

**Ainārs Galinš**

# **Spēkratu elektroiekārtas**

Mācību grāmata

**Jelgava 2008**



**Galiņš A. Spēkratu elektroiekārtas.** – Jelgava: LLU, 2008. – 298 lpp.

Mācību grāmatas „Spēkratu elektroiekārtas” uzdevums ir nostiprināt zināšanas par automobiļu un traktoru elektroiekārtu uzbūvi, konstrukciju, ekspluatāciju, diagnostiku un remontu. Mācību grāmata atbilst studiju priekšmeta „Auto elektroiekārtas” un „Spēkratu elektroiekārtas” programmai. Mācību grāmata paredzēta augstskolas studentiem.

Izdots ar ESF finansiālu atbalstu.

Projekta Nr.2006/0248/VPD1/ESF/PIAA/06APK/3.2.3.2./0075/0067

„Studiju procesa modernizācija un kvalitātes uzlabošana spēkratu priekšmetu grupā”

# SATURS

Ievads	5
1. Līdzstrāva	7
2. Elektrība spēkratos	19
3. Spēkratu energoapgāde	48
4. Akumulatora baterija	53
5. Ģeneratora iekārta	65
6. Dzinēja iedarbināšanas iekārta	105
7. Aizdedzes sistēma	121
8. Traktortehnikas elektriskās shēmas	168
9. Traktortehnikas ģeneratora iekārtas shēmas	179
10. Traktortehnikas iedarbināšanas iekārtas shēmas	192
11. Traktortehnikas dzinēja vadība un diagnostika	207
12. CAN interfeiss	240
13. Apgaismošanas iekārtas	263
14. Spēkratu elektrisko shēmu apzīmējumi	281
Literatūra	298



## **IEVADS**

Šodien izmantotās tehnoloģijas strauji attīsta visas nozares, tai skaitā arī spēkratu būvi. Ik dienas jāsaskaras ar tradicionāli pazīstamām iekārtām un mašīnām, kuru konstrukcija un ieliktā tehniskā doma mūs pārsteidz. Tehnoloģiskie risinājumi un materiāli, kurus nupat izmantoja tikai militārajā tehnikā un aviācijā, šodien tiek izmantoti lauksaimniecības tehnikā, traktoros, ceļa būves tehnikā, autotransportā. Mehāniķiem jāsamierinās ar to, ka mehāniskās sistēmas tiek aizstātas ar elektriskajām, elektroniskajām. Iekārtu procesu vadību pārņem ciparu vadības sistēmas, kuras vada procesors. Rezultātā mehāniskās iekārtas kļūst vienkāršākas, mehāniskie mezgli veic tikai izpildiekārtu funkciju.

Spēkratu elektroiekārtas pēdējos divdesmit gados ir attīstījušas neiedomājami. Pavisam nesen traktora elektrisko shēmu varēja uzzīmēt uz A4 formāta lapas. Elektrosistēma sastāvēja no masas slēdža, akumulatora baterijas, ģeneratora, startera, stiklu tīrītāja un sešiem lukturiem. Šodien traktora elektrisko shēmu nevarēs izvietot pat uz A1 formāta lapas. Modernajā traktoru tehnikā tiek izmantoti visi sasniegumi, kurus pielieto autotransportā un papildus tehnoloģisko iekārtu pieslēgšanas un vadības shēmas.

Mācību grāmata „Spēkratu elektroiekārtas” ir veidota ar domu, neatdarināt klasisko auto elektroiekārtu grāmatu struktūru, bet nedaudz pievērsties arī traktortehnikas, ceļu būves tehnikas un industriālo motoru elektrisko shēmu apzināšanai. Šai sakarā četras nodaļas šajā grāmatā ir veltītas šiem jautājumiem. Nodaļā „Traktortehnikas elektriskās shēmas” ir apskatīti shēmu apzīmējumi, kādus izmanto Amerikā ražotajai traktortehnikai. Šai nodaļā ir parādīta tehniskās dokumentācijas izmantošana elektrisko shēmu lasīšanai. Nodaļā „Traktortehnikas ģeneratora iekārtas shēmas” ir apskatīta ģeneratora iekārtas diagnostika un shēmu pētīšana. Nodaļa „Traktortehnikas iedarbināšanas iekārtas shēmas” veltīta startera

slēguma shēmas izpētei un diagnostikai, ir parādīts shēmas lasīšanas piemērs. Moderna industriālā dzinēja vadības sistēma un tās diagnostika ir aprakstīta nodaļā „Traktortehnikas dzinēja diagnostika un vadība”. Te ir aprakstītas dzinēja vadības shēma, sensori, diagnostikas paņēmieni, izmantotie interfeisi.

Grāmatas sākuma daļa ir veltīta vispārējiem inženiertehniskiem jautājumiem. Pirmajā nodaļā „Līdzstrāva” ir apskatīti elektrotehnikas teorētiskie pamatjautājumi saistība ar līdzstrāvu, Oma likums, Kirhofa likumi, jaudas aprēķins, virknes un paralēlais slēgums. Otrā nodaļā „Elektrība spēkratos” ir apskatīti vienkāršākie spēkrata elektriskās shēmas slēgumi, iepazīta sprieguma, strāvas un pretestības mērīšana un shēmu diagnostika.

Konkrēti par spēkrata enerģētiku ir veikts apskats trešajā nodaļā „Spēkratu elektroapgāde”. Akumulatora baterijas uzbūve, ekspluatācija aprakstīta ceturtajā nodaļā „Akumulatoru baterija”. Salīdzinoši liela ir piektā nodaļa „Ģeneratora iekārtā”. Šai nodaļā detalizēti apskatīta ģeneratora uzbūve, darbība un diagnostika. Par starteriem, kvēlsvecēm un to darba režīmu izklāstīts sestajā nodaļā „Dzinēja iedarbināšanas iekārtā”. Otto dzinēju aizdedzes sistēmas sastāvdaļas un darbība, nedaudz vēsturiskā un arī mūsdienīgā skatījumā dota septītajā nodaļā „Aizdedzes sistēma”. Šodien ražotajos automobiļos plaši izmanto modernas datu pārsūtīšanas sistēmas, tiek izmantoti CAN interfeisi, optiskie interfeisi, notiek datu apstrāde šķirošana un izmantošana automobiļa vadībā, tāpēc viena nodaļa ir veltīta šim jautājumam. Spēkratu apgaismes iekārtas un sistēma ir aprakstīta nodaļā „Apgaismes iekārtas”. Spēkratu elektrisko shēmu apzīmējumi un elektroiekārtu spailīšu apzīmējumi ir doti pēc EN standartiem četrpadsmitajā nodaļā „Spēkratu elektrisko shēmu apzīmējumi”.

# 1. LĪDZSTRĀVA

## 1.1 Vispārējie jautājumi

**Elektriskā kēde** - savstarpēji savienotu elektriskās energijas avotu un patēriņtāju sistēma.

**Līdzstrāva** – elektriskā strāva, kas nemainās laikā. Tā ir elektriskās enerģijas nesēju sakārtota plūsma.

**Enerģijas nesēji:** metālā - brīvie elektroni, šķidumā - joni, anjoni un katjoni. Elektrisko lādiņu sakārtoto plūsmu rada elektriskais lauks, kuru rada enerģijas avots.

**Enerģijas avots:**

- ķīmisko enerģiju pārvērš elektriskajā;
- mehānisko enerģiju pārvērš elektriskajā;
- termisko enerģiju pārvērš elektriskajā;
- gaismas enerģiju pārvērš elektriskajā;
- citu veidu enerģiju pārvērš elektriskajā.

**Enerģijas avotu raksturo** - elektrodzinējspēks ***EDS***, tā virziens un iekšējā pretestība ***R<sub>ie</sub>***.

**Līdzstrāvu** apzīmē ar burtu ***I*** un mēra (***A***) - ampēros.

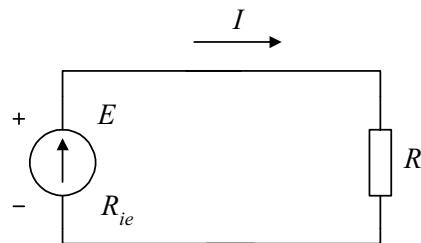
**EDS** apzīmē ar burtu ***E*** un mēra (***V***) - voltos.

