



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SMK NEGERI JAWA TENGAH DI SEMARANG**

Jl. Brotojoyo No. 1 Semarang - Kode Pos 50171 Telp. (024) 86570267
Web: www.smkjateng.sch.id email: smknjateng@gmail.com



Bidang Keahlian : Teknologi Manufaktur dan Rekayasa
Program Keahlian : Teknik Otomotif
Konsentrasi Keahlian : Teknik Kendaraan Ringan Otomotif
Mapel / Unit Kompetensi : Teknik Kelistrikan Otomotif

Mata Pelajaran / Unit Kompetensi : Teknik Kelistrikan Otomotif	HAND OUT TKO	Kode :KPK/ TKO/E/CP/TP /X/2/ MATERI WULING /T.P.2021/2022
Elemen : Sistem Pengapian Konv. (Konvensional Ignition System)	<i>Sistem Pengapian Konvensional (Konvensional Ignition System)</i>	Pertemuan Ke :
Capem. : 1. Akhir Fase E (Kelas. X)		Tgl. Dilksnkn :
Kelas : X		Nama Psrt. Didik :
Semester : 2 (Genap)		Paraf :
Jumlah Jam Pelajaran : JP T : JP P : JP		Tgl. Diperiksa :
SMKS Yasemi Karangrayung Kabupaten Grobogan		Nama Pmrks : Paraf :

ELEMEN

Sistem Pengapian Konvensional (Konvensional Ignition System)

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E (Kelas X SMK), Peserta Didik mampu memahami tentang :

1. Menelaah sistem pengapian konvensional
2. Mendiagnosis kerusakan sistem pengapian konvensional
3. Memperbaiki sistem pengapian konvensional

TUJUAN PEMBELAJARAN

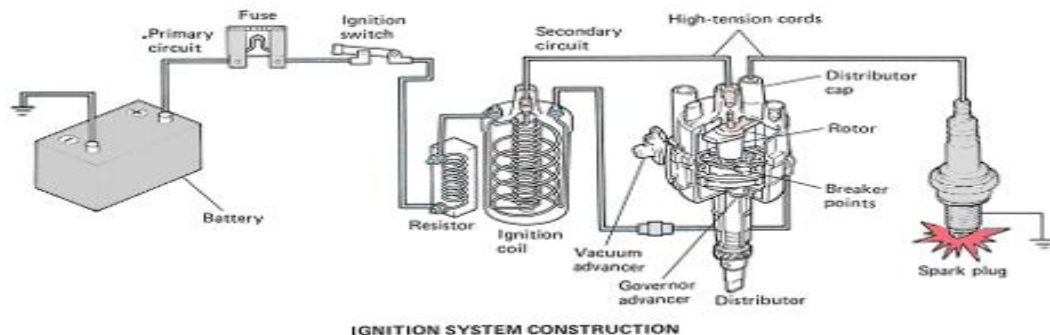
Setelah mempelajari Materi Sistem Pengapian Konvensional Pelatihan atau Peserta Didik diharapkan dapat mengetahui dan memahami :

1. Menjelaskan nama komponen sistem pengapian konvensional
2. Menjelaskan fungsi komponen sistem pengapian konvensional
3. Menjelaskan cara kerja sistem pengapian konvensional dengan benar
4. Mendiagnosa kerusakan yang terjadi pada sistem pengapian konvensional
5. Memperbaiki kerusakan pada sistem pengapian konvensional.

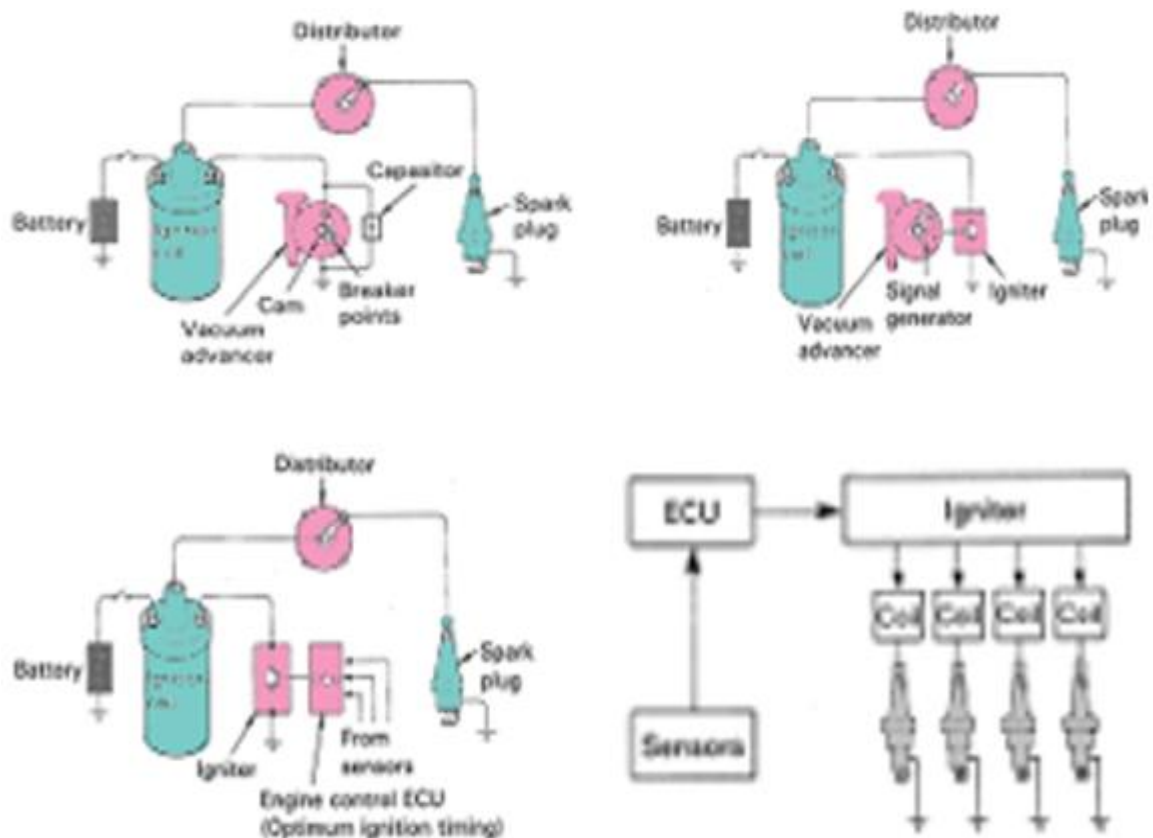
Materi : 1. Sistem Pengapian Konvensional (Konvensional Ignition System).

1.Sistem Pengapian Konvensional

Pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan, terjadi di dalam silinder. Daya diperoleh dari pemuaian gas pembakaran tersebut. Sistem pengapian merupakan sumber bunga api yang menyebabkan terjadinya pembakaran campuran tersebut



Gambar 1 : Rangkain Pengapian Konvensional



Gambar 2 : Macam -Macam Rangkaian Sistem Pengapian

Syarat – syarat sistem pengapian dalam silinder :

1. Tekanan kompresi yang tinggi.
2. Saat pengapian yang tepat dan bunga api yang kuat.
3. Campuran bahan bakar dan udara yang baik.

Fungsi dasar sistem pengapian ialah untuk membangkitkan bunga api yang dapat membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder, oleh karena itu syarat-syarat berikut harus dipenuhi :

a. Bunga api yang kuat

Pada saat campuran bahan bakar-udara dikompresikan di dalam silinder, sangat sulit bagi bunga api untuk-melewati udara (ini disebabkan udara mempunyai tahanan listrik dan tahanan ini naik pada saat udara dikompresikan).

