

---

# Phần I: CƠ SỞ LUẬN

## CHƯƠNG I: KHÁI QUÁT CHUNG VỀ HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU DIESEL

### 1.1. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU DIESEL VÀ DIESEL ĐIỆN TỬ

Ra đời sớm nhưng động cơ Diesel không phát triển như động cơ xăng do gây ra nhiều tiếng ồn, khí thải bẩn. Tuy nhiên cùng với sự phát triển của kỹ thuật công nghệ, các vấn đề được giải quyết và Diesel ngày càng trở nên phổ biến và hữu dụng hơn.

Khí thải động cơ Diesel là một trong những thủ phạm gây ô nhiễm môi trường. Động cơ Diesel với tính hiệu quả kinh tế hơn là động cơ xăng, tuy nhiên vấn đề về tiếng ồn và khí thải vẫn là những hạn chế trong sử dụng động cơ Diesel.

Động cơ Diesel được phát minh vào năm 1892 nhờ Rudolf Diesel hoạt động theo nguyên lý tự cháy. Ở gần cuối quá trình nén, nhiên liệu được phun vào buồng cháy động cơ để hình thành hòa khí rồi tự bốc cháy. Đến năm 1927 Robert Bosh mới phát triển bơm cao áp (*bơm phun Bosh lắp cho động cơ Diesel trên ô tô thương mại và ô tô khách vào năm 1936*).

Hệ thống nhiên liệu Diesel không ngừng được cải tiến với các giải pháp kỹ thuật tối ưu nhằm làm giảm mức độ phát sinh ô nhiễm và suất tiêu hao nhiên liệu. Các nhà động cơ Diesel đã đề ra nhiều biện pháp khác nhau về kỹ thuật phun và tổ chức quá trình cháy nhằm hạn chế các chất ô nhiễm. Các biện pháp chủ yếu tập chung vào giải quyết các vấn đề:

- Tăng tốc độ phun để giảm nồng độ bồ hóng do tăng tốc hòa trộn nhiên liệu không khí.

- Tăng áp suất phun, đặc biệt là đối với động cơ phun trực tiếp.

- Điều chỉnh dạng quy luật phun theo khuynh hướng kết thúc nhanh quá trình phun để làm giảm HC.

- Biện pháp hồi lưu một bộ phận khí xả.

Hiện nay các nhược điểm đó đã được khắc phục bằng cách cải tiến một số bộ phận của hệ thống nhiên liệu Diesel điện tử như:

- Bơm cao áp điều khiển điện tử.

- Vòi phun điện tử.

- Ống tích trữ nhiên liệu áp suất cao ( ống Rail).

---

Với các ứng dụng mạnh mẽ về điều khiển tự động trong hệ thống nhiên liệu Diesel nhờ sự phát triển về công nghệ. Năm 1986 Bosh đã đưa ra thị trường việc điều khiển điện tử cho hệ thống cung cấp nhiên liệu Diesel được gọi là hệ thống nhiên liệu Common Rail Diesel. Cho đến ngày nay hệ thống cung cấp nhiên liệu Common Rail Diesel đã được hoàn thiện. Trong động cơ Diesel hiện đại áp suất phun được thực hiện cho mỗi vòi phun một cách riêng rẽ, nhiên liệu áp suất cao được chứa trong ống chứa (Rail) và được phân phối đến từng vòi phun theo yêu cầu. So với các hệ thống cung cấp nhiên liệu Diesel thông thường thì Common Rail Diesel đã đáp ứng và giải quyết được những vấn đề:

