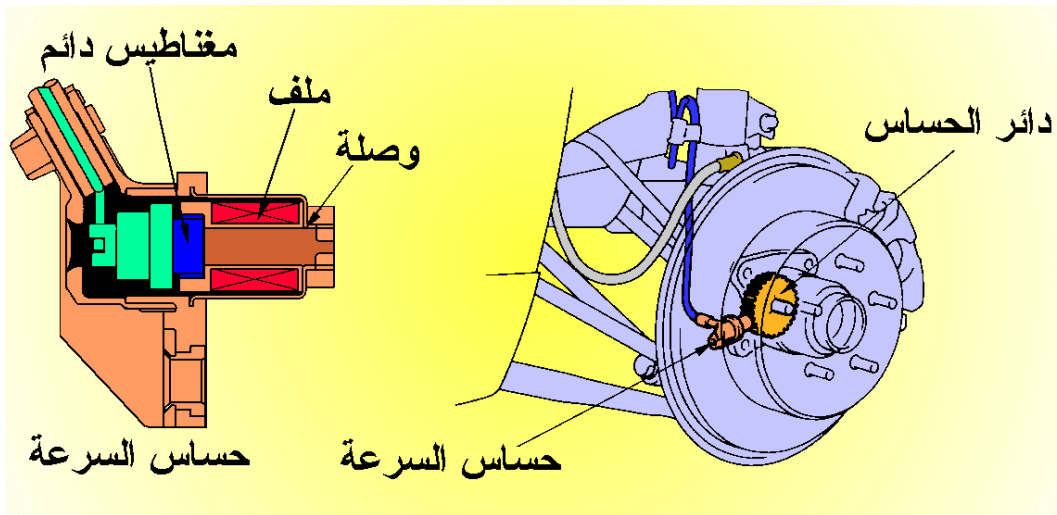
يعمل مصباح التحذير على تنبيه السائق عندما يضيء في حالة حدوث مشكلة في نظام ABS

#### ٣/ حساسات السرعة الأمامية والخلفية .:

يعمل كل من حساس السرعة الأمامي على تحسس سرعة العجلة الأمامية اليمنى و اليسرى وأما حساس السرعة الخلفية فإنه يتحسس سرعة العجلة الخلفية اليمنى و اليسرى. والشكلان رقم (٢- ٣) و(٢- ٤) يبينان مكونات حساسات السرعة. حيث تتكون حساسات السرعة الأمامية و الخلفية من مغناطيس دائم وملف وقلب حديدي. وحساسات السرعة الأمامية مثبتة على أحد أجزاء التوجيه و حساس السرعة الخلفية مركب على حامل المحور الخلفي. والجزء الدوار المسنن مثبت على الهوبات الأمامية و الخلفية وتدور معها كجزء واحد. ولكل جزء دوار مسنن ٤٨ سنة . فعندما تدور المحاور تدور معها المسننات فتقطع المجال المغناطيسي فيتولد فرق جهد متغير AC في الملف . واعتمادا على عدد مرات القطع يرتفع و ينخفض الجهد المستتج في الملف . والتردد لهذا الجهد يتناسب مع سرعة الدوران للجزء الدوار ، وهذا يستخدم لكشف سرعة العجلة.