**Pretestību** apzīmē ar burtu ***R*** un mēra (***Ω***) - omos.

**Shēma** - sistēma, kas sastāv no barošanas avota ( $E$ ), vadiem un patēriņtāja  $R$ , skatīt 1.1. attēlu.

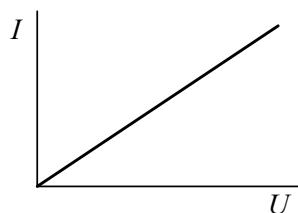
Tehnikā un fizikā *pieņemts*, ka strāva plūst no (+) uz (-).

Reāli plūst elektroni, no (-) uz (+).



1.1.att. **Shēma**

**Voltampērraksturlīkne** - strāvas funkcijas atkarībā no sprieguma izmaiņas  $I=f(U)$  grafisks attēlojums, skatīt 1.2.attēlu.



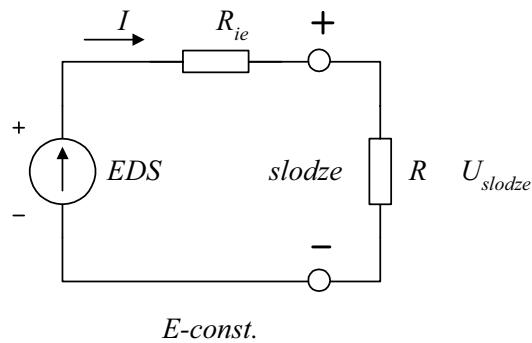
1.2.att. **Lineāras kēdes voltampērraksturlīkne**

Lineārai kēdei voltampēr raksturlīkne ir taisne.

Ja voltampērraksturlīkne nav taisne, tad kēde ir nelineāra.

## 1.2. EDS avots

Ar **EDS avotu** saprot *idealizētu* barošanas avotu, kuram **EDS ir konstants** un nav atkarīgs no caurplūstošās strāvas, iekšējā pretestība ideālam *EDS* avotam ir  $R_{ie}=0$ .



1.3.att. Barošanas avota ekvivalentā shēma

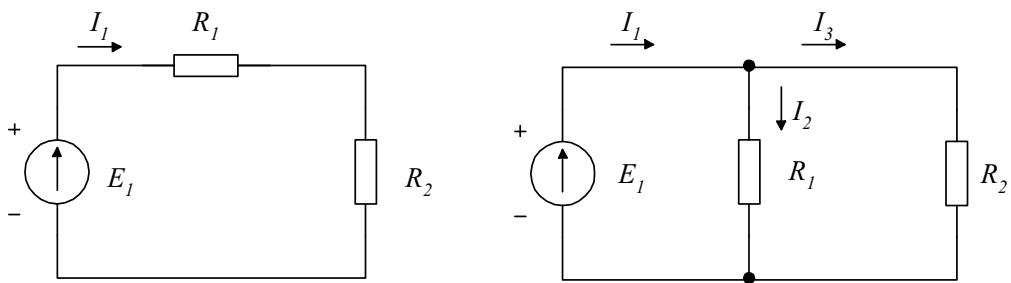
Reālajā dzīvē ideālu avotu nav, skatīt 1.3. attēlu, katram *EDS* avotam ir iekšējā pretestība  $R_{ie}$ , kas nav vienāda ar 0. Praktiskajos aprēķinos parasti jāievērtē avota iekšējo pretestību  $R_{ie}$ .

Strāva iepriekš apskatītajā ekvivalentajā shēmā 1.3.attēlā būs vienāda ar,

$$I = \frac{E}{R + R_{ie}}. \quad (1.2.)$$

### 1.3. Nesazarotas un sazarotas kēdes

Nesazarotā kēdē - plūst viena strāva, sazarotā - sadalās, skatīt 1.4.attēlu.

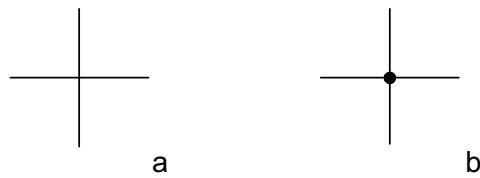


1.4. att. Nesazarota un sazaroša kēde

Mezglu punkti - savienojuma punkti, kuros savienoti trīs vai vairāki (vadi) zari.

Sazarotajā kēdē, 1.4. attēlā, ir divi mezglu punkti, kuros savienoti trīs zari.

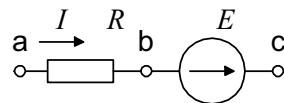
Mezgla punktu shēmā vienmēr apzīmē ar punktu, ja punktu nelieto, tad shematiski parādītās līnijas ir vadu šķērsošanās, skatīt 1.5.attēlu.



1.5.att. Vadu šķērsošanās (a) un mezgla punkts (b).

## 1.4. Spriegums kēdes posmā

Spriegums - potenciālu starpība.



1.6.att. Kēdes posms.

Kēdes posmā, 1.6.attēlā, plūst strāva no augstākā potenciāla uz zemāko, no  $a(\varphi_a) \rightarrow b(\varphi_b)$

$$\varphi_a = \varphi_b + IR \quad (1.3)$$

no tā redzam, ka

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b \quad (1.4)$$

Tātad:

$$U_{ab} = IR \quad (1.5)$$

Tas ir spriegums, to var saukt arī par sprieguma kritumu uz pretestības  $R$ .

Ja kēde satur  $EDS$  avotu, tad

$$U_{ac} = \varphi_a - \varphi_c \quad (1.6)$$

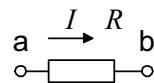
var noteikt  $\varphi_b$  potenciālu izejot no punkta “c”, ejot uz punktu “b” pretī *EDS* avota virzienam. Tas nozīmē, ka potenciāls punktā “b” ir mazāks (zemāks) nekā punktā “c”.

$$\varphi_b = \varphi_c - E \quad (1.7)$$

## 1.5. Oma likumi kēdes posmam

### Oma likums kēdes posmam, kas nesatur *EDS* avotu

Sprieguma kritums uz pretestības  $R$  ir tieši proporcionāls pretestības  $R$  un caur to plūstošās strāvas  $I$  reizinājumam.



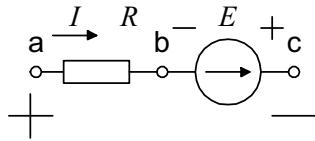
1.7.att. Kēdes posms, kas nesatur *EDS*.

$$U_{ab} = IR \quad (1.8)$$

Strāva caur pretestību  $R$  ir tieši proporcionāla sprieguma kritumam  $U_{ab}$  un apgriezti proporcionāla pretestībai  $R$ .

$$I = \frac{U_{ab}}{R} = \frac{\varphi_a - \varphi_b}{R} \quad (1.9)$$

**Oma likums kēdes posmam, kas satur EDS avotu**



1.8.att. **Kēdes posms, kas satur EDS avotu.**

$$I = \frac{\varphi_a - \varphi_c + E}{R} = \frac{U_{ac} + E}{R} \quad (1.10)$$

Ja  $EDS$  avots ir pretēji vērstīs strāvas  $I$  virzienam, tad

$$I = \frac{\varphi_a - \varphi_c - E}{R} = \frac{U_{ac} - E}{R} \quad (1.11)$$

Vispārējā veidā Oma likums kēdes posmam, kas satur  $EDS$  avotu var uzrakstīt

$$I = \frac{U_{ac} \pm E}{R} = \frac{(\varphi_a - \varphi_c) \pm E}{R} \quad (1.12)$$

## 1.6. Kirhofa likumi

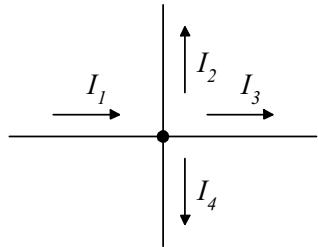
Ir divi Kirhofa likumi un ir noformulēti divos veidos, a un b.

### Pirmais Kirhofa likums

a) Shēmas mezglā plūstošo strāvu summa ir vienāda ar 0.

Ja pieņemam, ka pienākošā strāva ir pozitīva (+), bet aizplūstošā negatīva (-) tad,

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0 \quad (1.13)$$



### 1.9.att. Mezgla punkts ar pienākošajām un aizejošajām strāvām

b) Shēmas mezglā pienākošo strāvu summa ir vienāda ar aizplūstošo strāvu summu.