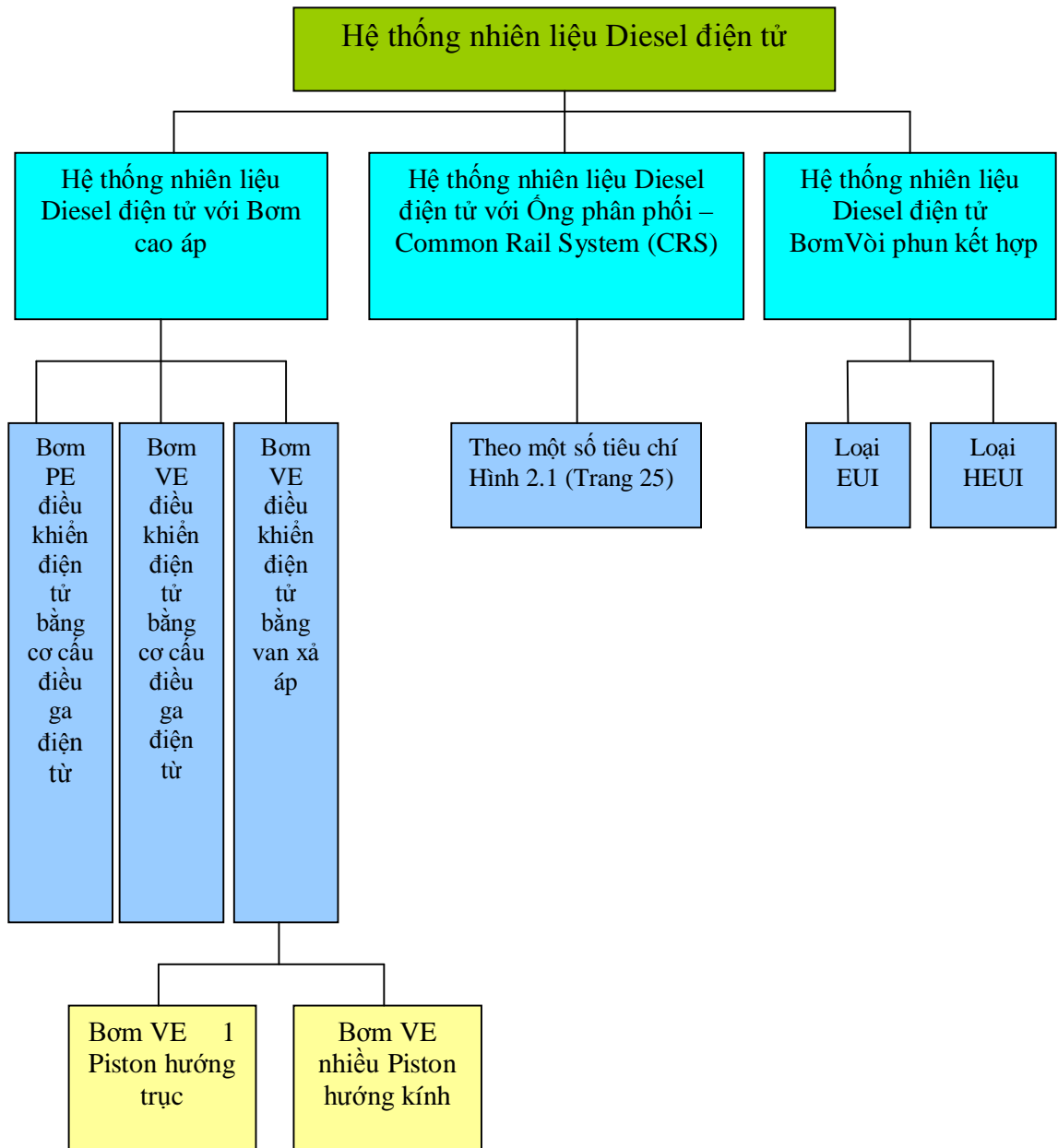
- Giảm tối đa mức độ tiếng ồn.

- Nhiên liệu được phun ra với áp suất rất cao nhờ kết hợp điều khiển điện tử, áp suất phun có thể đạt tới 184 MPa. Thời gian phun cực ngắn và tốc độ phun cực nhanh (khoảng 1,1 ms).

- Có thể thay đổi áp suất phun và thời điểm phun tùy theo chế độ làm việc của động cơ.

Do đó làm tăng hiệu suất động cơ và tính kinh tế nhiên liệu được nâng cao hơn.

