



الوحدة الخامسة

الاحتراق ودورة الوقود التقليدية

(محركات الديزل)

ما هو الديزل

• مصادر الديزل

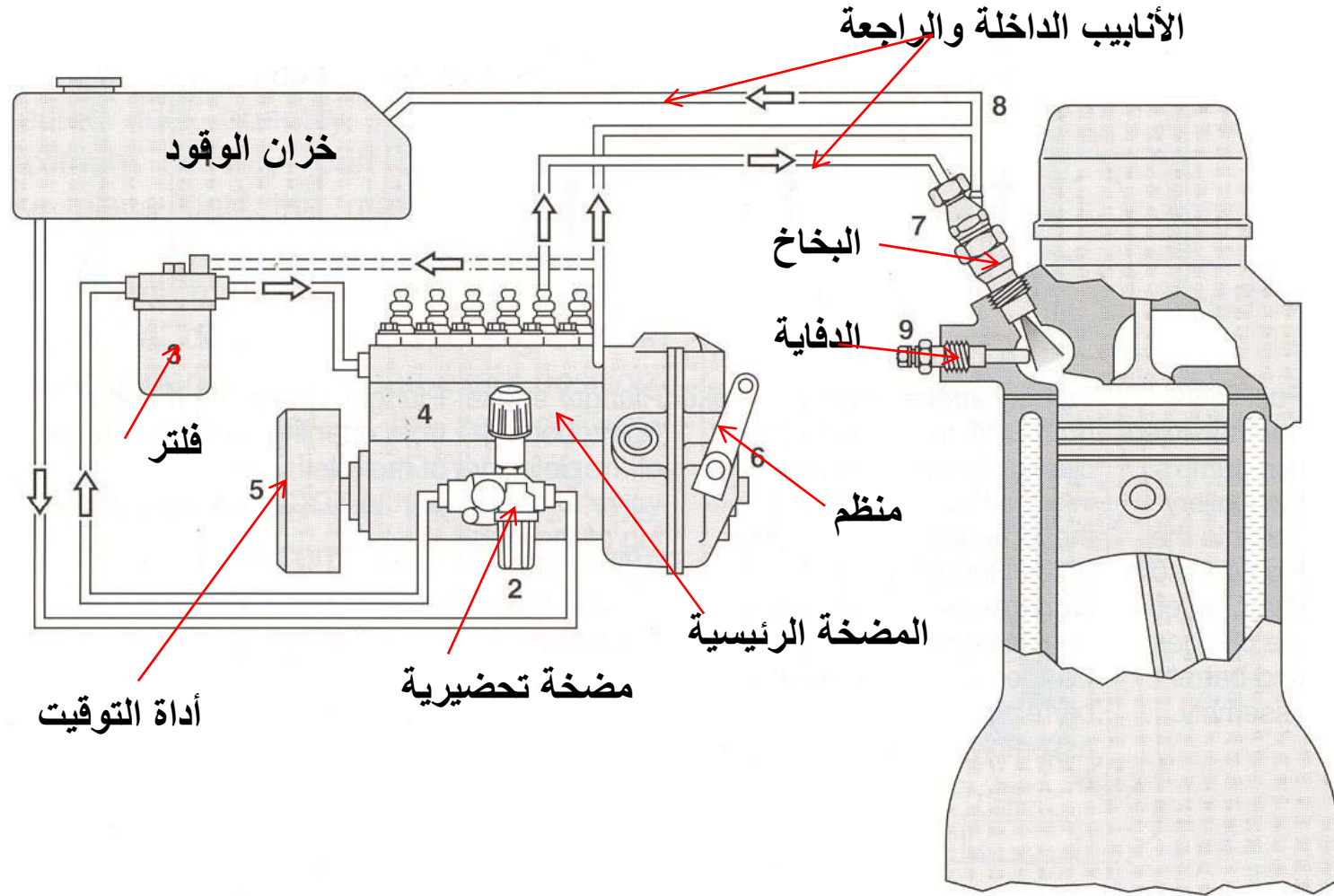
- من البترول يحضر بواسطة التقطير
- من أصول عضوية كالزيوت النباتية ويسمى في هذه الحالة (بيوديزل).

• السيتان Cetane عبارة عن مركب كيميائي مصنوع من سلاسل الهيدروجين والكربون الحلقية ويحمل الصيغة الكيميائية $C_{16}H_{34}$

رقم السيتان (Cetane number CN)

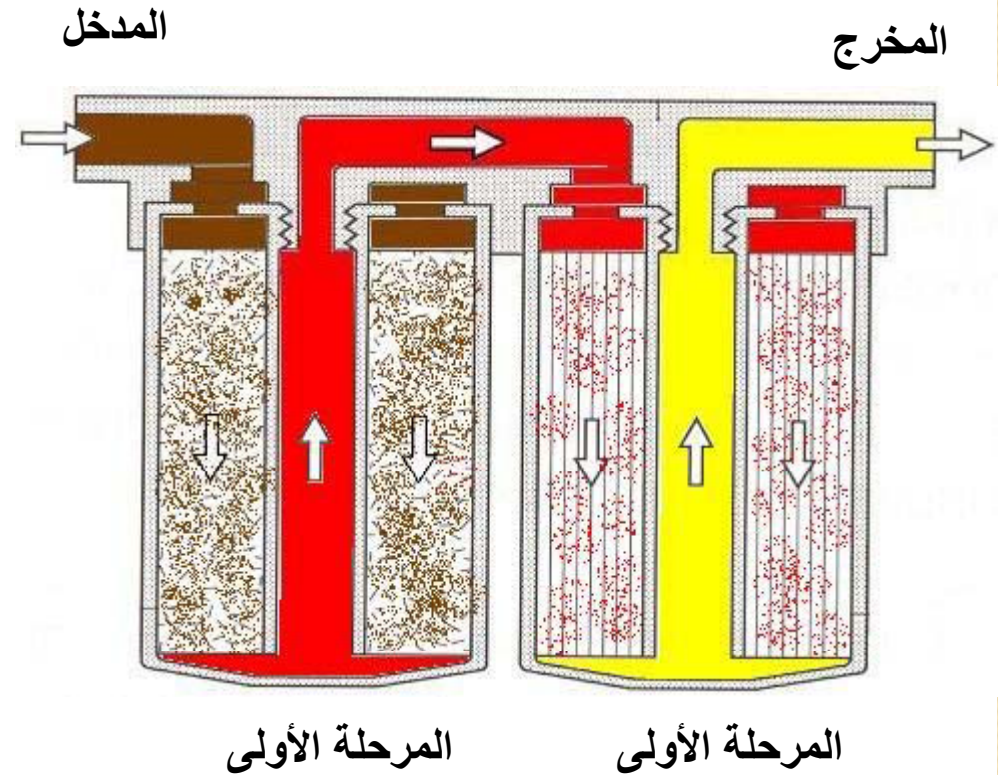
- هو رقم يقاس به كفاءة اشتعال وقود الديزل وهو النسبة الحجمية من مركب السيتان في خليط من السيتان ومركب ميثلا نفتالين (naphthalene)
- رقم السيتان هو قياس لفترة تأخير وقود الديزل وهي الفترة ما بين حقن الديزل وبداية الاشتعال وكلما ارتفع رقم السيتان كلما قلت فترة التأخير بمعنى أن الديزل يشتعل أسرع.
- بشكل عام محركات الديزل تعمل بشكل جيد على أرقام سيتان ما بين 40-55

الأجزاء الرئيسية لدورة وقود الديزل



الأجزاء الرئيسية لدورة وقود الديزل (الفلتر)

- المرحلة الأولى: تنقية الشوائب الكبيرة لأنها ذات مرشح مساماته كبيرة
- المرحلة الثانية: تنقية الشوائب الدقيقة
- يوجد نوعين: نوع مقفل تماما يغير كوحدة واحدة ونوع يغير المرشح الداخلي



المضخة التحضيرية

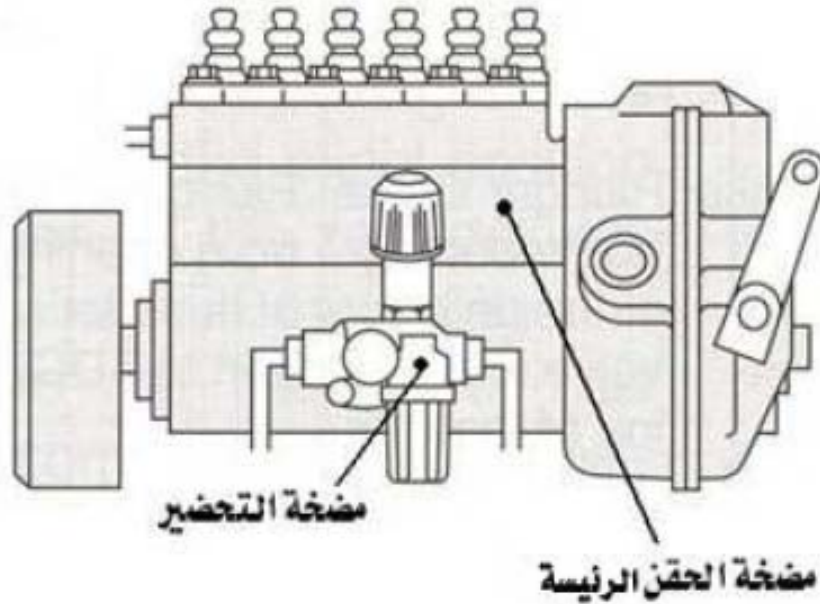
- تسحب الديزل من خزان الوقود وترسله إلى الفلتر ثم إلى المضخة الرئيسية بضغط تقريبا 2-5 بار.