Dengan alasan ini, maka tegangan yang diberikan pada busi harus cukup tinggi untuk dapat membangkitkan bunga api yang kuat, diantara elektroda busi.

b. Saat pengapian yang tepat

Untuk memperoleh pembakaran campuran bahan bakar-udara yang paling efektif, harus dilengkapi beberapa peralatan tambahan yang dapat merubah saat pengapian sesuai dengan putaran dan beban mesin (perubahan sudut poros engkol dimana masing-masing busi menyala).

c. Ketahanan yang cukup

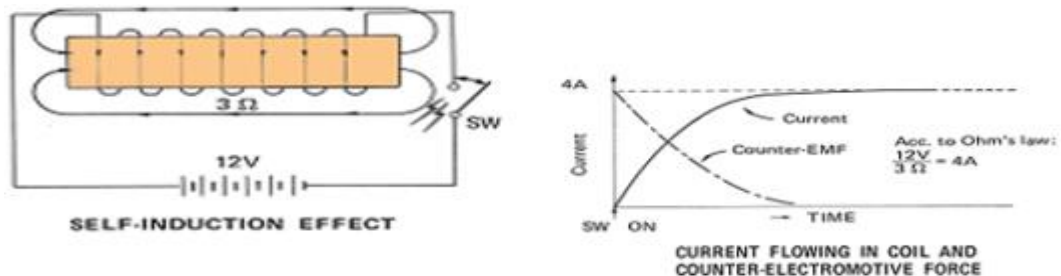
Apabila sistem pengapian tidak bekerja, maka mesin akan mati. Oleh karena itu sistem pengapian harus mempunyai ketahanan yang cukup untuk menahan getaran dan panas yang dibangkitkan oleh mesin, demikian juga tegangan tinggi yang dibangkitkan oleh sistem pengapian itu sendiri.

Coil Pengapian

Prinsip pembangkitan Tegangan tinggi :

1. Self induction effect

Medan magnet akan dibangkitkan pada saat arus mengalir melalui kumparan. Akibatnya, EMF (*electromotive force*) dibangkitkan dan menghasilkan garis gaya magnet (*magnetic flux*) dengan arah yang berlawanan dengan pembentukan garis-garis gaya magnet dalam kumparan (*coil*). Oleh karena itu arus tidak akan mengalir seketika pada saat dialirkan ke kumparan tetapi membutuhkan waktu untuk menaikkan arus tersebut.



Gambar 3 : Aliran arus listrik pada kumparan ignition coil

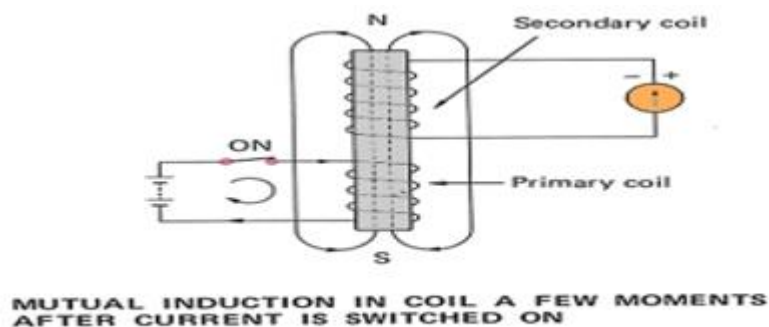
Bila arus mengalir dalam sebuah kumparan dan kemudian arus diputuskan tiba-tiba, maka EMF akan dibangkitkan dalam kumparan dengan arah dimana arus cenderung mengalir (arah yang merintangi hilangnya garis gaya magnet). Dengan cara ini, bila arus mulai mengalir ke kumparan, atau bila arus diputuskan, maka kumparan membangkitkan EMF yang bekerja melawan perubahan garis gaya magnet pada kumparan. Inilah yang disebut "*self induction effect*".

2. Mutual induction effect

Apabila dua kumparan disusun dalam satu garis dan besarnya arus yang mengalir pada satu kumparan (kumparan primer) dirubah, maka EMF akan bangkit pada kumparan lainnya (kumparan sekunder) dengan arah melawan perubahan garis gaya magnet pada kumparan primer. Inldisebut "*mutual induction effect*".

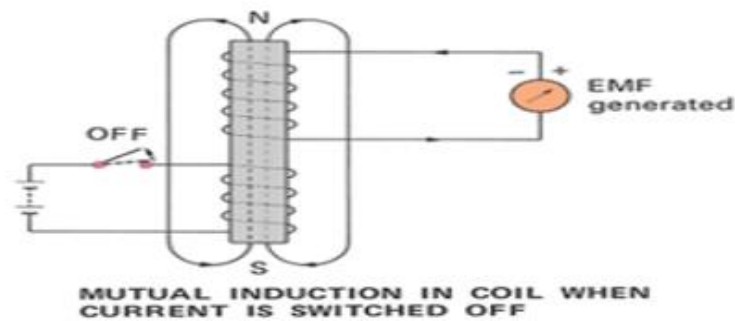
Pada gambar di bawah, bila arus tetap mengalir pada kumparan primer, maka tidak akan terjadi perubahan garis gaya magnet, dengan demikian tidak ada EMF yang bangkit pada kumparan sekunder (*secondary coil*).

Pada saat *switch* diputuskan, aliran arus pada kumparan primer (*primary coil*) juga diputuskan garis gaya magnet yang telah terbentuk sampai saat itu tiba-tiba menghilang, sehingga pada kumparan sekunder bangkitlah EMF dengan arah melawan kehilangan fluksi magnet.



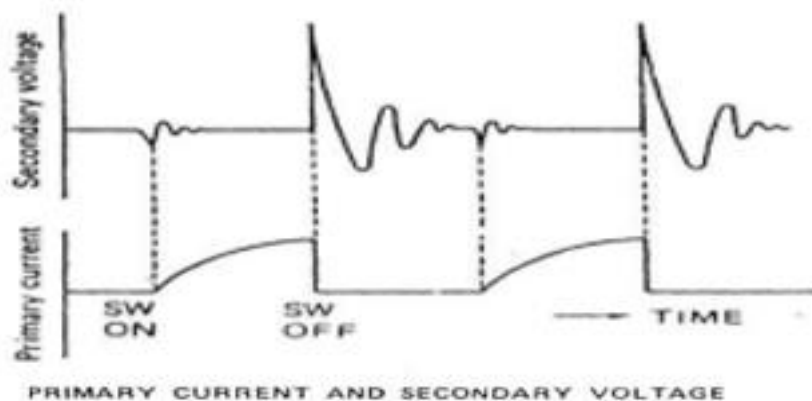
Gambar 4 : Induksi pada kumparan ignition coil saat saklar ON

Sebaliknya apabila *switch* dihubungkan kembali, maka pada kumparan sekunder akan dibangkitkan EMF dengan arah yang berlawanan dengan pembentukan garis gaya magnet (magnetic flux) pada kumparan primer. (Ini berlawanan dengan yang terjadi bila arus diputuskan). Ignition coil membangkitkan aliran yang bertegangan tinggi secara mutual induction, yang terjadi pada saat arus primer tiba-tiba diputuskan dengan membuka *breaker point*. Hubungan antara kumparan primer dan kumparan sekunder diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 5 : Induksi dalam rangkaian coil setelah kunci kontak OFF

Besarnya arus (garis gaya magnet) juga berubah pada saat titik kontak tertutup, tetapi karena arus tidak segera mengalir dalam kumparan karena adanya *self inductance*, maka perubahan banyaknya garis gaya magnet terjadi secara bertahap dan tegangan yang terinduksi pada kumparan sekunder tidak mencapai *discharge voltage*.