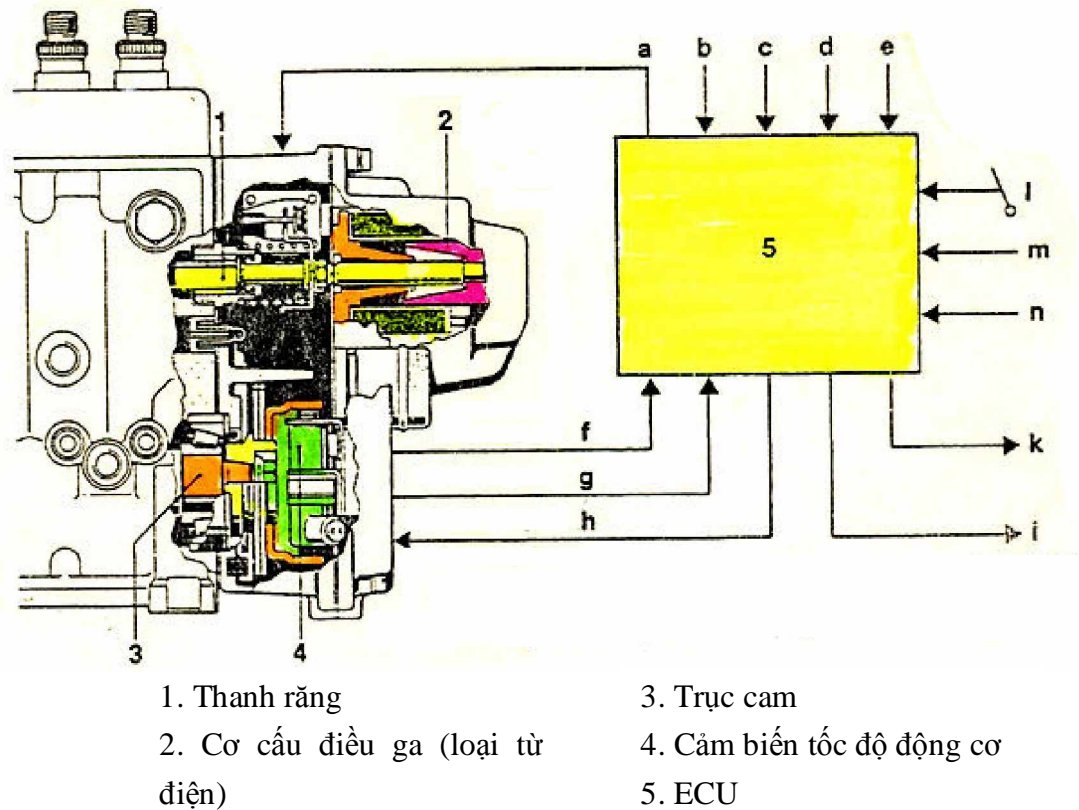
## 1.2. PHÂN LOẠI HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU DIESEL ĐIỆN TỬ



### 1.3. ĐẶC ĐIỂM CÁC HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU DIESEL ĐIỆN TỬ

#### 1.3.1. Hệ thống nhiên liệu Diesel điện tử loại bơm dây (PE) điều khiển điện tử bằng cơ cấu điều ga điện tử

##### Cấu tạo



Hình 1.1: Bơm dây PE điều khiển điện tử

Những cơ cấu chính như bơm PE thông thường chỉ khác các điểm sau:

- Bộ điều tốc ly tâm ở phía cuối trục cam được thay bằng cảm biến tốc độ động cơ.
- Cơ cấu điều khiển thanh răng loại cơ khí hoặc loại chân không được thay bằng cơ cấu điều ga điện tử nhận xung điều khiển từ ECU động cơ.

##### Hoạt động

- Điều khiển lượng nhiên liệu phun bằng cách di chuyển thanh răng nhờ cơ cấu điều ga điện tử.

