

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

139744

139744

DIESEL MOTORLARINDAKİ ELEKTRONİK YAKIT
PÜSKÜRTME SİSTEMLERİ


Makina Mühendisi Ali Murat DEMİRAL

FBE Makina Anabilim Dalı Enerji Makinaları Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Orhan DENİZ



Doç. Dr. U. KESGİN


İSTANBUL, 2003

Doç. Dr. Hakan KALELİ


YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	i
KISALTMA LİSTESİ.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	v
ÖNSÖZ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. YAKIT PÜSKÜRTME SİSTEMLERİNİN GÖREVİ VE KISIMLARI.....	3
2.1 Plancır ve Silindiri.....	5
2.2 Yakıt Borusu.....	5
2.3 Pompa Arızaları.....	5
2.4 Enjektörler.....	6
2.4.1 Kapalı Enjektörler.....	6
2.4.1.2 Tek Delikli ve Pinli Memeler.....	7
2.4.1.3 Çok Delikli Memeler.....	7
2.4.2 Havasızlandırma.....	8
2.4.3 Enjektörlerin Soğutulması.....	8
2.5 Püskürtme.....	9
2.5.1 Püskürtme Gecikmesi.....	9
2.5.2 Püskürtme Süresi.....	10
2.5.3 Püskürtme Basıncı.....	11
2.5.4 Birleşik Enjektörler.....	11
2.6 Enjektör Arızaları.....	12
2.7 Yakıt Sarfiyatı.....	13
2.7.1 Bir Çevrimde Püskürtülen Yakıt Miktarı.....	13
2.7.2 Özgül Yakıt Harcamaları.....	13
2.8 Yakıt Devresini Oluşturan Kısımlar.....	14
2.8.1 Servis Depoları (Tankları).....	14
2.8.2 Filtreler.....	14
2.8.3 Seperatör.....	15
2.8.4 Pompalar.....	17
2.8.4.1 Aktarma ve Besleme Pompalarının Türleri.....	17
3. BOSCH DIESEL ELEKTRONİK YAKIT PÜSKÜRTME SİSTEMLERİ..	20
3.1 Teknik Gereksinimler.....	20
3.2 Püskürtme Pompası Dizaynları.....	21
3.2.1 Münferit Yakıt Püskürtme Pompaları.....	21
3.2.1.1 PE Standart Münferit Yakıt Püskürtme Pompaları.....	22
3.2.1.2 Kontrol Kollu Münferit Yakıt Püskürtme Pompaları.....	23
3.2.2 Distribütör Yakıt Püskürtme Pompaları.....	23
3.2.2.1 Eksenel Pistonlu Distribütör Pompaları.....	23
3.2.2.2 Radyal Pistonlu Distribütör Pompaları.....	23
3.2.3 Tek Plancerli Yakıt Püskürtme Pompaları.....	24

3.2.3.1	PF Tek Plancerli Pompalar.....	24
3.2.3.2	Birleşik Enjektör Sistemi (UIS).....	24
3.2.3.3	Birleşik Pompa Sistemi (UPS).....	24
3.2.4	Common Rail Sistemi (CR).....	25
3.3	UIS/UPS Sistem Görünümü.....	25
3.3.1	Uygulama Alanları.....	26
3.3.2	Dizayn ve Konstrüksiyon.....	26
3.3.3	Çalışma Prensibi.....	26
3.4	Yakıt Tedariği (Düşük Basınç Safhası).....	29
3.4.1	Yakıt Tankı.....	30
3.4.2	Yakıt İletim Hatları.....	30
3.4.3	Diesel Yakıt Filtreleri.....	31
3.4.4	Yakıt Tedarik Pompası.....	32
3.4.4.1	Elektrikli Yakıt Pompası (EKP).....	32
3.4.4.2	Dişli Tipi Yakıt Pompası.....	34
3.4.4.3	Ayrı Pervaneli Pervane Tipi Pompa.....	35
3.4.4.4	Çift Taraflı Pompa.....	35
3.4.5	Distribütör Tüp.....	36
3.4.6	Düşük Basınç, Basınç Kontrol Valfi.....	37
3.4.7	ECU Soğutucu.....	37
3.4.8	Yakıt Soğutucu.....	38
3.5	Birleşik Enjektör (UI).....	38
3.5.1	Yerleşim ve Çalışma.....	38
3.5.2	Dizayn ve Konstrüksiyon.....	39
3.5.3	Çalışma Prensibi.....	43
3.5.4	Birleşik Enjektör (UI) ün Tarihi Gelişimi ve Geleceği.....	47
3.5.5	Yüksek Basınç Solenoid Valfi.....	48
3.6	Birleşik Pompa (UP).....	51
3.6.1	Dizayn ve Konstrüksiyon.....	52
3.7	Enjektör Ağızları ve Ağız Tutucuları.....	52
3.7.1	Yakıt Püskürtme Mühendisliğindeki Bazı Ölçüler.....	54
3.7.2	Ağız Tutucular.....	57
3.7.2.1	Standart Ağız Tutucular.....	57
3.7.2.2	Kademeli Tip Ağız Tutucular.....	58
3.7.3	Delik Tipi Ağızlar.....	59
3.7.3.1	Delik Tipi Ağızların Çeşitleri.....	60
3.8	Diesel Yakıt Püskürtme, Yüksek Doğruluk Teknolojisi.....	63
3.9	Elektronik Diesel Kontrolü (EDC).....	64
3.9.1	Teknik Gereksinimler.....	64
3.9.2	Sistem Görünümü.....	65
3.9.3	Sistem Kısımları.....	66
3.10	Sensörler.....	67
3.10.1	PTC ve NTC Sıcaklık Sensörleri.....	67
3.10.2	Mikromekanik Basınç Sensörleri.....	69
3.10.3	Dönme Hızı ve Dönme Açısı Sensörleri.....	72
3.10.4	Faz Sensörleri.....	74
3.10.5	Gaz Pedalı Sensörleri.....	75
3.10.6	Sıcak Film Hava Kütleli Ölçücü HFM5.....	76
3.11	ECU.....	79
3.11.1	Veri İşlemleri.....	80
3.11.1.1	Giriş Sinyalleri.....	80

3.11.1.2	Sinyal Şartlandırmaları.....	81
3.11.1.3	Sinyal İşlemleri.....	81
3.11.1.4	Çıkış Sinyalleri.....	83
3.11.1.5	ECU İçerisindeki İletişim.....	84
3.11.1.6	Birleştirilmiş Görüntüleme.....	84
3.11.2	EDC Çalışma Prensibi.....	84
3.11.2.1	Çalışma Durumu Kontrolü.....	85
3.11.2.2	Bilgi Aktarımı.....	88
3.11.2.3	UI/UP Solenoid Valfler:Tetikleme.....	89
3.11.3	Diğer Sistemlere Veri Transferi.....	90
3.11.3.1	Genel Veri Transferi.....	91
3.11.3.2	Seri Veri Transferi (CAN).....	91
3.12	Tahrik Ediciler.....	95
3.12.1	Elektro pnömatik Tahrik Ediciler.....	95
3.12.2	Sürekli Çalışan Frenleme Sistemleri.....	97
3.12.3	Motor Fan Kontrolü.....	98
3.12.4	Başlangıç Yardımcı Sistemleri.....	98
4.	COURTESY CATERPILLAR INC. PEEC YAKIT SİSTEMİ ÇEVİRİMİ... 100	
5.	CUMMINS YAKIT PÜSKÜRTME SİSTEMLERİ.....	103
5.1	Distribütör Sistemi.....	103
5.2	Cummins PT Sistemi.....	103
6.	SONUÇLAR VE YORUMLAR.....	107
	KAYNAKLAR.....	110
	EKLER.....	111
EK 1	Common Rail Püskürtme Sisteminin Şematik Gösterimi.....	112
	ÖZGEÇMİŞ.....	113

SİMGE LİSTESİ

ε	Sıkıştırma oranı
α	Krankmili açısı
M	Tork
ÜÖN	Üst Ölü Nokta
AÖN	Alt Ölü Nokta
f_i	Bir çevrimde püskürtülen yakıt miktarı
V_y	Bir çevrimde püskürtülen yakıtın hacmi
F_i	Özgül endike yakıt harcamı
V_h	Piston yer değiştirme hacmi
V_c	Sıkıştırma kayıpları
S	Piston stroku
I_s	Bobin akımı
h_m	Solenoid valf iğnesi stroku
p_e	Püskürtme basıncı
h_n	Ağız iğne stroku
γ	Püskürtme konisi açısı
δ	Püskürtme deliği koni açısı
F_f	Yay kuvveti
F_d	Yay basıncından dolayı basınç yüklenici üzerindeki basınç
NO _x	Azot oksit
CO	Karbonmonoksit
HC	Hidrokarbon
R ₁ ,R ₂	Ölçme dirençleri
p	Basınç
U _o	Temin edilen voltaj
U _A	Ölçüm voltajı
U _H	Giriş voltajı
U _R	Uygulanan boylamasına voltaj
B	Magnetik indüksiyon
α	Magnetik alan yüzünden elektronların sapıtılması
M ₁ ,M ₂	Ölçüm noktaları
ΔT	Sıcaklık dağılımındaki değişiklik
T ₁ ,T ₂	Sıcaklık değerleri

KISALTMA LİSTESİ

ABS	Anti Kilit Frenleme Sistemi
ASIC	Uygulamaya Özel Entegre Edilmiş Devre
BIP	Püskürtme Periyodu Başlangıcı
CAN	Alan Kontrolcü Şebeke
CR	Common Rail
CRC	Gereksiz Doluşan Veri Kontrolü
CRS	Common Rail Sistemi
ECM	Elektronik Kontrol Modülü
ECU	Elektronik Kontrol Ünitesi
EDC	Elektronik Diesel Kontrolü
EDM	Elektriksel Tanecik Kaldırıcı
EGR	Egzost Gazı Tekrar Sirkülasyonu
EKP	Elektrikli Yakıt Pompası
EOBD	Avrupa Ekran Üzerinde Gösterim
EoL	Hat Sonu Programlama
EPROM	Okunan Hafıza
ESP	Elektronik Denge Programı
EWS	Elektronik Immobilizer
DI	Direkt Püskürtmeli Motor
FGR	Yol Kontrolü
HE	Hidroerosiv makinası
HFM5	Sıcak Film Hava Kütleli Ölçücü
ID	İç Çap
IDI	İndirekt Püskürtmeli Motor
ISO	Uluslar arası Standart Organizasyonu
MSR	Motor Tork Kontrolü
NTC	Bir Sıcaklık Sensörü
OBD	Ekran Üzerinde Gösterim
OD	Dış Çap
PEEC	Programlanabilir Elektronik Motor Kontrolü
PF	Bosch Tek Plancerli Püskürtme Pompası
PTC	Bir Sıcaklık Sensörü
PWG	Bir Gaz Pedalı Sensörü
ROM	Okunan Hafıza
RZP	Silindir Hücreli Pompa
SMD	Yüzeye Monte Edilmiş Cihaz
TCS	Çekiş Kontrol Sistemi
UI	Birleşik Enjektör
UIS	Birleşik Enjektör Sistemi
UP	Birleşik Pompa
UPS	Birleşik Pompa Sistemi
VE	Bosch Eksenel Pistonlu Distribütör Püskürtme Pompası
VR	Bosch Radyal Pistonlu Distribütör Püskürtme Pompası
VTG	Değişebilen Türbin Geometrisi

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1	Diesel motorunun çalışma prensibi..... 2
Şekil 1.2	4 Stroklu diesel motoru..... 2
Şekil 2.1	Hidrolik püskürtme sistemi..... 4
Şekil 2.2	Port ve helis kontrollü bir yüksek basınç pompasının çalışması..... 4
Şekil 2.3	Diesel motorlarının enjektörlerindeki pinli veya pintil memeler.....7
Şekil 2.4	Çok delikli konik iğneli bir hidrolik meme.....8
Şekil 2.5	General Motors'un birleşik enjektörü..... 12
Şekil 2.6	Diesel motorlarının yakıt devrelerindeki torba türü bir filtre.....15
Şekil 2.7	De Laval seperatörünün çalışma ilkesi..... 16
Şekil 2.8	Diyaframlı bir aktarma pompası (C.A.V.)..... 18
Şekil 2.9	Dişli türden bir yakıt pompası.....18
Şekil 3.1	Bosch diesel yakıt püskürtme sistemleri uygulamaları.....20
Şekil 3.2	Birleşik enjektör sistemi (UIS) ve birleşik pompa sistemi (UPS).....25
Şekil 3.3	Yolcu araçları için birleşik enjektör sistemi (UIS)..... 28
Şekil 3.4	Ticari araç birleşik enjektör sistemi ve birleşik pompa sistemi..... 29
Şekil 3.5	Yakıt tedarigi kısımları..... 30
Şekil 3.6	Seperatörlü diesel yakıt filtresi..... 32
Şekil 3.7	Tek safhalı elektrikli yakıt pompası.....33
Şekil 3.8	Pompa silindir hücresi.....34
Şekil 3.9	Dişli tipi yakıt pompası.....34
Şekil 3.10	Ayrı pervaneli pervane tipi pompa.....35
Şekil 3.11	Bir çift taraflı pompada yakıtı pompalama..... 36
Şekil 3.12	UIS ve UPS için basınç kontrol valfi.....37
Şekil 3.13	Yakıt soğutucu devre..... 38
Şekil 3.14	Birleşik enjektörün yerleşimi..... 39
Şekil 3.15	Motorun silindir kafası içindeki birleşik enjektörün yerleşim biçimi.....40
Şekil 3.16	Yolcu aracı birleşik enjektör dizayn ve konstrüksiyonu..... 41
Şekil 3.17	Ticari araç birleşik enjektör dizayn ve konstrüksiyonu..... 42
Şekil 3.18	Birleşik enjektör (UI) ve birleşik pompa (UP),fonksiyonel çalışma..... 45
Şekil 3.19	UIS mekanik pilot püskürtme,fonksiyonel çalışma..... 47
Şekil 3.20	1905 teki Rudolf Diesel'in patentli taslağı, birleşik enjektör 1999, geleceğin birleşik enjektörü..... 48
Şekil 3.21	Yüksek basınç solenoid valfi..... 49
Şekil 3.22	Ticari araç birleşik enjektörü yüksek basınç solenoid valfi.....50
Şekil 3.23	Birleşik pompa yerleşimi..... 51
Şekil 3.24	Ticari araç birleşik pompa dizayn ve konstrüksiyonu..... 53
Şekil 3.25	Direkt püskürtmeli (DI) motor kullanıldığında ağız ve ağız tutucu.....54
Şekil 3.26	Ölçüler.....55
Şekil 3.27	Standart ağız tutucu.....56
Şekil 3.28	Kademeli tip ağız tutucu.....58
Şekil 3.29	Yanma odası içerisinde püskürtme deliklerinin pozisyonu..... 59
Şekil 3.30	Keseli delikli ağız..... 60
Şekil 3.31	Ağız konileri ve şekilleri.....61
Şekil 3.32	Kesesiz vco ağızın uç şekli..... 62
Şekil 3.33	Kesesiz vco ağız örneği..... 62
Şekil 3.34	Doğruluğun son derece önemli olduğu kısımlar..... 64
Şekil 3.35	EDC'nin ana kısımları..... 66

Şekil 3.36	Motor sıcaklık sensörü.....	68
Şekil 3.37	DS-LDF4 Mikromekanik basınç sensorunun sensor hücresi.....	70
Şekil 3.38	DS-LDF4 Mikromekanik basınç sensorunun sensor elemanı.....	71
Şekil 3.39	DS-LDF4 Mikromekanik itici basınç sensorunun sensor elemanı.....	71
Şekil 3.40	DS-LDF4 Mikromekanik itici basınç sensörü.....	72
Şekil 3.41	Dönme hızı sensörü.....	73
Şekil 3.42	Sensor elemanı devresi.....	74
Şekil 3.43	Atmosferik basınç sensörü 1996,1998.....	75
Şekil 3.44	Gaz pedalı sensörü çeşitleri.....	76
Şekil 3.45	HFM5 sıcak film hava kütlesi ölçücü.....	77
Şekil 3.46	Sıcak film hava kütlesi ölçücü: ölçme prensibi.....	79
Şekil 3.47	ECU dizayn ve konstrüksiyonu.....	81
Şekil 3.48	ECU'daki sinyal işlemleri.....	82
Şekil 3.49	ECU'daki püskürtülen yakıt miktarının hesabı.....	85
Şekil 3.50	Genel veri transferi.....	91
Şekil 3.51	Lineer yerleşim şekli.....	93
Şekil 3.52	Mesaj süzme ve adresleme.....	93
Şekil 3.53	Mesaj formatı.....	94
Şekil 3.54	İtici basınç tahrik edicisi ile itici basınç kontrolü.....	96
Şekil 3.55	Kızıl ışık tapası kılıf elemanı GSK2.....	98
Şekil 3.56	Bir DI diesel motoru için EDC kontrollü kızıl ışık sistemi.....	99
Şekil 4.1	PEEC sistem şematığı.....	101
Şekil 4.2	PEEC sistem çözümleyici (Courtesy Caterpillar Inc.).....	102
Şekil 5.1	Cummins alçak basınçlı distribütör yakıt püskürtme sistemi.....	104
Şekil 5.2	Cummins firmasının imal ettiği bir enjektör.....	105
Şekil 5.3	Cummins PT sisteminin çalışma prensibi.....	105

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Diesel yakıt püskürtme sistemleri özellikleri.....	22
Çizelge 3.2 Bir NTC direncinin karakteristik eğrisi.....	69
Çizelge 3.3 Mikromekanik bir itici basınç sensorunun karakteristik eğrisi.....	72
Çizelge 3.4 Dönme hızı sensorundan alınan sinyal.....	74
Çizelge 3.5 İkinci potansiyometreli gaz pedalı sensoru karakteristik eğrisi.....	76
Çizelge 3.6 İçerisinden geçen hava kütlesi akışına göre HFM5 sinyal voltajı.....	78
Çizelge 3.7 PWM sinyalleri.....	83
Çizelge 3.8 Dalga sönümlenme kontrolü.....	87
Çizelge 3.9 Solenoid valf tetiklenme sırası.....	89



ÖNSÖZ

Hazırladığım tez çalışmasında, Diesel Motorlarındaki Elektronik Kontrollü Yakıt Püskürtme Sistemlerini inceledim. Bu çalışmam sırasında bana yardımcı olan Prof. Dr. Orhan DENİZ'e teşekkür ederim.



ÖZET

Diesel Motorlarındaki yakıt püskürtme sistemleri hakkında özet bir bilgi verilmiş ve son yıllarda uygulanmaya başlanan elektronik yakıt püskürtme sistemleri detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Birleşik enjektör ve birleşik pompa sistemleri araştırılmış, bu sistemlerde kullanılan enjektör ve enjektör ağızları, pompalar, filitreler, yakıt depoları, yakıt iletim hatları, solenoid valfler, sensorlar, elektronik kontrol üniteleri, elektronik sistemler arasındaki veri transferi güncel uygulamalar ve şekiller ile gösterilmiştir. Püskürtülen yakıt miktarının doğru bir şekilde ayarlanabilmesi için motor ve aracın diğer kısımlarına yerleştirilen sensorlardan alınan sinyaller ile çalışan ve ana kısım olarak elektronik kontrol ünitesinden oluşan, elektronik kontrol sisteminin çalışma prensibi açıklanmıştır.

CAN şebeke sisteminin kullanılmasıyla ve sensorlardan alınan her sinyalin ekran üzerinde görüntülenmesi ile gelişen diesel motorlarındaki yakıt püskürtme sistemi incelenmiş ve diğer sistemlere göre avantajları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Birleşik enjektör sistemi, birleşik pompa sistemi, sensorlar, elektronik kontrol üniteleri, veri transferi

ABSTRACT

The information of fuel injection systems as a summary was given and electronic fuel injection systems that have been using in last years, were examined more detailed.

Unit injector and unit pump systems were investigated, injectors, injector nozzles, pumps, filters, fuel tanks, fuel transmission lines, sensors, electronic control units which are used in these systems and data transmission between electronic systems, were shown via figures and today's applications. For correct adjustment of injected fuel quantity, operating concept of electronic control system which contains electronic control unit as main part and works by signals coming from sensors that are located on motor and other parts of the vehicle, was explained.

Developed fuel injection system of diesel engines by using controller area network and showing all the signals coming from sensor on screen, were investigated and defined the advantages of them according to other systems.

Keywords: Unit injector system, unit pump system, sensors, electronic control units, data transmission.

1. GİRİŞ

Diesel motorlarının isimlerinden biri de “Sıkıştırma ile Yanmalı Makinelendir”. Bu motorların silindirleri içinde havanın sıkıştırılmasından amaç, onun sıcaklığını, içersine püskürtülecek yakıtın tutuşma sıcaklığından daha yüksek değerlere çıkararak, kendiliğinden tutuşma ve yanmayı sağlamaktır.

Diesel motorları 4 stroklu veya 2 stroklu prensibe göre çalışabilir. Böyle de olsa otomotiv uygulamalarında genelde 4 stroklu tiptedirler. Bir diesel motorunun çalışma devri aşağıda verilmektedir.

Strok 1: İndüksiyon Stroku (emme)

1. Strok sırasında, indüksiyon strokunda pistonun aşağı doğru olan hareketi ile, yanma odası içerisine doğru , açık giriş süpabı arasından artan bir şekilde hava alınır.

Strok 2: Sıkıştırma Stroku

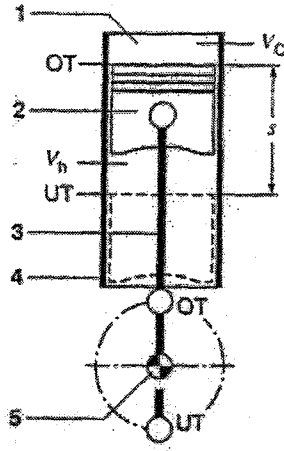
2. strokta içeri alınan hava şimdi yukarı doğru hareket eden piston tarafından silindir içinde sıkıştırılır. Sıkıştırma oranları ϵ 14: 1 ve 24 : 1 arasındadır. Proses sırasında hava yaklaşık olarak 900 °C civarında bir sıcaklığa kadar ısınır. Sıkıştırma strokunun bitiminden kısa bir süre önce, püskürtme sistemi silindir içinde 2050 bar’ a kadar bir basınca gelen, ısınmış hava içerisine yakıtı püskürtür.

Strok 3: Güç Stroku (genişleme)

Bunu takip eden 3. Strokun başındaki püskürtme gecikmesi (birkaç derece krankmili) ile iyi bir şekilde püskürtülen yakıt otomatik olarak püskürtme yüzünden tutuşur ve hemen hemen tamamen yanar. Silindir tekrar daha fazla bir dereceye kadar ısınır ve silindir basıncı tekrar artar. Yanma sırasında bırakılan enerji pistonu etki eder ve piston aşağı doğru hareket eder, ve yanma enerjisinin şeklini değiştirerek, krank mekanizması ile ifade edilen (tork) – güç çıkışına çevirir.

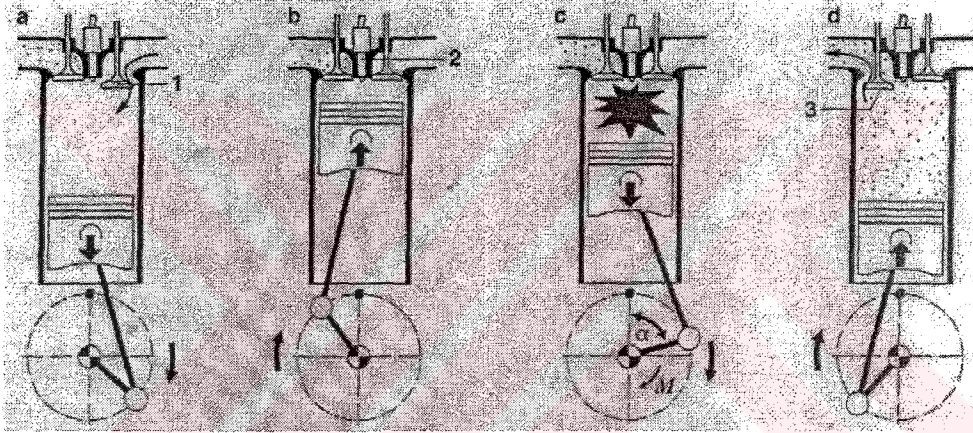
Strok 4: Egzost Stroku

Piston dördüncü strok (egzost) esnasında tekrar yukarı doğru hareket eder ve yanmış gazları açık egzost süpabına doğru yönlendirir. Sonra tekrar taze dolgu hava, indüksiyon stroğunda içeri alınır ve 4 stroklu devir tekrar başlar.



1. Yanma odası, 2. Piston, 3. Krank mekanizması, 4. Silindir, 5. Krank mili, OT/TDC = Üst ölü nokta, UT/BDC = Alt ölü nokta, V_h = Piston yer değiştirme hacmi, V_c = Sıkıştırma kayıpları, S Piston stroku

Şekil 1.1 Diesel motorunun çalışma prensibi (Bauer, 2000)



a) Emme stroku, b) Sıkıştırma stroku, c) Genişleme stroku, d) Egzost stroku, 1. Giriş süpabı, 2. Püskürtme ağzı, 3. Egzost süpabı, M = Tork, α = Krank mili açısı

Şekil 1.2 4 Stroklu diesel motoru (Bauer, 2000)

İyi bir yanma oluşturulması koşullarından biri, sıkıştırılan havanın sıcaklığı ise, diğeri de yakıtın çok küçük küreciklerden oluşan bir sis şeklinde bu havanın içerisine püskürtülmesidir. İşte, bu görevi yerine getiren devreye "Yakıt Püskürtme Devresi" adı verilir. (Bauer, 2000)

Bu tez çalışmasında genel diesel yakıt püskürtme sistemlerinden başlayarak, günümüz için yeni bir konu olan Elektronik Kontrollü Diesel Yakıt Püskürtme Sistemlerini anlatacağım.

2. YAKIT PÜSKÜRTME SİSTEMLERİNİN GÖREVİ VE KISIMLARI

Diesel motorlarına günümüze kadar, birbirinden farklı yakıt püskürtme yöntemleri uygulanmıştır. Ne tür bir püskürtme yöntemi uygulanırsa uygulansın, bu sistemin şu görevleri yerine getirmesi gerekir:

1. Püskürtülecek yakıt miktarını hassas bir şekilde makineye vermek.
2. Makinenin tüm devir sayısı ve yükünde, yakıtı çevrimin belirli noktasında silindirlere püskürtmek.
3. Püskürtmenin çok çabuk olarak başlama ve sona ermesini sağlamak.
4. Yanmayı ve yanma sırasında basınç yükselmesini denetlemek bakımından, belirli miktarda yakıtı, makine silindirlerine püskürtmek.
5. Yakıtı, yanma odasının gerektirdiği biçimde atomize etmek.
6. Çok iyi bir yanma oluşturabilmek için yakıtı çok küçük partikül veya kürecikler halinde yanma odasının her tarafına ve düzgün bir biçimde dağıtmak.

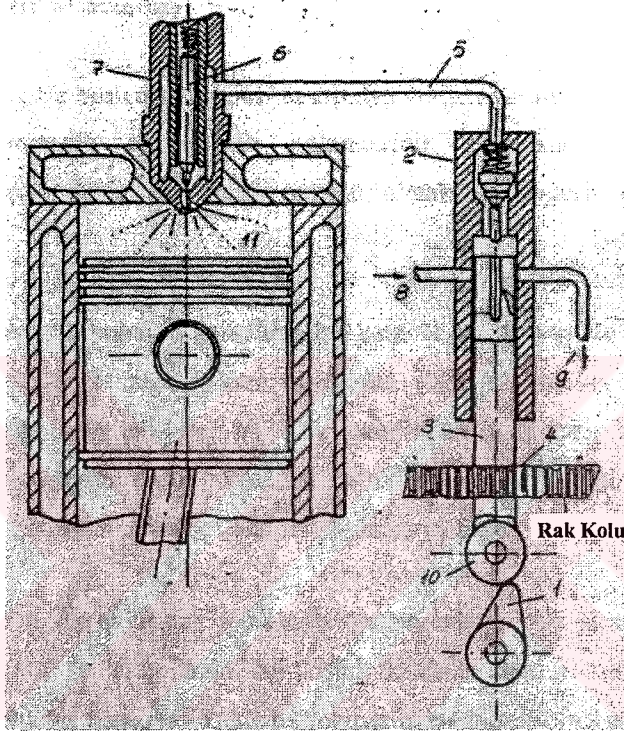
Düzgün bir çalışma sağlayabilmek için, sabit yük durumunda ve her çevrimde püskürtülecek yakıt miktarı da üretilecek güç açısından eşit olmalıdır. Böylece, makine silindirlerinden bir bölümü normalden daha küçük yük altında çalışırken, diğer silindirlerin aşırı yükte çalışmaları ve aşırı ısınmaları tehlikesi giderilmiş olunur.

En yüksek güç, çok iyi bir yakıt ekonomisi ve iyi bir yanma elde edebilmek için, püskürtmenin çevrimin belirli bir noktasında başlaması gerekir. Çevrime göre yakıt çok erken püskürtüldüğü zaman, bu noktada silindirin içindeki havanın sıcaklığı yeter derecede yüksek olmadığı için, tutuşma gecikecektir. Bu arada, yakıt püskürtme sürdüğü için silindirdeki yakıt miktarı çoğalacak, tutuşma ve yanma patlama şeklinde oluşacak ve makine vuruntulu ve gürültülü bir biçimde çalışacaktır. Diğer taraftan yanma odası duvarları ve piston kafası yakıtla ıslanacağından, hem bir miktar yakıt enerjisi ziyan olacak ve hem de karterdeki yağlama yağının kirlenmesi tehlikesi belirecek ve böylece dumanlı egzoz ve zayıf yakıt ekonomisi meydana gelecektir. Yakıt, çevrime göre çok geç püskürtüldüğünde, piston üst ölü noktayı geçtikten sonra yanma meydana gelecek, makine maksimum güç geliştiremeyecek, yakıt harcamı artacak ve dumanlı egzoz oluşacaktır.

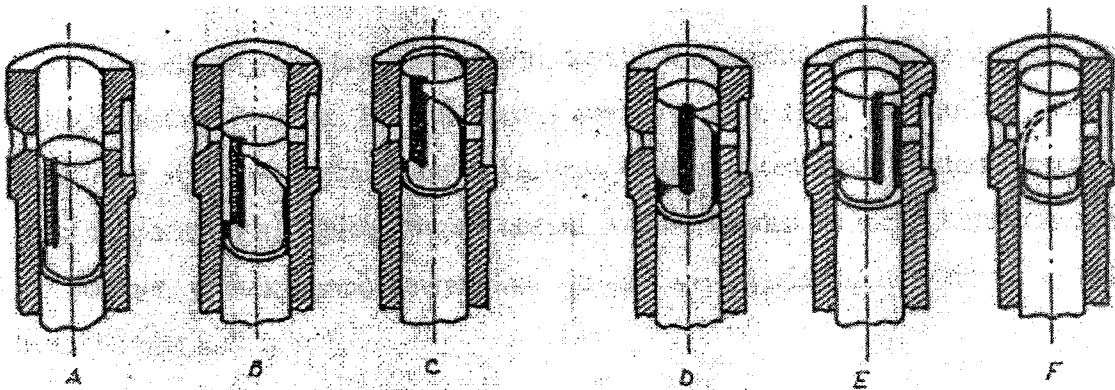
Silindirlere püskürtülen yakıt miktarı, makinenin çalışmasını püskürtme zamanındaki gibi etkiler. Eğer püskürtülen yakıt miktarı, püskürtülmesi gereken miktardan çok fazla ise, çok erken püskürtmedeki sonuçlar elde edilir. Eğer püskürtülen yakıt miktarı, olması gerekenden çok az ise, sonuç geç püskürtmedeki gibi olur.

Yanma odasının türüne uygun olarak yakıtı çok küçük küreciklerden oluşan sis şeklinde silindirlere püskürtmeye "Atomizasyon" adı verilir. Bazı yanma odaları çok iyi ve küçük kürecikler halindeki püskürtmeyi gerektirirken, bazı makineler ise kaba sayılabilecek püskürtme ile çalışabilirler. Kuralına uygun bir püskürtme sırasında, her yakıt küreciğinin çevresinde yanabileceği oksijen bulunur ve böylece tam bir yanma oluşturulur.

Hidrolik püskürtme sistemleri: 1) yüksek basınç pompası, 2) enjektör ve 3) Bunları birbirlerine bağlayan boru devrelerinden oluşmaktadır.



Şekil 2.1 Hidrolik püskürtme sistemi: 1. Yakıt kamı, 2. Yüksek basınç pompası, 3. Pompa plancını, 4. Kramayer dişli veya rak kolu, 5. Enjektör ile pompa arasındaki boru, 6. Enjektör iğnesi, 7. Enjektör, 8. Pompaya yakıt girişi, 9. Pompa taşıntısı, 10. Kam makarası. (Küçükşahin, 1990)



Şekil 2.2 Port ve helis kontrollü bir yüksek basınç pompasının çalışması.(Küçükşahin, 1990)
İstenilen helis durumunu alabilmesi için plancının döndürülmesi gerekir.(Küçükşahin, 1990)

2.1 Plancır ve Silindiri

Çoğunlukla, bir besleme pompası tarafından verilen yakıtın basıncını yükselten plancır ve silindiri, pompanın en önemli bölümleridir. Pompalar yüksek karşı basınca çalıştırdıklarından, çok duyarlı ve uzun ömürlü olmak ve değerli malzemedan yapılmak zorundadırlar.

Yüksek basınç pompaları genellikle bir kam ve bir de yay ile çalıştırılırlar. Bilindiği gibi, çıkış kursu sırasında plancır kam tarafından yukarıya hareket ettirilir. Plancırın geri dönüşü veya aşağı hareketi ise bir yay tarafından sağlanır. Yüksek basınca karşı çalıştırdıklarından bu tür pompalarda plancır ile silindiri arasından oluşabilecek kaçaqları en aza indirebilmek için, plancırın silindiri içindeki boyunun nispeten uzun olması gerekir.

Kaçakları en aza indirmek için çoğu zaman, plancır ile silindiri arasında 0,00254 mm'lik bir boşluk sağlanabilmektedir. Bu boşluk birleşik enjektörlerde 0,00127-0,00177 mm değerleri arasında değişmektedir. Yakıt basıncının çok yüksek olmasına rağmen, çok küçük boşluk nedeniyle plancır ile silindiri arasından yakıt kaçaqları çok azdır. Bu bakımdan kaçaqların önlenmesi için, birçok pompa pistonunda olduğu gibi, yakıt pompası plancırları üzerinde segman donatılmasına gerek yoktur.(Küçükşahin, 1990)

2.2 Yakıt Borusu

Genellikle yakıt pompaları yakıtı, kendilerini enjektörlere bağlayan boru devrelerine yüksek basınçla verirler. Boru devresine verilen yakıtın tümü enjektörlere iletilir. Ancak; püskürtme süresinin herhangi bir noktasında devreye giren yakıt miktarı, devreyi terkeden yakıt miktarına eşit değildir. Bunun nedeni, yakıtın kendisi ve metal boruların esnekliğidir. Bu nedenle, yüksek basınç devrelerinde, iç çapı ile kıyaslandığında, büyük et kalınlığında metal borular kullanılır.

Yüksek basınç borularının düzgün ve tüm boru boyunca aynı çapta olmaları; bozulma (deforme olma) ve kırılmaksızın 2.000 bar ve daha yüksek basınçlara dayanmaları gerekir. Ayrıca; bu borular istenilen şekle sokulabilmeleri için yeterince esnek olmalıdırlar. Soğuk çekilen ve dikişsiz yapılan bu boruların iç çapları 1,5-6,5 mm ve dış çapları ise 6,50-16 mm dolaylarındadır.(Küçükşahin, 1990)

2.3 Pompa Arızaları

Modern diesel motorlarında yakıt pompaları çok yüksek ve değişken karakterli basınç altında çalışırlar. Bu nedenle; çalıştırma mekanizmasının çok güvenli olması, ventilin yuvasına iyi

oturması ve yakıt sızdırmaması; çalışan parçaların verimli bir biçimde yağlanması; havanın yakıt sistemlerinden çıkarılması; plancır ile ventilin çalışmasını bozan ince kum gibi yabancı maddelerin yakıttan ayrılması gereklidir.

Yakıt pompalarından en fazla zedelenen, aşınma ve çatlamaya en fazla maruz kalan kısımlar: 1) plancırın helis bulunan üst kısmı, 2) plancırın helis bulunan yüzeylerinde oluşan ve büyüteçle görülebilen ince çatlaklar, 3) plancır veya silindirinin aşınması, 4) port ve helis kontrollü pompalarda, çıkış portu yüzeylerinin erozyonu (aşınması), 5) rak kolu ile fener dişlinin dişleri arasındaki boşluğun aşınma sebebiyle büyümesi, 6) ventilde çatlakların oluşması.(Küçükşahin, 1990)

2.4 Enjektörler

Yakıt pompalarının çıkış ventillerinden geçen yüksek basınçlı yakıtın, silindirlerin yanma odalarına püskürtülmesini sağlayan cihazlara “Enjektör” veya “Yakıt püskürtücü” isimleri verilir. Diesel motorlarında; iyi bir yanma sağlayabilmek için yakıtın yüksek basınç altında ve yapay bir sis şeklinde yanma odalarına püskürtülmesi gerekir. Püskürtme sırasında yapay sisi oluşturan yakıt küreciklerinin çapları, motorun yapısı ve püskürtme basıncına bağlı olarak 6-50 mikron değerleri arasında değişmektedir. Diesel motorlarında, püskürtülen yakıtın %50'sinde küreciklerin çapları 15 mikronun altında olur ve geri kalan küreciklerin çapları 50 mikronu geçmezse, verimli bir yanma oluşturulabilmektedir.

Diesel motorlarında: 1) açık ve 2) kapalı olmak üzere başlıca iki çeşit enjektör kullanılmaktadır. Modern diesel motorlarında yaygın olarak kapalı enjektörlerden yararlanılmaktadır.(Küçükşahin, 1990)

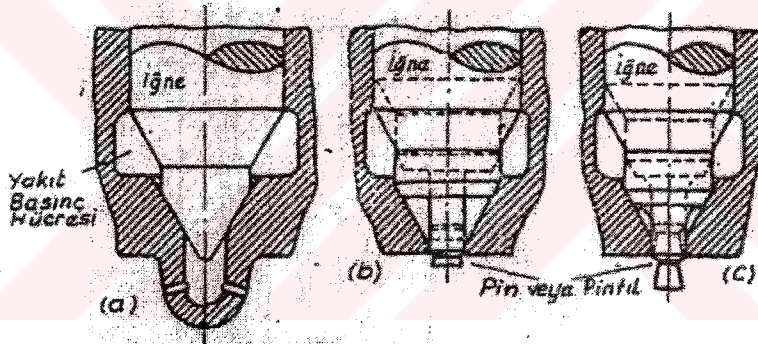
2.4.1 Kapalı Enjektörler

Otomotiv makineleri ile gemi diesel makinelerinin hemen tümünde kapalı enjektörler kullanılır. Kapalı enjektörler; yay yükü ile çalışan ve mekanik veya hidrolik olarak açılan iğnelerle çalışmaktadır. Bilindiği gibi, mekanik enjektörler sabit basınç ve hava ile püskürtmeli sistemlerde kullanılmaktadır. Kapalı enjektörlerin büyük bir bölümü iğnenin farklı çaplardaki konik yüzeyi nedeniyle basınç altında açılır ve basınç düştüğünde iğne, yayı ile yuvasına oturur.

Mekanik enjektörler günümüzde yerlerini hidrolik olarak çalışan enjektörlere bırakmışlardır. Hidrolik olarak çalışan enjektörler: 1) tek delikli ve pinli ve 2) çok delikli olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadırlar.(Küçükşahin, 1990)

2.4.1.2 Tek Delikli ve Pinli Memeler

Tek delikli enjektörlere “Pinli” veya “Pintil” meme adları da verilmektedir. Bu memeler konik yüzeyli bir iğne, iğne yuvası ve meme gövdesinden oluşmaktadır. İğnenin ucu silindirselsel bir pin biçiminde olup, kendisine uyan bir dairesel delikten meme dışına çıkmaktadır. Pinin çapı, dairesel deliğin çapından hafifçe küçük olduğu için, iğnenin alt konik yüzeyi yuvasından kalktığı zaman, basınç hücreesindeki yakıt, dairesel kesitli olan kanaldan geçerek, içi boş bir koni şeklinde silindir yanma odasına püskürtülür. Tek delikli memeler, değişik açılarda püskürtme konileri oluşturmak üzere yapılırlar. Bu arada, kısma etkisi sağlamak üzere yapılan pinli memeler de vardır. Bu tür memeler, bir delikten püskürtülecek yakıt miktarını kısar ve esas miktardaki yakıtın püskürtülmesinde gecikmeye neden olurlar.



Şekil 2.3 Diesel motorlarının enjektörlerindeki pinli veya pintil memeler.(Küçükşahin, 1990)

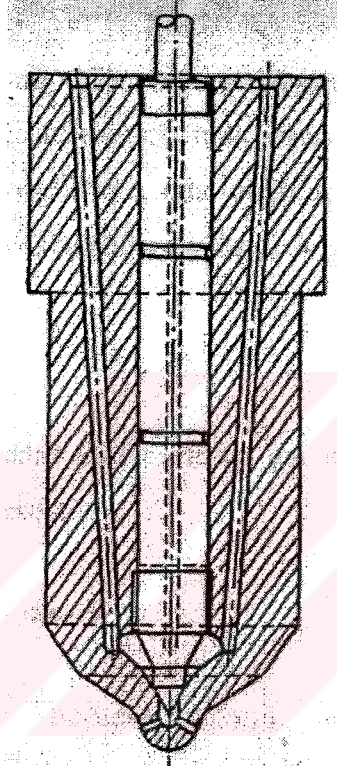
Pinli memelerin değerli yanı, meme deliğinin çevresinde karbon birikintilerine engel olacak özellikte yapılmalarıdır.(Küçükşahin, 1990)

2.4.1.3 Çok Delikli Memeler

Pompalardan gelen yüksek basınçlı yakıt, iğneyi yuvasından kaldırarak meme deliklerinden yanma odasına püskürtülür. Şekilde, meme gövdesi içine açılmış ve basınç hücreesine yakıt taşıyacak kanallar da görülmektedir.

Havasız püskürtmenin başarısı enjektör memeleri üzerinde büyük sayıda araştırma yapılmasındandır. Yanma verimi büyük ölçüde püskürtme ve yakıtın, silindirin yanma odasındaki düzgün dağılımına bağlıdır. Çok küçük püskürtme, yavaş yanmaya ve yakıtın

yanma odası duvarlarını dövmesi nedeniyle karbonlaşmaya neden olur. Çok yüksek derecede bir püskürtme sonucu, yakıt kürecikleri, yanma odasının en uzak köşelerine kadar ulaşamaz ve meme çevresinde yığılmaya neden olur. En iyi sonuç bu iki zıt durum arasında elde edilir ve büyük bir çoğunlukla meme deliklerinin çapı ve boyuna bağlıdır. Meme deliklerinin çapları 0.152-0,8 mm değerleri arasında değişmektedir. Genellikle boyları çaplarının üç misli olmakta ve sayıları ise, eşit açılarda olmak üzere, küçük makinelerde 3 ve büyük güçlü makinelerde ise 18'e kadar çıkabilmektedir.(Küçükşahin, 1990)



Şekil 2.4 Çok delikli, konik iğneli bir hidrolik meme.(Küçükşahin, 1990)

2.4.2 Havasızlandırma

Genellikle enjektörlerin temizlenme ve ayarlanma, pompaların ise onarılmak üzere sökülüp takılmaları sırasında, yüksek basınç pompası ile enjektör arasındaki boru devresine hava girer. Püskürtmede düzensizlik ve ilk hareket zorluklarına neden olan bu durumun giderilmesi için, sözü edilen boru devresi havasızlandırılır.(Küçükşahin, 1990)

2.4.3 Enjektörlerin Soğutulması

Tüm diesel motorlarında soğutulan ve soğutulmayan türlerde olmak üzere iki türlü yakıt enjektörü kullanılır. Genellikle soğutulmayan enjektörler, silindir çapları 355 mm'den küçük olan makinelerde kullanılır. Böyle makinelerde enjektörler çoğunlukla silindir kapağının tam

orta kısmına yerleştirilir. Böylelikle, enjektörlerin, silindir kapağında dolaştırılan soğutma suyu ile ısı alış verişi sonucu, bir miktar soğutulmaları da mümkündür. Isı transferi göz önünde tutularak, enjektörlerin silindir ceketi duvarından yanma odasına doğru yerleştirilmeleri de, yüksek devirli diesel makinelerinde uygulanan bir yöntemdir. Bu gibi durumlarda enjektör ısı geçirgenliği yüksek bakır, bronz veya demirsiz alaşımlardan yapılmış bir gömlekle çevrelenir.