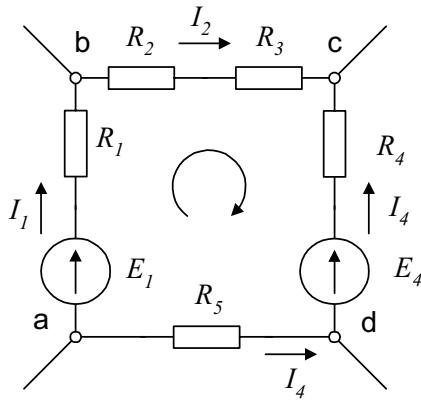
$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 \quad (1.14)$$

Tātad fizikāli 1. Kirhofa likums nozīmē, ka lādiņu kustība ķēdē notiek vienmērīgi un nekur nav to uzkrāšanās.

### Otrais Kirhofa likums

- a) Sprieguma krituma summa jebkurā noslēgtā kontūrā ir vienāda ar *EDS* algebrisko summu šajā kontūrā.

$$\sum IR = \sum E \quad (1.15)$$



1.10.att. **Spriegumu kontūrs**

Summējot tiek ievērots *EDS* virziens, zīmi “+” vai “-“ nosaka pēc tā vai *EDS* virziens, sakrīt vai nesakrīt ar kontūra pozitīvo apsekošanas virzienu. Par pozitīvo apsekošanas virzienu parasti pieņem pulksteņa rādītāja virzienu.

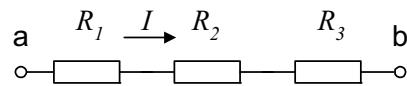
$$I_1R_1 + I_2R_2 + I_3R_3 - I_4R_4 - I_5R_5 = E_1 - E_4$$

- b) Spriegumu (nevis sprieguma krituma) algebriskā summa noslēgtā kontūrā vienāda ar nulli.

$$\sum U_k = 0 \quad (1.16)$$

## 1.7. Pretestību slēgumi

### Virknes slēgums



1.11.att. Pretestību virknes slēgums

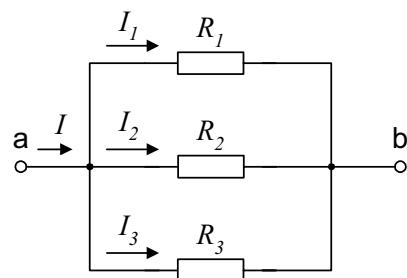
Virknes slēgumam, kopējā pretestība ir pretestību aritmētiskā summa.

$$R_{123} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (1.17)$$

Jaudu var aprēķināt katrai pretestībai atsevišķi, to summējot iegūst kopējo slēguma jaudu,

$$P = I^2 R_1 + I^2 R_2 + I^2 R_3 = I^2 (R_1 + R_2 + R_3) \quad (1.18)$$

### Paralēlais slēgums



1.12.att. Pretestību paralēlais slēgums

Paralēlajam pretestību slēgumam aritmētiski summē vadīts pējas,

$$g_{123} = g_1 + g_2 + g_3 \quad (1.19)$$

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (1.20)$$

Kopējā pretestība paralēlajam slēgumam,

$$R_{123} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}. \quad (1.21)$$

*Divu paralēlu* pretestību summēšanai var izmantot arī šādas sakarības,

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}; \quad R_{123} = \frac{R_{12} R_3}{R_{12} + R_3}. \quad (1.22)$$

Jaudu var aprēķināt katrai pretestībai atsevišķi, to summējot iegūst kopējo slēguma jaudu,

$$P = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 = I^2 R_{123}. \quad (1.23)$$

## 1.8. Jauda un enerģija

Jauda ir enerģijas tērēšanas ātrums..., to mēra vatos W. Jaudu aprēķina

$$P = U \cdot I \quad (1.24)$$

$$P = I^2 \cdot R \quad (1.25)$$

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (1.26)$$

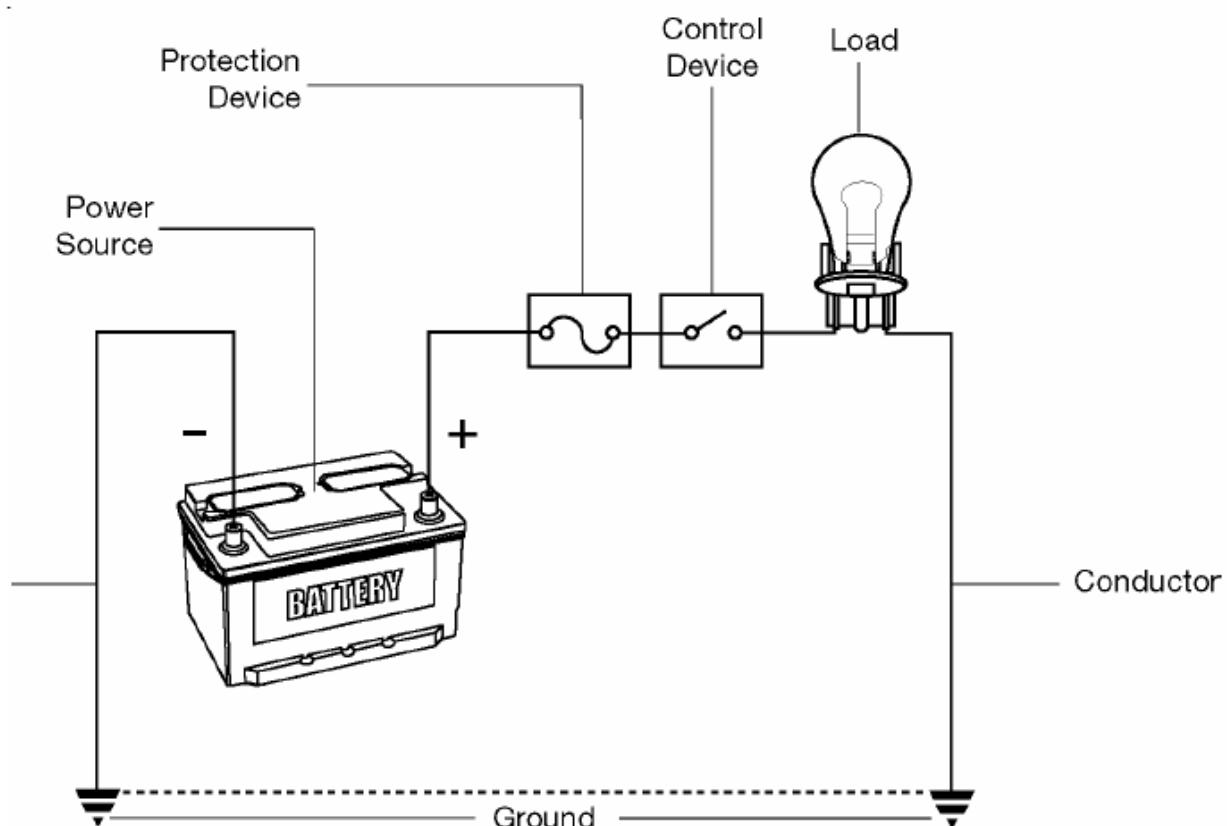
Enerģiju aprāķina

$$Q = P \cdot t \quad (1.27)$$

Enerģiju mēra džoulos 1J = 1W · 1s

## 2. ELEKTRĪBA SPĒKRATOS

### 2.1. Elektrisko ķēžu komponenti



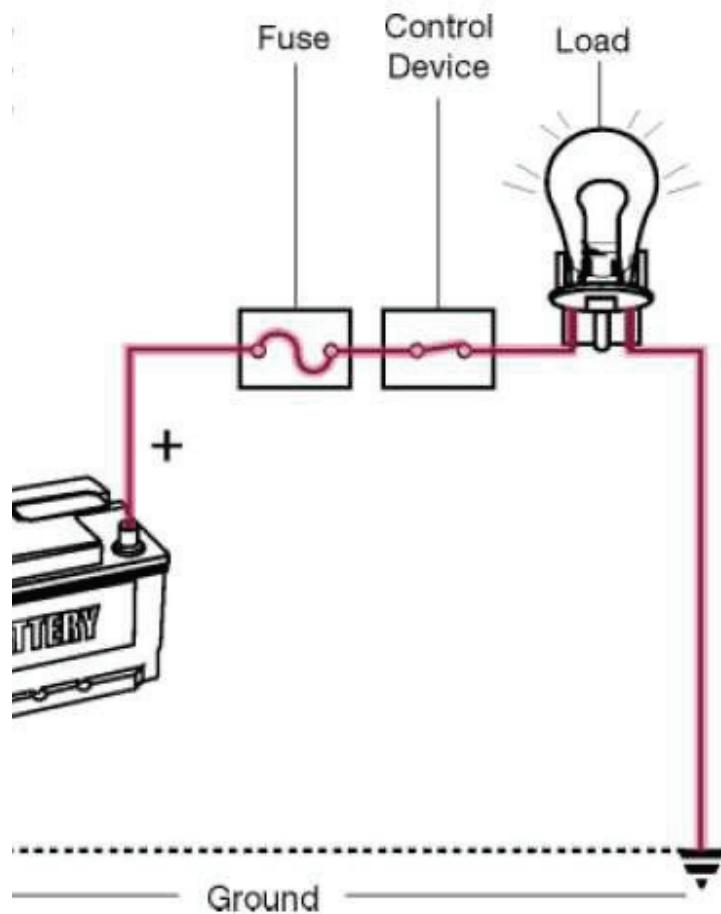
2.1.att. Elektriskā ķēde

Spēkrata elektriskajai shēmai ir nepieciešami šādi komponenti:

- elektroenerģijas avots (akumulators, ģenerators...)
- aizsardzības ierīce (drošinātājs, automātiskais atslēdzējs...)
- vadi (elektriskie vadi, spiesto shēmu celiņi...)
- slodze (lampas, motori, elektromagnēti, solenoīdi, sildītāji...)