Gambar 6 : Arus primer dan tegangan pada lilitan sekunder

Besarnya *EMF* ditentukan oleh tiga faktor berikut :

(1). Banyaknya garis gaya magnet

Semakin banyak garis gaya magnet yang terbentuk dalam kumparan, semakin besar tegangan yang diinduksi.

(2). Banyaknya gulungan kumparan

Semakin banyak lilitan pada kumparan, semakin tinggi tegangan yang diinduksikan.

(3). Tingkat dimana garis gaya magnet berubah

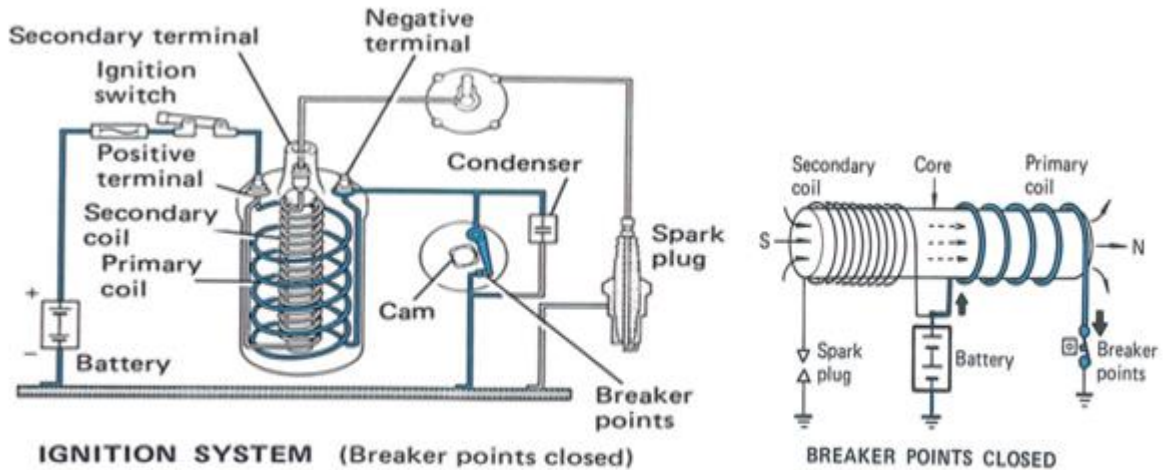
Semakin cepat perubahan banyaknya garis gaya magnet yang dibentuk pada kumparan, semakin tinggi tegangan yang diinduksi.

Untuk memperoleh *EMF* yang besar dari *mutual inductance* (tegangan sekunder yang dibangkitkan), maka arus yang masuk pada kumparan primer harus sebesar mungkin dan pemulusan arus harus secepat mungkin.

Cara Kerja Sistem Pengapian Konvensional

1. Breaker Point (Kontak pemutus) tertutup

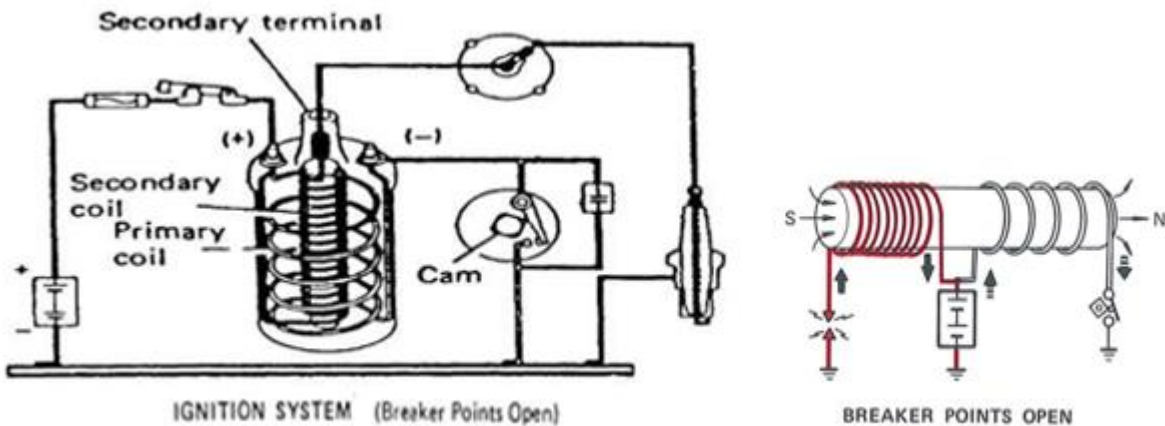
Arus dari baterai mengalir melalui terminal positif kumparan primer (primary coil), terminal negatif dan *breaker point*, selanjutnya ke masa. Akibatnya, garis-garis gaya magnet akan terbentuk disekeliling kumparan.



Gambar 7.: Rangkaian Sistem Pengapian Konvensional Kontak Pemutus Posisi Tertutup

2. Breaker point (Kontak Pemutus) terbuka

Bila poros engkol memutar *cam shaft*, sehingga *distributor cam* membuka *breaker point*, menyebabkan arus yang mengalir melalui kumparan primer tiba-tiba terputus.



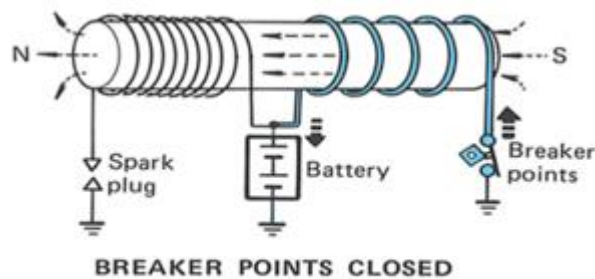
Gambar 8.: Rangkaian Sistem Pengapian Konvensional Kontak Pemutus Posisi Terbuka

Sebagai akibatnya, garis-garis gaya magnet yang telah terbentuk pada kumparan primer mulai berkurang. Karena *self-induction* pada kumparan primer dan *mutual induction* pada kumparan sekunder, maka *EMF* akan terbentuk pada tiap kumparan, mencegah pengurangan garis gaya magnet yang ada.

Self-induction EMF mencapai sekitar 500 Volt, sedangkan *mutual induction EMF* mencapai sekitar 30 kV. dan mampu membentuk loncatan bunga api pada busi. Perubahan garis gaya magnet meningkat apabila pemutus arus semakin singkat, dan mengakibatkan bangkitnya tegangan yang sangat tinggi per satuan waktu

3. Breaker point (Kontak pemutus) tertutup kembali

Bila breaker point mulai tertutup kembali, maka arus mulai mengalir pada kumparan primer, dan magnetic flux pada kumparan primer mulai bertambah. Karena terjadi *self-induction* pada kumparan primer, maka *counter EMF* akan mencegah penambahan aliran arus secara tiba-tiba dalam kumparan primer. Sebagai akibatnya, arus tidak bertambah dengan tiba-tiba dan hanya *mutual induction EMF* yang dapat diabaikan terjadi pada kumparan sekunder.