Silindir çaplarının 355 mm'den büyük ve işletme sıcaklıklarının aşırı olduğu ağır devirli yüksek güçlü diesel motorlarında, enjektörlerin servis ömürlerini arttırmak ve makine performansını geliştirmek amacıyla soğutulmaları gerekmektedir. Özellikle fuel oil'le çalıştırılan enjektörlerde, böylece meme ucunda karbon oluşumu önlenir.(Küçükşahin, 1990)

2.5 Püskürtme

Bu başlık altında: 1) püskürtme gecikmesi, 2) püskürtme süresi ve 3) püskürtme basıncı gözden geçirilecektir.(Küçükşahin, 1990)

2.5.1 Püskürtme Gecikmesi

Kendisine bağlı borudaki yakıtın yüksek basıncı nedeniyle iğnenin yuvasından kalkmasıyla püskürtme hemen başlamaz. Yani enjektör iğnesinin yuvasından kalkışı ile püskürtmenin başlaması arasında bir zaman aralığı bulunur. Buna "Püskürtme Gecikmesi" adı verilir. Püskürtme gecikmesinin nedeni, pompa ile enjektör arasındaki borunun esnekliği ve yakıtın sıkıştırılabilir bir yapıda oluşudur. Sıkıştırılabilir oluşu nedeniyle, yakıtın silindire verilmeye başlaması, pompa plancırı faydalı kursunun başlamasıyla aynı anda gerçekleşmez. Dolayısıyla pompa faydalı kursunun bir bölümü kayıp kurs olarak belirir.

Püskürtme gecikmesi süreci yanmanın başlamasını doğrudan etkiler. Bu nedenle, püskürtme avansı fikri ortaya atılmıştır. Nitekim yüksek devirli diesel motorlarıyla yapılan deneylerde; yakıt pompası plancırı ÜÖN'ya 30 derece kala kursuna başladığı halde, püskürtmenin ÜÖN'dan sadece 6 derece önce başladığı saptanmıştır. Durum, ağır devirli diesel motorlarında da hemen hemen aynıdır.

Püskürtme gecikmesi süreci yakıt borusunun çapı ve boyuna, makine devir sayısına ve enjektör iğnesinin yayının kuvvetine bağlıdır.(Küçükşahin, 1990)

2.5.2 Püskürtme Süresi

En yüksek verimi sağlamak amacıyla makine silindirlerine püskürtülen yakıtın, kuramsal olarak ÜÖN'da yanması gerekir. Oysa, diesel motorlarında tam ÜÖN'da oluşturulan ani yanma, çok yüksek bir yanma basıncına ve dolayısıyla hareket mekanizmasında aşırı, şok yüklerini meydana getiren sonsuz miktardaki basınç değişimlerine neden olur. Bu nedenle, sıkıştırma ile yanmalı motorlarda yanmanın tam ÜÖN yerine, ÜÖN'dan kısa bir süre sonra gerçekleştirilmesi yoluna gidilmiştir.

Krank dairesine göre, enjektörün açıldığı nokta, makine devir sayısına bağlıdır. Motorun devir sayısı çoğaldıkça, püskürtme başlangıcı ÜÖN'ya yaklaşır. Ağır devirli, örneğin 100 rpm'deki hava ile püskürtmeli gemi diesel motorlarında yakıt püskürtme, genel olarak ÜÖN'dan 5° önce başlarken, aynı devir sayısındaki havasız püskürtmeli makinelerde ÜÖN'dan 10° önce başlayabilir. Bunun nedeni: Basıncılı yanma havasının silindirde oluşturduğu türbülans ve hava ile yakıtın çok iyi karışması nedeniyle havalı püskürtmede yanmanın çok erken başlamasıdır.

Hidrolik püskürtmeli motorlarda, püskürtme süreci iki bölüme ayrılır: 1) ana süreç ve 2) ikinci püskürtme süreci.

Bir çevrimde püskürtülecek yakıtın büyük bir yüzdesinin makine silindirlerine verilmesine "Ana veya Birincil Püskürtme Süreci" adı verilir. Ana süreç, pompa plancırının kurs boyu ve makinenin yükü ile ilgilidir. Bu süreç ayrıca yakıt borusu dizaynı (tasarımı), enjektör, pompa kamının hızı ve yakıtın sıkıştırılma faktörüne bağlıdır. Özellikle yakıt borusu veya pompa ile enjektör arasındaki devrede hızlı basınç dalgalanması sonucu, yakıt enjektörden düzgün olmayan bir şekilde püskürtülür.

Boru devresindeki hızlı basınç dalgalanması sonucu enjektörün iğnesi tekrar tekrar açılıp kapanabilir. Böylece "Damlama" adı verilen ikinci püskürtme süreci oluşur. Bu süreç sırasında yakıt silindire alçak basınçta girer. Dolayısıyla, zayıf püskürtme sonucu tümü ile yanmayan büyük çaplı yakıt kürecikleri meydana gelir. İkinci püskürtme süreci veya "Damlama" diesel motorları için çok zararlıdır. Bu süreç boru devresindeki hızlı basınç dalgalanmasına bağlıdır. Nitekim kısa bir boru devresi, çok çabuk yakıt kesilişine neden olur. Böylece ikinci püskürtme süreci oluşamaz.

Hidrolik püskürtmeli motorlarda, püskürtme ÜÖN'dan 10-30 derece önce başlar ve ÜÖN'dan 20-30 derece sonra sona erer. Bu tür motorlarda püskürtme süresi, genellikle 20-60 derecelik

bir zaman aralığında gerçekleşir. Püskürtmenin başlama noktası tutuşma gecikmesi yönünden erkene alınabilir. Sona erişi ise düzgün bir yanma için geciktirilir.(Küçükşahin, 1990)

2.5.3 Püskürtme Basıncı

Püskürtme sistemlerinin önemli görevlerinden biri de yakıtı yüksek basınçla silindirlere püskürtmektir. Püskürtme basıncı, püskürtme sisteminin cinsine, yanma odası şekline ve enjektörün türüne bağlıdır. Hava ile püskürtmeli makinelerde püskürtme basıncı yaklaşık 60-70 bar sabit basınçlı sistemlerde 340 bar, ön yanma odalı motorlarda 80-140 bar, hidrolik püskürtmeli motorlarda ise, genellikle 200-400 bar değerleri arasında değişmektedir. Bazı özel enjektör türlerinde ise, püskürtme basıncı yaklaşık olarak 2 000 bar ve daha yüksek değerlerdedir. Püskürtme basıncı hiçbir zaman 70 bardan küçük olmamakta ve genellikle yüksek devirli motorların büyük bir bölümünde ve ağır devirli gemi makinelerinde 150-250 bar sınırları arasında değişmektedir.

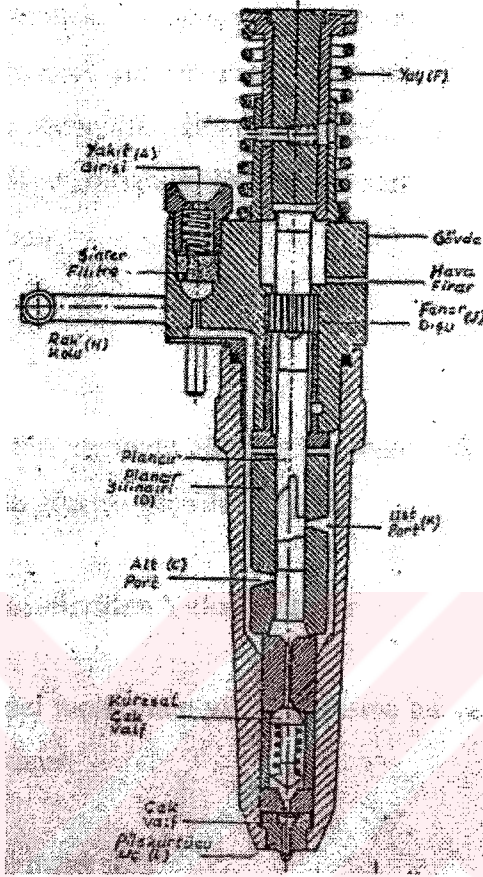
Yukarıdaki açıklamadan çeşitli makinelerde püskürtme basıncının farklı olduğu anlaşılmaktadır. Bu basınç her makinenin katalogundan alınır.(Küçükşahin, 1990)

2.5.4 Birleşik Enjektörler

Enjektör ile yakıt pompasının aynı gövde içinde bulunduğu ünitelere “Birleşik Enjektör” adı verilir. Bu tür enjektörlerin yararları şunlardır: 1) yüksek basınç pompası ile enjektör arasındaki boruyu ortadan kaldırır. Böylece basınç dalgalanması olayı yok edilir ve bu sürecin doğal sonucu olan damlatma olayı ortadan kalkar. 2) püskürtme basıncı arttıkça yakıt küreciklerinin çapları küçülmektedir. Püskürtme basıncının yükseltilmesi ise, doğrudan yüksek basınçlı boru devresi ile ilgilidir. Boru devresinin ortadan kaldırılması, bu sorunun çözümlenmesine yardım eder. 3) bir yandan meme delik çaplarının küçültülmesi bir yandan da püskürtme basıncının yükseltilmesi, tutuşma gecikmesi sürecini etkiler. Tutuşma gecikmesi süreci, püskürtme basıncının 150-700 bar arasında olduğu makinelerde, bu basınçtan pek az etkilenmektedir. 700 bardan büyük basınç değerlerinde tutuşma gecikmesi süreci kısılır, daha iyi bir yanma ve yumuşak bir işletme sağlanır.

Birleşik enjektörlerin en önemli sakıncaları ise: 1) çok yüksek püskürtme basıncı nedeniyle, meme deliklerinin hızlı bir şekilde aşınması, kaçakların çok oluşu nedeniyle karterdeki yağın yakıt tarafından kirletilmesi ve 2) bir enjektörü yerinden çıkarabilmek için tüm hareket mekanizmasının sökülmesidir. Şekilde General Motors'un yüksek devirli, iki zamanlı ve doğru akımlı diesel motorlarında kullandığı bir birleşik enjektör görülmektedir. Bu

enjektörde: Yakıt girişi A, sinter filitre B, rak kolu H, plancır dişlisi J, pompa yayı F, giriş hücresi C, giriş portu K, çıkış portu G, enjektör memesi L ve plancır silindiri D harfleriyle gösterilmişlerdir.



Şekil 2.5 General Motors'un birleşik enjektörü (Küçükşahin, 1990)

Birleşik enjektörlerin memelerinde, çapları genellikle 0,15 mm olan 6 ya da 8 delik bulunur ve püskürtme basınçları 750 bar dolayındadır.(Küçükşahin, 1990)

2.6 Enjektör Arızaları

Enjektör arızaları izlenen nedenlerden biri ya da birkaçı tarafından oluşturulur: 1) yetersiz yay kuvveti, 2) iğne yuvasının bozuk olması, 3) iğnenin silindiri içinde sıkışıp kalması, 4) baskı çubuğunun eğilmesi, 5) meme deliklerinin kısmen ya da tümü ile tıkalı olması, 6) memenin karbonumsu maddelerle kısmen veya tamamen tıkanması, 7) enjektör yayı veya parçalarının kırılmış olması ve 8) ayar vidası veya civatasının boşalması veya laçka olması.

İğne yuvası yüzeylerinin bozulması nedeni, çoğu zaman yabancı maddelerdir. Bu yabancı maddeleri temizlemek için iğne yerinden çıkarılarak bir cam kap içinde ya aseton ya da tetraklorür yardımıyla iyice yıkanır. Petrol eteri bu iki temizleyiciden daha ucuz olmasına

rağmen, parlayıcı oluşu nedeniyle tehlikelidir. Ayrıca, yabancı maddeleri giderebilmek için yumuşak pirinç fırçalardan yararlanılır. Bu amaçla sert ve keskin araç ve aşındırıcılar, örneğin raspa vb. kullanılmamalıdır.(Küçükşahin, 1990)

2.7 Yakıt Sarfiyatı

Bu bölümde: 1) bir çevrimde püskürtülen yakıt miktarı, 2) özgül yakıt sarfiyatı ve 3) bir saatteki yakıt sarfiyatı gözden geçirilecektir.(Küçükşahin, 1990)

2.7.1 Bir Çevrimde Püskürtülen Yakıt Miktarı

Herhangi bir diesel motorunun yanma odasına bir çevrimde püskürtülen yakıt miktarı izlenen eşitliklerden bulunur:

Dört zamanlı makineler için:

$$f_i = \frac{F_i \cdot N_{i.sil}}{60.0,5.n} \text{ (gram/çevrim)}$$

İki zamanlı makineler için:

$$f_i = \frac{F_i \cdot N_{i.sil}}{60 \cdot n} \text{ (gram/çevrim)}$$

olur. Bu eşitliklerde : f_i ; Bir çevrimde püskürtülecek yakıt miktarı (g), F_i ;özgül endike yakıt sarfiyatı (g/hp-saat), $N_{i.sil}$; motorun bir silindirinin endike gücü (hp/silindir) ve n ; makinenin devir sayısıdır (devir/dakika).

Eğer yakıtın özgül ağırlığı biliniyorsa, bir çevrimde silindire püskürtülen yakıtın hacmi:

$$V_y = \frac{f_i}{Y_y} \text{ (cm}^3\text{/çevrim), olur.}$$

Burada: Y_y ; Yakıtın özgül ağırlığıdır (g/cm^3). (Küçükşahin, 1990)

2.7.2 Özgül Yakıt Harcamaları

Bir beygir gücü veya kilovatlık güç için bir saatte tüketilen kg veya gram türünden yakıt miktarına “Özgül Endike Yakıt Harcamı” adı verilir ve:

$$\text{Bir beygir gücü saat} = \frac{60.75.60}{427} = 632,3 \text{ (kkal)}$$

$$\text{Bir kilovat saat} = \frac{102.60.60}{427} = 860 \text{ (kcal)}$$

olduklarından:

$$F_i = \frac{632,3}{\eta_i \cdot Q_i} \text{ [kg (yakıt) / hp}_i\text{-saat]}$$

$$F_i = \frac{860}{\eta_i \cdot Q_i} \text{ [kg (yakıt) / kW}_i\text{-saat]}$$

formüllerinden bulunur.(Küçükşahin, 1990)

2.8 Yakıt Devresini Oluşturan Kısımlar

Yakıt devresi bileşenleri: 1) depolar, 2) filtreler, 3) seperatörler, 4) pompalar, 5) ısıtıcı, 6) viskozimetre, 7) sayaç ve 8) güvenlik cihazlarından oluşur. Bunlardan bir bölümü yüksek güçlü gemi ve kara diesel motorlarında bulunmaktadır.(Küçükşahin, 1990)

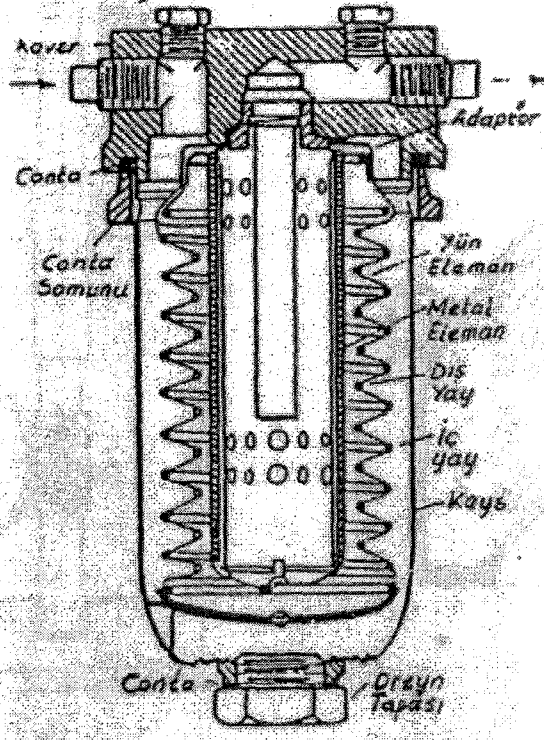
2.8.1 Servis Depoları (Tankları)

Diesel motorunun belirli bir süre çalışmasını sağlayacak yakıtı depolayan ve içinde daima temiz motorin ya da fuel oil bulunan depolara “Servis Deposu” veya “Servis Tankı” adları verilir. Büyük güçlü kara tesislerinde genellikle servis tankının kapasitesi makineyi tam yükte 4 saat çalıştıracak yeterlikte; küçük güçlü kara diesel motorlarında ise 24 saat süre ile çalıştıracak yeterliktedir. Gemi diesel motorlarında ise servis deposu bir makineyi en az 12 saat süre ile çalıştıracak yeterlikte olmalıdır.(Küçükşahin, 1990)

2.8.2 Filtreler

Diesel yakıtlarını temizlemek için ilk adım, yüksek basınç pompasının giriş tarafına çok iyi bir filtre yerleştirmek olmalıdır. Yakıt içindeki yabancı maddelerin tutulması amacıyla depo ile makine ya da aktarma pompası ile yüksek basınç pompası arasına ve bazen sözü edilen her iki tarafa da birer filtre donatılması yerinde olur.

Diesel motorlarının yakıt devrelerinde yaygın olarak kartuş türü filtreler kullanılır. Bu tür filtrelerde eleman yapımında: 1) pamuk ipliği, 2) az bükümlü pamuk ipliği, 3) akordiyon şeklinde sıkıştırılmış kâğıt, 4) sellüloz diskler, 5) yün ipliğinden dokunmuş torba ve 6) sık dokunmuş filtre torbası kullanılır. Şekilde torba türü bir filtre görülmektedir.



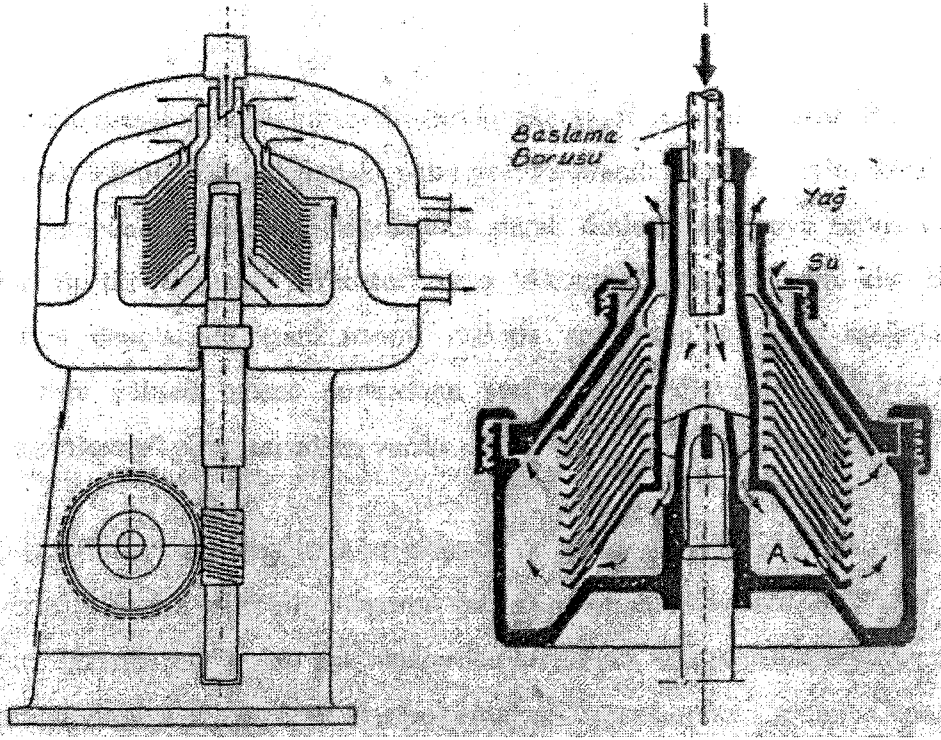
Şekil 2.6 Diesel motorlarının yakıt devrelerindeki torba türü bir filitre.(Küçükşahin, 1990)

İç taraftaki yay oldukça kalın ve dıştaki yay ise daha ince çelik tellerden yapılmaktadır. Helikoidal yüzeyin kullanılmasıyla filitre alanı çoğalır, yakıt hızı azalır ve küçük bir basınç düşümüne rağmen iyi bir filitre verimi elde edilir. Bu tür filitrelerde torbalar yünden dokunur. Pamuk torbalar bu amaç için uygun değildir. Çünkü çabuk liflenir ve yakıtın iyice temizlenmeden geçmesine neden olurlar. Kirlendiği anlaşılan yün torbalar dışarı alınarak gaz yağında yıkanır, temizlenir ve basınçlı hava ile kurutulur.(Küçükşahin, 1990)

2.8.3 Seperatör

Özellikle ağır yakıtlar kullanıldığı veya yakıtın içinde su bulunduğu durumlarda en iyi yöntem, merkezkaç kuvvetle temizlemedir. Merkezkaç kuvvetle temizleme seperatörler yardımıyla gerçekleştirilir. Yakıtların bu yöntemle temizlenmeleri onarım ve bakım giderlerinin %50 oranında azalması ve makina veriminin yükselmesine yardım eder.

Yağlama yağlarında da olduğu gibi, merkezkaç kuvvetle temizlemede verimin yükseltilebilmesi, yakıtın viskozitesinin azaltılmasıyla mümkündür. Bu nedenle seperatörden geçirilmeden önce fuel oil en fazla 90 °C'ye kadar ısıtılır. Isıtma işlemi seperatörün kendi ısıtıcısı ile sağlanır.



Şekil 2.7 De Laval seperatörünün çalışma ilkesi.(Küçükşahin, 1990)

Yakıtların merkezkaç kuvvetle temizlenmesinde başlıca iki tür seperatörden yararlanılır. Bunlardan birincisi uzun ve nisbeten küçük çaplı, silindrsel döner elemanlı ve ikincisi ise kısa ve oldukça büyük çaplı döner elemanı olan seperatörlerdir. Bu iki tür merkezkaç seperatörden diesel motorlarının yakıt devrelerinde yaygın olarak kullanılan ikinci türden olanlardır. Yapımcı firmanın adıyla “De Laval” veya “Alpha-Laval” seperatörü olarak isimlendirilen böyle bir cihaz şekilde görülmektedir. Bu seperatörün döner elemanı çok sayıda konik taslardan oluşmaktadır. Dakikada yaklaşık olarak 6-7 bin devirle dönmesi sırasında, rotoru oluşturan konik tasların dış kenarlarını etkileyen merkezkaç kuvvet, yerçekiminden yaklaşık olarak 10 bin kat daha büyüktür. Bu kuvvetin sayısal değerini yükseltmek için ya döner elemanın çapının ya da devir sayısının yükseltilmesi gerekir. Konik taslar aralarında yaklaşık olarak 1'er mm aralık bulunacak biçimde yerleştirilmişlerdir. Yakıt bu taslar arasına verilerek, içindeki daha ağır katı parçacıkların kendisinden ayrılması sağlanır.

Eğer yakıt içerisinde katı parçacıklarla birlikte su varsa, bunlar konik taslara doğru savrulur ve döner eleman tarafından tutulur. Bu yabancı maddelerin içindeki çok ağır parçacıklar döner elemanı oluşturan konik taslar arasında kalır. Ayırma olayı genellikle konik taslarda meydana geldiğinden, tasların araları katı artıklarla doluncaya dek, bu tür seperatörlerde yüksek bir verim elde edilir.(Küçükşahin, 1990)

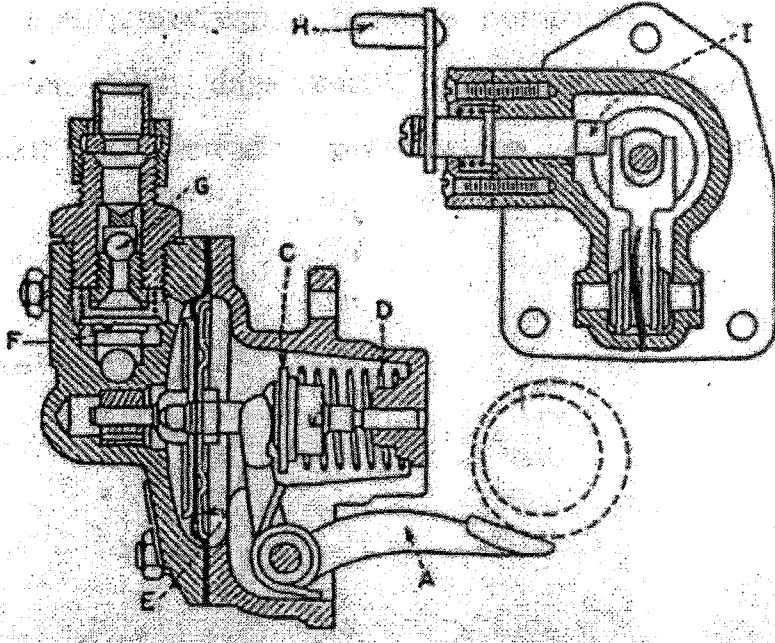
2.8.4 Pompalar

Büyük güçlü diesel motorlu bir tesiste birkaç akaryakıt pompası vardır. Bunlardan biri depoları boşaltmak içindir. Eğer depodaki yakıt gravite olarak (yerçekimiyle) kendiliğinden akıyorsa, bir pompanın yakıtı ana depolardan alarak dinlendirme veya servis tanklarına vermesi gerekir. Bu tür pompalar “Transfer” veya “Aktarma” pompası adını alır. Bir başka pompa da servis depolarının (tanklarının) makine seviyesinden daha aşağıda olması durumunda, yakıtın yüksek basınç pompasına verilmesini sağlayan pompadır. Buna da “Besleme” ya da “Buster” pompası adları verilir.

Kara tesislerinde; yakıt boşaltma ve aktarma pompaları, genellikle makineden uzakta, ayrı bir yere yerleştirilir. En iyi şekil pompanın mümkün olduğu kadar ana tanklara (depoları) yakın olmasıdır. Aktarma pompaları ana tanklardan bir miktar uzağa yerleştirildikleri zaman, buraların sürtünme dirençleri ve emme durumlarının dikkate alınması gerekir. Örneğin devir hareketli pompaların kapasiteleri, emme yüksekliği fazla olduğu zaman hızlı bir düşme gösterir. Dolayısıyla bu tür pompalar, sürtünme kayıpları ve emme devresinde yakıt buharlarının oluşması nedeniyle, yaklaşık 6 metreden daha büyük derinliklerden emme yapamazlar.(Küçükşahin, 1990)

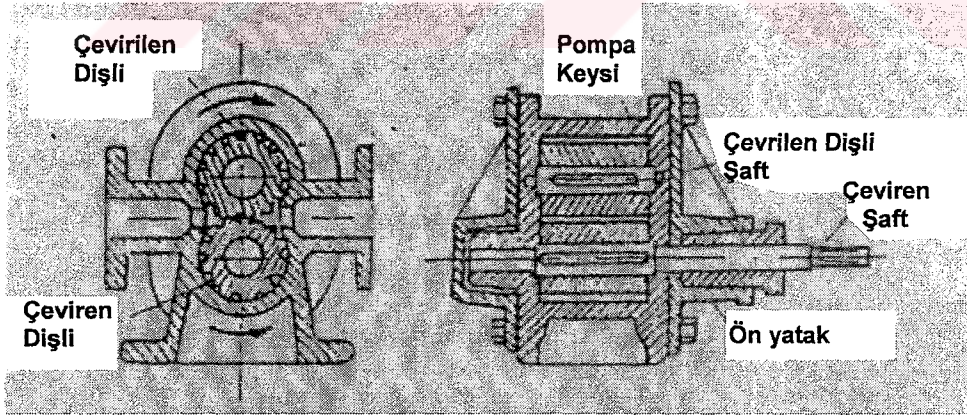
2.8.4.1 Aktarma ve Besleme Pompalarının Türleri

Şekilde otomotiv makinelerinde kullanılan diyaframlı bir aktarma pompası görülmektedir. Bu tür pompalar, yüksek basınç pompalarının bir tarafına yerleştirilir ve onun eksantrik mili üzerindeki bir kam ile çalıştırılır. İşletme kolunun (A) bağlı olduğu mekanizma, kam yarım tur döndüğünde D yayını sıkıştırır ve E diyaframını sağa doğru bir miktar hareket ettirir. Diyaframın bu hareketi sol tarafındaki hücrede kısmi bir vakum oluşmasına neden olur. Bu vakum, üzerindeki yayın basıncını yenen F ventilinin yuvasından kalkmasını ve yakıtın vakum hücresine dolmasını sağlar. Dolayısıyla diyaframın emme kursu, kamın pozitif hareketi ve veriş kursu ise D yayı ile sağlanmaktadır. Veriş kursu sırasında yakıt, diyafram hücresinden bir küresel geri döndürmez ventil (G) arasından geçirilerek yüksek basınç pompasına iletilir. Pompanın yakıt basıncı D yayının tansiyonu ile düzenlenir. Gürültü ve istenmeyen aşınmayı önlemek için, A kolu bir yay yardımıyla kam ile sürekli temas halinde tutulur.



Şekil 2.8 Diyaframli bir aktarma (transfer) pompası (C.A.V.).(Küçükşahin, 1990)

Bazı diesel tesislerinde; yakıt aktarma pompası olarak dişli pompalar kullanılır. Böyle bir pompa şekilde görülmektedir. Şekilden kolayca anlaşılacağı gibi, pompanın rotorlarını oluşturan dişlilerden birinin mili, bir elektrok motoru ile çevrilmekte ve diğer dişli onunla birlikte, fakat zıt yönde döndürülmektedir. Bu sırada dişlilerin dişleri ile pompa mahfazı arasında kalan hacimler tarafından tutulan yakıt; pompanın giriş tarafından taşınarak sürekli ve kesiksiz bir akım şeklinde dış devreye ya da servis depolarına verilmektedir.



Şekil 2.9 Dişli türden bir yakıt pompası.(Küçükşahin, 1990)

Yakıt sistemlerinde; yüksek basınç pompalarına basınçlı yakıt veren tulumbalara genellikle "Besleme Pompası" adı verilir. Bu pompaların ana görevleri; yüksek basınç pompalarının giriş taraflarında sabit bir basınç oluşturmaktır. Bazı küçük güçlü makine tesislerinde makine dairesinin yüksek bir yerine yerleştirilmiş bir servis tankı bulunur ve yakıt yerçekimi veya kendi ağırlığı ile yüksek basınç pompalarına gelir. Oysa, modern diesel motorlarının büyük bir bölümü, yüksek basınç pompalarının alıcı taraflarında, yaklaşık 1,5-2 barlık bir basıncı

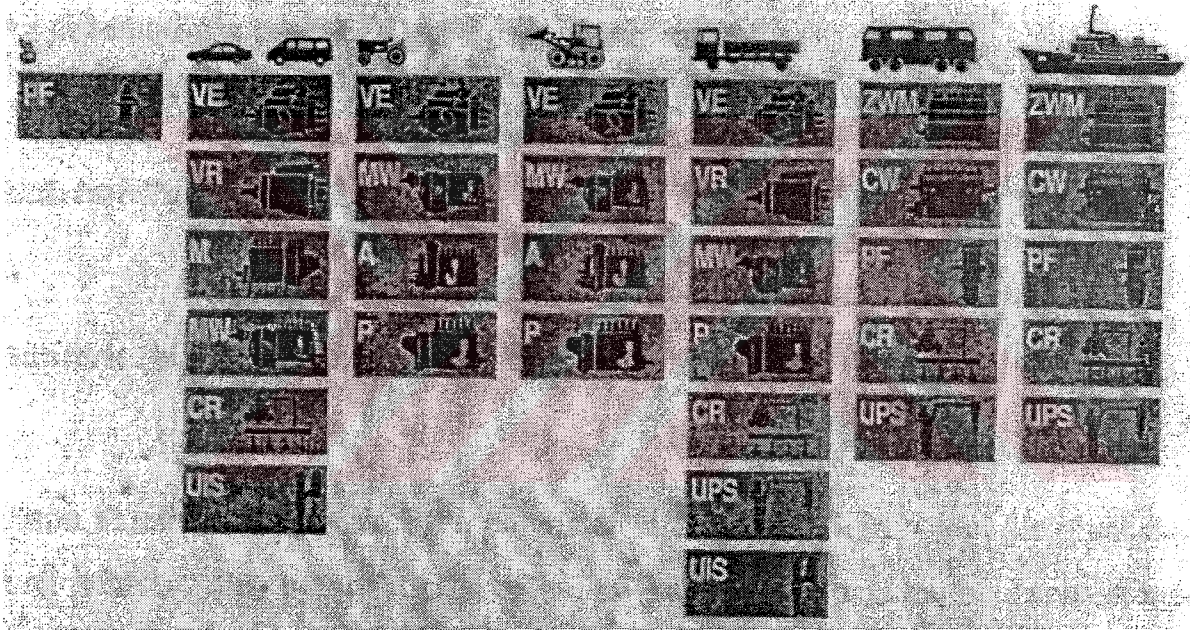
gerektirirler. Bu tür motorlarda; besleme pompası kullanma gereği vardır. Yüksek güçlü diesel motorlarında besleme pompaları, genellikle dişli türünde aktarma pompalarına benzer, fakat daha küçük ölçülerde yapılırlar. Bazı küçük güçlü diesel motorlarının yakıt devrelerinde, pistonlu ya da plancırlı besleme pompaları da kullanılmaktadır.(Küçükşahin, 1990)



3. BOSCH DIESEL ELEKTRONİK YAKIT PÜSKÜRTME SİSTEMLERİ

Diesel motorlar yüksek derecedeki ekonomik verimleri ile tanımlanırlar. Bosch tarafından, püskürtme pompalarının ilk olarak seri üretimi yapıldığından beri (1922), püskürtme sistemlerindeki gelişmeler sürekli bir şekilde devam etti.

Diesel motorları, farklı şekillerde, geniş bir aralıkta kullanılırlar. (Şekil3.1 ve Çizelge 3.1) Örneğin; Mobil elektrikli jeneratörler için (yaklaşık 10 kw/silindir'e kadar), yolcu araçları için, yüksek hızlı motorlar veya hafif ticari araçlar (yaklaşık 50 kw/silindir'e kadar), imalat, tarım ve orman makinalarının motorlarında (yaklaşık 50 kw/silindir'e kadar), ağır tırlar, otobüsler ve traktörlerin motorlarında (yaklaşık 80 kw/silindir'e kadar), sabit motorlar (yaklaşık 160 kw/silindir'e kadar), Lokomotif ve gemilerin motorları (yaklaşık 1000 kw/silindir'e kadar).(Bauer, 2000)



M, MW, A, P, ZWM, CW; artan büyüklük değerlerine göre münferit püskürtme pompaları
 PF Tek plancerli püskürtme pompaları
 VE Eksenel-piston distribütör püskürtme pompaları
 VR Radyal-piston distribütör püskürtme pompaları
 UPS Birleşik pompa sistemi
 UIS Birleşik enjektör sistemi
 CR Common Rail sistemi

Şekil 3.1 Bosch diesel yakıt püskürtme sistemleri uygulamaları.(Bauer, 2000)

3.1 Teknik Gereksinimler

Vuruntu ve egzost emisyonlarını azaltıcı yönde birçok ayarlamalar yapılmakta ve daha düşük yakıt tüketimine olan taleplere bağlı olarak artan bir şekilde, diesel motorlarının püskürtme

sistemlerine yönelinmektedir. Diesel yanma prosesine bağlı olarak (direkt veya indirekt püskürtme), etkili hava/yakıt karışım teşkilini sağlamak için püskürtme sistemi yakıtı yanma odasına 350 – 2050 bar arasında bir değerde püskürtmelidir ve püskürtülen yakıt miktarı son derece doğru bir şekilde ölçülmelidir. Diesel motoru ile, yük ve hız kontrolü, içeri alınan hava(emme havası) kısılmadan püskürtülen yakıt miktarı kullanılarak sağlanmalıdır.

Diesel püskürtme sistemleri için EDC (Elektronik Diesel Kontrolü) artan bir şekilde mekanik regülatörün yerini almaktadır. Yolcu araçlarında ve ticari araçlarda, yeni diesel püskürtme sistemlerinin hepsi EDC kontrollu sistemlerdir.(Bauer, 2000)

3.2 Püskürtme Pompası Dizaynları

3.2.1 Münferit Yakıt Püskürtme Pompaları

Bütün münferit yakıt püskürtme pompaları, her motor silindiri için bir plancer ve fiçı topluluğuna sahiptir. Bu, pompa fiçısı ve bunun karşılığı olan planceri ihtiva etmektedir. Pompa kam mili pompa içerisine yerleştirilmiştir, motordan hareket alır ve dağıtım yönünde pompa plancerini hareket ettirir. Plancer kendi yayı vasıtasıyla geri döner.

Mevcut teknik gelişmelere göre, araçların diesel motorlarında kullanılan yüksek basınçlı püskürtme sistemleri ana hatlarıyla aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Plancer ve fiçı toplulukları normalde hat boyunca düzenlenmiştir. Dağıtım miktarındaki değişikliği sağlamak için, delikler plancer içerisine makinayla açılmıştır ve bunların diagonal(çapraz) kenarları helis olarak bilinir. Plancer, hareket edebilen kontrol dişlisi ile döndürüldüğünde, helisler gerekli etkinlikteki stroğun seçimine müsaade ederler. Yakıt püskürtme şartlarına bağlı olarak, dağıtım valfleri pompanın basınç odası ve yakıt püskürtme hatları arasına yerleştirilir. Bunlar sadece püskürtme prosesini tam olarak sona erdirmek ve ağızdaki ikincil püskürtme (damlama) yi önlemekle kalmaz, ayrıca düzenli pompa karakteristik eğrileri oluşumunu da sağlarlar.(Bauer, 2000, 1999b)

Çizelge 3.1 Diesel yakıt püskürtme sistemleri özellikleri.(Bauer, 2000)

Yakıt Püskürtme Sistemi tipi	Strok başına püskürtülen yakıt miktarı mm ³	Püskürtme				Pilot püskürtme Gecikmiş püskürtme VE/NE	İlgili motor verisi		
		max. ağız basıncı bar	Mekanik elektronik solenoid valf m, e, em, MV	Direkt püskürtme DI/IDI	Indirekt püskürtme		Silindir sayısı	max. n,z min ⁻¹	Silindir başına max. güç kW
Münferit püskürtme pompaları									
M	60	550	m, e	IDI	-	4...6	5,000	20	
A	120	750	m	DI/IDI	-	2...12	2,800	27	
MW	150	1,100	m	DI	-	4...8	2,600	36	
P 3000	250	950	m, e	DI	-	4...12	2,600	45	
P 7100	250	1,200	m, e	DI	-	4...12	2,500	55	
P 8000	250	1,300	m, e	DI	-	6...12	2,500	55	
P 8500	250	1,300	m, e	DI	-	4...12	2,500	55	
H 1	240	1,300	e	DI	-	6...8	2,400	55	
H 1000	250	1,350	e	DI	-	5...8	2,200	70	
Eksenel pistonlu distribütör püskürtme pompaları									
VE	120	1,200/350	m	DI/IDI	-	4...6	4,500	25	
VE...EDC 1)	70	1,200/350	e, em	DI/IDI	-	3...6	4,200	25	
VE...MV	70	1,400/350	e, MV	DI/IDI	-	3...6	4,500	25	
Radyal pistonlu distribütör püskürtme pompaları									
VR...MV	135	1,700	e, MV	DI	-	4,6	4,500	50	
Tek plancerli püskürtme pompaları									
PE(R)...	150... 18,000	800... 1,500	m, em	DI/IDI	-		300... 2,000	75... 1,000	
UIS 30 2)	160	1,600	e, MV	DI	VE	8 3a)	3,000	45	
UIS 31 2)	300	1,600	e, MV	DI	VE	8 3a)	3,000	75	
UIS 32 2)	400	1,800	e, MV	DI	VE	8 3a)	3,000	80	
UIS-P1 2)	62	2,050	e, MV	DI	VE	6 3a)	5,000	25	
UPS 12 4)	150	1,800	e, MV	DI	VE	8 3a)	2,600	35	
UPS 20 4)	400	1,800	e, MV	DI	VE	8 3a)	2,600	80	
UPS (PF(R))	3,000	1,400	e, MV	DI	-	6...20	1,500	500	
Common Rail püskürtme sistemi									
CR 5)	100	1,350	e, MV	DI	VE 6a)/NE	3...8	5,000 5a)	30	
CR 6)	400	1,400	e, MV	DI	VE 6a)/NE	6...16	2,800	200	

3.2.1.1 PE Standart Münferit Yakıt Püskürtme Pompaları

Yakıt dağıtımının başlangıcı, plancerin üst kenarı ile kapanan bir giriş deliği ile belirlenir. Dağıtım miktarı; diagonal olarak plancer içerisine açılmış olan helis tarafından açılan ikinci giriş deliği ile belirlenir. Kontrol dişlisinin ayarı bir mekanik (açılan ağırlıklı) regülâtör veya bir elektrikli tahrik edici (EDC) ile belirlenir.(Bauer, 2000)

3.2.1.2 Kontrol Kollu Münferit Yakıt Püskürtme Pompaları

Kontrol kollu münferit yakıt püskürtme pompası, pompa plancerini yukarı ve aşağı kaydıran bir “kontrol kolu”na sahip olmasıyla genel münferit püskürtme pompalarından ayrılır. Tahrik edici mil yoluyla, plancer kaldırıcının durumu, püskürtme başlangıcı ve dağıtım başlangıcına göre değişir.(Bauer, 2000)

3.2.2 Distribütör Yakıt Püskürtme Pompaları

Distribütör pompaları (açılan ağırlıklı) mekanik bir regülatör, veya zamanlama cihazı eklenmiş bir elektronik kontrole sahiptir. Distribütör pompaları motorun bütün silindirleri için sadece bir adet plancer ve fiçli topluluğuna sahiptir.(Bauer, 2000)

3.2.2.1 Eksenel Pistonlu Distribütör Pompaları

Eksenel piston distribütör pompalarında, yakıt bir yel değirmeni tipi pompa ile tedarik edilir. Basınç oluşumu ve herbir motor silindirine dağıtım, kam plakası üzerinde çalışan bir merkezi pistonla sağlanır. Sürüş milinin hareketine bağlı olarak piston motor silindirlerindeki strok sayısı kadar hareket eder. Silindir halkanın silindirleri üzerine binen kam plakasının alt kısmı üzerindeki kam ile plancere karşılıklı dönme hareketi verilir.

Mekanik (açılan ağırlıklı) regülatör veya elektronik olarak kontrol edilen bir tahrik edici ile çalışan, genel VE eksenel pistonlu distribütör pompalarında; bir kontrol halkası etkili stroğu ve böylece püskürtülen yakıt miktarını belirler. Pompanın dağıtım başlangıcı silindir halka (zamanlama cihazı) ile ayarlanabilir. Solenoid valf kontrollü eksenel pistonlu distribütör pompalarında, kontrol halkası yerine, elektronik olarak kontrol edilen yüksek basınç solenoid valfi, püskürtülen yakıt miktarını kontrol eder. Açık ve kapalı loop kontrol sinyalleri iki ECU'nun (motor ECU'su ve pompa ECU'su) içerisinde değerlendirilir. Hız, tahrik edicinin uygun şekilde tetiklenmesiyle kontrol edilir.(Bauer, 2000)

3.2.2.2 Radyal Pistonlu Distribütör Pompaları

Radyal pistonlu distribütör pompalarında yakıt, bir yel değirmeni tipi pompayla tedarik edilir. Kam halkalı bir radyal pistonlu pompa ve ikiden dörde kadar olabilen radyal pistonlar, yüksek basınç oluşumu ve yakıt dağıtımından sorumludurlar. Püskürtülen yakıt miktarı, bir yüksek basınç solenoid valfi ile ölçülür. Zamanlama cihazı dağıtım başlangıcını ayarlamak için kamı döndürür. Solenoid valf kontrollü eksenel piston pompasında olduğu gibi, tüm açık ve kapalı

loop kontrol sinyalleri iki ECU da değerlendirilir. Hız, tahrik edicinin uygun şekilde tetiklenmesiyle kontrol edilir.(Bauer, 2000)

3.2.3 Tek Plancerli Yakıt Püskürtme Pompaları

3.2.3.1 PF Tek Plancerli Pompalar

PF tek plancerli püskürtme pompaları, küçük motorlar, dieselli lokomotifler, deniz motorları ve imalat makinelerinde kullanılır. Bu pompaların kendi kam mili olmadığı halde, bunların çalışma prensibi PE in-line pompalarına benzer. Büyük motorlarda, mekanik-hidrolik regülatör veya elektronik bir kontrolcü ile kullanıldığında, direkt olarak motor bloğuna yerleştirilir. Regülatör veya kontrolcü tarafından yakıt-miktar ayarı belirlenir. Kamlar, her bir PF tek plancerli püskürtme pompasını tahrik etmek için, motorun kam mili üzerindedir, bu, kam milinin döndürülmesiyle püskürtme zamanlamasının belirlenemeyeceğini gösterir. Bunun yerine püskürtme zamanlaması arada bulunan bir eleman (örneğin bir salıncak vasıtasıyla) ın ayarlanması ile sağlanır, bununla da birkaç derecelik bir açı avansı kazanılır. Tek plancerli püskürtme pompaları, ağır viskoziteli yağlar için de uygundur.(Bauer, 2000)

3.2.3.2 Birleşik Enjektör Sistemi (UIS)

Birleşik enjektör sisteminde, püskürtme pompası ve püskürtme ağız bir üniteden oluşur. Bu üniteler her motor silindiri için, silindir kafasının içine yerleştirilmiştir.