- vadības ierīce (slēdži, releju kontakti, tranzistori, ECU...)
- masa (šasija, zeme, korpuiss...)

## 2.2. Vienkārša virknes slēguma elektriskā ķēde



2.2.att. Strāvas ceļš vienkāršā virknes slēguma shēmā

Attēlā redzama vienkārša virknes slēguma ķēde.

- Akumulatora spriegums caur drošinātāju un vadības ierīci (slēdzi) tiek padots uz slodzi (lampu).

- Ja slēdzis saslēgts, ķēdē plūst strāva no akumulatora (+) spailes caur drošinātāju (Fuse), vadības ierīci (Control device), slodzi (Load), pa vadu, kas pieslēgts masai (Ground) un masa caur masas vadu pieslēgta akumulatora (-) spailei.

Virknes slēgumam ir raksturīgi, ka:

- visos ķēdes posmos plūst viena un tā pati, nemainīga strāva.
- Visu shēmā saslēgto ierīču pretestību summa ir vienāda ar visas ķēdes kopējo pretestību.
- virknē ieslēgto ierīču sprieguma kritumu summa ir vienāda ar akumulatora spriegumu.
- Ja kādā no ķēdes posmiem ir pārtraukums, tad strāva neplūst.

### **2.3. Oma likuma pielietojums**

Ja ķēdē plūst strāva  $I$ , tad sprieguma kritums uz pretestības  $R$  aprēķināms ar Oma likumu

$$U = IR \quad (2.1)$$

Slodzes virknes slēguma kopējo pretestību var aprēķināt

$$R_T = R_1 + R_2 \quad (2.2)$$

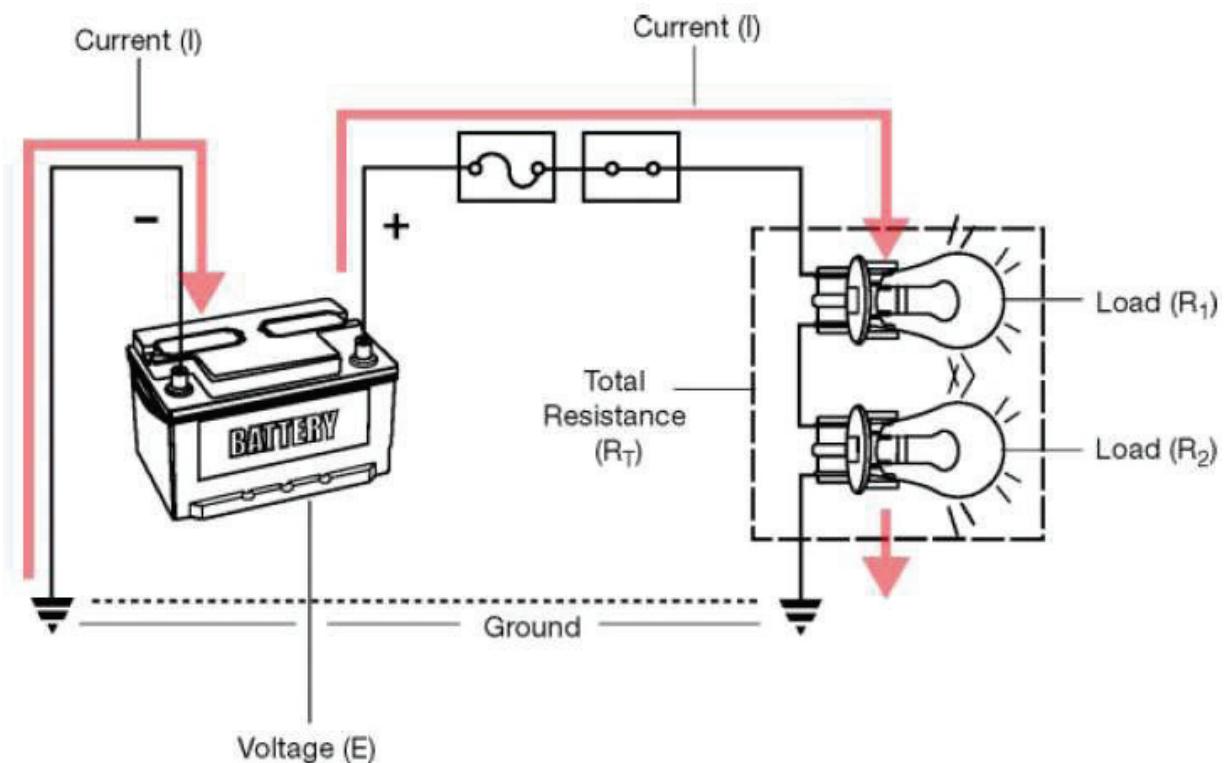
Ja ir zināms barošanas spriegums  $U = E$ , tad izmantojot Oma likumu, var aprēķināt strāvu elektriskajai ķēdei

$$I = \frac{E}{R} \quad (2.3)$$

Ja zināma strāva  $I$ , var aprēķināt sprieguma kritumu uz katras no virknē slēgtajām pretestībām

$$U_{R_1} = R_1 \cdot I \quad (2.4)$$

$$U_{R_2} = R_2 \cdot I \quad (2.5)$$



2.3.att. Virknē slēgta slodze

## **2.4. Oma likuma pielietojums shēmas defektu noteikšanai**

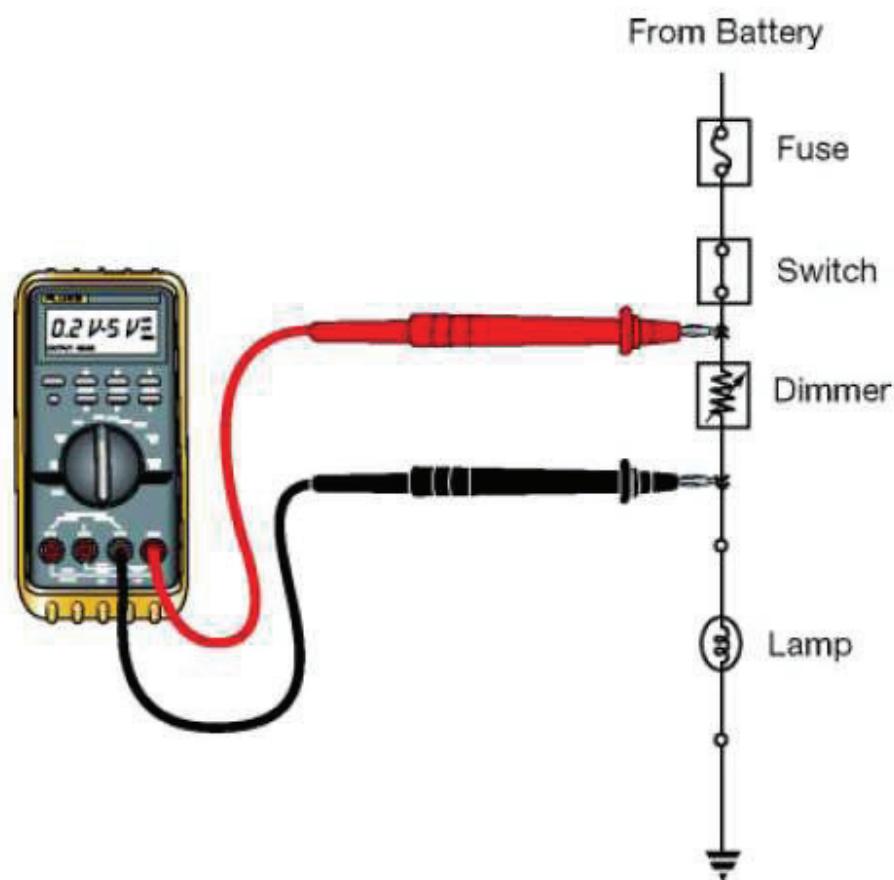
- Nekvalitatīvi savienojumi un bojāti shēmas komponenti palielina ķēdes pretestību.
- No sakarības  $I = \frac{E}{R}$  redzams, jo lielāka pretestība, jo mazāka strāva.
- Samazināta strāva pasliktina slodzes ierīču darbību, lampas deg tumšāk, motori neattīsta nepieciešamo jaudu utt.
- Strāva neplūst, ja strāvas ceļš ir pārtraukts.
- No sakarības  $I = \frac{E}{R}$  redzams, jo lielāks spriegums, jo lielāka strāva un otrādi, jo mazāks spriegums, jo mazāka strāva.
- Augsts spriegums palielina strāvu, kā rezultātā shēmas darbība var tikt pārtraukta, izdeg drošinātājs, nostrādā pārsprieguma aizsardzība utt.