Cơ cấu điều ga điện tử tạo ra một từ trường kéo thanh răng. Lực từ trường  $F_{\phi} = \text{Var}$  (biến thiên).

$$G_{nl} = f(n_{đ/c}, \text{mức tải}, t_{đ/c}^o, t_{kk}^o, \text{loại nhiên liệu}, \text{áp suất đường nạp nhiên liệu...})$$

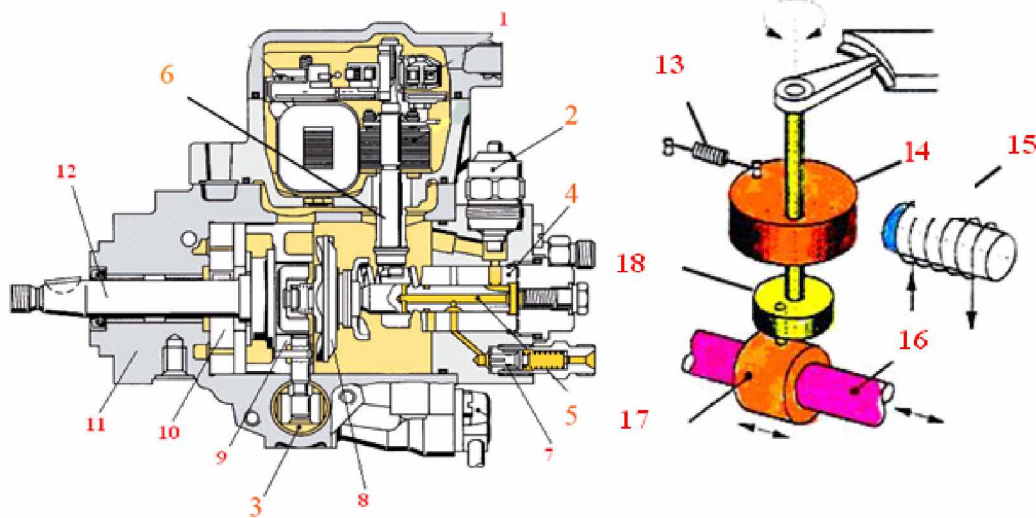
- Điều khiển thời điểm phun bằng cách xoay trục cam và được thực hiện qua hai cơ cấu:

- + Cơ cấu ly tâm.
- + Cơ cấu khớp dầu điều khiển qua ECU.

### 1.3.2. Hệ thống nhiên liệu Diesel điện tử loại bơm chia (VE) điều khiển điện tử

#### 1.3.2.1. Loại bơm cao áp VE hướng trục điều khiển điện tử bằng cơ cấu điều ga điện tử

##### *Cấu tạo*



- |                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| 1. Cảm biến mức ga                  | 10. Bơm sơ cấp      |
| 2. Van điện tử cắt nhiên liệu       | 11. Thân bơm        |
| 3. Bộ điều khiển phun sớm (Van TCV) | 12. Trục bơm        |
| 4. Xy lanh bơm                      | 13. Lò xo           |
| 5. Piston                           | 14. Trống lớn       |
| 6. Cơ cấu điều ga điện tử           | 15. Cuộn điều khiển |
| 7. Van triệt hồi                    | 16. Piston          |
| 8. Cam đĩa                          | 17. Quả ga          |
| 9. Vành con lăn                     | 18. Trống nhỏ       |

*Hình 1.2: Bơm cao áp VE hướng trục điều khiển điện tử bằng cơ cấu điều ga điện tử*

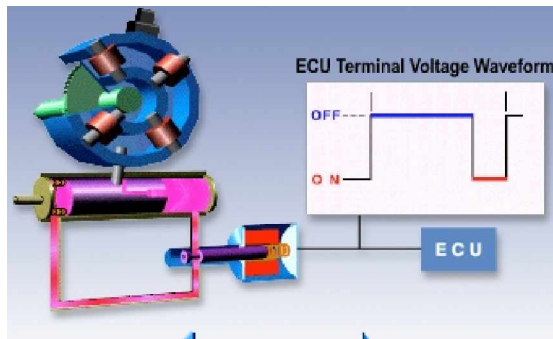
Những cơ cấu chính giống như bơm VE cơ khí. Điểm khác biệt là thay bộ điều tốc cơ khí loại ly tâm và hệ đòn dẫn ga bằng cơ cấu điều ga điện tử. Cơ cấu này sẽ thực hiện việc dịch chỉnh quả ga trên piston để thay đổi lượng phun.

