

ATEŞLEME SİSTEMLERİ

İÇİNDEKİLER

İçindekiler

Şekil Listesi.

Özet

BÖLÜM 1

1.Giriş.....1

VII BÖLÜM 2

Dahaönce Yapılan Çalışmalar Ve Ateşleme Sisteminin Gelişimi.....1

2.1.Daha Önce Ateşleme Sistemlerinde Yapılan Çalışmalar.....1

2.2.2.Bataryalı Ateşleme Sistemi.....1

2.3.Elektronik Ateşleme Sisteminin Tercih Edilme Nedenleri.....5

2.3.1.Transistörlü Ateşleme Sistemi.....5

2.3.2.Elektronik Ateşleme Sisteminin Yapısı ve Çalışması.....6

2.3.2.1.Sinyal Jeneratörü:.....6

2.3.3.2.Yapısı:.....6

2.3.2.3.Ateşleyici:.....8

2.3.2.4.Yapısı:.....9

2.3.2.5.Dedektör devresi:9

2.3.2.6.Dwell kontrol ünitesi.....9

2.3.2.7.Güçlendirici.....9

2.3.2.8.Max. Akım Kontrolü (Limiter) Devresi.....9

2.3.3.Elektronik Ateşleme Sisteminin Çalışması.....10

2.3.4.Hall Etkili Ateşleme Sistemi.....12

2.3.4.1.Akım ve kam açısı ayarlaması.....14

2.3.5.Entegre Ateşleme Sistemi (ITA).....15

2.4.Tam Elektronik Ateşleme.....17

2.4.1.Yüksek Gerilim Dağıtımı.....18

2.4.1.1.Tek kıvılcımlı ateşleme bobinleri ile dağıtım.....18

2.4.1.2.Çift kıvılcımlı ateşleme bobinleri.....19

2.4.1.3.Dört kıvılcımlı ateşleme bobini ile dağıtım.....20

2.4.2M.Marelli Digiplex 2 Tam Elektronik Ateşleme Sistemi.....21

2.4.2.1.Sistem hakkında genel bilgiler.....21

2.4.2.2.Sistemin çalışması.....23

2.5.Manyetolu Ateşleme Donanımı.....24

Teori.....26

BÖLÜM 3

3.1.Direnç.....	29
3.1.2.Sembolleri.....	29
3.2.Kondansatörler:.....	30
3.2.1.Kondansatör kullanımında dikkat edilecek hususlar.....	31
3.2.2.Kondansatör çeşitleri.....	32
3.3.Yarı İletkenler.....	32
3.3.1.N tipi yarı iletken madde.....	33
3.3.2.P tipi yarı iletken madde.....	33
3.4.Diyotlar.....	34
3.5.Zener Diyot.....	35
3.6.Transistör.....	36
3.6.1.Çalışması.....	37
3.6.2.Çalışma Şartları.....	38
3.7.Entegre Devre.....	38

BÖLÜM 4

BUJİ.....	40
4.1. Ateşleme Performansı.....	41
4.1.1.Elektrodun tipi ve boşaltma verimi.....	42
4.1.2.Buji tırnak aralığı ve gerekli voltaj.....	42
4.1.3.Kompresyon basıncı ve gerekli voltaj.....	43
4.1.4.Elektrot sıcaklığı ve gerekli voltaj.....	43
4.1.5.İsı Yayma Oranı.....	44
4.1.5.1.Kendi kendini temizleme sıcaklığı.....	45
4.1.5.2.Önceden ateşleme sıcaklığı.....	45
4.1.5.3.Buji ısı akımı.....	46
4.1.5.4.Uç kısım uzunluğu ve ısı yayma oranı.....	46
4.2.Platin uçlu bujiler.....	47
4.3.Bosch bujilerin sembolleri.....	48

BÖLÜM 5

DENEYİN YAPILIŞI.....	49
5.1Cihazın tanıtımı.....	49
EK	

ŞEKİL LİSTESİ

2.1.12 voltluk ateşleme sistemi.....	2
2.2.Bobinde akım kesilmesi.....	4
2.3.Transistörlü ateşleme sistemi.....	6
2.4.Sinyal jeneratörü.....	7
2.5.Sinyal bobinine göre motorun pozisyonu.....	8
2.6.Ateşleyici.....	8
2.7.Motor stop.....	10
2.8.Transistör on.....	11
2.9.Transistör off.....	12
2.10.Hall vericisi.....	13
2.11.Triger ayar kayması ile elde edilen kam açısı değişikliği.....	15
2.12.Entegre ateşleme sisteminin görünüşleri.....	16
2.13.Transistörlü ateşleme sistemi diyagramı.....	16
2.14.Tam elektronik ateşleme sistemi (BOSCH).....	18
2.15.Distribütörsüz ateşleme sistemi diyagramı.....	20
2.16.Krank mili devri sırasında dört zamanlı bir motorun ateşleme sırası.....	20
2.17.Digiplex 2 tam elektronik ateşleme sistemi şematik şekli.....	21
2.18.Manyetolu ateşleme donanımı.....	24
3.1.Diyotlar.....	34
3.2.Diyot bağlantı şekilleri.....	35
3.3.Transistörler.....	36

3.4.NPN ve PNP transistörün çalışması.....	38
3.5.Entegre devre.....	39
4.1.Alev çekirdeğinin oluşumu ve yanma yöntemi.....	40
4.2.Bujinin yapısı.....	41
4.3.Elektrodun tipi ve boşaltma verimi.....	42
4.4.Tırnak aralığı ve gerekli voltaj.....	42
4.5.Kompresyon basıncı ve gerekli voltaj.....	43
4.6.Elektrot sıcaklığı ve gerekli voltaj.....	43
4.7.Buji kodu.....	44
4.8.Sıcak ve soğuk bujiler arasındaki fark.....	47
4.9.Bosch bujilerinde numaralama sistemi.....	48
5.1.Cihazın resmi.....	49

Özet

Otto motorları veya buji ile ateşlemeli motorlarda emme zamanında silindir içerisine alınan karışımın tutuşturulması bir elektrik arkı ile olur.

İki veya dört zamanlı Otto motorlarında emme zamanında içeri alınan karışım sıkıştırma zamanında sıkıştırılarak basınç ve sıcaklığı yükseltilir.

Ateşleme sistemi sıkıştırma sonunda karışımın mümkün olduğu kadar üst ölü noktaya yakın bir zamanda (yerde) tutuşturması ve üst ölü noktayı birkaç derece geçe maksimum basıncın oluşması sağlanmalıdır.

Bundan dolayı Otto motorlarında ateşleme sistemleri hakkında çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Yeni sistemlerde ateşleme sistemi ile yakıt enjeksiyon sistemi bir arada geliştirilmektedir.

Yapılan bu çalışmada sadece ateşleme sistemi üzerinde durulmuştur.

İleriki sayfalarda ateşleme sistemleri hakkında ve ateşleme sisteminin gelişim evreleri hakkında bilgiler verilmiştir.

BÖLÜM I:

1.Giriş:

Otto motorlarında sıkıştırma zamanı sonunda karışımın kıvılcım ile ateşlenmesi gerekir. Ancak ateşleme sisteminin görevi kıvılcım oluşturmaktan ibaret değildir. Bu kıvılcım ateşlemeyi yapmaya yeterli enerjiye sahip olmasının yanında motorun değişen çalışma koşullarına göre de uygun anlarda kıvılcım oluşturmaları gerekir. Ateşleme sistemi kıvılcımı çaktıracak yüksek gerilimli akımın elde edilmesi yanında, bu akımı ateşleme sırasına göre silindirlere dağıtmak ve motorun değişen devir ve yük koşullarına göre de kıvılcım çakma zamanını ayarlamakla görevlidir.

Son yıllarda elektronik (transistörlü) ateşleme sistemleri hızlı bir gelişme göstererek gittikçe yaygınlaşmış ve klasik ateşleme sisteminin yerini almıştır. Motorlar geliştikçe klasik ateşleme sisteminin depoladığı enerji ve verebildiği yüksek gerilim yetersiz kalmaya başlamıştır. Bu soruna çözüm arayan mühendisler klasik ateşleme sistemlerini iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapmışlardır.

Bu çalışmalar sonucu sırasıyla elektronik ve tam elektronik ateşleme sistemlerini geliştirmişlerdir.

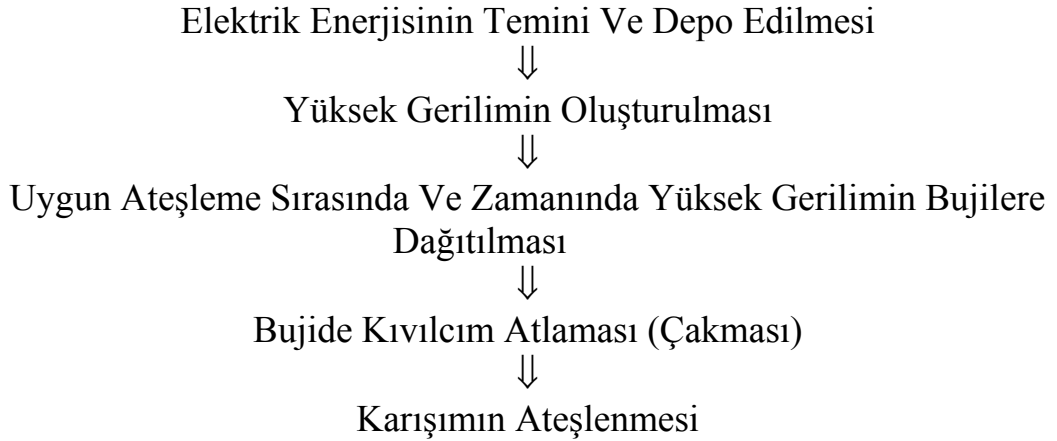
Bölüm 2

DAHAÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR VE ATEŞLEME SİSTEMİNİN GELİŞİMİ

Ateşleme sistemlerinde yapılan çalışmalar ateşleme sistemlerinin iyileştirilmesi ve bu sistemlerden yüksek verimin alınabilmesi yönünde yürütülmeye yönlendirilmiştir. Bunun için kesici platin yerine farklı tetikleyici devre elemanlarının yerleştirilmesi gibi pek çok yeniliklere gidilmeye çalışılmıştır . Belirli ilerlemeler kaydedilmiş ancak bu istenen düzeyde gerçekleştirilememiştir. Bu safhalar esnasında atılan ilk adım transistörlü ateşleme sistemi ile başlamıştır.

2.1.Daha Önce Ateşleme Sistemlerinde Yapılan Çalışmalar

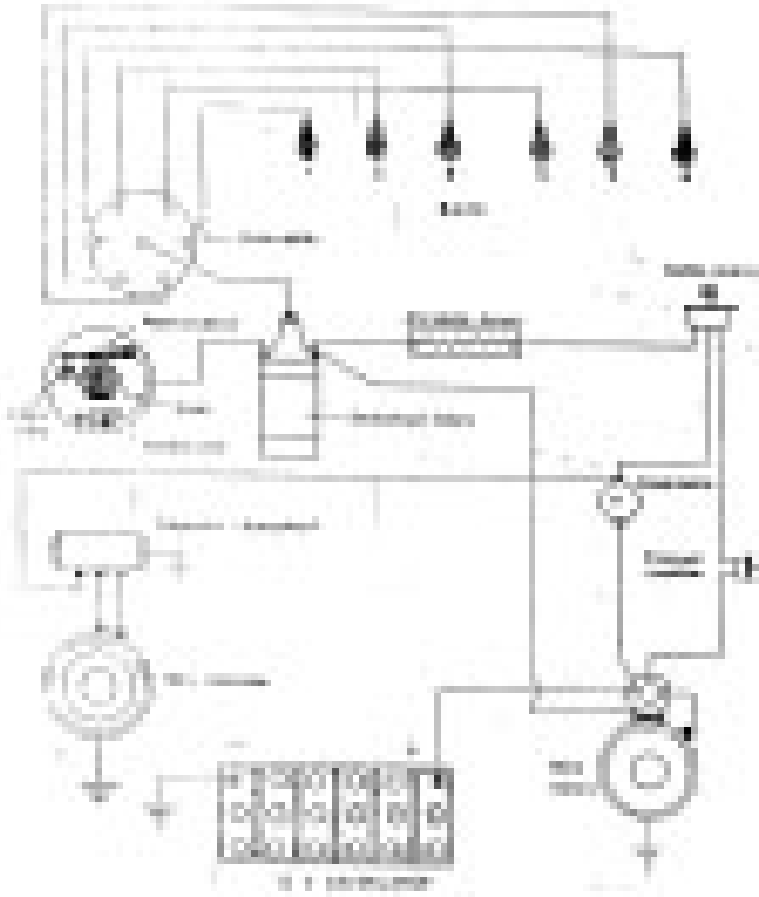
Otto motorlarında karışımın yanabilmesi için ateşlemeye ihtiyaç vardır. Karışımın ateşlenmesi hızlı gelişen olaylar zincirinin son elemanıdır. Aşağıda bu olaylar zinciri şema halinde gösterilmektedir.



2.2.2.Bataryalı Ateşleme Sistemi

Ateşleme siteminde bataryadan bir primer akım, anahtardan(15), ateşleme bobini ve platin üzerinden şasiye akar. Bu akım ateşleme bobini içerisinde ateşleme enerjisi depolayan bir manyetik alan oluşturur. Bobinin şarj süresi kam açısı tarafından belirlenir. Bu da plastik kayıcı vasıtasıyla platine

kumanda eden kamın tipi ile belirlenir. Ateşleme zamanında (kapama süresinin sonunda) platin açılır ve böylece primer akımı kesilir. Bu durumda manyetik alan çöker ve primer ile sekonder sargıda bir gerilim indüklenir. Sekonder bobin sarım sayısı primere göre 100 kat daha fazla olduğundan gerilimde indüklenen primer gerilimden yaklaşık 100 kez daha büyüktür. Sekonder gerilim (yüksek gerilim) ateşleme için kullanılır ve bujinin merkez elektroduna iletilir.



Şekil.2.1.12 voltluk ateşleme sistemi

Gerilim yeterince yüksek ise hava aralığı iletken olur ve ateşleme kıvılcımı atlayabilir. Primer bobinde manyetik alanın çökmesiyle yaklaşık 300-400 V arasında bir gerilim indüklenir. Bu gerilim platinin açılması anında platinler arasında elektriki arka sebep olmaktadır. Bir kondansatör devreye paralel bağlanarak bu arkın oluşumu önlenmektedir. Platinli ateşleme

sistemlerini iyileştirme yönünde yapılan değişikliklerden bir de devreye bir ön direnç yerleştirilmesidir Bazı ateşleme sistemlerinde ateşleme bobininin primer sargısına bir ön direnç seri olarak bağlanmıştır. Marş esnasında bu ön direnç köprülenerek bobini besleyen batarya geriliminin oluşturduğu primer devre akımının düşmesi engellenir.

Ön dirençli sistemler sayesinde marş sırasında primer devre akımının 4A olarak sınırlanabilmesi için birinci devreye 1,5 ohm'luk bir direnç bağlanmıştır. Bu direnç devreden çıkarılarak batarya gerilimi doğrudan bobin uçlarına uygulanarak bobinden daha yüksek bir akım geçmesi sağlanır. Bunun sonucunda bujide daha yüksek bir kıvılcım çakması dolayısıyla motorun ilk harekete geçişinin kolay olması sağlanır. Ayrıca ön direnç platin üzerinden geçen akımı sınırlayarak platin ömrünü uzatır. Yine akımı sınırlayabilme özelliğinden dolayı bobinin ısınmasını azaltarak bobin ömrünün uzamasına imkan yaratır.

Her ne kadar iyileştirme çalışmaları yapılmış olsa da klasik ateşleme sisteminden bir türlü istenen verim elde edilememiştir.

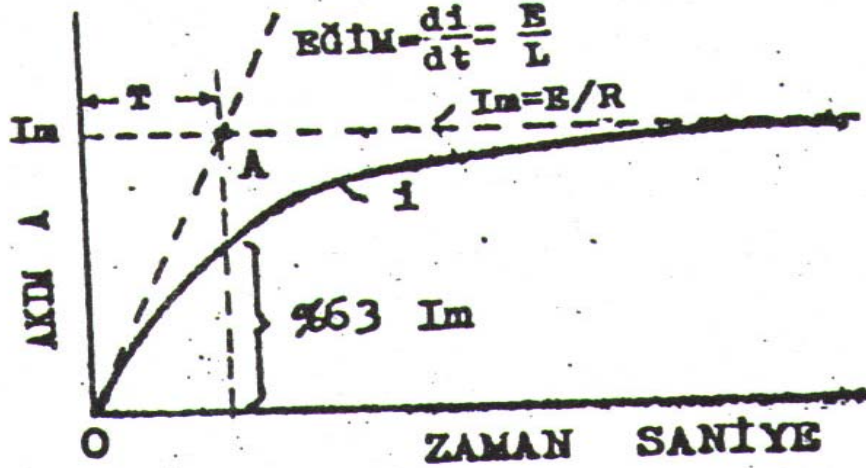
Klasik ateşleme sistemini sınırlayan etkenler;

Klasik ateşleme sistemlerinde meydana gelen arklardan dolayı çabuk okside olurlar, platinin açılıp kapanması esnasında platin kontak yüzeyi ve kam dayanağı çabuk aşınır. Bu hem distribütör ayarlarını bozacak hem de sistemin çalışmasını olumsuz yönde etkileyecektir. Platin üzerinden geçen akımın neden olduğu oksidasyon primer devreden geçen akımı düşüreceği için sekonder devre akımını da düşürmektedir. Bu yüzden periyodik olarak sistem elemanlarına bakım gereklidir.

Yüksek devir çalışmalarında platin mekanizmasının açılıp kapanmasındaki kusurlar yüzünden verim düşmektedir. Bu olay kam açısını düşürmekte ve primer devreden geçen akımın yükselmesi için gereken süreyi kısaltmaktadır. Sonuçta bobinde yetersiz elektro manyetik endüksiyon oluşarak sekonder voltajı yüksek devirlerde düşmektedir.

Platinde akımın kesilmesi sırasındaki ark olayını azaltmak primer akımın ani kesilmesini sağlamak amacıyla kondansatör (mesela kapasitör) kullanılsa da akımın bir anda kesilmesini temin etmek mümkün olamamaktadır. Oysa endüksiyon bobini veriminin yüksek olması için primer akımın mümkün olduğu kadar en kısa süre içinde kesilmelidir ki sekonder voltajı olabilecek en yüksek değerine çıkabilsin. Bu olay klasik sistemde verimi düşüren en önemli faktörlerden biridir.

Bu sorunların giderilebilmesi için farklı arayışlar içerisine girilmiş ve uygun kıvılcımın oluşturulabilmesi amacıyla elektronik ateşleme sistemlerine geçilmiştir.(1).



Şekil 2.2.Bobinde akım kesilmesi

2.3.Elektronik Ateşleme Sisteminin Tercih Edilme Nedenleri

Primer devrenin bir transistör vasıtasıyla açılıp kapatıldığı transistörlü ateşleme sistemlerinde klasik ateşleme sistemi ile kıyaslandığında kabul görmesinin pek çok sebebi vardır.

Bu sistem sayesinde 3-4 amper civarında olan primer devre akımı transistör sayesinde 8 ampere yükseltilmiş bunun sonucu olarak da primer ve sekonder devre voltajlarının daha yüksek değerlere ulaşması sağlanmıştır.