Gambar 9: Posisi platina atau breaker point tertutup

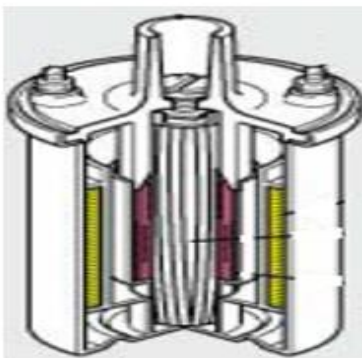
1. KONSTRUKSI KOIL DENGAN RESISTOR / TAHANAN BALAS

Ignition coil dengan resistor mempunyai resistor yang dihubungkan seri terhadap kumparan primer. Bila dibandingkan dengan *ignition coil* tanpa resistor, *ignition coil* dengan resistor ini mempunyai kelebihan bahwa penurunan tegangan sekunder pada kecepatan tinggi dapat dikurangi. Sebagian besar produk automobil yang menggunakan sistem pengapian konvensional, menggunakan *ignition coil* jenis ini. *Ignition coil type* ini dibedakan menjadi dua tipe yaitu : Pertama tipe external resistor dan kedua tipe integrated resistor.

Catatan :

Tipe *Ignition coil* Integrated resistor mempunyai tiga external terminal, jangan tertukar antara terminal (B) dan terminal positif (+) pada saat membuat rangkaian.

IGNITION COIL / Koil Pengapian



Gambar 10 : Konstruksi Koil Pengapian

Ignition Coil :

Untuk mempertinggi tegangan listrik dari 12 volt menjadi (20.000 – 30.000 Volt) Agar dapat mempertinggi tegangan listrik, pada *ignition coil* terdapat 2 kumparan :

1. **Kumparan Primer.**
 - Menciptakan medan magnet
 - Penampang kawatnya besar
 - Jumlah gulungan sedikit (+/- 400 gulungan)
2. **Kumparan Sekunder.**
 - Merubah induksi menjadi tegangan tinggi
 - Penampang kawat kecil
 - Jumlah gulungan banyak (+/- 30.000 gulungan)

2. IGNITION COIL WITH RESISTOR

FUNGSI RESISTOR :

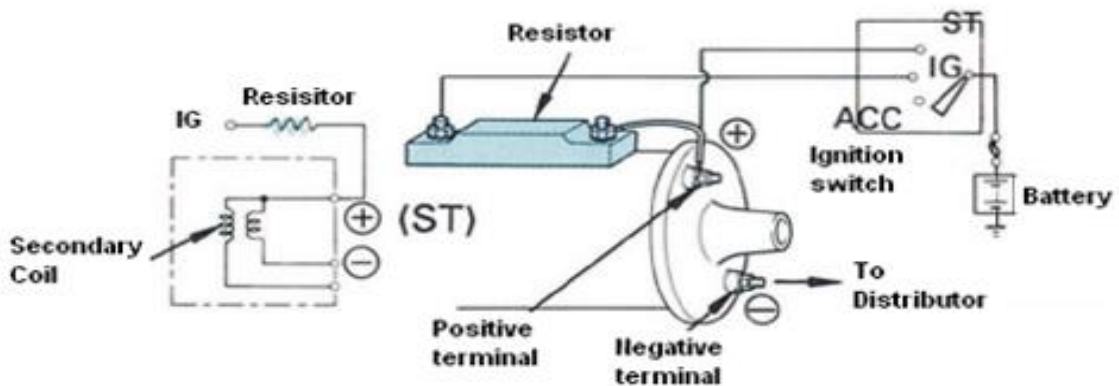
1. Untuk mengurangi penurunan tegangan pada *Secondary Coil* pada saat putaran mesin tinggi.
2. Untuk menstabilkan arus yang masuk ke kumparan primer

ADA 2 TYPE RESISTOR :

1. *External resistor*

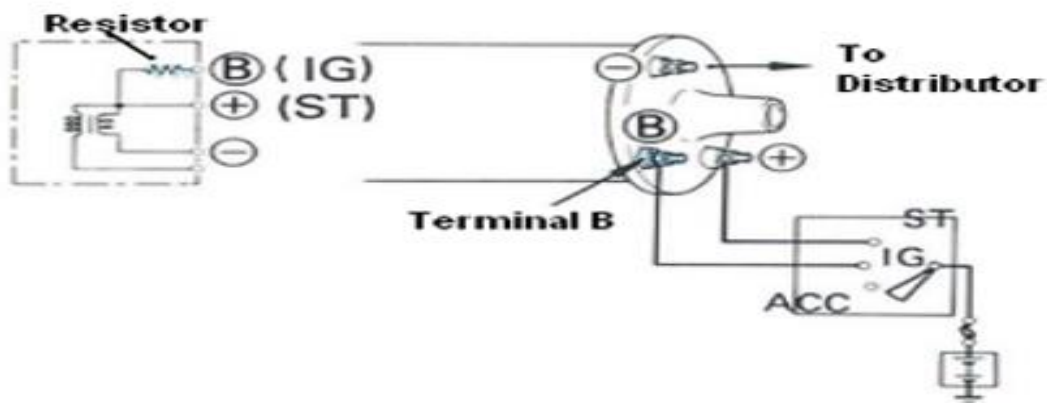
2. Internal resistor

EXTERNAL RESISTOR TYPE

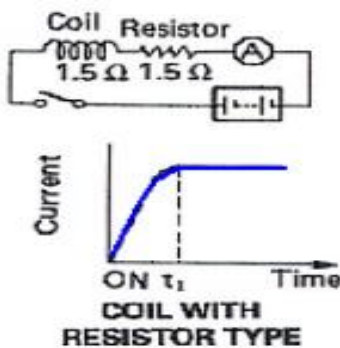


Gambar 11 : Resistor dirangkai di luar koil

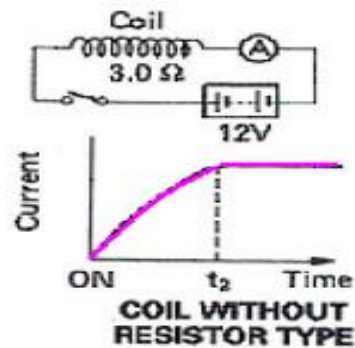
INTEGRATED RESISTOR TYPE / INTERNAL RESISTOR TYPE



Gambar 11 : Resistor dirangkai di dalam / menyatu dengan koil



Gambar 12 : Koil dengan resistor



Gambar 13 : Koil tanpa resistor

3. Fungsi coil dengan resistor :

Bila arus mulai mengalir melalui coil maka arus yang mengalir ini cenderung terhalang oleh efek self-induction (yang terjadi mulai saat breaker point tertutup sampai tercapai nilai arus jenuh). Oleh karena itu, pada saat aliran arus mulai mengalir pada kumparan primer ignition coil, arus primer naik secara bertahap. Aliran arus semakin

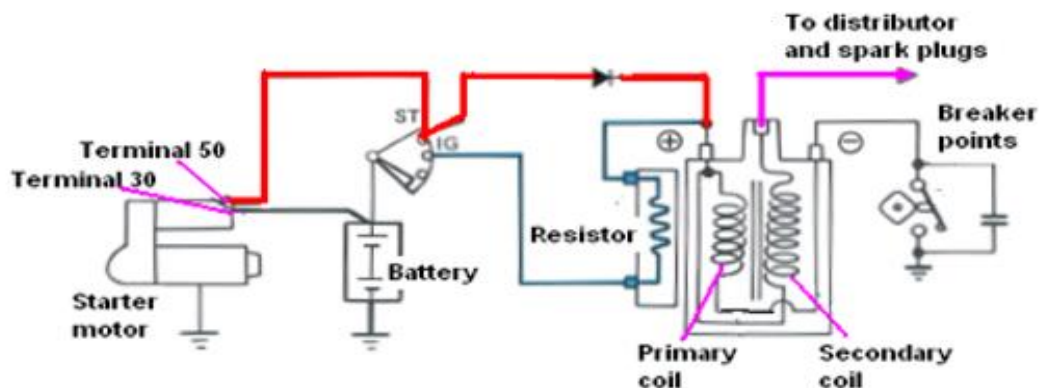
lambat bila banyaknya gulungan dalam kumparan bertambah.