- تأخذ حركتها عن طريق

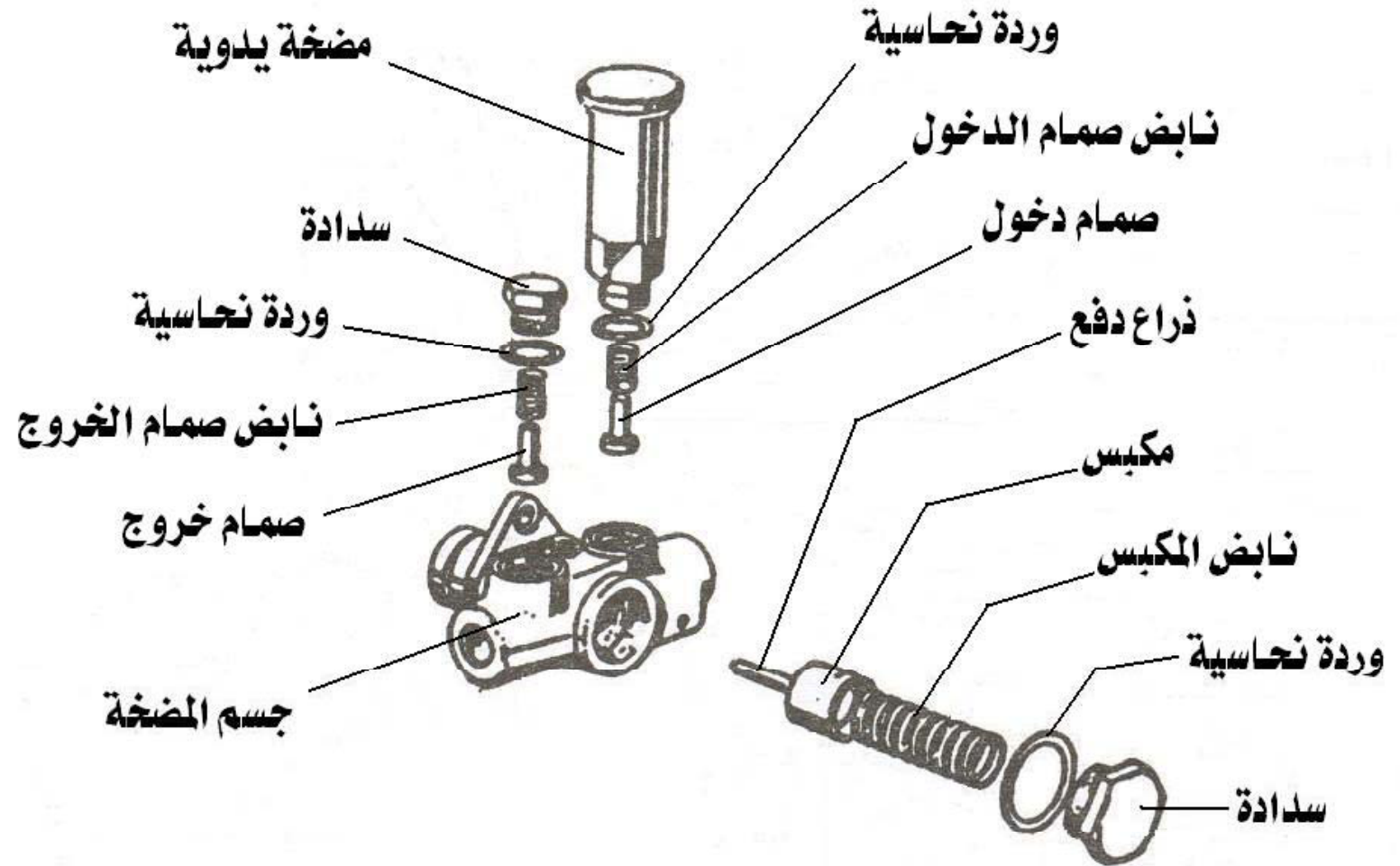
عامود كامات المضخة

الرئيسية وأشهر أنواعها

المضخة ذات المكبس



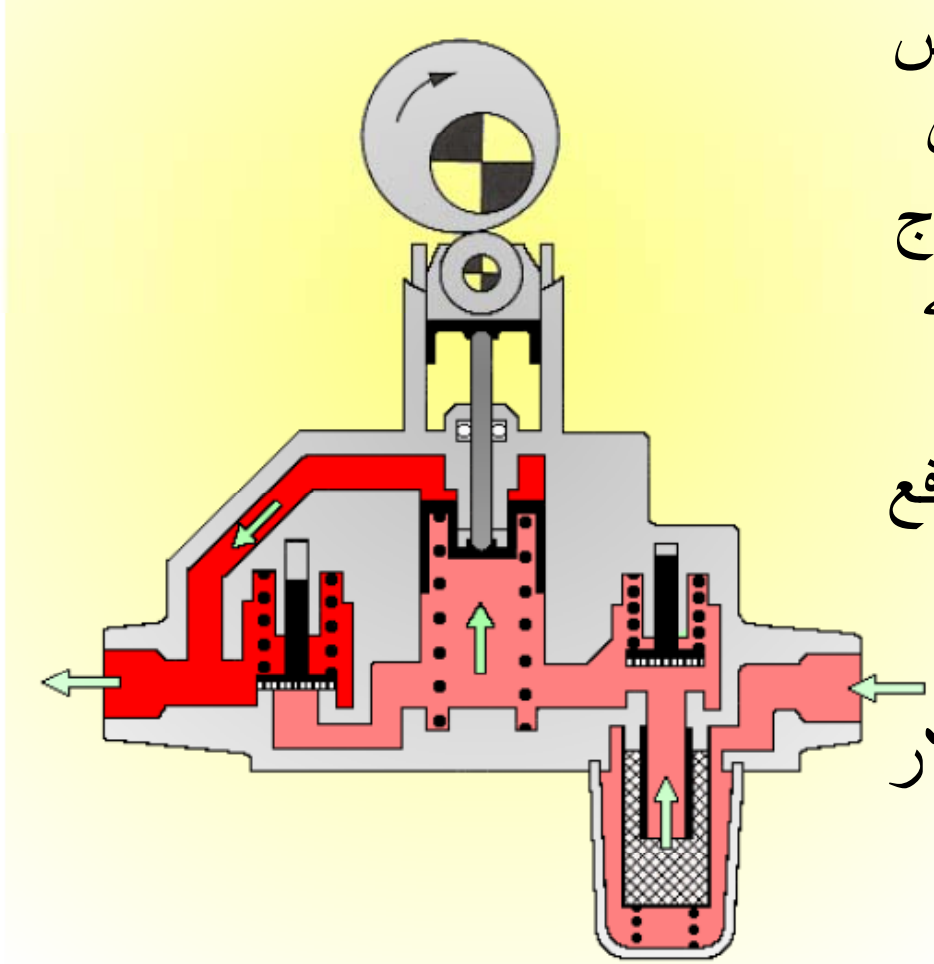
المضخة التحضيرية



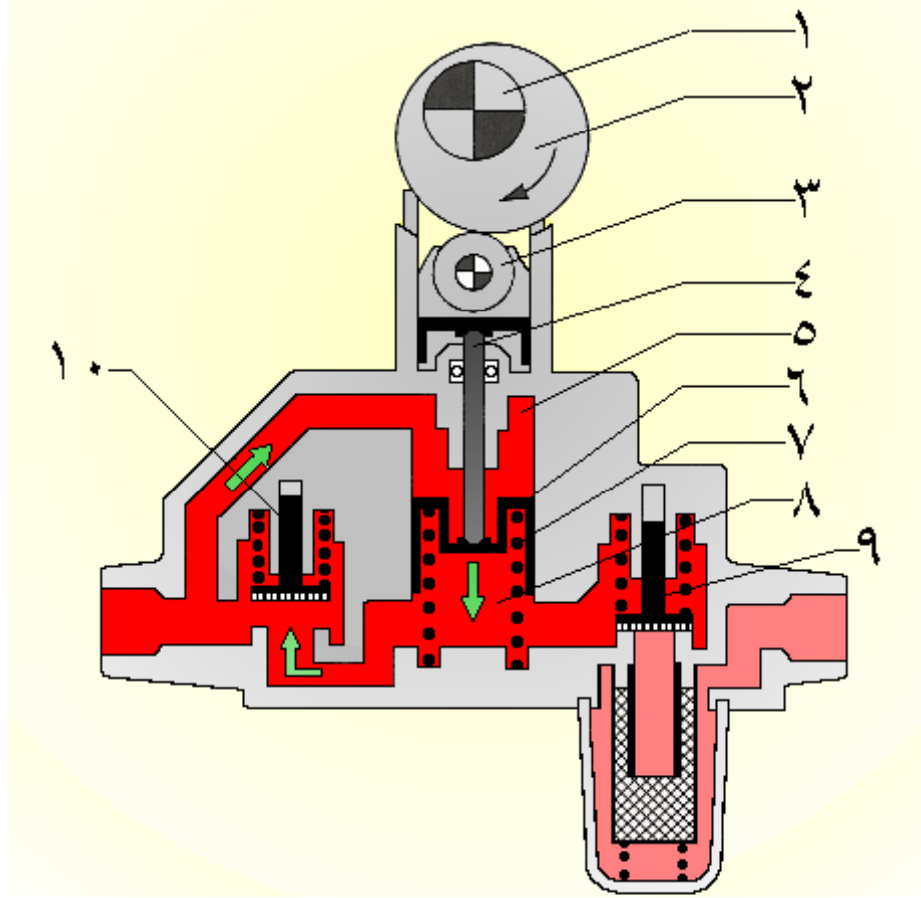
المضخة التحضيرية ذات المكبس أحادية التأثير

شوط سحب الوقود من الخزان:

عندما تبتعد الكامة عن المكبس يرتفع المكبس إلى أعلى بفعل الزنبرك ويغلق صمام الخروج بفعل ضغط السولار من فوقه ويفتح صمام السحب بفعل الخلخلة التي تحدث نتيجة لرفع المكبس وبفعل دفع السولار القادم من الخزان فتمتلئ الحجرة أسفل المكبس بالسولار



المضخة التحضيرية ذات المكبس أحادية التأثير

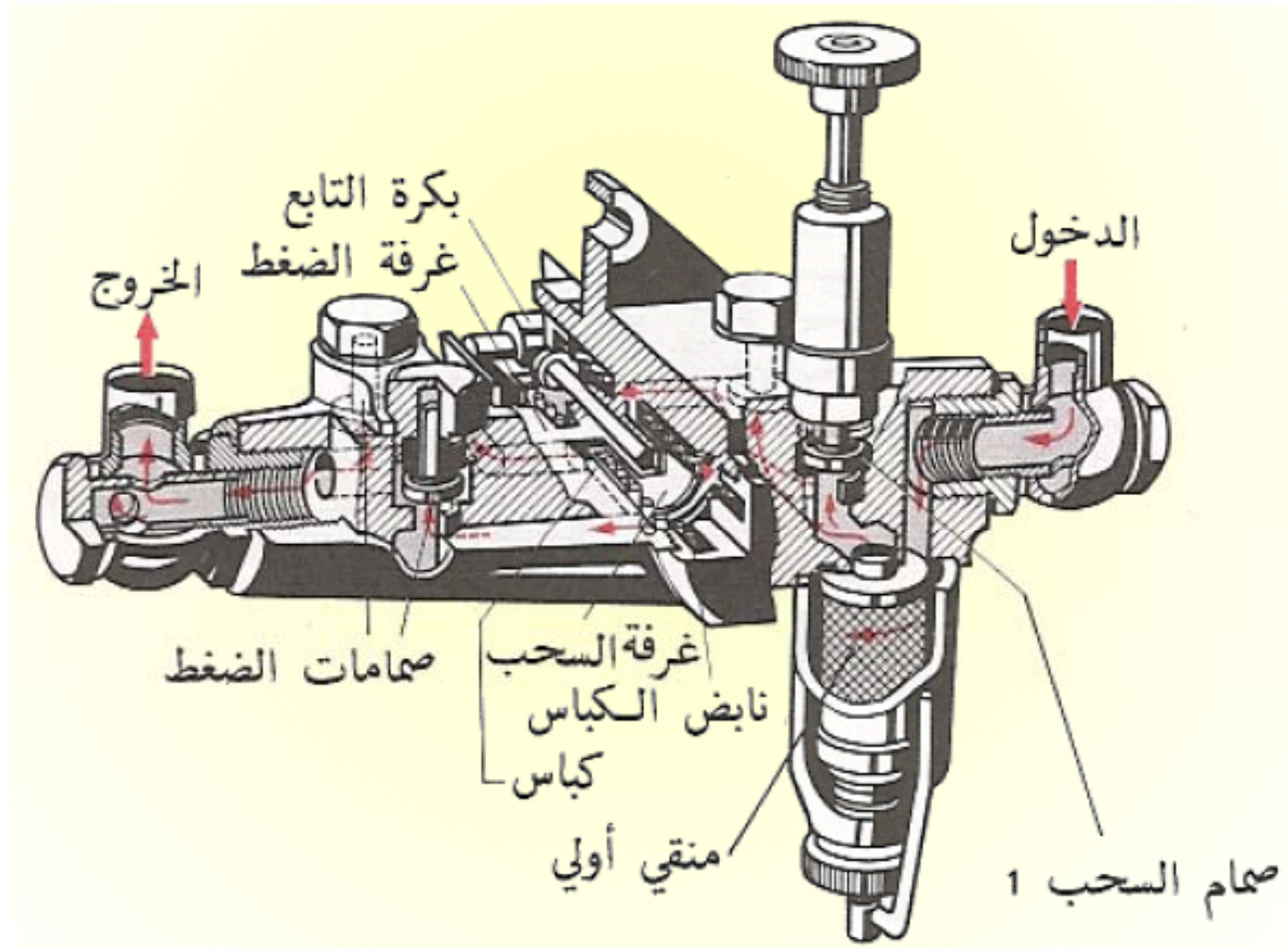


شوط دفع السولار إلى الفلتر
والمضخة الرئيسية:

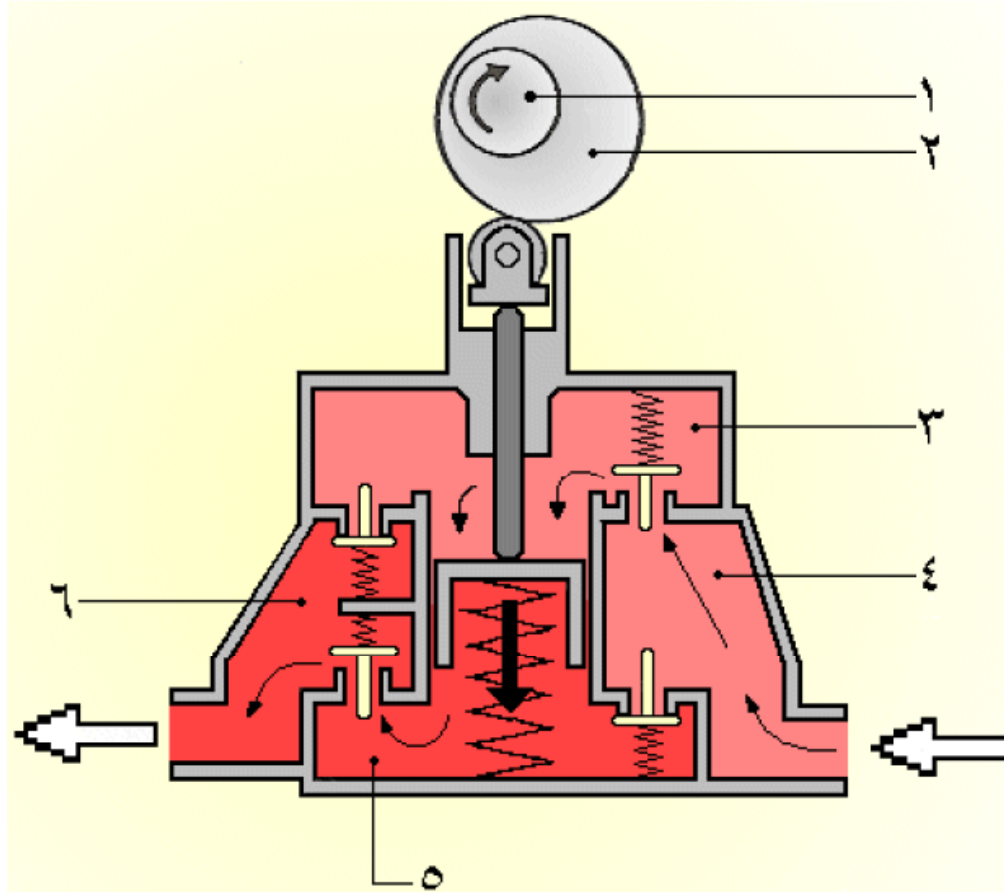
تدفع الكامة المكبس إلى أسفل
فيضغط السولار الواقع أسفله
فيغلق صمام السحب بفعل
السولار الواقع فوقه ويفتح صمام
الضغط بفعل ضغط السولار
فيندفع السولار إلى الفلتر
والمضخة الرئيسية