### ***Hoạt động***

- Quá trình tạo ra dầu áp suất cao, phun dầu cơ bản giống như loại bơm thông thường.

- Điều khiển lượng phun thông qua cơ cấu điều ga điện tử. Cơ cấu điều ga điện tử điều khiển công suất động cơ và kiểm soát tốc độ tối đa của động cơ để ngăn động cơ chạy quá tốc độ và giữ ổn định tốc độ chạy không tải.

- Điều khiển thời điểm phun thông qua van TCV. Van này được điều khiển bằng tỷ lệ hiệu dụng (tỷ lệ theo chu kỳ làm việc) thời gian tắt/bật của dòng điện chạy qua cuộn dây. Khi điện bật, độ dài thời gian mở van sẽ điều khiển áp suất nhiên liệu trong piston của bộ định thời.

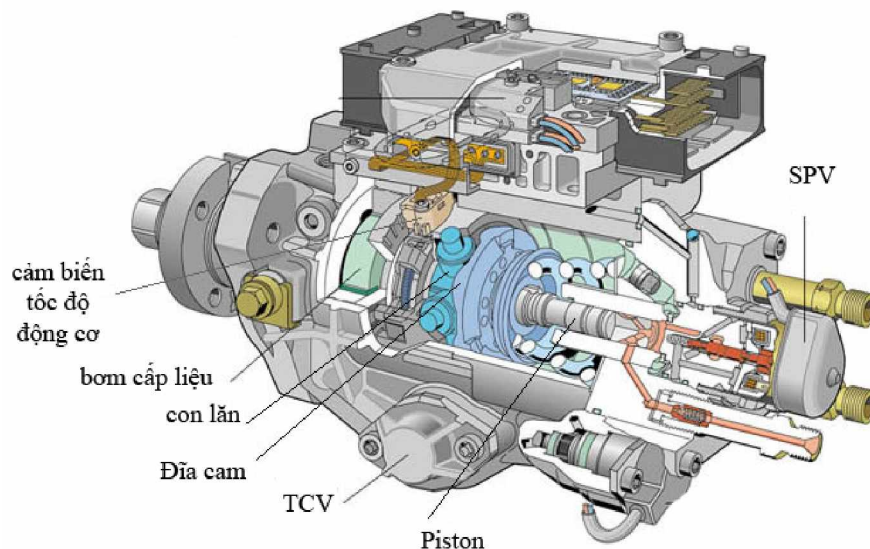


*Hình 1.3: Hoạt động của van TCV  
(Làm sớm thời điểm phun)*

### **1.3.2.2. Loại bơm cao áp VE điều khiển điện tử bằng van xả áp – máy bơm piston hướng trục**

#### ***Cấu tạo***

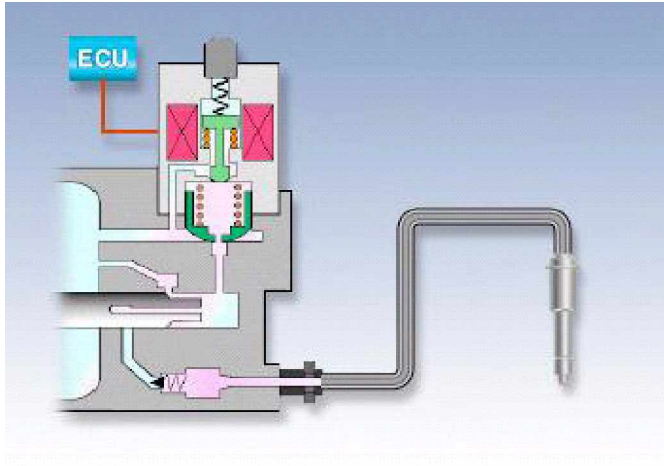
Bơm VE điện tử kiểu mới một piston hướng trục do không có quả ga nên để điều khiển lượng nhiên liệu phun (Tức là muốn thay đổi tốc độ động cơ, công suất của động cơ) thì bơm sử dụng một khoang xả áp thông với khoang xy lanh.