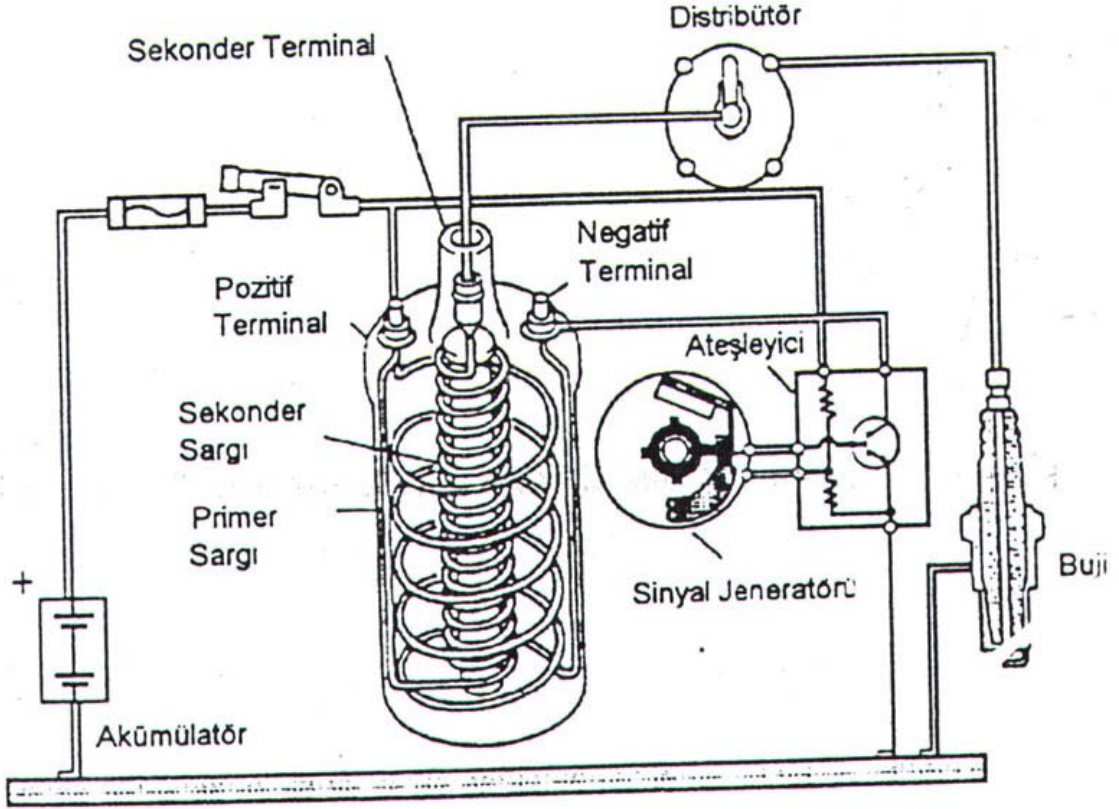
Açılıp kapanan ve sürtünen parçalar yoktur. Böylece periyodik bakım ve ayar yapılması gereğini ortadan kaldırır. İstisnai durumlar dışında servis gerektirmediği için masrafsızdır. Hareketsiz yekpare bir parça olan transistörde oksidasyon, yağ, kir gibi verimi düşürücü etkiler meydana gelmez. Böylece primer devre akımı her zaman olabilecek en yüksek değerinde aktığı, temas dirençleri söz konusu olmadığı için sekonder verimi de daima en yüksek olmaktadır. Sistem daha güvenilir çalışmaktadır.

Transistörün primer devreyi açıp kapaması platinle kıyaslanmayacak kadar kısa sürede gerçekleşmektedir. Bu olay endüksiyon bobinin verimin artırmaktadır. Bazı elektronik ateşleme sistemlerinde Elektronik Avans Düzeni (ESA) ile ateşleme zamanlaması da kusursuzlaştırılmıştır. Mekanik ve vakum avans düzenleri kaldırıldığı için bu sistemlerin çalışmasında oluşabilecek kusurlar elektronik ateşlemede yoktur.

2.3.1. Transistörlü Ateşleme Sistemi

Bu sistemde kam ve platinin yerine distribütöre bir sinyal jeneratörü adapte edilmiştir. Bu jeneratör primer akımın fasılalı olarak açılıp kesilmesini sağlayan transistörü açıp kapayan voltajı üretir.

Primer akım transistör tarafından kesildiği için mekanik bir temas olmadığından dolayı platinde olduğu gibi herhangi bir oksidasyon ve aşınma meydana gelmez.



Şekil 2.3. Transistörlü ateşleme sistemi

2.3.2. Elektronik Ateşleme Sisteminin Yapısı ve Çalışması

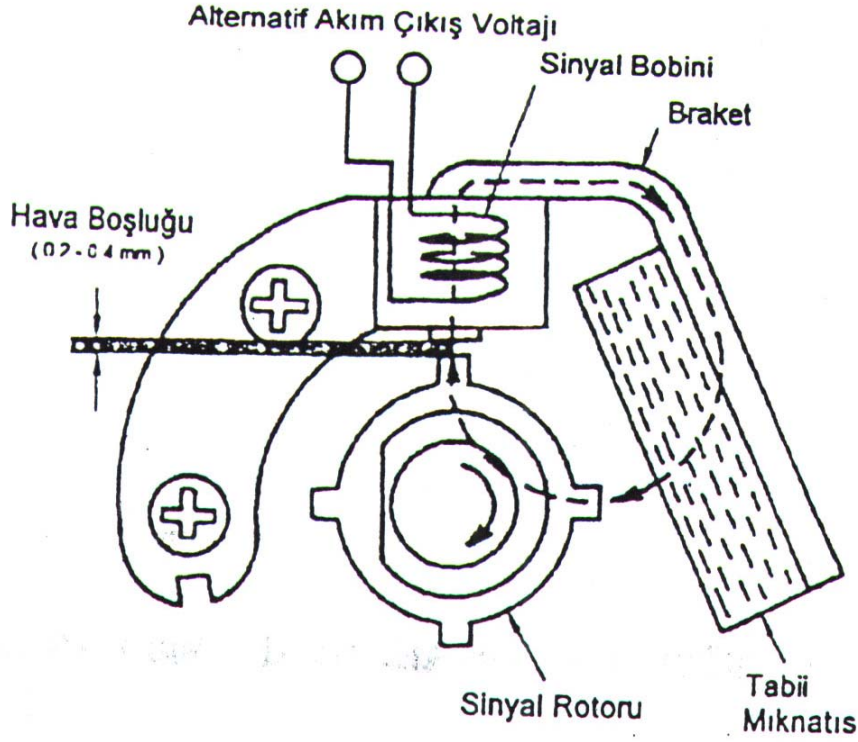
2.3.2.1. Sinyal Jeneratörü:

Bir çeşit alternatif akım üreticisidir. Transistörü açıp kapayan voltajı üreterek primer akımın kesilmesini sağlar.

2.3.2.2. Yapısı:

Sinyal jeneratörü bir sinyal bobini, bu sinyal bobininin manyetik özelliğini artıran bir tabii mıknatıs ve rotordan oluşur. Rotorun üzerinde motorun silindir sayısına eşit sayıda çıkıntılar bulunur. Sinyal jeneratörü ile tabii mıknatıs birbiriyle birleşik olarak distribütör gövdesi içinde sabit durmaktadır. Rotor sinyal jeneratörüne değmeyecek kadar uzakta (0,2-0,4 mm) distribütör milinden hareket alarak dönmektedir.

Tabii mıknatısın manyetik alan gücü rotor üzerinden sinyal bobinine doğru oluşur. Rotor dişi ile sinyal bobini arasındaki hava boşluğu, rotorun konumuna göre değiştiği için sinyal bobininin üzerinden geçen manyetik alan şiddeti de değişmektedir. Manyetik alan şiddetinin değişmesi, sinyal bobini uçlarında zayıf bir voltaj meydana gelmesine neden olur.



Şekil 2.4. Sinyal jeneratörü

Yukarıdaki resimde, sinyal rotorunun konumuna göre manyetik alan değişimi ve meydana gelen sinyal voltajının miktarı gösterilmektedir.

A noktasında hava boşluğu max olup manyetik alan şiddeti zayıftır. Aynı zamanda da manyetik alan değişimin zayıf olduğu görülmektedir. Bu durumda sinyal voltajı üretilmez.

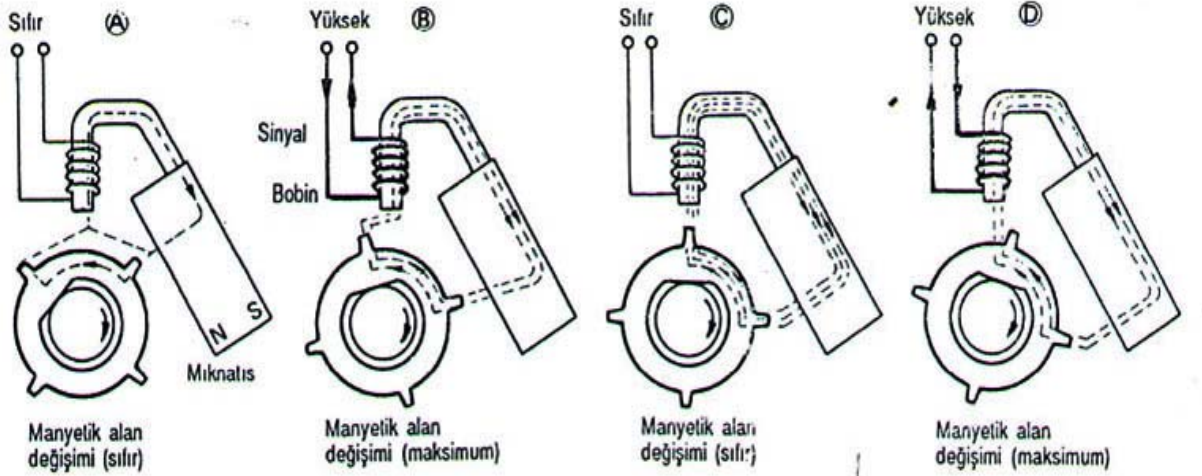
Rotor dönmeye devam ettikçe A pozisyonundan uzaklaştıkça rotor ile sinyal bobini arasındaki hava boşluğu azalmaya başlar ve manyetik alanın

şiddeti de buna bağlı olarak artmaya başlar. B noktasında manyetik alan şiddetindeki değişim en yüksek değerine ulaşmış olup bu anda max voltaj üretilmiş olur.

B ve c noktaları arasındaki manyetik alan değişimi azalmaya başlar, aynı zamanda üretilen voltaj da azalır.

Üretilen voltajın şiddeti ve yönü manyetik alan değişimine bağlı olduğu için, rotor dişi sinyal bobini ile karşılaşmaya başladığı ve hav boşluğunun azalıp manyetik alanın artmaya başladığı B noktasında oluşan voltaj ile rotorun sinyal bobininden uzaklaşmaya başladığı D noktasında oluşan voltajın yönü terstir. Bu nedenden dolayı üretilen voltaj alternatif akımdır. Üretilen voltajın şiddeti belirli zaman içinde manyetik alan şiddetinin değişim hızına bağlı olduğundan, motor devri arttıkça üretilen voltaj miktarı da artar.

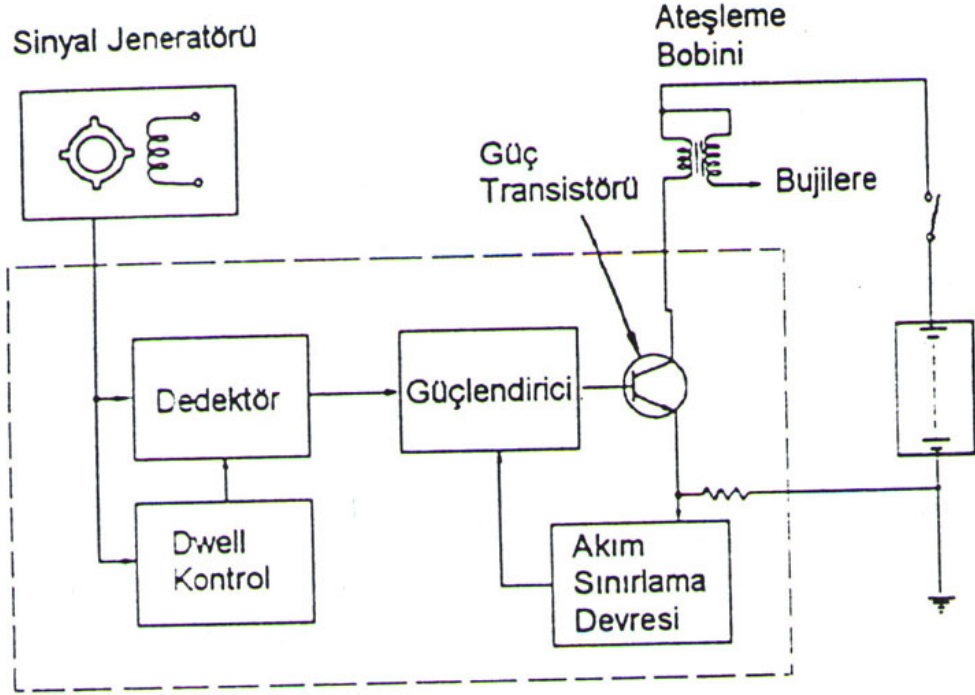
Max voltaj manyetik alanın max olduğu A ve C noktalarında değil, manyetik alan değişiminin max olduğu B ve D noktalarında meydana gelir.



Şekil 2.5.Sinyal bobinine göre motorun pozisyonu

2.3.2.3.Ateşleyici:

Ateşleyici sinyal jeneratörünün ürettiği voltajı işleyerek, içerisinde transistörü açıp kapatmak suretiyle primer akımı kontrol altında bulunduran elemandır.



Şekil 2.6.Ateşleyici

2.3.2.4.Yapısı:

Ateşleyici monolitik (yekpare) yapıya sahip IC¹ teknolojisiyle üretilmiş elektronik bir parçadır. İçerisinde şu kısımlar bulunur.

2.3.2.5.Dedektör devresi: Sinyal jeneratörünün ürettiği voltaj çok zayıf olup ancak milivoltlarla ifade edilebilecek bir voltajdır. Ateşleyicinin diğer devrelerinin bu voltajdan yararlanabilmesi için sinyalin ilk önce dedektör devresiyle hissedilip yakalanması gerekir. Dedektör çok düşük giriş hassasiyetine sahip bir hissedici devredir.

2.3.2.6.Dwell kontrol ünitesi: Özellikle yüksek devirlerde primer devreden akan akım miktarındaki azalma eğilimini azaltmak gerekir, çünkü bu olay bobin verimini düşürür. Bu devre primer sargısından akan akımı sabit tutmaya çalışır.

2.3.2.7.Güçlendirici: Diğer ateşleyici devreler tarafından düzenlenen sinyali transistörün beyz ucuna verilmeden önce transistörü çalıştırabilecek seviyeye kadar yükseltir (Transistörün ilettime geçebilmesi için en az 0,6-0,7 volt gerilim bulunmalıdır.). Sinyal genliği bu seviyeye kadar yükseltilmezse transistörü ilettime sokacak voltaj oluşmayacaktır.

2.3.2.8.Max. Akım Kontrolü (Limiter) Devresi: Sistemin primer devresinden geçen akımı sürekli kontrol altında bulundurur. Herhangi bir nedenden dolayı devrede olağan dışı yüksek akımlar akmaya başlarsa primer sargıdan akan akımı keserek sistemi korur. Mesela primer sargıları arasında bir kısa devre olduğunu farz edelim, primer devre akımı aşırı yükselecek ateşleyicinin içerisindeki transistörden çok yüksek akım akacaktır. Belli bir max akım sınırı olan transistör bu durumda yanabilir. Bu da ateşleyicinin bozulması demektir.

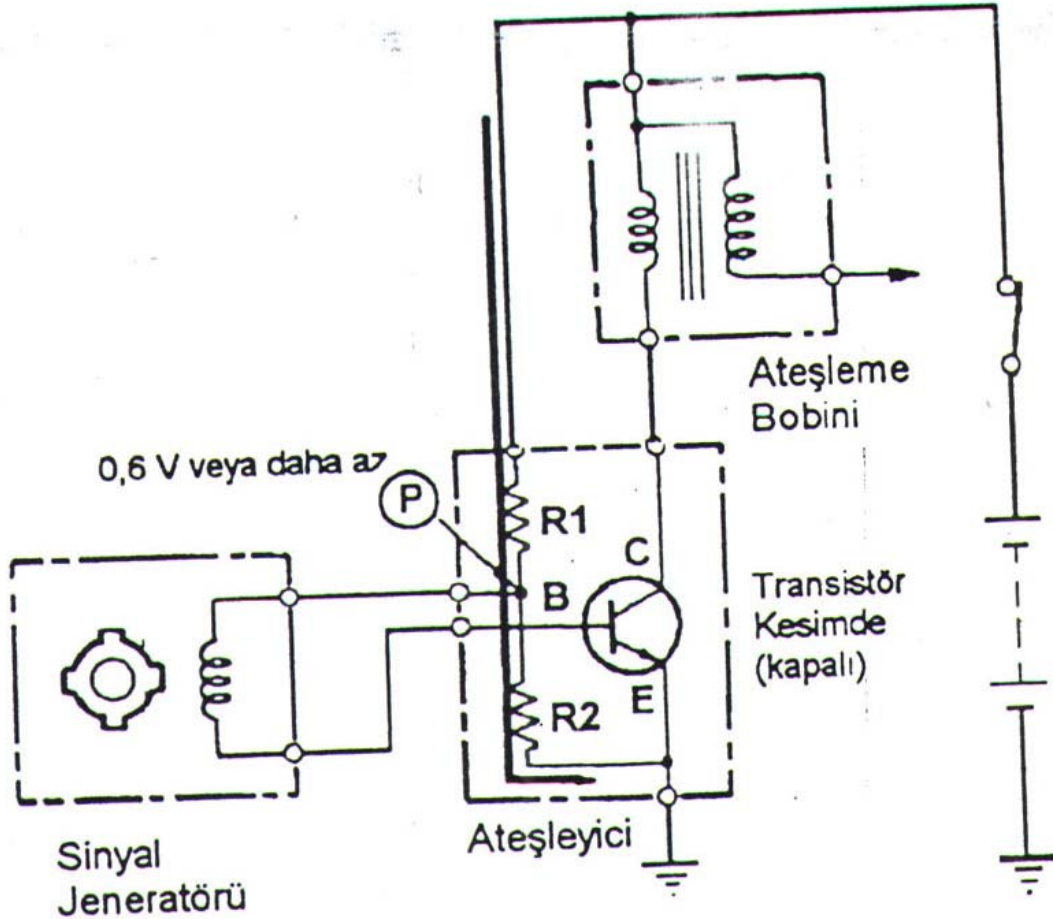
2.3.3.Elektronik Ateşleme Sisteminin Çalışması

Ateşleyici devresi çok karışık olduğundan dolayı devresi çok basitleştirilerek gösterilmiştir.

1-Motor stop etmiş (Rotor dönmüyor)

Motor stom durumunda, kontak ON konumuna getirildiğinde P noktasında belirli bir voltaj oluşur. Bu voltaj sinyal bobininden geçerek transistörün beyaz ucuna gelir. Ancak voltaj 0,6 volttan daha az olduğu için

transistörün iletme geçmek için ihtiyaç duyduğu voltajdan azdır ve sonuç olarak transistörün beyz akımı akmaz, transistör C (kollektör) ve E (Emiter) uçları arasında çok yüksek bir direnç gösterir, bu yüzden de primer devre akımı akamaz.



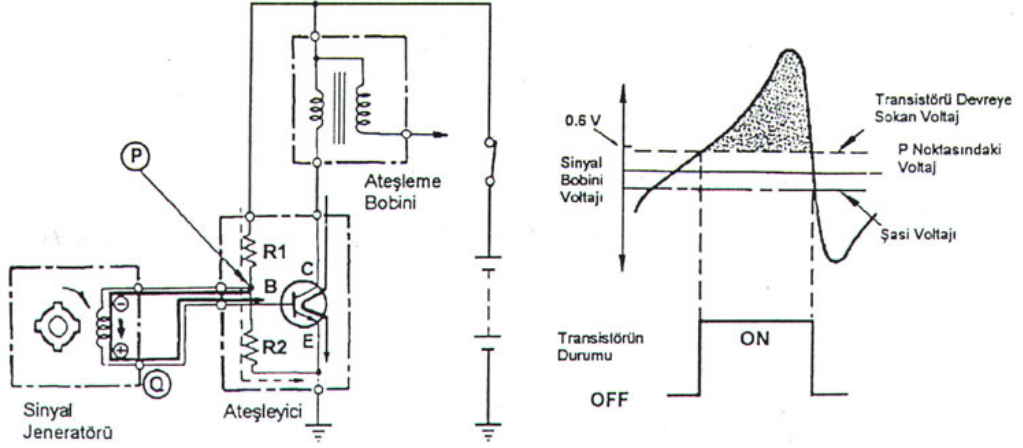
Şekil 2.7.Motor stop

NOT: Bilindiği gibi Platinli Klasik Ateşleme Sistemlerinin bir mahzuru vardır. Motor stop durumunda iken kontak anahtarı açık bırakılırsa ve platin kapalı kalmış ise primer sargıdan sürekli ve oldukça fazla akım akar. (4A) Bunun sonucu bobin ve platin zarar görebilir.