- | | | |
|----------------|-------------------|----------------|
| 1- عمود المضخة | 2- كامة الامركزية | 3- تابع الكامة |
| 4- ساق الدفع | 5- غرفة الضغط | 6- المكباس |
| 7- نابض المضخة | 8- غرفة السحب | 9- صمام السحب |
| 10- صمام الضغط | | |

المضخة التحضيرية ذات المكبس مزدوجة التأثير



المضخة التحضيرية ذات المكبس مزدوجة التأثير



الشوط الأول: شوط

الكامة : يندفع المكبس

إلى أسفل بفعل الكامة

فيدفع السولار من

الحجرة رقم 5 إلى

الفلتر وفي نفس الوقت

يحدث خلخلة في

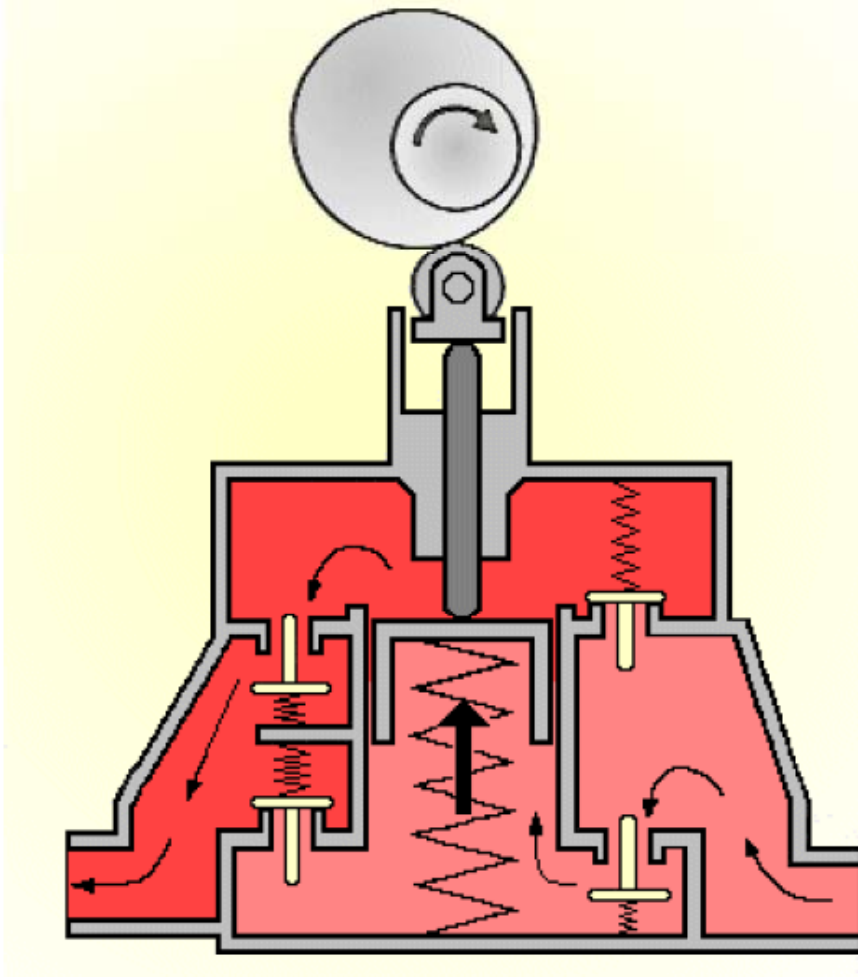
الحجرة رقم 3 فيندفع

السولار من التنك إلى

داخل المضخة

- | | | |
|----------------|------------------|----------------|
| 1- عمود المضخة | 2- كامة لامركزية | 3- غرفة السحب |
| 4- دخول الوقود | 5- غرفة الضغط | 6- خروج الوقود |

المضخة التحضيرية ذات المكبس مزدوجة التأثير



الشوط الثاني شوط الرجوع: عندما يزول تأثير الكامنة عن المكبس يندفع المكبس إلى أعلى بفعل الزنبرك فيدفع السولار الذي فوقه إلى الفلتر وفي نفس الوقت يحدث خلخلة في غرفة رقم 5 فيندفع الوقود من التنك إليها

لاحظ أن في كلا الشوطين قد تم دفع السولار إلى الفلتر لهذا سميت ثنائية التأثير

المضخة التحضيرية ذات المكبس مزدوجة التأثير

الشروط الثالث شوط عدم عمل المضخة:

- ضغط وقود المضخة التحضيرية ثابت من 2-5 بار في كل حالات عمل المحرك.
- أما كمية الوقود فتعتمد على سرعة وحمل المحرك
- عند زيادة كمية الوقود داخل الدورة فان ضغط الوقود يرتفع في أنبوب السولار الواصل إلى المضخة الرئيسية ويصبح أعلى من ضغط المضخة التحضيرية مما يؤدي إلى دفع المكبس إلى أسفل وتوقف المضخة عن دفع السولار.

المضخة التحضيرية ذات المكبس مزدوجة التأثير

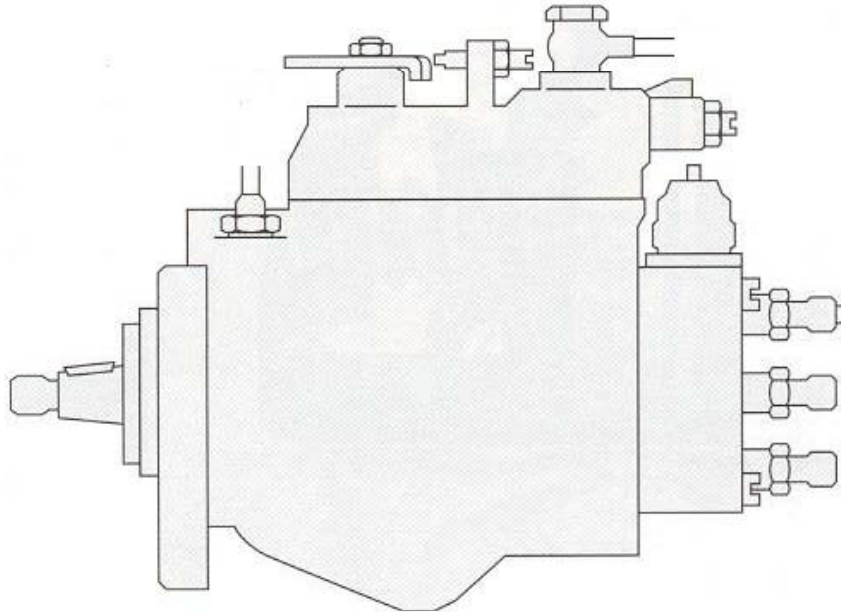
انظر الكتاب المقرر لمعرفة طريقة
إخراج الهواء وفك وتركيب المضخة
التحضيرية

مضخات حقن الوقود الرئيسية

• وظائف المضخات الرئيسية:

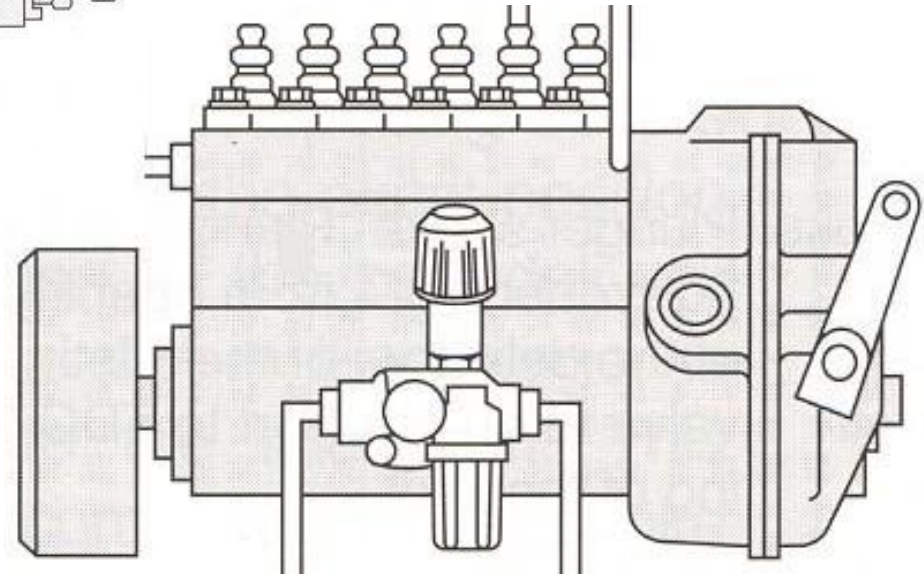
- 1- إمداد المحرك بالسولار بالضغط المناسب.
- 2- التحكم بكمية الوقود
- 3- التحكم بموعد إعطاء الوقود .