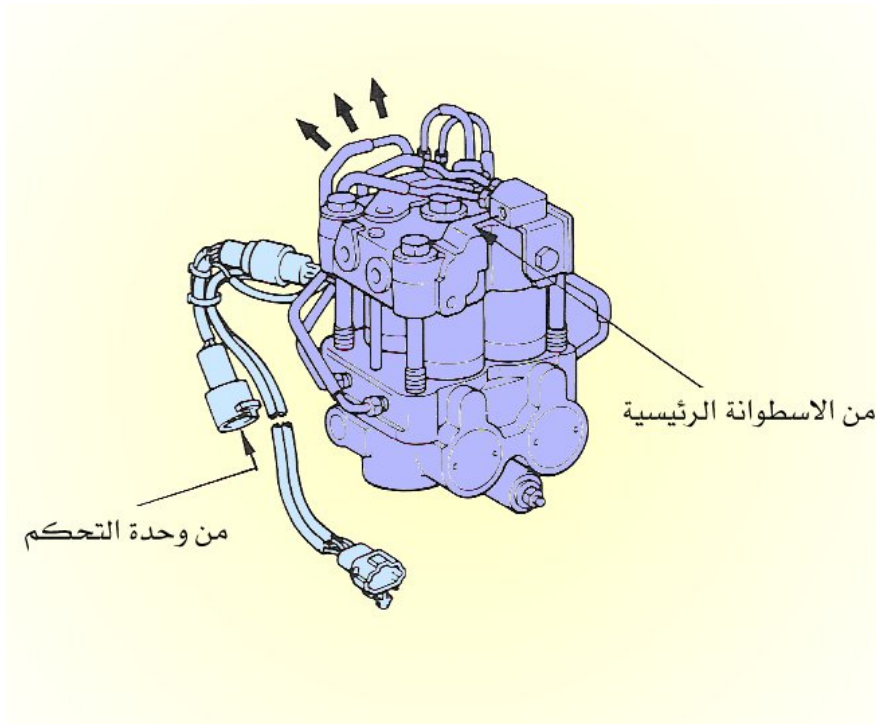
الشكل (٢ - ٣) يبين حساسات السرعة الأمامية



الشكل (٢ - ٤) يبين حساسات السرعة الخلفية

#### ٤ / مشغل ABS

يعمل مشغل ABS على التحكم في ضغط سائل الفرامل المتصل بكل أسطوانة اعتماداً على إشارة أمر التشغيل الصادرة من وحدة التحكم الإلكترونية ECU وهناك ثلاثة أوضاع للواقط الصمامات تتحكم في ضغط السائل إلى الأسطوانة الفرعية اليمنى واليسرى وكذلك الخلفية. كما يبينه الشكل رقم (٢ - ٥).



الشكل (٢- ٥) يبين مشغل ABS

التركيب:

نستطيع القول أن المشغل ينقسم وظيفياً إلى قسمين:

القسم الأول : وحدة التحكم :

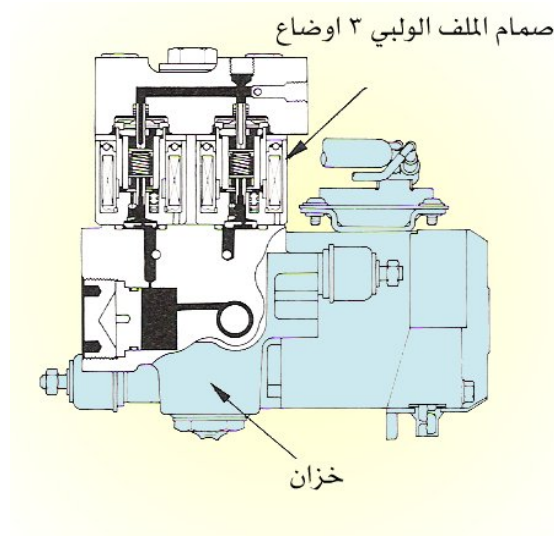
وتتمثل في ثلاثة أوضاع للاقط الصمام والشكل رقم (٢- ٦) يبين الصمامات الثلاثة، حيث إن خلال عمليات تشغيل نظام ABS، تختار وحدة التحكم ثلاثة نماذج لخط ضغط سائل الفرامل إما ارتفاع الضغط أو الثبات أو الانخفاض معتمداً على الإشارة القادمة من الحاسب. والصمام ذو الثلاثة أوضاع يتركب من ملف وصمام لا رجوعي وتيار كهربائي صادر من الحاسب الآلي بثلاثة تيارات مختلفة القيمة هي صفر أمبير و٢ أمبير و٥ أمبير وذلك لتغيير القوة المغناطيسية المرسله إلى الملف. حيث التغيير في القوة المغناطيسية يتسبب في تحريك الصمام إلى أعلى و إلى أسفل على الثلاثة أوضاع و التي تستخدم بالتالي لفتح أو غلق المنفذ A و B كما هو موضح بالرسم أدناه.