Buradaki devremizde böyle bir durumun olmayacağı, motor stop ettiğinde primer devre akımının hemen kesileceği açıkça görülmektedir. Bu da elektronik ateşlemenin yararlı bir özelliğidir.

2-Motor çalışıyor (Sinyal bobininde pozitif (+) sinyal üretiliyor)

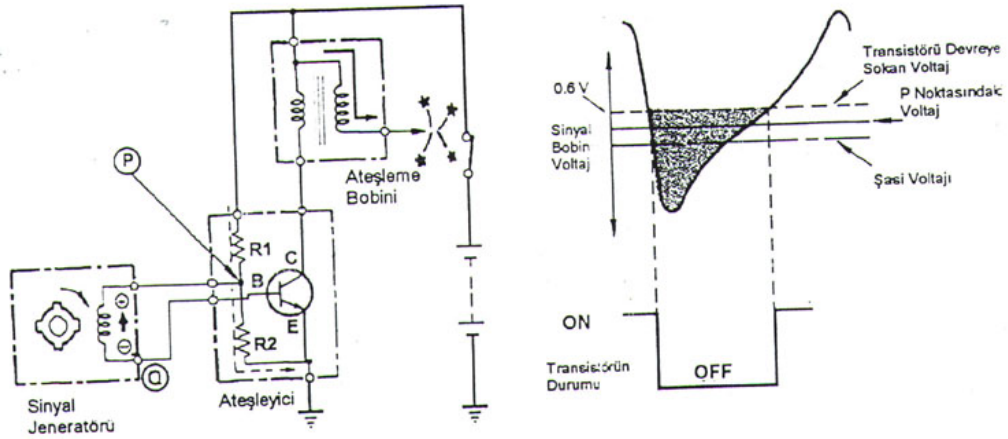
Motor marş esnasında, veya motorun normal çalışması esnasında distribütörün içindeki rotor dönmeye başlar ve sinyal bobininde alternatif akım üretilmeye başlanır.



Şekil 2.8. Transistör on

Eğer sinyal bobininde üretilen bu alternatif akım voltajı pozitif (+) ise transistörün beyz ucuna doğru akıma başlar. Q noktasında zaten P'den gelen 0,6 voltun altındaki voltaja ilave olur. (P noktasından Q noktasına doğru akan akım ile alternatif akımın akış yönleri aynı olduğu için voltajlar toplanarak Q noktasının voltajı artar) Q noktasındaki voltaj artınca transistörün beyz ucuna giden tetikleme voltajı 0,6 voltu geçer ve transistörü ilettime geçirerek primer sargılardan akım akmasına müsaade eder. Transistör ilettime geçtiğinde kollektör (C) ve Emiter (E) arasındaki direnci azalır ve primer sargıdan gelen akım transistörün kollektöründen emiterine, oradan da şasiye geçer.

3-Motor çalışıyor.(Sinyal Bobinden Negatif (-) Sinyal Üretiliyor)



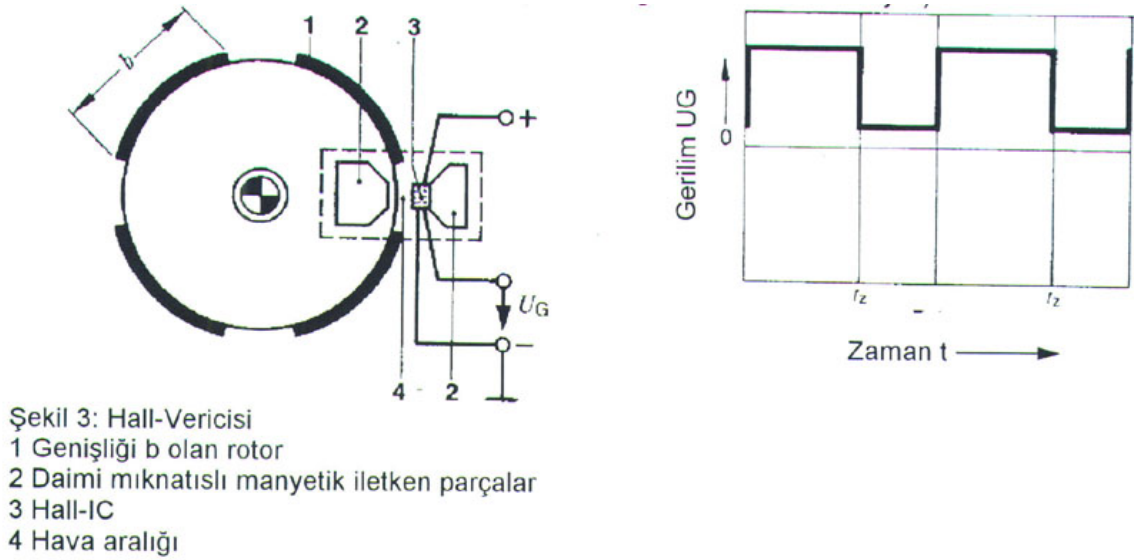
Şekil 2.9. Transistör off

Sinyal bobinde üretilen AC voltajı Negatif (-) olduğundan, bu akım p noktasında hazır bulunan ve transistörün beyz ucuna doğru akmakta olan akım ile zıt yönlüdür, ve bu yüzden Q noktasındaki voltaj düşerek transistörü iletimde tutmak için gereken 0,6 voltun altına düştüğü anda transistör kesime gider. (C ve E uçları arasındaki direnci çok yükselir ve akmakta olan primer akımı aniden kesilir)

Sonuç olarak transistör kesime gidince (kapanınca) primer devre akımı kesilir ve sekonder devre gerilim endüklenir.(2).

2.3.4. Hall Etkili Ateşleme Sistemi

Sinyalin oluşması için bir hall vericisi kullanılır. Hall vericisi ateşleme distribütörüne yerleştirilmiştir. Bir sabit parça bir manyetik bariyer ve distribütörle dönen rotor kanatlarından oluşur. Distribütör mili döndüğünde rotorun diyaframları manyetik bariyerin hava aralığından hiçbir yere değmeden geçerler. Hava aralığı serbest ise tesis edilmiş IC (entegre devre) ve bununla birlikte hall tabakasından manyetik olan geçer. Rotor kanatları sayısı motor silindir sayısına eşittir. Hall vericili ateşlemelerin distribütör primer ucuna 3 bağlantısı olur. (Besleme gerilimi ve verici sinyali)



Şekil 210.Hall vericisi

Hall efekti hareket ettirilen bir elektrik yükünün manyetik alandan 90° saptırılmasıdır. Hall vericiyi ne zaman bir “aralık” geçse manyetik akış büyüyen hava aralığı tarafından kesilir. Böylece aralık açma ve kanatlarda da kapatma bölümüne eşittir.

Rotor	Manyetik Alan (B)	Hall Gerilimi (U)	Hall IC Anahtarı	Verici Gerilimi
Hava aralığında değil	Hal tabakasına nüfuz ediyor	Maximum	Kapalı	Minimum
Hava aralığına giriyor	Hal tabakasından saptırılıyor	Düşer	Açılır Kademe (B_2)	Ani olarak artar
Hava aralığında	Hal tabakasında çok zayıf	Minimum	Açık	Maximum
Hava aralığından çıkıyor	Hal tabakasına artan oranda nüfuz ediyor	Artar	Kapanır Kademe (B_1)	Ani olarak düşer

2.3.4.1. Akım ve kam açısı ayarlaması

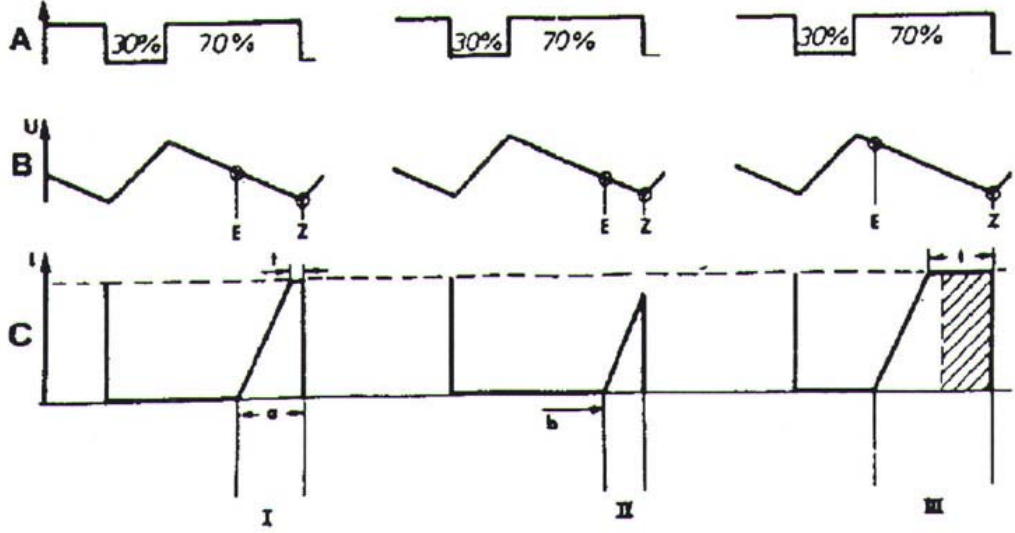
Primer akım ayarlanması ateşleme bobininden geçen akımın belirli bir ölçü ile sınırlandırılmasını sağlar. Motorun hızlanması sırasında oluşan dinamik oranlar nedeni ile belli bir zaman saptırması (avans) gerektirmektedir; yani ateşleme bobini ateşleme zamanında bir miktar önce olması gereken akıma ulaşmalıdır. Bu akım, ayarlama safhasında ateşleme transistörü aktif alanında çalışmaktadır. Transistör üzerinde gerilim düşüşü olur. 20-30 W değerinde olan daha yüksek bir kayıp güç oluşur. Kayıp gücün azaltılması ve uygun kam açısının ayarlanması için bir kam açısı ayarlamasına gerek vardır. (Hatta bobinin manyetik doyumu süre belirleyici olduğundan kapama zamanı ayarlaması daha iyidir.)

Analog tekniğinde ayarlama olayları bobinin primer devresinde gerilim başlangıç sınırının kaydırılması ile uygulanır. Hall vericisinin dikdörtgen sinyali u arada kondansatörün şarjı ve deşarjı yardımıyla öncelikle bir yükselme sinyaline (Üçgen Sinyale) dönüştürülür. Hall vericisinin zaman oranı iki ateşleme noktası arasında 30:70'dir. Rotor uzunluğunun sonunda (%70) ateşleme distribütörünün avans ayarlaması ile belirlenen ateşleme zamanı bulunur. Regülasyon, t_1 akım ayar süresinin gerekli zaman değişimine eşit olacak şekilde ayarlanmıştır. t_1 değerinden bir gerilim oluşturularak düşen gerilim ile karşılaştırılır. Denk olması durumunda (Kesişme noktası açık) primer akımı açılır, kam açısı (kapama süresi) başlar. Böylece akım ayarlama süresinden elde edilen gerilimin değiştirilmesi ile kam açısının açma noktası kesişme noktalarının eğim işletme durumu için doğru kam açısının oluşturulması sağlanmaktadır.

Akım sınırlaması, motorun tüm devir sayıları primer akımın olması gereken değeri elde edecek şekilde çalışır. Bu arada her kam açısı, her motor devir sayısı ve her sıcaklık için daima aynı kapama akımı (Primer akım) elde edilecek şekilde ayarlanır. Böylece daima aynı ateşleme gerilimi (yaklaşık 400 Volt) oluşturulur.) bu da yaklaşık 25 kV'luk hemen hemen sabit bir ateşleme

geriliminin elde edilmesini sağlar. Bu ateşleme sistemleri soğuk marş için oldukça uygundur.

Hall sinyalinin şekli nedeniyle duran motor ve ateşleme açık durumunda primer akım geçebildiğinden kumanda cihazlarında “Sabit kapalı devre akımını” belirli bir süre sonra kapayan bir devre bulunmaktadır.

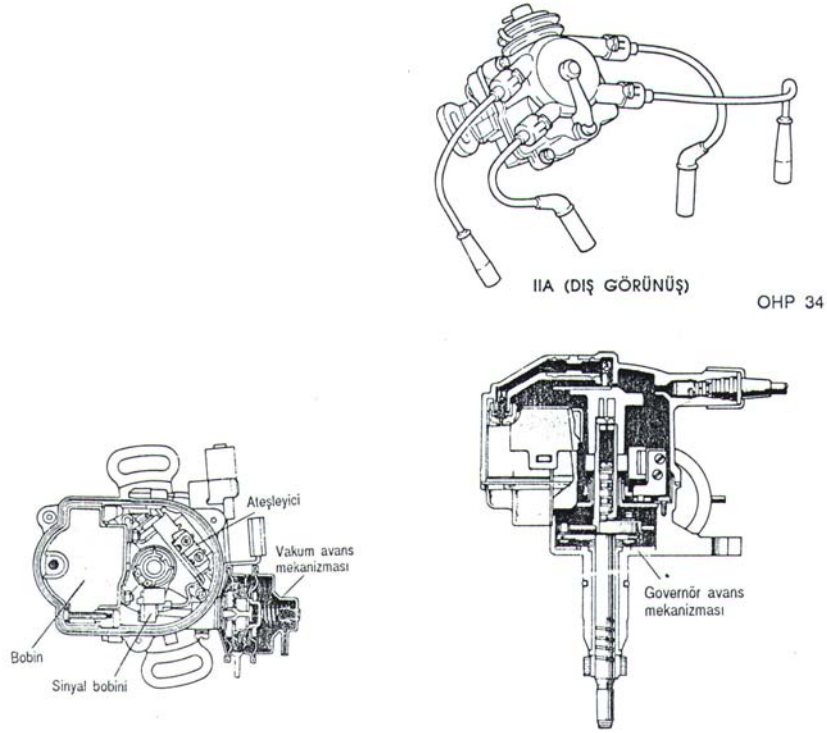


Şekil 2.11.Triger ayar kayması ile elde edilen kam açısı değişikliği

Akım ve kam açısı ayarlanabilir transistörlü ateşleme sistemlerinin hemen hemen hepsi hibrit (karma) tekniğinde tasarlanmıştır. Hafif ve tek parça halinde olan kumanda cihazları böylece; örneğin ateşleme bobini ile birlikte bir parça halinde birleştirilebilir. Ateşleme bobininde ve kumanda cihazında yüksek sıcaklık olduğundan gövde ile iyi bir termik bağlantı gerekmektedir.(1-3)

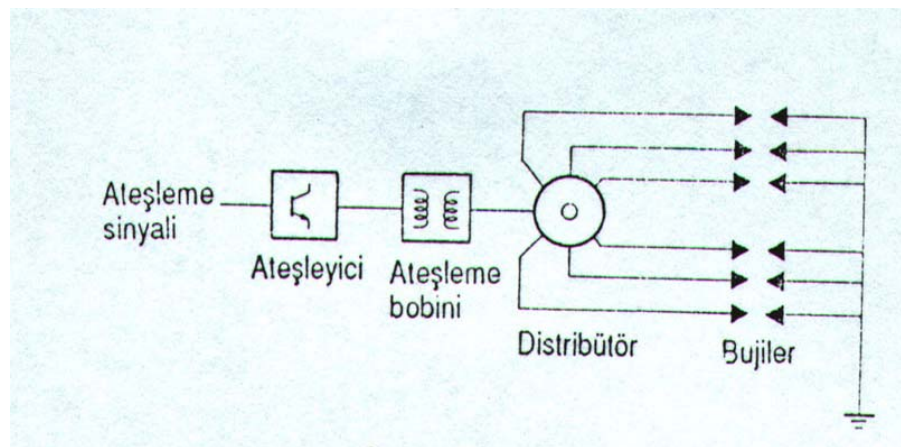
2.3.5.Entegre Ateşleme Sistemi (ITA)

Bu tip ateşleme sisteminde, ateşleyici ve bobin distribütörün içinde birlikte yerleştirilmiştir.Böylece bağlantılarda kısa devre ve kopuk olma ihtimali azaltılmış, güvenirliliği yükseltilmiştir.Küçük ve ağırlığının az olması sağlanmıştır. Çevre şartlarından etkilenmeyecek şekilde suya karşı çok iyi yalıtılmıştır.(4).



Şekil 2.12. Entegre ateşleme sisteminin görünüşleri

Yukarıda anlatılan transistörlü ateşleme sistemlerinde yüksek voltaj bir adet bobin tarafından üretilip distribütör tarafından tüm bujilere dağıtılır.



Şekil 2.13. Transistörlü ateşleme sistemi diyagramı

Distribütörün problemlerini azaltmak için son yıllarda distribütörsüz ateşleme sistemleri geliştirilmiş. Bu sistemler buji ile ateşlemeli motorlarda, yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Toyota'nın ve Opel'in kullandığı bu ateşleme sisteminde bir ateşleme bobini iki adet bujiyi besler. Elektronik kontrol ünitesi (ECU) Primer akımın bobinlere direkt olarak dağıtımını sağlar ve bujilerin kıvılcım üretmesini temin eder.

Ateşleme bobinleri bujiye daha yakın monte edilmiş yüksek gerilim kablosu çok kısaltılmış ve gürültü önlenmiştir. Distribütör kullanılmadığı için iç kayıplar da azaltılmıştır. Distribütörün gürültüsü ortadan kaldırılmıştır. Distribütörün içindeki mekanik parçaların devreden çıkarılmasıyla bu parçaların aşınmaları ve arıza yapmaları sorunu ortadan kaldırılmıştır.

Mekanik bir avans kontrol sistemi kullanılmamıştır. Distribütörlü sistemde avans değeri akım her iki yan elektroduna gidebileceği için akım şiddetinde azalma meydana gelebilmektedir.(4)

2.4.Tam Elektronik Ateşleme

Elektronik ateşleme sisteminin tüm fonksiyonlarını içerir ve ateşleme sabit yüksek gerilim dağıtımı olması nedeniyle distribütör kullanılmamıştır.

Tam elektronik ateşleme sisteminde doğru ateşleme avansı için gerekli bütün bilgiler motor çalışırken direkt olarak sağlanmaktadır. Bu sistemin eski platinli ve platinsiz sistemlere göre birçok avantajlar sağlamaktadır.

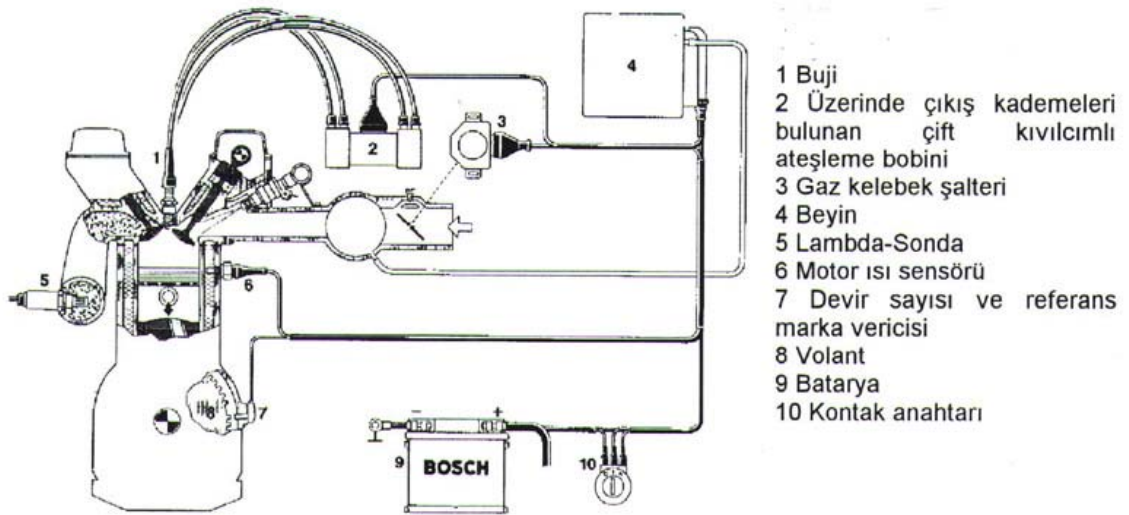
Herhangi bir mekanik aşınma söz konusu olmadığından sistemin ömrü süresince her elemanın kendi karakteristik eğrisi değişmemektedir. Distribütör mili ile krank arasındaki mekanik bağlantıdan ve vibrasyondan kaynaklanan hassasiyetin bozulması problemleri elimine edilmiştir.