Pada *ignition coil* tanpa *resistor*, karena waktu menutupnya *breaker point* agak lama pada kecepatan rendah, aliran arus (I_1) mencukupi, sehingga diperoleh tegangan sekunder yang cukup tinggi. Akan tetapi pada saat kecepatan mesin tinggi, saat menutupnya *breaker point* menjadi singkat dan aliran arus primer (I_1) kurang mencukupi, sehingga mengakibatkan tegangan sekunder menjadi rendah. Pada *ignition coil* dengan *resistor*, banyaknya gulungan pada kumparan dikurangi, yang berarti mengurangi kecenderungan bertambahnya hambatan arus oleh *self induction*. Oleh karena itu kenaikan tegangan primer semakin cepat. Dengan cara ini, aliran arus (I_2) mencukupi meskipun pada kecepatan tinggi dan penurunan tegangan sekunder dapat dicegah

Catatan :

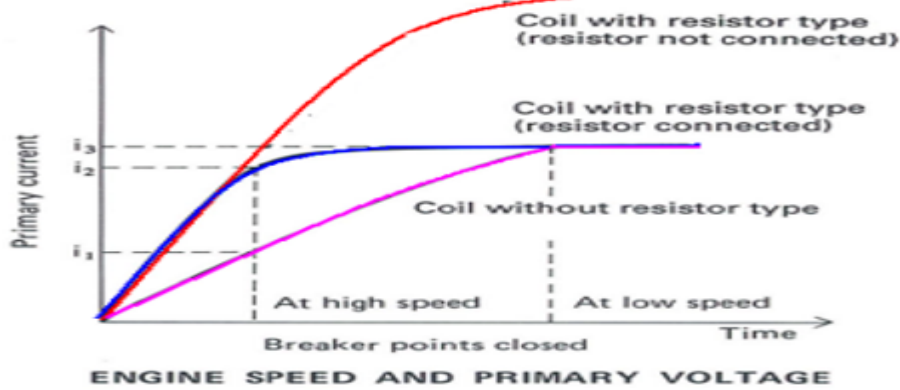
Apabila tipe *coil* dengan *external resistor* dipergunakan tanpa *resistor*, akan mengalir arus yang terlalu berlebihan pada kumparan primer, jadi pastikan bahwa *resistor* telah dihubungkan dengan benar.

Keuntungan lain dari penggunaan *ignition coil* dengan *resistor* ialah mempermudah start mesin. Karena arus yang mengalir ke motor starter pada saat *engine start* cukup besar, maka tegangan baterai akan menurun, hal ini akan mengurangi arus primer pada *ignition coil*. Akibatnya, tegangan sekunder menurun dan loncatan bunga api menjadi lemah.



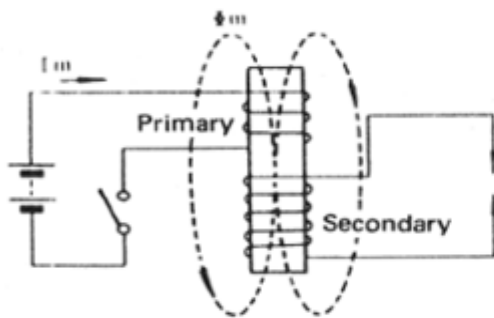
Gambar 14 : Rangkaian sistem pengapian konvensional dengan menggunakan resistor

Untuk mencegah hal ini, resistor dihubungkan *bypass* seperti pada gambar selama mesin diputar oleh motor starter dengan tujuan untuk memberikan arus langsung pada kumparan primer untuk menghasilkan bunga api yang lebih kuat. Pada saat resistor dihubungkan *by pass*, maka arus primer naik seperti yang terlihat pada grafik di bawah



Gambar 15 : Perbandingan tegangan pada kumparan primer koil saat putaran / kecepatan mesin rendah dengan putaran / kecepatan mesin tinggi

OPENED MAGNETIC PATH COIL

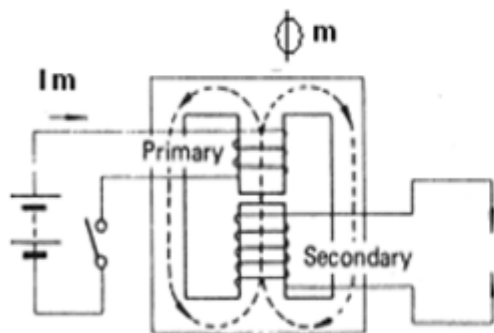


Principle of the opened magnetic path coil

Ada 2 cara untuk menaikkan tegangan pada gulungan sekunder

1. Dengan menambah jumlah gulungan
2. Dengan menaikkan tegangan maupun arus input.

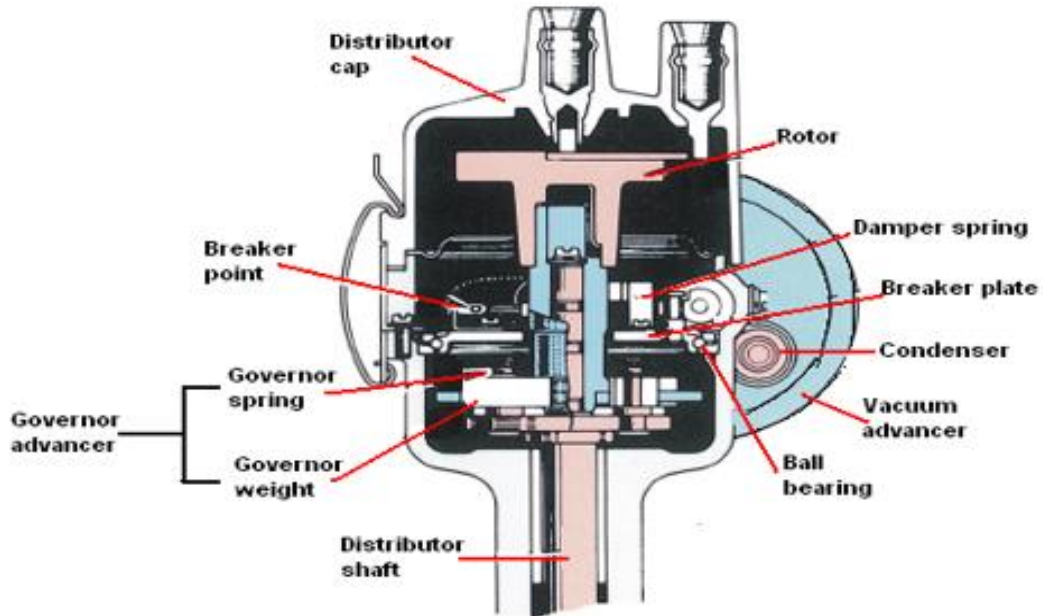
CLOSED MAGNETIC PATH COIL



Principle of the closed magnetic path coil

Coil jenis ini biasanya dipergunakan pada mobil yang dilengkapi dengan *igniter* (*pointless ignition*)
Coil jenis *closed magnetic path* dengan inti besi model tertutup, dapat meningkatkan medan magnet pada inti besinya. Sehingga walaupun jumlah gulungan kawat tembaga sama dengan (*opened magnetic path*) tetapi *outputnya* menjadi jauh lebih besar.