مضخات حقن الوقود الرئيسية

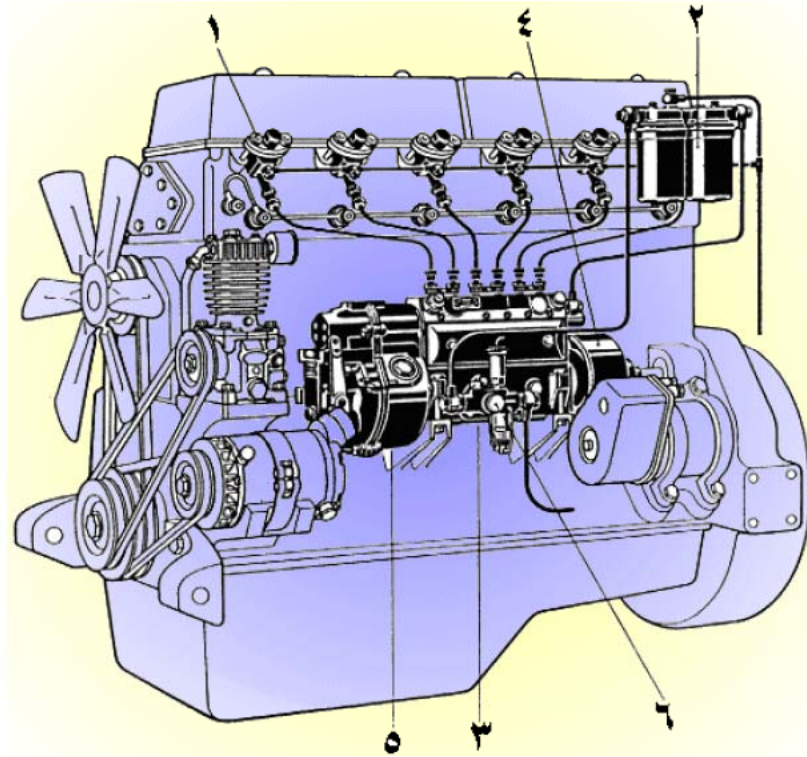


مضخة حقن دائرية VE

مضخة حقن مستقيمة PE



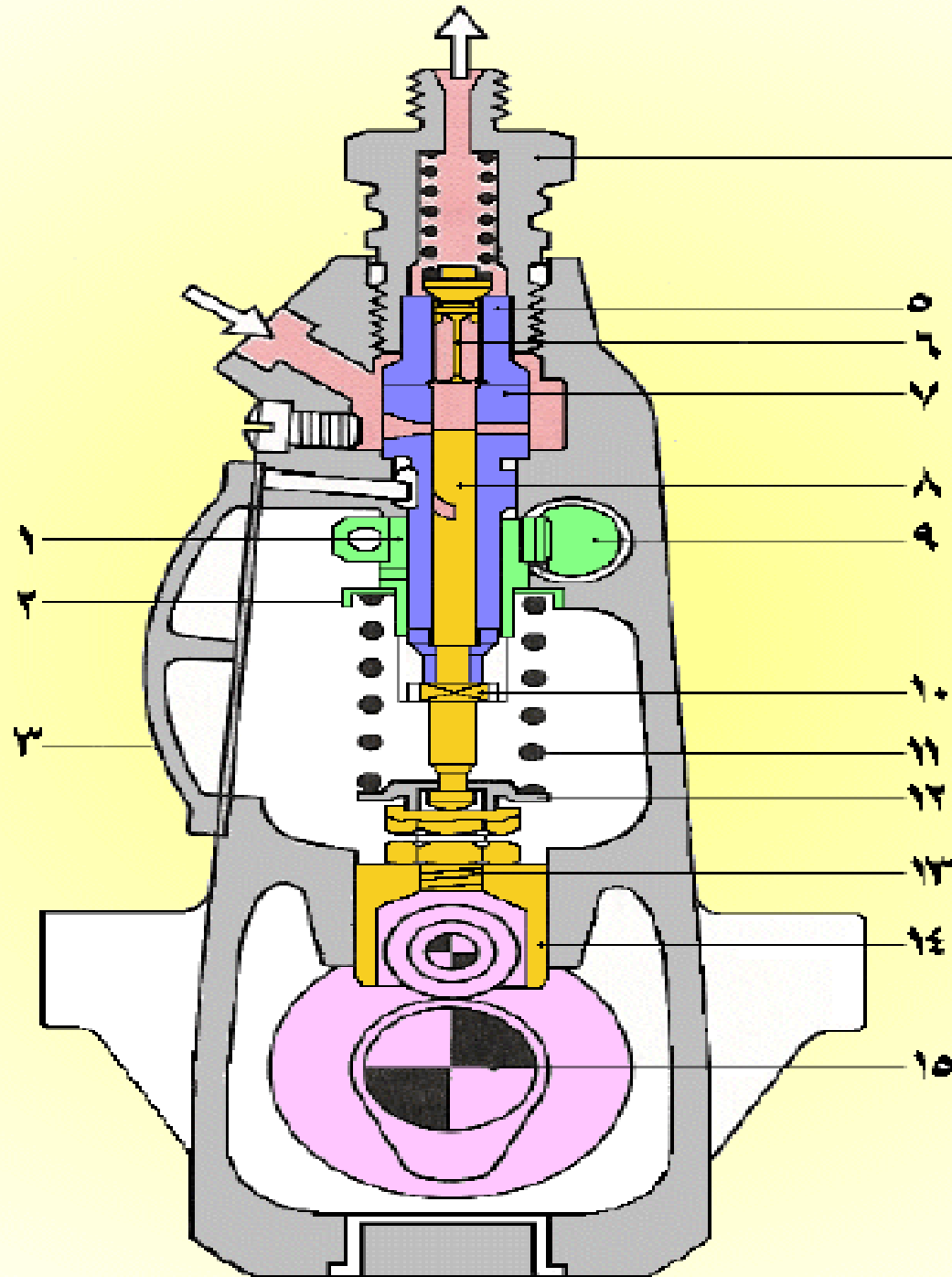
أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE



تحتوي مضخات الحقن المستقيمة PE على عدة أجزاء هي :

- 1- وحدات حقن Injection units.
- 2- مضخة توريد الوقود من خزان الوقود إلى مضخة الحقن Supply pump .
- 3- مصد لمشوار الجريدة Control-rod stop.
- 4- تجهيزة توقيت الحقن Timing device.
- 5- تجهيزة منظم كمية الحقن Governor.

أولاً : أجزاء وحدة الحقن :

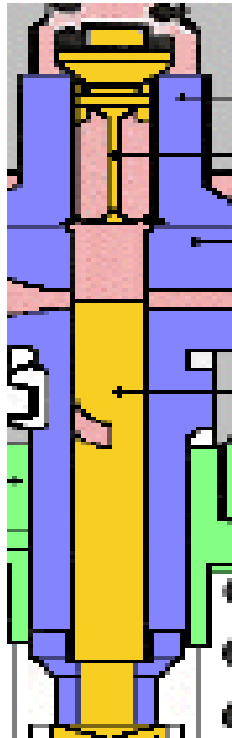


- 1- ترس جلبة التحكم (الترس الجزئي)
- 2- جلبة التحكم
- 3- الغطاء الجانبي لأجزاء وحدات الحقن
- 4- حامل صمام الضغط
- 5- حامل الصمام
- 6- صمام الضغط (صمام الطرد)
- 7- أسطوانة المضخة
- 8- مكبس المضخة
- 9- ذراع التحكم أو الجريدة المسننة
- 10- ذراع التحكم بالمكبس
- 11- نابض إعادة المكبس
- 12- مقعد النابض
- 13- مسمار الضبط
- 14- تابع الكامات
- 15- عمود الكامات

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

1- الأسطوانة:

تصنع من الصلب المعامل حراريا بدرجة عالية من الدقة ، وفي الجانب العلوي لكل أسطوانة توجد فتحتان واحدة لدخول الوقود والأخرى للفائض ، ويوجد بجسمها الخارجي جزء لتثبيتها بجسم مضخة الحقن متصل مع فتحة الدخول بالوقود الموجود بمضخة الحقن ، وتضع الأسطوانة بحيث يكون قطرها من أعلى أكبر من قطرها من أسفل



أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

2- الكباس:

الكباس هو العنصر الأساسي والمباشر في عملية حقن وضغط الوقود إلى الرشاشات ، ويصنع من الصلب المعامل حراريا بدقة ازدواج عالية مع الأسطوانة ، وتوجد بالمنطقة العليا للكباس فتحة رأسية تصل بين السطح العلوي للكباس وبين الجزء الحارزوني المائل الشكل بسطح المكبس والذي يتحكم في كمية الوقود المحقون تبعا لسرعة المحرك .

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

3- الجلبة:

وهي جلبة ذات فتحتين في أسفلها، يدخل بها لسان كباس وحدة الحقن حتى يمكن للكباس أن يدور زواياً مع الجلبة. ويثبت في أعلى الجلبة جزء من الترس يعشق مع الجريدة المسننة بالمضخة التي تتحرك عند الضغط على دواسة السرعة فتتحرك معها ترس الجلبة وبالتالي تحرك الجلبة نفسها فتتحرك الكباس حركة زاوية، بالإضافة إلى حركة الكباس الترددية الحادثة بدوران عمود كامات مضخة الحقن.

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

4- عمود كامات مضخة الحقن :

يحتوي على عدد من الكامات مساو لعدد وحدات الحقن في المضخة التي تناظر عدد أسطوانات المحرك ، و أثناء دوران عمود الكامات تعمل كل كامة بدفع التابع والكباس بوحدة الحقن الخاصة بها إلى أعلى وذلك في شوط الضغط ، ويعمل نابض خاص على رجوع الكباس والتابع إلى أسفل عند زوال تأثير الكامات ، و يحتوي عمود الكامات على قرص لامركزي لتشغيل مضخة التغذية ، ويستمد العمود حركته الدائرية من ترس عمود المرفق .

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

5- التابع:

هو ساق له بكرة عند نهايته السفلى لتتلامس هذه البكرة دائما مع عمود كامات المضخة لتقوم بدفع الكباس إلى أعلى تبعا للحركة الدورانية للكامة وعمود الكامات ، ويتم عن طريق هذا التابع ضغط يساوي كميات الوقود المحقون لكل أسطوانة وذلك عن طريق مسمار ضبط وصامولة زنق حيث يتم هذا الضبط على جهاز اختبار مضخات حقن الوقود .

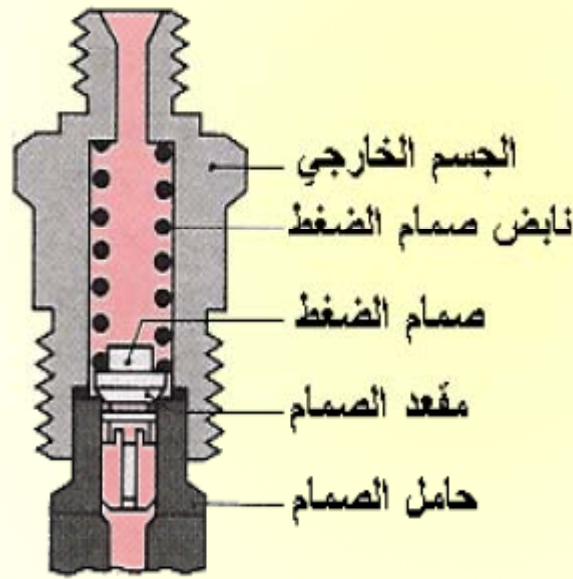
أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

6- الجريدة المسننة:

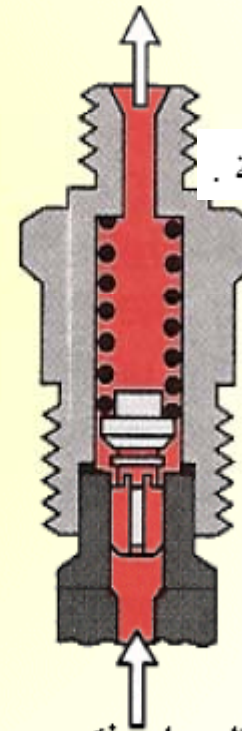
التحكم في حركة الكباس الزاوية عن طريق تحريكها بواسطة دواسة السرعة كما يؤثر على حركتها منظم الطرد المركزي أو التخلخل عن طريق وصلات تنقل تأثير السرعة والحمل من كلا المنظمين إلى الجريدة المسننة .

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

7 - صمام الضغط (الارجوع - التوصيل):



الصمام مغلق



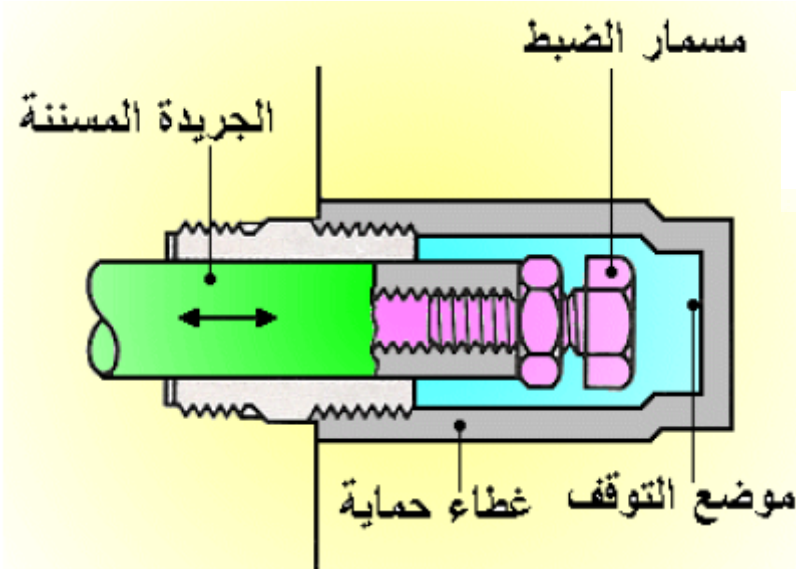
الصمام مفتوح

- 1- قطع الضغط مباشرة عند انخفاض الضغط بغرفة الضغط أعلى مكبس المضخة .
- 2- المحافظة على الضغط بأنابيب الضغط العالي بين صمام الضغط نفسه وبين إبرة الرشاش.
- 3- عدم السماح بخروج الوقود إلى أنابيب الضغط العالي إلا عندما يصل الضغط إلى ضغط معين حسب تصميم وقوة نابض صمام الضغط .

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

8- ذراع التحكم بالتوقف :

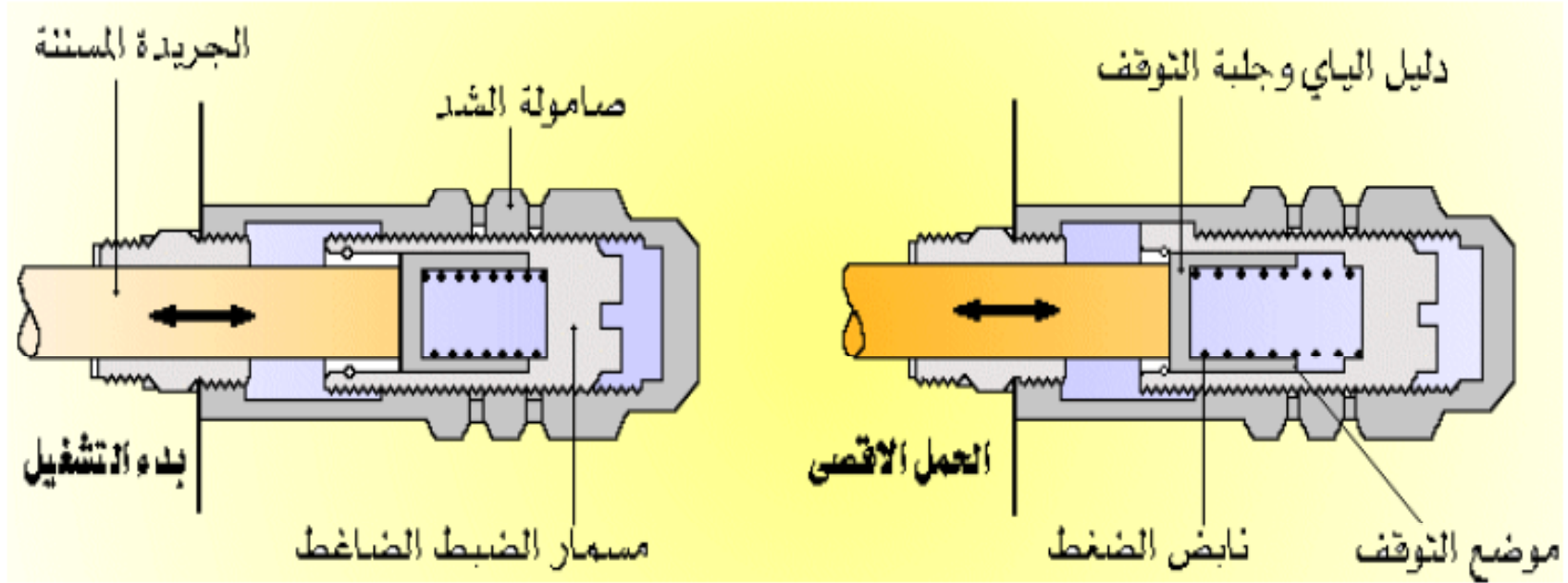
وظيفة هذا الذراع تحديد الحمل الأقصى لتوصيل الوقود من المضخة ويكون متصلاً إما بالمضخة (حيث يحدد مشوار الجريدة المسننة بمشوار معين حسب شروط المضخة) أو بهنظم كمية الحقن ويمكن ضبطه يدوياً بواسطة مسمار الضبط و يوجد هناك نوعان هما :