*Hình 1.4: Cấu trúc bơm VE điều khiển điện tử bằng van xả áp – máy bơm piston hướng trục*

### **Hoạt động**

- Điều khiển lượng phun thông qua hoạt động của van xả áp SPV



*Hình 1.5: Vị trí van SPV trên bơm VE điều khiển điện tử*

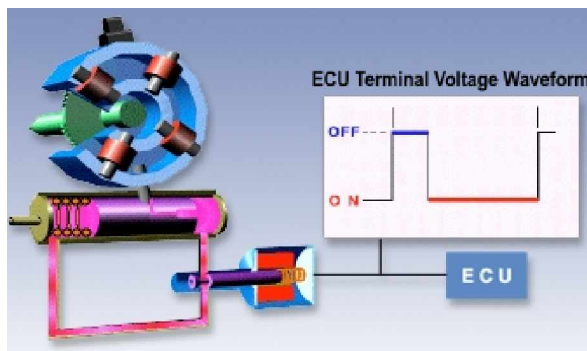
Hành trình nạp: SPV đóng lại, piston chuyển động sang trái. Khi đó nhiên liệu được hút vào buồng bơm.

Phun: SPV đóng lại. Piston chuyển động sang phải, áp suất nhiên liệu tăng lên và nhiên liệu được bơm đi.

Kết thúc phun: SPV mở ra, do nhiên liệu giảm nên áp suất cũng giảm xuống. Quá trình phun kết thúc. Khi các điều kiện ngắt nhiên liệu được thực hiện, áp

suất không tăng lên do SPV vẫn đang trong trạng thái mở.

- Điều khiển thời điểm phun thông qua van TCV



*Hình 1.6: Hoạt động của van TCV (Làm muộn thời điểm phun)*

### **1.3.2.3. Loại bơm cao áp VE điều khiển điện tử bằng van xả áp – máy bơm piston hướng kính**

#### **Cấu tạo**

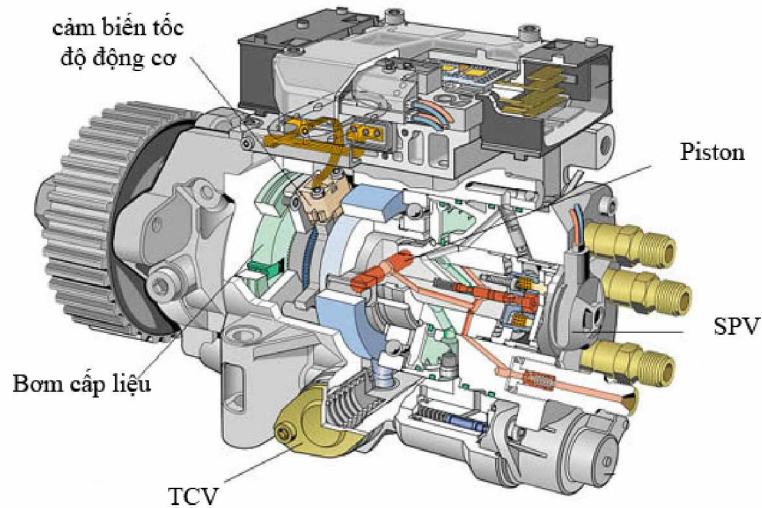
Trục bơm được nối với rôto chia và ở rôto chia bố trí 4 piston hướng kính, ở giữa là một lỗ khoan dọc tâm, lỗ khoan này thông với cửa nạp dầu và cửa chia dầu.



Phía ngoài rôto chia là một vành có các con lăn và toàn bộ cụm này được đặt trong một vành cam.