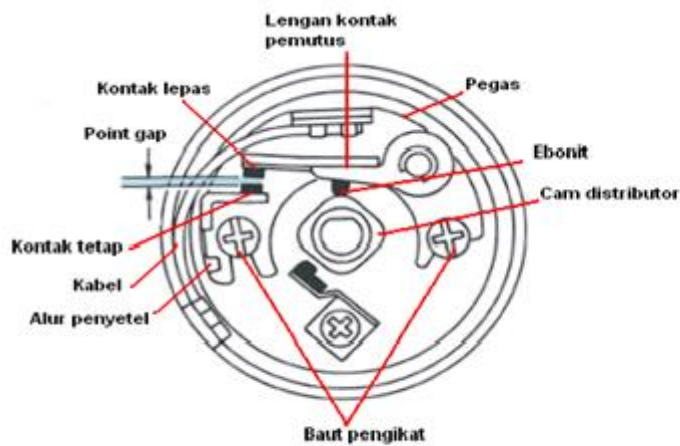
DISTRIBUTOR



DISTRIBUTOR (SECTIONAL VIEW)

Gambar 16 : Potongan Distributor Sistem Pengapian Konvensional

KONTAK PEMUTUS / PLATINA (BREAKER POINT)

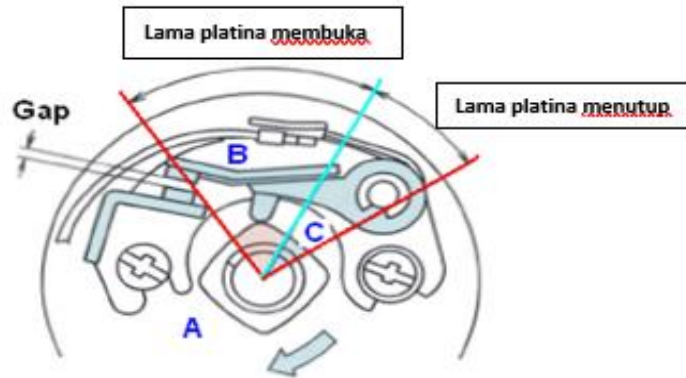


Fungsi :
 Untuk memutuskan dan menghubungkan arus yang mengalir ke kumparan pimer, agar terjadi tegangan induksi pada kumparan sekunder.

Gambar 17 : Konstruksi Breaker Point

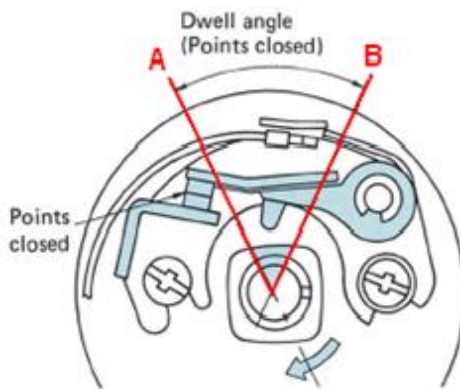
SUDUT PENGAPIAN :

Sudut putar *cam distributor* dan saat platina mulai membuka (B) sampai mulai membuka pada tonjolan berikutnya (C).



Gambar 18 : Sudut Pengapian

SUDUT DWHEEL (DWHEEL ANGLE)



Sudut dwell :

Sudut cam distributor pada saat platina mulai menutup (A) sampai platina mulai membuka (B)

Pengaruh sudut dwell :

Sudut dwell besar

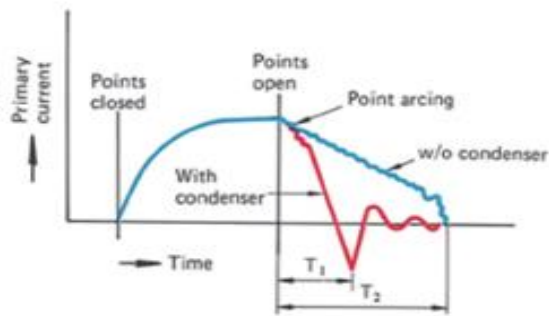
- Celah platina kecil
- Arus yang mengalir ke primer koil terlalu lama
- Kemagnetan jenuh
- Platina panas

Sudut dwell kecil

- Celah platina lebar
- Arus yang mengalir ke primer koil terlalu singkat
- Kemagnetan tidak tercapai maksimum
- Tegangan induksi kumparan sekunder kurang

Gambar 19 : Sudut Dwell

CONDENSER / KONDENSOR



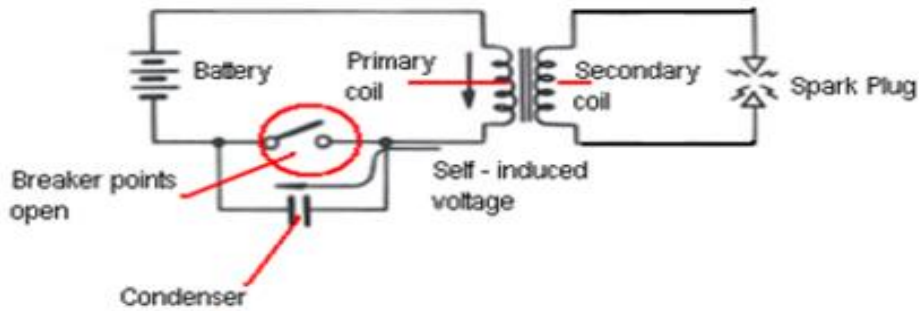
FUNGSI CONDENSER / KONDENSOR:
Mencegah terjadinya loncatan bunga api listrik pada platina, dengan cara menyerap arus induksi

KAPASITAS CONDENSER

Kapasitas dari kondenser dapat diidentifikasi dengan warna kabelnya.

- Hijau 0,18 Micro Farad
- Kuning 0,22 Micro Farad
- Biru 0,25 Micro Farad
- Putih 0,27 Micro Farad

Gambar 20.: Rangkaian Pemutus

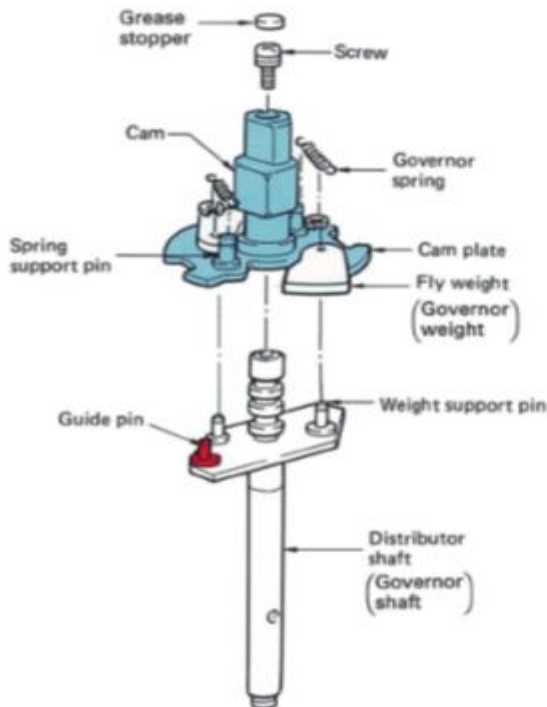


CONDENSER CONNECTIONS

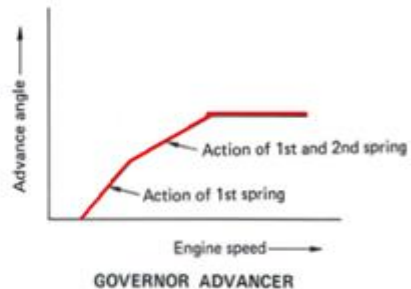
Gambar 21.: Cara merangkai kondensor

PEMAJU SAAT PENGAPIAN (GOVERNOR ADVANCER)