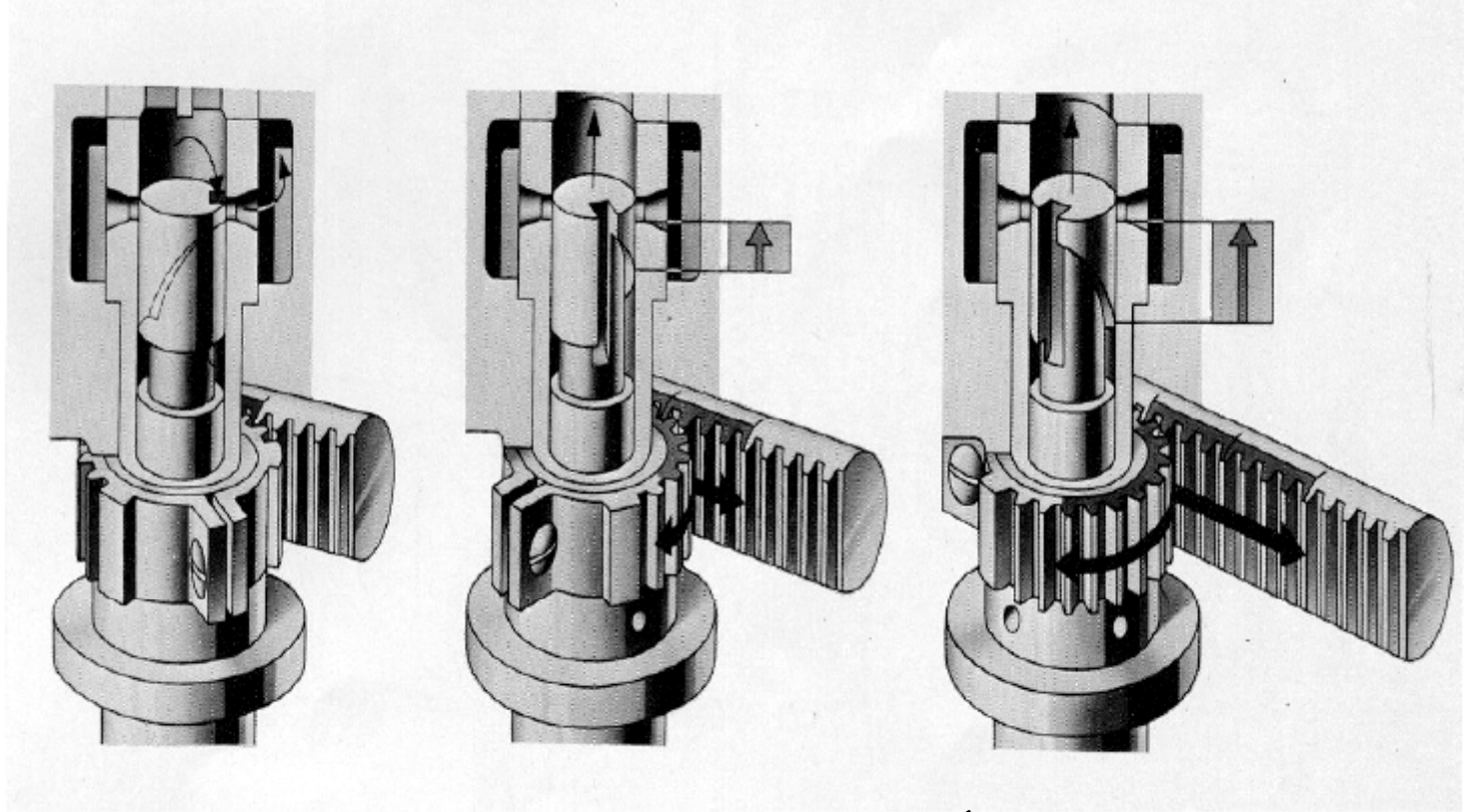
أ- ذراع التحكم بالتوقف الثابت

أجزاء مضخات الحقن المستقيمة PE

ب- ذراع التحكم بالتوقف مزود بنابض

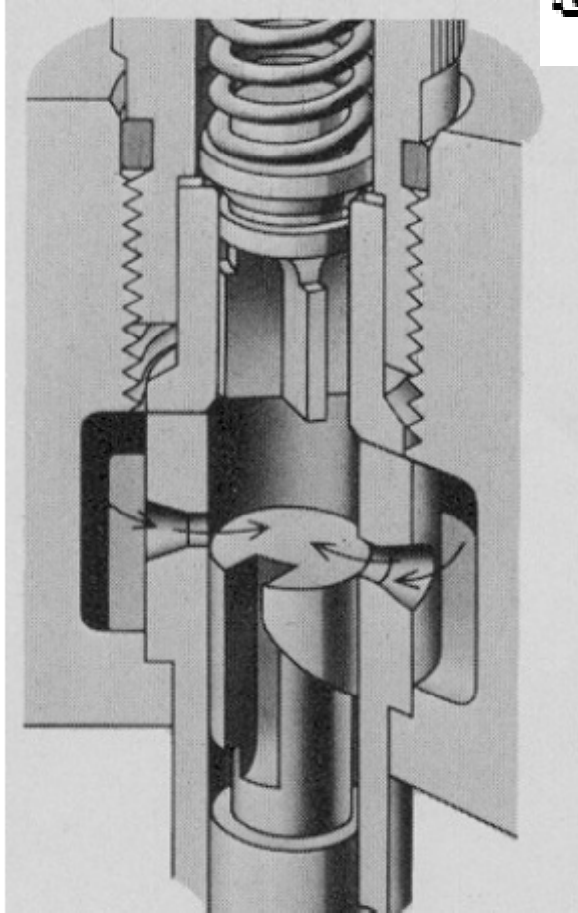


مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE



لاحظ الشوط الفعال في الأشكال التالية الذي يدل عليه السهم
الشوط الفعال هو: الشوط من لحظة بدء حركة المكبس من النقطة الميتة السفلى
حتى يتم خروج الوقود المضغوط فوق المكبس من الشق المائل الى فتحة
الاسطوانة

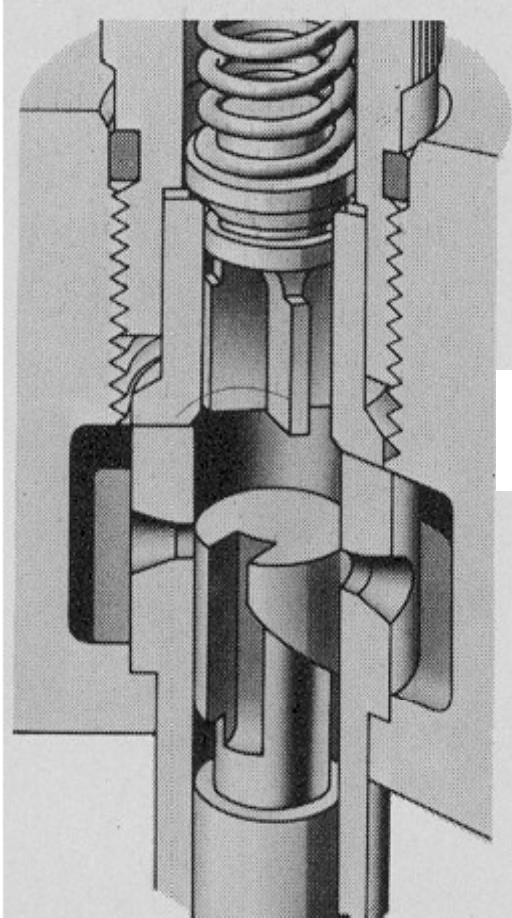
مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE



عندما يكون المكبس في النقطة الميتة السفلى تكون حافة المكبس العلوية أسفل فتحات الإمداد فيسمع ذلك للوقود بالدخول من حوض الوقود إلى داخل الأسطوانة علما بان الوقود المتدفق من حوض وقود المضخة مضغوط بواسطة المضخة التحضيرية

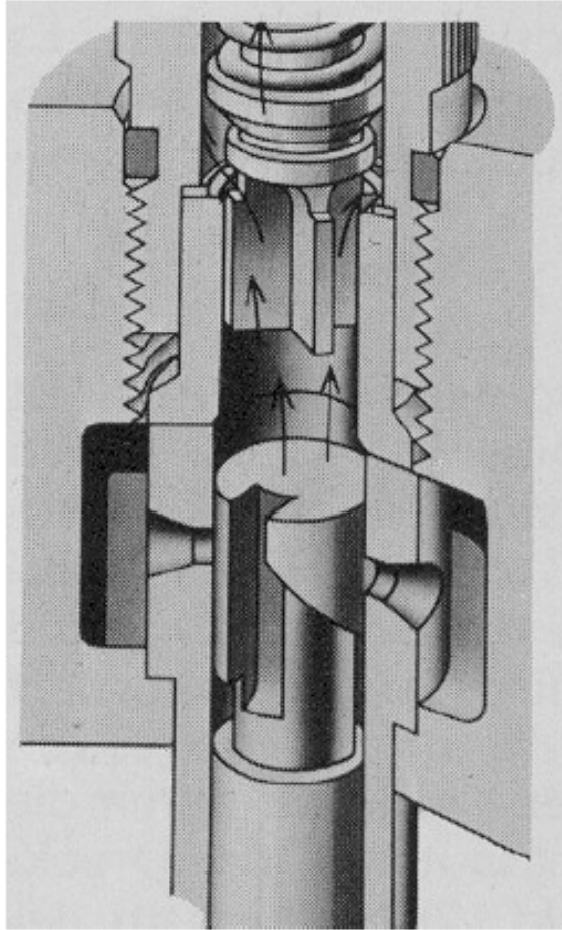
مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE

عندما يبدأ بالتحرك إلى أعلى حيث تقوم حافة المكبس العلوية بغلق



فتحات الإمداد بالوقود من الحوض و تبدأ عملية ضغط
الوقود والشكل التالي يوضح المكبس عندما
يغلق فتحات الامداد و بذلك يبدأ المكبس
بضغط الوقود إلى أعلى ناحية صمام التسليم

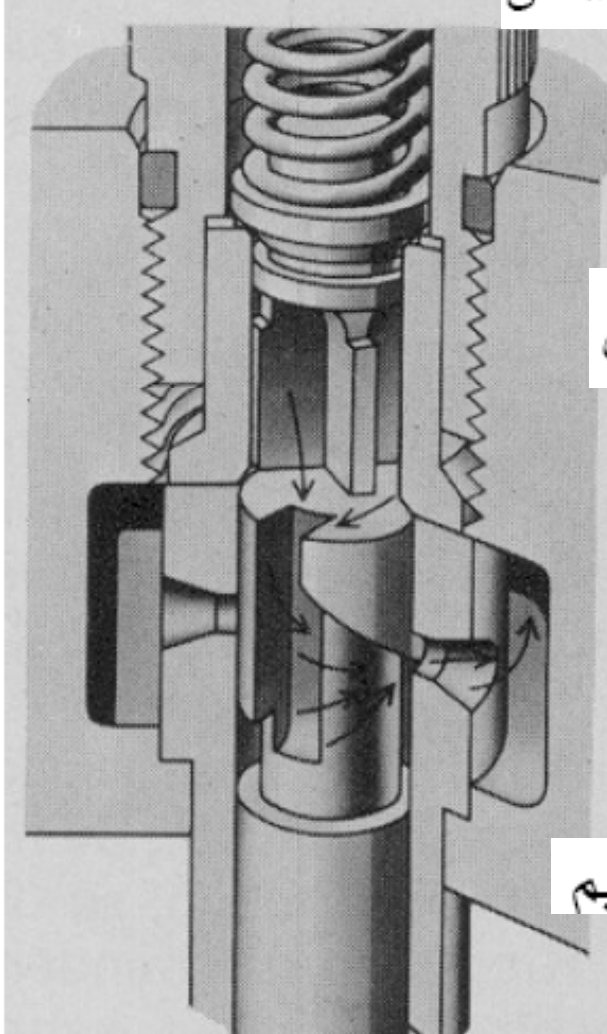
مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE



و مع استمرار ارتفاع المكبس ينضغط الوقود و لا يجد أمامه إلا التغلب على نابض صمام التسليم و مع استمرار ارتفاع ضغط الوقود يتغلب ضغط الوقود على ضغط نابض صمام التسليم مما يؤدي إلى ارتفاع صمام التسليم عن قاعدته و بذلك يسمح للوقود بالخروج إلى بخاخات الحقن عن طريق المواسير

مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE

مع استمرار حركة المكبس إلى أعلى فإن الشق المائل



للمكبس سوف يصل إلى فتحات الإمداد

بالوقود و هذا يؤدي إلى توصيل الجزء ذي الضغط

العالي فوق المكبس بالجزء ذي الضغط المنخفض

في حوض الوقود وبالتالي يتدفق الوقود من المنطقة فوق

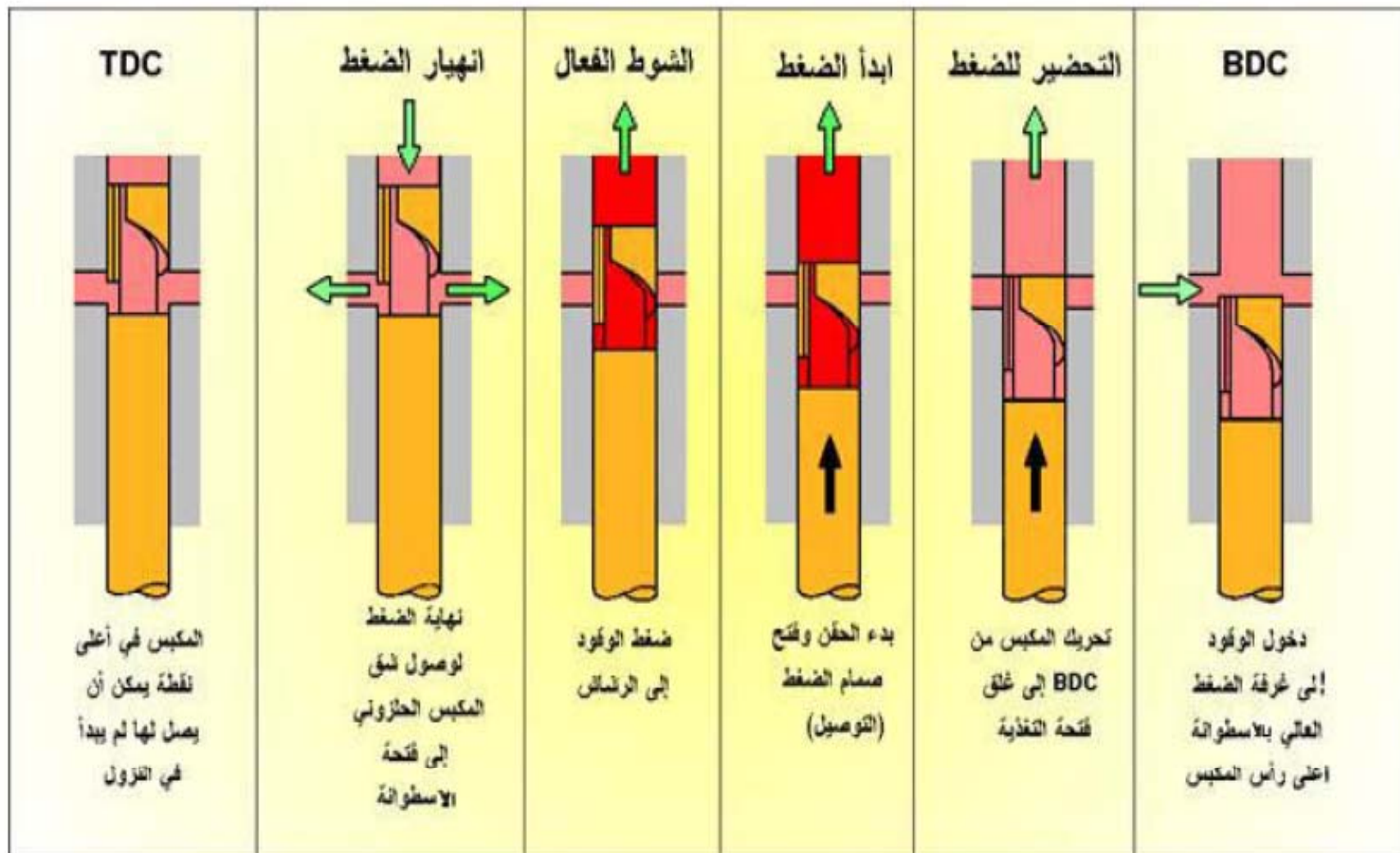
المكبس عبر الشق الطولي في المكبس إلى

فتحات الإمداد و من ثم إلى حوض الوقود فيقل

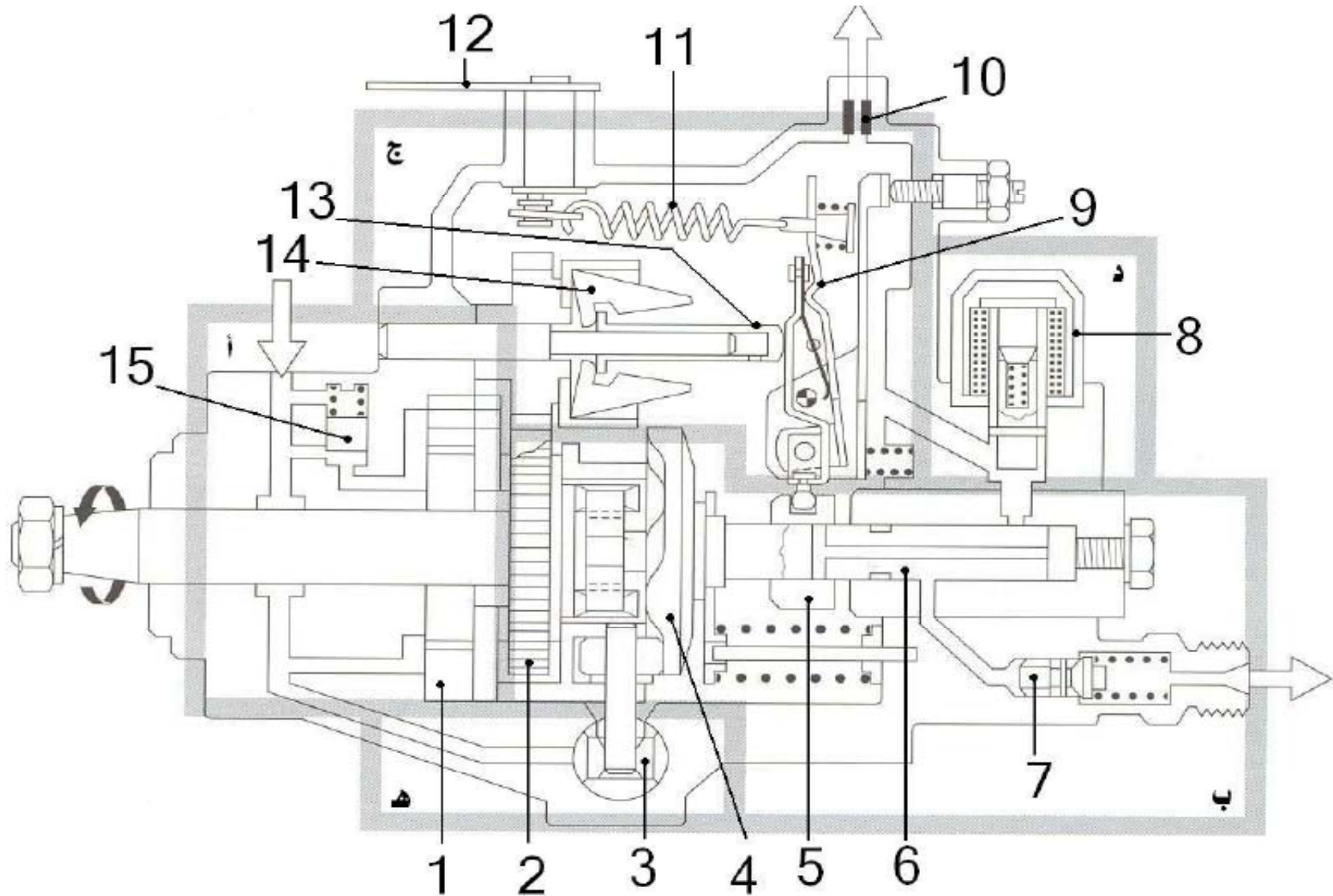
الضغط فوق المكبس و يتغلب نابض صمام التسليم

على ضغط الوقود مما يؤدي إلى غلق صمام التسليم

مبدأ عمل مضخات الحقن المستقيمة PE



المضخة الدائرية (الموزع)



المضخة الدائرية (الموزع)

- أ- منطقة المضخة التحضيرية و هي من النوع ذات الريش
- ب- منطقة توزيع الوقود للبخاخات بضغط مرتفع
- ج- منطقة تنظيم الحقن
- د- منطقة مفتاح قطع الإمداد بالوقود
- هـ- منطقة توقيت الحقن

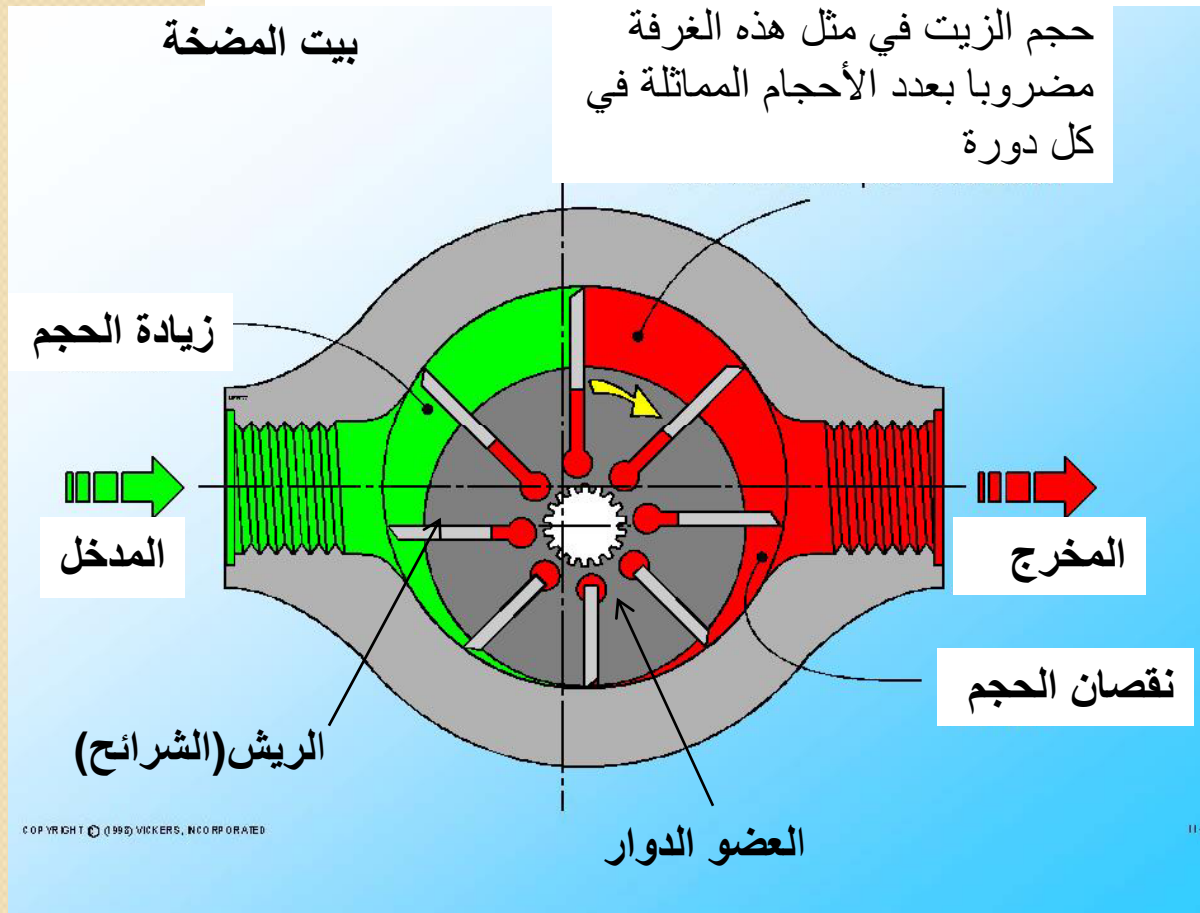
المضخة الدائرية (الموزع)

- | | |
|-----------------------|--|
| 1- مضخة تحضيرية | 9- عمود دوران منظم الحقن |
| 2- آلية تقديم الحقن | 10- صحن الكامات |
| 3- جلبة تحكم | 11- المكبس |
| 4- صمام التسليم | 12- صمام كهرومغناطيسي لقطع الوقود |
| 5- منظم كمية الحقن | 13- مخرج الفائض |
| 6- نابض منظم الحقن | 14- ذراع التحكم في السرعة (متصل بالدعسة) |
| 7- حلبة تحكم | 15- أثقال منظم الحقن |
| 8- صمام التحكم بالضغط | |