### ***Hoạt động***

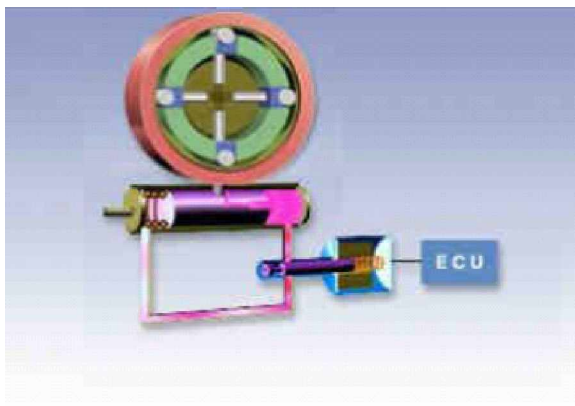
- Điều khiển lượng phun thông qua van SPV giống như máy bơm piston hướng trục ở trên.



*Hình 1.7: Cấu trúc bơm VE điều khiển điện tử bằng van xả áp – máy bơm piston hướng kính*

- Điều khiển thời điểm phun thông qua van TCV. Nguyên tắc hoạt động giống như van TCV của các bơm VE trước.

Điều khiển thời điểm phun:



*Hình 1.8: Hoạt động của van TCV bơm VE điều khiển điện tử - máy bơm hướng kính*

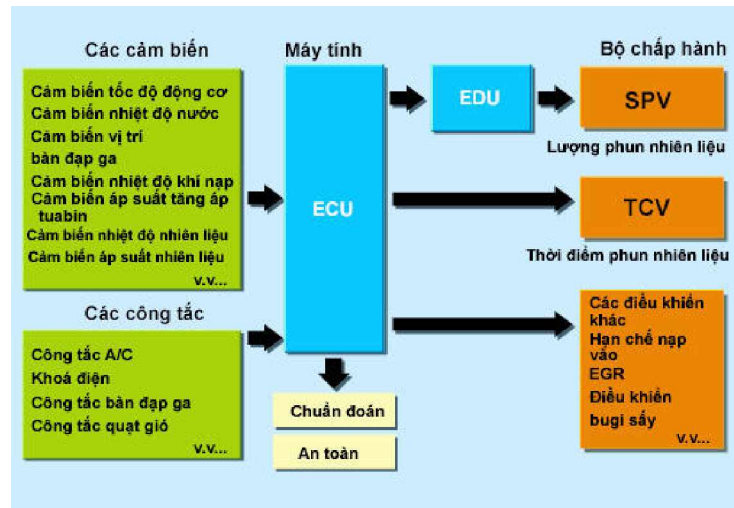
điểm phun.

Khi độ dài thời gian mở van rút ngắn lại (Tỷ lệ của dòng điện đang được sử dụng thấp), thì lượng nhiên liệu đi tắt giảm xuống. Do đó, piston của bộ định thời chuyển động sang trái làm quay vành con lăn theo chiều làm sớm thời điểm phun.

Khi độ dài thời gian mở van dài (tỷ lệ của dòng điện đang được sử dụng cao), thì lượng nhiên liệu đi tắt tăng lên. Do đó piston của bộ định thời chuyển sang phải do lực của lò xo làm quay vành con lăn theo chiều làm muộn thời