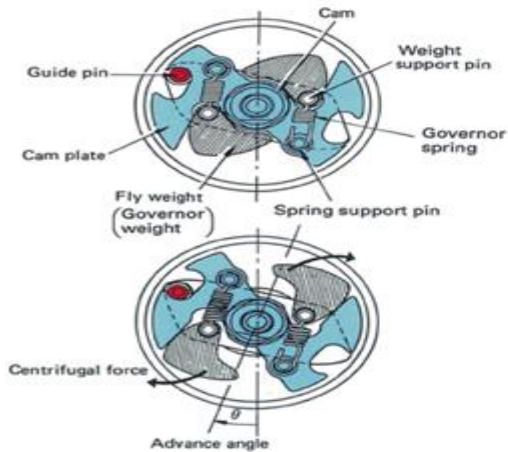
Fungsi : Untuk memajukan saat pengapian berdasarkan putaran mesin.



Gambar 22.: Komponen Governor Advancer



Gambar 23 : Cara kerja pegas Governor Advancer



CARA KERJA GOVERNOR ADVANCER :

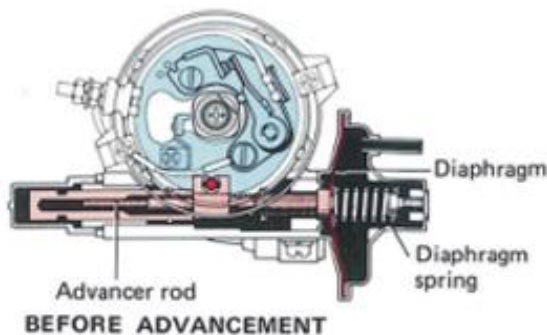
Pada saat mesin berputar pada putaran tinggi. Maka *fly weight* akan mengembang berdasarkan gaya *centrifugal* akibat dari kecepatan berputarnya as distributor.

Pada saat *fly weight* mengembang akan mendorong *cam plate* untuk bergeser beberapa derajat mendahului as distributor. Akibatnya *Cam lobe* akan terbawa bergeser dan menyebabkan timing pembukaan platina menjadi maju

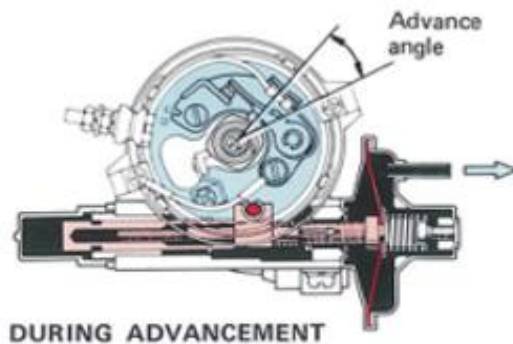
Gambar 24 : Cara Kerja Governor Advancer

PEMAJU SAAT PENGAPIAN (VACUUM ADVANCER)

Fungsi : Untuk memajukan saat pengapian sesuai dengan besarnya beban mesin.



Gambar 25 : Vacuum Adv. Belum Bekerja

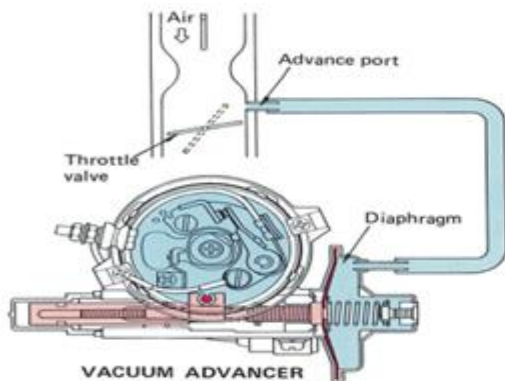


Gambar 26 : Vacuum Adv. Sudah Bekerja

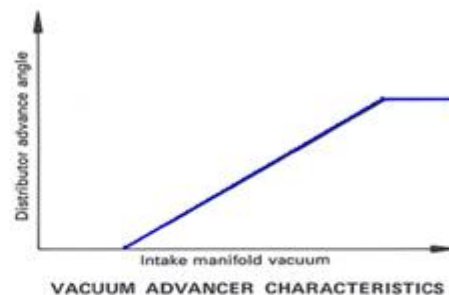
Cara kerja vacuum advancer :

Pada saat beban rendah atau menengah, kecepatan pembakaran rendah karena campuran udara dan bahan bakar kurus. Akibatnya pembakaran campuran udara dan bahan bakar menjadi lambat.

Agar tekanan pembakaran maksimum didapat pada 10° sesudah TMA maka timing pengapian harus dimajukan



Gambar 27 : Hubungan Vacuum Advancer



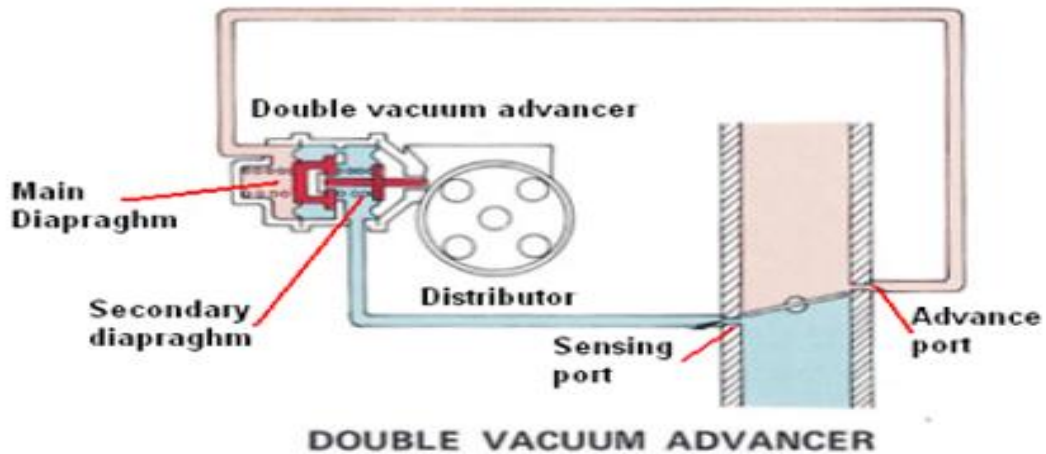
Gambar 28 : Karakteristik Vacuum Advancer

PEMAJU SAAT PENGAPIAN *DOUBLE VACUUM ADVANCER*

Fungsi : Untuk menurunkan kadar HC dalam gas buang pada saat mesin dalam keadaan stasioner (idling)

Catatan :

Pada saat kita memeriksa atau menyetel timing pengapian maka selang vacuum secondary (sub) harus kita lepaskan.