المضخة الدائرية (الموزع) المضخة التحضيرية

• مبدأ العمل: لاحظ

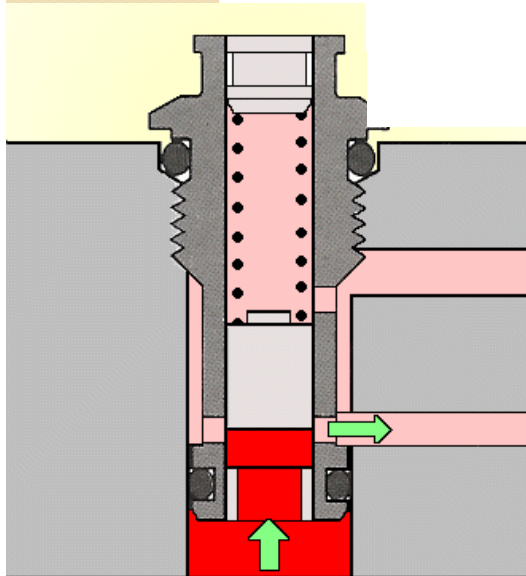
اللامركزية بين العضو الدوار وبيت المضخة ، نتيجة دوران العضو الدوار فان الشرائح تندفع إما مقتربتا من المركز بفعل اللامركزية حيث يدفع جدار بيت المضخة الشرائح باتجاه المركز أو مبتعدتا عنه بفعل الطرد المركزي الذي يقذف الشرائح بعيدا عن المركز. تبقى الشرائح دائما ملاصقة لجدار بيت المضخة الداخلي



المضخة الدائرية (الموزع)

صمام التحكم في الضغط :

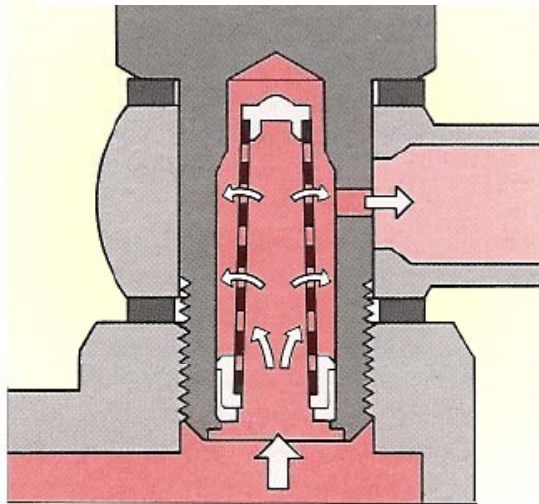
يركب صمام التحكم في الضغط بين غرفة الضغط وغرفة السحب لمضخة الإمداد ذات الريش ، فعند ارتفاع الضغط عن القيمة المحددة في غرفة الضغط يقوم الوقود بدفع الصمام المنزلق إلى أعلى ضد قوة ضغط النابض فتفتح فتحة عودة الوقود من غرفة الضغط إلى غرفة السحب ، وعند انخفاض الضغط يتغلب النابض على ضغط الوقود فيعيد الصمام المنزلق إلى وضعه يتناسب مع ضغط النابض على ضغط الوقود فيعيد الصمام المنزلق إلى ضغط الوقود بداخل غرفة الضغط والشكل التالي يوضح ذلك .



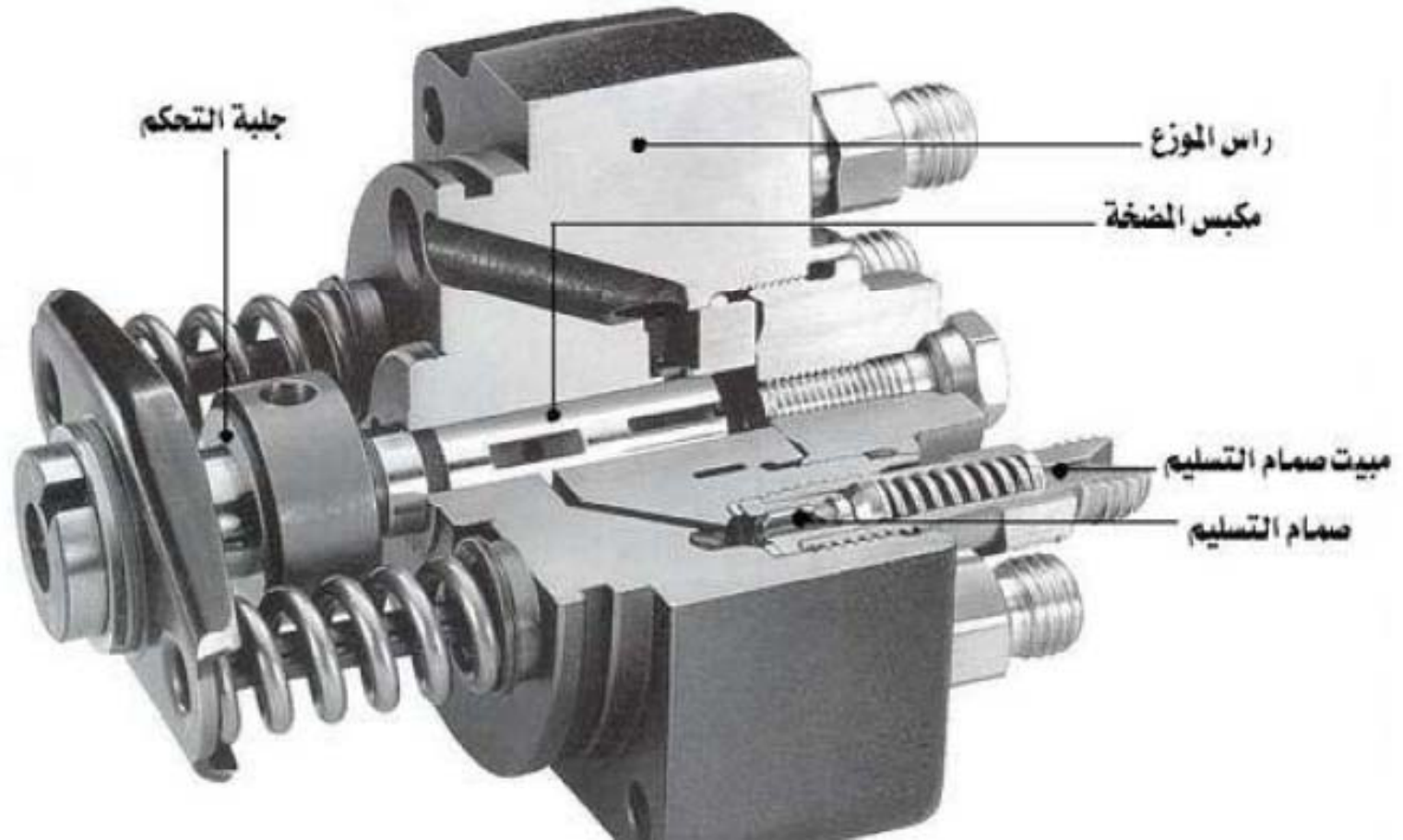
المضخة الدائرية (الموزع)

صمام خروج الوقود الفائض (الزائد)

نظرا لقيام مضخة التغذية بالوقود بضخ كمية وقود أكثر مما يحتاجه المحرك إذا لابد من وجود صمام يقوم بتصريف الوقود الزائد وإعادته للخزان لذلك تم تركيب صمام خروج الوقود الزائد في أعلى مضخة الحقن الموزعة والشكل التالي يوضح طريقة خروج الوقود من الصمام حيث يعمل على إعاقة سريان الوقود العائد إلى الخزان بواسطة ثقوب صغيرة مقدارها (0,6 مم) وهي تعمل على المحافظة على مستوى ضغط الوقود داخل تجويف المضخة .



المضخة الدائرية (الموزع)



ولكي تتم عملية الحقن فرضاً لمحرك ذي أربع أسطوانات يجب أن يتحرك مكبس المضخة من النقطة الميتة السفلى إلى النقطة الميتة العليا ثم يعود للنقطة الميتة السفلى مرة أخرى أثناء دورانه بمقدار 90 درجة أي يجب أن يتم مكبس المضخة شوطاً إلى أعلى و آخر إلى أسفل خلال 90 درجة و إذا كان المحرك ذو ست أسطوانات فإن هذين الشوطين يجب أن يتما خلال 60 درجة و هكذا
لاحظ شكل مكبس المضخة:

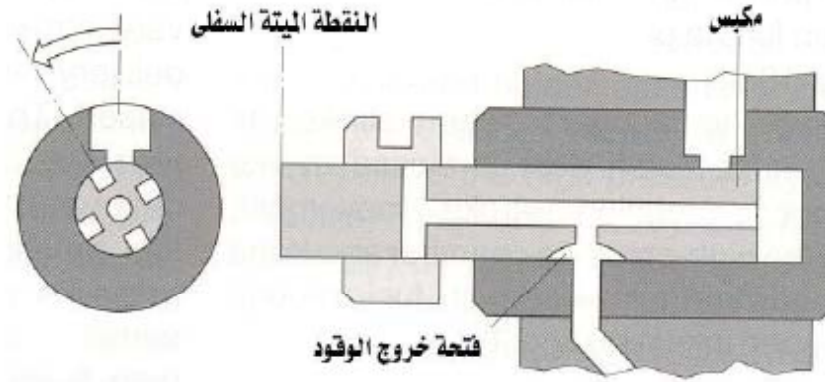
منفذ خروج الوقود إلى صمامات التسليم



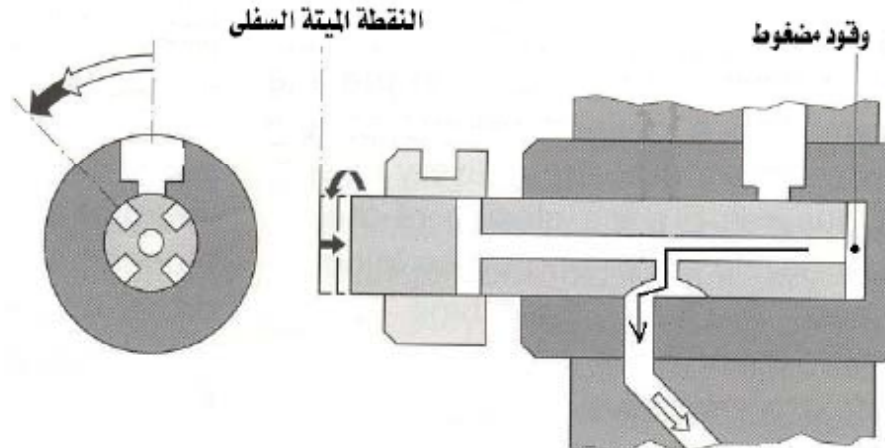
شق المكبس العلوية وتقابل فتحة الإمداد

عملية الحقن بواسطة المكبس فتتم من خلال عدة مراحل

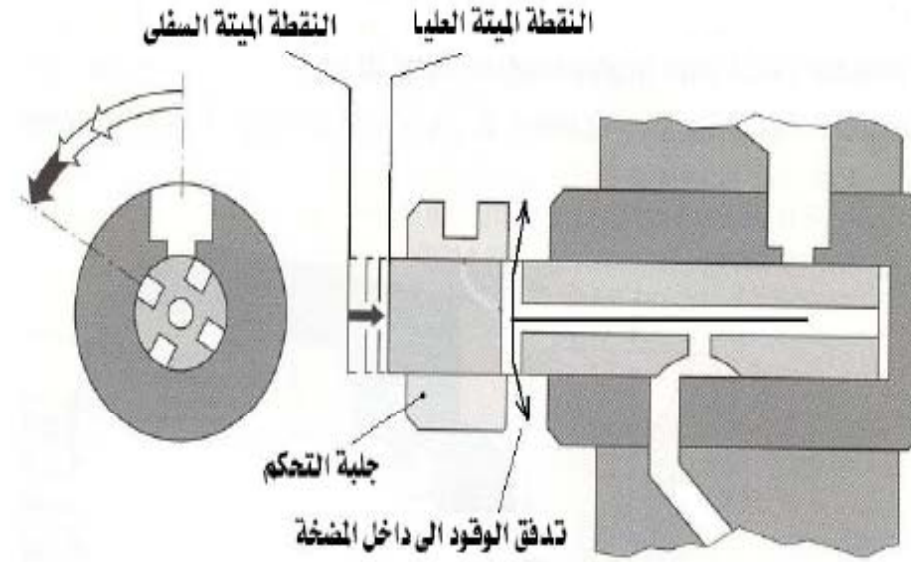
1- غلق فتحة الإمداد بواسطة حركة المكبس الدائرية