Münferit ve distribütör püskürtme pompalarıyla karşılaştırıldığında, yüksek basınç hatlarının kullanılmaması yüzünden önemli sayılacak derecede yüksek püskürtme basınçlarına ulaşmak (2050 bara kadar), mümkün olmuştur. Böyle yüksek püskürtme basınçları püskürtme süresinin (veya püskürtülen yakıt miktarı) elektronik olarak kontrolü ile birleştirildi. Böylece diesel motorunun zehirli emisyonlarının önemli derecede azaltılması mümkün oldu. Elektronik kontrol prensibi, yardımcı fonksiyonların çeşitliliğine olanak verir.(Bauer, 2000)

3.2.3.3 Birleşik Pompa Sistemi (UPS)

UPS de, UIS sistemindeki çalışma prensibine göre çalışır. Modüler bir yüksek basınç püskürtme sistemidir. UIS ye göre farklı olan kısmı; burada pompa ve ağız, pompadan ağıza ve tutucu topluluğuna doğru kısa bir dağıtım hattı ile birleştirilmiştir. UPS, her silindir için bir pompa, dağıtım hattı ve ağız-tutucu topluluğundan oluşan bir püskürtme ünitesine sahiptir. Pompa, motorun kam mili ile çalıştırılır.

UPS'de de dağıtım başlangıcı ve püskürtme başlangıcı elektronik olarak kontrol edilir. Yüksek hız solenoid kontrollü enjektör ile koordinasyon içinde, her bir yakıt püskürtme prosesinin özelliğini tam olarak belirlemek mümkündür.(Bauer, 2000)

3.2.4 Common Rail Sistemi (CR)

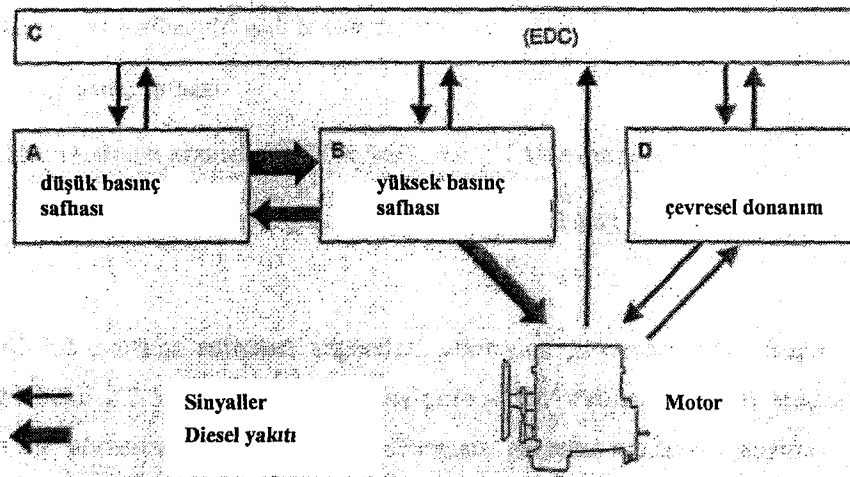
Genel püskürtme sistemlerinin tersine, Common Rail püskürtme sisteminde basınç oluşumu ve yakıt püskürtme prosesleri birbirinden ayrılmıştır. Püskürtme basıncı, motorun hızından ve püskürtülen yakıt miktarından bağımsız bir biçimde oluşur ve püskürtme prosesi için ihtiyaç duyulduğu gibi yakıt toplayıcı içerisinde sürekli mevcuttur. Anlık püskürtme ve püskürtülen yakıt miktarı, ECU'da hesaplanır ve tetiklenen solenoid valf vasıtasıyla her silindirdeki enjektör (püskürtme ünitesi) ile yerine getirilir.(Bauer, 2000)

3.3 UIS / UPS Sistem Görünümü

Sürekli artan ihtiyaçlar, belirli talepleri tam olarak karşılayan farklı diesel yakıt püskürtme sistemlerinin bir türünün gelişimine önderlik etti.

İhtiyaçlara göre, günümüzün modern diesel motorlarının sadece sessiz çalışması, emisyonlarının düşük olması ve ekonomik olarak verimli olması yetmiyor, aynı zamanda yüksek verimi ve yüksek torkları da sağlaması gerekiyor.

Günümüzde en yüksek püskürtme basınçlarına, Birleşik enjektör sistemi (UIS) ve Birleşik pompa sistemi (UPS) ile ulaşıldı. Gerçek şu ki; bu sistemler motorun anlık çalışma şartlarına tam olarak uyan püskürtmeyi sağlarlar. Bu modern püskürtme sistemleri, birbiriyle yakinen irtibatlı farklı sistem parçalarının kullanımına ihtiyaç duyarlar.(Bauer, 2000)



Şekil 3.2 Birleşik enjektör sistemi (UIS) ve birleşik pompa sistemi (UPS).(Bauer, 2000)

3.3.1 Uygulama Alanları

UIS ve UPS sistemleri püskürtme pompaları ile zaman kontrolünü birleştirir ve direkt püskürtmeli diesel motorlarında kullanılır. Genel delik kontrollü sistemler ile karşılaştırıldığında, belirli bir motora püskürtme sisteminin adapte edilmesinde, oldukça yüksek bir esneklik sağlarlar. Bunların avantajları;

Geniş uygulama aralığı : Yolcu araçları ve güç çıkışları 30 kw/silindire kadar olan hafif ticari araçlar, 80 kw/silindire kadar olan ağır vasıtalar için kullanılabilir. Tek plancerli püskürtme pompaları lokomotif ve gemilerde 500 kw/silindire kadar kullanılabilir. 2050 bar'a kadar yüksek püskürtme basınçları, değişebilen püskürtme başlangıcı, pilot püskürtme uygulayabilme imkanı.(Bauer, 2000)

3.3.2 Dizayn ve Konstrüksiyon

UIS ve UPS şunları kapsar; Yakıt tedarik safhası (düşük basınç safhası), Yüksek basınç safhası, Elektronik diesel kontrolü (EDC); Sensorlar, ECU ve tahrik ediciler, Çevresel donanım (Egzost gazı turboşarjı ve egzost gazı tekrar sirkülasyonu EGR).

Şekil 3.2, sistem safhaları arasındaki etkileşimi göstermektedir. Bunu takip eden sayfalardaki Şekil 3.3 ve 3.4 tüm donanıma göre yolcu araçları ve ticari araçlara ait olan sistemlerin bir görünümünü sunmaktadır. Önemsiz parçalar araca ve çalışma tipine bağlı olarak ihmal edilmiştir.

Ticari araçlarda UIS ve UPS nin dizaynı ve konstrüksiyonu benzerdir, sadece yüksek basınç safhası farklıdır. UIS ve UPS nin EDC ve yakıt tedarigi kısmı da çok benzerdir.(Bauer, 2000)

3.3.3 Çalışma Prensibi

UIS ve UPS, solenoid enjektörler yolu ile zaman kontrolünü kullanan diesel yakıt püskürtme sistemleridir. Solenoid valfin tetiklendiği anda dağıtım başlangıcı belirlenir. Tetiklendiği andaki zamanın uzunluğuna bağlı olarak püskürtülen yakıt miktarı ölçülür.

Motorun anlık çalışma durumu ve çevresel veriler hesaba katılarak tetiklenme noktası ve tetiklenme periyodu, programlı haritalara göre ECU tarafından belirlenir. Aşağıdakiler çalışmayı etkileyen önemli faktörlerdir; Krankmili hızı, Kam mili hızı, Gaz pedalı pozisyonu, Hava-dolgu basıncı, Giren havanın sıcaklığı, soğutucu ve yakıt, Yol hızı vb.

Veriler sensorlar ile kaydedilir ve ECU da toplanır. Bu bilgiyi kullanarak ECU, optimum araç çalışma şartlarını elde etmek için, gerektiği şekilde aracın motoruna açık ve kapalı loop (devre) kontrolünü uygular.

Temel Fonksiyonlar

Maksimum basınçta ve tam zamanında diesel yakıtının doğru miktarda püskürtülmesinin kontrolünü sağlarlar. Bunun sayesinde diesel motoru yakıtı verimli kullanır, sessiz çalışır ve az emisyon oluşturur.

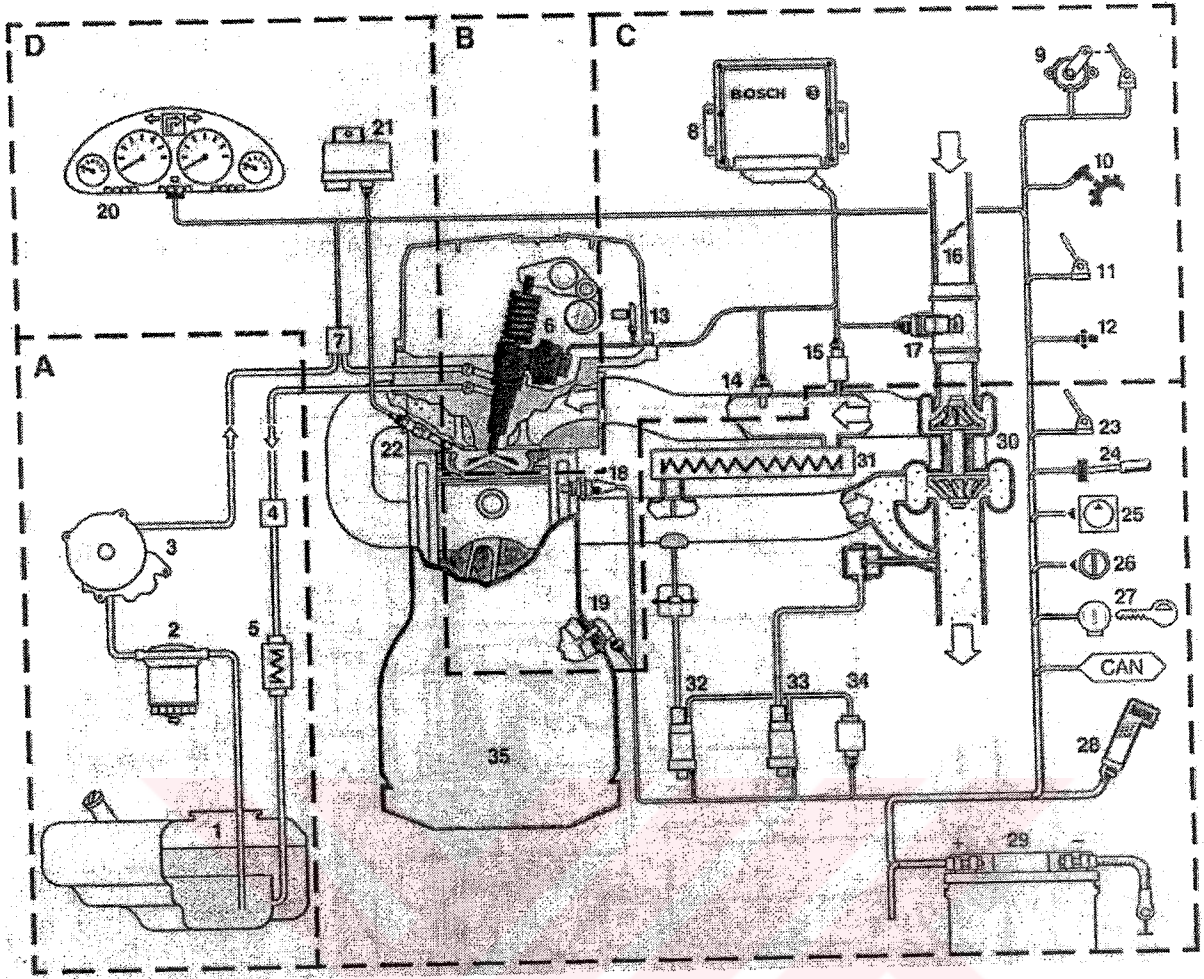
Yardımcı Fonksiyonlar

Yardımcı fonksiyonlar emisyonların ve yakıt tüketiminin azalmasına veya güvenlik, konfor ve rahatın artmasına hizmet ederler. Bu yardımcı fonksiyonlara örnek verilecek olursa; Egzost gazı tekrar sirkülasyonu, İtici basınç kontrolü, Silindirin durdurulması, Yol kontrolü, Elektronik immobilizer.

Bir kural olarak, yüksek yükte çalışan ticari bir araca ait diesel motorunda, türbinin egzost manifoldu üst buharı ile kompresörün emme manifoldu alt buharı arasında bir basınç düşüşü yoktur. Böylece değişebilen türbin geometrisi (VTG) ile egzost gaz turboşarjı gibi yardımcı bir ekipman, egzost gazının soğutulmuş, kontrol edilen sirkülasyonu için gereklidir.

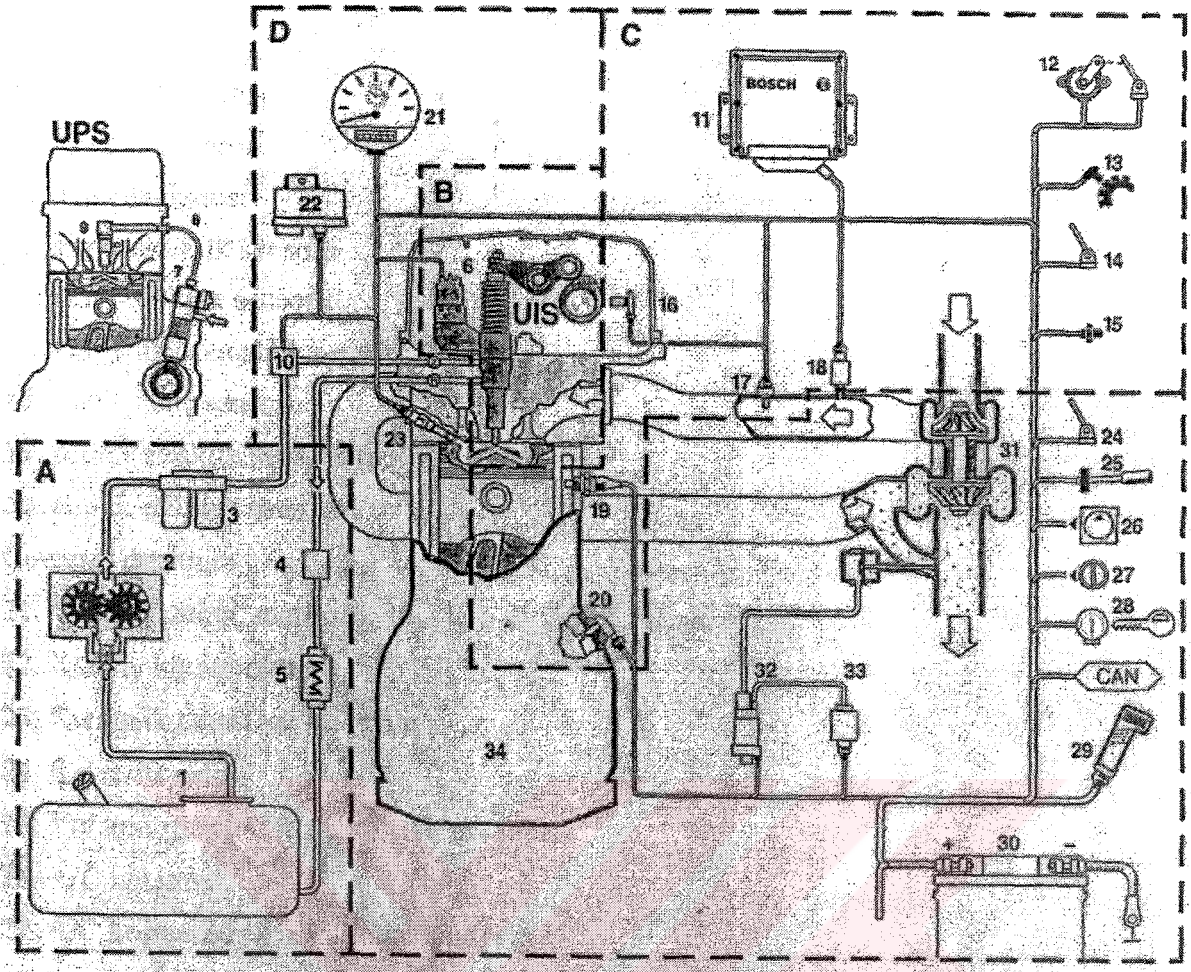
Günümüzde çeşitli sistemlerin varoluşuna ve geliştirilmesine rağmen bunların hiçbiri henüz tüm ihtiyaçları karşılayamadı.

Araçtaki diğer elektronik sistemler ile veri transferi (Örneğin ABS), CAN sistemi ile yerine getirilir. (CAN = Alan kontrolcü şebeke). Sürüş sırasında kaydedilen sistem verisi ve arıza verileri şebeke yoluyla tekrar değerlendirilir.(Bauer, 2000)



- A) Yakıt tedarîği (düşük basınç safhası), 1. Yakıt tankı, 2. Yakıt filtresi, 3. Geri dönmeyen valfli yakıt pompası, 4. Basınç sınırlayıcı, 5. Yakıt soğutucu
- B) Yüksek basınç safhası, 6. Birleşik enjektör
- C) Elektronik Diesel Kontrolü (EDC), 7. Yakıt – sıcaklık sensörü, 8. ECU, 9. Gaz pedalı sensörü, 10. Araç hız sensörü, 11. Fren bağlantıları, 12. Hava – sıcaklık sensörü, 13. Kam mili hız sensörü, 14. Giren havanın sıcaklık sensörü, 15. İtici basınç sensörü, 16. Giriş manifoldu, 17. Film – sıcaklık hava – kütle ölçücü, 18. Motor sıcaklık sensörü (soğutucu), 19. Krank mili hız sensörü
- D) Çevresel donanım, 20. Yakıt tüketimi, motor rpm vb. için sinyal göstergeli ekran, 21. Kıızıl ışık kontrol ünitesi, 22. Kıızıl ışık tapası, 23. Kavrama svici, 24. Yol kontrolü (FGR) için kullanıcı ünitesi, 25. A/C kompresör, 26. A/C kompresör için kullanıcı ünitesi, 27. Kıızıl ışık tapası ve başlangıç/starter svici, 28. Görüntüleme şebekesi, 29. Akü, 30. Egzost gazı süperşarjı, 31. EGR soğutucu, 32. EGR konumlayıcı, 33. İtici basınç tahrik edicisi, 34. Vakum pompası, 35. Motor
- CAN: Alan kontrolcü şebeke

Şekil 3.3 Yolcu araçları için birleşik enjektör sistemi (UIS). (Bauer, 2000)



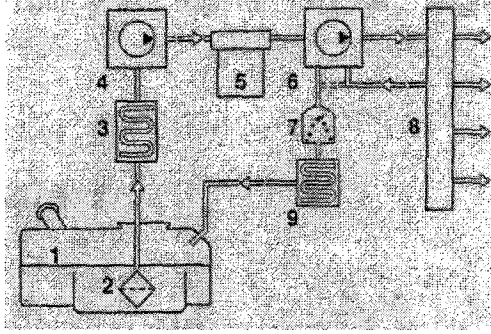
- A) Yakıt tedarîği (düşük basınç safhası), 1. Yakıt tankı (ön filtreli), 2. Geri dönmeyen valfli yakıt pompası ve yardımcı pompa, 3. Yakıt filtresi, 4. Basınç sınırlayıcı, 5. Yakıt soğutucu
- B) Yüksek basınç safhası, UIS, 6. Birleşik enjektör, UPS, 7. Birleşik pompa, 8. Yüksek basınç dağıtım hattı, 9. Ağız ve tutucu topluluğu
- C) Elektronik Diesel Kontrolü (EDC), 10. Yakıt sıcaklık sensörü, 11. ECU, 12. Gaz pedalı sensörü, 13. Araç hız sensörü, 14. Fren bağlantısı, 15. Hava sıcaklık sensörü, 16. Kam mili hız sensörü, 17. Giren hava sıcaklık sensörü, 18. İtici basınç sensörü, 19. Motor sıcaklık sensörü (soğutucu), 20. Krank mili hız sensörü
- D) Çevresel donanım, 21. Yakıt tüketimi, motor rpm vb. için sinyal göstergeli ekran, 22. Kırmızı ışık kontrol ünitesi, 23. Kırmızı ışık tapası zarf elemanı, 24. Kavrama svici, 25. Yol kontrolü (FGR) için kullanıcı ünitesi, 26. A/C kompresör, 27. A/C kompresör için kullanıcı ünitesi, 28. Kırmızı ışık tapası ve starter svici, 29. Görüntüleme şebekesi, 30. Akü, 31. Egzost gazı turboşarjı, 32. İtici basınç tahrik edici, 33. Vakum pompası, 34. Motor
CAN = Alan kontrolcü şebekesi

Şekil 3.4 Ticari araç birleşik enjektör sistemi ve birleşik pompa sistemi (Bauer, 2000)

3.4 Yakıt Tedariği (Düşük Basınç Safhası)

Yakıt tedarik safhasının görevi, gerekli olan yakıtı saklamak, filtre etmek ve tüm çalışma şartlarında istenilen basınçta yakıt püskürtme sistemine ulaştırmaktır. Bazı uygulamalar için yakıt ayrıca soğutulur.

Yakıt tedarik safhası aşağıdaki ana kısımları kapsar; Yakıt tankı, Başlangıç filtresi – yolcu araçları için (UIS de yok), ECU soğutucu – isteğe bağlı, Ön tedarik pompası – isteğe bağlı, yolcu araçlarında, Yakıt filtresi, Yakıt pompası – düşük basınç, Basınç kontrol valfi – taşıma valfi, Yakıt soğutucu – isteğe bağlı, Düşük basınç yakıt hatları.



1.yakıt tankı, 2.başlangıç filtresi, 3.ECU soğutucu, 4.Geri dönmez valfli ön tedarik pompası, 5.yakıt filtresi, 6.yakıt pompası, 7.basınç kontrol valfi (UIS, UPS), 8.Distribütör tüp (yolcu araçları UIS), 9.Yakıt soğutucusu (UIS,UPS,CR)

Şekil 3.5 Yakıt tedariki kısımları.(Bauer, 2000)

Her bir kısım modülleri oluşturmak için birleştirilebilir. (Örneğin yakıt pompası ve basınç sınırlayıcı). Eksenel ve radyal pistonlu distribütör pompalarında, Common Rail sisteminde olduğu gibi, yakıt pompası yüksek basınç pompasının içine yerleştirilmiştir.(Bauer, 2000)

3.4.1 Yakıt Tankı

İsminden de anlaşılacağı gibi yakıt tankı, yakıtı depolamaya yarar. Korozyona karşı dirençli olmalıdır ve normal çalışma basıncının iki katı bir basınçta sızıntı yapmamalı, en azından 0,3 bar fazla basınca dayanmalıdır. Emniyet valfleri fazla basıncın dışarı verilmesini sağlamak için kullanılmalıdır. Yakıt, dolum kapağı arasından veya basınç dengeleme cihazları arasından kaçmamalıdır. Ayrıca yol sarsıntılarında, virajlarda veya araç eğimli yolda giderken de buna dikkat edilmelidir. Yakıt tankı motordan uzak olmalıdır, böylece bir kaza durumunda bile yakıtın yanmasının önlenmesi sağlanır.(Bauer, 2000)

3.4.2 Yakıt İletim Hatları

Düşük basınç safhası için yakıt hatları dikişsiz metal tüpten veya alev ve yakıtı dirençli sentetik hortumdan üretilir. Mekanik zarara karşı korunmaları ve uygun bir şekilde yerleştirilmeleri gerekir. Böylece sıcak parçalar üzerinde biriken yakıtın buharlaşması ortadan kaldırılır. Yakıt iletim hatları, motor hareketi, aracın virajda hareketi ve benzer hareketlerde zarar görmemelidir. Tüm yakıt taşıyıcı parçalar, doğru çalışmayı bozacak ısıya karşı korunmalıdır.(Bauer, 2000)

3.4.3 Diesel Yakıt Filtreleri

Yakıt filtresi, yakıtın kirlilik seviyesini azaltmak için katı tanecikleri yakıttan alır. Bunu yaparak minimum kirlilik seviyesindeki yakıtı tedarik eder ve püskürtme kısımlarının aşınmasını önler. Kirlenmiş bir filtre yakıt dağıtımının azaltılmasına ve motor veriminin düşmesine yol açar. Diesel yakıt püskürtme sistemlerinin parçalarının üretilmesinde son derece yüksek doğrulukla çalışılır, böylece en ufak bir kirlilik durumunda tepki verilir. Güvenirliği, yakıt tüketimi ve emisyon sınırları ile uygunluğu garanti edebilmek için aracın ömrüne göre bakım yapılmalıdır. (Ticari araçlar için ömür yaklaşık 1.000.000 km alınır.) Aşınmaya karşı koruyucu önlemler alınması için talepler artmaktadır. Yakıt filtresi bir problem olmaması için yakıt püskürtme sistemine tam olarak uymalıdır. Aşınmaya karşı yüksek derecede koruma veya geniş aralıklı bakım süreleri için, filtre sistemleri bir başlangıç filtresi ve ayrı ince bir filtre olarak kurulurlar.

Ön Tedarik Pompaları İçin Başlangıç Filtreleri

Başlangıç filtresi (Şekil 3.5, pozisyon 2) genellikle 300 µm ağ gözüne sahip olan bir süzgeç şeklindedir ve ana yakıt filtresi (Şekil 3.5, pozisyon 5) ne ilave olarak kurulur.

Ana filtre

Ana filtreler kolay değişebilen filtreler şeklinde geniş bir şekilde kullanılır (Şekil 3.6) ve araç içinde bir dirsek üzerine vidalanır. İki filtre paralel veya seri olarak yerleştirilebilir.

Su separatörü

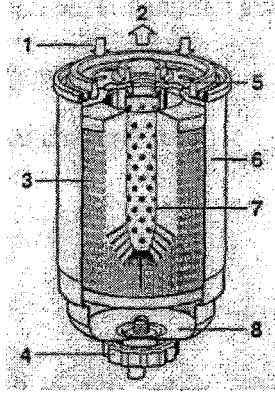
Diesel yakıtı birleşik veya serbest halde su içerebilir. (Örneğin sıcaklık değişiminin bir sonucu olarak yoğunlaşma). Bu şekilde suyun motorun püskürtme sistemine girişi önlenmelidir. Su damlaları, su ve yakıtın farklı yüzey gerilimleri yüzünden filtrenin orta kısmında oluşur ve su separatörü içinde birikir. (Şekil 3.6, pozisyon 8). Serbest su için (birleşik olmayan) ilave bir su separatörü kullanılabilir böylece merkezkaç kuvvet ile su damlaları uzaklaştırılır. Su seviyesini görüntülemek için iletken sensorlar kullanılır.

Yakıt ön ısıtma

Düşük sıcaklıkta çalışma boyunca, yakıtın içindeki parafin kristalleri yüzünden filtreleyici elemanın gözenekleri bloke olmakta ve bunu önlemek için ön ısıtma yapılmaktadır. Ön ısıtma elemanları genellikle filtre içerisine yerleştirilir ve yakıtı elektrik ile veya yakıt tekrar sirkülasyon sistemindeki ısıyı kullanarak ısıtır.

Yardımcı Pompa

Genellikle filtre kapağı içine yerleştirilir ve filtre değişikliğinde sistemi boşaltıp tekrar doldurmak için kullanılır.(Bauer, 2000)



1. Filtre girişi, 2. Filtre çıkışı, 3. Filtreleyici eleman, 4. Su akıtma vidası, 5. Filtre kapağı, 6. Filtre muhafazası, 7. Destek tüp, 8. Su haznesi

Şekil 3.6 Separatörlü diesel yakıt filtresi.(Bauer, 2000)

3.4.4 Yakıt Tedarik Pompası

Düşük basınç safhasındaki yakıt tedarik pompası (ön tedarik pompası olarak ta adlandırılır) yüksek basınç kısımlarına uygun şekilde yakıt gönderilmesinden sorumludur. Çalışma durumuna bakılmaksızın, minimum gürültü ile, gerekli olan basınçta ve aracın tüm ömrü süresince uygulanır.

Eksenel pistonlu ve radyal pistonlu distribütör pompalarında, ön tedarik pompası olarak pervane tipi bir pompa kullanılır ve direkt olarak püskürtme pompası içine yerleştirilir. UIS / UPS sistemlerinde ön tedarik pompası yakıtı aracın yakıt tankından dışarı çeker ve sürekli bir şekilde yüksek basınç püskürtme sistemi yönünde doğru miktarda dağıtır. (60....200 l/h, 300.....7 Kpa). Birçok pompa otomatik olarak çalışır böylece tank kuru olduğu zaman da tekrar doldurmadan önce başlamak mümkün olabilir. 3 çeşit dizayn vardır; Elektrikli yakıt pompası (yolcu araçlarında kullanıldığı gibi), Mekanik olarak çalışan dişli tipi yakıt pompaları ve (Tandem) Çift taraflı pompalar (yolcu araçları – UIS).(Bauer, 2000)

3.4.4.1 Elektrikli Yakıt Pompası EKP

Elektrikli yakıt pompaları (Şekil 3.7 ve 3.8) sadece yolcu araçlarında ve hafif ticari araçlarda kullanılır. Sistemin çalışma yapısına göre yakıt dağıtımına ilave olarak ayrıca acil durumda gerekli olduğu zaman yakıt tedarikini kesmekle de görevlidir.

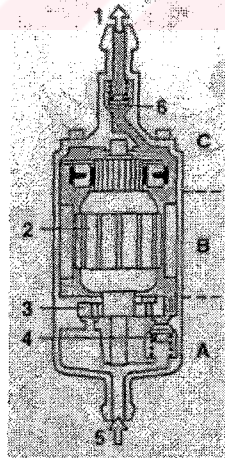
Elektrikli yakıt pompaları in – line veya tank içi versiyonları şeklinde mevcuttur. In – line pompalar, aracın gövdesi üzerine yakıt tankının dışına, tank ve yakıt filtresi arasına yerleştirilirler. Tank içi pompalar yakıt tankı içine monte edilirler, bu durumda genellikle bir emme süzgeci, bir yakıt seviye göstergesi, yakıt haznesi gibi işgören bir anafor kabı ve dışarıda elektriksel ve hidrolik bağlantılar mevcuttur.

Motor krankı harekete geçtiğinde, elektrikli yakıt pompası motor hızından bağımsız olarak sürekli çalışır. Yani yakıtı yakıt tankından alarak sürekli dağıtır ve bir yakıt filtresinden geçirerek yakıt püskürtme sistemine gönderir. Fazla yakıt bir taşma valfi içerisinde tekrar tanka geri döner. Elektrikli bir yakıt tedarik pompası genel bir yuva içerisinde üç adet elemanı kapsar;

Pompalama elemanı (Şekil 3.7, Pozisyon A)

Yakıt pompasının özel uygulama alanlarına bağlı olarak farklı şekillerde pompalama elemanları vardır. Diesel uygulamalarında normalde silindir hücreli pompalar (RZP) kullanılır.

Silindir hücreli pompa (Şekil 3.8) eksantrik olarak yerleştirilmiş temel bir plaka (4) ve serbestçe dönen oluklu rotor (2) dan oluşur. Her olukta hareket edebilen bir silindir vardır (3), rotor döndüğü zaman, silindir yörüngesinin dışına doğru, yakıtın basıncı ve merkezkaç kuvvetinin etkisiyle olukların kanatlarına karşı hareket etmeye zorlanır.



A. Pompalayıcı eleman, B. Elektrik motoru, C. Uç kapak, 1. Son basınç, 2. Motor, 3. Pompalayıcı eleman, 4. Basınç sınırlayıcı, 5. Emme sonu, 6. Geri dönmeyen valf

Şekil 3.7 Tek safhalı elektrikli yakıt pompası (şematik).(Bauer, 2000)

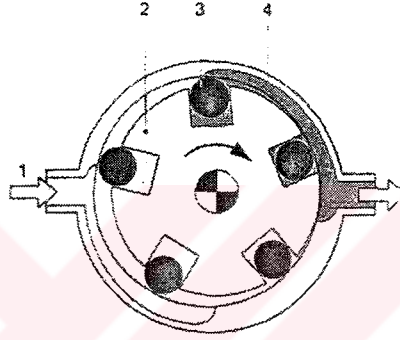
Silindirlerin hareketiyle silindir yörüngesi ve bitişik oluklar arasında bir oda oluşur. Bir kez, böbrek şeklindeki giriş bölgesi (1) kapandı mı, oda hacmi sürekli azalır, böylece pompalayıcı etki oluşur.

Elektrik motoru (Şekil 3.7, pozisyon B)

Elektrik motoru sürekli mıknatıslı bir sistem ve bir çatıdan oluşur (2). Sistem basıncına göre uygun olan dağıtım miktarına göre dizayn belirlenir. Elektrik motoru sürekli yakıt ile temas eder böylece soğuk kalır. Bu dizayn, pompalayıcı eleman ve elektrik motoru arasında karışık elemanlar olmaksızın yüksek motor performansı elde edilmesini sağlar.

Uç kapak (Şekil 3.7, pozisyon C)

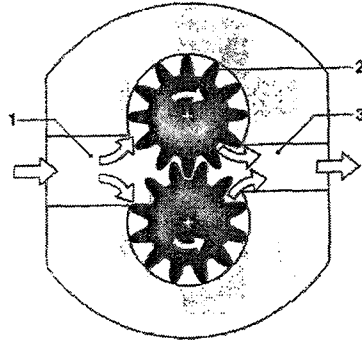
Basınç tarafının hidrolik bağlantısı gibi, uç kapak ta elektriksel bağlantıları kapsar. Geri dönmez bir valf (6), yakıt pompası bir kez kapatıldığında yakıt iletim hatlarının boşalmasını önler.(Bauer, 2000)



1. Emme ucu, 2. Oluklu rotor, 3. Silindir, 4. Temel plaka, 5. Basınç (çıkış) sonu
Şekil 3.8 Pompa silindir hücresi (şematik).(Bauer, 2000)

3.4.4.2 Dişli Tipi Yakıt Pompası

Bu dişli tipi yakıt pompası (Şekil 3.9), tek plancerli püskürtme sistemlerinde (yolcu araçları) ve Common Rail sisteminde (yolcu araçları, ticari araçlar ve trafik harici araçlar için) kullanılır. Direkt olarak motora bağlanır, Common Rail sisteminde yüksek basınç pompası içine yerleştirilmiştir.

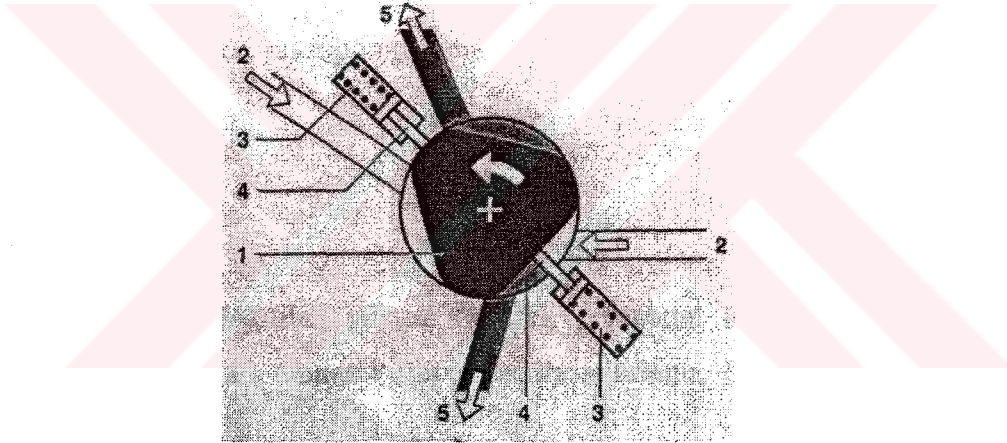


1. Emme ucu, 2. Dişli kısım, 3. Basınç (çıkış) sonu
Şekil 3.9 Dişli tipi yakıt pompası (şematik).(Bauer, 2000)

Karşılıklı dönen iki dişli yoluyla yakıt oda içerisine alınır, 1 nolu emme ucundan basınç (çıkış) sonu (3) na nakledilir. Dönen dişliler arasında sağlanan irtibat ile emme ve pompanın basınç sonu kısımları arasında yakıtın tekrar geri dönmesi engellenir. Dağıtım miktarı pratikte motor hızı ile orantılıdır. Böylece giriş (emme) kısmında bir kısıcı ile dağıtım miktarını azaltmak mümkün olur veya basınç sonundaki bir taşma valfi ile de bunu sınırlamak mümkündür.(Bauer, 2000)

3.4.4.3 Ayrı Pervaneli Pervane Tipi Pompa

Bu pompanın yolcu araçları (UIS), (Şekil 3.10) ile kullanılan çeşidinde iki ayrı pervane bir rotora karşı yaylar ile bastırılır. Rotor döndüğünde giriş (emme)(2) tarafında hacim artar ve yakıt iki oda içerisine çekilir. Sürekli dönme ile oda hacimleri azalır ve yakıt odadan dışarı (basınç) çıkış ucuna (5) yönlendirilir. Bu pompa çok düşük dönme hızlarında bile yakıtı dağıtabilir.(Bauer, 2000)

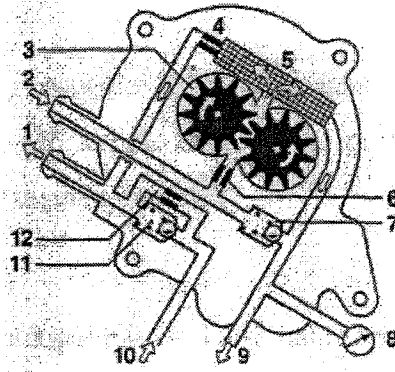


1. Rotor, 2. Giriş (emme) tarafı, 3. Yay, 4. Ayrı pervane, 5. Çıkış (basınç) tarafı

Şekil 3.10 Ayrı pervaneli pervane tipi pompa (şematik).(Bauer, 2000)

3.4.4.4 Çift Taraflı Pompa

Yolcu araçları UIS de kullanılan çift taraflı pompalar yakıt pompasını (Şekil 3.11) ve fren iticisi için vakum pompasını kapsayan bir ünedir. Motorun silindir kafasına bağlanmıştır ve motorun kam mili tarafından harekete geçirilir. Yakıt pompası kendi başına, ayrı pervaneli pervane tipi pompa veya bir dişli pompa (3) dir ve hatta düşük hızlarda bile (krank hızları) motorun güvenli harekete geçişini sağlayabilecek yeterli yakıtı sağlar. Pompa çeşitli valfler ve kısıcı ağızlarından oluşur.



1. Tanka geri dönüş, 2. Yakıt tankından giriş kısmı, 3. Pompalayıcı eleman (dişli), 4. Kısıcıcı delik, 5. Filtre, 6. Emme kısıcıcı ağzı, 7. Fazla basınç valfi, 8. Basınç ölçüm bağlantısı, 9. Enjektöre çıkış, 10. Enjektörden geri dönüş, 11. Geri dönmez valf, 12. By – pass

Şekil 3.11 Bir çift taraflı pompa da yakıt pompalama. (Bauer, 2000)

Emme kısıcıcı ağzı (6):

Aslında pompa tarafından dağıtılan yakıtın miktarı, pompanın hızıyla orantılıdır. Pompanın maksimum dağıtım miktarı emme kısıcıcı ağzı ile sınırlanır, böylece çok fazla yakıtın dağıtılması önlenir.

Fazla basınç valfi (7):

Yüksek basınç safhasında maksimum basıncı sınırlamak için kullanılır.

Kısıcıcı delik (4):

Yakıt geri dönüşü kısıcıcı deliğinde (1), yakıt – pompa çıkışındaki buhar kabarcıkları yok edilir.

By – pass (12):

Eğer yakıt sistemi içinde hava varsa (örneğin araç yakıt tankı boşalana kadar kullanıldıysa), düşük basınç / basınç kontrol valfi kapalı kalır. Hava, pompalanan yakıtın basıncı ile by – pass içerisinden yakıt sisteminin dışına gönderilir.

Pompanın dişlileri, yakıt tankı boş olduğunda ve kuru halde çalışmazlar. Tank doldurulduktan sonra tekrar çalıştırmada pompa derhal yakıtı çeker. Yakıt pompasında (8) nolu kısımdaki bağlantıyla pompa çıkışındaki yakıt basıncı ölçülür. (Bauer, 2000)

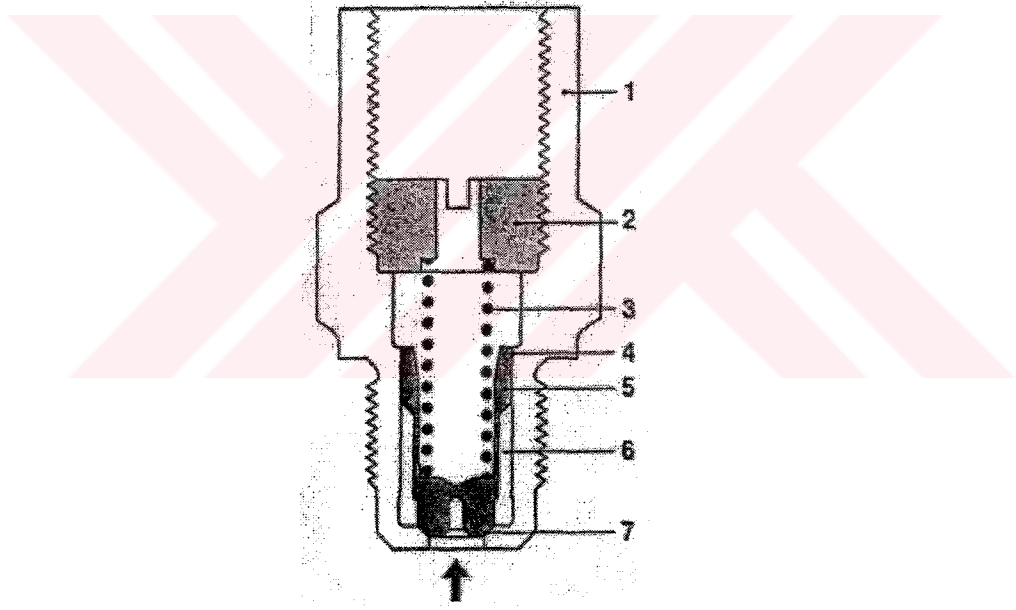
3.4.5 Distribütör Tüp

Yolcu araçları UIS de, bir distribütör tüp mevcuttur ve bu tüp yakıtı birleşik enjektörlere gönderir. Bu şekilde dağıtımla her bir enjektörün aynı sıcaklıkta, aynı miktarda yakıt alması

sağlanır, problemsiz motor çalışması elde edilir. Distribütör tüp içinde birleşik enjektörlere akan yakıt enjektörlerden geri gelen yakıt ile karışır.(Bauer, 2000)

3.4.6 Düşük basınç, Basınç kontrol valfi

Basınç kontrol valfi (Şekil 3.12), UIS ve UPS sistemlerinde yakıtın geri dönüş hattı içinde yerleştirilmiş olan bir fazla akış valfidir. Çalışma şartlarından bağımsız olarak, düşük basınç safhalarında uygun çalışma basıncını sağlar, böylece pompalar her zaman, iyi bir biçimde doldurulur. Toplayıcı plancer (5), 3 –3,5 barlık bir açılış basıncında açılır, böylece konik kısım (7) toplanan hacmi (6) salıverir. Sadece çok az bir miktar yakıt boşluk (4) tan kaçabilir. Yay (3), yakıtın basıncıyla sıkıştırılır, böylece toplanan hacim değişir ve küçük basınç dalgalanmaları telafi edilir. Basınç 4 – 4,5 bara çıktığında, boşluk ta açılır ve akış miktarı ani bir şekilde artar. Basınç düştüğünde valf tekrar kapanır. Açılış basıncının başlangıç ayarı için iki vida dişli eleman görevlidir.(Bauer, 2000)



1. Valf gövdesi, 2. Dişli eleman, 3. Yay, 4. Boşluk, 5. Toplayıcı plancer, 6. Toplayıcı hacim, 7. Konik kısım

Şekil 3.12 UIS ve UPS için basınç kontrol valfi.(Bauer, 2000)

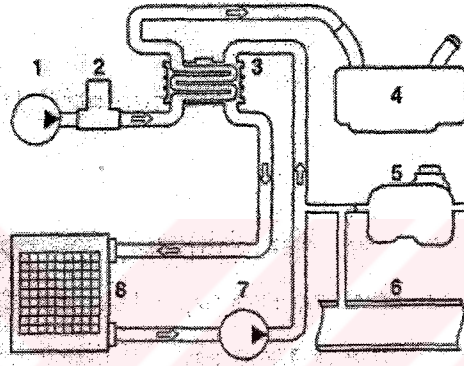
3.4.7 ECU Soğutucu

Ticari araçlarda, UIS veya UPS sistemleri için ECU direkt olarak motor üzerine monte edilebilir. Böyle durumlarda yakıt ortamı soğutucu olarak kullanılır. Yakıt, özel soğutma kanalları içerisinde ECU dan geçer ve proseste ısıyı emer.(Bauer, 2000)

3.4.8 Yakıt Soğutucu

Yolcu araçları UIS ve bazı Common Rail sistemleri (CRS) için, enjektörlerdeki yüksek basınçlar yüzünden, yakıt öyle bir sıcaklığa kadar ısınır ki, yakıt tankı ve sensora zarar vermesini önlemek için, geri dönmeden önce soğutulmalıdır. Enjektörden geri yakıt akışında, yakıt bir yakıt soğutucudan geçer (ısı değiştirgeci, Şekil 3.13, pozisyon 3) ve yakıt soğutma devresinde yakıt ısı enerjisini soğutucuya verir. Bu motor soğutucu devresi (6) nden ayrıdır, normal motor hızlarında motor soğutucu yakıttan ısıyı emmek için çok sıcaktır.