Tam elektronik ateşleme sistemi bobin primer devresinin çok düşük dirençli olmasından dolayı yüksek ateşleme gücü temin etmemektedir.. Bununla

beraber dahili geri besleme devresi sayesinde bobin besleme akımının sürekli sabit tutmaktadır.

Bu nedenle akü voltajındaki oynamalarından etkilenmeksizin, soğuk havalarda motor çalıştırırken, akü tam şarjlı olmadığında veya motor yüksek devirde çalışırken sabit enerjiyle ateşlemeyi sağlar. Açık kıvılcımların olmaması nedeniyle daha az elektromanyetik parazit meydana gelmemektedir.

Diğer bir taraftan bakım gerektirmemektedir ve kullanımı boyunca sabit performans sağlamasıdır.



Şekil 2.14. Tam elektronik ateşleme sistemi (BOSCH)

2.4.1. Yüksek Gerilim Dağıtım

Tam elektronik ateşleme sisteminde yüksek gerilim üç şekilde dağıtılmaktadır.

2.4.1.1. Tek kıvılcımlı ateşleme bobinleri ile dağıtım

Tek sayıda silindir içeren motorlar için tam elektronik ateşleme tek kıvılcımlı ateşleme bobini gerektirmektedir. Tek silindir sayılarında bir çevrim iki krank mili devrini içerir; bu nedenle krank milinin bir üst ölü nokta sinyali

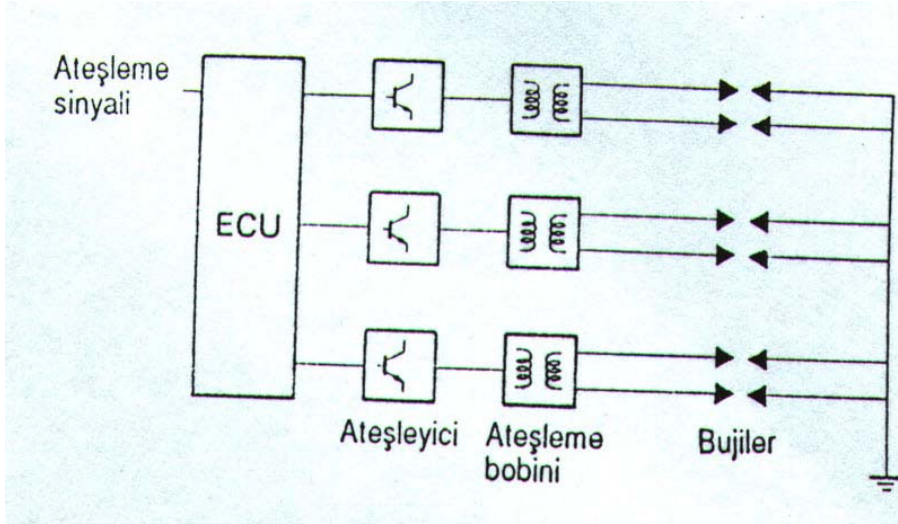
yeterli olmamaktadır. Senkronizasyon (uyum) için kam milinden kam mili devri başına bir sinyal gönderilmelidir. Tek kıvılcımlı ateşleme bobinleri çift sayıdaki silindirler için de uygundur.

2.4.1.2.Çift kıvılcımlı ateşleme bobinleri

Sabit yüksek gerilim dağıtımının bu tür çift sayılı silindir sayılı motorlar için uygundur. Çift kıvılcımlı ateşleme bobininin sayısı silindir sayısının yarısına eşittir.

4 silindirli motor üzerinden örnek verilecek olursa her çift kıvılcımlı ateşleme bobini bir ateşleme çıkış kademesi ile kontrol edilmektedir. Ateşleme zamanında iki ateşleme kıvılcımı aynı anda oluşturulur. Ateşleme kıvılcımının oluşumunda, iki buji ateşleme bobininin yüksek gerilim çıkışlarına birer buji seri bağlı olacak şekilde bağlanmıştır. Bujinin biri silindirin ateşleme zamanında ateşler; diğeri 360° sonra silindirin egzoz zamanında ateşler. Krank milinin 2 devri sonunda ilgili silindirin, bujileri tekrar tam ters olarak ateşleme yaparlar. İkinci çift kıvılcımlı ateşleme bobini de ikişer ateşleme kıvılcımı oluşturmaktadır. Ancak bunlar ilkinde göre 180° krank mili açısı kadar kaydırılmıştır.

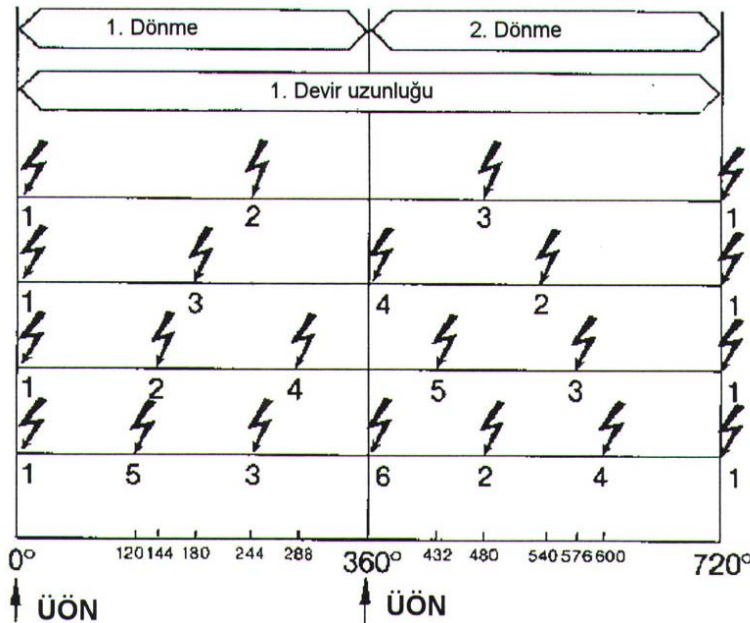
4 silindirli motor örneğinde de görüldüğü gibi beraber çalışan 1. ve 4. nolu silindirler ile 2 ve 3 nolu silindirler aynı anda ateşlerler. Ayrıca bir devir başlangıcını belirleyen bir sinyale gerek vardır Volan üzerinde ÜÖN sinyali silindir grubunda 1. ve 4'ün ateşlemesi gerektiğini bildirir. Beyin ise krank milinin ne zaman 180° döndüğünü tespit ederek 2. ve 3. silindir ateşlemesini sağlar. İkinci devre başlamasında ÜÖN sinyali tekrar alınır. 1. ile 4. silindirin ateşlenesi sağlanır. Bu zorunlu senkronizasyon (uyum) arıza durumunda dahi bu ateşleme sırasına daima uyulmasını sağlar. Krank mili üzerinde bulunan referans sinyal verici işareti ateşleme açısının hesaplanmasının yanı sıra uygun ateşleme bobininin kontrolünü de sağlar.



Şekil 2.15.Distribütörsüz ateşleme sistemi diyagramı

2.4.1.3.Dört kıvılcımlı ateşleme bobini ile dağıtım

Dört kıvılcımlı ateşleme bobini iki primer ve iki sekonder sargı içerir. Her iki primer sargı iki ateşleme çıkış kademesine kontrol edilir. Yüksek gerilim sargısının her çıkışında iki diyot bulunmaktadır. Bu diyotların her birinden bir bujiye yüksek gerilim iletkeni uzanır. Böylece çift kıvılcımlı ateşleme bobininde olduğu gibi diyotlar tarafından değiştirilmeli olarak iki kıvılcım oluşturulur.(1).

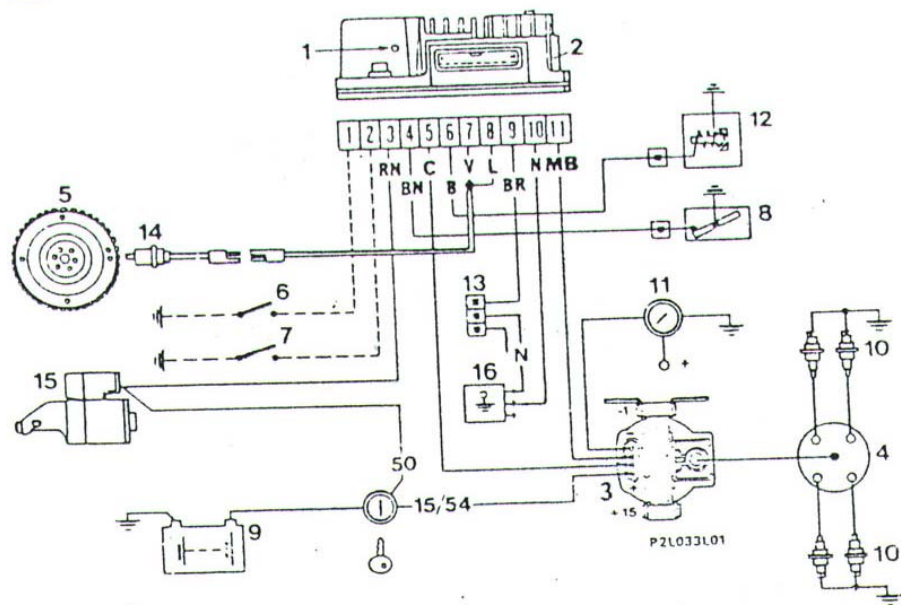


Şekil 2.16.Krank mili devri sırasında dört zamanlı bir motorun ateşleme sırası

2.4.2.M.Marelli Digiplex 2 Tam Elektronik Ateşleme Sistemi

2.4.2.1.Sistem hakkında genel bilgiler:

Digiplex 2 tam elektronik ateşleme sistemi aşağıdaki elemanlardan meydana gelmiştir.



Şekil 2.17..Digiplex 2 tam elektronik ateşleme sistemi şematik şekli

- 1-Emme manifold borusu bağlantı yeri
- 2-Elektronik kontrol ünitesi veya modülü
- 3-Ateşleme bobini
- 4-Distribütör
- 5-Volan
- 6-ON/OFF anahtar 1 (eğer takılmış ise)
- 7-ON/OFF anahtar 2 (eğer takılmış ise)
- 8-Karbüratör boğaz kelebeği pozisyon anahtarı
- 9-Akü
- 10-Bujiler
- 11-Takometre

- 12-Yakıt kesme selenoid valfi
- 13-Diagnostik soketi
- 14-Devir ve üst ölü nokta sensörü
- 15-Marş motoru
- 16-Şase bağlantısı

Elektromanyetik sensör (14), elektronik kontrol modülüne volan üzerinden algıladığı motor devri ile 1. ve 4. pistonların üst ölü nokta (ÜÖN) pozisyonlarını iletir. Sensör mıknatısı ve sargısı ile değişken indüktansa sahiptir.

Volan pimi sensör mıknatısının karşısına geldiğinde indüktans şiddeti artar, pim uzaklaşırken zayıflar. Motorun çalışması esnasında değişken bir elektromotor kuvveti (emk) oluşur. (Bu elektromotor kuvvetinin frekansı motor devrinin okunmasında kullanılır.) Frekans düzensizliği üst ölü noktanın göstergesidir.

Volan üzerinde dört tanesi eşit aralılarla dizilmiş ve biri eşlenmiş şekilde 5 adet pim bulunmaktadır. Bu pimlerden elektromanyetik sensör (14) üst ölü nokta ve motor devrini algılar.

Elektronik kontrol ünitesinde (EKU) emme manifoldundaki vakumu ölçen bir cihaz yer almaktadır. Bu emme manifolduna bir boru ile bağlantılıdır. Cihaz algıladığı vakum değerlerine orantılı olarak değişken voltaj değerlerine dönüştürür. EKÜ (2) motordan algılanan devir ÜÖN ve emme manifoldundaki vakum değerlerine göre hafızasında mevcut avans değerlerinden en uygun olanını seçer.

Kapalı devre manyetik bobin (3), çok düşük dirençli primer devresi ile yüksek ve sabit kıvılcım sağlar. Yüksek gerilim distribütörü tevzi makarası ve distribütör kapağı ile bobinden gelen voltajı bujilere iletir.

Digiplex elektronik ateşleme sistemi, avansın santrifüj ağırlıklar ve vakum ile lineer kaidelere göre mekanik olarak verildiği eski distribütör

sisteminin yerini almıştır. Bu sistemde indüktif deşarj akımının (bobinden yüksek voltaj çıkış akımı) bujilere verilmesi kompitür ile kontrol edilmektedir.

Digiplex elektronik ateşleme sistemi en az yakıt tüketimi, düşük zararlı gaz atıkları ve yüksek performans değerlerini esas alarak en uygun ateşleme avansını gerçekleştirir.

Bu avans değerini oluştururken elektronik kontrol ünitesi elektromanyetik sensörden (14) gelen motor devri ve üst ölü nokta bilgilerini dijital formda değerlendirir ve bunu emme manifoldundan bir boru ile aldığı vakum değeri ile birleştirir. Sonra buna karşılık gelen hafızasında depolanmış değerlerde avans açısı değerini tespit eder. Buna ek olarak kontrol ünitesi elektromanyetik sensörün (14) kontrolünü gerçekleştirir. Böylece herhangi bir hata servis esnasında teşhis edilebilir.

2.4.2.2.Sistemin çalışması:

Volan üzerindeki pimlerden biri sensörden geçtiği anda sensörde bir elektromotor kuvveti (emk) üretilir. Böylece her motor dönüşü için elektronik kontrol ünitesine 5 sinyal gelir. Birbirine eşit aralıktaki 4 pim (90° lik aralıklarla) gönderdikleri sinyalin frekansı ile ani motor devrini belirler. Bu dört pimden birinin hemen yanında olan 5. pimden gelen sinyal ise kontrol ünitesinin motorun üst ölü noktasını algılamasını sağlar.

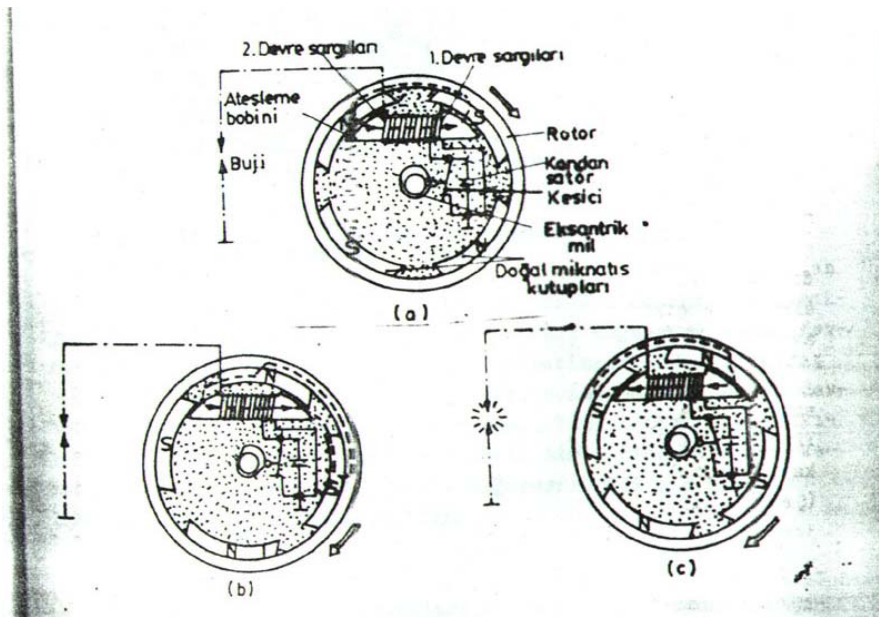
Volan üzerinde 3. pim tam sensörün karşısına geldiğinde 3. piston tam üst ölü noktaya gelmiş demektir. Kontrol ünitesinin mantığı bu hassas noktayı ateşleme avansını hesaplarken kullanır. Kontrol ünitesi içinde yer alan transdüser bir boru ile emme manifolduna bağlıdır ve motordaki vakum değerlerini elektronik kontrol ünitesi mantığının kullanılabileceği şekilde elektrik sinyallerine dönüştürülür. Bu değer motor devri ile birlikte hafızada bulunan ateşleme avans değerlerinden en uygununun seçiminde kullanılır.

Sistem, motor hız aralığını 16 kısma böler, bu bölümlerin eşit aralılarla olması şart değildir. Motor devrine göre 8 ayrı vakum şartına karşılık gelen 8 çeşit avans değeri içinden seçim yapılır.

Bu ateşleme sistemi elektronik kontrol ünitesinden çıkan bililere göre 1920 ayrı avans değeri verebilir. (5)

2.5.Manyetolu Ateşleme Donanımı

Manyetolu ateşleme donanımında akümülatöre gerek duyulmadığından, motosiklet motorlarında ve tarım kesiminde yaygın olarak kullanılan küçük güçlü, içten patlamalı motorlarda çokça kullanılmaktadır. Ayrıca, askeri amaçlı taşıtlarda da genellikle uygulanan bir ateşleme yöntemi olmaktadır. Manyetolu ateşleme donanımı, bir elektrik akımı üretici olan jeneratörü ve yükseltme görevi yapan bobin sargılarını bir arada içermektedir. Bu durumda genel yapıda, doğal mıknatıslarla donatılmış dönen bir rotor, bu rotorun manyetik etki alanı içinde bulunan birinci ve ikinci devre sargılarından oluşan bobin, devre kesici (platin), kondansatör, kesici kontaklarını açıp kapatan eksantrik çıkıntılı mil ve gerekirse dağıtıcı bulunmaktadır.



Şekil 2.18.Manyetolu ateşleme donanımı

Rotorun dönmesiyle meydana gelen manyetik alan değişimi, ateşleme bobini sargılarında bir gerilim doğmasını sağlar. Kesici kontaklarının kapalı olduğu durumda, birinci devreden bir elektrik akımı akmaktadır. Bobine etkili olan manyetik alanın yön değiştirdiği anda, birinci devre akımı en yüksek değerine ulaşmakta ve bu sırada kesici birinci devre akımını kesmektedir. İkinci devre sargıları üzerindeki manyetik alan, hem rotor kutuplarının değişmesi, hem de birinci devre akımının kesilmesiyle çok hızlı olarak değişir. Bu hızlı değişim, ikinci devre sargılarında yüksek gerilim oluşturur. Ayrıca, birinci devrede kesici kontaklarına paralel bağlı bulunan kondansatörde kıvılcımın oluşmasına etkili olur.

Rotor ve eksantrik çıkıntılı mil, ana mil ile aynı devir sayısında döndüğünden, bir silindirli iki zamanlı motorlarda her devirde bir ateşleme yapılmış olmaktadır. Bir silindirli 4 zamanlı motorlarda ise, iki devirde bir ateşleme gerektiğinden, ateşlemenin birisi eksoz zamanında boşa yapılmakta, diğer ateşleme zamanında yapılmaktadır. Silindir sayısı birden fazla olan motorlarda devreye dağıtıcı girmek zorundadır.

Küçük motorlarda, genellikle insan gücü ile ilk hareket sağlandığından, motorun geri darbesini kaldırmak için ateşlemenin geç olması istenir. Motor çalıştıktan sonra, mekanik bir kol yardımı ile ya da santrifüj sistemle otomatik çalışan bir düzenle, eksantrik çıkıntı dönüş yönünde birazcık döndürülerek, ateşleme avansı sağlanmaktadır.(6)

Teori:

Ateşleme sistemi elemanları, ara kablo ve buji kablolarında oluşan direnç:

$$R = \frac{E}{I} \quad (1)$$

ohm kanunu ifadesi yardımı ile hesap edilir. Bu ifadede E bataryanın verdiği potansiyel farkdır. Ateşleme sistemi devre elemanları, ara kablo ve buji kablolarında oluşan toplam direnç R küçüldükçe sistemin çektiği akım artar.

Bobin, ateşleme sisteminde, gücü sabit kalmak şartıyla devre akımının gerilimini ve akım şiddetini değiştiren elemandır. Demir nüve üzerine sarılmış primer ve sekonder sargılardan meydana gelmiştir.