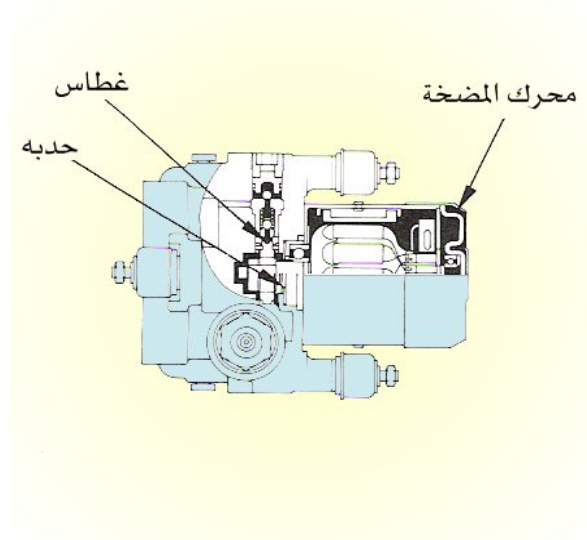


## القسم الثاني : وحدة تخفيض الضغط

وتتمثل في الخزان والمضخة كما يوضحه الشكلان رقم (٢- ٦) و(٢- ٧) بحيث يخزن الخزان سائل الفرامل مؤقتا العائد من كل أسطوانة فرعية و ذلك خلال وضع انخفاض الضغط. ثم ترسل وحدة التحكم لنظام ABS إشارة إلى المضخة لكي تدير الحدية المثبتة على نهاية عمود دوران المضخة . فالحدبة تحرك الكباس إلى أعلى وإلى أسفل لسحب سائل الفرامل من الخزان لإعادته إلى الأسطوانة الرئيسية . وتعمل المضخة دائما طالما نظام ABS يعمل.



الشكل (٢- ٦) يبين أجزاء المشغل لنظام ABS

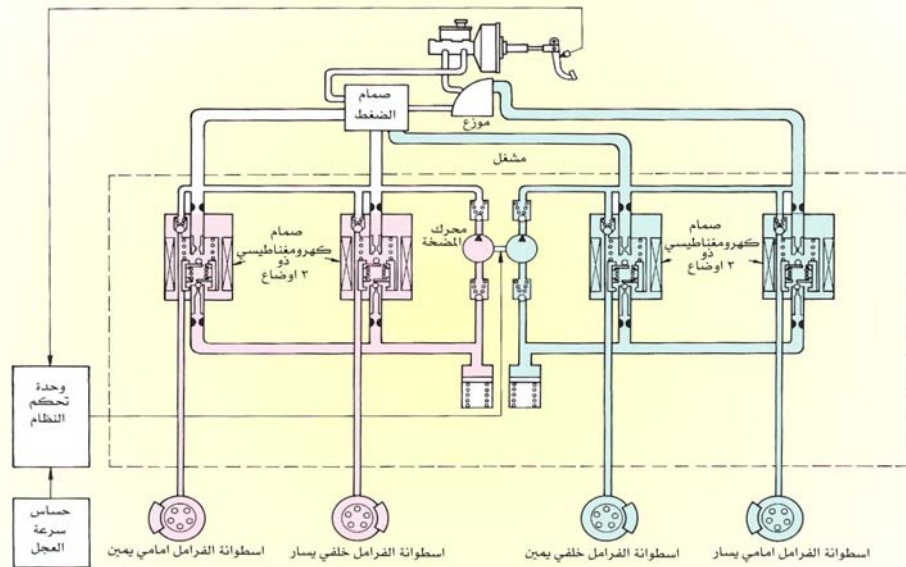


الشكل (٢- ٧) يبين أجزاء المشغل لنظام ABS



## ملحوظة

في الموديلات المجهزة بنظام TRC الفرامل الخلفية يجب التحكم فيها كل عجلة على حدة. إلا أن مشغل ABS له أربعة صمامات ذات ثلاثة أوضاع وتعتبر طريقة العمل والتركييب متساوية.