Yakıt soğutucu devre, dengeleme haznesi yanındaki motor soğutucu devreye bağlanırsa yakıt soğutucu devre doldurulabilir ve sıcaklık dalgalanmaları dengelenebilir.(Bauer, 2000)



1. Yakıt pompası, 2. Yakıt – sıcaklık sensörü, 3. Yakıt soğutucu, 4. Yakıt tankı, 5. Dengeleme haznesi, 6. Motor soğutucu devre, 7. Soğutma pompası, 8. Yardımcı soğutucu

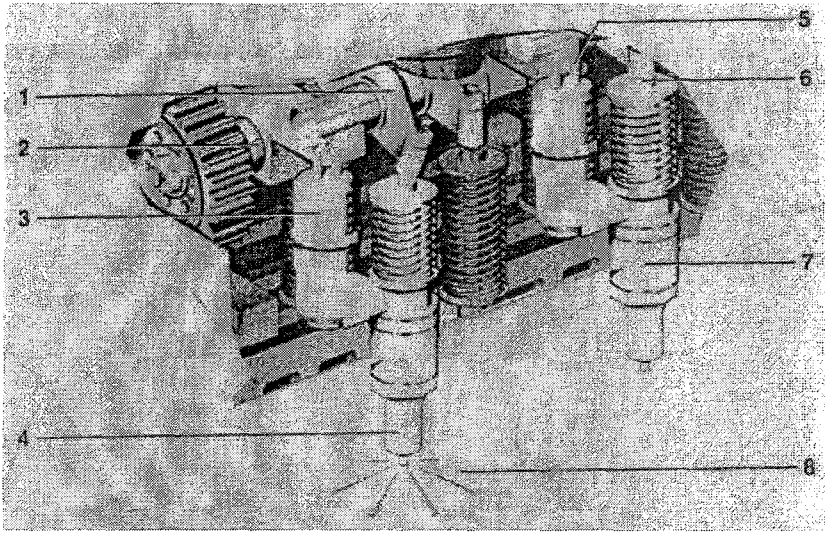
Şekil 3.13 Yakıt soğutucu devre.(Bauer, 2000)

3.5 Birleşik Enjektör (UI)

Birleşik enjektör (UI) motor silindirlerine gerekli olan yakıt miktarını ECU tarafından hesaplandığı gibi tam zamanında ve doğru basınçta püskürtür. Bu doğruluk tüm çalışma aralıklarında ve motorun faydalı ömrü boyunca devam etmek zorundadır. UIS, genel yakıt püskürtme sistemindeki ağız ve tutucu topluluğunun yerini alır. UIS’de, yüksek basınç dağıtım hatlarının fazlalığı olduğu halde, yakıt püskürtme özellikleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu gerçektir.(Bauer, 2000)

3.5.1 Yerleşim ve Çalışma

Her silindir, direkt olarak silindir kafası içerisine yerleştirilen kendi birleşik enjektörüne (UI) sahiptir. (Şekil 3.14)



1. Salıncak, 2. Motor kam mili, 3. Solenoid valf, 4. Ağız topluluğu, 5. Elektrik bağlantısı, 6. Pompa planceri, 7. Birleşik enjektör (UI), 8. Motor yanma odası

Şekil 3.14 Birleşik enjektörün (UI) yerleşimi. (Bauer, 2000)

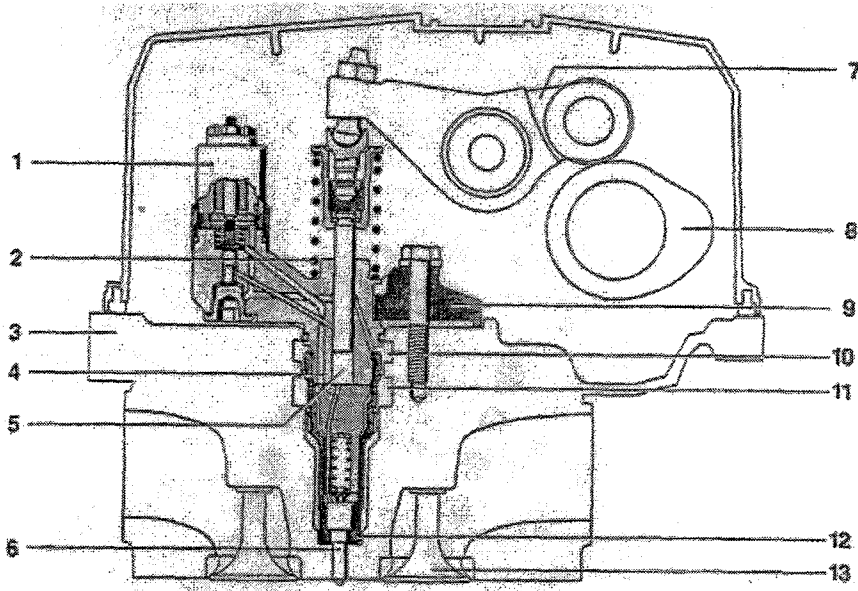
Ağız topluluğu (4), UI içerisine yerleştirilmiştir ve yanma odası (8) içerisine yönlendirilmiştir. Motor kam mili (2) her bir UI için ayrı bir kama sahiptir, bir salıncak (1) ile pompa plancerine (6) özel kam eğimi iletilir böylece plancer, salıncak ve plancer ile bağlantılı yayın birleşik hareketi neticesinde aşağı ve yukarı hareket eder.

Elektriksel ateşlemeye ilave olarak püskürtme başlaması ve püskürtülen yakıt miktarı; kam şekli ile belirlenen ani plancer hızının bir fonksiyonudur. Kam mili üretiminde böyle yüksek doğruluk istenmesinin sebeplerinden biri budur. Çalışma sırasında uygulanan kuvvetler ile kam milinde burulmaya bağlı bir titreşim olur, bu püskürtme özelliklerini ve püskürtülen yakıt miktarını etkiler. Bu nedenle bu titreşimleri azaltmak için, her bir pompa mümkün olduğunca rijit çalışacak şekilde dizayn edilir, bu bir zorunluluktur. (Bauer, 2000)

3.5.2 Dizayn ve Konstrüksiyon

UI gövde topluluğu (Şekil 3.15, pozisyon 4), içerisine yüksek basınç solenoid valfin (1) yerleştirildiği geniş bir kola sahiptir. Enjektörün gövdesi içerisindeki geçişler, yüksek basınç odası (5) ile solenoid valf/düşük basınç safhası, ve yüksek basınç odası ile ağız topluluğu (6) arasındaki bağlantıyı sağlar. Birleşik enjektörün şekli öyle bir yapıdadır ki, UI özel bir klemp (9) ile motorun silindir kafasına bağlanabilir. Yakındaki yay (2) pompa plancerini salıncığa (7) ve hareket eden kama (8) karşı harekete zorlar. Çalışma boyunca plancer, salıncak ve hareket eden kam her zaman mekanik olarak temas halindedir. Püskürtme biter bitmez yay, planceri geriye ilk pozisyonuna doğru zorlar. Takip eden sayfalardaki Şekil 3.16 ve 3.17,

yolcu araçları ve ticari araçlardaki birleşik enjektörlerin dizayn ve konstrüksiyon ayrıntılarını göstermektedir.



1. Yüksek basınç solenoid valfi, 2. Yay, 3. Motorun silindir kafası, 4. Birleşik enjektör gövde topluluğu, 5. Yüksek basınç odası, 6. Ağız topluluğu, 7. Salıncak, 8. Hareket eden kam, 9. Klemp, 10. Yakıt geri dönüşü, 11. Yakıt girişi, 12. Ağız civatası, 13. Motor süpabı

Şekil 3.15 Motorun silindir kafası içindeki birleşik enjektörün yerleşim biçimi.(Bauer, 2000)

Birleşik enjektör aşağıdaki görevlere göre alt kısımlara ayrılmıştır;

Yüksek basınç oluşumu

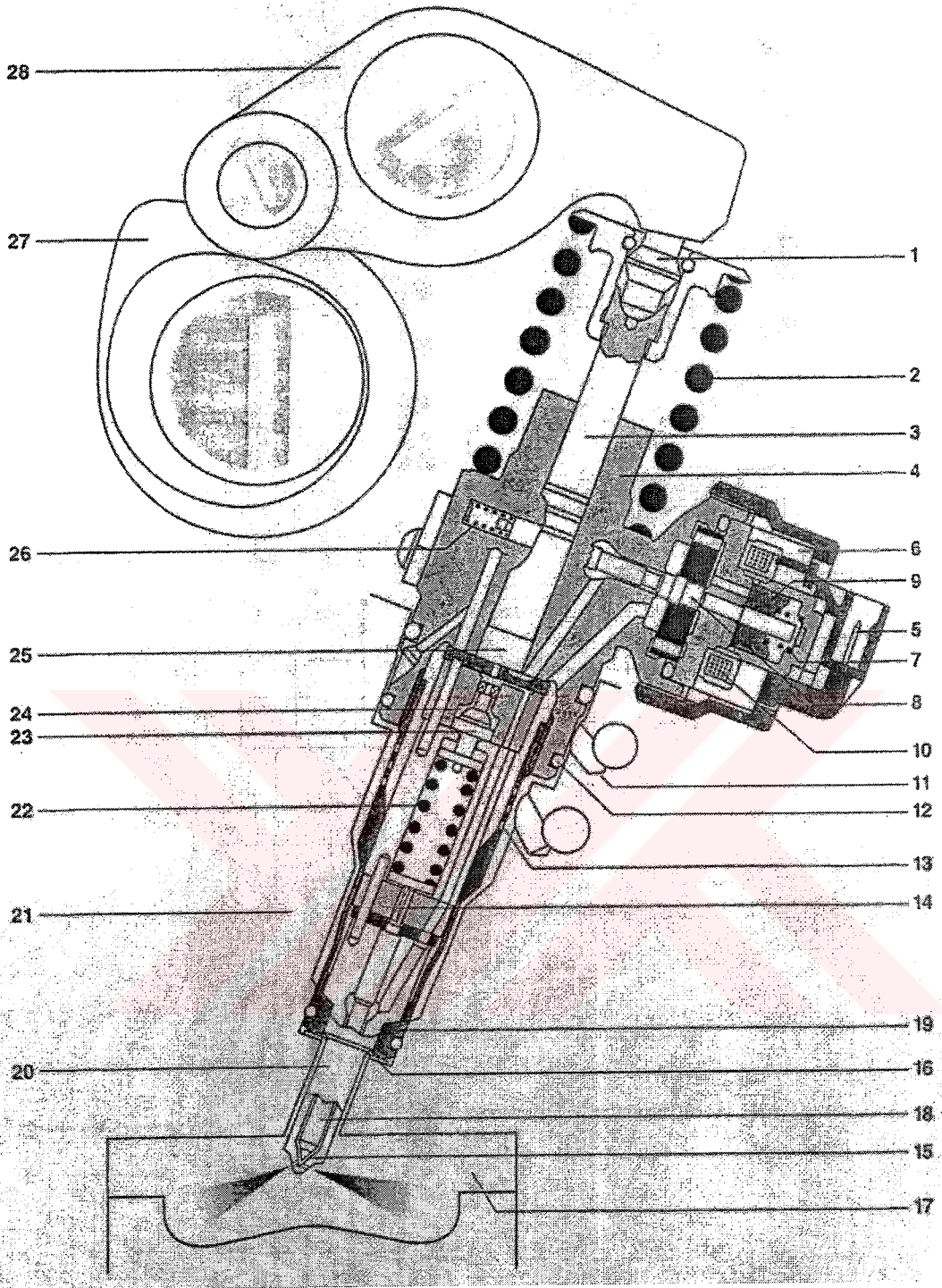
Yüksek basınç oluşumu ile ilgili ana kısımlar; pompa gövde topluluğu, pompa planceri ve yay' dır. (Şekil 3.16 ve 3.17, Pozisyon (4),(3) ve (2))

Yüksek basınç solenoid valfi

Yüksek basınç solenoid valfi püskürtme başlamasını (anlık) ve püskürtmenin sürekliliğini kontrol eder. Valfin ana kısımları; bobin (10), solenoid valf iğnesi (8), iskelet (9), mıknatıs göbek ve solenoid valf yayı (26) dır.

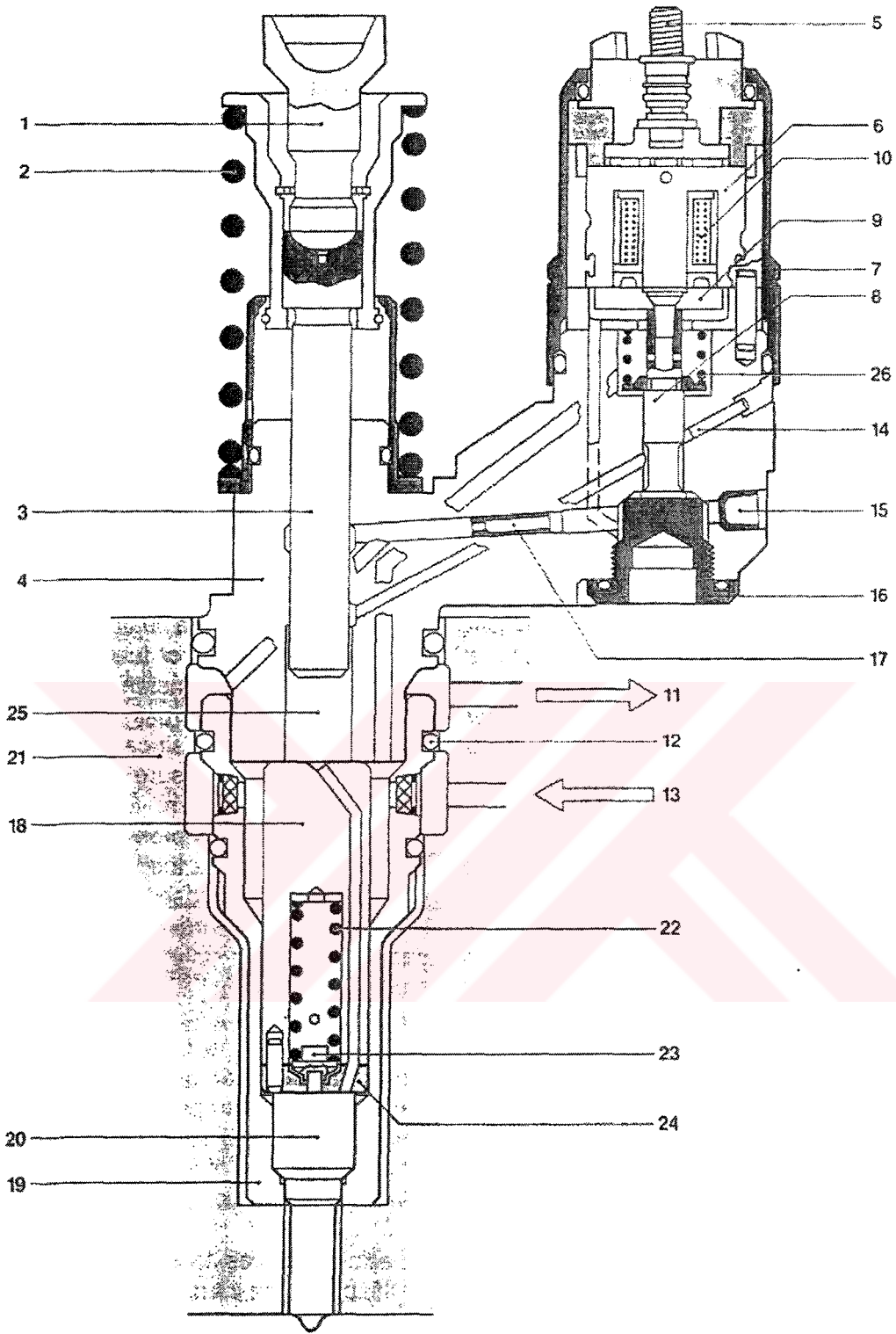
Ağız topluluğu

Ağız topluluğu (20) yakıtı atomize eder ve yanma odasına tam olarak ölçülen miktarlarda gönderir. Eğriler oranının şeklini verir. Ağız topluluğu, ağız civatası (19) ile birleşik enjektör gövde topluluğuna bağlanır.(Bauer, 2000)



1. Pim, 2. Yay, 3. Pompa planceri, 4. Pompa - gövde topluluğu, 5. Tapa bağlantısı, 6. Miknatıs göbek, 7. Kompensasyon yayı, 8. Solenoid valf iğnesi, 9. İskelet, 10. Solenoid valf bobini, 11. Yakıt geri dönüşü (düşük basınç safhası), 12. Conta, 13. Giriş aralığı (yaklaşık 350 laserle delinmiş delik bir filtre gibi görev yapıyor), 14. Hidrolik duruş, 15. İğne yuvası, 16. Disk conta, 17. Motorun yanma odası, 18. Ağız iğnesi, 19. Tutucu cıvata, 20. Tüm ağız topluluğu, 21. Motor silindir kafası, 22. İğne - valf yayı, 23. Toplayıcı plancer, 24. Toplayıcı oda, 25. Yüksek basınç odası, 26. Solenoid valf yayı, 27. Kam mili, 28. Salıncak

Şekil 3.16 Yolcu aracı birleşik enjektör dizayn ve konstrüksiyonu.(Bauer, 2000)



1. Pim, 2. Geri dönüş yayı, 3. Pompa planceri, 4. Pompa gövde topluluğu, 5. Tapa bağlantısı, 6. Mıknatıs göbek, 7. Solenoid valf tutucu cıvata, 8. Solenoid valf iğnesi, 9. İskelet plaka, 10. Solenoid valf bobini, 11. Yakıt geri dönüşü (düşük basınç safhası), 12. Conta, 13. Yakıt girişi, 14. Yüksek basınç tapaları, 15. Düşük basınç tapaları, 16. Solenoid valf strok duruşu, 17. Kısıcıcı orifis, 18. Yay tutucu, 19. Cıvata, 20. Tüm ağız topluluğu, 21. Motor silindir kafası, 22. İğne – valf yayı, 23. Basınç pimi, 24. Yay desteği, 25. Yüksek basınç odası, 26. Solenoid valf yayı

Şekil 3.17 Ticari araç birleşik enjektör dizayn ve konstrüksiyonu.(Bauer, 2000)

3.5.3 Çalışma Prensibi

Ana Püskürtme

Bu tek silindirli püskürtme pompası sistemleri dört çalışma safhasına ayrılır (Şekil 3.18).

Emme stroku (a)

Yay (3), pompa plancerini (2) yukarı doğru harekete zorlar. Yakıt tedarikinin düşük basınç safhasındaki yakıt, sürekli basınç altındadır ve düşük basınç safhasından, solenoid valf odasına (6), motor bloğundaki oyuklar ve giriş aralığı (7) yoluyla akar.

İlk strok (b)

Hareketli kam (1) dönmeye devam eder ve pompa plancerini aşağı doğru harekete zorlar. Solenoid valf açıktır, böylece pompa planceri yakıtı, yakıt geri dönüş aralığı (8) ndan, yakıt tedariki düşük basınç safhası (8) na doğru gönderir.

Dağıtım stroku ve yakıtın püskürtülmesi (c)

Anlık olarak verilen bir zamanda, ECU solenoid valf bobinini (9) uyarmak için sinyal verir, böylece solenoid valf iğnesi yuvasına çekilir (10) ve yüksek basınç odası ile düşük basınç safhası arasındaki bağlantı kesilir. Bu anlık zamana “elektriksel püskürtme başlangıcı” veya “püskürtme periyodu başlangıcı” (BIP) adı verilir. Solenoid valf iğnesinin kapanışı bobin akımında bir değişikliğe yol açar. Bu ECU tarafından gerçek dağıtım başlangıcı olarak tanınır ve sonraki püskürtme prosesi için hesaba katılır. Pompa plancerinin daha fazla hareketi ile yüksek basınç odasındaki yakıt basıncı artar, böylece püskürtme ağızındaki basınç ta artmış olur. Ağız iğnesi açılış basıncının yaklaşık 300 barın üzerine çıkmasıyla, ağız iğnesi (11) yuvasından kaldırılır ve yakıt motorun yanma odasına püskürtülür. (Buna gerçek püskürtme başlangıcı veya dağıtım başlangıcı denir.) Pompa plancerinin yüksek dağıtım oranı yüzünden basınç, tüm püskürtme prosesinde artmaya devam eder.

Son strok (d)

Solenoid valf bobini kapanır kapanmaz, solenoid valf, kısa bir gecikmeden sonra açılır ve yüksek basınç odası ile düşük basınç safhası arasındaki bağlantıyı açar. Dağıtım stroku ve son strok arasında bir noktada pik (en üst) püskürtme basıncına ulaşılır. Pompa tipine bağlı olarak, bu max. 1800 bar ile 2050 bar arasında değişir. Solenoid valf açılır açılmaz, basınç ani bir şekilde düşer, ağız kapanış basıncı aşağı düştüğü zaman, ağız kapanır ve püskürtme prosesi biter.

Pompalayıcı elemanın, kamın üst noktasına ulaşıldığı ana kadar dağıttığı yakıtın geri kalanı, yakıt – geri dönüş aralığı yoluyla düşük basınç safhasına geri gider.

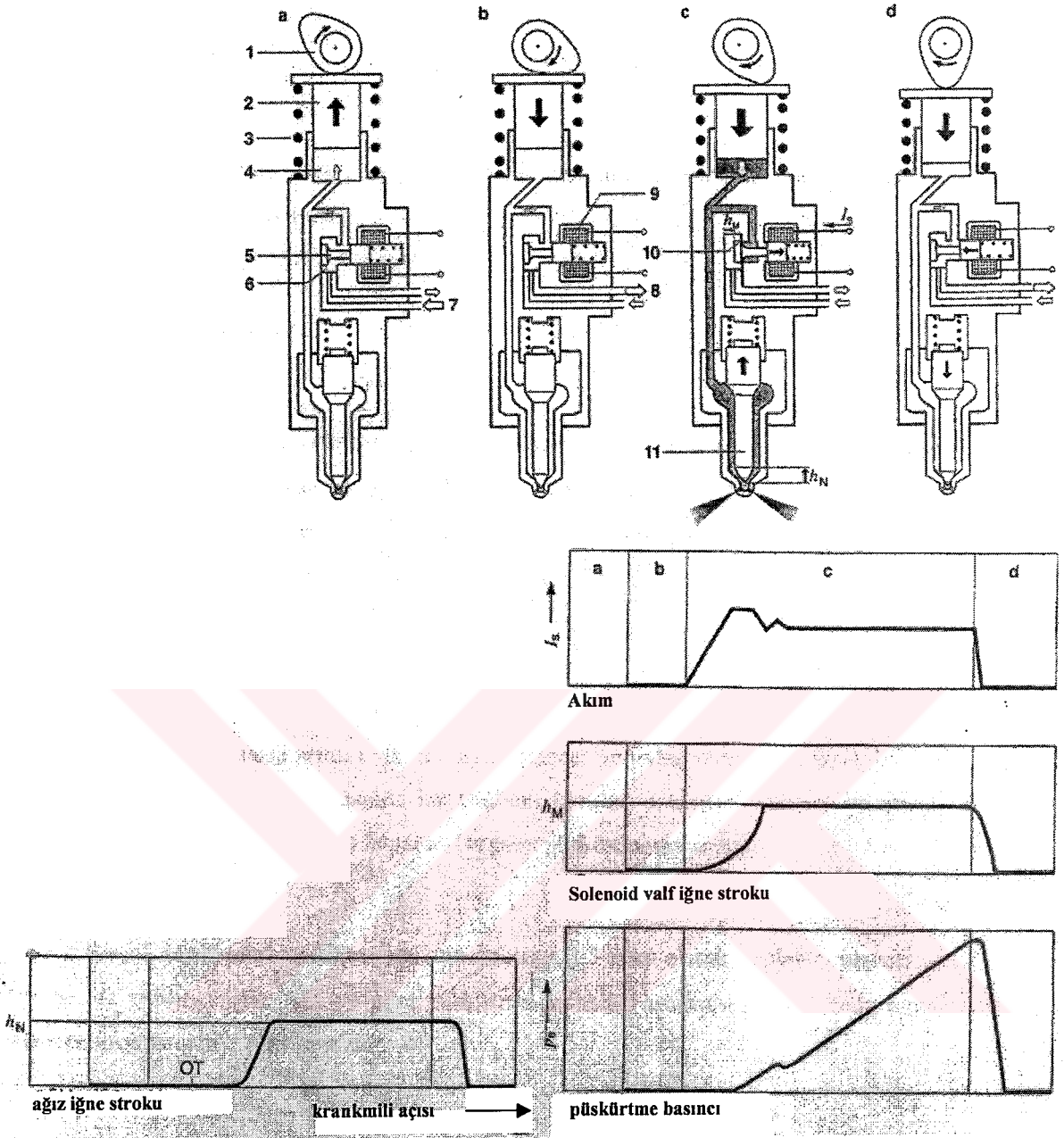
Bu tek silindirli püskürtme sistemleri gerçekten güvenlidir. Başka bir deyişle, kontrol edilemeyen bir yakıt püskürtülmesi olasılığı pek azdır ve şu durumlarda olabilir, Örneğin;

Eğer, solenoid valf açık kalırsa, yakıt tekrar düşük basınç safhasına akana kadar püskürtme olmaz, ve basıncın kuvvetlenmesi mümkün değildir. Ve yüksek basınç odası sadece solenoid valf yoluyla doldurulabildiği için, bu kapalı kaldığı zaman yüksek basınç odasına hiç yakıt giremez. Bu durumda sadece tek bir püskürtme olabilir.

Birleşik enjektör motorun silindir kafasına yerleştirilmiştir ve bu nedenle çok yüksek sıcaklıklara maruz kalır. Sıcaklıkları mümkün olduğunca düşük tutmak için, düşük basınç safhasına geri akan yakıt ile soğutulmaktadır.

Silindirden silindire, yakıt sıcaklığındaki farklılıkları minimumda tutmak için, birleşik enjektörün yakıt girişine özel uygulamalar yapılabilir.

Çalışma durumları,



a) Emme stroku, b) İlk stroku, c) Ön stroku, d) Son stroku, 1. Hareketli kam, 2. Pompa planceri, 3. Yay, 4. Yüksek basınç odası, 5. Solenoid valf iğnesi, 6. Solenoid valf odası, 7. Besleme aralığı, 8. Yakıt geri dönüş aralığı, 9. Bobin, 10. Solenoid valf yuvası, 11. Ağız topluluğu, I_s = Bobin akımı, h_M = Solenoid valf iğnesi stroku, p_e = Püskürtme basıncı, h_N = Ağız – iğne stroku

Şekil 3.18 Birleşik enjektör (UI) ve Birleşik pompa (UP), fonksiyonel çalışma. (Bauer, 2000)

Pilot Püskürtme (Yolcu Araçları)

Mekanik – hidrolik kontrollü pilot püskürtme, yolcu aracı UI'de birleştirilmiştir. Böylece gürültü ve kirletici emisyonlar azaltılır. Bu kolaylık, dört kısımda incelenebilir (Şekil 3.19).

İlk pozisyon

Ağız iğnesi (7) ve toplayıcı plancer (3) yuvalarından yukarıdadır. Solenoid valfin açık olmasıyla hiç basınç artışı olmaz.

Pilot püskürtmenin başlaması

Solenoid valf kapanır kapanmaz basınç artışı başlar. Ağız açılış basıncına ulaşıldığı zaman, iğne yerinden kalkar ve pilot püskürtme başlar. Bu safha boyunca, ağız iğnesinin stroku bir bastırma ünitesi ile hidrolik olarak sınırlanır.

Pilot püskürtmenin sonu

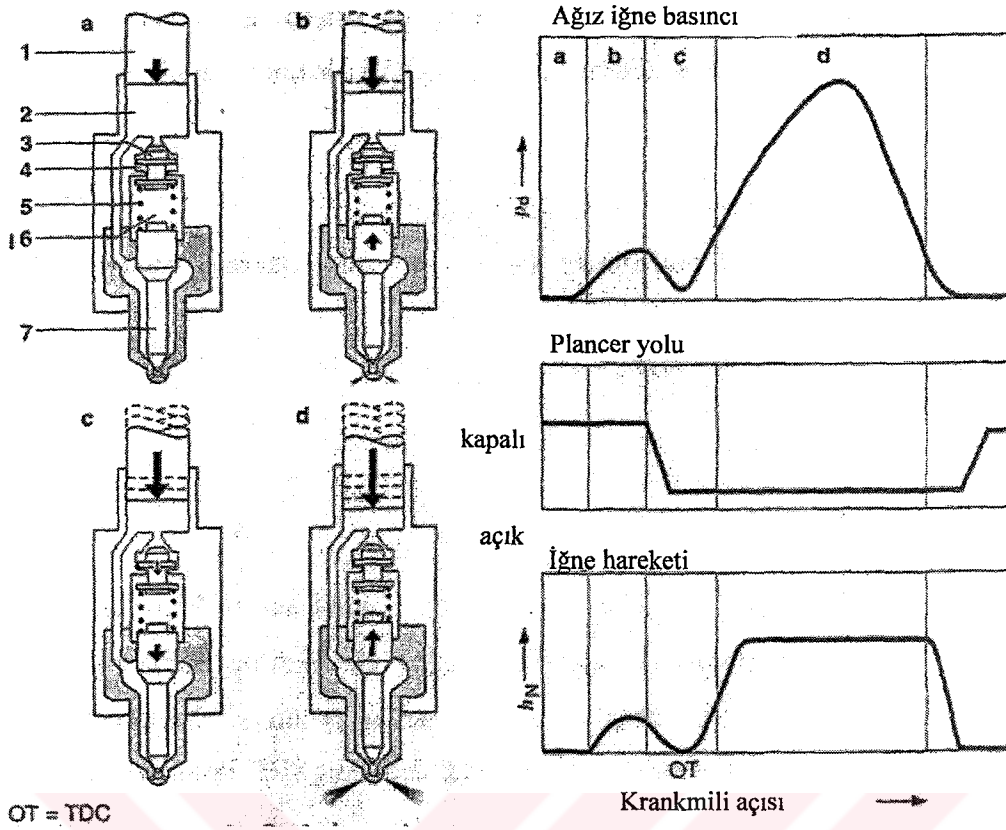
Basıncın daha fazla artmasıyla, toplayıcı plancer yerinden oynar ve yüksek basınç (2) ve düşük basınç (4) odaları arasında bir bağlantı kurulur. Basıncın düşmesi ve yayın ilk geriliminin artmasıyla, ağız iğnesi kapanır. Bu pilot püskürtmenin sonudur.

Birçok yerde pilot püskürtme miktarı yaklaşık 1,5 mm³ olarak, toplayıcı plancer açılış basıncı ile belirlenmiştir. Ana ve pilot püskürtme safhaları arasındaki ara aslında toplayıcı plancer strokunun bir fonksiyonudur.

Ana püskürtmenin başlaması

Pompa plancerinin devam eden hareketiyle, yüksek basınç odasındaki basınç ta artmaya devam eder. Ana püskürtme safhası, daha yüksek ağız açılış basıncına ulaşıldığında derhal başlar. Gerçek ana püskürtme safhası boyunca püskürtme basıncı yaklaşık 2050 bara kadar çıkar.

Solenoid valfin açılışıyla, ana püskürtme safhası da biter. Ağız iğnesi ve toplayıcı plancer ilk pozisyonlarına geri döner.(Bauer, 2000)



a) İlk pozisyon, b) Pilot püskürtmenin başlaması, c) Pilot püskürtmenin sonu, d) Ana püskürtme, 1. Pompa planceri, 2. Yüksek basınç odası, 3. Toplayıcı plancer, 4. Toplayıcı oda, 5. Yay, 6. Yay tutucu oda, 7. Ağız iğnesi

Şekil 3.19 UIS mekanik pilot püskürtme, fonksiyonel çalışma.(Bauer, 2000)

3.5.4 Birleşik Enjektör (UI) ün Tarihi Gelişimi ve Geleceği

1905

Birleşik enjektör fikri, diesel motoru kadar eskidir ve Rudolf Diesel'e kadar dayanır.

1999

Diesel'in fikrini modern bir yakıt püskürtme sistemine çevirmek için sayısız mühendis sıkı bir şekilde ve ustaca çalıştı

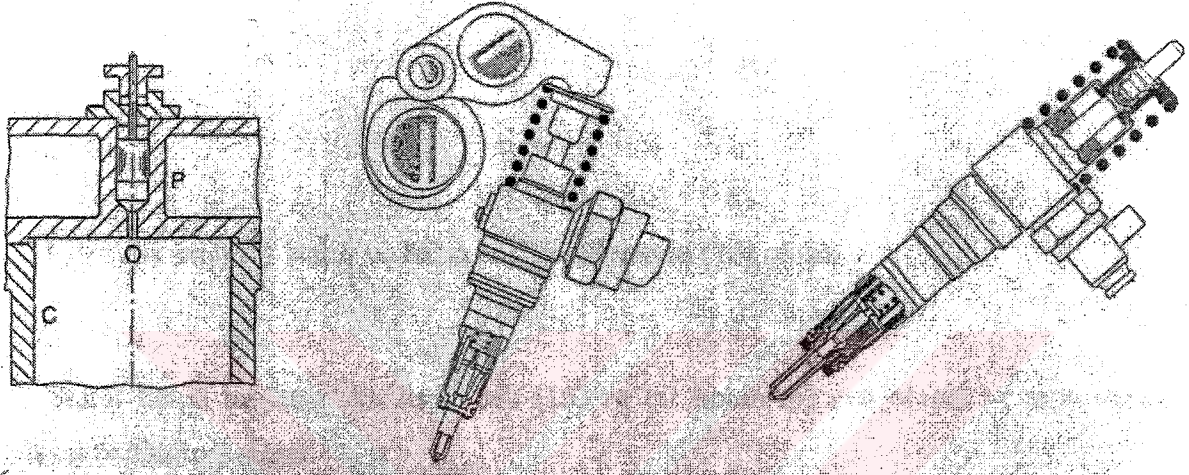
Fakat hepsinden önce malzeme teknolojisi, üretim mühendisliği, kontrol mühendisliği, elektronik ve akışkanlar mekaniğindeki problemler ve birçok zorluğun üstesinden gelindi.

Çeşitli diesel motor uygulamalarında, çeşitli çalışma aralıkları ve durumlarındaki kontrolün sağlanmasında, Elektronik diesel kontrol (EDC) sistemi, birleşik enjektör sistemi (UIS) içerisinde yer alır.

Bu sistem günümüzdeki pazarın ihtiyacı olan, en yüksek püskürtme basınçlarının oluşumunu sağlayabilmektedir.

Gelecekteki uygulamalar

Bugün UIS deki önemli gelişimi hesaba katsak bile, gelecek için hala yapılacaklar vardır. Elektronik kontrolün geliştirilmesi ve daha da yüksek püskürtme basınçlarının elde edilmesi, geliştirme bölümlerinin üzerinde büyük çaba harcadığı konulardan sadece ikisidir. Yani, birleşik enjektör sistemleri (UIS) gelecek için daha da iyi hazırlanmaktadır.(Bauer, 2000)



Şekil 3.20 1905 teki Rudolf Diesel'in patentli taslağı, Birleşik enjektör 1999, Geleceğin birleşik enjektörü.(Bauer, 2000)

3.5.5 Yüksek Basınç Solenoid Valfi

Yüksek basınç solenoid valfinin görevi doğru zamanda püskürtmeyi başlatmak ve püskürtme boyunca doğru yakıt miktarını motor silindrine göndermektir. Yüksek basınç solenoid valfi iki ana kısma ayrılabilir;

Valf

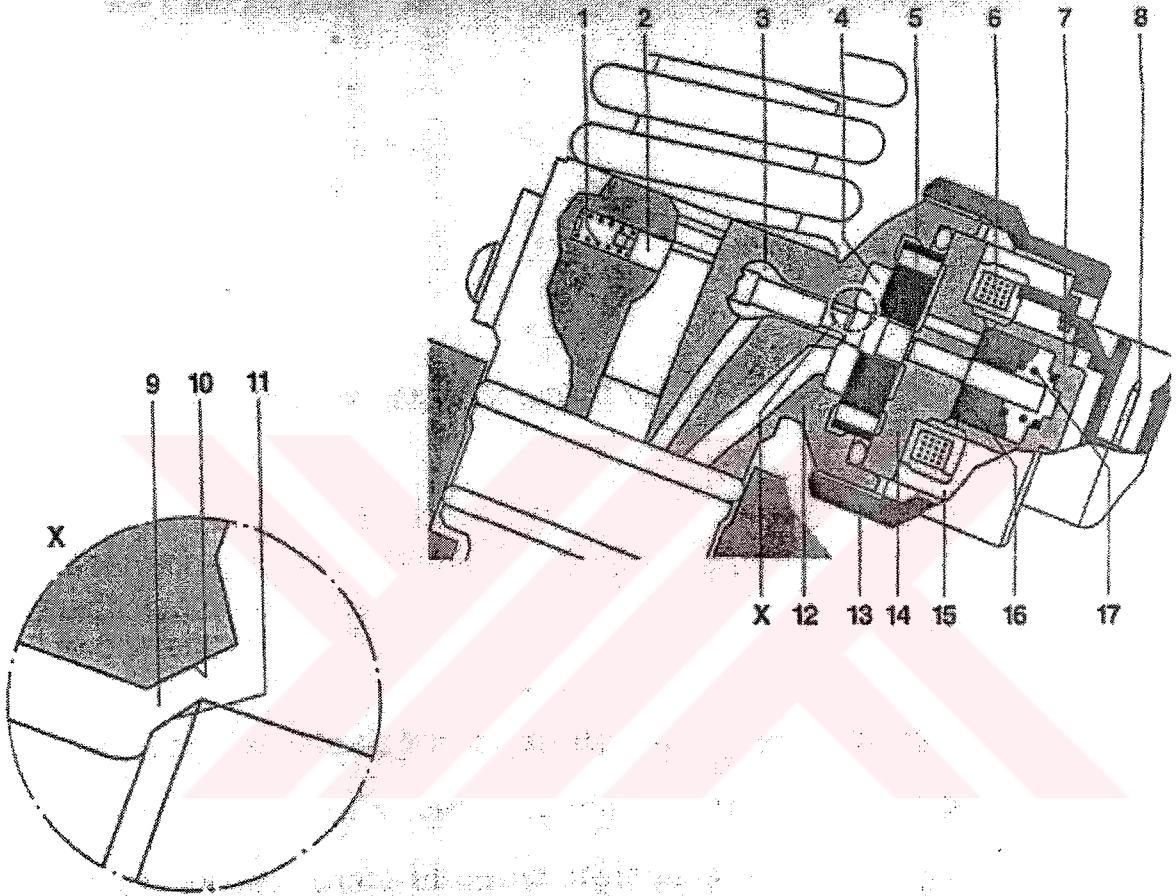
Valf kendi başına; valf iğnesi, valf gövdesi ve valf yayından oluşur. (Şekil 3.21 ve 3.22, Pozisyon 2, 12 ve 1)

Valf gövdesinin belirleyici yüzeyi konik şeklindedir (10) ve valf iğnesi de konik bir yüzeye (11) sahiptir. Valfin kapalı olduğu konumda, iğne valf gövdesine karşı harekete zorlandığında, valf gövdesi ve iğne sadece bir hat boyunca temas halindedir. Valf iğnesi ile valf gövdesini birbirine mükemmel bir şekilde uydurmak için yüksek doğruluğa sahip bir proses uygulanmak zorundadır.

Mıknatıs

Mıknatıs sabit bir stator ve hareketli bir iskeletten (16) oluşur.

Stator kendi başına mıknatıs göbek (15) ve bir bobin (6) den oluşur ve tapa (8) ile elektriksel bağlantıyı sağlar. İskelet, valf iğnesine bağlanmıştır. Stator ve iskelet arasında çalışmama pozisyonunda bir hava aralığı mevcuttur.

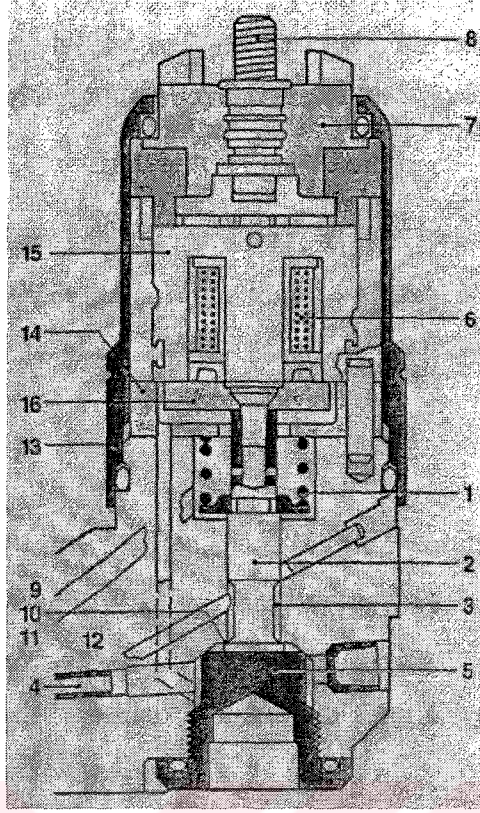


1. Valf yayı, 2. Valf iğnesi, 3. Yüksek basınç alanı, 4. Düşük basınç alanı, 5. Yay desteği, 6. Bobin, 7. Tutucu, 8. Tapa, 9. Valf akış kesidi, 10. Valf gövdesi belirleyici yüzey, 11. Valf iğnesi belirleyici yüzey, 12. Tüm valf gövdesi, 13. Birleşik cıvata, 14. Magnetik disk, 15. Mıknatıs göbek, 16. İskelet, 17. Kompensasyon yayı

Şekil 3.21 Yüksek basınç solenoid valfi. (Bauer, 2000)

Çalışma Prensipleri

Solenoid valf iki değişik pozisyona sahiptir; Açık ve kapalı. Bobine hiç gerilim uygulanmadığı zaman (çalışmama durumu) açıktır. ECU kullanım safhasında enerji verildiğinde kapanır.



1. Valf yayı, 2. Valf iğnesi, 3. Yüksek basınç alanı, 4. Düşük basınç alanı, 5. Durak (engel), 6. Bobin, 7. Kapak, 8. Tapa, 9. Valf akış kesidi, 10. Valf gövdesi belirleyici yüzey, 11. Valf iğnesi belirleyici yüzey, 12. Tüm valf gövdesi, 13. Solenoid valf civatası, 14. Hava aralığı ayar elemanı, 15. Mıknatıs göbek, 16. İskelet plaka

Şekil 3.22 Ticari araç birleşik enjektörü yüksek basınç solenoid valfi. (Bauer, 2000)

Valf açık iken

Valf yayının kuvvetiyle, valf iğnesi engele doğru yukarı ittirilir, böylece valf gövdesi ile valf iğnesi arasındaki valf akış kesidi (9), valf yuvası civarında açılmış olur. Pompanın yüksek basınç (3) ve düşük basınç (4) alanları şimdi birbirine bağlanmış olur. Bu başlangıç pozisyonunda, yüksek basınç odasından içeri veya dışarı yakıt akışı mümkündür.

Valf kapalı iken

Yakıt püskürtme ihtiyacı olduğunda, bobin ECU tarafından gerilime maruz kalır. Toplanan akım, magnetik parçalarda bir magnetik akıya neden olur (mıknatıs göbek ve iskelet), bu akı iskeleti statora doğru hareket ettiren magnetik bir kuvvet oluşturur. İskeletin hareketi, iğne ve valf gövdesi ile durdurulur. İskelet ve stator arasında, bir fazla hava aralığı kalır. Valf şimdi kapalıdır ve pompa planceri aşağı doğru hareket ettiğinde püskürtme yapılır.

Magnetik kuvvet sadece iskeleti çekmek için kullanılmaz, aynı zamanda valf yayının kuvvetini de yenmeli ve iskeleti yay kuvvetine karşı tutmalıdır. İskelettaki kuvvet, bobinin

gerilime maruz kaldığı süre boyunca devam eder. İskelet statora daha fazla yaklaştığında magnetik akı fazlaşır.