#### 1.3.2.4. Sơ đồ điều khiển bơm VE điện tử loại dùng van xả áp



Hình 1.9: Sơ đồ điều khiển bơm VE điện tử loại dùng van xả áp

### 1.3.3. Ưu - Nhược điểm của hệ thống Diesel điện tử sử dụng các loại bơm cao áp

#### 1.3.3.1. Ưu điểm

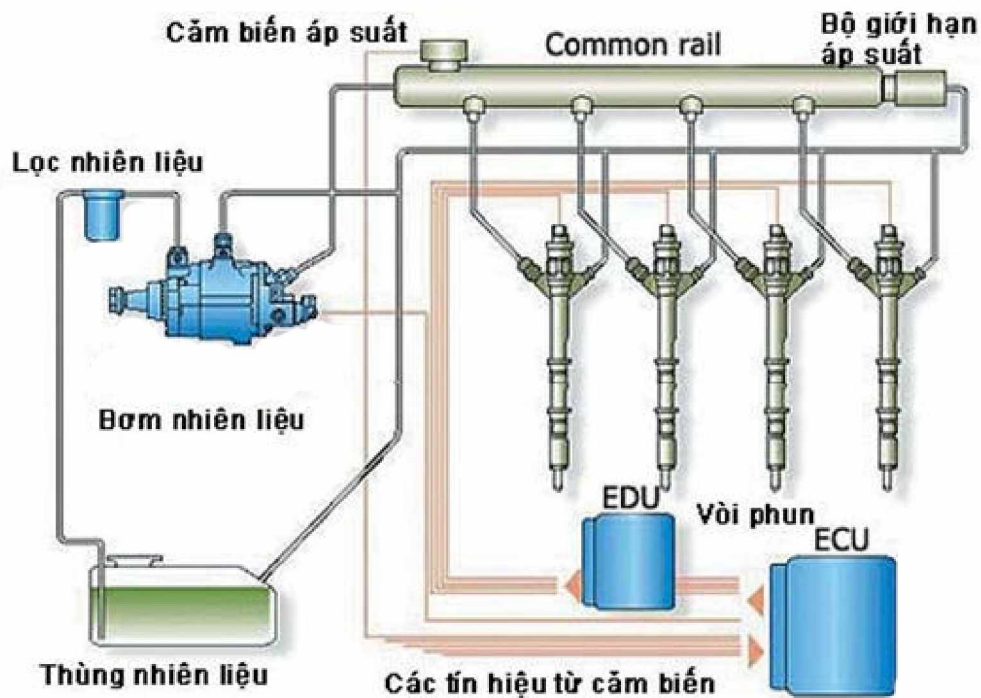
- Là một cụm kết cấu gọn, được cải tiến từ bơm cao áp cơ khí truyền thống và có thêm phần điều khiển điện tử.
- Chi phí sản xuất không cao.
- Dễ lắp đặt, sửa chữa.

#### 1.3.3.2. Nhược điểm

- Tạo ra quá trình cháy kích nổ, dẫn tới sinh ra tiếng gõ động cơ.
- Điều khiển bằng hai cơ cấu (điều khiển lượng phun, điều khiển thời điểm phun) nên quá trình điều khiển phức tạp.
- Đa số là cơ cấu cơ điện nên dễ bị mòn, sinh ra sự cố.
- Do cháy kích nổ nên làm tăng lượng  $\text{NO}_x$  trong khí xả.
- Áp suất phun thấp dẫn tới phun không tới làm ảnh hưởng tới quá trình cháy (áp suất phun  $P_{\text{phun}} = 115 - 175 \text{ bar}$ ).

Từ những nhược điểm này cho ra đời hệ thống Diesel điện tử được ưa chuộng: Common Rail và bơm vòi phun kết hợp EUI và HEUI.

### 1.3.4. Hệ thống nhiên liệu Diesel điện tử với ống phân phối(Common Rail)



Hình 1.10: Sơ đồ một hệ thống nhiên liệu Diesel điện tử với ống phân phối tiêu chuẩn

- Khối cấp dầu thấp áp: Thùng dầu, bơm tiếp dầu, bộ lọc dầu, ống dẫn dầu và đường dầu hồi.
- Khối cấp dầu cao áp: Bơm áp cao, ống phân phối dầu cao áp đến các vòi phun (ống Rail), các tuy ô cao áp, van an toàn và van xả áp, vòi phun.
- Khối cơ - điện tử: Các cảm biến và tín hiệu, ECU và EDU (nếu có), vòi phun, các van điều khiển nạp ( còn gọi là van điều khiển áp suất Rail)
- Điều khiển lượng phun và thời điểm phun bằng một xung duy nhất từ ECU dựa vào các tín hiệu từ các cảm biến và công tắc. Áp suất phun rất cao: 1300 – 1900 bar.