## **2.5. Sprieguma kritums virknes slēgumam**

**Uz visiem shēmas elementiem, caur kuriem plūst strāva un kuriem ir pretestība, veidojas sprieguma kritums**

- Vislielākais sprieguma kritums ir uz slodzes elementiem, lampām, elektromotoriem, solenoīdiem.
- Dimmers ir reostats, kuram pretestība ir maināma, tāpēc sprieguma kritums, regulējot virknē ieslēgtās lampas degšanas intensitāti, mainīsies.

- Uz pārējiem shēmas komponentiem, drošinātājiem, vadiem, slēdžiem utt., sprieguma kritumi būs ļoti mazi.
- Visu sprieguma kritumu summa ir vienāda ar barošanas avota spriegumu.

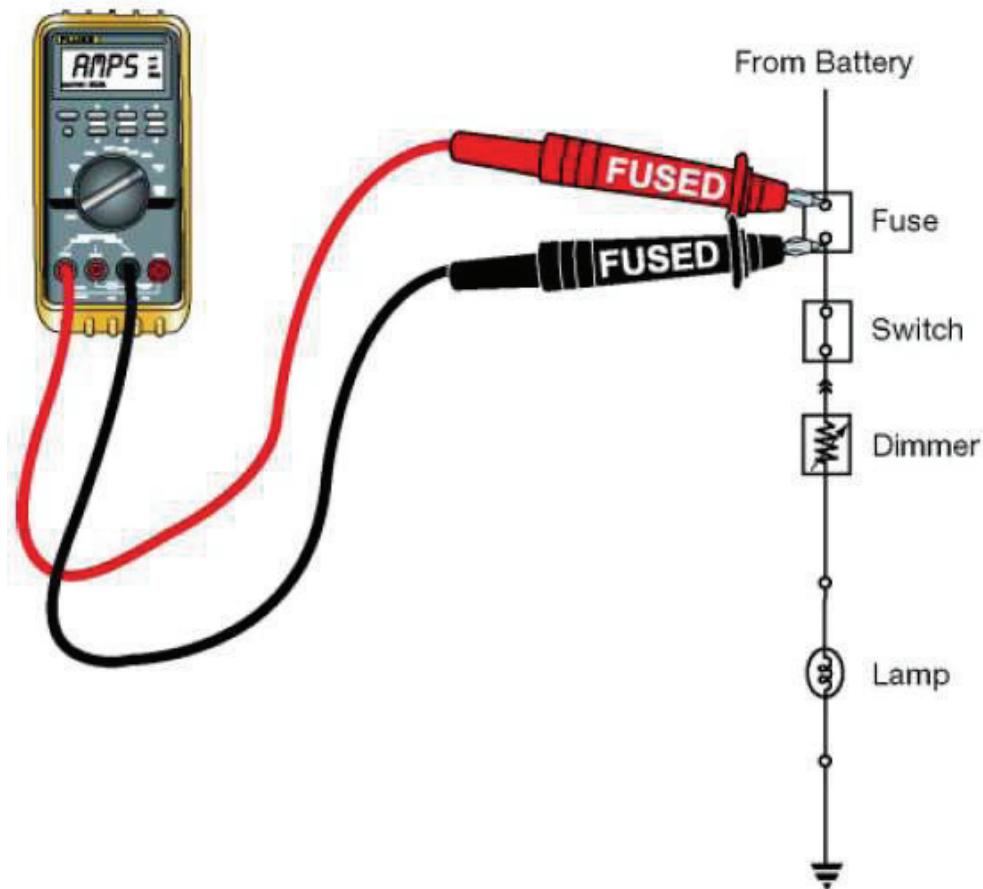


#### 2.4.att. Sprieguma krituma mērīšana

Sprieguma kritumu uz pretestības var izmērīt ar voltmetri, to pieslēdzot paralēli pretestībai. Sprieguma mērīšanai var izmantot multimetru, kas ieslēgts sprieguma mērīšanas režīmā, skatīt 2.4.attēlu.

## 2.6. Strāva virknes slēgumam

Kēdē caurplūstošo strāvu var izmērīt izņemot drošinātāju un tā vietā pieslēdzot ampērmetru, skatīt 2.5. attēlu.



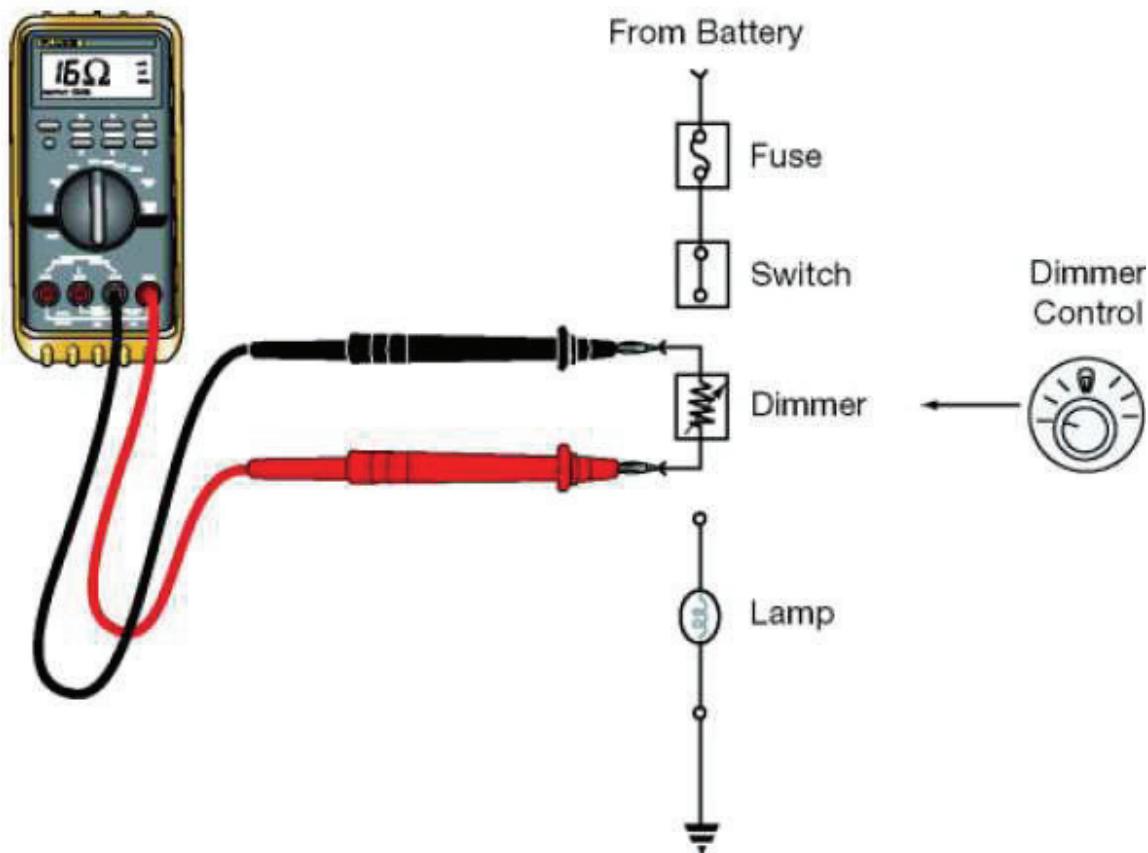
2.5.att. Strāvas mērišana

**Virknes slēgumam strāva visos kēdes posmos ir viena un tā pati.**

- Strāvu mēra pārtraucot kēdi un ieslēdzot virknē ampērmetru.
- Drošinātāja vietā jāslēdz ampērmetrs ar virknē ieslēgtu drošinātāju.
- Ampērmetra iekšējā pretestība ir ļoti maza, tāpēc to **nedrīkst pieslēgt paralēli spriegumam.**

## 2.7. Pretestības mērīšana

Pirms mērīšanas jāatslēdz spriegums!!!