الشكل (٢ - ٨) يبين الدائرة الهيدروليكية لنظام ABS

طريقة العمل:

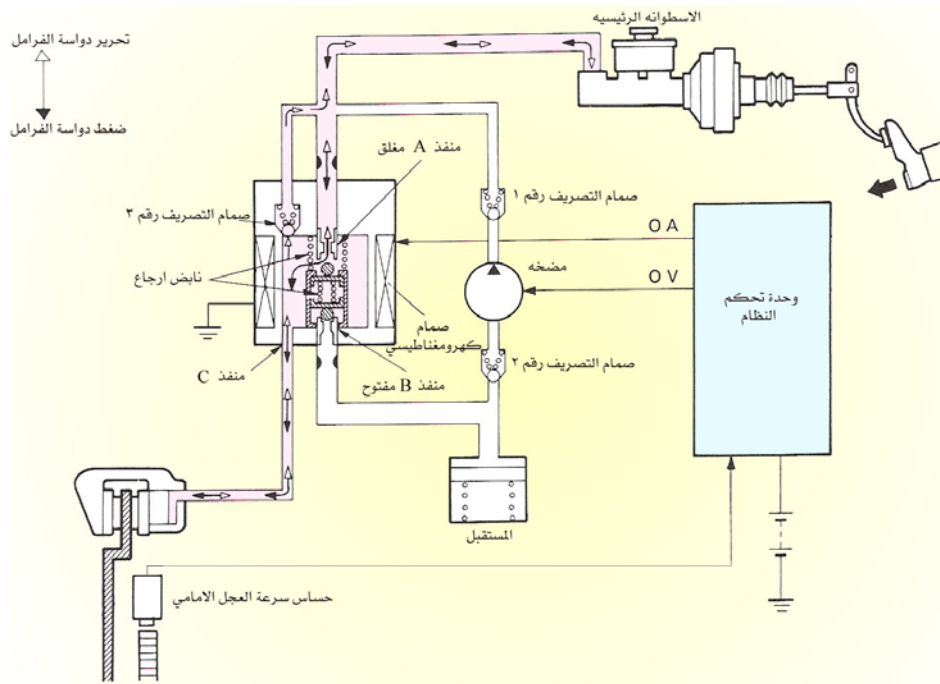
أولاً: أثناء الاستخدام العادي للفرامل (نظام ABS لا يعمل)

عند الاستخدام العادي للفرامل نظام ABS لا يعمل ووحدة التحكم الإلكترونية لا ترسل أي تيار كهربائي إلى الملف المغناطيسي. عند ذلك الصمام ذو الثلاثة أوضاع مدفوع إلى أسفل بواسطة النابض و المنفذ A مفتوح بينما منفذ B لا يزال مغلقاً. فعند الضغط على دواسة الفرامل يرتفع الضغط داخل الأسطوانة الرئيسية و يمر سائل الفرامل من منفذ A إلى منفذ C في الصمام ذي الثلاثة أوضاع، و يرسل إلى العلبة الفرعية. مع العلم أن سائل الفرامل يمنع من الذهاب إلى المضخة بواسطة الصمام اللارجوعي رقم (١) الذي يقع في دائرة الفرامل، وعند زوال الضغط على دواسة الفرامل، يعود سائل الفرامل من الأسطوانات الفرعية إلى الأسطوانة الرئيسية عبر منفذ C إلى منفذ A إلى الصمام اللارجوعي المركب في الصمام ذي الثلاثة أوضاع. انظر شكل رقم (٢ - ٩).