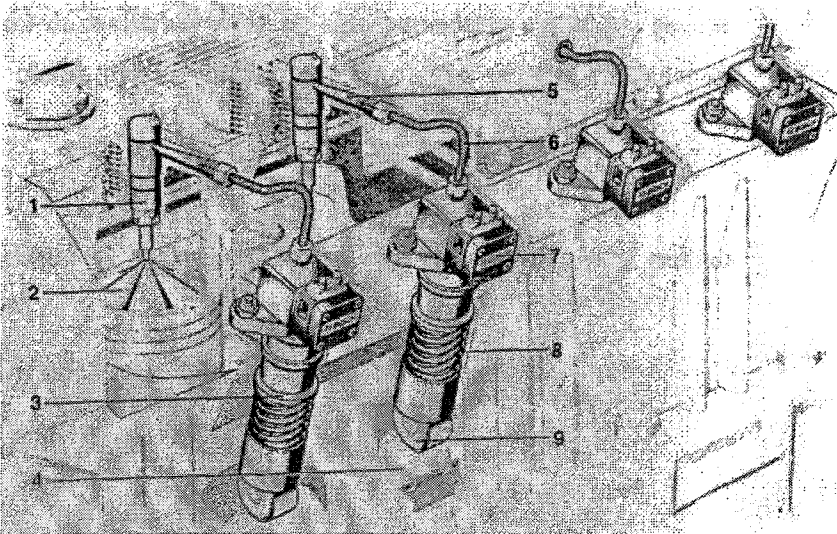
Yakıt püskürtme prosesini sona erdirmek için solenoid bobin arasından geçen akım durdurulur. Sonuç olarak magnetik akı ve magnetik kuvvet biter ve yay, valf iğnesini engele karşı olan normal pozisyonuna doğru harekete zorlar. Valf yuvası açıktır. Püskürtmenin başlangıcı ve püskürtülen yakıt miktarı ile ilgili, püskürtme sisteminin gerektirdiği toleranslar ile uygunluğun sağlanması için, solenoid valf değişimi son derece hızlı ve çok dakiktir. Çalışma şartları hesaba katılmaksızın, bu yüksek seviyedeki doğruluk, pompadan pompaya ve stroktan stroka elde edilir.(Bauer, 2000)

3.6 Birleşik Pompa (UP)

Birleşik pompa (UP) nın görevi ve çalışma prensibi birleşik enjektör (UI) ününe benzer. UP sisteminde püskürtme ağzından kısa bir yüksek basınç dağıtım hattı ile “yüksek basınç oluşumu” ve “yüksek basınç solenoid valf” kısımlarının ayrılması, UI sistemine göre aralarındaki tek farklılıktır.

Birleşik pompa dizaynında pompalar motor bloğunun yan kısmına yerleştirilmiştir. (Şekil 3.23), UP aşağıdaki avantajlara sahiptir; Yeni silindir kafası dizaynları gerekli değildir, Rijit kullanım (salıncağın gerekmemesi yüzünden), Çalışma yerinde kolay kullanım.

Ağız tutucular içerisine UPS ağızları yerleştirilmektedir.(Bauer, 2000)



1. Kademeli ağız tutucu, 2. Motor yanma odası, 3. Birleşik pompa, 4. Motor kam mili,
5. Basınç tesisatı, 6. Yüksek basınç dağıtım hattı, 7. Solenoid valf, 8. Geri dönüş yayı,
9. Silindir kol

Şekil 3.23 Birleşik pompa yerleşimi.(Bauer, 2000)

3.6.1 Dizayn ve Konstrüksiyon

Yüksek basınç dağıtım hatları

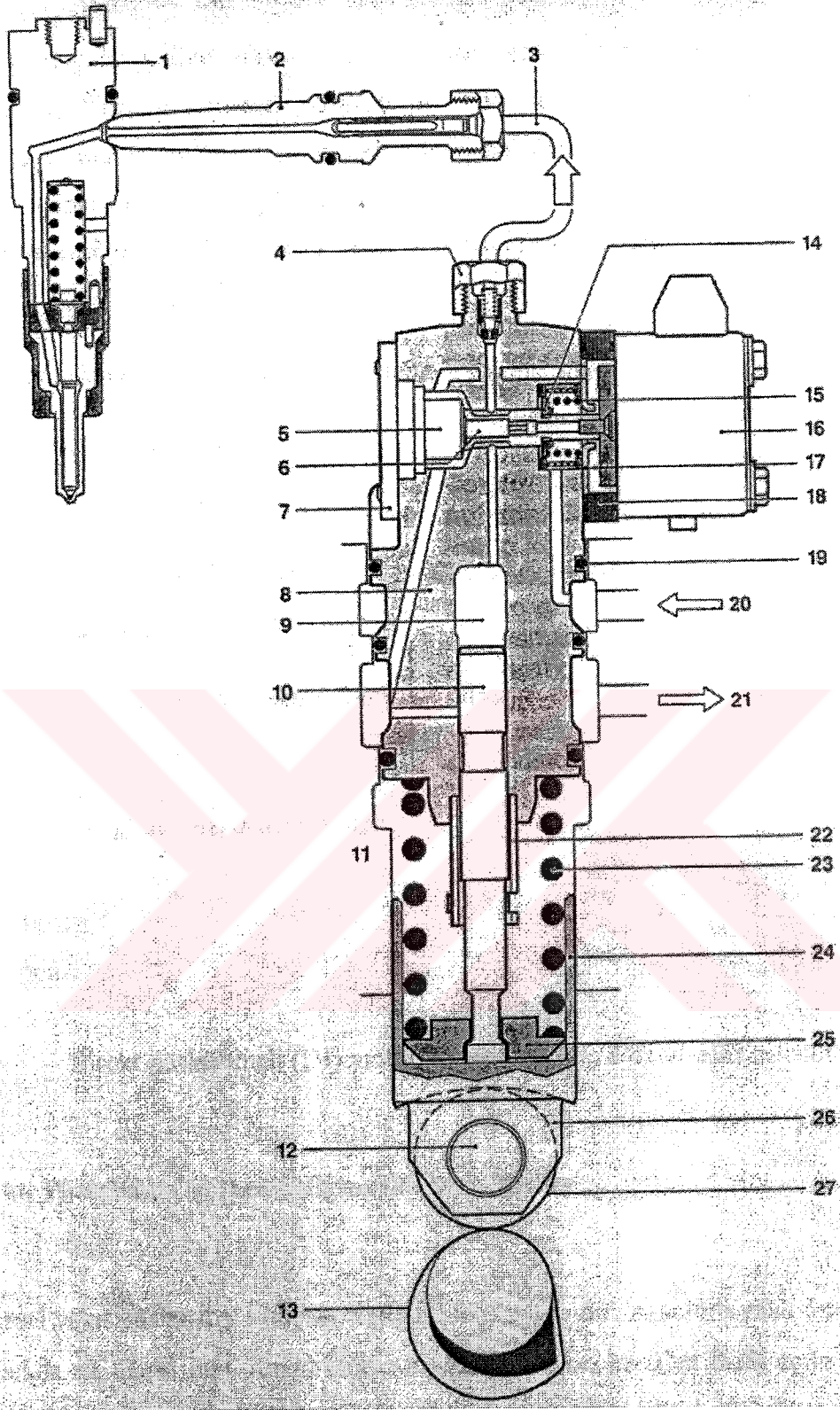
Bütün pompalar çok kısa dağıtım hatları (6) na sahiptir. Bunların hepsi aynı uzunluktadır ve sürekli olarak maksimum pompa basıncına dayanabilmelidirler, ayrıca püskürtme aralarında sık sık meydana gelen çeşitli genişlikteki basınç dalgalanmalarına da dayanmak zorundadırlar. Yüksek gerilim nedeniyle, bu dağıtım hatları için, normalde 6 mm lik OD(dış çap) ye ve 1,8 mm lik ID(iç çap) ye sahip olan dikişsiz çelik tüpler kullanılır.

Birleşik pompa

Her pompa, motor kam mili (4) üzerindeki bir püskürtme kamı ile direkt olarak çalışır. Pompa planceri ile bağlantı, geri dönüş yayı (8) ve silindir kol (9) ile sağlanır. Pompayı motor bloğuna bağlamak için pompa gövdesi üzerinde bir flanş kullanılır.(Bauer, 2000)

3.7 Enjektör Ağızları ve Ağız Tutucuları

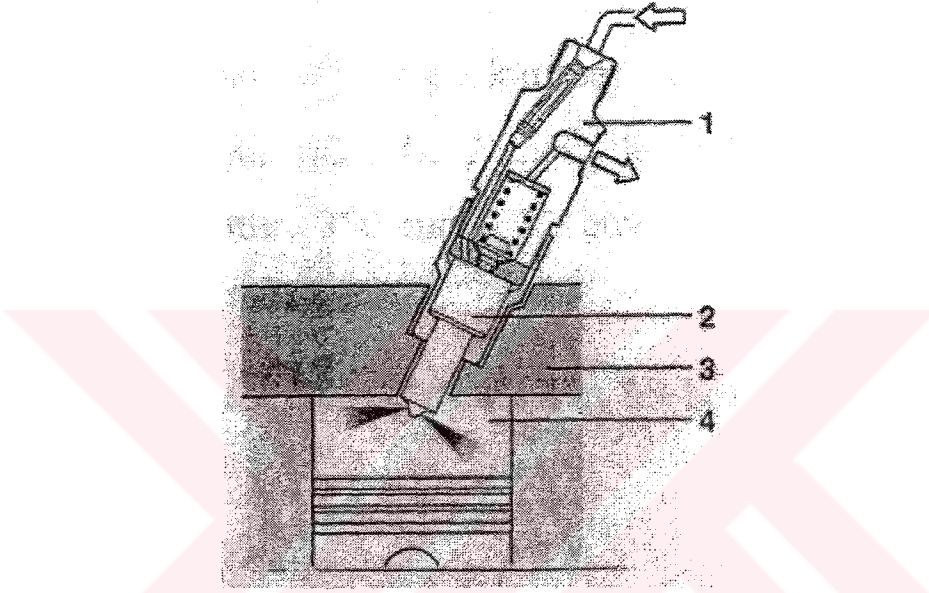
Ağız tutucular ve birleşik olduğu ağızlar, motordaki ana yakıt püskürtme sistemi parçalarıdır. Bunların yanma üzerinde direkt etkileri vardır, bu nedenle motor gücünü, egzost gazlarını ve gürültü emisyonlarını da etkilerler. Ağız ve ağız tutucuların uygun bir şekilde çalışması için, motora da tam olarak uygun olmaları gerekir. Ağız ve ağız tutucular şu görevlerden sorumludur; Eğriler oranının biçimlendirilmesi (her derece krankmili için püskürtülen yakıt miktarı ve basıncın doğru dağıtımı), Motorun yanma odası içerisindeki yakıtın atomizasyonu ve dağıtımı.



1. Ağız tutucu, 2. Basınç tesisatı, 3. Yüksek basınç dağıtım hattı, 4. Bağlantı, 5. Strok duruşu(engeli), 6. Solenoid valf iğnesi, 7. Plaka, 8. Pompa yuvası, 9. Yüksek basınç odası, 10. Pompa planceri, 11. Motor bloğu, 12. Silindir kol pimi, 13. Kam, 14. Yay yuvası, 15. Solenoid valf yayı, 16. Bobinli ve mıknatıs gövdeli valf yuvası, 17. İskelet plaka, 18. Ara plaka, 19. Conta, 20. Yakıt girişi (düşük basınç), 21. Yakıt geri dönüşü, 22. Pompa – plancer tutma cihazı, 23. Kol yayı, 24. Kol gövdesi, 25. Yay yuvası, 26. Silindir kol, 27. Kol çevirici

Şekil 3.24 Ticari araç birleşik pompa dizayn ve konstrüksiyonu.(Bauer, 2000)

Ağız tutucular kullanılarak, motor içerisine yerleştirilen UPS ler ile, yakıt yanma odasına bu ağızların içerisinden püskürtülür. CR ve UIS yüksek basınç püskürtme sistemlerinde, ağızlar enjektör içerisine yerleştirilir, böylece ayrı ağız tutucular gereksiz olur. Ağız, yakıt basıncı ile açılır ve püskürtülen yakıt miktarı birçok durumda ağız delikleri ve sayısı püskürtmenin süresi ile belirlenir. Ağız, motorun farklı şartlarına göre çalışmalıdır; Yanma prosesi (ön yanma odası, türbülans yanma odası, direkt püskürtme), Yanma odası geometrisi, Püskürtme şekli ve yönü, Püskürtülen yakıtın atomizasyonu ve içeriye girebilme gücü, Püskürtme süresi, ve Krank mili açısı olarak püskürtülen yakıt miktarı.(Bauer, 2000)



1. Yay, filtre ve bağlantılarıyla ağız tutucu, 2. Ağız, 3. Silindir kafası, 4. Yanma odası

Şekil 3.25 Direkt püskürtmeli (DI) motor kullanıldığında ağız ve ağız tutucu.(Bauer, 2000)

3.7.1 Yakıt Püskürtme Mühendisliğindeki Bazı Ölçüler

Diesel yakıt püskürtme dünyası, üstünlükler dünyasıdır. Aracın faydalı ömrü boyunca, ticari bir araca ait diesel motorunun enjektör ağızları 1 milyon kereden fazla açılır ve kapanır. Enjektör ağızları 2050 bara kadar çıkan basınçlara karşı güvenilir kullanılmasının yanında ayrıca çok fazla yüklemeye dayanabilmelidir; Hızlı açılış ve kapanış nedeniyle oluşan darbeleri absorbe etmelidir. (Pilot ve ikincil püskürtme dahil, bu bir yolcu aracının motorunda dakikada 10.000 kereye kadar olur.), Gerçek püskürtme prosesi esnasında yüksek yakıt akışıyla oluşan yüklemeye dayanmalıdır, Yanma odasındaki yüksek sıcaklıklara ve basınçlara dayanmalıdır.

Aşağıdaki ifadeler günümüzün modern püskürtme ağızlarının şaşırtıcı performansını vurgulamaktadır;

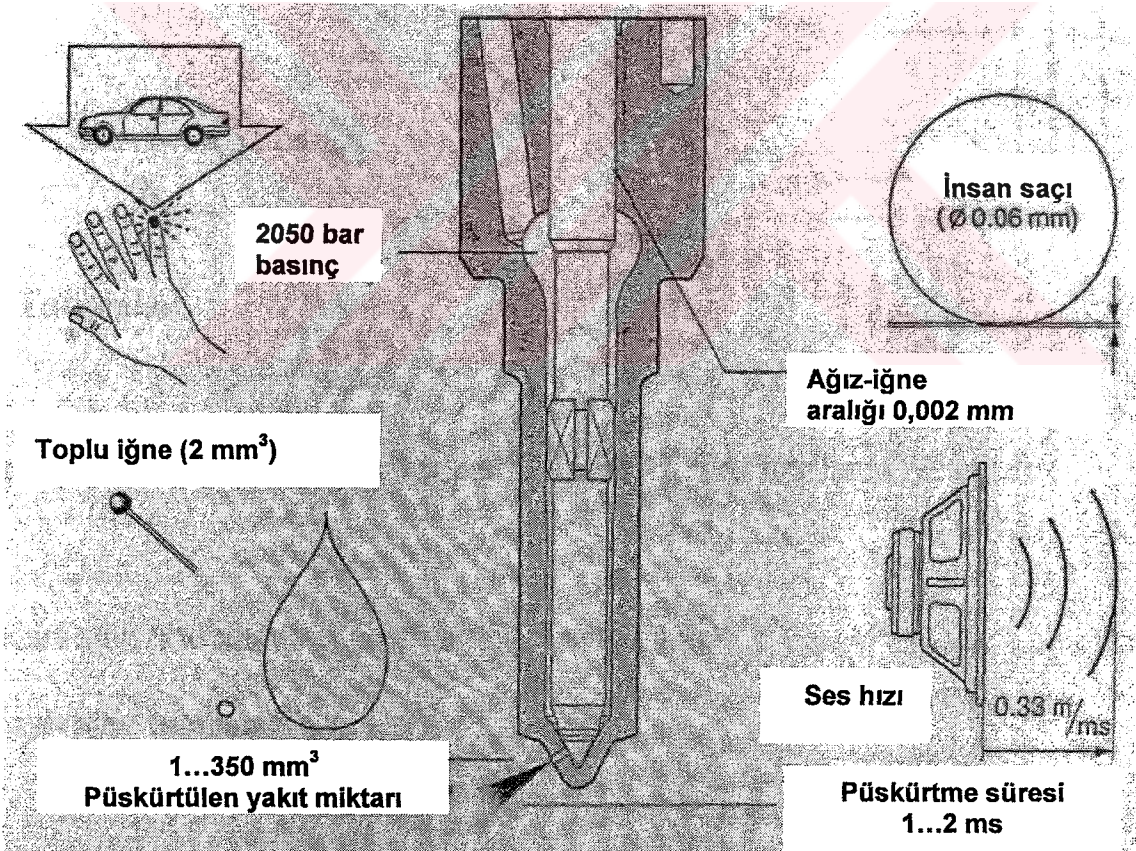
Ağız püskürtme odası içinde 2050 bara kadar bir basınç vardır. Bu, bir otomobilin ağırlığının bir tırnak üzerine yönlendirilmesindeki basınca denktir.

Püskürtme süresi 1 – 2 milisaniye (ms) arasındadır. Bu sürede bir hoparlörden çıkan ses dalgası sadece 33 cm yol alabilir.

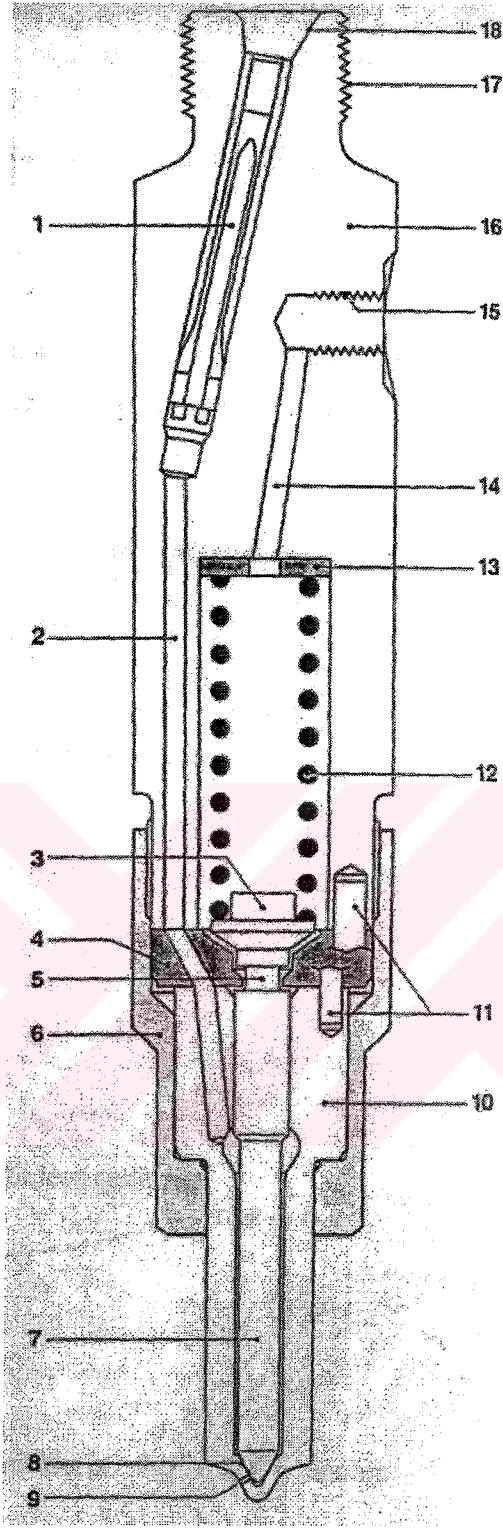
Bir yolcu aracında, püskürtülen yakıt miktarları 1 mm³ (pilot püskürtme) ile 50 mm³ (tam yük) arasında değişir. Halbuki ticari bir araçta miktarlar 3 mm³ ile 350 mm³ arasındadır. 1 mm³, bir toplu iğnenin hacmine eşittir. 350 mm³, 12 büyük yağmur damlasının hacmine eşittir. (her yağmur damlası 30 mm³).

Ağızdaki ağız – iğne aralığı, 0,002 mm (2 µm) dir. Bir tel insan saçı 30 kez daha kalındır (0,06 mm).

Geniş bilgi birikimi, malzeme teknolojisi, üretim mühendisliği ve ölçüm tekniklerindeki gelişmeler sonucu, bu yüksek performanslı özelliklere ulaşılmıştır.(Bauer, 2000)



Şekil 3.26 Ölçüler.(Bauer, 2000)



1. Kenar tipi filtre, 2. Giriş kanalı, 3. Basınç pimi, 4. Ara eleman, 5. Basınç pintülü, 6. Ağız tutucu civata, 7. Ağız iğnesi, 8. Ağız gövdesi yuvası, 9. Püskürtme ağzı, 10. Ağız gövdesi, 11. Yerleşim pimi, 12. Yay, 13. Yay desteği, 14. Yakıt boşaltma kanalı, 15. Yakıt boşaltma bağlantısı dişleri, 16. Ağız tutucu gövdesi, 17. Merkezi basınç bağlantısı için bağlantı dişi, 18. Koni

Şekil 3.27 Standart ağız tutucu.(Bauer, 2000)

3.7.2 Ağız Tutucular

Ağız tutucular çeşitli ağızlarla birleştirilebilir. Ağız tutucular ikiye ayrılır; Standart ağız tutucular (tek yaylı ağız tutucular) ve İki yaylı ağız tutucular. Kademeli ağız tutucu versiyonu özellikle dar alandaki yerleşim şartlarında uygundur.

Ağız tutucular, iğne – hareket sensorları ile birlikte veya iğne – hareket sensorları olmaksızın kullanılabilir. CR (Common Rail) ve UIS (Birleşik enjektör) gibi püskürtme sistemlerinde ağız bütün olarak bir püskürtücü kısımdır (enjektör) ve ağız tutucu gereksizdir.

Ağız tutucular silindir kafasına, flanşlar, özel kelepçeler, çeşitli tesisatlar ve silindir kafası içerisindeki dişe vidalanmak şeklinde bağlanabilir. Basınç bağlantısı da, ya ağız tutucunun merkezinde ya da yan kısmında olur.(Bauer, 2000)

3.7.2.1 Standart Ağız Tutucular

Burada tanımlanan standart ağız tutucular aşağıdaki özelliklere sahiptir; 17, 21 ve 26 mm lik çaplı silindirik şekil, alta monte edilen yaylar, standart hale getirilmiş kısımlar sayesinde çeşitli birleşimlerin oluşturulma olanağı (yaylar, basınç pimleri, ağız tutucu civatalar).

Ağız ve tutucu topluluğu, kendi başına bir ağız ve ağız tutucudan oluşur. (Şekil 3.27). Ağız tutucu aşağıdaki kısımların toplanmasıyla oluşur: Ağız tutucu gövdesi (16), Ara eleman (4), Ağız tutucu civata (6), Basınç pimi (3), Yay (12), Yay desteği (13) ve Yerleşim pimleri (11).

Ağız, ağız gövdesi içerisine merkezlenmiştir ve ağız tutucu civata kullanılarak bağlanmıştır. Ağız gövdesi ve ağız tutucu civata birlikte vidalandığında, ara eleman ağız gövdesi ve tutucu civatanın belirleyici yüzeylerine karşı harekete zorlanır. Ara eleman iğne kalkış duruşu gibi bir görev yapar ve yerleşim pimleri ile ağız tutucu gövdesi içinde ağızı merkezler.

Basınç pimi yayı merkezler. Ağız, püskürtme pompasının yüksek basınç hattına; ağız tutucu besleme kanalı, ara eleman ve ağız gövdesi besleme kanalı ile bağlanır. Eğer gerekirse kenar tipi bir filtre; yakıtın yolda oluşan kirliliğini engellemek için ağız tutucunun içerisine yerleştirilebilir.

Çalışma prensibi

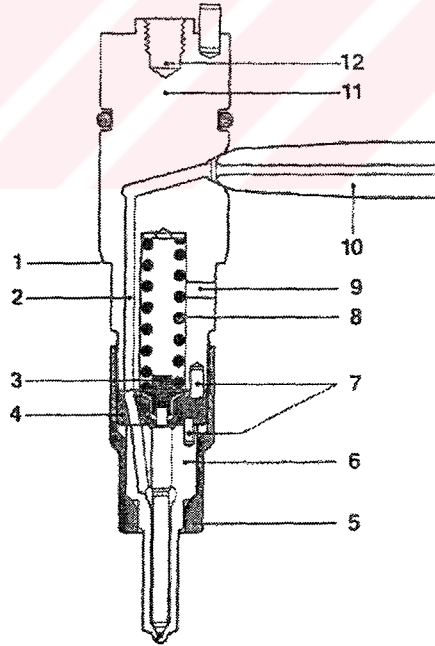
Ağız tutucu gövdesi içindeki yay, basınç pimi vasıtasıyla ağız iğnesine basınç uygular. Yayın başlangıç gerilimi, ağızın açılış basıncını belirler. Bu bir “yay desteği” ile ayarlanabilir. (başlangıç gerilimini değiştirir)

Ağız yuvası (8) na doğru giden yolda, yakıt kenar tipi filtre (1), ağız tutucu giriş kanalı (2), ara eleman (4) ve ağız gövdesi (10) nden geçer. Püskürtme olduğu zaman, ağız iğnesi (7) püskürtme basıncı nedeniyle kaldırılır (kısıcıcı pintil ağızlarda yaklaşık 110...140 bar, delik tipi ağızlarda yaklaşık 150...300 bar) ve yakıt yanma odası içerisine püskürtme deliği (9) içerisinden püskürtülür. Ağız iğnesinin tekrar yerine gelmesine yetecek bir basınç düşüşü, ağız yayı (12) nı etkilediği zaman püskürtme biter. Püskürtmenin başlaması bu şekilde basınçla kontrol edilir, püskürtülen yakıt miktarı püskürtme süresi ile orantılıdır.(Bauer, 2000)

3.7.2.2 Kademeli Tip Ağız Tutucular

Bu ağız tutucular özellikle silindir başına 4 süpaplı ticari diesel motorlarında kullanılır. Bunlarda yer yokluğu nedeniyle ağız tutucu birleşimi dikey olarak yerleştirilir. Kademeli dizayn, ağız tutucunun şeklinden gelir.

Dizayn, konstrüksiyon ve çalışma prensibi, standart ağız tutucuya benzer, önemli farklılık; yakıt hattı bağlantısındadır. Halbuki standart ağız tutucularda bunlar ağızın karşı ucuna vidalanırlar, kademeli tipte bağlantı bir basınç tesisatı ile sağlanır. Kademeli tip ağız tutucular yakıt boşaltma bağlantısı ile birlikte veya olmaksızın kullanılabilir.(Bauer, 2000)



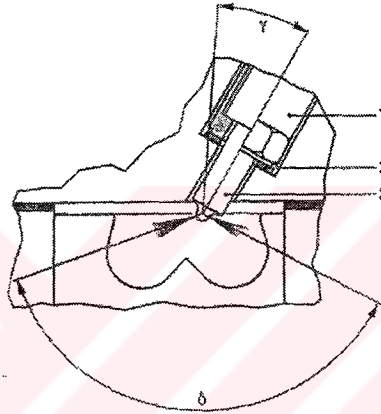
1. Kademe, 2. Giriş kanalı, 3. Basınç pimi, 4. Yay desteği, 5. Ağız tutucu civata, 6. Ağız gövdesi, 7. Yerleşim pimi, 8. Yay, 9. Yakıt boşaltma kanalı, 10. Basınç tesisatı, 11. Ağız tutucu gövdesi, 12. Çıkış pimi vida dişi

Şekil 3.28 Kademeli tip ağız tutucu.(Bauer, 2000)

3.7.3 Delik Tipi Ağızlar

Delik tipi ağızlar direkt püskürtmeli (DI) motorlarda kullanılır. Motor dizaynı, ağızın kuruluş pozisyonu için önemlidir. Ağızın püskürtme delikleri çeşitli açılardadır ve yanma odasına (Şekil 3.29) doğru yönlendirilmiştir. Delik tipi ağızlar iki şekildedir; Keseli delikli ağızlar, kesesiz ağızlar, buna ilave olarak ağızlar ayrıca boyutlarına göre de değişirler; P tipi, 4 mm iğne çaplı (keseli delikli ve kesesiz ağızlar) veya S tipi, 5 ve 6 mm iğne çaplı (büyük motorlar için keseli delikli ağızlar) ağızlar.

Birleşik enjektör ve Common Rail sistemlerinde (sırasıyla UIS ve CR), delik tipi ağızlar enjektör içerisine yerleştirilir böylece bunlar ağız tutucu topluluğunun görevini de yerine getirirler.



1. Ağız tutucu, 2. Conta, 3. Delik tipi ağız, γ = Püskürtme konisi açısı, δ = Püskürtme deliği koni açısı

Şekil 3.29 Yanma odası içerisinde püskürtme deliklerinin pozisyonu.(Bauer, 2000)

Dizayn ve konstrüksiyon

Püskürtme delikleri, ağız koniği bölgesine yerleştirilmiştir. (Şekil 3.31, Pozisyon 5). Püskürtme deliklerinin sayısı ve çapı aşağıdakilere bağlıdır; Gerekli olan püskürtülecek yakıt miktarı, Yanma odası şekli ve Yanma odasındaki havanın türbülans hareketi.

Püskürtme deliklerinin giriş kenarları, hidro – erosiv (HE) makinası ile yuvarlaklaştırılabilir.

Yüksek akış oranlarının meydana geldiği noktalarda (püskürtme deliği girişinde), aşınma nedeniyle bir malzeme kaybı söz konusudur. HE olarak adlandırılan yuvarlatma prosesi, keseli delikli ve kesesiz ağızların her ikisine de uygulanabilir, burada hedef; Yakıt içindeki aşındırıcı tanecikler nedeniyle kenar bölge aşınmasının ilerleyişini önlemek ve/veya Akış toleransını azaltmaktır.

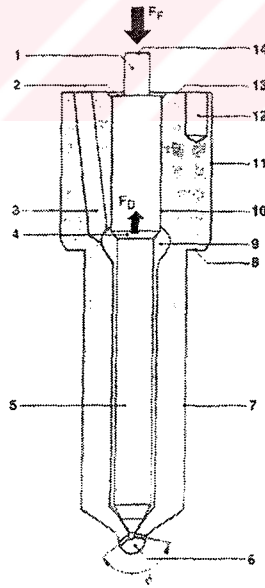
Bir motordaki şartlara göre ağızlar dikkatli bir şekilde sıralanmalıdır. Ağız dizaynının ayrıca şu aşağıdakilerin üzerinde önemli etkisi vardır; Püskürtülen yakıtın tam olarak ölçülmesi (püskürtme süresi ve her derece krank mili için püskürtülen yakıt miktarı), Yakıtın hazırlanması (püskürtücü sayısı, püskürtme şekli, yakıtın atomizasyonu), Yanma odası içindeki yakıt dağıtımı.

Yanmayı takiben, tutulan fazla hava ağız iğne yuvasının kenarında (fazla hacim) buharlaşır ve hidrokarbon emisyonlarına (HC) önemli bir katkı sağlar. Hidrokarbon emisyonlarını azaltmak için bu fazla hacmi minimumda tutmak zorunludur. Kesesiz (vco) ağızlar bu yüzden burada en çok kullanılırlar.(Bauer, 2000)

3.7.3.1 Delik Tipi Ağızların Çeşitleri

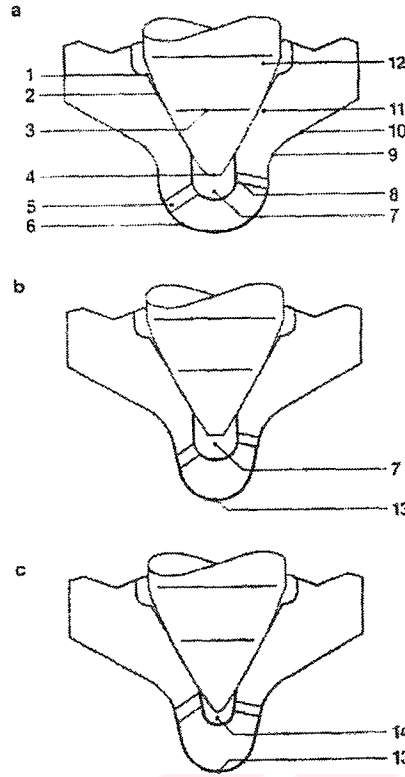
Keseli delikli ağızlar,

Keseli delikli ağızların püskürtme delikleri, keseli delik etrafına yerleştirilmiştir. (Şekil 3.30 ve 3.31) Yuvarlak ağız ucunda, püskürtme delikleri mekanik olarak delinir veya EDM ile oluşturulur. (EDM; elektriksel tanecik kaldırıcı) Konik uçta, keseli delikli ağızlar her zaman EDM kullanılarak delinir. Keseli delikli ağızlar ya silindirik olarak ya da konik keseli delik olarak, farklı çaplarda ve çeşitli şekillerde mevcuttur.



1. Basınç pimi, 2. İğne kalkış duruş yüzü, 3. Giriş kanalı, 4. Basınç yüklenici, 5. İğne mili, 6. Ağız konisi, 7. Ağız gövdesi mili, 8. Ağız gövdesi dirseği, 9. Basınç odası, 10. İğne klavuzu, 11. Ağız gövdesi üst bölge, 12. Yerleşim deliği, 13. Belirleyici yüzey, 14. Basınç pimi temas yüzeyi, γ = püskürtme deliği koni açısı, F_f = yay kuvveti, F_d = yakıt basıncından dolayı basınç yüklenici üzerindeki basınç

Şekil 3.30 Keseli delikli ağız.(Bauer, 2000)



a) Silindirik keseli delikli ve yuvarlak uç, b) Silindirik keseli delikli ve konik uç, c) Konik keseli delikli ve konik uç, 1. Omuz, 2. Yuva giriş kısmı, 3. İğne yuvası, 4. İğne ucu, 5. Püskürtme deliği, 6. Yuvarlak uç, 7. Silindirik keseli delikli, 8. Püskürtme ağız girişi, 9. Boğaz radyusu, 10. Ağız uç konisi, 11. Ağız gövdesi yuvası, 12. Bastırıcı koni, 13. Konik uç, 14. Konik keseli delik

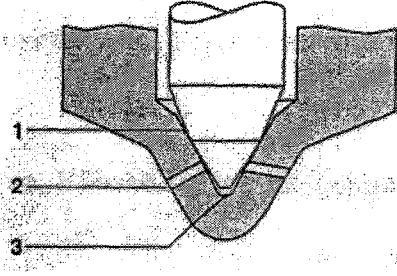
Şekil 3.31 Ağız konileri ve şekilleri.(Bauer, 2000)

“Silindirik keseli delik ve yuvarlak uç”lu keseli delikli ağızlarda (Şekil 3.31a), uç bir silindirik, bir de yarı küresel bir kısımdan oluşur. Bu durumda püskürtme deliği uzunluğu, püskürtme deliği koni açısı ve püskürtme deliklerinin sayısı serbestçe dizayn edilebilir. Keseli delikli şekil ile yarı küresel ağız ucunun birlikte kullanılmasıyla aynı uzunlukta püskürtme delikleri sağlanabilir.

“Silindirik keseli delik ve konik uç”lu keseli delikli ağızlar (Şekil 3.31b), ağız püskürtme deliği uzunluğu 0,6 mm lik olan durumda kullanılır. Ucu konik şekli nedeniyle boğaz radyusu (9) ile ağız gövdesi yuvası (11) arasındaki duvar kalınlığı artırılabilir, bunun sonucunda daha iyi ağız ucu dayanıklılığı elde edilir.

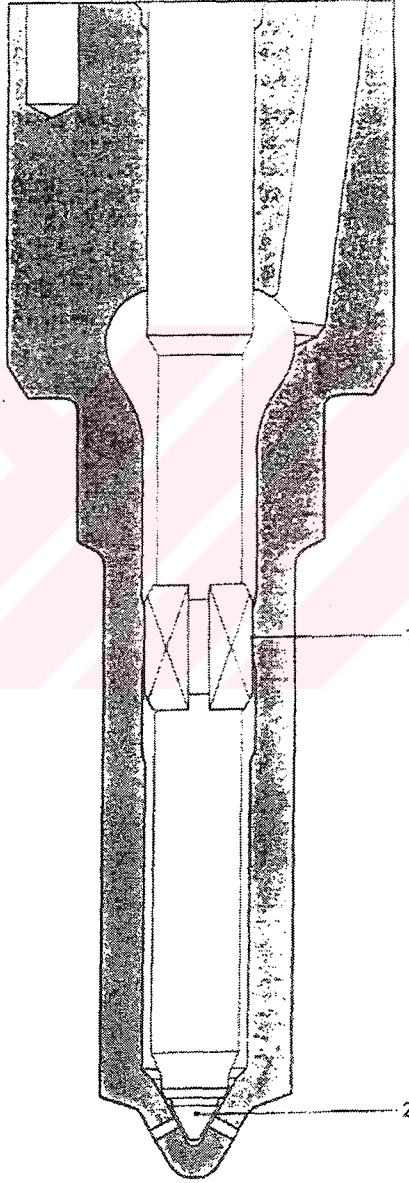
“Konik keseli delik ve konik uç” lu keseli delikli ağızlarda (Şekil 3.31c); silindirik keseli delikli ağızlara göre daha az fazla hacim vardır. Hacim değeri kesesiz ağız (vco) ile silindirik keseli delikli, ağızların arasındadır.

Düzgün uç – duvar kalınlığını elde etmek için, ucu konik dizaynı, keseli deliğinkine benzer.



1. Uç şekli, 2. Püskürtme ağız, 3. Keseli delik

Şekil 3.32 Kesesiz vco ağzın uç şekli.(Bauer, 2000)



1. Çift iğne kılavuzu, 2. Kompleks iğne ucu geometrisi

Şekil 3.33 Kesesiz vco ağız örneği.(Bauer, 2000)

Kesesiz (vco) ağız

Fazla hacmi ve böylece HC emisyonlarını azaltmak için püskürtme deliğinin başlangıcı, yuva koniği içerisine yerleştirilir, ağız iğnesi tarafından nerdeyse tamamen kaplanır. Yani keseli delik ile yanma odası arasında direkt bir bağlantı yoktur.(Şekil 3.32) Buradaki fazla hacim, keseli delikli ağızdan çok daha azdır. Kesesiz vco ağızlar, sadece 1 mm uzunluğundaki bir püskürtme deliği ile üretilirler. Dayanıklılık için, ağız ucu koniktir ve püskürtme deliklerine her zaman EDM metodu kullanılarak şekil verilir.

Özel püskürtme ağız geometrileri, çift ağız kılavuzu ile birlikte (Şekil 3.33, pozisyon 1) veya karışık ağız uç geometrisi ile birlikte kullanılır. (Şekil 3.33, pozisyon 2). Burada amaç püskürtme dağılımını ve karışım biçimini iyileştirmektir.(Bauer, 2000)

3.8 Diesel Yakıt Püskürtme, Yüksek Doğruluk Teknolojisi

Diesel motoru hakkında sıradan sürücülere soru sorulduğunda, onların çoğu sizin kabaca makine mühendisliği hakkında konuştuğunuzu düşünür, yüksek doğruluk teknolojisinin bir parçası hakkında konuştuğunuzu düşünmezler. Aşırı yüklemeye konu olan günümüzün modern diesel motorlarının parçaları ile, yüksek doğruluk elde edilmektedir.

Ağız yakıt püskürtme sistemi ve motor arasında bir bağlantıyı temsil eder. Motorun tüm faydalı ömrü boyunca dakik bir şekilde açılıp kapanmak zorundadır. Kapalı olduğu zaman, egzost gaz emisyonlarını negatif olarak etkileyen ve yakıt tüketimini arttıran kaçaqlara izin vermemek zorundadır. Kaçaqlar motorun zarar görmesine de yol açabilir.

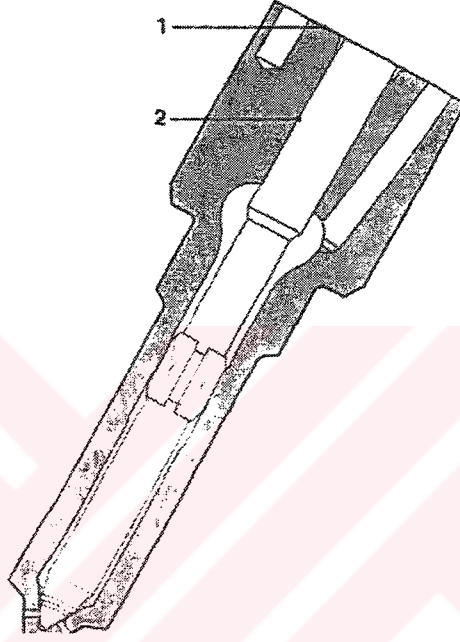
VR(VP44), CR, UPS ve UIS gibi, modern püskürtme sistemlerinde, ağızların püskürtme basınçları güvenilir biçimde 2050 bara kadar çıkartılmıştır, bunlar son derece doğru bir şekilde çalışabilmek için özel olarak dizayn edilmiş ve üretilmiştir. Burada birkaç örnek verilmektedir; Ağız gövdesinin belirleyici yüzeyi (1) nin güvenilebilirliğini sağlayabilmek için 0,001 mm (1 μ m) lik maksimum biçim toleransı şart koşulur. (2) nolu kısım (ağız iğnesi ve ağız gövdesi arasında) 0,002 – 0,004 mm (2 – 4 μ m) dir.

Çok iyi bir şekilde püskürtme deliklerinin elde edilmesi için, üretimde EDM kullanılır. Bu proseste, elektrod ile çalışma yeri arasında, bujiden yapılan boşaltım yüzünden oluşan yüksek sıcaklığa bağlı olarak metal buharlaşır. Yüksek doğruluk elektrodları kesin olarak ayarlanan özelliklere göre çok iyi derecede 0,12 mm çaplı delikler üretir. Püskürtme deliğinin en küçük çapı, bir insan saçının (0,06 mm) sadece iki katı kadardır. Püskürtme özellikleri özel bir sıvı

ile deliğin giriş kenarlarını yuvarlaklaştırmak için, hidro – erosiv makinası kullanılarak geliştirilebilir.

Bu son derece dar toleranslar özel, yüksek doğrulukla ölçüm tekniklerinin kullanımını gerektirir. Şöyle ki; Püskürtme deliğinin ölçümü için, optik 3D (3 boyutlu) koordinatlı ölçüm makinası, Ağız belirleyici yüzeyin düzlüğünü ölçmek için, Laserli ölçüm makinası.

Başka bir deyişle, diesel yakıt püskürtme için parça üretimi, bütün üretimde “ileri teknoloji” yi kullanmak demektir.(Bauer, 2000)



1. Ağız gövdesi belirleyici yüzeyi, 2. Ağız iğnesi ve ağız gövdesi arasındaki kısım, 3.Püskürtme deliği

Şekil 3.34 Doğruluğun son derece önemli olduğu kısımlar.(Bauer, 2000)

3.9 Elektronik Diesel Kontrolü (EDC)

Modern elektronik diesel motoru sayesinde, yakıt püskürtme özelliklerinin doğru olarak ve yüksek esneklik derecesinde belirlenmesine olanak tanınır. Modern diesel motorları üzerindeki geniş taleplere cevap verebilmenin tek yolu budur. Elektronik diesel kontrolü (EDC), üç sistem kısmına ayrılır; “Sensorlar ve istenilen değer oluşturucuları”, “ECU” ve “Tahrik ediciler”.(Bauer, 2000)

3.9.1 Teknik Gereksinimler

Daha az yakıt tüketimi ve emisyon gerekliliği, daha fazla verim ve tork ile birlikte, diesel yakıt püskürtme alanında günümüzdeki gelişmelerin arkasında olan iki önemli faktördür.

Geçmiş yıllarda, bu yüzden direkt püskürtmeli (DI) diesel motorlarının kullanımı artmıştır. Ön yanma odalı veya türbülans yanma odalı motorlar yani indirekt püskürtmeli (IDI) motorlar ile karşılaştırıldığında, DI motoru daha yüksek püskürtme basınçlarında çalışmaktadır. Daha yüksek püskürtme basıncı yüzünden hava/yakıt karışım teşkili gelişir, daha iyi atomize olmuş yakıt damlalarının tam yanmasıyla, egzost gazında daha az yanmamış hidrokarbon (HC) oluşur. DI motorunda daha iyi karışım teşkili ve ön yanma odası/türbülans yanma odası ile ana yanma odası arasındaki akış kayıplarının olmaması yüzünden; IDI motora göre % 10 – 15 daha az yakıt tüketilir. Buna ilave olarak, modern motorlarda sürüş kabiliyetinin artmasına yönelik olarak bazı talepler mevcuttur ve bunlar egzost gazları ile gürültü emisyonları (NO_x, CO, HC, partiküller) nı azaltma yönündedir. Püskürtme sisteminden şunlar talep edilmektedir; Yüksek püskürtme basınçları, Uygun eğriler oranı yapısı, Değişebilen püskürtme başlangıcı, Pilot püskürtme ve mümkünse ikincil püskürtme, Püskürtülen yakıt miktarının uyumluluğu, itici basınç, ve verilen bir çalışma durumunda püskürtmenin başlayabilmesi, Sıcaklığa bağımlı başlangıç miktarı, Yüke göre bağımsız boşa çalışma hız kontrolü, Yol kontrolü, Kapalı loop kontrollü egzost gazı tekrar sirkülasyonu (EGR) ve Yüksek doğrulukla birlikte püskürtme noktası ve püskürtülen yakıt miktarı için uygulanan sıkı toleranslar, aracın faydalı ömrü boyunca korunmalıdır.

Genel mekanik (açılan ağırlıklı) regülatörler, çeşitli çalışma şartlarına göre yüksek standartlı karışım teşkilini sağlamak için bir miktar ilave cihaz kullanırlar. Böyle regülatörler, yeterince çabuk biçimde farklı durumlara göre harekete geçirme yeteneğine sahip değildirler.