Bir bobinde sarım sayıları ile uygulanan gerilim ve akım şiddeti arasında

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (2)$$

bağıntısı vardır. Burada;

S_1 = Primer sargı sarım sayısı

S_2 = Sekonder sargı sarım sayısı

E_1 = Primer devreye uygulanan gerilim

E_2 = Sekonder devreye uygulanan gerilim

I_1 = Primer devre akımı

I_2 = Sekonder devre akımı

Bobinde indüklenen emk, bobinden geçen manyetik akımın değişim hızı ile doğru orantılıdır.

Bir sarımda indüklenen emk'in ortalama değeri, Δt süresi içinde sarımı kesen veya sarımın sarıldığı manyetik akı $\Delta\Phi$ kadar değiştiğinde

$$E_o = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (3)$$

ifadesi ile tanımlanır. Santimetre gram saniye birim sisteminde
İfadede;

Akı değişimi ($\Delta\Phi$) = Maksvell

Geçen zaman (Δt) = Saniye

Eğer bir sarımda 1 saniyede 10^8 maksvellik bir akı tarafından kesilirse, sarımda 1 voltluk emk indüklenir.

$$E_{ORT} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \cdot 10^8 \quad (4)$$

N sarımlı bir bobinde indüklenen emk

$$E_{ORT} = \frac{N\Delta\Phi}{\Delta t} \cdot 10^8 \quad (5)$$

Metre kilogram saniye sisteminde ise N sarımlı bobinde indüklenen emk

$$E_{ORT} = \frac{N\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (6)$$

İfadesi ile verilmektedir. Burada;

E_{ort} = Bobinde indüklenen ortalama emk (volt)

$\Delta\Phi$ = Akı değişimi (weber)

Δt = Geçen zaman (saniye)

$\Delta\Phi/\Delta t$ = Akının değişim hızı (weber/saniye)'ni tamamlamaktadır.

Kondansatörün kapasitesi, levhaların herhangi birinde toplanan yükün levhalar arası potansiyel farkı oranıdır. Kondansatörde Q/U oranı sabittir.

$$C = Q/U \quad (7)$$

Şeklinde tanımlanır. Burada;

C = Kondansatörün kapasitesi

Q = Levhada toplanan yük, (kulon)

U = Levhalar arası potansiyel fark (volt)

Bir kondansatörün kapasitesi, levhaların yüzey alanına, levhalar arasındaki dielektrik maddeye ve levhalar arasındaki uzaklığa bağlıdır.

Paralel düzlem levhalı bir kondansatör kapasitesi şu formülle hesaplanır

$$C = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot K \cdot S / D \quad (8)$$

C = kapasite, mikro farad (μf)

K = dielektrik katsayısı

S = birim levha yüzey alanı, cm^2

D = levhalar arası uzaklık, cm

Bölüm 3

İlk yıllarda ateşleme sistemlerinde bobin, kondansatör ve kesici olarak platinler kullanılırken tekniğin ilerlemesiyle ateşleme sistemleri devre elemanları gelişme gösterdi.

Klasik, elektronik ve tam elektronik sistemlerinde birçok devre elemanı ve elektronik elemanlar kullanılmaktadır. Bu elemanlar kullanıldığı yere göre çeşitli özelliklere sahip olup bu özelliklerin yardımıyla görev yaparlar.

3.1.Direnç

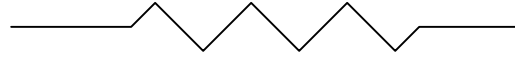
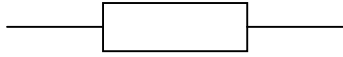
Direnç genel anlamıyla elektrik akımının akmasına karşı zorluk gösteren elemanlardır. R harfiyle gösterilir. Direnç birimi Ohm'dur ve Ω harfi ile gösterilir.

$$R=U/I=\text{Volt/amper} \Rightarrow \Omega$$

U: potansiyel gerilim (volt)

I: akım (amper)

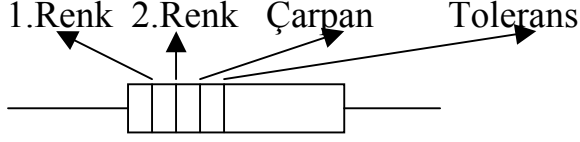
3.1.2.Sembolleri



Renk	Değeri	Çarpan olarak değeri	Tolerans olarak değeri
Renksiz	-	-	$\pm\%20$
Gümüş	-	0,01	$\pm\%10$
Altın	-	0,1	$\pm\%5$
Siyah	0	0	-
Kahverengi	1	10^1	$\pm\%1$
Kırmızı	2	10^2	$\pm\%2$
Turuncu	3	10^3	-
Sarı	4	10^4	-
Yeşil	5	10^5	$\pm\%0,5$
Mavi	6	10^6	$\pm\%2,5$
Mor	7	10^7	$\pm\%0,2$
Gri	8	10^8	$\pm\%0,05$
Beyaz	9	10^9	-

Direnç değeri şöyle belirlenir:

Birinci ve ikinci renk değeri yanyana yazılır. Sonra çarpan değerindeki sıfırların sayısı kadar sıfırı bu rakamların yanına yazılır.



Dirençlerde ilk renk direncin bir kenarına en yakın olan dirençtir.

LDR (Light Dependent Resistor): Üzerine düşen ışığa göre değeri değişen direnç

NTC (Negatif Temperature Constant): Direnç değerleri artan sıcaklık ile azalan yarı iletken dirençlere NTC dirençler denir.

PTC (Positive Temperature Constant): Direnç değerleri sıcaklığın yükselmesiyle birlikte artan yarı iletken dirençlere PTC direnç denir.

VDR (Voltage Dependent Resistor): Üzerindeki gerilim arttıkça azalan direnç

Potansiyometre: Değeri min ve max arasında gerilim arttıkça değeri azalan direnç. (4)

3.2.Kondansatörler:

Kondansatörler, otomotivde ateşleme sistemlerinde (meksefe), zamanlayıcı (timer) devrelerinde ve bazen şarj sistemlerinde parazit bastırmak amacıyla kullanılmaktadır.

İki iletken levha arasında bir dielektrik (yalıtkan) madde konulur ve iletken levhalara gerilim uygulanırsa elde edilen elemana kondansatör veya kapasite adı verilir.

Kondansatörler elektrik devre şemalarında C harfiyle ifade edilirler, birimi FARAD'dır. Farad kondansatörün akım depolama kapasitesidir ve F harfiyle gösterilir. Kondansatörün kapasitesi içerisindeki akım depolayan levhaların yüzey alanı büyüklüğüne bağlıdır.

Birimleri:

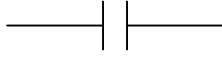
F: Esas birim

μF : mikro farad: 10^{-6} F

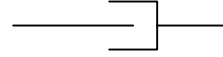
nF : nano farad: 10^{-9} F

pF : piko farad: 10^{-12} F

Sembolleri:



Kutupsuz kondansatör



Elektrolitik kondansatör

3.2.1.Kondansatör kullanımında dikkat edilecek hususlar

Kondansatörler bağlandıkları yerde bir elektrik akımı depolayarak çalıştıkları için, üzerlerine gelen voltaja dayanabilecek şekilde yağılmış olmalıdırlar. Bunun için kondansatörler üretilirken belirli bir voltaja dayanabilecek şekilde yapılırlar. Bir kondansatör asla zerinde yazana voltajdan daha yüksek voltaj olan yere bağlanamamalıdır yoksa patlayarak bozulurlar, bu arada çevrelerindeki başka parçalara da zarar verebilirler. Kapasitesi aynı fakat voltajları farklı iki kondansatörün arasındaki tek fark, voltajı büyük olanın levhaları arasındaki yalıtkan maddenin ya daha kalın yalıtkan olması ya da yalıtkan direnci daha yüksek materyalden yapılmasıdır.

Kondansatörün içerisindeki levhalar bazı kondansatörlerde belirli bir kutup gözetilerek imal edilmiştir. Bu tür kondansatörlerin üzerine + veya – kutupla işaretlenmiştir ve ters bağlanacak olursa yine kondansatör patlayacaktır.

3.2.2.Kondansatör çeşitleri

Kutuplanmasına (polarite) göre:

- 1-Elektronik kondansatörler (kutuplu ve büyük kapasitelidir)
- 2-Mercimek kondansatörler (kutupsuz ve küçük kapasitelidir)

Yalıtma malzemesine göre

- 1-Mikalı kondansatörler
- 2-Yağlı kondansatörler
- 3-Kağıtlı kondansatörler
- 4-Seramik kondansatörler

3.3.Yarı İletkenler

Yarı iletken devre elemanları, günümüz otomobillerinde giderek artan bir oranda kullanılmaktadır. Alternatörlerde üretilen AC akımını DC akımına çevirmek için kullanılan diyotlar. Ateşleme bobininden geçen akımı açıp kapayan, ateşleyicideki transistör.

Bütün maddeler atomlardan oluşmuştur. Her atom çekirdeği ve onu çevreleyen atom kabuğundan oluşmuştur. Atom çekirdeğinin yapı taşları şunlardır:

- Protonlar: Çekirdeğin pozitif yüklü atom yapı taşlarıdır.
- Nötronlar: Protonlarla eşit kütleyle sahip fakat yüksüzdürler.

Atom kabuğunda elektronlar bulunur. Elektronlar belli yörüngelerde atom çekirdeğinin etrafında dönerler. Elektronlar kabuğun negatif yüklü atom yapı taşlarıdır. Pozitif yükler negatif yüklerle eşitlendiği gibi, proton elektronların sayısı birbirine eşittir. Atom dışarıya karşı elektrik.e nötr (yüksüz) olur. Elektronlar çekirdek çevresine dağılmış maksimum 7 yörünge veya kabuk üzerinde hareket eder. Her yörüngede sadece belli bir sayıda elektron olabilir.

Yarı iletkenler bakır, demir gibi iletkenlere göre daha büyük elektriksel dirence sahip olan maddelerdir. Fakat plastik, cam gibi yalıtkanlardan ise daha düşük dirence sahiptirler. Yarı iletkenlerin genel özellikleri şunlardır.

1-Sıcaklığı arttıkça elektrik direnci diğer maddelere göre daha fazla değişir.

2-Diğer bazı maddelerle karıştırıldığında elektriksel iletkenliği yükselir.

3-Işık altında kaldığında direnci büyük ölçüde değişir ve üzerinden elektrik akımı geçirildiğinde ışık verir.

En yaygın kullanılan yarı iletken maddelerden ikisi: silikon (Si) ve Germanyum'dur. (Ge). Fakat yarı iletken maddenin istenilen özelliklere sahip olabilmesi için içerisine belirli ölçülerde başka elementler karıştırılarak N tipi (Negatif özellikli) yarı iletken madde ve p tipi (pozitif özellikli) yarı iletken maddelere meydana getirir.

3.3.1.N tipi yarı iletken madde

Silikon veya Germanyumun içine çok sayıda serbest elektron sağlamak için az miktarda Arsenik(As), Antimon(Sb) veya Fosfor(P) ile karıştırılmasıyla elde edilen maddedir. N tipi yarı iletken maddedeki (-) yüklü elektron fazlalığı elektrik akışını mümkün kılar.

3.3.2.P tipi yarı iletken madde

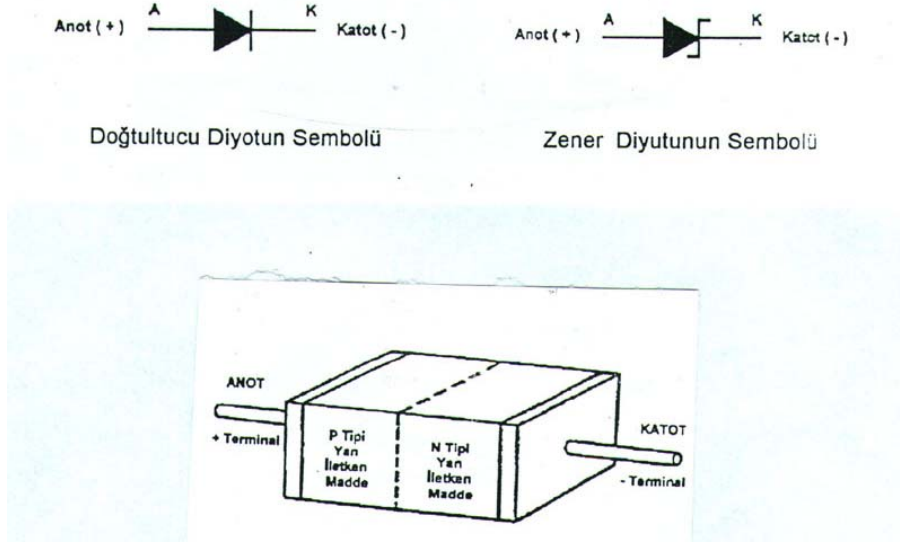
Silikon veya germanyumun içine Galyum(Ga), İndiyum(In) ve Alüminyum(Al) karıştırılarak Silikon veya Germanyumun yapısındaki (-) yükleri oluşturan elektronların sayısı azaltılmıştır. Bu tip yarı iletken maddeye böylece pozitif (+) özellik kazandırılmıştır.(4)

3.4.Diyotlar

Diyot genel anlamda bir yöne akım geçiren ve diğer yöne akım geçirmeyen bir devre elemanıdır. Yarı iletken Silikon ve Germanyum gibi

elementlerden yapılırlar P tipi yarı iletken maddenin N tipi yarı iletken madde ile birleşmesinden oluşur. (+) kutuba anot (-) kutuba katot denir.

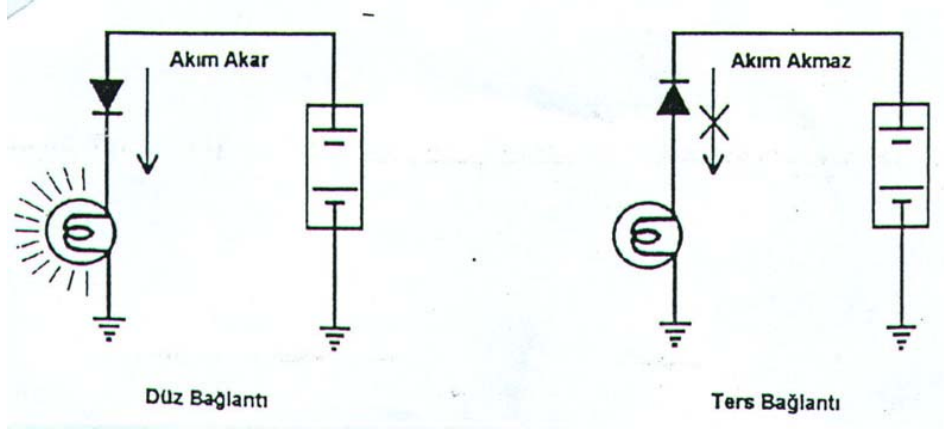
Diyotun anot ucuna + gelecek ve katot ucuna da – gelecek şekilde bağlantı yapılırsa, diyot düz polarizasyon altında iletimine geçer ve akımın üzerinden geçmesine müsaade eder. Aksi takdirde eğer anoduna – ve katoduna + gelecek şekilde bağlanırsa, ters polarizasyon altında akımın akmasına müsaade etmez. Diyotlar bu özellikleri nedeniyle doğrultma amacıyla kullanılmalıdır. Doğrultma amacıyla kullanılan diyotlar düz polarizasyonla bağlanmalıdır.



Şekil 3.1.Diyotlar

Diyot bir devreye iletim yönünde bağlandığında (Anot ucuna +, katot ucuna – gelecek şekilde) iletime geçmesi için uçlarına gelen voltajın belirli bir sınır voltajından daha yüksek olması lazımdır. Bu sınır voltajı, diyotun yapıldığı malzemeye bağlı olarak değişir. “Eşik gerilimi” denilen bu voltaj silikon diyotları için 0,6-0,7 volt ve germanyum diyotlar için ise 0,2-0,3 volt kadardır. Diyot bir devreye ters bağlandığında ise akım akmaz ancak burada da diyotun dayanabileceği belli bir max voltaj vardır. Bu voltaj aşan ters akımlarda diyot

yanarak bozulur. O halde diyot seçimine diyotun takıldığı yerde üzerine gelecek max voltaj ve üzerinden geçecek akım dikkate alınmalıdır.



Şekil 3.2. Diyot bağlantı şekilleri

3.5. Zener Diyot

Normal yönde tamamen bir doğrultusu diyot gibi çalışır ancak ters yöndeki davranış karakteristiği farklıdır. Ularına ters akım uygulandığı zaman, belirli bir voltajdan sonra akımı ters yönde de iletebilecek şekilde yapılmışlardır. Yapısı normal doğrultusu diyotlar gibi iki katmanlı olmasına rağmen, yapıldığı P ve N tipi yarı iletken maddelerin içerisindeki karışım oranları farklıdır.

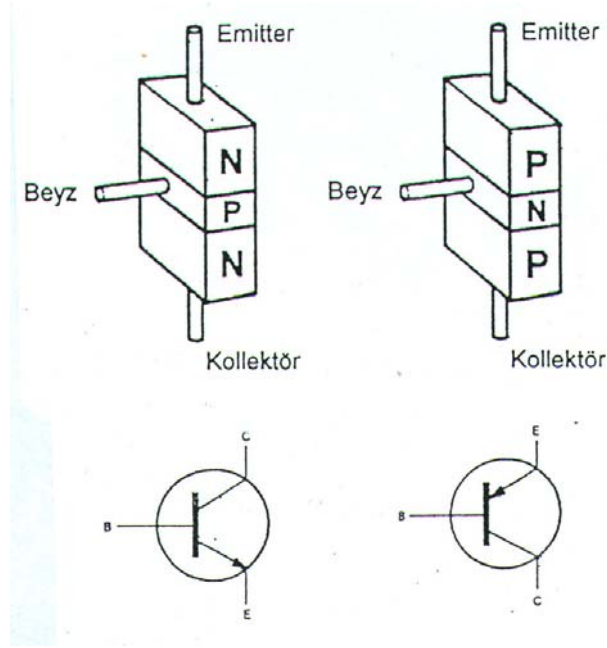
Zener diyotlar belli bir voltajdan sonra iletkenlikleri için uçlarındaki voltaj değeri arttıkça üzerinden geçen akım miktarı artar, ancak uçları arasındaki voltajı sabit tutar. Bu özelliği Zener'i bağlandığı yerdeki voltajı sabit tutan bir eleman kılar. Bu yüzden Zener diyotları çoğunlukla bir regale edici eleman olarak kullanılır.

Zener diyot normal diyotun aksine devreye daima ters yönde bağlanmalıdır.

3.6. Transistör

Transistör diyot gibi P ve N tipi yarı iletken malzemelerden meydana gelmesine rağmen farkı, diyotta iki tabaka bulunmakta iken transistörde üç

tabaka bulunur. Bu yarı iletken tabakaların sıralanışı transistörün tipini ve çalışma özelliğini belirler. Eğer transistör iki N tipi yarı iletken tabaka arasına bir P tipi yarı iletken tabakası konularak yapılmışsa buna tabakalarının sıralanışından dolayı NPN tipi transistör denir. Eğer iki adet P tipi yarı iletken tabakası arasına bir N tipi yarı iletken tabakası konularak meydana getirilmiş ise o zamanda PNP tipi transistör olarak adlandırılır.



Şekil 3.3. Transistörler

NPN ve PNP tipi transistörler prensipte aynı şekilde çalışırlar. Aralarındaki fark akımın akış yönündeki değişikliklerden ibarettir. Her iki transistörde sembolde bulunan ok akımının akış yönü ifade eder. Aynı zamanda bu okun yönü sembolün hangi tip transistöre ait olduğunu da gösterir. (Okun yönü daireden dışarıya doğru ise NPN, içeriye doğru ise PNP tipi transistörü sembolize eder.