اسم الجزء	طريقة العمل
الصمام ذو الثلاثة أوضاع	منفذ A مفتوح    منفذ B مغلق
محرك المضخة	متوقف



الشكل (٢- ٩) يبين طريقة العمل أثناء الاستخدام العادي للفرامل (ABS لا يعمل)

ثانياً: خلال فرامل الطوارئ (نظام ABS يعمل)

عندما يحدث غلق على أي من العجلات الأربع خلال الفرملة الفجائية ، فإن مشغل ABS يتحكم في ضغط سائل الفرامل الذاهب لتلك العجلة بما يتناسب مع الإشارة المرسله من الوحدة الإلكترونية ، و بالتالي يحمي (يمنع ) العجلة من الغلق .  
١ / وضع انخفاض الضغط:

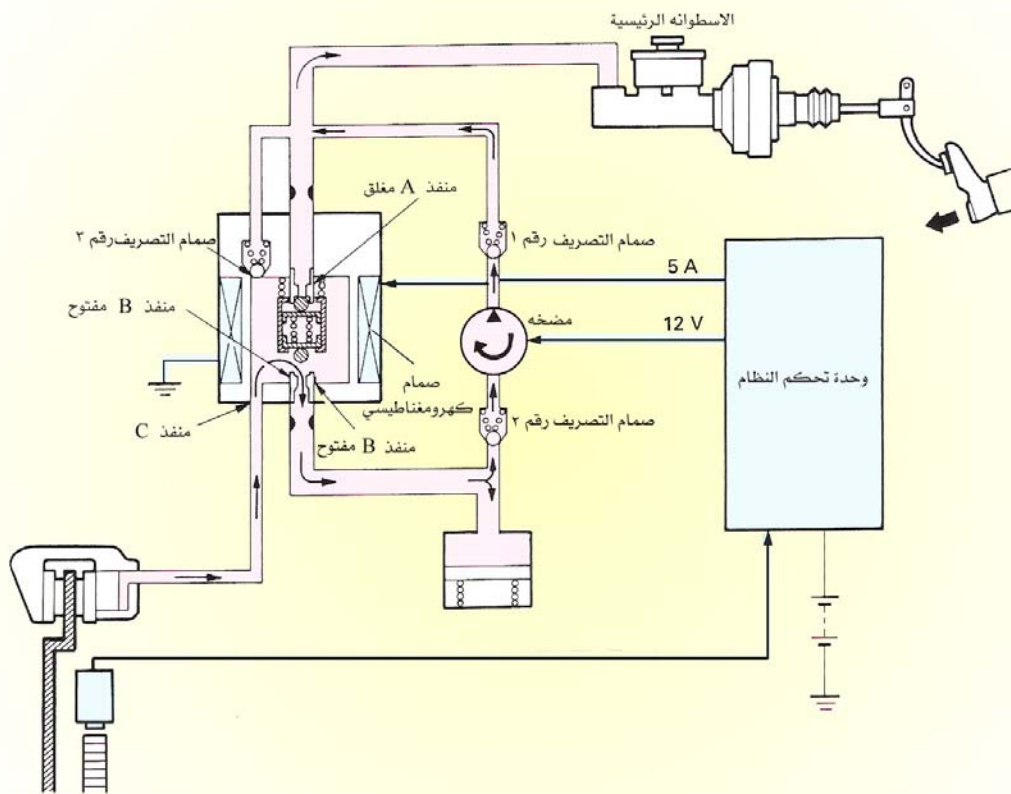
عندما يحدث غلق على العجلة ، فإن وحدة التحكم الإلكترونية ترسل تيارا قيمته  $5A$  إلى ملف اللاقط فيتولد قوة مغناطيسية كبيرة. نتيجة لذلك يتحرك الصمام ذو الثلاثة أوضاع إلى أعلى فيغلق منفذ A بينما منفذ B مفتوحا . فيمر سائل الفرامل من الأسطوانة الفرعية خلال



منفذ C إلى B في الصمام ذي الثلاثة أوضاع و يعبر إلى الخزان .