Artan talepler sayesinde, EDC basit bir sistem halinden elektriksiz olarak tetiklenen bir tahrik edici mil şekline geliştirildi ve böylece geniş veri çeşitliliği ile çalışabilen karmaşık bir motor yönetim ünitesi oldu.(Bauer, 2000)

3.9.2 Sistem Görünümü

Geçmiş yıllarda, pazardaki mevcut mikrokontrolcülerin hesaplama gücündeki önemli artış nedeniyle, bu mikrokontrolcüler EDC (elektronik diesel kontrol) sisteminde de kullanılmaya başlandı.

Genel münferit veya distribütör püskürtme pompalı diesel motorlu araçların aksine EDC kontrollü bir aracın sürücüsü püskürtülen yakıt miktarı üzerinde direkt bir etkiye sahip değildir, (örneğin gaz pedalı vasıtasıyla). Aksine püskürtülen yakıt miktarı değişen tahrik ediciler ile belirlenir. Örneğin; Gaz pedalı ayarı, Çalışma durumu, Motor sıcaklığı, Zehirli emisyonlar üzerindeki etkiler vs.

Bu değişen faktörleri kullanarak ECU, püskürtülen yakıt miktarını hesaplar, ayrıca anlık püskürtmeyi de değiştirebilir. Böylece geniş bir şekilde emniyet sağlanır, sistem sapmaları hisseder ve şiddetine bağlı olarak uygun tedbirleri başlatır. (örneğin torkun sınırlandırılması, veya rolanti hız aralığında ani olarak çalışma). Böylece EDC kapalı loop kontrolünü yapar.

EDC ayrıca araçtaki diğer elektronik sistemlerle veri transferine olanak verir, örneğin çekiş kontrol sistemi (TCS), elektronik iletim değişim kontrolü, elektronik denge programı (ESP) gibi. Böylece motor yönetimi tüm araç sistemi ile birleştirebilir.

EDC sistemi aracın gösterge sistemi ile tamamen birleştirebilir. Tüm OBD (ekran üzerinde gösterim) ve EOBD (Avrupa – ekran üzerinde gösterim) sistemlerine uyar.(Bauer, 2000)

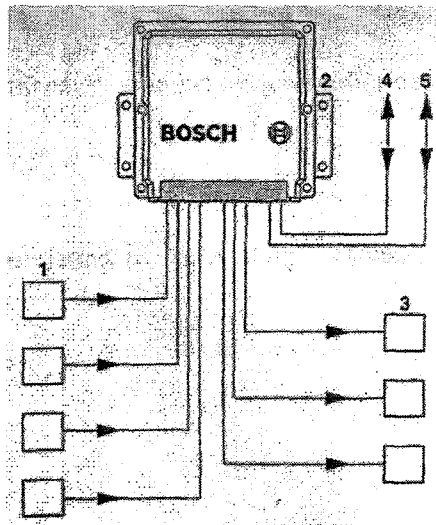
3.9.3 Sistem Kısımları

EDC sistemi üç sistem kısından oluşur;

Sensörler ve istenilen değer oluşturucuları: istenilen değerlerin oluşumu ve çalışma şartlarının hissedilmesi içindir. Bunlar çeşitli fiziksel değerleri elektriksel sinyallere çevirirler.

Elektronik kontrol ünitesi (ECU): verilen hesaplama usullerine göre (kontrol algoritması), istenilen değer oluşturucuları ve sensörlerden aldığı bilgiyi kullanır. ECU, elektriksel çıkış sinyalleri ile tahrik edicileri tetikler ve araçtaki diğer sistemler ile bağlantıları kurar.

Solenoid tahrik ediciler: ECU'nun elektriksel çıkış sinyallerini mekanik değerlere çevirir. (Örneğin püskürtmeyi kontrol eden solenoid valf için).(Bauer, 2000)



1. Sensörler ve istenilen değer oluşturucuları, 2. ECU, 3. Tahrik ediciler, 4. Diğer sistemlerle bağlantı, 5. Gösterge bağlantısı

Şekil 3.35 EDC nin ana kısımları.(Bauer, 2000)

3.10 Sensorlar

Sensorlar ve istenilen değer oluşturucuları çalışma durumlarını kaydeder (örneğin motor hızı) ve değerlerini ayarlar (örneğin gaz pedalı pozisyonu). Fiziksel değerleri elektriksel sinyallere çevirirler. Modern bir araçta kapalı ve açık loop kontrollerinin kabaca yapılması, hızlı hareket eden sensorlar ve yüksek doğruluk olmaksızın düşünülemezdi.

Otomotiv uygulamaları

Sensorlar ve tahrik ediciler, ECU lar arasındaki bağlantıları belirler. Bir kural olarak, sensor içindeki uygun bir devre sinyalleri değiştirir ve bu sinyaller ECU tarafından kullanılır. Motor bölümlerinin derinliklerinde veya araç içinde başka herhangi bir yerde gizlendiklerinden beri, sensorlar aracın gizli kısımlarındaki en önemli parçalardan biridir. Bundan ayrı olarak, sürekli olarak daha küçülmekte ve böylece daha az göze çarpar hale gelmektedirler. Üstelik günümüzdeki trend, bu sensorları modüller içine gizlemekle modülün teknik değerinin artırılması ve sonuç olarak masrafları her yönde azaltmak şeklindedir. Bu modüllere en iyi örnekler, birleşik pedal – yol sensörü ile “gaz pedalı modülü”, dönme hızı sensörü ile “krank mili modülü”, ve sıcak film hava kütleli ölçer’li “giriş havası modülü” dür.

Diğer taraftan sensorlar, maliyet ve fonksiyonlarla ilgili artan taleplere de uygun olmalıdırlar. Bir sensorun dışarı verdiği sinyaller, motorun güç çıkışını ve torkunu direkt olarak etkiler, bununla birlikte emisyonlarını, sürüş kabiliyetini, emniyet ve güvenilirliği de etkilediği için yüksek doğruluğa göre yapılmalıdırlar. Bu sıkı toleranslara uyarlılık ile geleceğin sensorlarından “daha akıllı” olmaları beklenmektedir.

EDC Sensorları

Bu kısım, diesel motor yönetimi için günümüzde uygulanan sensorları ele almaktadır; Gelecekte sistem içine yeni sensorlar da dahil edilecektir. Bu sensorlar, şu konularda bize yardım edecektir; Sürekli daha da sıkılaştırılan emisyon kontrol yasaları ile uyumluluk ve elde edilen bilgi ile, sürekli çalışan ekran sistemini sağlamak

Bu sensorlar egzost gazı sensorları olacaktır ve zaten tanıdık olan, otto motorlarında kullanılan Lambda oksijen sensorunu da dahil etmekle kalmayacak, ayrıca egzost gaz basıncı ve egzost gaz sıcaklığı sensorlarını da kapsayacaktır.(Bauer, 2000)

3.10.1 PTC ve NTC Sıcaklık Sensorları

Bu sıcaklık sensorları araç üzerinde farklı yerlere konurlar.

Motor sıcaklık sensörü

Bu sensor soğutucu devre ile birleştirilir ve motor sıcaklığının bir ölçüsü olarak soğutucu sıcaklığını ölçer. (Şekil 3.36). Bu bilgi sayesinde motor yönetim sistemi kendini tam olarak motorun çalışma sıcaklığına adapte edebilir. Ölçülen sıcaklık aralığı :

- 40.....+130 °C dir.

Hava sıcaklık sensörü

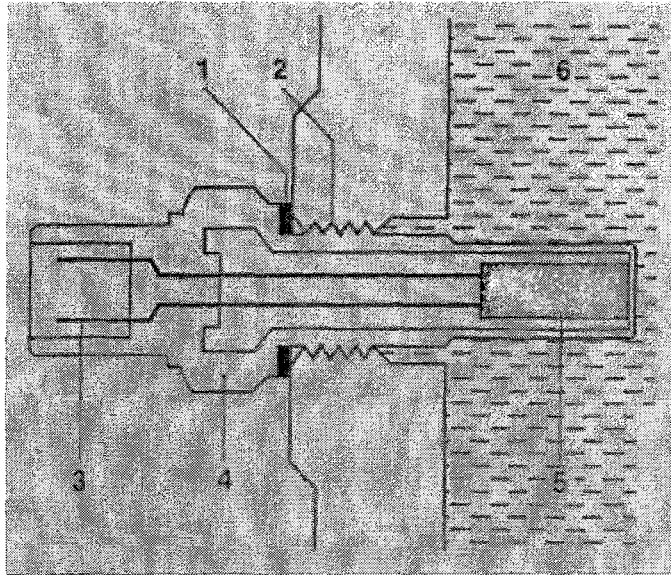
Bu sensor motorun giriş bölgesine yerleştirilir ve içeri giren havanın sıcaklığını ölçer. İtici basınç sensörü ile birlikte, giren hava sıcaklığı motor içerisine çekilen havanın kütesini tam olarak ölçmek için kullanılabilir. Bundan ayrı olarak kapalı loop kontrolü için ayarlanan değerler (örneğin EGR, itici basınç kontrolü) hava sıcaklığının bir fonksiyonu olarak ayarlanabilir. Ölçülen sıcaklık aralığı – 40....+120 °C dir.

Motor yağ sıcaklığı sensörü

Motor yağ sıcaklığı sensorundan gelen sinyal, bakım aralığını belirlemek için kullanılır. Ölçülen sıcaklık aralığı – 40.....+170 °C dir.

Yakıt sıcaklığı sensörü

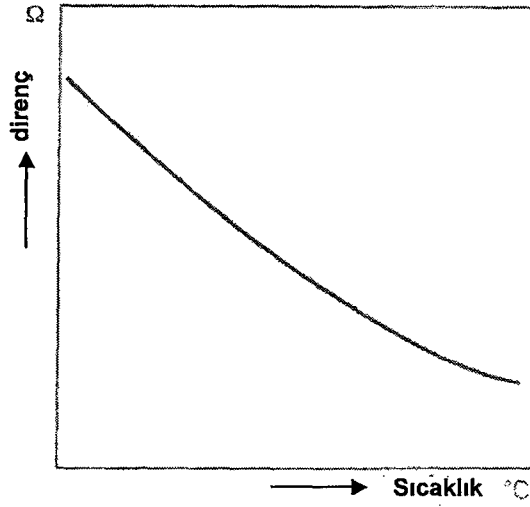
Bu sensor düşük basınç safhası içindedir. Püskürtülen yakıt miktarını tam olarak belirlemek için yakıt sıcaklığı çok önemli bir faktördür. Ölçülen sıcaklık aralığı – 40.....+120 °C dir.



1. Halka, 2. Sensor dişi, 3. Elektrik bağlantısı, 4. Yuva, 5. Ölçme direnci, 6. Soğutucu

Şekil 3.36 Motor sıcaklık sensörü.(Bauer, 2000)

Çizelge 3.2 Bir NTC direncinin karakteristik eğrisi.(Bauer, 2000)



Dizayn ve Çalışma prensibi

Uygulamaya bağlı olarak, sıcaklık sensorları çeşitli şekillerde mevcuttur. Sensor yuvası içinde sıcaklığa bağlı çalışan bir ölçme direnci vardır. Bu ya NTC (negatif sıcaklık katsayısı) ya da PTC (pozitif sıcaklık katsayısı) tipindedir. Artan sıcaklık ile bunun elektriksel direnci azalır (NTC) veya artar (PTC). Ölçme direnci dağıtıcı devreye uygulanan 5V luk bir voltaj içindedir ve ölçülen voltaj bu nedenle sıcaklığa bağlıdır. Bu, bir A/D çevirici ile ECU 'ya iletilir ve sensorun sıcaklığı için bir ölçü olarak kabul edilir. Motorun ECU ' su belirli bir sıcaklığı her bir voltaj değerine ayıran bir yapıya sahiptir.(Bauer, 2000)

3.10.2 Mikromekanik Basınç Sensorları

Giriş manifoldu sensoru ve/veya itici basınç sensoru

Genellikle itici basınç sensoru, süperşarjci ile motor arasındaki manifold üzerine direkt olarak monte edilir. Giriş manifoldundaki mutlak basıncı ölçer. (2....400 KPa veya 0,02....4,0 bar). Bu sensor ile hava kütlelerinin tam olarak ölçümü sağlanır ve süperşarjci motor ihtiyaçlarına göre kontrol edilebilir. Sensorun direkt olarak giriş manifolduna monte edilmediği durumlarda, bir hortum ile bağlantı sağlanır.

Atmosferik basınç sensoru

Atmosferik basınç sensoru ECU içerisine veya motor bölmesi içindeki başka bir yere yerleştirilebilir. Bunun sinyalleri, kapalı loop kontrolü için (Örneğin EGR ve itici basınç kontrolü) ayarlanan değerlerin yüksekliğe bağlı olarak düzeltilmesi için kullanılır. Bu şekilde

farklı yüksekliklerde karşılaşılan atmosferik basınçta farklılıkların telafisi sağlanır. Atmosferik basınç sensörü mutlak basıncı ölçer. (60....115 KPa , 0,6....1,15 bar)

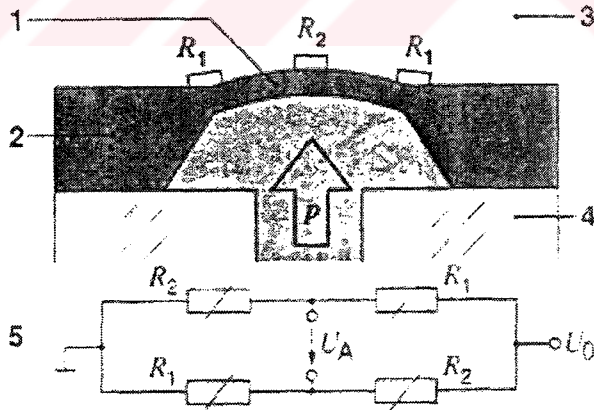
Yağ basıncı ve yakıt basıncı sensorları

Mutlak yağ basıncını ölçmek için yağ filtresi içine yağ basınç sensorları yerleştirilmiştir. Sensorun basınç aralığı, 50.....1000 KPa , (0,5....10,0 bar dır)

Sensor hücresinin ölçülen ortama dayanımı, düşük basınç safhasında da yakıt basıncı ölçümü için kullanılabilceği anlamına gelir. Sensor ya yakıt filtresi içine ya da üzerine tespit edilir. Bunun sinyali, yakıt kirliliğinin derecesini gösterir. (ölçüm aralığı 20....4000 KPa veya 0,2.....40 bar)

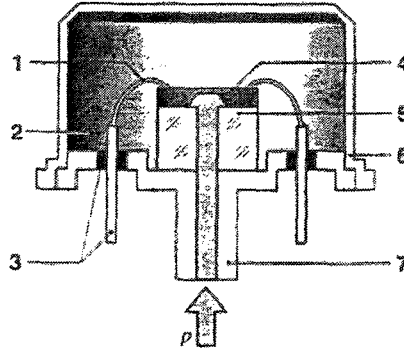
Dizayn ve konstrüksiyon

Mikromekanik basınç sensörü (Şekil 3.38) nun kalbi, sensor hücresi (Şekil 3.37) ile birlikte bir sensor elemanından oluşur. Bu, içerisine ince bir diyafram (1) oyulmuş mikromekanik bir silikon çip (2) ten oluşur. Mekanik basınç uygulandığında elektriksel dirençleri değişen dört adet ölçme direnci (R_1 , R_2), diyafram üzerine yerleştirilmiştir. Bir sıcaklık sensörü de, sinyali ayrı bir şekilde değerlendirilecek şekilde, basınç sensörü içine (Şekil 3.40, pozisyon 1) konulabilir. Böylece sıcaklık ve basıncın her ikisinin de ölçülmesi gereken durumlarda, sadece tek bir sensor yerleşimi ile bir avantaj sağlanır.



1. Diyafram, 2. Silikon çip, 3. Referans boşluk, 4. Cam, 5. Paralel bağlantı, p = Basınç, U_0 = Temin edilen voltaj, U_A = Ölçüm voltajı, ölçme dirençleri, R_1 (sıkıştırılmış) ve R_2 (gerilmiş)

Şekil 3.37 DS - LDF4 mikromekanik basınç sensörünün sensor hücresi.(Bauer, 2000)



1. Elektriksel bağlantı, 2. Referans boşluk, 3. Cam kapstüllü elektriksel giriş, 4. Elektronik değerlendirmeli sensor hücresi (çip), 5. Cam destek, 6. Başlık, 7. Basınç bağlantısı, p = Basınç

Şekil 3.38 DS – LDF4 mikromekanik basınç sensorunun sensor elemanı.(Bauer, 2000)

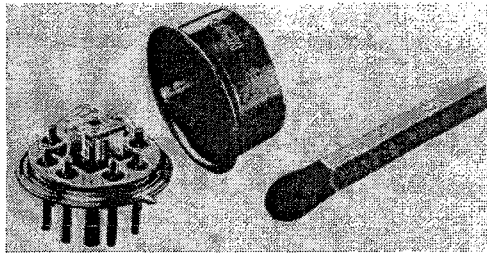
Çalışma prensibi

Sensor hücresi diyaframı, uygulanan basıncın bir fonksiyonu olarak birkaç μm eğilir. Mekanik gerilim sonucu, diyafram üzerindeki dört ölçüm direnci, dirençlerini değiştirirler.

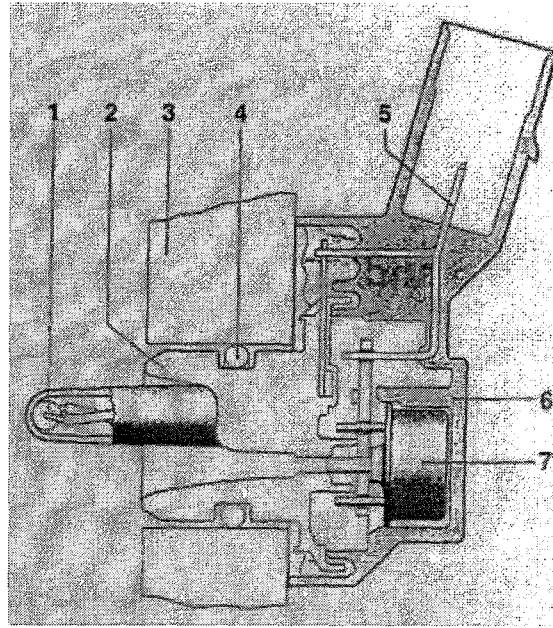
Bu ölçüm dirençleri diyafram üzerine yerleştirilmiştir böylece diyafram biçimi değiştiğinde (basınç uygulanması yüzünden), iki direncin elektriksel direnci artar, diğer ikisinin azalır. Dirençler paralel bağlantının bir parçası oldukları için (Şekil 3.37, pozisyon 5), direnç değerleri değiştiğinde ölçüm dirençlerine karşı voltaj oranı da değişir, böylece ölçüm voltajı UA, diyaframa uygulanan basıncın bir ölçümü olur.

Paralel bir köprü devre kullanılarak tek bir direnç ile mümkün olan değerden daha yüksek bir ölçüm voltajı elde edilir. Bu köprü devre daha fazla hassaslığa olanak verir. Diyaframın basınç uygulanmayan kenar kısmı, referans boşluk ile temastadır. (Şekil 3.38, pozisyon 2)

Elektronik değerlendirme ünitesi çip üzerine yerleştirilmiştir ve köprü voltajını şiddetlendirmek, sıcaklık dalgalanmalarını telafi etmek, basınç eğrisini düzleştirmek görevlerine sahiptir. Çıkış voltajı 0....5V tur ve sensorun elektrik bağlantısı yolu ile (Şekil 3.40, Pozisyon 5) programlı bir karakteristik eğri vasıtasıyla basıncın hesaplandığı ECU'ya gitmektedir.(Bauer, 2000)



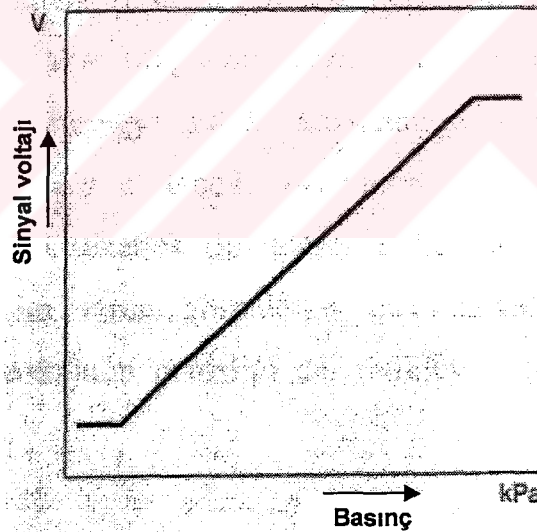
Şekil 3.39 DS – LDF4 mikromekanik itici basınç sensorunun sensor elemanı.(Bauer, 2000)



1. Sıcaklık sensörü (NTC), 2. Yuva, 3. Giriş manifoldu, 4. O ring, 5. Elektrik bağlantısı, 6. Koruyucu kapak, 7. Sensor elemanı

Şekil 3.40 DS – LDF4 mikromekanik itici basınç sensörü.(Bauer, 2000)

Çizelge 3.3 Mikromekanik bir itici basınç sensorunun karakteristik eğrisi.(Bauer, 2000)



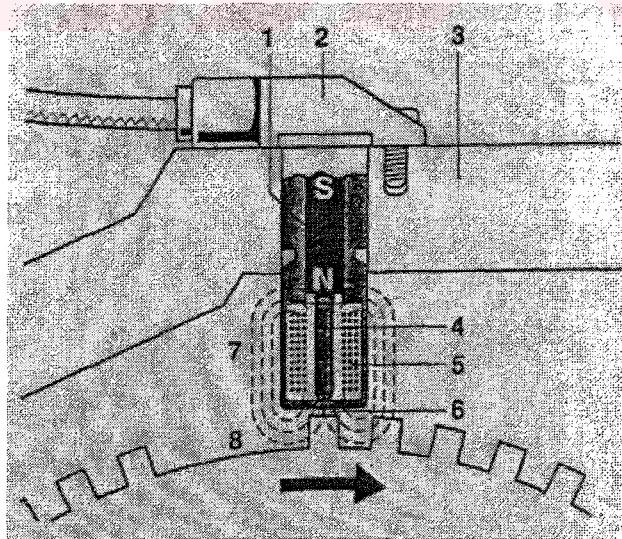
3.10.3 Dönme Hızı ve Dönme Açısı Sensorları

Dönme hızı sensorları şunları belirlemek için kullanılır; Krank mili pozisyonu (motor pistonlarının pozisyonu için) ve Solenoid valf kontrollü distribütör püskürtme pompalarındaki plancer pozisyonu için. Dönme hızı, sensorun sinyal sıklığından hesaplanır. Dönme hızı sensorundan alınan çıkış sinyali, elektronik motor yönetimindeki en önemli değerlerden biridir.

Dizayn ve çalışma prensibi

Sensor, dar bir hava aralığı (Şekil 3.41) ile ayrılan, ferromagnetik bir tetikleyici tekerleğin direkt olarak karşısına monte edilir. Sensor yumuşak bir demir göbekten oluşur (uç pimi) (4) ve bu göbek solenoid bir çevreleyici (5) ile kuşatılmıştır. Uç pimi de devamlı bir mıknatısla (1) irtibatlandırılmıştır ve magnetik bir alan uç pimi içerisinde tetikleyici tekerleğe (8) doğru uzanır. Magnetik akının çevreleyici içerisinde geçen seviyesi, sensorun tetikleyici tekerlek dişine veya aralığın karşısına gelmesine göre değişir. Bir dişle mıknatısın serbest akısı bir yere toplanır ve çevreleyici içerisindeki akıda bir artışa yol açar, bir aralık ile zayıflatılır. Tetikleyici tekerlek döndüğünde, bu hareket akının dalgalanmasına yol açar, böylece akının değişim oranına göre dönüş sırasında solenoid çevreleyici içinde sinüsoidal bir voltaj oluşur. AC voltajının genişliği de, tetikleyici tekerlek hızının artışı ile kuvvetli bir şekilde artar.

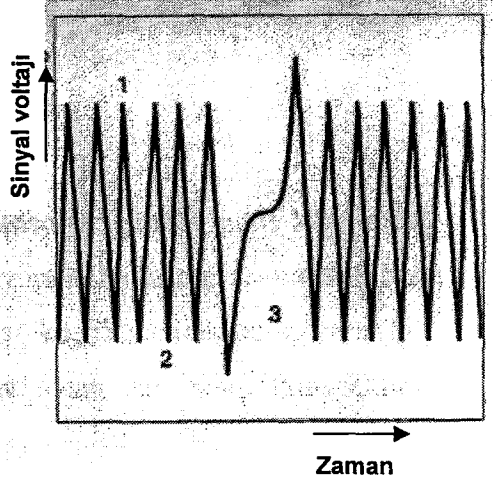
Tetikleyici tekerlek üzerindeki diş sayısı, uygulamaya bağlıdır. Modern motor yönetim sistemlerinde, normalde 60 dişli tetikleyici tekerlek kullanılır, 2 dişin ihmal edildiği (8) durumlarda 58 dişli tekerlek kullanılır. Genişletilmiş diş aralığı (Şekil 3.41, pozisyon 8), belirli bir krank mili pozisyonu için uygulanır ve ECU' nun senkronizasyonu (eş zamanlılığı) için referans bir işaret olarak görev yapar. Tetikleyici tekerlek dişinin ve uç pimnin şekilleri birbirininkine uygun olmalıdır. ECU içindeki elektronik değerlendirme devresi, sinüsoidal voltajı değiştirir, ECU mikrokontrolcüsü içindeki değerlendirme için sabit genişlikteki kare – dalga voltajı şekline çevirir.(Bauer, 2000)



1. Sürekli mıknatıs, 2. Yuva, 3. Motor bloğu, 4. Yumuşak demir göbekte, 5. Solenoid çevreleyici, 6. Hava aralığı, 7. Magnetik alan, 8. Referans işaret aralıklı tetikleyici tekerlek

Şekil 3.41 Dönme hızı sensörü.(Bauer, 2000)

Çizelge 3.4 Dönme hızı sensorundan alınan sinyal.(Bauer, 2000)



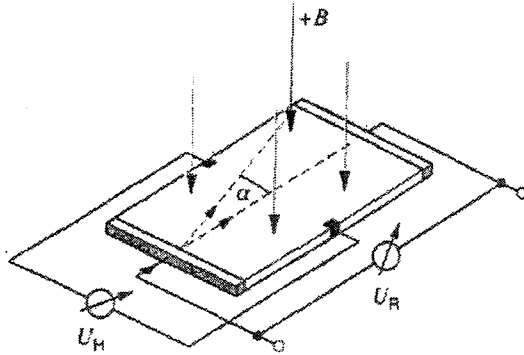
1. Dişler, 2. Diş aralıkları, 3. Referans işaret

3.10.4 Faz Sensorları

Eğer bir motor pistonu ÜÖN yönünde hareket ediyorsa, sıkıştırma veya egzost strokunda olup olmadığını kam mili pozisyonu belirler. Kam mili üzerindeki faz sensörü bu bilgiyi ECU 'ya temin eder.

Dizayn ve çalışma prensibi,

Kam mili üzerinde ferromagnetik dişler vardır, bu dişlerden biri faz sensorunun sensor elemanı (çip) nı geçtiği zaman, bunun magnetik alanı çipin elektronlarını etkiler, böylece mevcut akış yönüne dik bir hale gelirler. Bu bir voltaj sinyali ile sonuçlanır ve ECU 'ya Silindirin çalışma devri hakkında bilgi verir. Sensorun çıkış voltajı, milivolt aralığındadır ve sensor ile tetikleyici tekerlek arasındaki hızdan bağımsızdır.

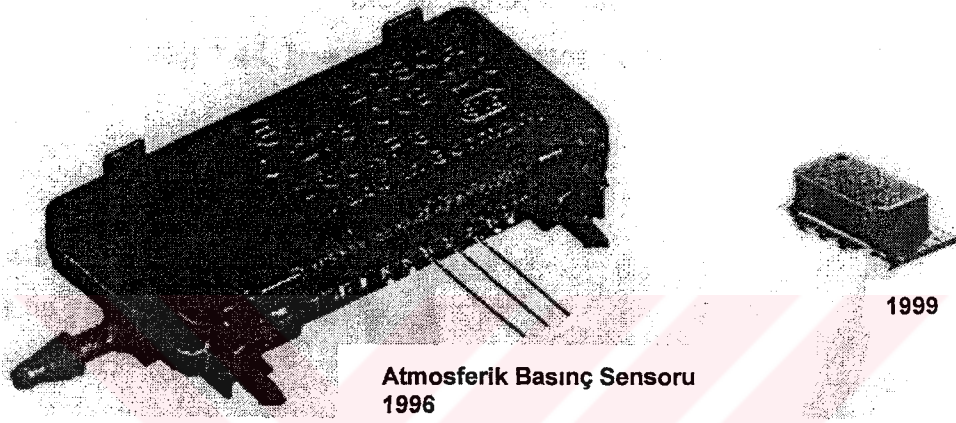


U_H = Giriş voltajı, U_R = Uygulanan boylamasına voltaj, B = Magnetik indüksiyon, α = Magnetik alan yüzünden elektronların sapıtılması

Şekil 3.42 Sensor elemanı devresi.(Bauer, 2000)

Birleşik sensorlar

Modern mikroteknolojideki ilerlemeler yüzünden, sensorlar günden güne küçülmekle kalmıyor, aynı zamanda daha hızlı ve daha doğru da oluyorlar. Birleşme seviyesine bağlı olarak, sinyal durumları kontrolcüsü, A / D değişimi ve hatta küçük bir mikrobilgisayar bile, sensor içinde kendi başına entegre edilecek, böylece şu avantajlara sahip olunacaktır; ECU'da daha az bilgisayar gücü yetecek, farklı sensorların kullanımına olanak sağlanacak, bir sensor veri iletimi yoluyla birkaç ECU tarafından kullanılabilir, küçük ölçüm etkileri kaydedilebilecek, basit kalibrasyon mümkün olacak.(Bauer, 2000)



Şekil 3.43 Atmosferik basınç sensörü 1996,1998.(Bauer, 2000)

3.10.5 Gaz Pedalı Sensorları

Modern elektronik motor yönetim sistemleri ile, sürücünün istekleri (örneğin hızlanma veya sabit hız) motor yönetimine mekanik bir bağlantı ile iletilmemektedir. Bunun yerine, bir gaz pedalı sensörü (PWG) gaz pedalı ayarlarını kaydeder ve bunu ECU'ya iletir.

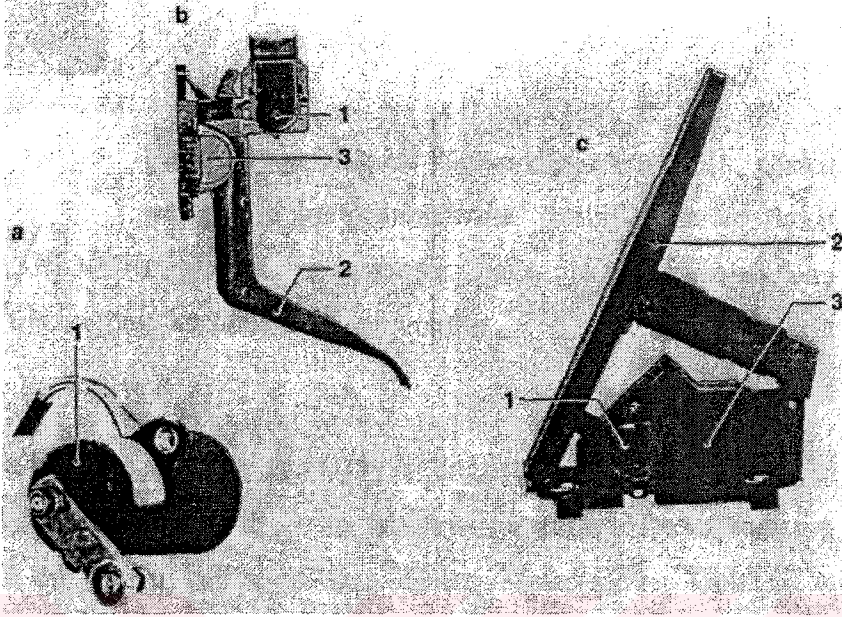
Dizayn ve çalışma

Gaz pedalı sensorunun kalbi, gaz pedalı ayarının bir fonksiyonu olan voltaja göre çalışan bir potansiyometredir. ECU' da bu voltaj değerinden pedal pozisyonunu hesaplamak için programlı bir karakteristik eğri kullanılır. Yardımcı olarak ikinci bir sensor kullanılabilir.

İkinci potansiyometre

Tüm çalışma noktalarında ikinci bir potansiyometre, ilk potansiyometrenin yarı voltajını sağlamak için kullanılır. (Çizelge 3.5).

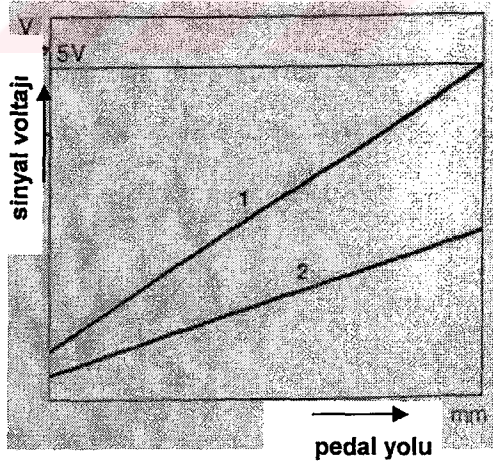
Gaz pedalı sensorları ya bireysel sensorlar olarak kurulurlar (Şekil 3.44a) ya da tam bir modül olarak kurulurlar (Şekil 3.44, b ve c) böylece sensor ve pedal ayarları arasında başka bir ayar gerekmez.(Bauer, 2000)



a) PWG3 gaz pedalı sensörü, b) FMP1 sarkık tip gaz pedalı modülü, c) FMP1 dikey tip gaz pedalı modülü, 1) Sensor, 2) Araca özel pedal, 3) Pedal dirseği

Şekil 3.44 Gaz pedalı sensörü çeşitleri.(Bauer, 2000)

Çizelge 3.5 İkinci potansiyometreli bir gaz pedalı sensörü karakteristik eğrisi.(Bauer, 2000)



1) Potansiyometre 1 (Ana potansiyometre), 2) Potansiyometre 2 (%50 voltajlı)

3.10.6 Sıcak Film Hava Kütlesi Ölçücü HFM5

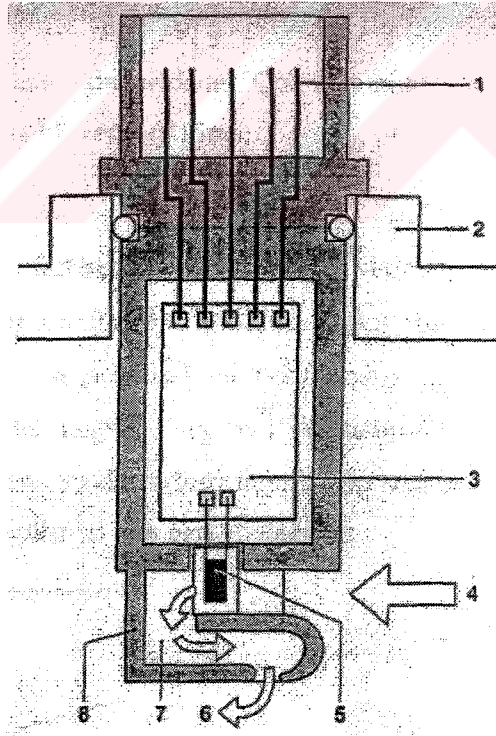
Yasalar gereği belirlenen emisyon ayarlarına uygunluk ve motorun çalışma safhası için, motora giren hava kütlesinin doğru biçimde belirlenmesi zorunludur. Bu zorunluluk özellikle yolcu araçlarında, motordaki hava kütlesi akışını tam olarak ölçen bir sensor kullanılmasını

gerektirir. Yüksek doğruluk ile emme ve egzost valflerinin açılışı ve kapanışında meydana gelen geri dönen akışı da belirlemek gerekir. Ölçme aletinin ölçüm doğruluğu giriş havasındaki sıcaklıkta olan değişikliklerden etkilenmemelidir. Bu kayıtların hepsi HFM5 sıcak film hava kütlesi ölçücü tarafından gerçekleştirilir.

Dizayn ve konstrüksiyon

HFM5 Sıcak film hava kütlesi ölçücünün içerisine bir ölçüm tüpü yerleştirilir, (Şekil 3.45, Pozisyon 2) bu tüp motorun hava kütlesi gereksinimlerine, özelliklerine ve farklı çaplara bağlı olarak (örneğin 370.....970 kg/h) etkilenmektedir. Hava filtresinden olan akış yönünde kurulur. Ayrıca hava filtresi içine kurulanları da mevcuttur.

Giriş manifolduna gelen hava bir sensor elemanı (5) na doğru akar, bu eleman birleşik değerlendirme elektroniği (3) ile birlikte HFM5 in kalbini oluşturur. Değerlendirme elektroniği parçalarına seramik bir yapı uygulanır. Gelen hava bir by-pass geçişinden (7) akar ve sensor elemanından geçer. Sensorun, giriş akışının kuvvetli olduğu durumlarda cevap vermesi, by – pass geçişinin uygun bir dizaynı ile geliştirilebilir. Geri dönen akış ta belirlenir. HFM5, elektriksel bağlantılar (1) ile ECU ‘ya bağlanmaktadır.



1. Elektriksel bağlantı, 2. Ölçüm tüpü veya hava filtresi yuvası, 3. Elektronik değerlendirme (karışık devre), 4. Hava girişi, 5. Sensor elemanı, 6. Hava çıkışı, 7. By – pass geçişi, 8. Sensor yuvası

Şekil 3.45 HFM5 sıcak film hava kütlesi ölçücü (şematik).(Bauer, 2000)

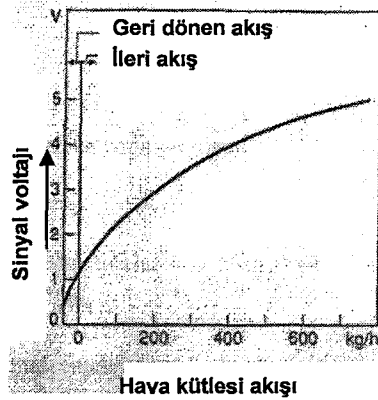
Çalışma prensibi

Sıcak film hava kütlesi ölçücü “termal bir sensor” dur ve aşağıdaki prensibe göre çalışır;

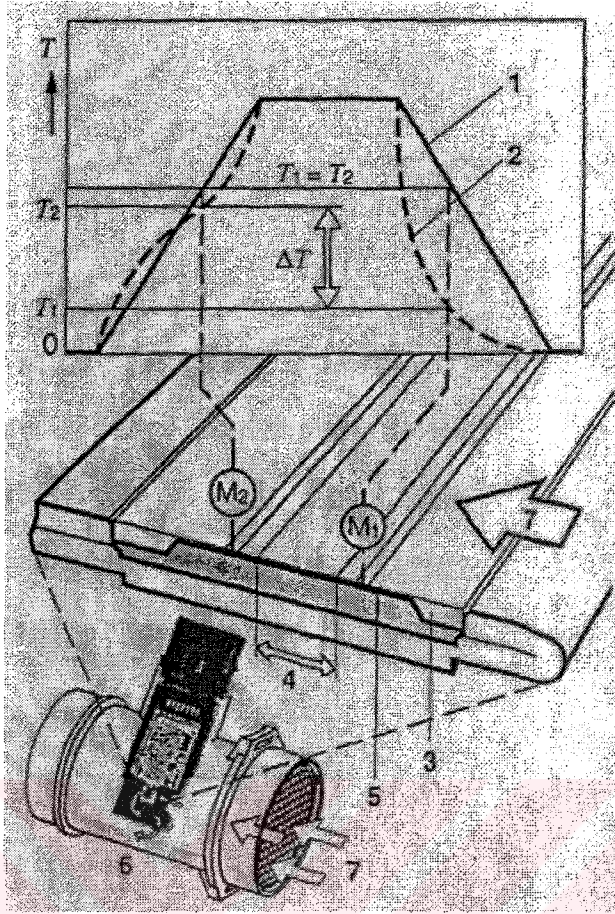
Sensor elemanı üzerindeki mikromekanik bir sensor diyaframı (Şekil 3.46, Pozisyon 5), merkezi bir ısıtma direnci ile ısıtılır. Isınan bölge (4) nin her kenarında sıcaklık keskin bir biçimde düşer. Diyafram üzerindeki sıcaklık dağılımı, ısıtıcı direncin aşağı ve yukarı yönünde simetrik olarak yerleştirilmiş iki sıcaklık direnci ile kaydedilir. (Ölçüm noktaları M_1 , M_2). Giren hava akışı olmaksızın sıcaklık karakteristiği (1) ısıtılan bölgenin her kenarında aynıdır. Sensor üzerine hava akışı olur olmaz, diyaframdaki sıcaklık dağılımı değişir (2). Giriş tarafında sıcaklık karakteristiği, giren hava bu alandan geçerken soğumaya yol açtığı için daha diktir. Başlangıçta diğer tarafta (motora daha yakın taraf) sensor elemanı soğur. Isıtıcı eleman tarafından ısıtılan hava o zaman sensor elemanını da ısıtır. Sıcaklık dağılımındaki değişiklik (ΔT), M_1 ve M_2 ölçüm noktaları arasında bir sıcaklık farkına yol açar. Havaya verilen ısı ve bu nedenle sensor elemanındaki sıcaklık karakteristiği hava kütlesi akışının bir fonksiyonudur. Sıcaklık farklılığı hava – kütle akışının bir ölçüsüdür ve geçen hava akışının sıcaklığından bağımsızdır. Bundan ayrı olarak, sıcaklık farklılığı yöne de bağlıdır. Yani hava kütlesi ölçücü giren havanın kütlesinin yanında yönünü de kaydeder. Çok ince mikromekanik diyafram yüzünden, sensor yüksek bir dinamik karşılık verir. (<15ms)

M_1 ve M_2 ölçüm noktalarındaki direnç farklılığı, sensor içine yerleştirilen bir elektronik değerlendirme devresi (karışık devre) ile 0....5V arasında analog bir sinyale çevrilir. Bu voltaj seviyesi ECU için uygundur. Sensor özellikleri kullanarak, ECU ile, ölçülen voltaj hava kütlesi akışını temsil eden bir değere (kg/h) dönüştürülür. HFM5 içerisine yardımcı fonksiyonlar için bir sıcaklık sensörü de yerleştirilebilir. Bu sensor plastik bir yuva içerisine yerleştirilir ve hava kütlesinin ölçülmesi için gerekli değildir.(Bauer, 2000)

Çizelge 3.6 İçerisinden geçen hava kütlesi akışına göre HFM5 sinyal voltajı.(Bauer, 2000)



1. Hava akışı olmaksızın sıcaklık görünümü, 2. Hava akışı olduğunda sıcaklık görünümü, 3. Sensor elemanı, 4. Isıtılan alan, 5. Sensor diyaframı, 6. Ölçüm tüpü ile birlikte HFM5, 7. Hava akışı, M_1 , M_2 Ölçüm noktaları, T_1 , T_2 Ölçüm noktalarındaki (M_1 , M_2), sıcaklık değerleri, ΔT Sıcaklık farkı



Şekil 3.46 Sıcak film hava kütlesi ölçücü: ölçme prensibi.(Bauer, 2000)

3.11 ECU

Modern dijital teknoloji araçta çok çeşitli kontrol fonksiyonlarının kurulmasına izin vermektedir. Aynı zamanda birçok etkileyici faktör hesap edilebilir böylece çeşitli sistemler maksimum etkinlikte çalıştırılabilir. ECU (Elektronik kontrol ünitesi), sensorlardan ve isteğe bağlı değer oluşturuculardan elektriksel sinyalleri alır, onları değerlendirir ve sonra tahrik ediciler için tetikleyici sinyalleri hesaplar. Kontrol programı özel bir hafıza içine depolanmıştır ve bir mikrokontrolcü programın çalışmasından sorumludur.

Çalışma şartları

ECU çok yüksek taleplere konu olmuştur; Çevre sıcaklıkları (ticari araçlar için normal çalışma sırasında $-40\text{.....}+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, yolcu araçları için $-40\text{.....}+70\text{ }^{\circ}\text{C}$), yağ ve yakıt gibi malzemelerin etkilerine karşı direnç, çevredeki rutubet, motordaki titreşimlere uygun mekanik yükleme.