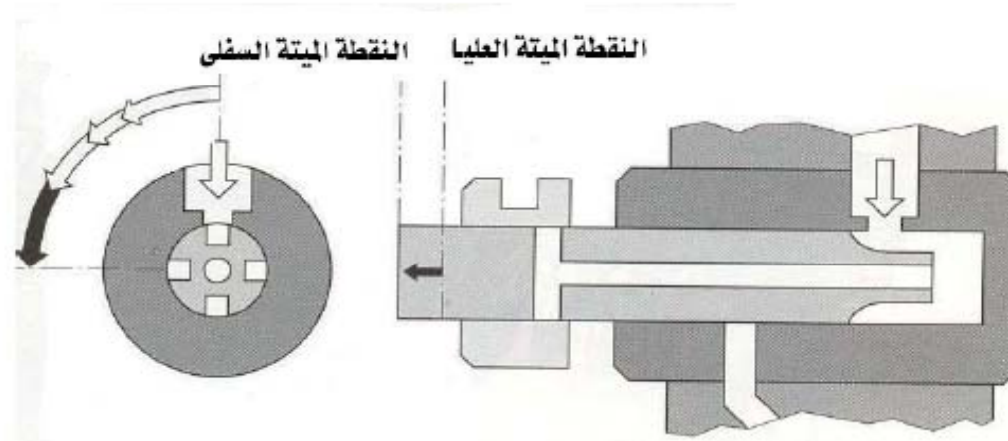
2- بداية عملية ضغط وحقن الوقود بواسطة حركة المكبس إلى أعلى (مع استمرار دوران المكبس)



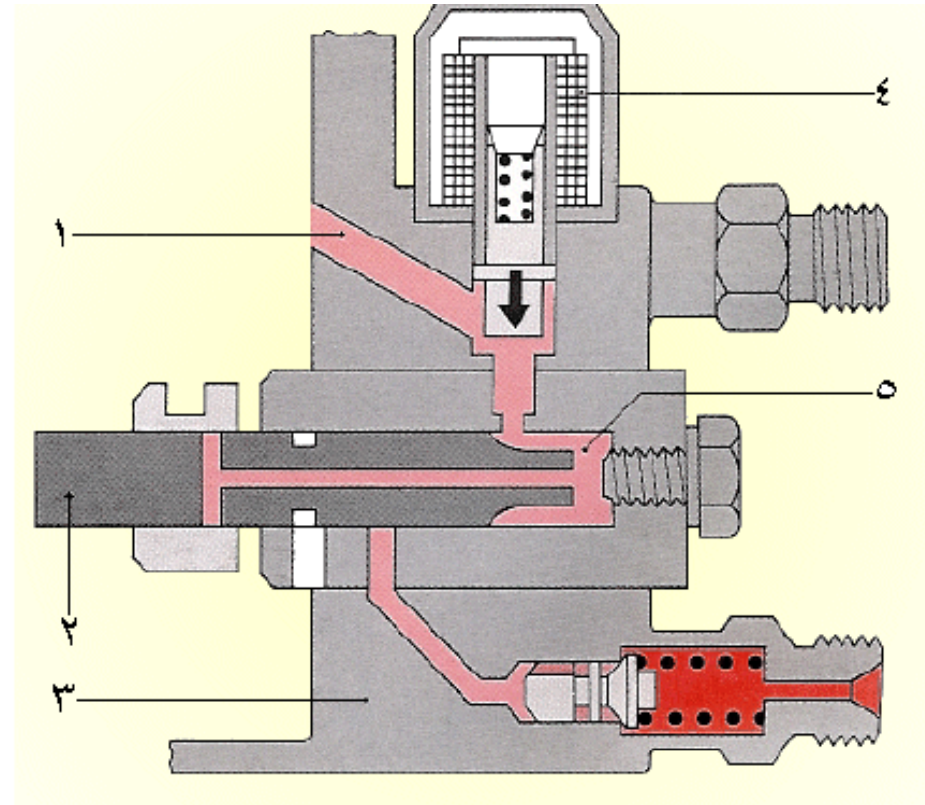
3- نهاية عملية الحقن و ذلك بواسطة فتح جلبة التحكم لفتحات المكبس السفلية



4- دخول الوقود عبر فتحة الإمداد إلى أعلى المكبس عن طريق شقوق المكبس العلوية استعدادا لعملية ضغط و حقن الوقود للمبناخ التالي



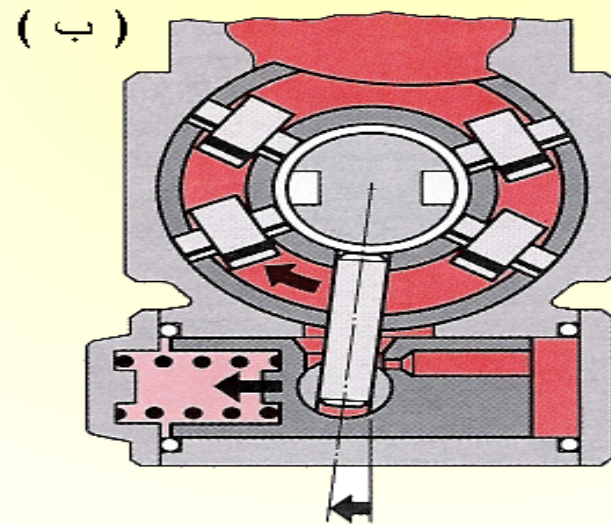
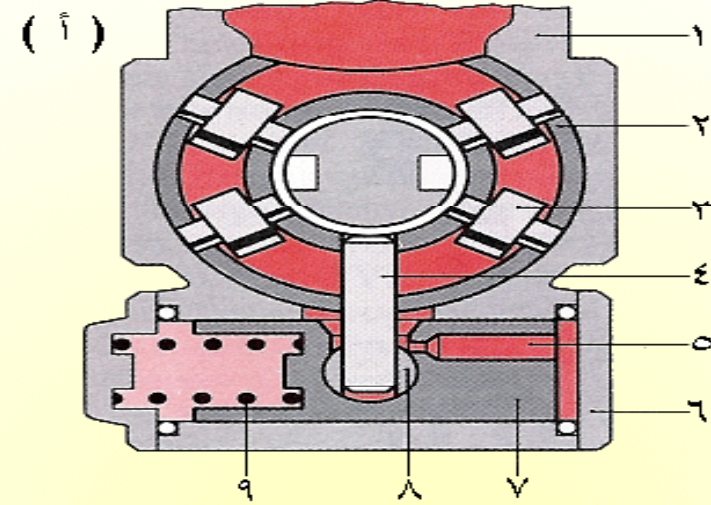
مجموعة قطع الوقت :



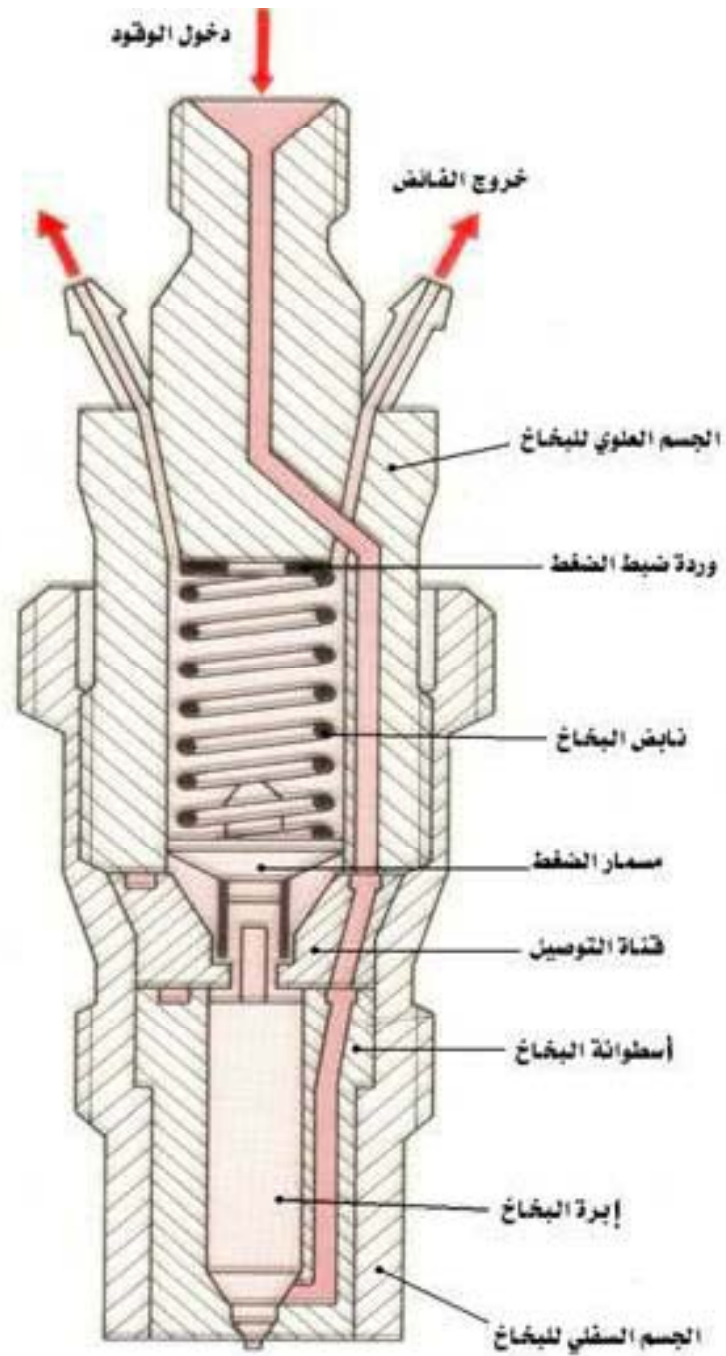
- 1- فتحة الدخول
- 2- كباس التوزيع
- 3- الرأس الموزع
- 4- صمام كهربائي للجذب أو الدفع
- 5- غرفة الضغط العالي

مجموعة توقيت الحقن :

- (أ) وضع عدم التشغيل
 (ب) وضع التشغيل
- 1- جسم مضخة حقن دوارة
 - 2- قرص البكرات
 - 3- حامل البكرات
 - 4- بنز التحريك
 - 5- فتحة الدخول بالمكبس
 - 6- غطاء
 - 7- مكبس التوقيت
 - 8- قطعة منزلقة
 - 9- نابض تجهيزة التوقيت

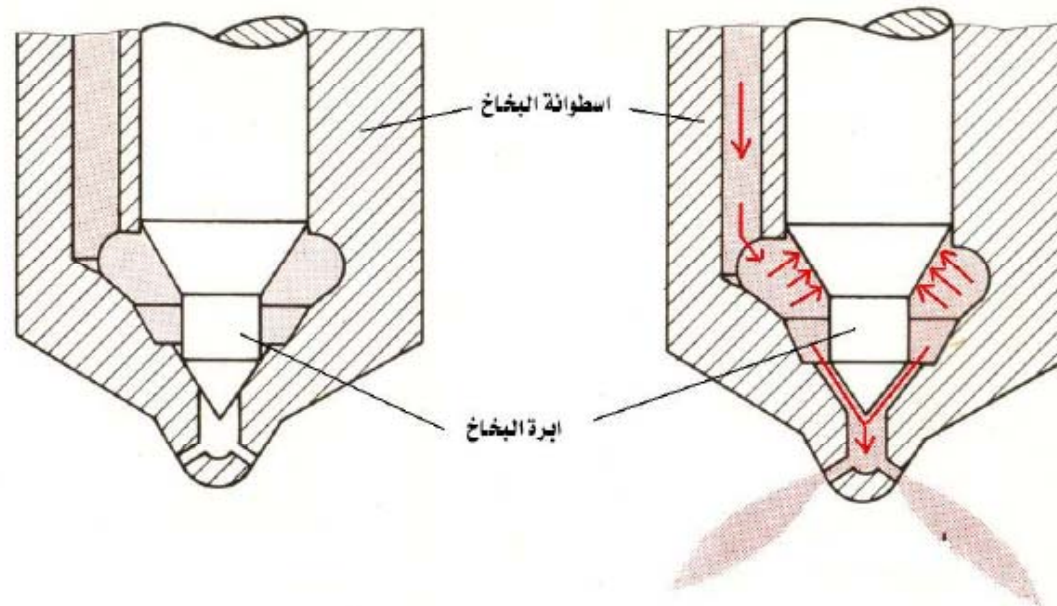


بخاخات حقن الوقود



طريقة عمل البخاخ :

يدخل الوقود إلى البخاخ عن طريق فتحة الدخول و من ثم يمر في المجرى الجانبي و عبر قناة التوصيل إلى أسطوانة البخاخ و مع استمرار مضخة الحقن الرئيسية في حقن الوقود إلى البخاخ يقوم الوقود بالضغط على الحافة المائلة في إبرة البخاخ إلى أن يتغلب ضغط الوقود على ضغط نابض البخاخ مما يؤدي إلى ارتفاع إبرة البخاخ عن قاعدتها و بذلك يتم فتح منفث الوقود في البخاخ و يتم حقن الوقود في غرفة الاحتراق و تستمر عملية حقن الوقود إلى أن تتوقف مضخة الحقن الرئيسية عن الحقن والشكل التالي يوضح عملية فتح منفث الوقود في البخاخ



انظر الكتاب المقرر