في نفس الوقت تعمل المضخة بأمر من الوحدة الإلكترونية . فتسحب سائل الفرامل و بذلك يرتفع الضغط أعلى من ضغط الأسطوانة الرئيسية . والضغط العالي يدفع الصمام اللا رجوعي رقم (١) إلى أعلى و يعود سائل الفرامل إلى الأسطوانة الرئيسية . وسائل الفرامل القادم من الأسطوانة الرئيسية يمنع من الدخول إلى الصمام ذي الثلاثة أوضاع بواسطة منفذ A المغلق من قبل صمامي اللا رجوع رقم (١) و(٣). و نتيجة لذلك ينخفض الضغط داخل الأسطوانات الفرعية ليمنع العجلة من الغلق . ويمكن التحكم في نسبة انخفاض الضغط بواسطة تكرار خفض الضغط و وضع التثبيت. انظر شكل رقم (٢ - ١٠).

اسم الجزء	طريقة العمل
الصمام ذو الثلاث أوضاع	منفذ A مغلق    منفذ B مفتوح
محرك المضخة	يعمل



الشكل (٢ - ١٠) يبين طريقة عمل نظام فرامل ABS في وضع انخفاض الضغط

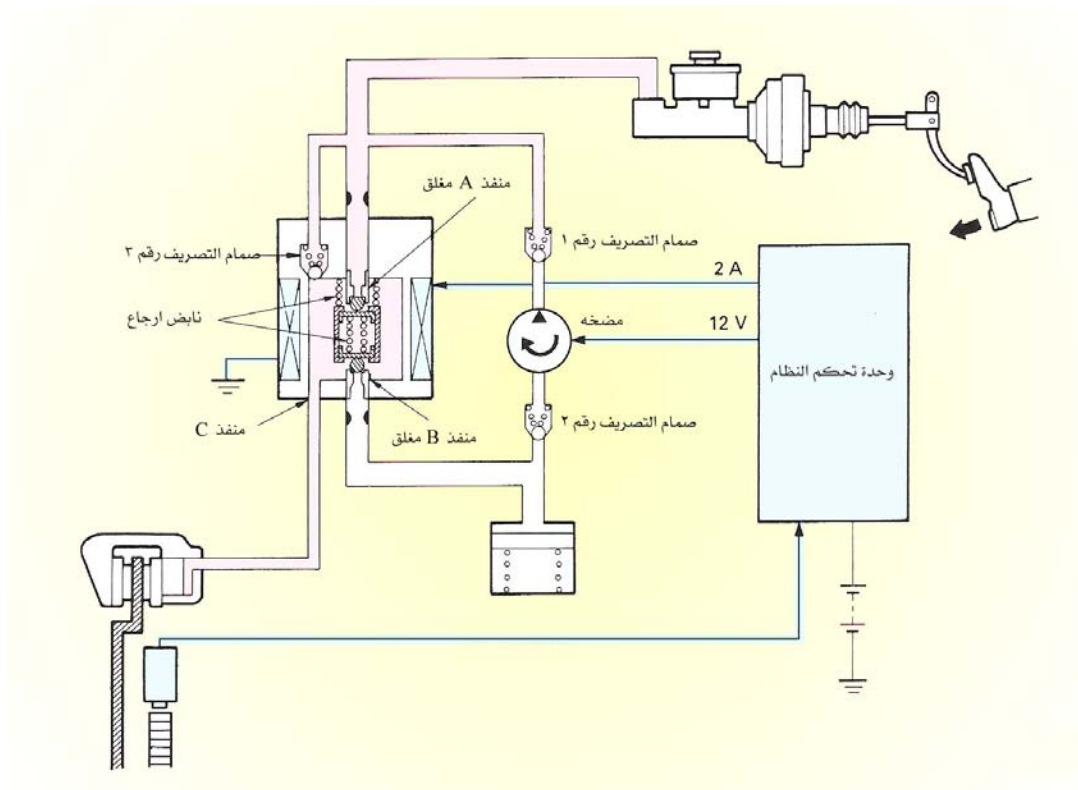


٢ / وضع التثبيت:

مادام أن الضغط داخل الأسطوانات الفرعية يرتفع و ينخفض ، وحساسات السرعة ترسل الإشارة التي توضح أن السرعة في مستوى التحكم في الفرامل ، ترسل وحدة التحكم الإلكترونية إشارة عبارة عن تيار 2A إلى ملف اللاقط لتثبيت الضغط في الأسطوانات الفرعية في نفس المستوى .