Dizayn ve konstrüksiyon

ECU metal bir muhafaza içerisine konulur (Şekil 3.47), sensorlar, tahrik ediciler güç tedariki kısmına multi delikli bir bağlantı (1) içinden bağlanır. Tahrik edicilerin direkt tetiklenmesi için güç elektroniği parçaları ECU içerisine yerleştirilir ve bu şekilde mükemmel ısı dağılımı sağlanır. ECU direkt olarak motorun üzerine yerleştirildiği zaman, birleşik bir ısı havuzu ısıyı ECU muhafazasından yakıtta dağıtmak için kullanılır. (Sadece ticari araçlarda ECU soğutucu mevcuttur)

Parçaların çoğu SMD teknolojisini ile monte edilir. (SMD; Yüze monte edilmiş cihaz). Genel kablo şebekesi bazı güç elektroniği parçalarında kullanılır. Böylece yerden ve ağırlıktan tasarruf edilmiş bir dizayn gerçekleştirilebilir.(Bauer, 2000)

3.11.1 Veri İşlemleri

3.11.1.1 Giriş Sinyalleri

Çevredeki tahrik edicilere ilave olarak, sensorlar araç ile ECU arasında bir ara kademeyi temsil ederler. ECU, sensorlardan, aracın kablo şebekesi ve diğer bağlantılarından elektriksel sinyalleri alır. Bu sinyaller aşağıdaki tiplerde olabilir;

Analog giriş sinyalleri

Verilen bir aralık içinde analog giriş sinyalleri herhangi bir voltaj değerini gösterir. Analog olarak ölçülen değerlere örnek verecek olursak; giren havanın kütlesi, akü voltajı, giriş manifoldu ve itici basınç, soğutucu ve giren hava sıcaklığıdır. Bir A/D çevirici ECU nun mikrokontrolcüsü içerisinde, bu değerleri dijital değerlere çevirir, mikroişlemci hesaplamaları yapar. Sinyal çözünürlüğü çevrim sırasında kullanılan safhaların sayısına bağlıdır.

Dijital giriş sinyalleri

Bu giriş sinyallerinin sadece iki safhası vardır. Bunlar ya yüksek ya da düşük düzeydedir. Dijital giriş sinyallerine örnek olarak açma/kapama düğmesi sinyalleri veya dönme hızı gibi dijital sensor sinyalleri verilebilir. Böyle sinyaller direkt olarak bir mikrokontrolcü tarafından işleme tabi tutulurlar.

Nabız şeklinde giriş sinyalleri

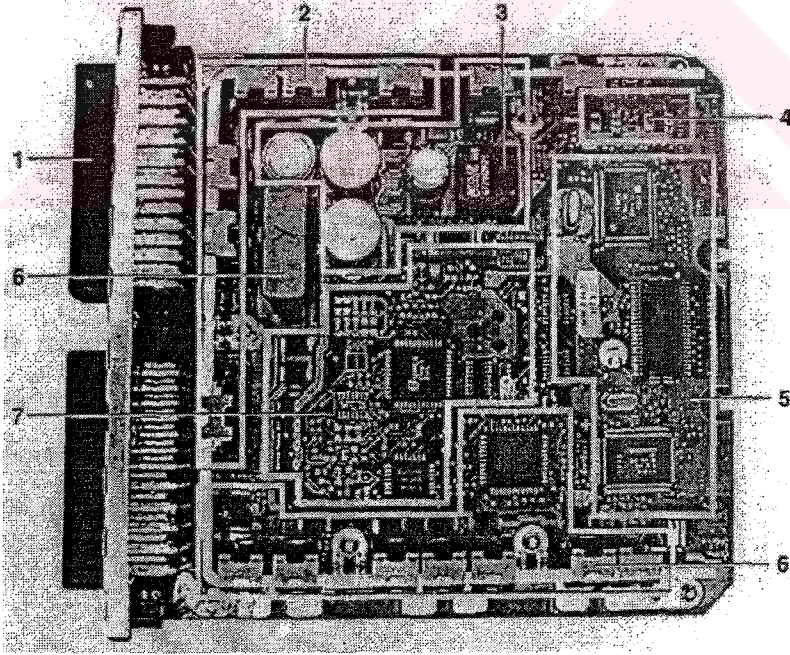
Dönme hızı ve referans işaret ile ilgili bilgi ihtiva eden sensorlardan alınan nabız şeklindeki sinyaller, kendi ECU devresi içinde şartlandırılmıştır. Burada nabız şeklindeki sinyaller dijital dikdörtgenel sinyallere çevrilir.(Bauer, 2000)

3.11.1.2 Sinyal Şartlandırılması

İzin verilen maksimum voltajda giriş sinyallerini sınırlayabilmek için koruyucu bir devre kullanılır. Sinyal şartlandırma entegrasyon seviyesine bağlı olarak sensor içinde tamamen veya kısmi olarak yapılabilir.(Bauer, 2000)

3.11.1.3 Sinyal İşlemleri

ECU, sistem kontrol merkezidir ve fonksiyonel işlem sıralarından sorumludur. Kapalı ve açık loop kontrol fonksiyonları, mikrokontrolcü içinde yapılır. Sensorlardan, istenilen değer oluşturuculardan ve diğer sistemlerden alınan giriş sinyalleri girişte çeşitli görevler yaparlar. Bilgisayarda daha gelişmiş bir kontrol yapılmasını sağlarlar.



1. Dış bağlantı, 2. Düşük güçte sürüş safhaları, 3. Güç tedariki, 4. CAN, 5. Mikrokontrolcü göbek, 6. Yüksek güçte sürüş safhaları, 7. Genel giriş ve çıkış devreleri

Şekil 3.47 ECU dizayn ve konstrüksiyonu.(Bauer, 2000)

Çıkış sinyalleri, program, karakteristik eğriler ve haritalar kullanılarak hesaplanır.

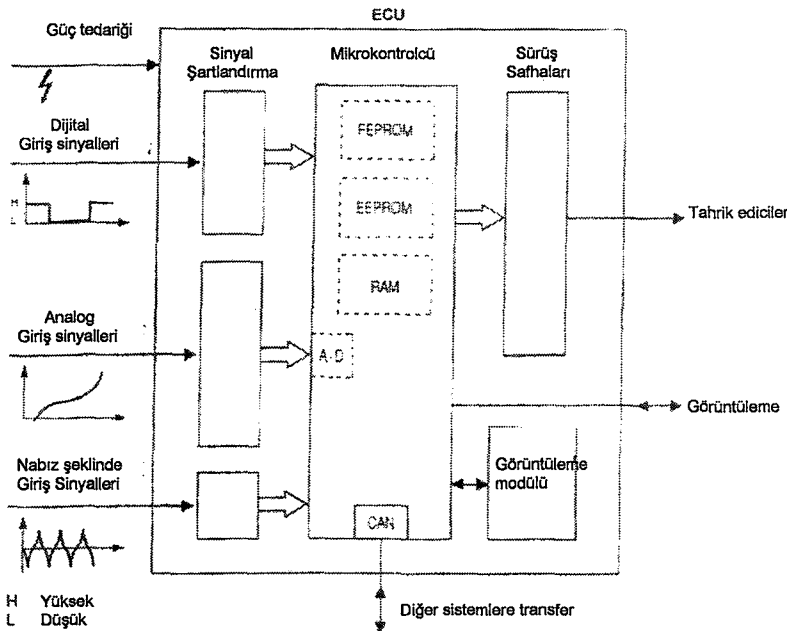
Program hafızası

Çalışmak için mikrokontrolcü sadece okunan hafızada (ROM veya EPROM) depo edilen bir programa ihtiyaç duyar. Bu hafıza ayrıca belirli datalar da içerir. (bireysel datalar, karakteristik eğri ve haritalar). Bunlar aracın çalışması sırasında değiştirilemeyen verilerdir.

Geniş araç çeşitliliğinden dolayı farklı veri kayıtlarına ihtiyaç duyulması nedeniyle, bir otomobil imalatçısı tarafından istenilen ECU tipleri sınırlanmalıdır. Burada taze EPROM (FEPRM) un tüm hafıza alanı bir program ile programlanabilir ve araç üretim hattından çıkarken çeşitli veriler kaydedilir. (Bu EoL = hat sonu programlama ile biter). Hafıza içinde değişik çeşitli verileri depolamak ta mümkündür. (örneğin belirli ülkelerde). Bu EoL programı ile seçilebilir.

Veri depolama

Bir RAM, aritmetik ve sinyal değeri olarak değişebilen verileri saklamak için gereklidir. RAM doğru bir şekilde çalışabilmek için sürekli bir güç tedarikğine ihtiyaç duyar. ECU kapatıldığında bu hafıza tüm stoğunu kaybeder (geçici bir hafızadır). Sistemin çalışma sırasında elde ettiği değerler, ki bunlar motor ve çalışma safhaları ile ilgilidir, ECU 'nun tekrar açılmasından sonra tekrar öğrenilmelidir. Kaybedilmemesi gereken veriler (örneğin immobilizer için olan kodlar ve hata deposundaki veriler) sürekli bir şekilde bir EEPROM' da saklanır. Bu durumda hafızadaki veri deposu kaybedilmez, akü bağlantısı kesilse bile etkilenmez.



Şekil 3.48 ECU'daki sinyal işlemleri.(Bauer, 2000)

ASIC

ECU fonksiyonlarının hep artan karmaşıklığı, mikrokontrolcünün hesaplama gücünü yetersiz yapmıştır. Burada çözüm ASIC olarak adlandırılan modüller kullanmaktır. (Uygulamaya özel entegre edilmiş devre). Bu entegre edilmiş devreler, ECU geliştirme departmanlarından alınan verilere göre dizayn edilir ve üretilirler, ekstra bir RAM kullanılmasıyla giriş ve çıkış sinyalleri değerlerinden etkilenirler, PWM sinyalleri oluşturur ve iletirler.

Görüntüleme modülü

ASIC içerisine yerleştirilmiş bir görüntüleme devresi, ECU'ya dahil edilmiştir. Mikrokontrolcü ve görüntüleme devresi birbirine nezaret ederler ve hata belirlenir belirlenmez her biri bağımsız şekilde yakıt püskürtmeyi kapatabilirler.(Bauer, 2000)

3.11.1.4 Çıkış Sinyalleri

Çıkış sinyalleri ile mikrokontrolcü sürüş safhalarını tetikler. Bunlar genellikle direkt olarak tahrik edicileri çalıştıracak kadar güçlüdür. Sürüş safhaları kısa devrelere karşı ve fazla elektriksel yüklemekten dolayı tahribata karşı korunurlar. Sürüş safhası kontrolcüsü tarafından belirlenen sensor hataları mikrokontrolcüye rapor edilir.

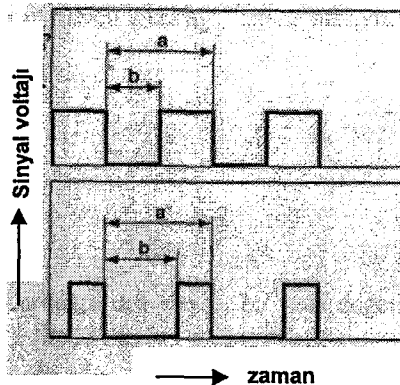
Açma/kapama sinyalleri

Bunlar tahrik edicileri açıp kapamak için kullanılırlar. (Örneğin motor fanı için)

PWM Sinyalleri

Dijital çıkış sinyalleri PWM şeklinde (Nabız genişliği modülü) olabilir. Bunlar dörtgensel sinyallerdir, sabit frekanslıdır fakat zamana bağlı değişkenler.(Bauer, 2000)

Çizelge 3.7 PWM sinyalleri.(Bauer, 2000)



a) Belirlenmiş frekans, b) Zamana bağlı değişkenlik

3.11.1.5 ECU İçerisindeki İletişim

Mikrokontrolcüyü görevinde destekleyebilmek için çevredeki parçalar onunla iletişim halinde olmalıdır. Bu bir veri adresleme sistemi kullanılarak olur. Örneğin RAM içindekilerin giriş yapacağı bir yeri adresler. Veri şebekesi ilgili verileri iletmek için kullanılır. Önceki otomotiv uygulamalarında, 8 bitlik, 256 değerın aynı anda iletimi mümkündü. Bugün daha karışık sistemler 16 bit, hatta 32 bit'i talep etmektedirler. Veri iletimi ve adresleme için multiplexleme yapılmaktadır. Böylece veri ve adresler aynı hatlar içerisinde sevkedilebilmektedir.(Bauer, 2000)

3.11.1.6 Birleştirilmiş Görüntüleme

Sensor görüntüleme

Güç tedarikinin uygun olup olmadığını ve çıkış sinyalinin izin verilen aralıkta (örneğin bir sıcaklık sensorunda bu - 40 ile + 150 °C arasındadır.) olup olmadığını araştırmak için, sensorlar birleştirilmiş bir görüntüleme özelliği ile görüntülenirler.

Hata tespiti

Bu, belirli sensorların görüntüleme aralıkları içinde mümkündür. Kapalı bir loop kontrol özelliği gösteren fonksiyonlarda (örneğin basınç görüntüleme), verilen bir kontrol aralığından sapmayı belirlemek te mümkündür. Sinyal uzunluğuna bağlı olarak bir kez hata tespit edildiyse, ayrıntıları ile birlikte (örneğin soğutucu sıcaklığı, motor hızı vb.) ECU'da saklanır.

Hata durumundaki reaksiyon

Eğer sensorun sinyal çıkışı izin verilen aralığın dışındaysa, bir hata değeri gösterilir. Bu işlem şu giriş sinyalleri için kullanılır; Akü voltajı, Soğutucu, giriş havası ve yağ sıcaklığı, İtici basınç, Atmosferik basınç ve giren hava miktarı.(Bauer, 2000)

3.11.2 EDC Çalışma Prensipleri

ECU, dış sensorlardan aldığı sinyalleri değerlendirir ve izin verilen voltaj seviyesine göre onları sınırlandırır. Bu giriş verisini ve saklanan haritaları kullanarak mikroişlemci püskürtme süresini hesaplar, püskürtmeyi (ani) başlatır ve bu zamanları piston hareketine uygun şekilde zamanın fonksiyonu olarak sinyal özelliklerine çevirir. Motorun yüksek dinamik kuvvetleri ve hızını hesap edersek, tam doğrulukta taleplere uyumun sağlanması için yüksek seviyede bir hesaplama gücü gereklidir. Çıkış sinyalleri, sürüş safhalarını tetiklemek için kullanılır, sürüş

safhaları tüm tahrik ediciler için uygun güç tedarik eder (örneğin solenoid valfler). Sürüş safhaları, kısa devreler ve fazla elektrik yüklemeleri yüzünden olan tahribat ve zarara karşı korunurlar. Kablo açık devreleri gibi fonksiyonlar mikroişlemciye rapor edilir.(Bauer, 2000)

3.11.2.1 Çalışma Durumu Kontrolü

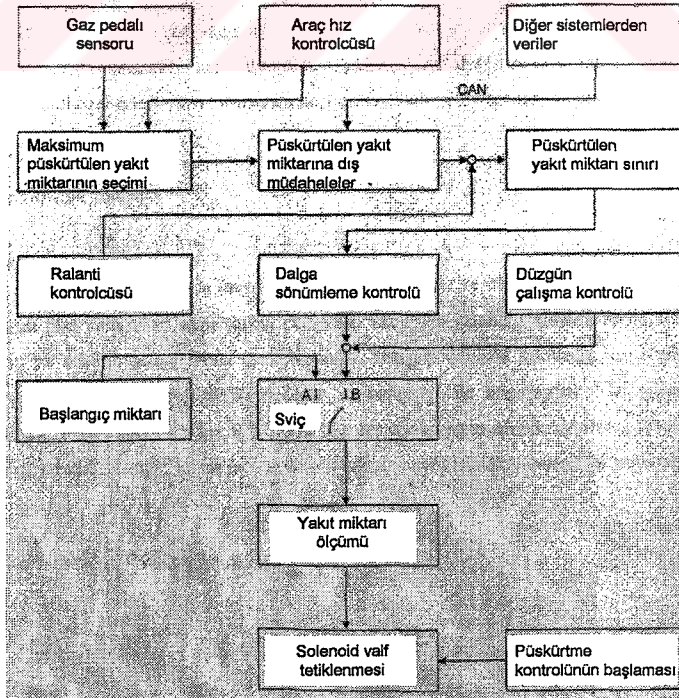
Motorun her zaman en iyi yanma ile çalışmasını sağlayabilmek için, her çalışma safhasında püskürtülen gerekli yakıt miktarı, ECU'da hesaplanmalıdır. Prosesteki (Şekil 3.49) tüm miktarlar hesaba katılmak zorundadır.

Başlangıç miktarı

Başlangıç için püskürtülen yakıt miktarı, soğutucu sıcaklığının ve motorun dönme hızının fonksiyonu olarak hesaplanır. ECU, kızıl ışık anından ve başlatıcı (starter) svicin verilen bir motor hızına ulaşmaya kadar dönmesine dek (Şekil 3.49, sviç A pozisyonunda), “başlangıç miktarı” sinyali çıkarır. Sürücünün başlangıç miktarı üzerinde bir etkisi yoktur.

Sürüş

Araç çalışıyor iken, püskürtülen yakıt miktarı, gaz pedalı ayarının (gaz pedalı sensörü) ve motor hızının (Şekil 3.49, sviç B pozisyonunda) bir fonksiyonu olarak hesaplanır ve “araç haritası” kullanılır. Bu, sürücünün isteklerine ve aracın gücüne en uygun yöntemdir.



Sviç pozisyonu A: Başlangıç, Sviç pozisyonu B: Sürüş

Şekil 3.49 ECU'daki püskürtülen yakıt miktarının hesabı.(Bauer, 2000)

Boşta çalışma hız kontrolü

Boşta çalışmada, yakıt tüketimi motorun verimi ve boşta çalışma hızı ile belirlenir. Bugünün yoğun dur – kalk trafiğinde, bir aracın yakıt tüketiminin büyük bir kısmı boşta çalışmaya bağlanabilir. Yani bir şekilde boşta çalışma hızı minimumda tutulmalıdır. Diğer taraftan da yüklemeyi hesaba katmadan bu asla minimum seviyeye düşmeyecektir, böylece motor kaba bir şekilde çalışacak ve hatta duraksayacaktır.

İstenilen ralanti hızını sağlamak için, boşta çalışma hız kontrolcüsü, püskürtülen yakıt miktarını, istenilen ralanti hızına uygun ölçüye gelene kadar değiştirir. Burada istenilen ralanti hızı ve kontrol özellikleri vites kutusunda seçilen dişliden ve motor sıcaklığından etkilenir.

Düzgün çalışma kontrolü

Motorun ömrü boyunca meydana gelen değişiklikler ve mekanik toleranslar yüzünden, motorun tüm silindirleri aynı torkta çalışmaz. Özellikle ralanti sırasında bu motorun eşit olmayan bir şekilde çalışmasıyla sonuçlanabilir. Düzgün çalışma kontrolü, her ateşlemeden sonra dönme hızındaki değişiklikleri ölçer ve birbirleri ile karşılaştırır. Her silindir için püskürtülen yakıt miktarları hız farklılıklarının bir fonksiyonu olarak ayarlanır, böylece her silindirin mümkün olduğu kadar motorun tork çıkışına aynı iştiraki göstermesi sağlanır.

Araç hızı kontrolü (Yol Kontrolü)

Yol kontrolü olarak ta adlandırılan bu kontrol, aracın sabit bir hızda kullanılmasına olanak verir. Araç panelindeki bir seviye göstergesinde seçilen bir seviye ile aracın hızını istenilen değere ayarlanır. Ölçülen hız istenilen hıza gelene kadar, püskürtülen yakıt miktarı artar veya azalır. Sürücü frene bastığında bu hareket otomatik olarak kontrol prosesini kapatır. Gaz pedalı, istenilen hızın ilerisinde bir hız elde etmek için kullanılabilir. Gaz pedalının bırakılmasıyla, yol kontrolcüsü hızı en son istenilen değere ayarlar. Benzer şekilde yol kontrolcüsünün kapanmasıyla gösterge değişir böylece aracın hızı son geçerli hıza ayarlanmış olur.

Püskürtülen yakıt miktarı sınırının kontrolü

Fiziksel olarak mümkün olan yakıt miktarı veya sürücünün istemiş olduğu yakıt miktarının püskürtülememesinin birkaç sebebi vardır; Bu istenilen seviye şu tehlikeleri içermektedir; Aşırı derecede kirletici emisyonlar, çok fazla is oluşumu, aşırı torktan veya aşırı hızdan kaynaklanan mekanik yüklenme, yüksek soğutucu, yağ veya egzost gazı turboşarjı sıcaklıklarından dolayı termal yüklenme.

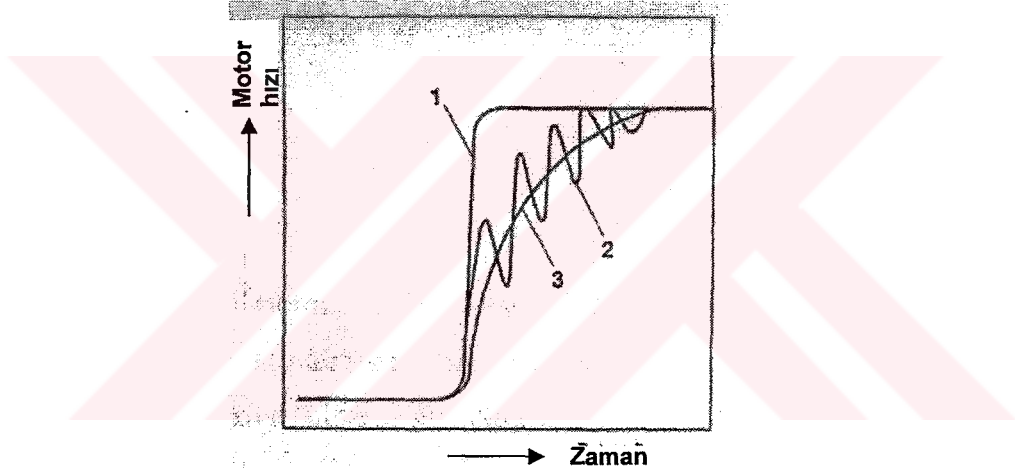
Püskürtülen yakıt miktarı sınırı, birçok giriş değişkenlerine bağlı olarak oluşur; örneğin giren hava kütlesi, motor dönme hızı ve soğutucu sıcaklığı gibi...

Büyük dalga sönümlenme kontrolü

Gaz pedalının aniden bırakılması veya bastırılması, püskürtülen yakıt miktarının hızlı değişmesine yol açar ve motor çıkış torku da değişir. Beklenmedik yük değişikliğinin bir sonucu olarak, esnek motor süspansiyonu ve sürüş kolu, motor hızında dalgalanmaya yol açan salınımlar oluşturur. (Çizelge 3.8)

Dalga sönümlenme kontrolü seçeneği, salınım ile aynı süre içinde püskürtülen yakıt miktarını değiştirerek, bu periyodik motor hızı dalgalanmalarını azaltır. Hız arttığı zaman, daha az yakıt püskürtülür. Dalgalanma hareketleri sonuç olarak önemli derecede azaltılır.

Çizelge 3.8 Dalga sönümlenme kontrolü.(Bauer, 2000)



1. Ani gaz pedalı hareketi, 2. Dalga sönümlenme kontrolü olmaksızın hız karakteristiği, 3. Dalga sönümlenme kontrolü olduğunda hız karakteristiği

Yükseklik ayarı

Atmosferik basınç, tork sınırlamasını ve itici basınç kontrolünü etkiler. Atmosferik basınç sensörü kullanılarak bu ECU tarafından ölçülebilir, böylece fazla yüksekliklerde püskürtülen yakıt miktarı azaltılabilir ve bu şekilde duman emisyonu da azalır.

Silindir kapanışı

Yüksek motor hızlarında torku azaltmak için çok az yakıt püskürtmenin yerine, silindirin kapatılması da seçilebilir. Burada enjektörlerin yarısı kapatılır (UIS, UPS, CR) ve kalan enjektörler daha yüksek doğrulukta daha fazla yakıt tedarik ederek çalışır.

Motorun kapatılması

Diesel motorunun çalışması otomatik ateşleme prensibine göredir. Yani, motor sadece yakıt tedariginin kesilmesi ile durdurulabilir. (EDC), Elektronik diesel kontrolünde motor, ECU şartı; Püskürtülen yakıt miktarı; sıfır, durumunda durdurulabilir. UIS ve UPS gerçekten güvenlidir. Diğer bir deyişle, istenmeyen püskürtme en fazla bir kez olabilir.(Bauer, 2000)

3.11.2.2 Bilgi Aktarımı

Motorun ECU'su ve sistemdeki diğer ECU'lar arasındaki iletişim CAN (Alan kontrolcü şebeke) ile yapılır. İstenilen ve ayarlanan değerler, çalışma verileri, etkili çalışma ve hata kontrolleri, durum bilgileri bu şekilde iletilir.

Püskürtülen yakıt miktarına dış müdahaleler

Burada, motorun torkunun değiştiğini veya değişmediğini motorun ECU'suna haber veren diğer ECU'lar (Örneğin; ABS, TCS gibi) vasıtasıyla püskürtülen yakıt miktarı etkilenir. Değişip değişmemesi gerektiğini, değişecekse ne kadar olması gerektiğini de belirlerler.

Elektronik immobilizer

Araçtaki hırsızlık önleme tedbirlerini desteklemek için, motorun çalışmasını engelleyen bir immobilizer ECU yerleştirilebilir. Sürücü aracın kullanılmasını yetkiye bağlayarak ECU'ya bir sinyal olarak bunu gönderebilir. Immobilizer ECU o zaman motor ECU'suna yakıt püskürtme direktifini verir, böylece motor çalışabilir ve araç kullanılabilir.

Hava soğutucu

Dışarıdaki sıcaklık çok yüksek olduğunda, havalandırma araç içindeki havayı soğutucu kompresör ile istenilen seviyeye kadar soğutur. Motora ve belirli çalışma durumuna bağlı olarak, kompresörün gücünün motor çıkış gücünün %30 una karşılık gelmesi gereklidir.

Eğer sürücü gaz pedalına aşırı hızlı basarsa, EDC kompresörü derhal kapatır. Böylece aracı hızlandırmak için tam motor gücüne ihtiyaç duyulur, iç sıcaklıkta önemsiz bir etki yapar.

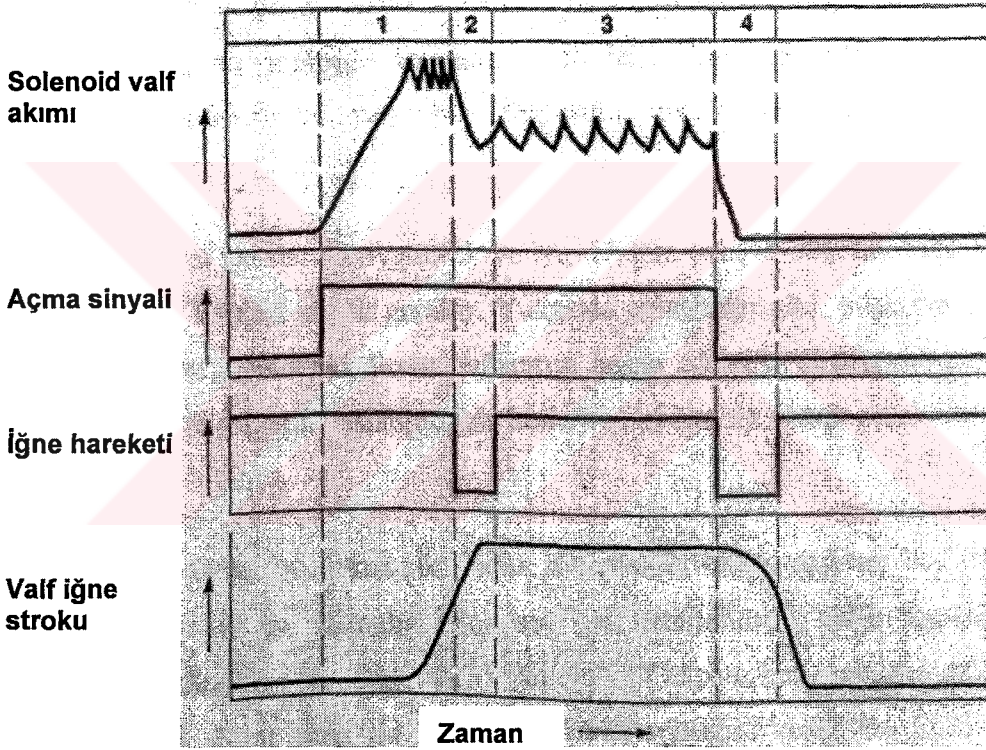
Kızıl ışık kontrol ünitesi

Motor ECU'su, ne zaman ve ne kadar süre ile kızıl ışık tapalarının ısıtılması gerektiği bilgisini kızıl ışık kontrol ünitesine sağlamaktadır. Kızıl ışık kontrol ünitesi, kızıl ışık prosesini görüntüler ve motor ECU'suna herhangi bir fonksiyonu rapor eder.(Bauer, 2000)

3.11.2.3 UI/UP Solenoid valfler: Tetikleme

Solenoid valflerin tetiklenmesi sürüş safhalarını etkiler. Tetikleme sırasında akım kontrolü kullanılır, bu tetikleme prosesini bir akım toplama safhası ve bir akım tutma safhasına ayırır. Bu iki safha arasında, solenoid valf kapanma noktasını belirleyebilmek amacıyla kısa bir periyod için, sabit bir voltaj uygulanır. Akım kontrolü tam doğrulukla yapılmalıdır, böylece püskürtme pompası veya enjektör her zaman, her çalışma aralığında tekrarlanabilir püskürtme sonuçları oluşturabilir. Akım kontrolü ayrıca ECU ve solenoid valf güç kayıplarının azaltılmasından da sorumludur. Her bir tetikleme safhasının hesaplanmasından mikrobilgisayar sorumludur.

Çizelge 3.9 Solenoid valflerin tetiklenme sırası.(Bauer, 2000)



1. Akım toplama, 2. BIP meydana gelişi, 3. Akım tutma, 4. Dik bir şekilde enerjinin bastırılması

Püskürtme periyodu (BIP) nun başlangıcının kontrolü

BIP, solenoid valfin kapanıp, pompa yüksek basınç odasındaki kuvvetli basıncın başladığı an olarak tanımlanır. Basınç, ağız iğnesi açılış basıncını geçer geçmez, ağız açılır ve püskürtme başlar (püskürtmenin başlaması). Gerçek yakıt ölçümü, dağıtım başlangıcı ile solenoid valf tetiklenmesinin sonu arasında yapılır. Bu, dağıtım periyodu olarak adlandırılır.

BIP'in motorun güç çıkışı, yakıt tüketimi, vuruş ve emisyonlar üzerinde etkisi vardır. Bunun ayar noktasındaki değeri, püskürtülen yakıt miktarı ve motor hızının bir fonksiyonudur ve ECU içindeki karakteristik haritalarda saklanır.

Solenoid valflerin görev ömrü boyunca meydana gelen değişiklikler ve üretim toleransları yüzünden, bir motorda solenoid valflerin açılma zamanları arasında küçük farklılıklar olabilir. Bu, her bir pompanın püskürtmesinin farklı başlamasına yol açar.

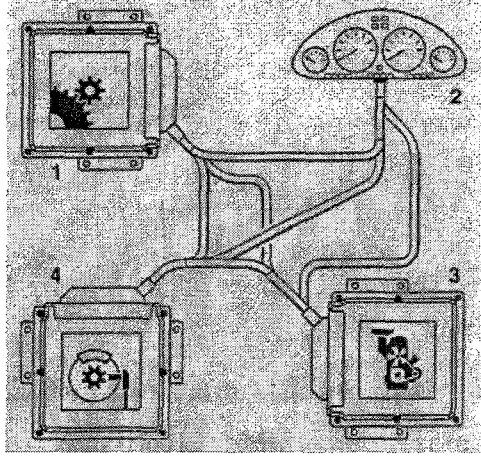
Emisyon kontrol yasalarına uygunluk ve iyi, düzgün çalışan değerler elde etmek için, bunları uygun şekilde kontrol etmek gerekir. Yukarıda anlatıldığı gibi, püskürtme başlangıcı ve dağıtımın başlangıcı arasındaki direkt bağlantıyı hesap edersek, püskürtme başlangıcının tam olarak kontrolü için dağıtım başlangıcında kesin verilere sahip olmak gereklidir.

Solenoid valf akımının elektronik olarak değerlendirilmesi, dağıtım başlangıcını tam olarak belirlemek için kullanılmaktadır. Solenoid valf tetiklenmesi, valfin kapanmak üzere olduğu andaki sabit voltaj ile meydana gelir. Solenoid valf kapanırken meydana gelen indüktif etki, bu noktada valf akımı eğrisinin belirli bir karakteristiğini verir. Bu ECU tarafından değerlendirilir ve her solenoid valfin kapanma zamanı için hesap edilen ayar noktasından olan sapmalar, sonraki püskürtme sırasında kullanılmak üzere saklanır.(Bauer, 2000)

3.11.3 Diğer Sistemlere Veri Transferi

Sistem görünümü

Otomotiv fonksiyonları için elektronik kontrol sistemlerinin artan bir şekilde kullanılması; örneğin, Elektronik motor yönetimi ve püskürtme pompası kontrolleri, Elektronik iletim kontrolü, Anti – kilit frenleme sistemi (ABS), Çekiş kontrol sistemi (TCS), Elektronik denge programı (ESP), Motor tork kontrolü (MSR), Elektronik immobilizer (EWS), her bir ECU'nun şebeke şeklinde bağlanmasını gerekli kıldı. Çeşitli kontrol sistemleri arasındaki bilginin aktarımı performansı artırırken, sensorların sayısını da azaltmaktadır. Özellikle otomotiv uygulamaları için geliştirilmiş olan, iletişim sistemleri arasındaki şebekeler ikiye ayrılır; Genel şebekeler, Seri şebekeler, örneğin Alan kontrolcü şebeke (CAN).(Bauer, 2000)



1. İletim değişim kontrolü, 2. Gösterge, 3. Motor yönetimi, 4. ABS / ESP

Şekil 3.50 Genel veri transferi.(Bauer, 2000)

3.11.3.1 Genel Veri Transferi

Genel otomotiv veri iletimi sistemlerinde, her sinyal tek bir hatta tahsis edilir. (Şekil 3.50). Sinyaller sadece şu iki şarttan biri olarak iletilebilirler: “1” veya “0” (Yüksek veya düşük). Çeşitli elektronik kısımlar arasındaki artan veri trafiği göstermektedir ki, genel şebekeler uzun süre memnun edici bir performans göstermemektedir. Akım kablolarının kullanımının karışıklığı ve birleştirilen çıkış noktalarının ebatları zaten yönetim için çok zorluk çıkarmaktadır ve ECU’lar arasındaki veri iletişimi için gerekli olan ihtiyaçlar artmaktadır. Bazı araçlarda ECU’ların herbiri 30 farklı parçaya kadar şebekeye bağlanmıştır ve akla uygun bir maliyetli genel kablo sistemi ile çözüme ulaşmak mümkün olmayacaktır.(Bauer, 2000)

3.11.3.2 Seri Veri Transferi (CAN)

Kablolar kullanılarak yapılan iletimde veri transferinde karşılaşılan problemler şebeke sistemleri kullanılarak çözülebilir. CAN, otomotiv uygulamaları için özel olarak dizayn edilmiş bir sistemdir. Veri, seri hale getirilir böylece bilgi çeşitleri tek bir hat üzerinde birinden diğerine aktarılır. ECU’lar bir CAN seri şebekesi ile donatılır ve böylece CAN şebeke hattından verileri alabilir ve iletebilirler.

Uygulama alanları

Araçlarda CAN için dört temel uygulama alanı vardır;

Multiplex uygulamaları

Multiplex, gövde elektroniği kısımlarındaki parçaların açık ve kapalı loop kontrolü, konfor ve rahat için uygundur. Buna iklim kontrolü, merkezi kilitleme ve koltuk ayarları da dahildir.

Transfer oranları 10 kbit/s ile 125 kbit/s arasındadır. (Düşük hızlı bir CAN için)

Mobil iletişim uygulamaları

Mobil iletişim uygulaması alanında telefon ve ses tesisatı gibi kısımlar merkezi bir gösterge ve kullanma ünitesi ile birleştirilir. Burada amaç çalışma özelliklerini mümkün olduğunca standartlaştırmak ve bir noktadaki durum bilgisine konsantre olabilmektir, böylece sürüşte olabilecek beklenmedik olaylar minimuma indirilir. Transfer oranları 125 kbit / s ye kadardır.

Görüntüleme uygulamaları

CAN kullanılarak yapılan görüntüleme uygulamaları, bağlı ECU'ların görünümünü şebeke yardımıyla takip etmek için amaçlanmıştır. Veri transfer oranı 500 kbit/s olarak planlanmıştır.

Anlık kontrol uygulamaları

Anlık kontrol uygulamaları, aracın hareketini kontrol etme şeklinde hizmet ederler. Burada, motor yönetimi, iletim kontrolü, elektronik denge programı (ESP) gibi elektriksel sistemler birbirine şebeke ile bağlanmıştır. Genel olarak, veri transfer oranları 125 kbit/s ile 1 Mbit/s arasındadır (yüksek hızlı CAN).

ECU şebekesi

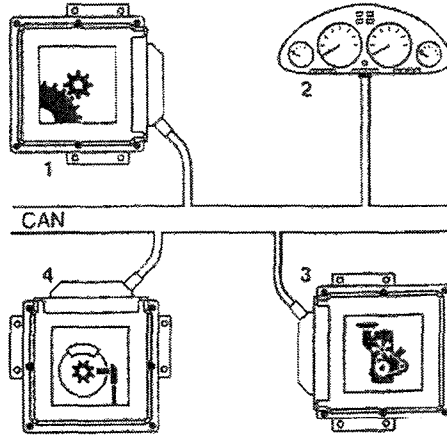
Bu stratejide, motor yönetim sistemi, anti kilitlenme fren sistemi (ABS), çekiş kontrol sistemi (TCS), elektronik denge programı (ESP) ve elektronik iletim kontrolü vb. gibi elektronik sistemler, CAN şebekesi ile birbirlerine bağlanmıştır. ECU'lar lineer ve dengeli şekilde sıralanırlar (Şekil 3.51). Bu yapının avantajı "multimaster prensibi" olarak bilinir ve bir elemanda (abonede) meydana gelecek hata diğerlerinin değerlendirmesini etkilemeyecektir. Böylece toplam hata olma ihtimali diğer bölgesel yapılara göre önemli derecede daha azdır.

Veri transfer oranları 125 kbit/s ile 1 Mbit/s arasındadır. Bu transfer oranlarına göre örneğin motorun ECU'sundan bir veri, ECU dişli kutusuna sadece birkaç mili saniye içinde ulaşır.

İçerik temelli adresleme

CAN şebeke sistemi her istasyonu ayrı bir şekilde adreslemez fakat her mesajı tespit edilen 11 bit'lik bir uzunlukta bir tanımlayıcıya ayırır (yolcu araçları için standart format). Bu ticari

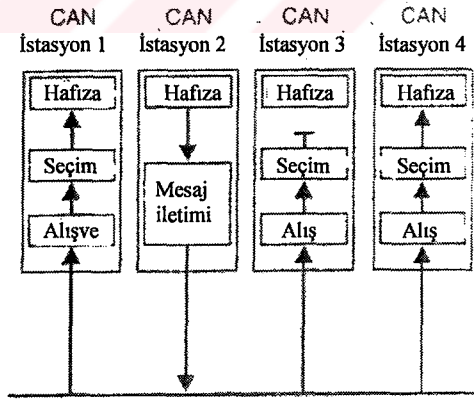
araçlar için biraz daha genişletilmiştir, 29 bit'tir. İsminden de anlaşılacağı üzere, bu mesajın içeriğini tanımlar (örneğin, motor hızı). Birkaç sinyal tek bir mesajda toplanabilir.(örneğin sviç pozisyonlarının sayısı)



1. İletim kontrolü, 2. Gösterge, 3. Motor yönetimi, 4. ABS / ESP

Şekil 3.51 Lineer yerleşim şekli.(Bauer, 2000)

Her istasyon, sadece kendi mesaj listesine göre kabul edilen veriler için işlem yapar. (mesaj süzme, Şekil 3.52). Diğer mesajlara önem verilmez. Bu fonksiyon özel bir CAN modülü sayesinde gerçekleştirilir böylece mikrokontrolcü üzerine daha az yük bırakılır. Temel CAN modülleri, tüm mesajları okur ve mikrokontrolcü o zaman hafızadaki sıraya göre kabul eder. İçerik temelli adresleme ile, tek bir sinyal istasyonların bir miktarına gönderilebilir.



Şekil 3.52 Mesaj süzme ve adresleme.(Bauer, 2000)

Öncelik sırası

Tanımlayıcı sadece veri içeriğini göstermekle kalmaz, ayrıca mesajın öncelik oranını da belirler. Hızlı değişen sinyaller (örneğin motor hızı), veri kaybı ve gecikme olmadan iletilmelidir. Bir sonuç olarak, bu hızlı değişen sinyaller için, yavaş süratli değişen içerikli

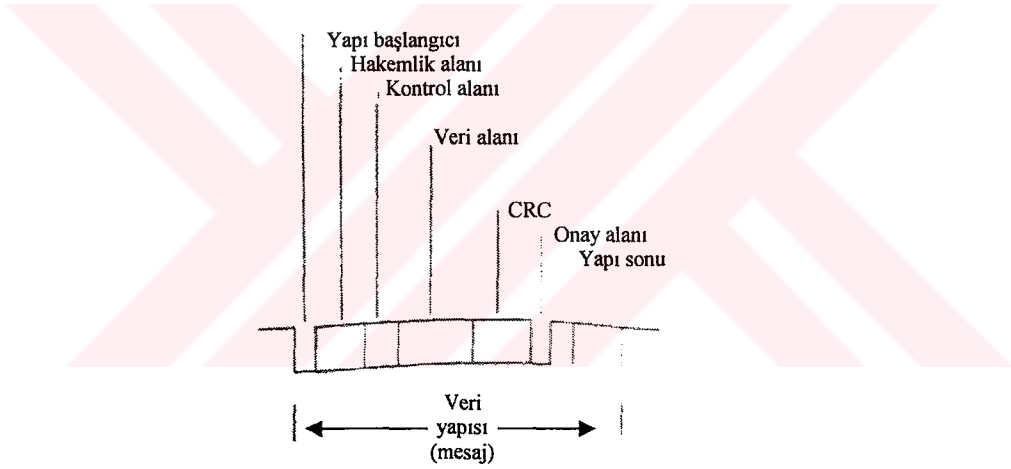
olanlara göre, daha yüksek bir öncelik sırası tayin edilir (örneğin motor sıcaklığı). Buna ilave olarak mesajlar “önem derecesine” göre sınıflandırılır (örneğin emniyet ile ilgili fonksiyonlara yüksek önem oranı verilir).

Hakemlik

Her istasyon, en yüksek önceliğe sahip mesajını iletmeye başlayabilir. Eğer aynı zamanda birkaç istasyon iletmeye başlarsa, veri “bit” leri kaybı ve herhangi bir gecikme olmaksızın, en yüksek öncelik sırasındaki mesajın ilk olarak verilmesiyle iletim gerçekleşir. Bu çekinik (1) ve baskın (2) bitler kullanılarak yapılır, baskın bitler çekinik bitlerin üzerine yazılır.

Mesaj formatı

Veri iletimi için max. 130 bit veya 150 bit uzunluğunda bir veri yapısı (130 bit; standart format, 150 bit; genişletilmiş format), oluşturulur. Veri yapıları sıralı yedi alandan ibarettir (Şekil 3.53).



Şekil 3.53 Mesaj formatı.(Bauer, 2000)

Yapı başlangıcı, bir mesajın başlangıcını ve tüm istasyonlara senkronize olmasını gösterir. Hakemlik alanı mesaj tanımlayıcı ve ilave bir kontrol bit'inden ibarettir. Daha yüksek öneme sahip olan mesaja öncelik gösterilmesini sağlar. Kontrol alanı, veri alanındaki veri baytlarının numarasını gösteren kodlardan oluşur. Bu alıcıya bütün bitlerin alınıp alınmadığını belirlemek için olanak verir. Veri alanı bilgi içeriği 0 ile 8 bayt arasındadır. 0, veri uzunluğunda bir mesaj, dağıtılan işlemleri senkronize etmek için kullanılır. CRC (Gereksiz dönüp dolaşanların kontrolü), muhtemel iletim karışıklıklarını belirlemek için bir kontrol kelimesinden oluşur. Onay alanı, tüm istasyonlardan alınan bozulmuş olmayan mesajların alındığına dair onay sinyallerinden oluşur. Yapı sonu, mesajın sonunu belirtir.

Birleştirilmiş görüntüleme

CAN sistemi, hata belirlenmesi için bir kontrol mekanizması sırasını birleştirmektedir. Bir istasyon bir problem belirlediği zaman, işlemdeki iletimi kesici yönde, bir hata bayrağı ile cevap verir. Bu diğer istasyonların hatalı iletim verisini kabul etmelerini önler.