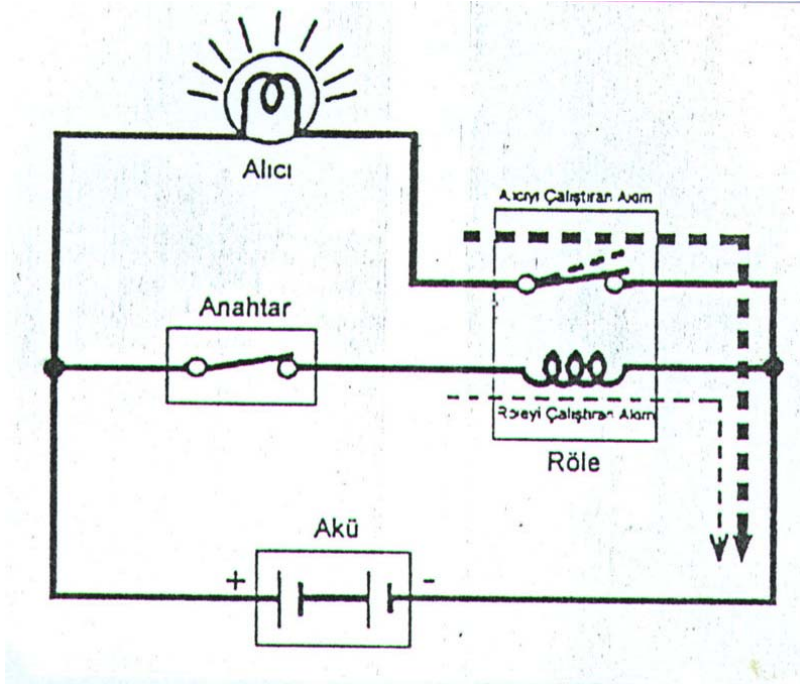
NPN tipi transistöründe akım kollektöründen emitere akar bu yüzden emiter şasi tarafına gelecek şekilde bağlanmalıdır. PNP tipi ise akımın tersine

yani emiterden kollektöre doğru akar. PNP tip transistörde ise kollektör şasiye gelecek şekilde devresine bağlanmalıdır.

3.6.1.Çalışması

Transistörün fonksiyonları mekanik olarak çalışan röleye çok benzer . Önce rölenin çalışmasını inceleyelim.

Şekilde görüldüğü gibi alıcıdan akım akması için önce röle kontak uçlarının kapalı (ON) durumuna gelmesi gerekir. Bunu sağlamak içinde rölenin kontaklarını manyetik etki ile çeken röle bakımından akım geçirilmelidir.



Anahtar ON durumuna getirildiğinde bataryadan gelen akım, anahtardan ve röle bobininden akarak devreyi tamamlar (ince kesik çizgili bobinde meydana gelen manyetik alan röle kontağını çekerek birleştirir. Röle kontağının ON durumuna gelmesi ile alıcı üzerinden geçen akım röle kontakları üzerinden şasiye gider. Buradan akıcının çektiği akıma bağlı olarak rölenin kontaklarından geçer akım oldukça yüksektir. Ancak anahtar ve röle bobinde oldukça küçük akım geçmektedir. Yani burada küçük bir akım yardımıyla büyük bir akıma kumanda edilmektedir.

Şekil 3.4.NPN ve PNP transistörün çalışması

3.6.2.Çalışma Şartları

1)NPN transistöründe beyz ucuna güç kaynağının + kutbu, PNP transistöründe ise beyz ucuna güç kaynağının – kutbu bağlanırsa transistör ON durumuna geçer.

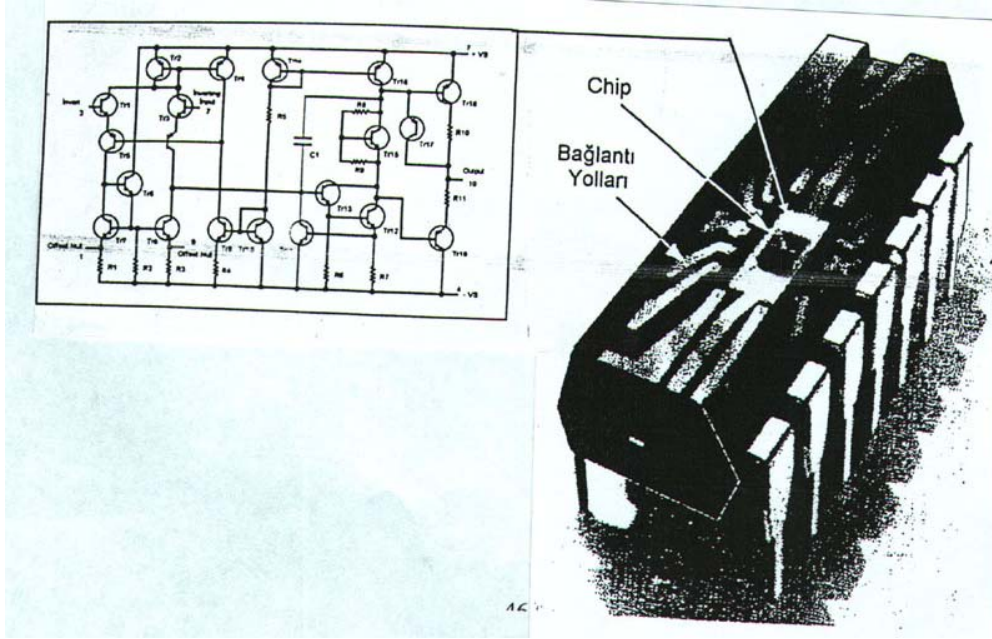
2)Beyz ucuna hiçbir akım uygulanmazsa veya gerekenden farklı kutuplama yapılırsa transistör OFF konumuna geçer.

3)Beyz ucuna uygulanan akım doğru polarizasyonda olsa bile gerilim 0,6-0,7 volttan düşük ise transistör beyz devresinden geçen beyz akım, transistörü çalıştırmaya yeterli olmaz.

4)Transistörlerin kollektör devresinden geçen akım miktarı belli bir sınırı aşacak olursa transistör bozulur. Bunun için devrelerde kullanılırken transistörün kollektör devresinden geçen akımın aşırı yüklenmesini önlemek için beyz akımı, transistörün beyz ucuna bağlanan bir seri dirençle sınırlandırılır.

3.7.Entegre Devre

İçerisinde minyatürize edilmiş bir devre barındıran entegreler chip denilen yarı iletken malzemedan yapılmış çok ince ve sadece birkaç mm^2 'lik alanda yüzlerce, hatta binlerce transistör, direnç, diyot ve küçük değerli kondansatör içerirler.



Şekil 3.5.Entegre devre

Yukarıda resmi ve iç devre şeması verilen LM741 entegresinde, entegrenin merkezinde bulunan 4x5 mm ölçülerinde bir silikon levha üzerine kutu içerisinde şeması verilen devre kuruludur. Aynı devre tek tek transistör, direnç ve kondansatör kullanılarak da yapılır, ancak hem çok fazla lehimleme yani işçilik gerektirecek ve maliyeti artacaktır hem de tek tek parçaların birleşmesiyle yapılan devre entegreden çok daha büyük ve ağır olacaktır.

Entegre devrelerin elemanlarının sayısı devrelerin karışıklığına bağlıdır. Entegrelerin içerisindeki bir eleman bozulursa açılıp tamiri mümkün olmadığından entegre komple değişir.

Entegrelerin iç bağlantı yolları ise 0,5-0,8 mikron gibi son derece ince bağlantılardır. Bunun için entegre devreler yüksek ısılara ani elektrik şoklarına oldukça hassastırlar. Bazı tipleri insan vücudundaki statik elektrikten dahi etkilenebilirler ve çıplak elle bağlantı terminallerine dokunulduğunda bozulabilir. Isıya karşı ya çok dikkatli lehimlenmeli veya özel entegre soketleri üzerine takılmalıdır.

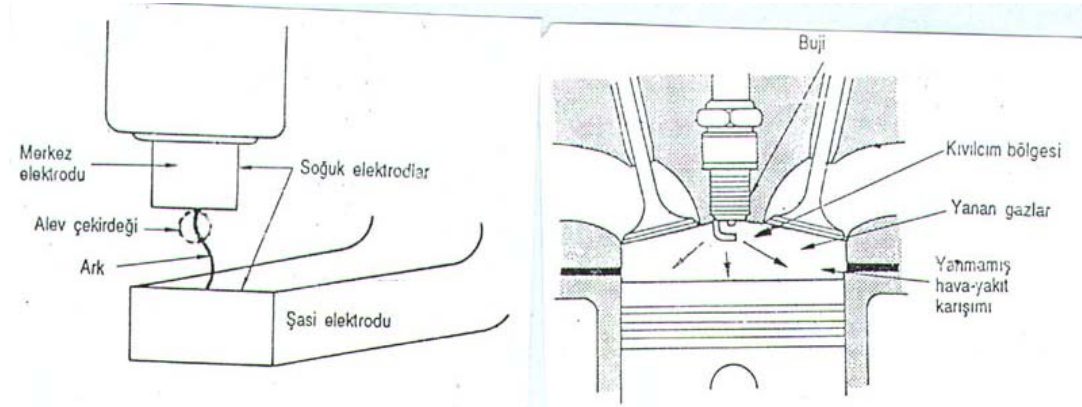
Günümüzde entegreler otomobillere de girmiş bulunmaktadır. Özellikle elektronik ateşleme sistemlerindeki ateşleyici ve şarj sistemlerindeki elektronik şarj regülatörü bir entegredir. Bu tür devreler aynı zamanda çok düşük enerji tüketirler. Entegreler normal ölçü aletleriyle ölçülemezler. Entegre tek bir eleman değil başlı başına bir devredir. Bunları ölçmek için Checker denilen özel bir test cihazı kullanılır.(4)

Bölüm 4

BUJİ

Hava yakıt karışımı, silindir içerisinde buji kıvılcımı tarafından patlama şeklinde yanar. Fakat bu yanma aniden meydana gelmez.

Bujinin çakmasıyla meydana gelen kıvılcım, hava-yakıt karışımının içinde merkez elektrodundan şasi elektroduna doğru hareket eder. Kıvılcımın bu hareketi hava- yakıt karışımında kıvılcım bölgesinden dışarı doğru yanmasına neden olur. Buna “alev çekirdeği” denir. Alevin yayılması belirli bir zaman içerisinde olur yani kıvılcım meydana geldikten sonra meydana gelen alevin, yanma odasının tamamına yayılarak tüm karışımın yanmasını sağlaması belirli bir zaman alır.



Şekil 4.1. Alev çekirdeğinin oluşumu ve yanma yöntemi

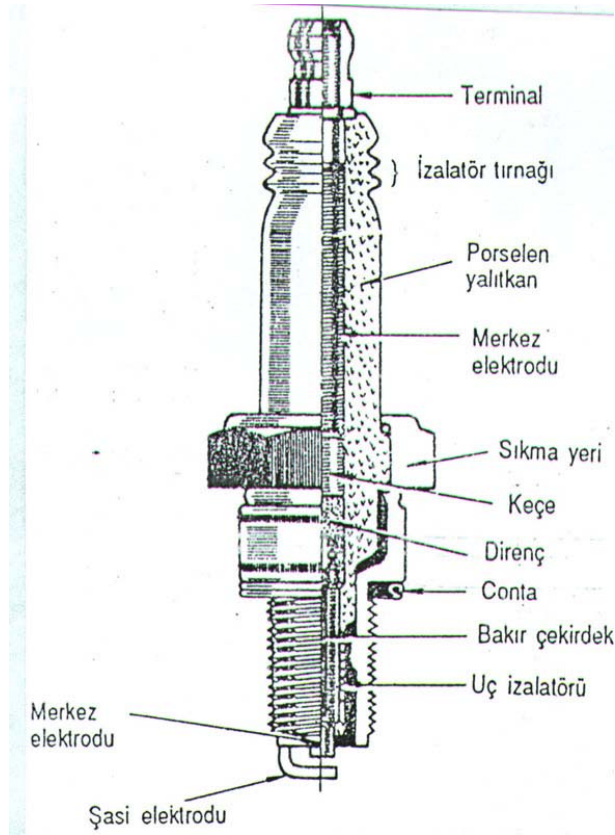
Bununla beraber alevin yayılma hızı, buji elektrotlarının düşük sıcaklığı nedeniyle bir dirence maruz kalır. Elektrot uçlarının soğuk olması alevin sıcaklığının azaltılarak bastırılmasına çalışır.

Buna elektrodun “aleve direnci” denir. Bunun diğer kıvılcımlar tarafından bastırılarak giderilmesi ve yanmasının muntazam olarak meydana gelmesi sağlanır.

Eğer alev çekirdeği çok küçük meydana gelirse, elektrodun bu etkisinden dolayı yanma meydana gelmez. Elektrodun aleve direnci azaltıldığında alev çekirdeğinin büyümesini ve üretilen ısının artarak alevin yayılma hızının artırılması sağlanır.

4.1.Ateşleme Performansı

Ateşleme bobinin sekonder sargısında oluşan yüksek voltaj, bujinin merkez elektrodu ile şasi elektrodu üzerinden boşaltılır. Bujinin çakma performansı birçok faktöre bağlıdır.

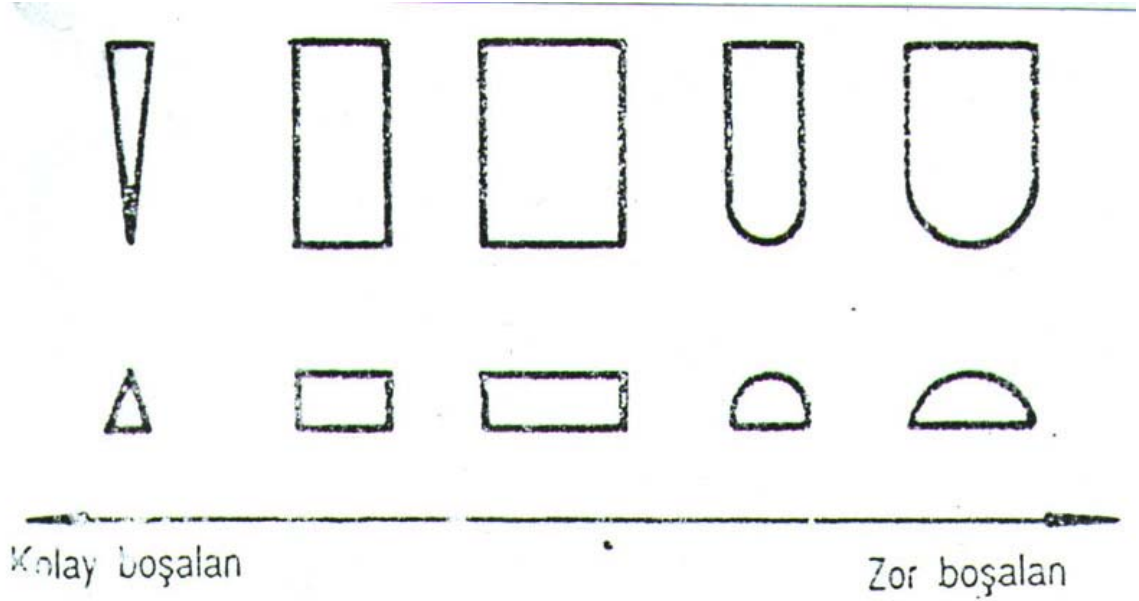


Şekil 4.2.Bujinin yapısı

4.1.1.Elektrodun tipi ve boşaltma verimi

Yuvarlak uçlu elektrodun, yüksek gerilimi şaseye boşaltılması kare kesitli veya sivri uçlu elektroda göre daha zordur.

Yuvarlak uçlu elektrodlar uzun süreli kullanılabilir, yüksek gerilimi şaseye zor boşaltılır ve yanmanın iyi olmamasına neden olur. Diğer taraftan ince uçlu elektrodun yüksek gerilimi şaseye boşaltması çok kolay olmasına rağmen çok çabuk aşınır.

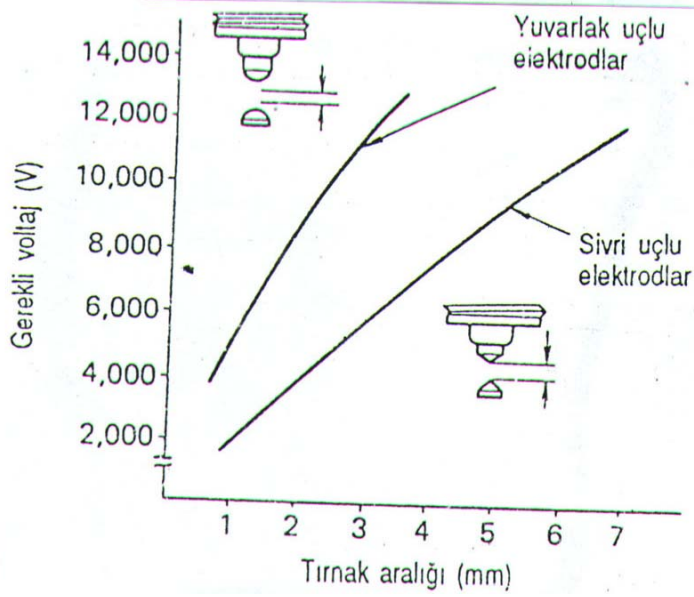


Şekil 4.3.Elektrodun tipi ve boşaltma verimi

4.1.2.Buji tırnak aralığı ve gerekli voltaj

Buji tırnak aralığı arttıkça, bujinin yüksek gerilimi boşaltması zorlaşır ve daha yüksek voltaja gerek duyulur.

Elektrod aşındığı zaman, tırnak aralığı artar ve kıvılcım oluşumu zorlaşır bu da yanmanın iyi olmamasına neden olur.



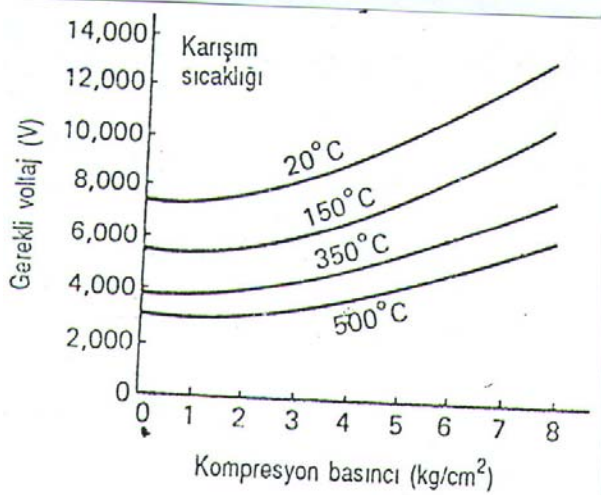
Şekil 4.4. Tırnak aralığı ve gerekli voltaj

4.1.3. Kompresyon basıncı ve gerekli voltaj

Kompresyon basıncı arttıkça, bujinin yüksek voltajı boşlatması zorlaşır.

Bu durum motor yükü çok fazla iken, gaz keleşbeği tam açık ve araç düşük hızda gidiyorken meydana gelir.

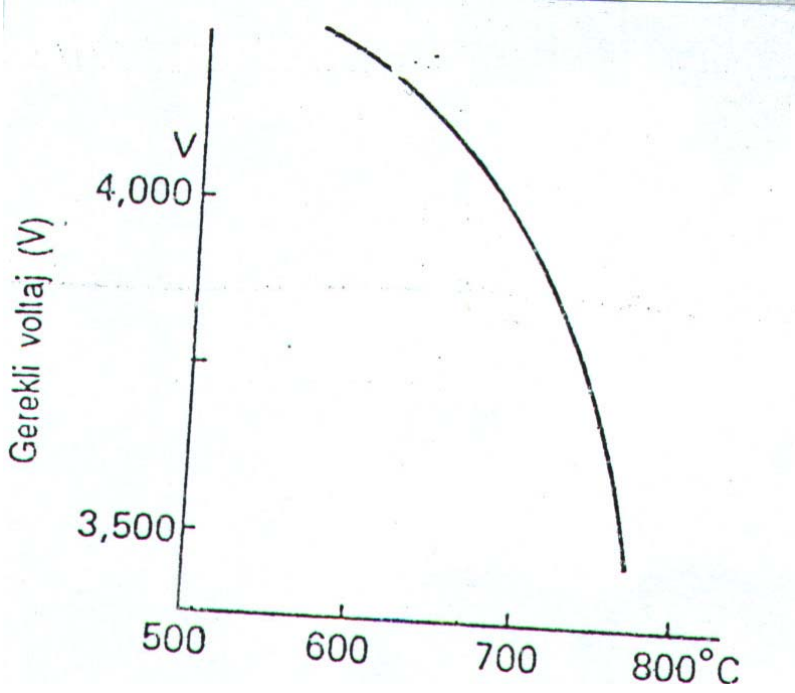
Aynı zamanda silindir içindeki hava yakıt karışımının sıcaklığı azaldıkça gerekli voltaj değeri de artar.



Şekil 4.5. Kompresyon basıncı ve gerekli voltaj

4.1.4.Elektrot sıcaklığı ve gerekli voltaj

Elektrot sıcaklığı genel olarak motor devri arttıkça yükselir. Aynı zamanda gerekli voltaj miktarı elektro sıcaklığı arttıkça azalır.