2.6.att. Pretestības mērīšana

- Pirms sākam pretestības mērīšanu ir jāizņem drošinātājs un jāatslēdz barošanas spriegums mērāmajai ķēdei.
- Ja mēra pretestību atsevišķam shēmas elementam, lai mērījumu neiespaidotu blakus elementi, tas jāatvieno no ķēdes.
- Ir jāmēra katrs elements atsevišķi.

## **Piemēram**

Izmērīsim pretestību dimmera reostatam, skatīt 2.6.attēlu.

- Grozot pogu, pretestība laideni mainīsies no dažiem omiem līdz padsmīt omiems.
- Vislielākā pretestība būs pogas galējā stāvoklī griežot pret pulksteņa rādītāja virzienam.
- Vismazākā pretestība būs, ja pogu pagriezīsim maksimāli pulksteņa rādītāja virzienā.
- Ja grozot pogu pretestība vietām strauji palielinās un samazinās, tas liecina, ka reostats ir bojāts.

Izmērīsim pretestību slēdzim.

- Ja slēdzis izslēgts, pretestība būs bezgalīgi liela.
- Ja slēdzis ieslēgts, pretestība būs tuvu nullei.
- Ja slēdzis ieslēgts, bet pretestība daži omi, vai arī mainās atkārtoti ieslēdzot, tas liecina, ka slēdzis ir bojāts.

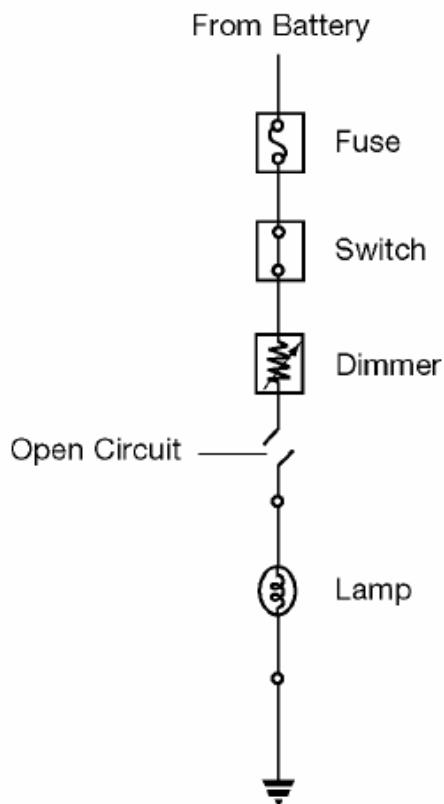
Izmērīsim pretestību lampai.

- Veselai lampai pretestība ir no dažiem omiems līdz dažiem desmitiem omu.
- Ja lampas pretestība ir bezgalīga, lampa ir izdegusi.

Šādā veidā pretestības mērišana ir izmantojama shēmas elementu pārbaudei.

## 2.8. Kēdes pārrāvums

Ja ir kēdes pārrāvums, tad ir pārtrauks strāvas ceļš un caur kēdi strāva neplūst. Kēdes pārrāvuma gadījumā, strāva neplūdīs un shēma nedarbosies.



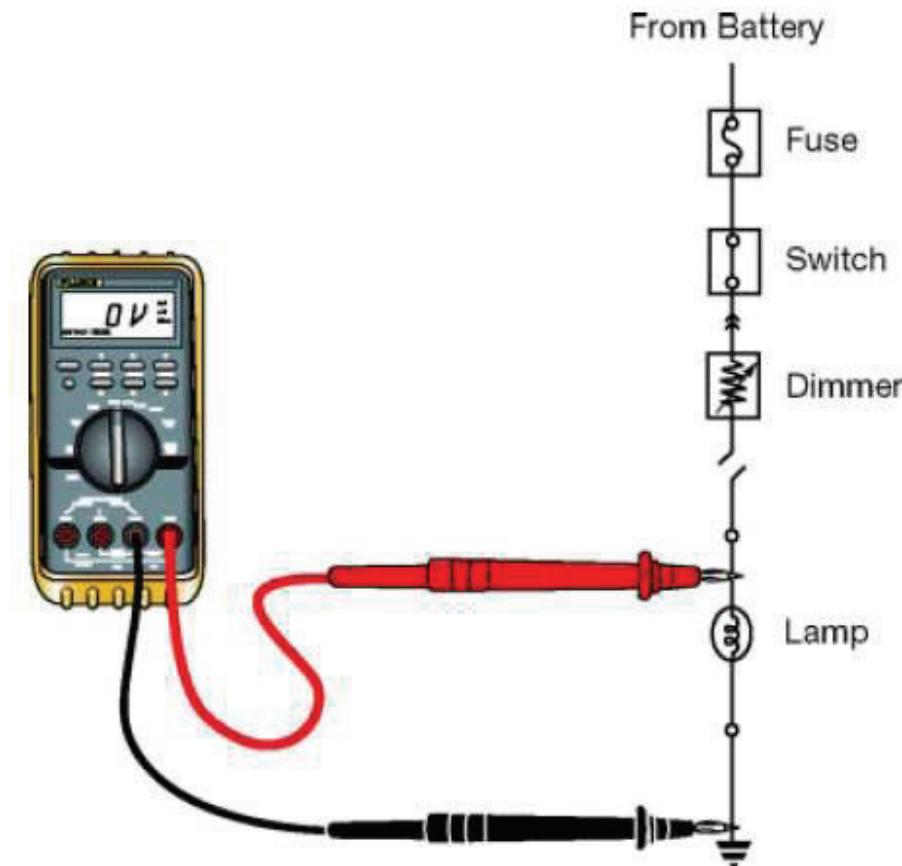
2.7.att. Pārrāvums virknes slēguma kēdei

Kēdes pārrāvums ir iespējams no:

- Bojājumiem savienojuma vietās (spraudņu, spaiļu, korozija, mehāniska atvienošanās, nodegšana utt.)
- Vadu pārrāvums (pārgriezti, pārberzti, pārkorodējuši, norauti utt.)
- Bojāti shēmas elementi (izdegusi kvēlspuldze, bojāts releja tinums, pārdegusi pretestība utt.)