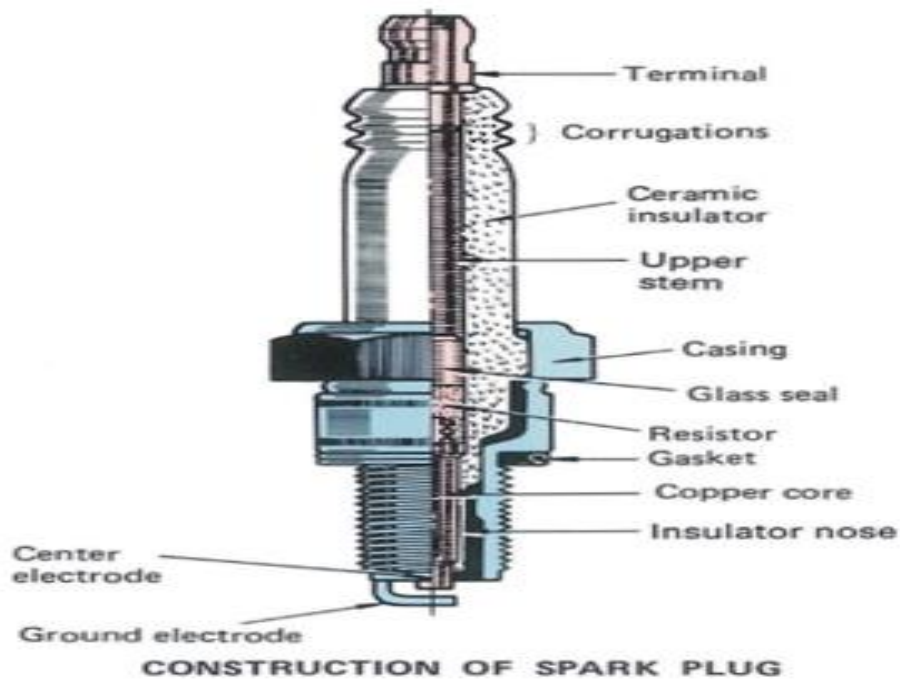
Gambar 29 : Hubungan *Double Vacuum Advancer*

BUSI / SPRAK PLUG

Nilai panas Busi : Suatu index (harga) yang menunjukkan jumlah panas yang dapat dipindahkan oleh busi

Busi panas : Busi yang relatif sulit untuk membuang panas yang diterima

Busi dingin : Busi yang dengan cepat sekali membuang panas



Gambar 30 : Konstruksi Busi

MACAM – MACAM JENIS BUSI BUSI / SPARK PLUG

A. Busi dengan *Resistor* / Tahanan

Loncatan bunga api listrik busi menghasilkan elektromagnetis dan dapat menyebabkan gangguan pada peralatan ekelektronik, sehingga peralatan elektronik tersebut tidak dapat berfungsi dengan baik.

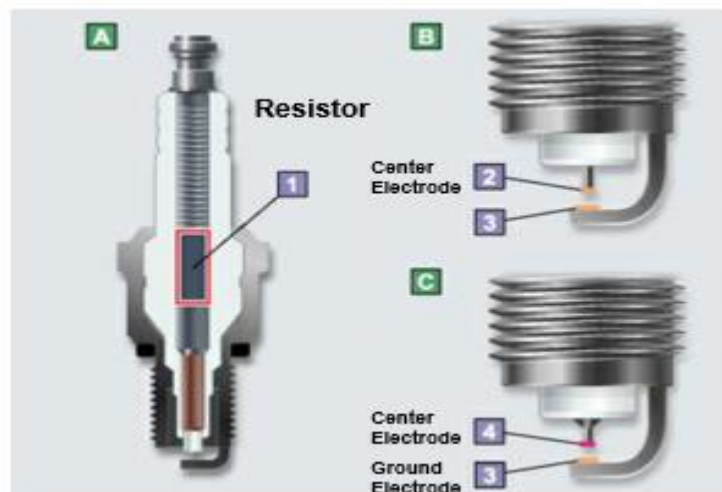
Busi jenis ini mempunyai tahanan dari keramik yang dapat mencegah penyebab terjadinya gangguan pada peralatan elektronik, misalnya : radio atau televisi.

B. Busi *Platinum*

Busi jenis ini menggunakan *platinum* pada elektroda tengah / *center electrode* dan massa / *Ground electrode*. Dengan bahan platinum, maka menjadikan usia pemakaian busi lebih lama dan pengapiannya lebih baik.

C. Busi *Iridium*

Busi jenis ini menggunakan iridium pada elektroda tengah dan platinum pada elektroda massa. Dengan bahan – bahan tersebut, maka menjadikan usia pemakaian busi lebih lama dan performannya lebih baik.



Gambar 31 : Macam – Macam Jenis Busi

KONDISISI BUSI

Kondisi Normal :

- Isolator berwarna kuning atau coklat muda.
- Puncak isolator bersih, (berwarna coklat muda atau abu – abu).



Gambar 32 : Kondisi Busi Normal

Kondisi Terbakar :

- Elektrode terbakar. Pada permukaan kaki isolator ada partikel – partikel kecil mengkilap yang menempel.
- Isolator berwarna putih atau kuning.

Penyebab :

- Nilai oktan terlalu rendah.
- Campuran terlalu kurus.
- *Knocking*.
- Saat pengapian terlalu awal.
- Tipe busi terlalu panas.



Gambar 33 : Kondisi Busi Terbakar

Berkerak karena oli :

Kaki isolator elektroda sangat kotor, warna coklat oli mesin.

Penyebab :

- Ring piston aus.
- Bushing penghantar katup / katup aus.
- Ada penghisapan oli melalui sistem ventilasi karter / ruang engkol (*blow by gass*).



Gambar 34 : Kondisi Busi Berkerak Oli

Berkerak karbon :

Kaki isolator elektroda rumah busi berkerak jelaga.

Penyebab :

- Campuran terlalu kaya (karburator meluap / banjir).
- Tipe busi terlalu dingin.



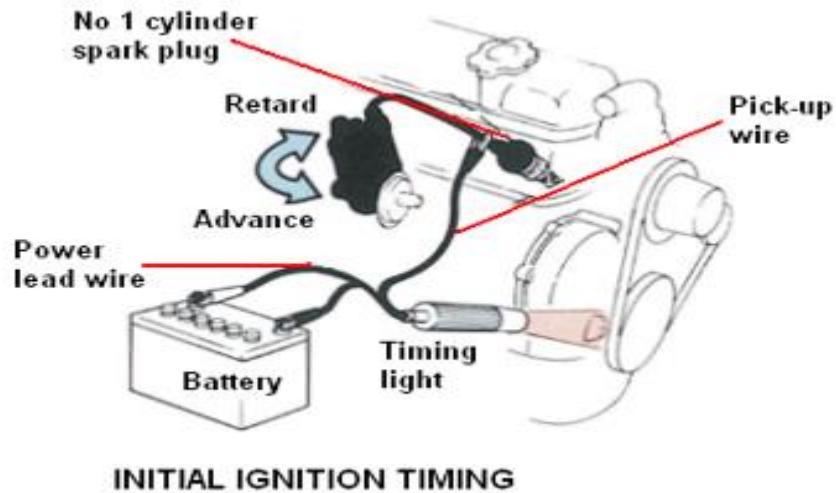
Gambar 35 : Kondisi Busi Berkerak Karbon

SAAT PENGAPIAN

Saat pengapian adalah saat busi mengeluarkan bunga api untuk memulai pembakaran, diukur dalam derajat poros engkol.

Syarat pembakaran :

Mulai dari saat pengapian sampai proses pembakaran berakhir dibutuhkan waktu tertentu (+/- 2 milli detik)



Gambar 36 : Menepatkan Saat Pengapian

Semangat Pagi, Semangat Belajar, Semoga Anda Berhasil