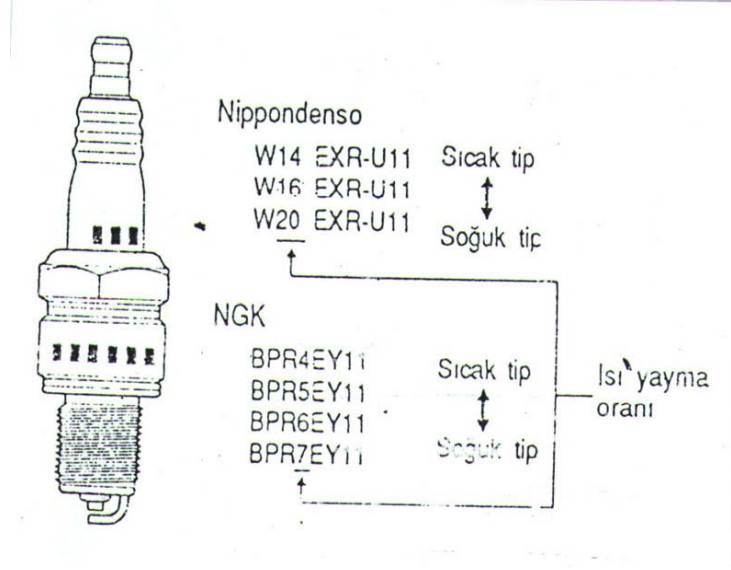


Şekil 4.6.Elektrot sıcaklığı ve gerekli voltaj

4.1.5.İsı Yayma Oranı

Bir bujinin ısı yayma oranı buji tarafından yayılan ısı miktarı demektir. Daha fazla ısı yayan bujilere “soğuk buji” adı verilir, çünkü ateşleme esnasında bujinin kendisi daha soğuk kalır. Az ısı yayan bujilere ise “sıcak buji” adı verilir, çünkü ateşleme esnasında ısıyı bünyelerinde tuttuklarından sıcak kalırlar.

Bujilerin üzerinde bulunan kod numaraları, bujinin yapısını ve özelliklerini belirtir. Bu kod numaraları üretici firmalara göre değişir. Genellikle büyük numaralar ısı yayma kapasitesini gösterir. Büyük numaralar soğuk bujiyi, küçük numaralar ise sıcak bujiyi belirtir.



Şekil 4.7.Buji kodu

Bir bujinin en düşük çalışma sınırı kendi kendini temizleme sıcaklığıdır. Üst çalışma sınırı ise önceden ateşleme sıcaklığıdır. Merkez elektro sıcaklığı 450°C (842°F) ve 950°C (1742°F) arasında olduğunda bujiler en yüksek performansı verir.

İdeal buji, aşağıdaki grafikte gösterilen sıcaklık karakteristiklerini, düşük ve yüksek hızlardaki bütün şartlarda sahip olmalıdır.

Aynı zamanda aşağıdaki grafikte değişik amaçlar için dizayn edilen bujilerinde karakteristikleri gösterilmiştir.

4.1.5.1.Kendi kendini temizleme sıcaklığı

Eğer merkez elektrot sıcaklığı 450°C (842°F)'ın altına düşerse, tamamen yanamayan yakıtın meydana getirdiği karbon, porselen izolatörün üzerine yapışır ve izolatör ile sıkma yeri arasında yalıtkanlık direncini azaltır.

Sonuç olarak, bujiye uygulanan yüksek voltaj, buji tırnakları arasından geçmeden sıkma yerinden şasiye akarak kıvılcım oluşmamasına neden olur. Bu da yanmanın düzgün olmamasına neden olur.

Yanma esnasında oluşan karbon zerrelerinin tamamen yanması için elektrot sıcaklığının 450°C (842°C)'ın üstünde olması gerekir. Bu sıcaklığa kendi kendini temizleme sıcaklığı denir.

4.1.5.2.Önceden ateşleme sıcaklığı

Eğer merkez elektrot sıcaklığı 950°C (1742°F)'ın üstünde ise, elektrodun kendisi ısı kaynağı gibi çalışarak, kıvılcım çakmadan bile karışımı yakabilir. Buna “önceden ateşleme” denir.

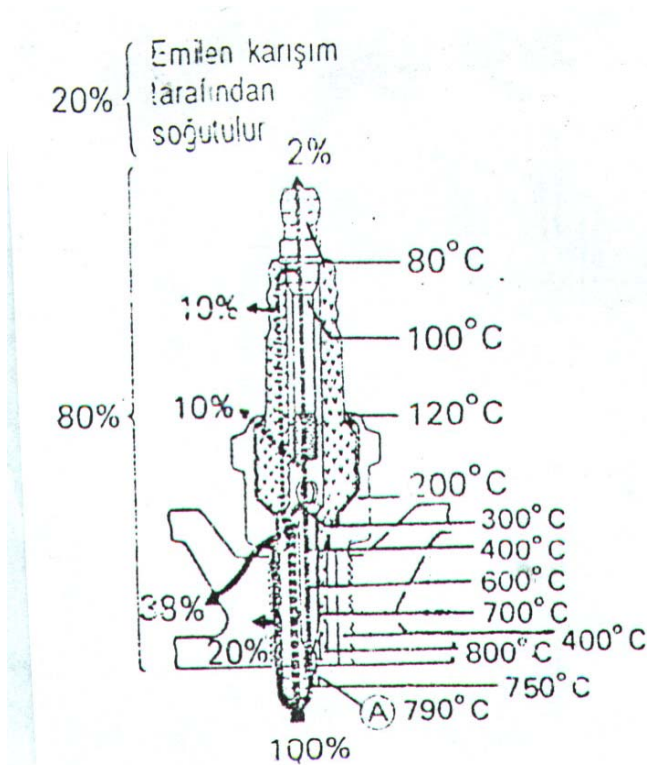
Eğer önceden ateşleme meydana gelirse, zamansız yanmadan dolayı motorun gücünde azalma meydana gelir ve piston ile elektrot kısmen eriyebilir. Bu nedenden dolayı elektrot sıcaklığı 950°C (1742°F)'nin altında tutulmalıdır.

4.1.5.3.Buji ısı akımı

Bujinin ısı yayması ve oranı aşağıda belirtilmiştir.

Kendi kendini temizleme sıcaklığı 450°C (842°F) ve önceden ateşleme sıcaklığı 950°C (1742°F) bujinin uç kısmında (A bölgesinde) oluşur. A bölgesindeki sıcaklık bujinin verimi açısından çok önemlidir ve bujinin dizaynı ile yanma odasındaki gazın sıcaklığına bağlıdır.

Bujinin merkez elektro sıcaklığı ise, şekilde görüldüğü gibi dışarıya doğru yaymış olduğu ısı miktarına bağlıdır.

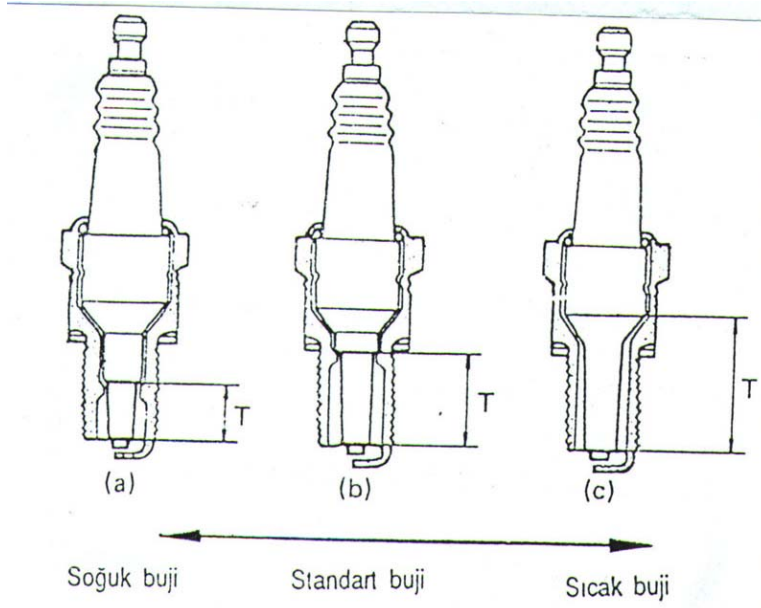


4.5.1.4.Uç kısım uzunluğu ve ısı yayma oranı

Uç kısım uzunluğu, soğuk ve sıcak bujilerde aşağıda belirtildiği üzere farklı ölçülerdedir.

Soğuk bujilerin uç kısımları şekil (a) da görüldüğü gibi daha kısadır. Alev ile temas eden yüzey küçük olduğundan ısı yayma mesafesi de azdır. Bu nedenden dolayı ısı yayması çok iyi olduğundan merkez elektrodun sıcaklığı fazla yüksek olmaz. Soğuk buji kullanıldığında “ön ateşleme” olayı meydana gelmez.

Diğer taraftan, uç kısım uzunluğu fazla olan bujilerin alev ile temas eden yüzeyi büyüktür. Isı yayma mesafesi fazladır ve ısı yayma miktarı da azdır. Sonuç olarak merkez elektrot sıcaklığı oldukça yükselir. Düşük hızlarda bile kendini temizleme sıcaklığı geçilerek soğuk bujilerin tersine kendi kendini daha kolay temizler.



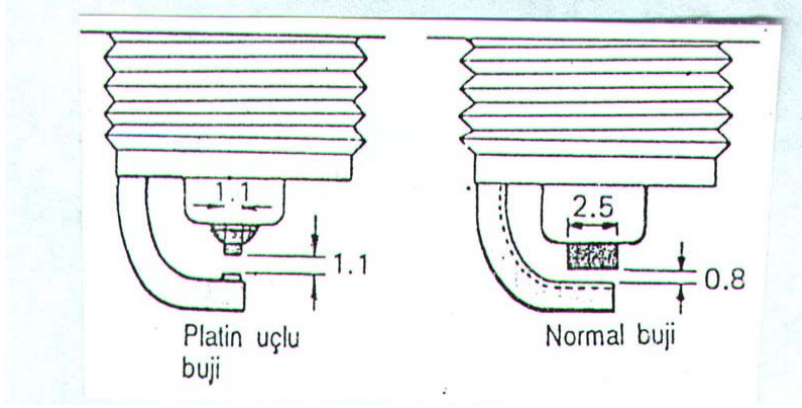
Şekil 4.8.Sıcak ve soğuk bujiler arasındaki fark

4.2.Platin uçlu bujiler

Bujilerin ömrünü uzatmak için merkez elektrodu ile, şase elektrodunun yüzeyi platin tabakası ile kaplanır. Bu tip bujiler bazı emisyon kontrolü olan motorlarda kullanılmaktadır.

Özellikleri aşağıdadır;

1)Ateşleme performansı yüksektir, merkez elektrodunun uç çapı normal bir bujiye göre 2,5 mm'den 1.1 mm'ye düşürülmüş ve tırnak aralığı da 0,8 mm'den 1,1 mm'ye yükseltilmiştir.



2)Elektrotların uçları platin ile kaplı olduğundan bu elektrotların aşınma miktarı azaltılmıştır. Bu nedenle 100.000 km'ye kadar bakımına, boşluk ayarına ve değiştirmeye gerek yoktur.

3)Altı köşeli sıkma yerinin genişliği normal bujilere göre 20,6 mm'den 16 mm'ye düşürülmüş. Ölçü ve ağırlığın azaltılmasıyla, bujinin soğutulması iyileştirilmiştir.

4)Platin uçlu bujileri diğerlerinden kolaylıkla ayırmak için, izolatörünün üzerinde 5 adet lacivert çizgi çizilmiştir. Aynı zamanda motor silindir kapağı üzerinde de etiket bulunur.(4-7)

4.3.Bosch bujilerin sembolleri

Eski numaralama sisteminde rakam büyüdükçe buji daha soğuk tip olurdu. Yeni numaralama sisteminde ise rakam büyüdükçe buji daha sıcak tip olmaktadır. Eski sistemde üç rakamlı numara kullanırken yeni sistemde tek rakamlı numara kullanılmaktadır. Tabloda eski ve yeni numaralarla birlikte buji tipini belirleyen harf sisteminin anlamları da verilmiştir.

Bujinin üzerindeki harf ve numaralar bujinin, tırnak aralığı hariç bütün özelliklerini belirtir. Tırnak aralığı ise bujinin kutusu üzerinde yazılıdır.

Motor için en uygun buji motoru yapan firma tarafından belirlendiği gibi Bosch firması da buji kataloglarında her motor için uygun olan buji tipini belirler. (8)

• BOSCH bujileri için tip formülünün açıklanması (ölçüler mm. dir.)

Oturma yüzeyinin şekli ve diğ. çeşidi	İmalat çeşidi	Isı değeri tarıtma sayısı	Diğ. uzunluğu Kıvılcım yayılma şekli	İmalat çeşidi	İmalat çeşidi
W	B R	7	D	C	X
D SW 21 M 18 x 1,5	F SW 16 M 14 x 1,25	H SW 16 M 14 x 1,25	M SW 26 M 18 x 1,5	W SW 21 M 14 x 1,25	
D → 	F → 	H → 	M → 	W → 	
D → 	F → 	H → 	M → 	W → 	
D → 	F → 	H → 	M → 	W → 	
D → 	F → 	H → 	M → 	W → 	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	
D →	F →	H →	M →	W →	

BÖLÜM 5

DENEYİN YAPILIŞI

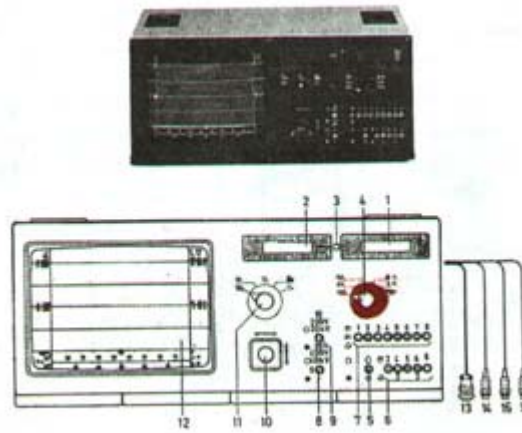
5.1.Cihazın tanıtımı

Cihaz üzerinde üç ateşleme sisteminin maketini içermektedir. Cihaz üzerinde ateşleme sistemleri her biri ayrı bir tablaüzerine yerleştirilip üst üste cihaz üzerine monte edilmiştir. Üç ayrı sistem için bir adet distribütörün takılacağı bir yere sahip olup burası motordaki distribütörün yaptığı karakteristiklerin aynısını vermesi için bir elektrik motoru tarafından döndürülmektedir. Elektrik motoru 12 voltluk batarya ile çalışmaktadır. Elektrik motorunun gücün üzerindeki bir kol ile kumanda ederek distribütör devri ayarlanır. Ayrıca yanma odasının benzeri şekilde bir maketi olup makette 4 adet buji bulunmaktadır. Bujilerin basınç altında çakmasını görmek için bir adet mekanik pompa vasıtasıyla yanma odası basıncının 10 bara kadar yükseltilmesine olanak sağlamaktadır. Bu esnada ikişerli olarak yanma odası basınçlarına kumanda edilmesini sağlamak için her iki yanma odasına ayrı ayrı kumanda eden iki adet basınç tahliye subapı konulup bu subaplar elle kumanda edilmektedir.

Şekil 5.1.Cihazın resmi

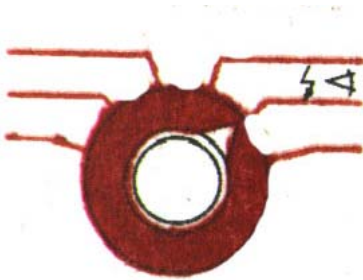
Deneyin yapılışı:

Deney esnasında ateşleme sistemlerinin bulunduğu makete bir osiloskop bağlanır. Osiloskop ateşleme sistemindeki olayları gözlememize olanak sağlar. Bu deneyde kullanılan osiloskobun aşağıda resmi ve şematik şekli verilmiştir. Şematik şekilde verilen numaralandırmaya göre düğmelerin görevleri belirtilmiştir.



Osiloskop üzerindeki rakamların anlamları

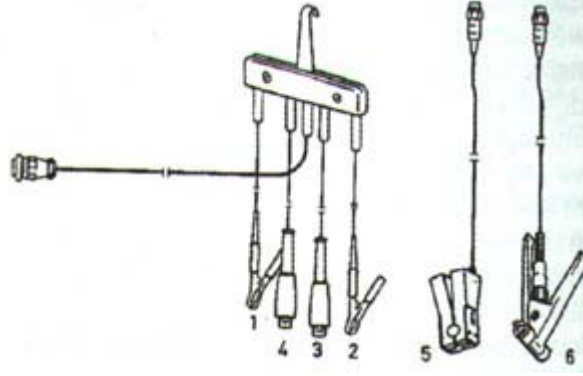
1. Sayısal gösterge
2. Sayısal gösterge
3. optik gösterge
4. Program anahtarı



Pozisyon	Sol Gösterge	Sağ gösterge	Sembol
1	Devir sayısı	Akü gerilimi	 V
2	Devir sayısı	Platinlerin durumu	 V
3	Devir sayısı	Gerilim, primer sargı	 +V
4	Devir sayısı	Kam açısı	 <
5	Devir sayısı	Ateşleme noktası (avans)	 <
6	Devir sayısı	Motor devir sayısı düşüşü % olarak Elektronik kısa devre (tekletme) kontrolü	 %

5. Basmalı tuş: Silindir seçimi
6. Basmalı tuş: Açma kapama
7. Basmalı tuş: Osiloskop gerilim kademeleri
8. Basmalı tuş: 10 veya 20V $\Leftrightarrow$ 500 veya 1000V
9. Basmalı tuş: 20 veya 40kV
10. Kumanda kolu: Uzatma, Daraltma, Yükseklik ayarı ve Genişlik ayarı
11. Osiloskop seçme tuşu: Primer ve Sekonder grafiklerini yan yana, üst üste,
12. Ekran

Osiloskobun bağlanması:



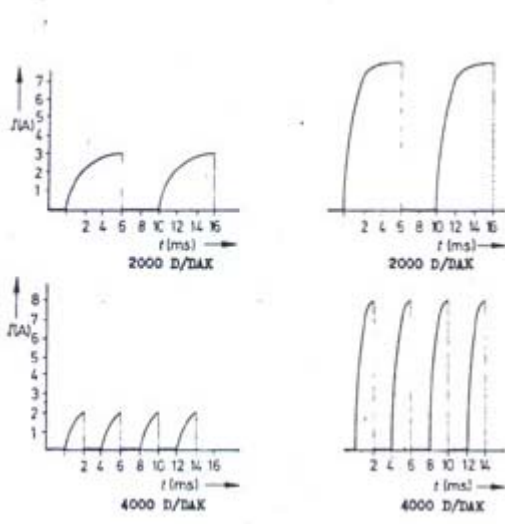
1. Siyah kablo maşası şasiye
2. Yeşil maşa endüksiyon bobini 1 nolu uca
3. Sarı maşa endüksiyon bobini 15 nolu uca
4. Kırmızı maşa akü + ucuna
5. Endüktif maşa 1. nolu silindir buji kablosuna
6. Kapasitif maşa endüksiyon bobini ve distribütör arasındaki yüksek voltaj kablosuna

olacak şekilde bağlantılar yapılır. Osiloskop çalıştırılıp , birinci ve ikinci devre grafiği elde edilir. Bu grafik üzerinden alınan değerlerle bir tablo oluşturulur, bu tablo ateşleme sistemlerinin karşılaştırılmasına olanak sağlar.