## 2.9. Kēdes pārrāvuma meklēšana

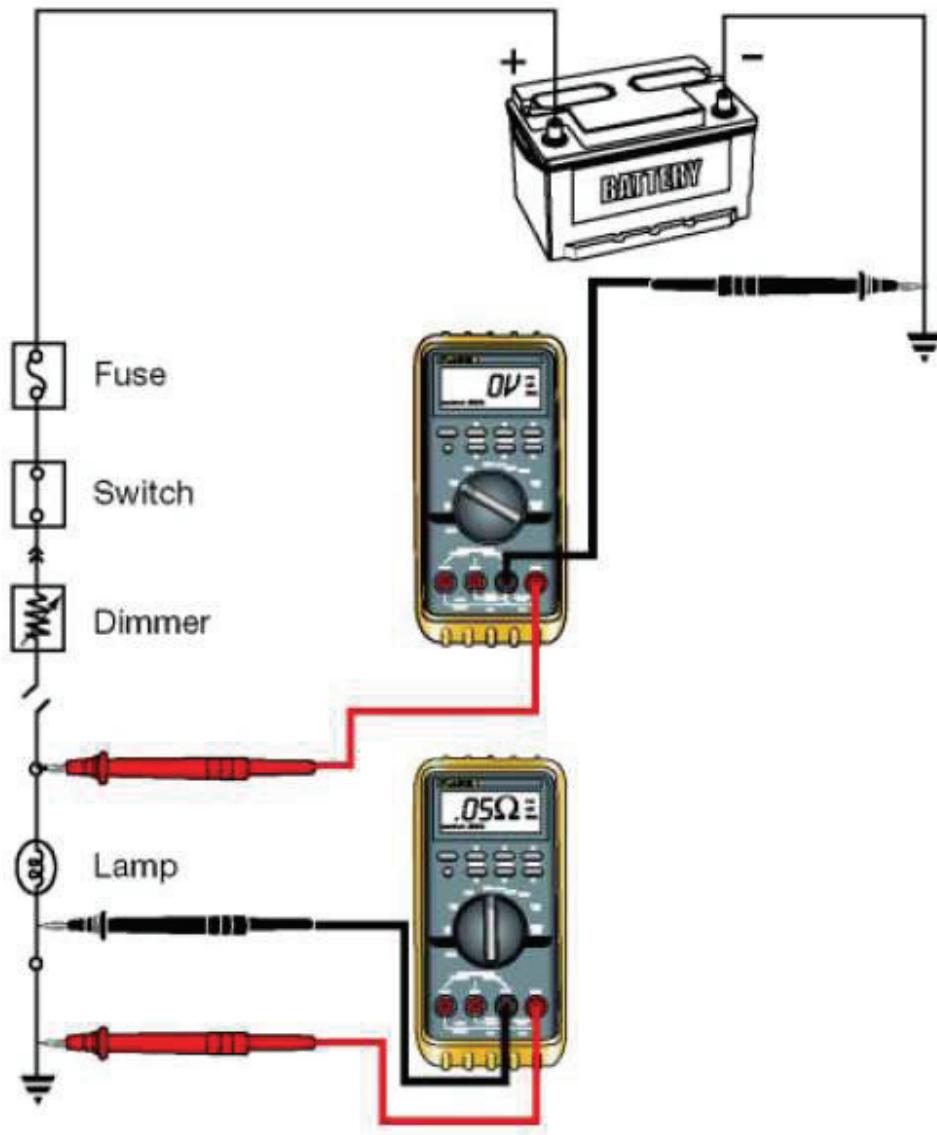
Pārrāvuma vietu kēdē, var noteikt ar voltmetru pakāpeniski mērot visiem kēdes posmiem spriegumu pret masu, skatīt 2.8. attēlu.



2.8.att. Kēdes pārrāvuma meklēšana ar voltmetru

- Sprieguma mērīšanu sāk no drošinātāja.
- Pakāpeniski pa punktam meklē, kurā vietā spriegums kēdē pazūd.
- Posmā, kurā notiek strauja sprieguma izmaiņa, ir meklējams kēdes pārrāvums.

Ķēdes pārrāvumu var atrast izmantojot ķēdes pārdalīšanu divās daļās, skatīt 2.9. attēlu. To var pielietot, ja shēmas vidus posmā ir pieejamas spailes, uz kurām var izmērīt spriegumu.

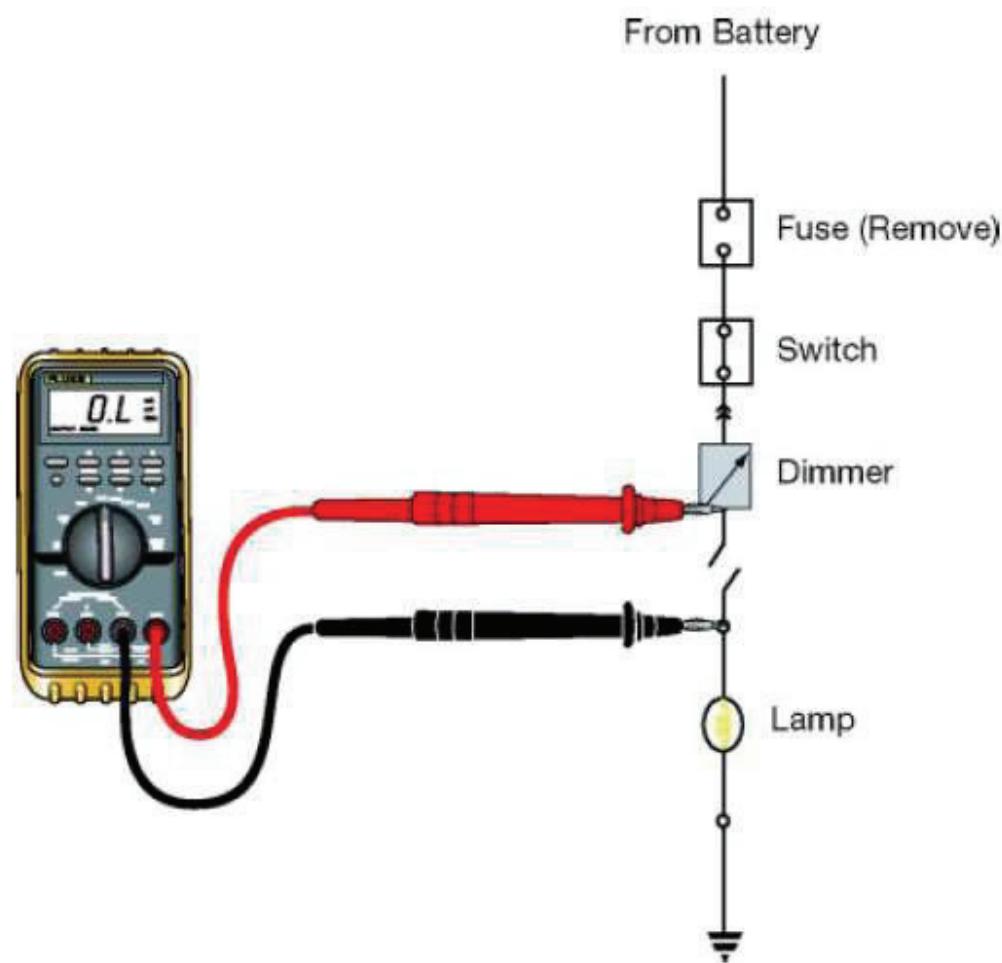


**2.9.att. Pārrāvuma noteikšana izmantojot ķēdes pārdalīšanu**

Shēmas dalīšanas metodi izmanto sekojoši:

- Nosaka shēmas vidusdaļu, kur varētu būt pārrāvums.

- Nosaka vai ķēde ir bojāta no barošanas avota puses, vai no masas slēguma puses. To dara pārbaudot spriegumu no barošanas avota puses un nosakot pretestību no masas puses.
- Bojāto shēmas pusi atkal sadala divās daļās un konstatē, kurā pusē ir defekts.



2.10.att. Pārrāvuma noteikšana ar ommetru

Vislabāk ķēdes pārrāvumu meklēt ar voltmetru shēmai, kas pieslēgta barošanas avotam, bet ja tas nav iespējams, defektu var meklēt ar ommetru.

**Pirms pretestības mērījumiem izslēdzam spriegumu, izņemam drošinātāju!!!**

Ar ommetu mērām kēdes pretestību, līdz atrodam kēdes posmu ar ļoti lielu pretestību, skatīt 2.10. attēlu.

- Izņemam drošinātāju, izslēdzam spriegumu.
- Mērām shēmas posmu pretestību.
- Ja nepieciešama atslēdzam shēmas daļas, kas var traucēt mērījumiem.
- Meklē kēdes posmu ar lielu pretestību.

## 2.10. Kēdes īsslēgums

Īsslēgums ir kēdes *strāvas ceļa defekts*, kas var veidoties kā:

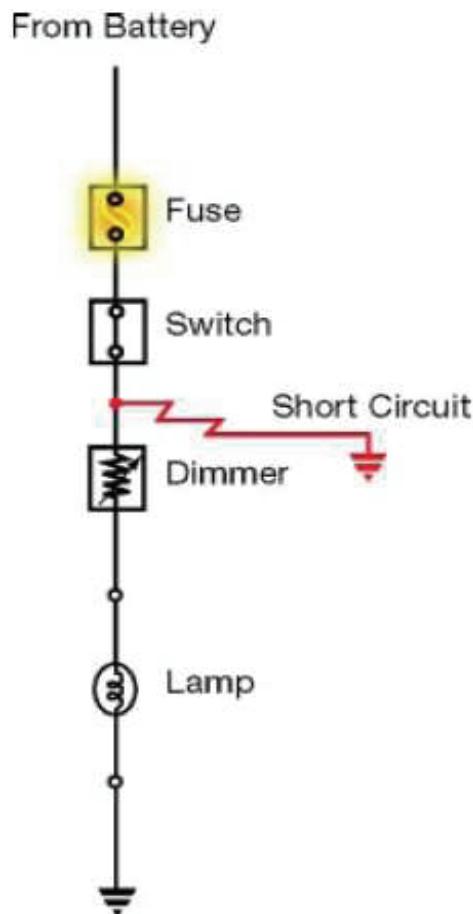
- Strāvas ceļš starp divām kēdes daļām.
- Strāvas ceļš starp kēdes daļu un masu.
- Nevēlams strāvas ceļš ierīces iekšienē.
- Nevēlams strāvas ceļš starp atsevišķām ierīcēm.