Standartlaştırma

Uluslararası standartlar organizasyonu (ISO) ve SAE, otomotiv uygulamalarındaki veri transferi için CAN standartlarının şu şekilde kullanılabileceği sonucuna vardı; Düşük hızlı uygulamalar için 125 kbit/s ye kadar (ISO 11519 – 2) ve Yüksek hızlı uygulamalar için 125 kbit/s nin üzerinde (ISO 11898 ve SAEJ22584/yolcu araçları için ve SAEJ1939 / kamyon ve otobüsler için). Bundan başka, CAN için bir ISO standardı (ISO 15756 – taslak) da hazırlanmaktadır.(Bauer, 2000)

3.12 Tahrik Ediciler

Tahrik ediciler ECU'dan aldığı elektriksel çıkış sinyallerini mekanik değerlere çevirir (örneğin, kısıcı valf veya EGR valfinin ayarı için).(Bauer, 2000)

3.12.1 Elektropnömatik Tahrik Ediciler

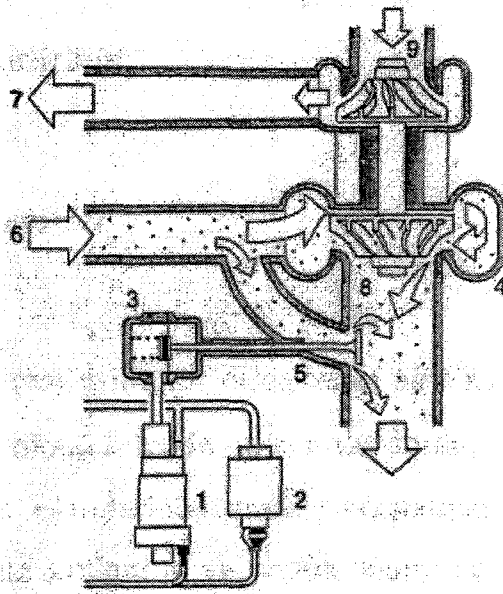
İtici basınç tahrik edicisi

Düşük motor hızlarında yüksek motor torkunu sağlamak için, egzost gazı turboşarjcısı dizayn edilmiştir. Bunun görevi bu dönme hızı aralığında yüksek itici basıncı oluşturmaktır.

Bazı kontrol biçimleri olmaksızın, itici basınç yüksek hızlarda aşırı derecede olabilirdi. Çözüm bir by – pass valfi yardımıyla, turboşarjcı bir türbinden geçen egzost gazının bir kısmını başka tarafa çevirmektir (Şekil 3.54). Turboşarjıcının çıkışına değişebilen türbin geometrisi (VTG) de uygulanabilir. VTG, egzost gaz geçişindeki türbin ağzının açısını değiştirir.

EGR valfi

Egzost gazının tekrar sirkülasyonu (EGR) ile, egzost gazının bir kısmının, zehirli emisyonları azaltan bir şekilde motorun giriş bölgesine gelmesine izin verilir. Motora direkt olarak geri giden egzost gazının miktarı; egzost bölgesi ile giriş bölgesi arasına yerleştirilmiş elektropnömatik bir valf ile kontrol edilir.



1. İtici basınç tahrik edicisi, 2. Vakum pompası, 3. Basınç tahrik edicisi, 4. Egzost gaz turboşarjıcısı, 5. By – pass valfi, 6. Egzost gazı akışı, 7. Giren hava akışı, 8. Türbin, 9.Kompresör

Şekil 3.54 İtici basınç tahrik edicisi ile itici basınç kontrolü.(Bauer, 1999a)

Kısıcıcı valf

Kısıcıcı valf, elektropnömatik bir valf ile kontrol edilir ve diesel motorunda benzinli motorlara göre çok farklı bir göreve sahiptir. Diesel motorunda, giriş manifoldundaki fazla basıncı azaltarak, EGR oranını artırıcı yönde hizmet verir. Kısıcıcı valf kontrolü sadece, düşük hız aralığında etkili olur.

Giriş manifoldu kapağı

Yolcu aracı UIS’de giriş manifoldu kapağı, motorun kapandığı zaman hava tedarikini keser, böylece daha az hava sıkıştırılır ve motor daha düzgün stop eder. Kapak elektropnömatik bir valf ile kontrol edilir.

Türbülans hareketi kontrolcüsü

Yolcu araçlarında türbülans hareketi kontrolü, silindir içine giren havanın türbülans hareketini etkiler. Bu hareket genellikle kendi başına, spiral şekilli giriş deliklerinden dolayı oluşur. Yakıt karışımını ve yanma odasındaki havayı belirlediği için, yanma kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bir kural olarak, anlatılan türbülans hareketi düşük hızlarda oluşur, yüksek hızlarda ise zayıf bir türbülans hareketi oluşur. Kısıcıcı valfe yakın bir yerdeki bir türbülans hareketi kontrolcüsü ile değiştirilebilir.(Bauer, 1999a)

3.12.2 Sürekli Çalışan Frenleme Sistemleri

Bu frenleme sistemleri, fren parçası aşınması olmaksızın ağır kapasiteli kamyonlarda hız azaltmak için kullanılırlar. Öyle olduğu halde, aracı durduramazlar. Sürekli çalışan frenleme sistemleri, geniş yokuş aşağı eğimlerinde aracı yavaşlatmak için uygundur. Bir sonuç olarak sürtünme frenleri daha az kullanılır ve soğuk kalır, böylece acil bir durum olduğunda tüm etkisi ile uygulanabilirler. Sürekli çalışan frenleme sistemleri, motor yönetimi ECU tarafından kontrol edilir.

Egzost freni

Püskürtme sistemi tarafından motora yakıt tedariki, egzost freni açıldığı zaman kesilir ve silindir içine giren hava, yakıtla karışım olmaksızın tekrar dışarı harekete zorlanır. Bir elektro pnömatik valf egzost borusu içinde bir kapak veya dönen bir valfi çalıştırır, bu giren havaya (bu noktada yakıt püskürtülmez) engel olarak hizmet yapar.

Yardımcı motor freni

Motor frenlendiği zaman, elektrohidrolik bir valf kaldırma cihazı, sıkıştırma stroku sonunda egzost valfini açar. Sıkıştırma basıncı bir sonuç olarak bozulur ve sistemden enerji kaldırılmış olur. Hidrolik olarak değişen ortam olarak yağ kullanılır.

Yavaşlatıcı

Yavaşlatıcı, motordan tamamen bağımsız olan yardımcı bir frenleme sistemidir. İki farklı çeşidi vardır.

Hidrodinamik yavaşlatıcı

Hareket edebilen türbin kısmından (rotor) ve zıt uçta sabit bir türbin kısmından (stator) oluşur. Rotor mekanik olarak araç sürüşüne bağlıdır. Fren uygulandığı zaman, stator ve rotordaki odacıklar yağ ile dolar. Bu yağ rotorun dönüşü ile hızlandırılır ve sabit stator ile hızı azaltılır. Kinetik enerji, ısıya çevrilir ve motor soğutucusuna iletilir. Rotor ve stator odalarına giren yağ miktarı, frenleme etkisini değiştirebilmek için kullanılabilir.

Elektrodinamik yavaşlatıcı

Bu, hava soğutmalı yumuşak demir bir diskten oluşur ve bu disk araç aküsü tarafından oluşturulan ve kontrol edilebilen elektromagnetik bir alan içinde döner. Girdap şeklindeki akım, diski ve onunla araç tekerlerini frenler. Frenleme etkisi değiştirilebilir.(Bauer, 2000)

3.12.3 Motor Fan Kontrolü

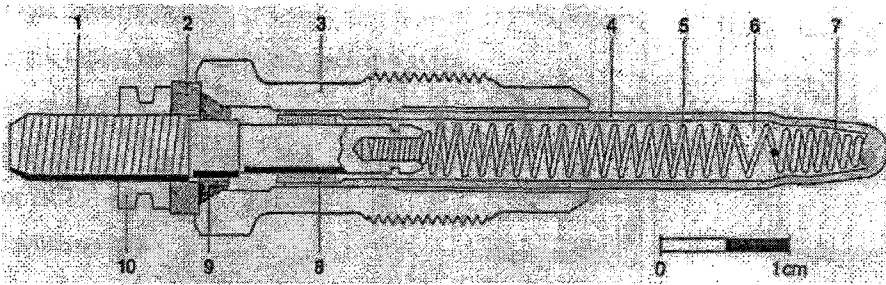
Soğutucu sıcaklığının bir fonksiyonu olarak, ECU elektromagnetik bir kavrama kullanarak, istenildiği şekilde motorun fanını açar veya kapar.(Bauer, 2000)

3.12.4 Başlangıç Yardımcı Sistemleri

Otto motorları ile karşılaştırıldığında, diesel yakıtı çok daha kolay bir şekilde tutuşur. DI diesel motoru 0°C nin altındaki sıcaklıklarda bile derhal start alır. İlk harekette, 250°C otomatik tutuşma sıcaklığına başlangıç hızında ulaşılır. 0°C altında, DI diesel motorları bazı ilk harekete geçirme yardımlarına ihtiyaç duyarlar, örneğin ön yanma odalı (IDI) diesel motorları gibi. IDI'nın ve türbülans odalı motorların silindirleri, "sıcak nokta" olarak görev yapan yardımcı yanma odalarında, (GSK) kızıl ışık tapası kılıf elemanı'na sahiptirler. Küçük DI motorlarda (1 L / silindir'e kadar), bu sıcak nokta yanma odasının çevresine yerleştirilir. Büyük DI kamyon motorları, giriş manifoldunda havanın ön ısıtılmasını sağlayan bir sisteme sahiptirler veya özel olarak kolaylıkla tutuşabilen yakıt (pilot başlangıcı) giren hava içine püskürtülür. Bugün istisnalar haricinde kızıl ışık tapası kılıf elemanları pratikte kullanılmaktadır.

Giren havayı ön ısıtma

Giren havayı ısıtmak için girişte kızıl ışık tapası yakıtı yakar. Normalde püskürtme sisteminin tedarik pompası, bir solenoid valf içerisinde tapaya doğru yakıtı dağıtır. Tapanın bağlantı tesisatı bir filtreye sahiptir ve ayrıca özel, motora uygun ve doğru yakıt miktarının geçmesine izin veren bir ölçme cihazına sahiptir. Bu yakıt bir evaporatör tüp ve bunu çevreleyen ısıtıcı bir eleman içinde buharlaşır ve giren hava ile karışır. Karışım 1000°C'de ısıtıcı elemanı, tapa ucunda ateşler.



1. Elektriksel bağlantı terminali,
2. Yalıtım,
3. Kabuk,
4. Kızıl ışık tüpü,
5. Kontrol telleri,
6. Dolgu maddesi,
7. Helisel ısıtıcı tel,
8. Isıtıcı eleman contası,
9. Çift taraflı conta,
10. Yuvarlak civata

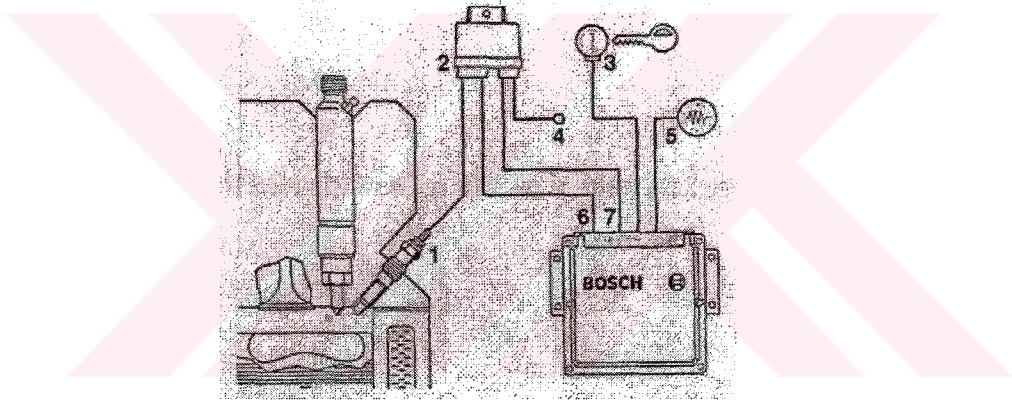
Şekil 3.55 Kızıl ışık tapası kılıf elemanı GSK2.(Bauer, 2000)

Kızıl ışıık tapası kılıf elemanı

Kızıl ışıık tapasının kızıl ışıık elemanı, kabuk içerisine (3) sımsıkı preslenmiştir, böylece gaz geçirmez bir yüzey oluşturulur. Eleman metal bir kızıl ışıık tpdr (4), bu korozyon ve sıcak gazlara dirençlidir ve magnezyum oksit tozu içerisine yerleştirilmiş bir ısıtıcı eleman (kızıl ışıık) ihtiva eder (6). Bu ısıtıcı eleman iki seri bağlı dirençten oluşur; helisel ısıtma teli (7) ve kontrol telleri (5). Helisel ısıtma telleri, sıcaklığa bakmayarak sabit elektriksel direnci besler, kontrol telleri pozitif sıcaklık katsayılı (PTC) malzemedendir yapılmıştır. Daha yeni GSK2 kızıl ışıık tapaları, yanma için gerekli olan sıcaklığa daha çabuk ulaşacak şekilde tasarlanmıştır (4 sn.de 850°C).

Kızıl ışıık kontrol nitesi

Kızıl ışıık kontrol nitesi (G2S), güvenlik ve görüntüleme fonksiyonları ile birlikte kızıl ışıık tapalarının, kızıl ışıık sürekli liğini kontrol eder.(Bauer, 2000)



1. Kızıl ışıık tapası kılıf elemanı, 2. Kızıl ışıık kontrol nitesi, 3. Kızıl ışıık tapası ve ilk harekete geçirme svici, 4. Aktiye giden bağlantı, 5. Gösterge lambası, 6. Motor ECU'suna kontrol hattı, 7. Görüntüleme hattı

şekil 3.56 Bir DI diesel motoru için EDC kontrollü kızıl ışıık sistemi.(Bauer, 2000)

4. COURTESY CATERPILLAR INC., PEEC YAKIT SİSTEMİ ÇEVİRİMİ

Programlanabilir Elektronik Motor Kontrolü (PEEC) sistemi bilgisayar ortamında oluşturulmuştur. Bu durum tüm motor fonksiyonlarının kapsamlı kontrol çalışmalarının bir sonucudur. PEEC sistemi, 3406B Serisi motorlarda ve buna ek olarak yeni yakıt sistemlerinde mevcuttur. PEEC sistemi, hidromekanik regülatör, hava-yakıt oranı kontrolü, operatör ve motor arasındaki mekaniksel bağlantı ve zamanlama değişkenlerinin yerini alır. PEEC aşağıdaki bileşenlerden oluşmuştur:

1. PEEC elektronik kontrol modülü (ECM)
2. Kısma valfi sensörü
3. Yakıt bölmesi sensörü
4. Yakıt bölmesi tahrik edicisi
5. Değişken zamanlama ünitesi konum sensörü
6. Değişken zamanlama ünitesi tahrik edicisi
7. Araç hız sensörü
8. Araç hız tamponu
9. Ortalama hız kontrol şalteri
10. Kavrama ve fren anahtarları
11. Egzoz fren anahtarları

PEEC sisteminin yapısındaki ECM pek çok kaynaktan bilgi alır ve bunları göz önünde bulundurur:

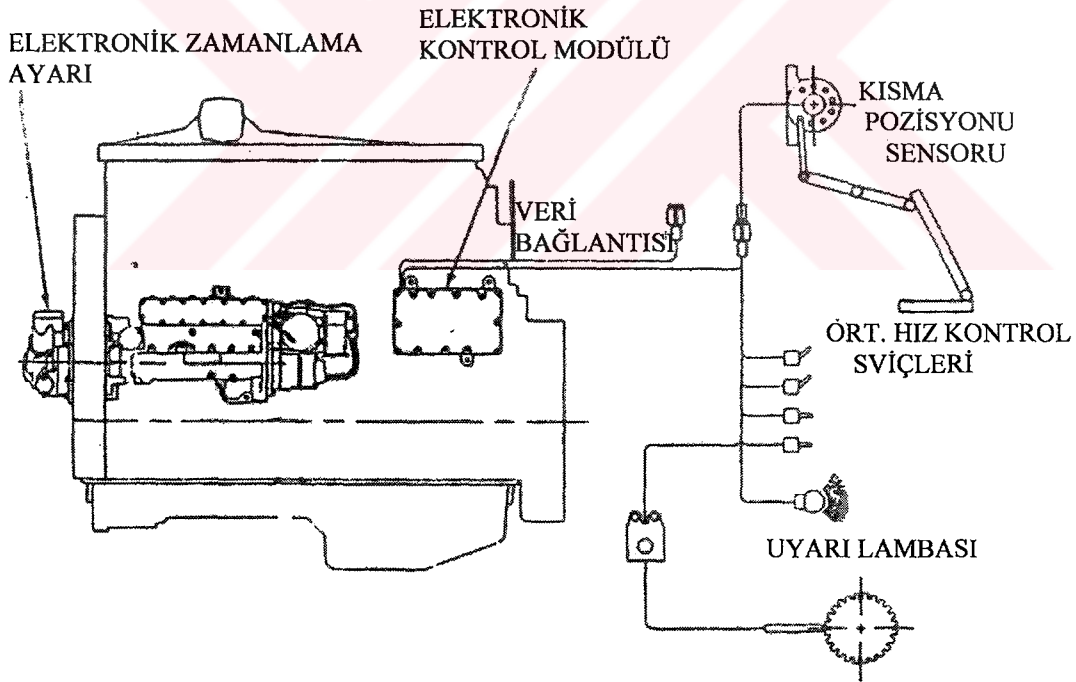
1. Araç yol hızı
2. Zamanlama durumu
3. Kısma valfi pozisyonu
4. Yakıt bölmesi pozisyonu
5. Barometrik basınç
6. İtici basıncı
7. Motor yağlayıcı yağ basıncı
8. Motor soğutucu sıcaklığı
9. Motor hızı
10. Motor performans parametreleri (bunlar, ECM içinde programlanan motor performans ana noktalarıdır.)

Önce, ECM motorun mevcut çalışma koşullarını belirler ve bu koşulları ECM'nin dahili programı ile karşılaştırır; ECM, motor üstünde farklı tahrik edicilere "komutlar" veya elektriksel veriler göndermektedir. Böylece PEEC sistemi aşağıdakileri kontrol eder:

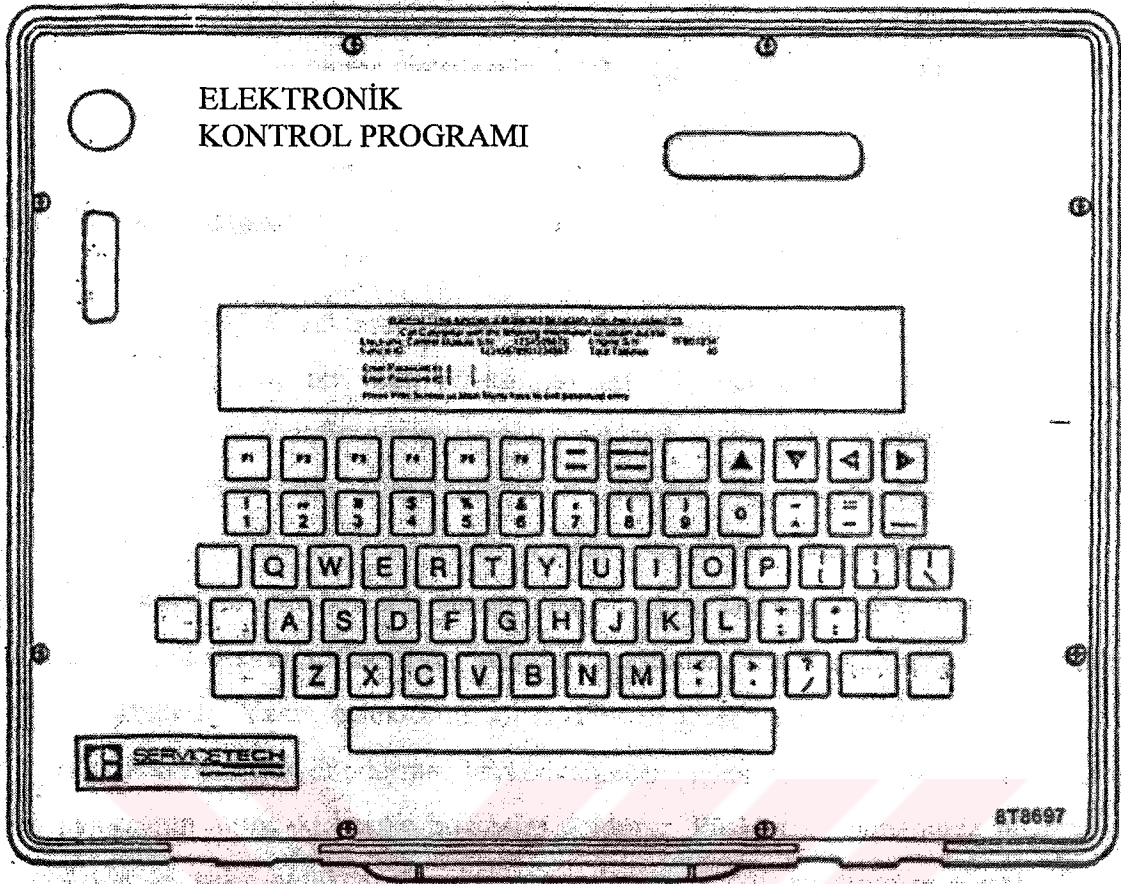
1. Araç hızı (ortalama hız kontrolü)
2. Motor hızı (elektronik kontrollü)
3. Hava-yakıt oran kontrolü (emisyon kontrolü)
4. Tork artışı
5. Yüksek alanlarda güç telafisi
6. Enjeksiyon zamanlama kontrolü
7. Sistem görüntüleme

PEEC sistem dizaynı, güvenilirliğin artışı, daha kompleks emisyon kontrol düzenleyicilerinin kullanımı, sistem üstünde oynamaların azalması, yakıt tasarrufun artırılması çabalarının bir sonucudur.

PEEC sisteminin programlama ve servisi 8T8697 Elektronik Kontrol Analizleyici ve Programlayıcısını gerektirir.(Schulz, 1989)



Şekil 4.1 PEEC Sistem Şematiği.(Schulz, 1989)



Şekil 4.2 PEEC Sistem Çözümleyici (Courtesy Caterpillar Inc.).(Schulz, 1989)

5. CUMMINS YAKIT PÜSKÜRTME SİSTEMLERİ

Bu bölümde Cummins distribütör ve PT sistemleri ile bunların çalışma prensipleri hakkında bilgi vereceğim.

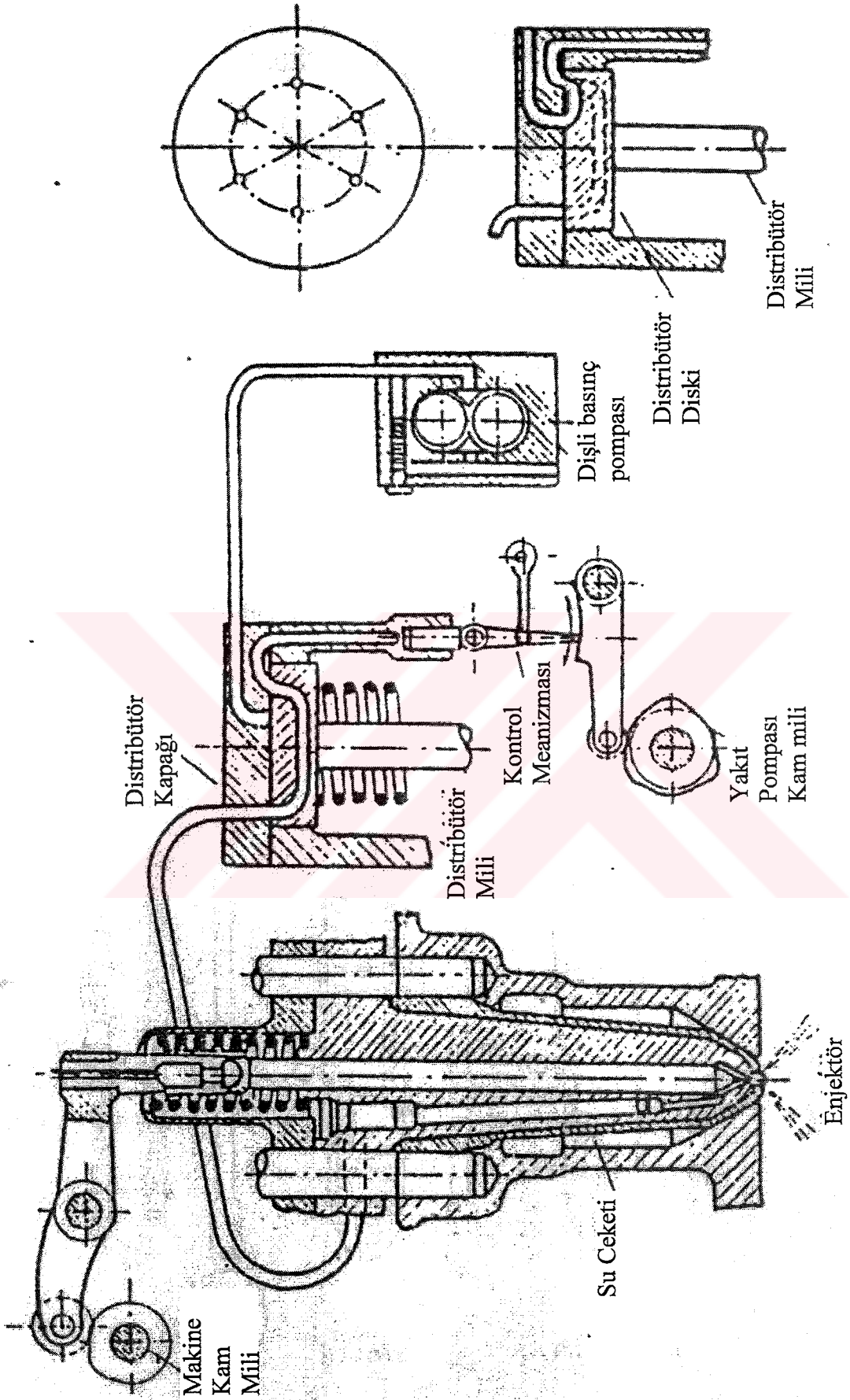
5.1 Distribütör Sistemi

Yüksek devirli diesel motorları yapan firmaların bir bölümü, özellikle ABD’de Cummins, motorlarına bu tür yakıt püskürtme sistemi uygulamaktadır. Bu sistemde dişli türden bir aktarma veya transfer pompası yakıtı, yaklaşık olarak 3,5-4 barlık bir basınçla devir hareketli bir distribütöre verir. Distribütör yakıt miktarını saptayan bir plancıra da sahiptir. Distribütör plancırını değişken kurslu olup, regülatör tarafından denetlenir. Plancırın yukarı hareketi çok turnaklı bir kam ve aşağı hareketi ise bir yayla sağlanır. Yukarı hareketi sırasında plancır, yakıtı aynı distribütörün diğer kanalları arasından, her silindirin üzerinde bulunan enjektörlere gönderir. Yakıt, enjektörün sol tarafından girer ve giriş kanalı üzerindeki, yay yükü ile çalışan küresel geri döndürmez ventilden geçer ve normal olarak yuvasına oturmamış enjektör plancırının altındaki basınç hücresini doldurur. Püskürtme zamanında plancır aşağı doğru bastırılır ve yakıt oldukça yüksek basınç altında ve çok iyi atomize olarak 6 meme deliğinden silindir içine püskürtülür. Meme deliklerinin çapları, motorun ölçülerine bağlı olarak 0,150-0,2 mm değerleri arasında değişmektedir. Geri döndürmez küresel ventilin görevi, püskürtme sırasında yakıtın distribütöre girmesine engel olmaktadır.

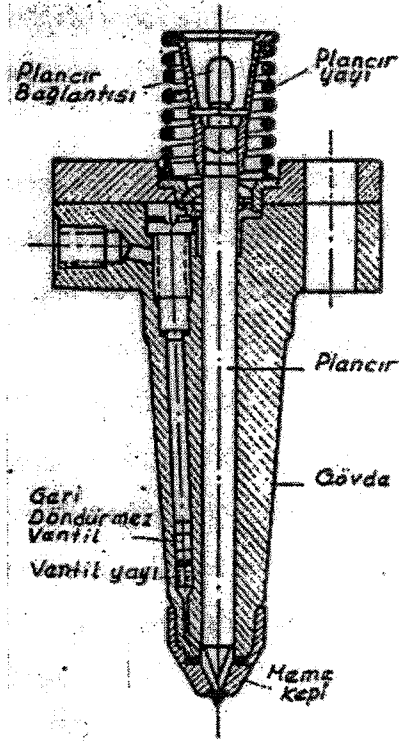
Bu sistemin yararı basınç dalgalanmasını oluşturan, yüksek basınçlı boru devresini ortadan kaldırmaktır. Sakıncaları ise, hareketli parçaların ataletlerinin nisbeten büyük olması nedeniyle, çok yüksek devirli makineler için uygun olmaması ve enjektör plancırının üstünden ve altından kaçan yakıtın yağlama yağını kirletmesidir.(Küçükşahin, 1990)

5.2 Cummins PT Sistemi

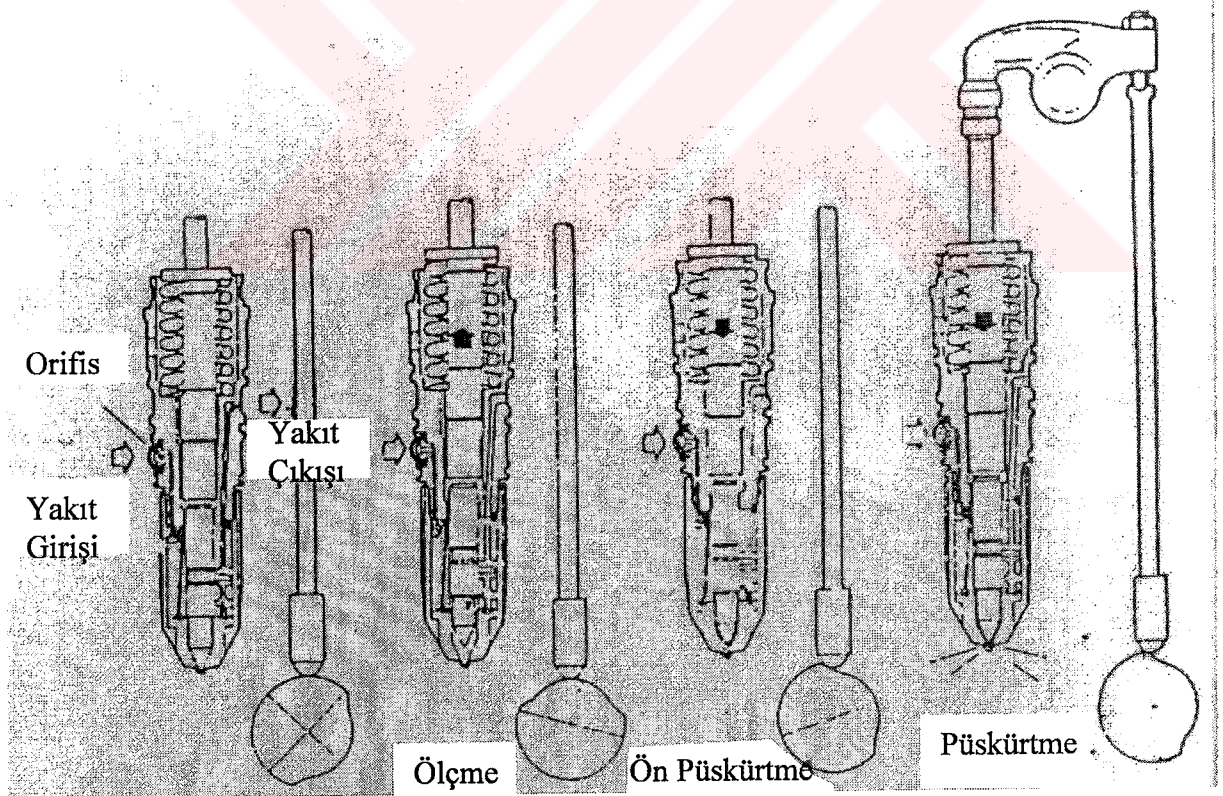
PT Yakıt püskürtme sistemi Cummins Motor şirketi tarafından kamyon ve endüstriyel makinalarda kullanılması amacıyla üretilmiştir. Genel bir basınçlı “rail” ile beslenen giriş ölçümlü pompa-enjektör’den oluşur. Şekil 5.3 te bu sistemin çalışma prensibi görülmektedir. Pompa planceri motor kam mili ile hareket eder.Uygulanan güç makinanın bir devri süresince aynı tutulmaktadır. Bu süre içinde yakıt serinletme işlemi için pompa planceri altında yer alan enjektör kabına girmeden, enjektör içinde serbestçe akar.



Şekil 5.1 Cummins alçak basınçlı distribütör yakıt püskürtme sistemi. (Küçükşahin, 1990)



Şekil 5.2 Cummins firmasının imal ettiği bir enjektör.(Küçükşahin, 1990)



Şekil 5.3 Cummins PT Sisteminin çalışma prensibi.(Haddad, 1990)

Bir devir içinde yer alan ölçüm bölümü süresince, pompa planceri ölçüm ağzını ortaya çıkarmak ve yakıtın kap içine akışını sağlamak amacıyla yukarıya doğru hareket etmektedir.

Yakıt sirkülasyonunu durdurmak ve ölçüm ağzını basınç sarsıntılarında izole edebilmek için silindir temizleme bölümü kapanmaktadır. Alçalan pompa pistonunun ilk hareketiyle birlikte oluşan basınç dalgası denetim valfini kapatır ve bundan çok kısa süre sonra ölçüm ağzının plancerin ölçüm ucu tarafından kapandığı görülür. Kap içindeki yakıtın ise yüksek bir basınçla enjeksiyon deliklerine doğru zorlandığı görülür. Bir sonraki devir, enjeksiyonun başlamasından kısa bir süre sonra, silindir temizleme ağzının açılmasıyla başlar. Enjeksiyon başlangıcı uygulanan yükü birlikte enjektör kabındaki yakıt seviyesinin artması ve sonunda sabit kalışı ile devam etmektedir.(Haddad, 1990)



6. SONUÇLAR VE YORUMLAR

Elektronik diesel yakıt püskürtme sistemleri, mekanik regülatör ile kontrol edilen yakıt püskürtme sistemlerine göre aşağıdaki avantajlara sahiptir;

Elektronik diesel yakıt püskürtme sistemleri, yüksek bir doğruluk ile ve tam zamanında yakıtın püskürtülmesini sağlamakta ve kontrol etmekte, bu şekilde daha iyi bir yanma sağlanarak, yakıt tüketimi, kirlenici emisyonlar azaltılmakta ve motorun sesli çalışması önlenmektedir.

Çok yüksek püskürtme basınçlarına ulaşılabilir.(2000 bar)

Motorda ve aracın diğer kısımlarında sensorların kullanılması ile, motorun ve aracın çalışma durumları hakkında güvenilir biçimde bilgi alınmakta ve gelen sinyallere göre püskürtülecek yakıt miktarı ayarlanabilmektedir.

Elektronik kontrol üniteleri, sensorlar ve aracın diğer elektronik sistemleri ile olan veri transferini seri bir biçimde yapabilmekte ve bu şekilde motordan ve aracın diğer kısımlarından alınan bilgiler bir ekran üzerinde görüntülenebilmekte ve bir arıza olması durumunda sistem ani bir şekilde müdahale edebilmektedir.

Cummins, Caterpillar ve Bosch yakıt püskürtme sistemlerinin avantajlı yönleri ise şunlardır;

Bosch elektronik diesel yakıt püskürtme sistemleri;

Birleşik enjektör sistemi (UIS) nde pompa ve enjektör ağız bir ünite de birleştirilmiş, Birleşik pompa sistemi (UPS) de kısa bir hat ile bağlanmıştır. UIS motorun silindir bloğuna, UPS ise motorun silindir kafasına monte edilir, bu şekilde yerden önemli derecede tasarruf edilmektedir. UIS ve UPS'de yüksek basınç oluşumu ve püskürtme safhaları aynıdır, Common Rail sisteminde ise birbirinden ayrılmıştır. Burada püskürtme basıncını "rail" içerisindeki yakıtın basıncı belirler. UIS ve UPS'de 2000 bar, Common Rail'de 1500 bar'lık püskürtme basınçlarına ulaşılabilir. UIS ve UPS'de yakıt miktarı ve dönme hızı arttıkça püskürtme basıncı da artar. Common Rail'de ise bunlardan bağımsızdır.

Elektronik diesel kontrolü (EDC) ve elektronik kontrol ünitesi (ECU), motor fonksiyonlarını belirlemek için program haritaları ve kapalı devre kontrolünü kullanır. Program haritaları ve devreye göre tam bir doğrulukla, püskürtülecek yakıt miktarı, püskürtme basıncı, hava/yakıt oranları ve püskürtme başlangıcı ve süresi belirlenir. Böylece emisyonlarda azalma sağlanır. Diesel motorunun yanma odasına yapılan püskürtmenin anı ve süresi, motorun gücünü,

emisy onları, yakıt tüketimini ve düzgün çalışmayı etkiler. Ayrıca yakıtın yanma odası içindeki dağılımı da önemlidir.

Sistem içerisinde kullanılan dişli tipi yakıt tedarik pompaları motor üzerine veya yakıt tankının yakınında bir bölgeye kurulabilir. Böylece yerden kazanılır.

Kontrol kollu pompalarda, münferit pompalara göre ikinci bir kontrol imkanı sağlanmıştır. Püskürtülen yakıt miktarı ayarı ve püskürtmenin başlangıcının kontrolü iki ayrı şekilde kontrol edilir, böylece düşük egzost gazı kirliliği elde edilir.

Püskürtme sistemlerinin motorun silindir kafasına kurulması veya silindir bloğu ile birleştirilmesi motorun gürültü seviyesini azaltır.

Kızıl ışık kontrol ünitesi gibi motorun ilk harekete geçmesine yardımcı olan sistemler kullanılarak, motor daha hızlı bir şekilde çalıştırılır.

CAN şebeke sisteminin kullanılması yoluyla aracın diğer elektronik sistemleri ile seri halde veri transferi sağlanabilmektedir.

Yakıt püskürtme sisteminin her bir parçası diesel yakıtı içerisindeki her türlü kirletici maddeye karşı aşırı hassastır. Yakıttaki partiküller aşınmaya, su ise korozyona sebep olabilir. Bu yüzden yakıtın en temiz haliyle püskürtme sistemine verilmesi gerekir. Yakıt püskürtme devresi içinde tek safhalı ve multi safhalı filtreler kullanılmaktadır. Bu filtreler içinde de, elektrikli yakıt ısıtma cihazı veya bir yakıt geri dönüş sistemi mevcuttur. Böylece filtrede biriken parafinlerin filtreyi tıkaması engellenir. Yakıt filtre içindeki separatörlerden geçirilerek içerisindeki su alınır. Su kritik bir seviyeye ulaştığı zaman uyarıcı bir lamba yanar.

Elektronik diesel kontrolü (EDC) ile başlangıç miktarı kontrolü, ralanti hızı kontrolü, dalga sönmüleme, yüksek ısıya karşı koruma, kızıl ışık zamanlama kontrolü, egzost freni kontrolü, hava soğutucu kompresör, araç hız kontrolü (yol kontrolü), görüntüleme ve hırsızlığa karşı koruma fonksiyonları takip edilebilmektedir.

Courtesy Caterpillar Inc. Elektronik diesel yakıt püskürtme sistemleri;

Caterpillar yakıt püskürtme sistemlerinin elektronik kontrol modülünde (ECM) de elektronik kontrol analizleyici ve programlayıcı ile görüntülenen ve kontrol edilen motorun ve aracın çeşitli fonksiyonları mevcuttur.

Bunlar temel olarak araç hızı, motor çalışma hızı, hava / yakıt oranının belirlenmesi, tork artışı kontrolü, yüksek alanlarda güç telafisi ve püskürtme zamanlaması kontrolüdür.

Cummins yakıt püskürtme sistemleri;

Cummins distribütör sisteminde, yüksek basınçlı boru devresi ortadan kaldırılmış ve böylece basınç dalgalanmaları önlenmiştir.

Cummins distribütör sisteminde yakıt çok yüksek basınç altında ve iyi atomize olarak silindirlere püskürtülür.

Cummins PT sisteminde yakıt pompa – enjektör grubuna giriş kısmında ölçülerek alınır, böylece giriş ölçüm sistemi sayesinde silindirlere püskürtülecek yakıt miktarı önceden belirlenmiş olur.

Cummins PT sistemi kamyon ve endüstriyel makinalar için üretilmiştir.



KAYNAKLAR

Bauer, H., (2000), Diesel Fuel Injection Systems Unit Injector System (UIS) Unit Pump System (UPS), Bosch Electronic Engine Management for Diesel Engines, Stuttgart/Germany.

Bauer, H., (1999a), Diesel Accumulator Fuel Injection System Common Rail, Bosch Electronic Engine Management for Diesel Engines, Stuttgart/Germany.

Bauer, H., (1999b), Diesel Fuel Injection An Overview, Bosch Electronic Engine Management for Diesel Engines, Stuttgart/Germany.

Haddad, S. D., (1990), Advanced Diesel Engineering and Operation, Columbia/U.S.A.

Küçükşahin, F., (1990), Diesel Motorları, İstanbul.

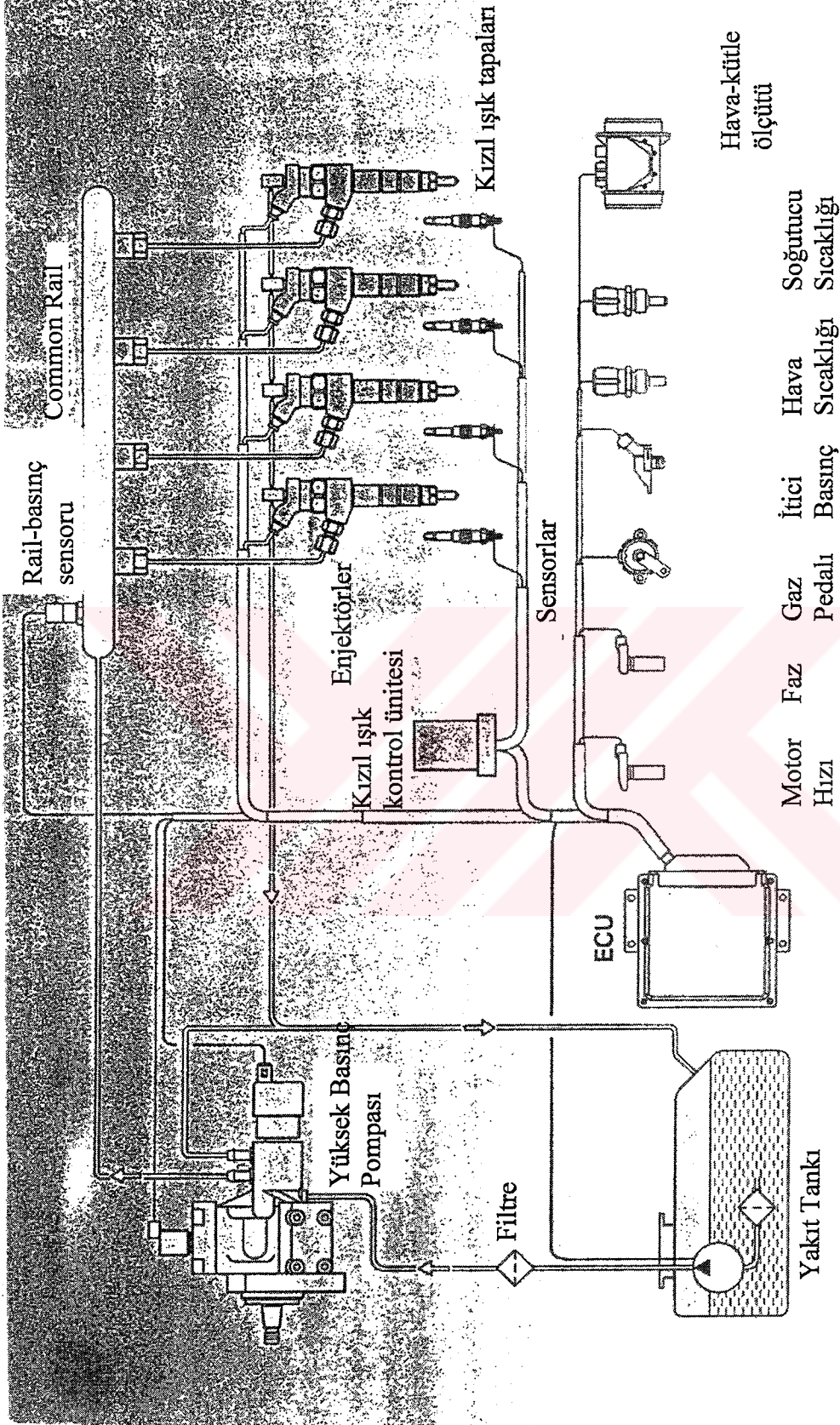
Schulz, E. J., Evridge, B. L., (1989), Diesel Mechanics, U.S.A.



EKLER

EK 1 Common Rail Püskürtme Sisteminin Şematik Gösterimi





Ek -1: Common Rail püskürtme sisteminin şematik gösterimi. (Bauer, 1999a)

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	25.02.1974	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1988-1991	Silivri Lisesi
Lisans	1991-1995	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak. Makina Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2001-2003	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Müh. Anabilim Dalı, Enerji Makinaları Programı

Çalıştığı kurumlar

1997-2001	BSH (Bosch Siemens Hausgerate) Profilo Elektrikli Gereçler Sanayi A.Ş. Fırın Fabrikası Çerkezköy/TEKİRDAĞ Kalite Mühendisi, Planlama Mühendisi
2002-Devam ediyor	Hema Endüstri Çerkezköy/TEKİRDAĞ Kalite Mühendisi