Klasik ateşleme							
Motor devri d/dk	Pil açıklığı E kay.volt	Pil açıl. pm	Kam açısı CA°	Basınç bar	Sekonder (kv)	Primer (V)	Avans ($^{\circ}$)
620	0.24	11,63	40,2	0	10	200	0
950	0.24	11,62	39,4	0	10	205	0
1250	0.23	11,62	39,3	0	11	210	0
1800	0.21	11,62	38,8	0	11	210	0
620	0.24	11,62	40,3	2	11	210	0
950	0.22	11,63	39,4	2	11	220	0
1250	0,22	11,63	39,3	2	11	220	0
1800	0,21	11,62	39	2	10	200	0
620	0,23	11,61	40,4	4	14	220	0
950	0,23	11,62	39,5	4	15	220	0
1250	0,21	11,62	39,3	4	13	210	0
1800	0,21	11,62	39,1	4	14	210	0
Hal etkili							
620	5,43	11,6	14	0	11	220	0
950	5,16	11,73	20,1	0	10	220	0
1250	4,7	11,71	23,2	0	10	220	0
1800	3,8	11,65	30,2	0	11	220	0
620	5,22	11,76	15,7	2	12	220	0
950	5,02	11,7	19,5	2	12	220	0
1250	4,9	11,7	23,4	2	12	220	0
1800	3,8	11,65	32	2	12	210	0
620	5,25	11,7	15	4	14	210	0
950	5,09	11,7	19,5	4	15	210	0
1250	4,7	11,7	23	4	14	210	0
1800	3,6	11,65	32	4	14	210	0
Manyetik							
620	6,3	11,7	27,6	0	14	260	0
950	6,2	11,7	30,5	0	12	260	0
1250	6,2	11,7	31,8	0	12	260	0
1800	2,5	11,7	33,7	0	12	260	0
620	6,15	11,7	28,2	2	13	270	0
950	6,1	11,7	30,4	2	13	260	0
1250	6	11,7	31,8	2	13	260	0
1800	2,4	11,7	33,3	2	13	260	0
620	6	11,7	28	4	14	260	0
950	6	11,7	30,6	4	14	260	0
1250	6,2	11,7	31,9	4	16	260	0
1800	2,4	11,7	33,4	4	14	260	0

TEST SONUÇLARININ DEĞERLENDİRMESİ

Motorların gelişip sıkıştırma oranları ve devri artıkça klasik ateşleme sistemleri giderek yetersiz kalmaya başladı. Klasik ateşleme sistemlerinin en önde gelen kusuru birinci devre akımının 4 amperden daha fazla artırılmaması. Akımın 4 amperi geçince platinlerin, meme yapması veya yanması sorunu ortaya çıkmaktadır. Elektronik ateşleme sisteminin ortaya çıkmasını sağlayan fikir de birinci devre akımını artırma çalışmasının bir sonucudur.



Şekil.A.Klasik ve elektronik ateşleme

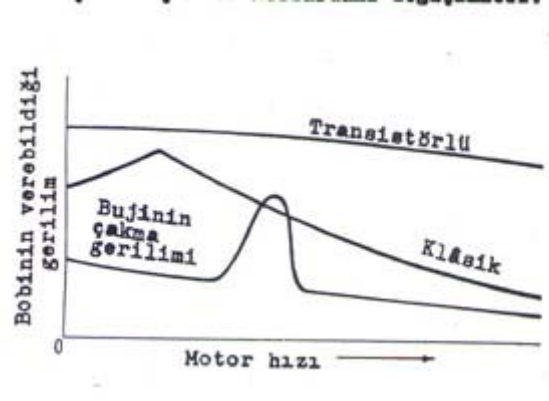
sistemlerinde birinci devre akımının alçak ve yüksek hızlardaki değişimi

Elektronik ateşleme sisteminde birinci devreye bir transistör bağlanarak birinci devre akımı 8 ampere yükseltilmiştir.

Motor yüksek devirlerde çalışırken klasik sistemde birinci devre akımı 1 ampere kadar azalır, buna karşılık elektronik ateşleme bu akımı şekil A'da görüldüğü gibi yüksek devirlerde 8 amper dolaylarındadır. Sonuç olarak elektronik ateşleme sistemlerinde depolanan enerji daha fazla olduğundan, bu sistem şekil B'de gibi hem daha yüksek bir gerilim verir hem de akım yüksek devirlerde fazla azalmadığından verdiği gerilim de yüksek hızlarda klasik sistemde olduğu gibi fazla azalamaz. Bunu sonucu olarak buji tırnak aralığı

artırabilir ve daha güçlü bir kıvılcımla daha iyi bir ateşleme ve yanma sağlanabilir.

Günümüz otomobillerinde motor devrinin yükselmesi sonucunda ateşleme sistemi ve yakıt sisteminin bir arada geliştirilmesi sonucunu ortaya koymuştur. Yeni geliştirilen sistemlerde yakıtenjeksiyon ve ateşleme sistemi birleştirilerek tek bir sistem ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda yanma kusursuza yakın bir hale getirilip, motor gücü artırılmıştır.



Şekil. B. Klasik ve elektronik ateşleme sistemlerinde bobinin verebildiği gerilimin motor hızına göre değişimi

SONUÇ VE ÖNERİLER:

Günümüzde elektronik ve bilgisayardaki gelişmeler hayatımızda büyük değişikliklere neden olmuştur. Elektronik ve bilgisayardaki gelişmeler otomotivde de büyük değişiklikler meydana getirmiştir. Elektronik ateşleme sistemi klasik ateşlemeyi iyileştirme sonucunda ortaya çıkmıştır. En son olarak elektronik ateşleme sisteminin yerini, yeni bir sistem olan tam elektronik ateşleme sistemi almıştır. Günümüzde üretilen araçların tamamında tam elektronik ateşleme sistemi kullanılmaktadır. Tam elektronik tek başına geliştirilmeyip, yakıt enjeksiyon sistemi ile beraber geliştirilmeye başlanmıştır.

Tam elektronik ateşleme sistemi motor hızı ve motor gücünde büyük artışlara neden olmuştur. Günümüzde üretilen araçların motor devri 5500 d/dk'nın üzerine çıkmıştır. Tam elektronik ateşleme sistemi emisyon

değerlerinde büyük miktarda düşme sağlaması en büyük avantajıdır. Günümüzde çevre kirliliğine karşı büyük önlemler alınmıştır. Avrupa birliği bu nedenle yeni üretilen araçlarda tam elektronik ateşleme ve platinli buji kullanma mecburiyeti getirilmiştir. Sonuç olarak elektronik ve bilgisayardaki gelişme ileride insana gerek duymadan kendiliğinden hareket edebilen araçların üretime geçilmesini sağlayabilecektir. Böylece insanların yaptığı hatadan dolayı oluşan trafik kazaları ortadan kaldırılabilir. İnsan hayatını kolaylaştırmaya yönelik böyle büyük çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKÇA

1. Automotive Handback editörü U.Adler 1986, Robert Bosch
2. Ata.Y., Ünal .O.,Ulus. E., Haziran 1995 ileri motor teknolojisi
3. Wilfried Staudt editör Doc Dr Duran altıparmak Milli Eğitim Bakanlığı 2000 yayınları Motorlu taşıt tekniği
4. Toyoto ateşleme sistemi el kitabı
5. Fiat Bravo-Mareo eğitim kitabı
6. Saral. A., Termik motorlar 1992 A.ü Z.F yayınları
7. Demirel. N., Oto elektirik ders notları
8. Yolaçan. F., Ateşleme sistemleri 1988
9. Hamdi .S., A., Doğru ve Alternatif akım devreleri Birsen yayınevi
- 10.Renault servis Kataloğu
- 11.Teknik Bülten sıra no :567 /1989 (karayolları makine eğitim yayınları)

EK

Ateşleme Donanımının Kontrol Edilmesi

a-)Kesici kapanma açısının saptanması

Kesici kontağının kapalı kalma süresi, ateşleme gerilimine etkili olmaktadır. Bilindiği gibi bu süre, kesicinin kapanma açısına bağlıdır. Kesici kontakları arasındaki boşluğu sentil ile ayarlayarak bu süreyi kontrol etmek kaba bir yöntemdir. Bu amaçla, kesici kapanma açısı test cihazını kullanmak, daha uygun bir yol olmaktadır.

Kapanma açısı test cihazının 1 ve 15 numaralı uçlarından çıkan kablolar, indüksiyon bobininin 1 ve 15 numaralı uçlarına bağlanır. Motor çalıştırıldığında, test cihazı silindir sayısından bağımsız olarak, kapanma açısını, ateşleme aralığı γ 'nin %'si olarak gösterir. Bu skala gayet açık olup, normal değerler; 4 silindirli motorlarda %53...63, 6 silindirli motorlarda %60...70 ve 8 silindirli motorlarda %70...80 arasında olmalıdır.

Kapanma açısı derece olarak ölçülmek istenirse, motor silindir sayısına bağlı ön seçme yapılmalıdır. Her iki ölçme değerini, birbirine dönüştürmek için, aşağıdaki bağıntıdan yararlanılmaktadır:

$$\alpha^{\circ} = \frac{3,6 \cdot \% \alpha}{i}$$

Bu bağıntıda;

α° :Kapanma açısı (derece)

$\% \alpha$:Kapanma açısı (%)

i:Silindir sayısı

Kapanma açısını ayarlamak için, dağıtıcı ve dağıtıcı makara çıkartılır. Kesici kontak ayar civatası gevşetilerek, marşa basılırken ayarlama yapılır.

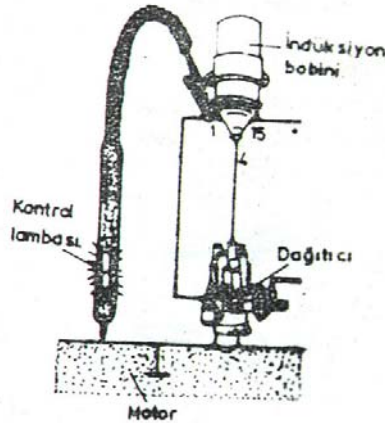
Uzun çalışma sürelerinden sonra, kapanma açısının biraz büyüyeceği düşünülerek, ayarlama yapılırken küçük değerlerde kalınmalıdır.

Kapanma açısı büyük ise, kesici kontak aralığı küçük demektir. Kapanma açısı aralığı uyarı yapıldıktan sonra, ateşleme zaman aralığı ayarı kontrol edilmelidir. Çünkü, kural olarak kapanma açısının büyümesi geç ateşlemeye, tersi de erken (avanslı) ateşlemeye neden olur.

b-)Ateşleme zaman ayarının kontrol edilmesi

Motorun en yüksek gücünü verebilmesi ve yakıt tüketiminin en az düzeye indirilebilmesi için ateşlemenin tam zamanında olması gerekmektedir. Ateşleme zaman ayarının bozuk olması, motorun fazla ısınmasına ve bunu sonucunda önemli arızalara (piston kaynatma gibi) neden olabilir.

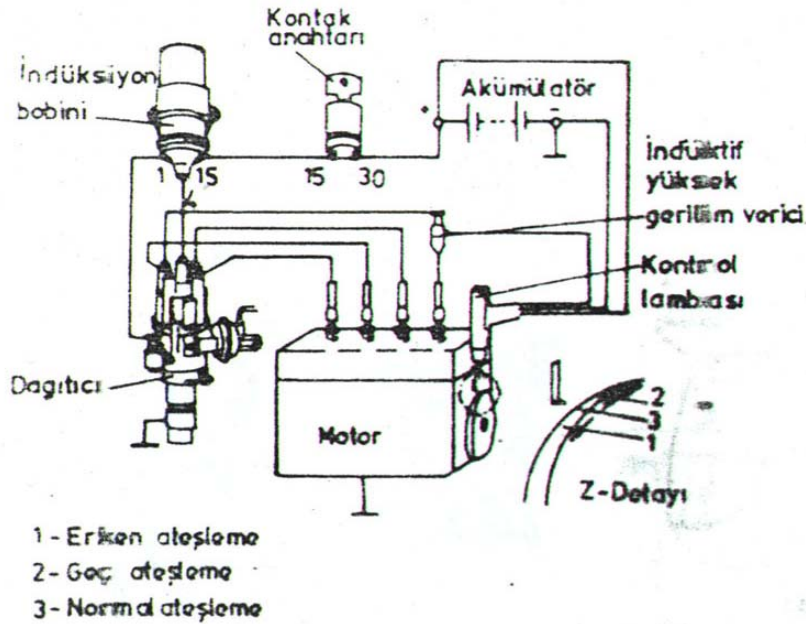
Kontrol lambasıyla ateşleme zaman ayarı: Kontrol lambası indüksiyon bobininin (1) numaralı ucu ile şasi arasına bağlanır. Kontrol, motor çalışmaz durumda yapılır. Motor ana mili, dönüş yönünde elle çevrilir. Kontrol lambasının yandığı an ateşlemenin yapıldığı, yani kesici kontağının açıldığı andır. Motor bu durumda bırakılarak, ateşleme zaman ayarı kontrol çizgisinin (ana mile sabit bağlı, görülebilir bir yerdedir) konumuna bakılır. Çizgi, karşısındaki sabit noktaya gelmemiş ise geç ateşleme söz konusudur.



Şekil Ek 1. Ateşleme zaman ayarının kontrol lambasıyla yapılması

Ateşleme zaman ayarının yapılması için, motor bloğundaki sabit nokta ile ana mil üzerindeki ateşleme zaman ayarı kontrol çizgisi karşı karşıya getirilir. Bu durumda, birinci silindir sıkıştırma zamanı sonunda, yani ateşleme anındadır. Dağıtıcıyı motora bağlayan cıvata, gevşetilerek, kontrol lambasına bakılır. Kontrol lambası yanıyor ise dağıtıcı gövdesi, dağıtıcı milinin dönüş yönünde çok az döndürülerek, lambanın sönmesi sağlanır. Kontrol lambası sönük durumda iken, dağıtıcı gövdesine hafif hafif tıklayarak, dönüş yönüne ters hareketle, kontrol lambasının yandığı an saptanır. Bu noktada tespit civatası sıkılır. Cıvata sıkılırken ayar bozulabilir. Bu nedenle, işlem bittikten sonra, ateşleme zaman ayarı yeniden kontrol edilmelidir.

Kontrol tabancasıyla ateşleme zamanı ayarı: Ateşleme zaman ayarı kontrol tabancası, bir stroboskop (şimşekli devir ölçücü) lambadır. Bu tabancayla ateşleme zaman ayarı, hareketli motorda, kontrol edilmektedir. Böylece, dağıtıcı sistemdeki tüm mekanik boşluklardan doğacak değişimlerde kontrol altına alınmaktadır. Kontrol tabancanın devreye bağlanması, Şekil 37’de verildiği gibi yapılmalıdır. Tabancada bir şimşegın çıkabilmesi, motorun birinci silindirinin ateşleme yapmasına bağlıdır.



şekil Ek 2. :Kontrol tabancasıyla ateşleme zaman ayarı

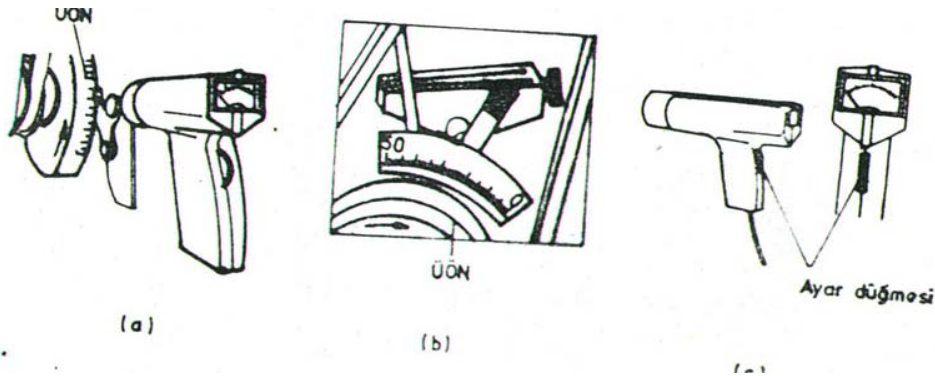
Kontrol yapılırken, gerekli bağlantılar sağlandıktan sonra, motor marşla döndürülür. Motorun çalışmaması için 1. silindir dışındaki tüm silindirlerin buji kabloları çıkartılmalıdır. Tabanca şimşegi, motor üzerindeki sabit noktaya yönlendirilir. Ayarın uygun olması durumunda, ana mil üzerindeki kontrol çizgisi sabit nokta karşısında gözüktür. Bu noktadan ilerde ya da geride gözükmesi durumunda, ayarsızlık vardır. Dağıtıcı gövdesi tespit civatası gevşetilerek ayar yapılmalıdır.

c-)Avans otomatığının kontrol edilmesi

Uygun ateşleme zamanı motorun devir sayısına ve yüklenme durumuna bağlıdır. Daha önce de belirtildiği gibi, ateşleme anı, motorlarda santrifüj ve pnömatik sistemlerle otomatik olarak değiştirilmektedir. Bu sistemlerin görevini ne derece yaptığını kontrol edebilmek için, devir ölçücü (takometre), kontrol tabancası, kapanma açısı test cihazı ve bir vakummetreye gerek vardır.

Santrifüjlü avans otomatığının kontrol edilmesi: Santrifüj sistem yanında, pnömatik ayar sistemi de bulunan dağıtıcılarda, pnömatik sisteminin karbüratörle olan bağlantı hortumu ayrılır. Kontrol tabancası, motor ve ana mil üzerindeki ayar çizgilerini aydınlatacak biçimde yönlendirilir.

Ayar skalası ana mil ile birlikte dönen motorlarda, taksimatlandırma motor dönüş yönünün tersine yapılmıştır. (Şekil 38.a). Skala değerleri ana milinin dönme açısını derece olarak göstermektedir.



Şekil Ek 3: Santrifujlu avans otomatığının kontrolü

Ayar skalası bulunmayan motorlarda, motora uygun bir skala, ateşleme zamanı ayar çizgisi yanına monte edilmelidir. Ayar bölüntülerinin sıfır çizisi, zaman ayar çizgisiyle çakışmalı ve skala değerleri motor dönüş yönünün tersine doğru büyümelidir. (Şekil 38.b). Burada da bölüntüler, ana milin dönme açısını derece olarak göstermektedir.

Bu iki durumda ölçme yaparken, kontrol tabancası ayar çizgisi ve skalasını aydınlatacak biçimde yönlendirilir. Motor yapımı firma tarafından belirtilen devirde çalıştırılır. Burada açı olarak okunan değer motor için verilen değerler uygun olmalıdır.

Kontrol tabancasında bir ayar düğmesi ve skala var ise, ölçme yaparken, ayar düğmesi yardımıyla, kontrol çizgileri çakıştırılır. Tabancanın skalasında okunan açı otomatik avans açısıdır. (Şekil 38.c)

Ölçülen açı değeri, motor ayar değerlerine uygun değil ise, dağıtıcı değiştirilmelidir.

Pnömatik avans otomatığının kontrol edilmesi: Ateşleme zamanı, pnömatik avans otomatığının tarafından, karbüratördeki düşük emme basıncına bağlı olarak, erkene (avanslı duruma) alınmaktadır. Ölçme düzeniyle, ayar başlangıcı ve sonundaki düşük basınç değerleri milibar olarak ve erken ateşleme ana mil açısı (derece) olarak ölçülmektedir. Bu amaçla, karbüratör ile dağıtıcı arasına bir vakummetre bağlanmalıdır. (Şekil 11.9.a) Motor verilen devir sayısında çalıştırılarak, aşağıdaki işlemler yapılır.

1.Vakummetrenin ayar subabı tamamen kapatılır. Motor en düşük basınç (en büyük vakum değeri) elde edilecek biçimde çalıştırılır. Kontrol tabancasıyla, pnömatik ve santrifüjlü avans otomatiklerinin toplam erken ateşleme açısı ölçülür .

2.Ateşleme zaman ayarı kontrol çizgisi, geç ateşleme konumuna doğru kaymaya başlayınca dek, ayar subabı yavaşça açılır. Bu anda ölçülen vakum, otomatik ayarın son bulunduğu değerdir.

3.Vakummetrenin ayar subabı sonuna kadar açılır. Böylece, düşük basınç değeri normal basınca döneceğinden, pnömatik ayarlayıcı devre dışı bırakılmış olmaktadır. Bu durumda ölçülen erken ateşleme açısı, sadece santrifüj sistemi tarafından sağlanmaktadır.

4.Ateşleme zaman ayarı kontrol çizgisi, erken ateşleme konumuna doğru kaymaya başlayınca dek, ayar subabı yavaşça kapatılır. Bu anda, ölçülen vakum, otomatik ayarın başladığı değerdir.

5.Toplam erken ateşleme açısından, santrifüj sistemin sağladığı erken ateşleme açısı çıkarılarak pnömatik ayar sisteminin etki alanı bulunur.

6.Ölçülen değerler, olması gereken değerlere uygun değilse, dağıtıcı değiştirilmelidir.(tamamı 6 alınmıştır)