فعندما ينخفض التيار من 5A (وضع التخفيض) إلى 2A (وضع التثبيت) ، فإن قوة المغناطيس المتولدة في الملف تنخفض . لذلك فإن الصمام ذا الثلاثة أوضاع يتحرك إلى أسفل ضد قوة ضغط نابض و يغلق منفذ B. ويثبت الضغط . انظر شكل رقم (٢ - ١١).

اسم الجزء	طريقة العمل
الصمام ذو الثلاث أوضاع	منفذ A مغلق    منفذ B مغلق
محرك المضخة	تعمل



الشكل (٢ - ١١) يبين طريقة عمل نظام فرامل ABS في وضع التثبيت



**عزيزي المتدرب:**

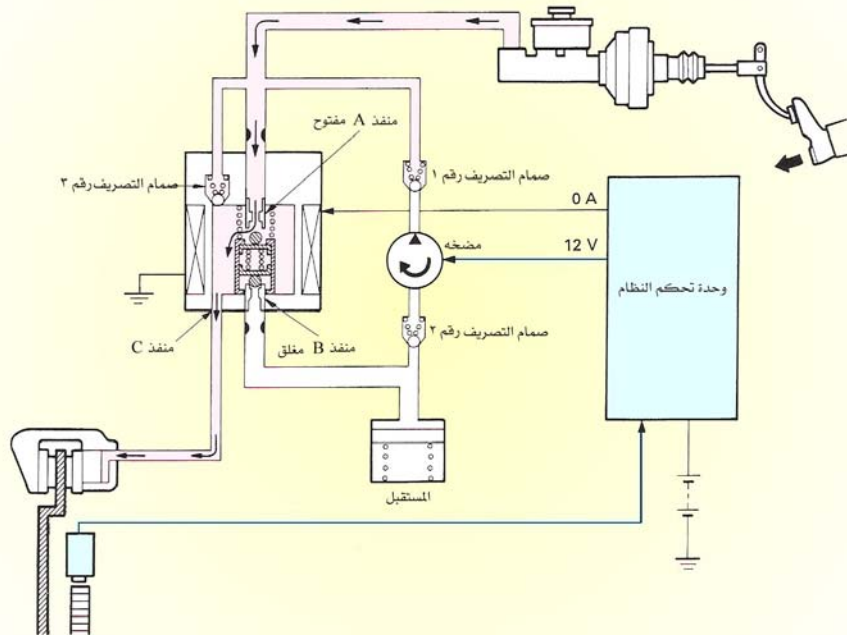
تجنب المزاح في الورشة وأثناء التدريب حتى تحمي نفسك  
وزملاءك من الخطر .



٣/ وضع ارتفاع الضغط :

عندما نحتاج إلى رفع الضغط في الأسطوانات الفرعية لرفع أداء الفرامل ، فإن وحدة التحكم الإلكترونية تتوقف عن إرسال التيار إلى ملف اللاقط ٠ و بذلك يفتح منفذ A للصمام ذي الثلاثة أوضاع و يغلق منفذ B . وهذا يسمح للسائل داخل الأسطوانة الرئيسة أن يعبر من منفذ C إلى الأسطوانات الفرعية ، و بالتالي يرتفع الضغط بها . ويتم التحكم في نسبة ارتفاع ضغط السائل بتكرار رفع الضغط و وضع التثبيت . انظر شكل رقم (٢ - ١٢).

اسم الجزء	طريقة العمل
الصمام ذو الثلاث أوضاع	منفذ A مفتوح منفذ B مغلق
محرك المضخة	تعمل



الشكل (٢ - ١٢) يبين طريقة عمل نظام فرامل ABS في وضع ارتفاع الضغط