Kēdes īsslēgums *ir avārijas rezīms*, kura laikā strāvas ceļš veidojas apejot slodzes pretestību. Īsslēguma gadījumā, strāva kēdē ir atkarīga no īsslēguma kēdes pretestības un barošanas sprieguma, jo mazāka pretestība, jo lielāka strāva. To var aprēķināt pēc Oma likuma. Elektrosistēmas aizsardzībai pret īsslēguma strāvām izmanto kūstošos drošinātājus un automātiskos atslēdzējus. Vairums gadījumos īsslēgums palielina strāvu kēdē tā, ka izdeg drošinātājs.

### Drošinātājs pasargā elektrisko kēdi no vadu degšanas.

Ja īsslēgums apiet daļu no slodzes pretestības, un strāva nepārsniedz drošinātāja nostrādes (izdegšanas) strāvu, tad drošinātājs var arī neizdegt.

Piemēram, īsslēgums izveidojies solenoīda spoles tinuma 1/3 daļā. Rezultātā, solenoīds karst un pēc kāda laika sadeg pilnīgi.



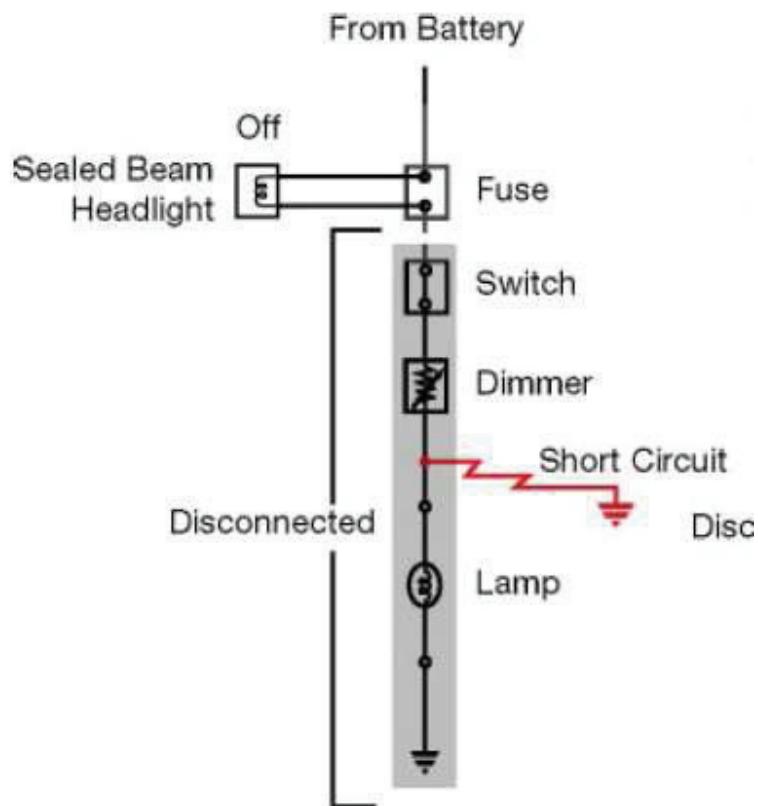
2.11.att. Kēdes īsslēgums uz masu

Īsslēgums var veidoties:

- Īslaicīgi saskaroties vadiem. Piemēram, spēkrata vibrācijas rezultātā nenostiprinātā vada izolācija tiek pārberzta un tas pieskaras pie masas. Izdeg drošinātājs, bet vads nepiekūst pie masas, pastāvīgs savienojums neizveidojas.
- Ar pastāvīgu īsi slēgtu savienojumu. Piemēram, izdeg stiklu tīrītāja motora tinums un izveidojas īsslēgums.

## 2.11. Kēdes īsslēguma vietas noteikšana

Ja ir izveidojies īsslēgums ar pastāvīgu īsi slēgtu savienojumu, ir nepieciešams noskaidrot kur tas atrodas. Īsslēguma vietu var noteikt ar pretestības pārbaudi, vai var izmantot izslēgšanas metodi.

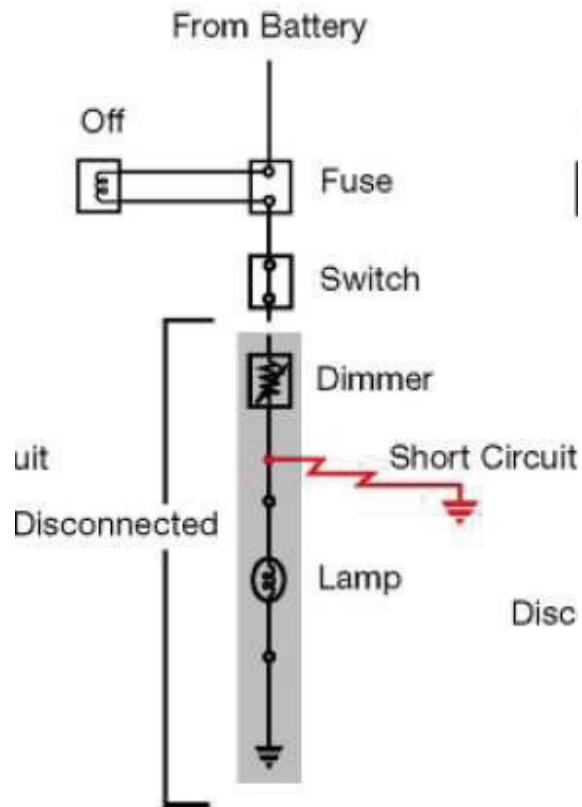


2.12.att. īsi slēgtā zara noteikšana izmantojot izslēgšanas metodi

Izslēgšanas metodes būtība pamatojas uz īsslēguma kēdes posma izslēgšanu no kēdes un defekta vietas konstatēšanu.

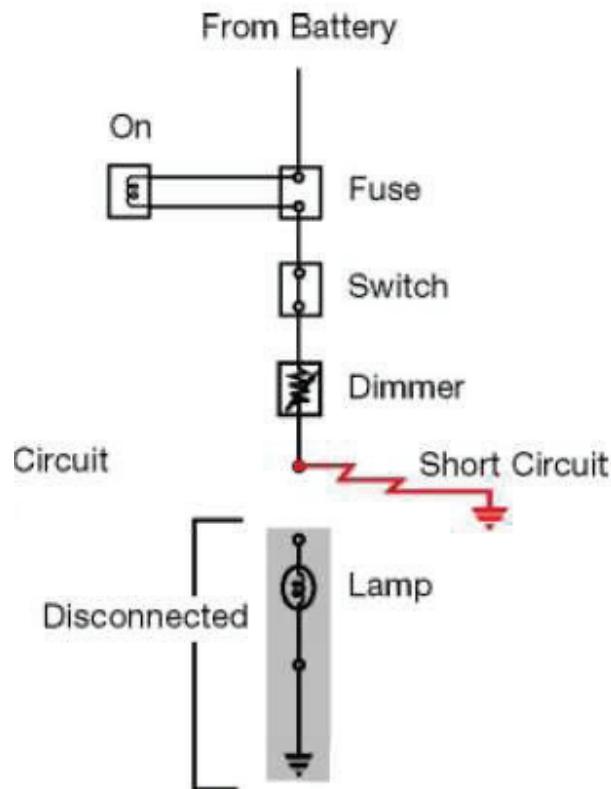
Shēmas īsslēgumu var atrast:

- Izņemam attiecīgo drošinātāju.
- Drošinātāja vietā pieslēdzam tuvo vai tālo gaismu luktura lampu.
- Ieslēdzam spriegumu, lampa sāk kvēlot.
- Atvienojam ķēdes daļas pa posmiem, līdz brīdim, kad lampa nodziest.  
Lampa nodziest, ja atvieno to ķēdes daļu, kurā ir īsslēgums.



2.13.att. Īsi slēgtā ķēdes posma noteikšana

- Pārbaudām to shēmas daļu, kurā konstatēts īsslēgums.

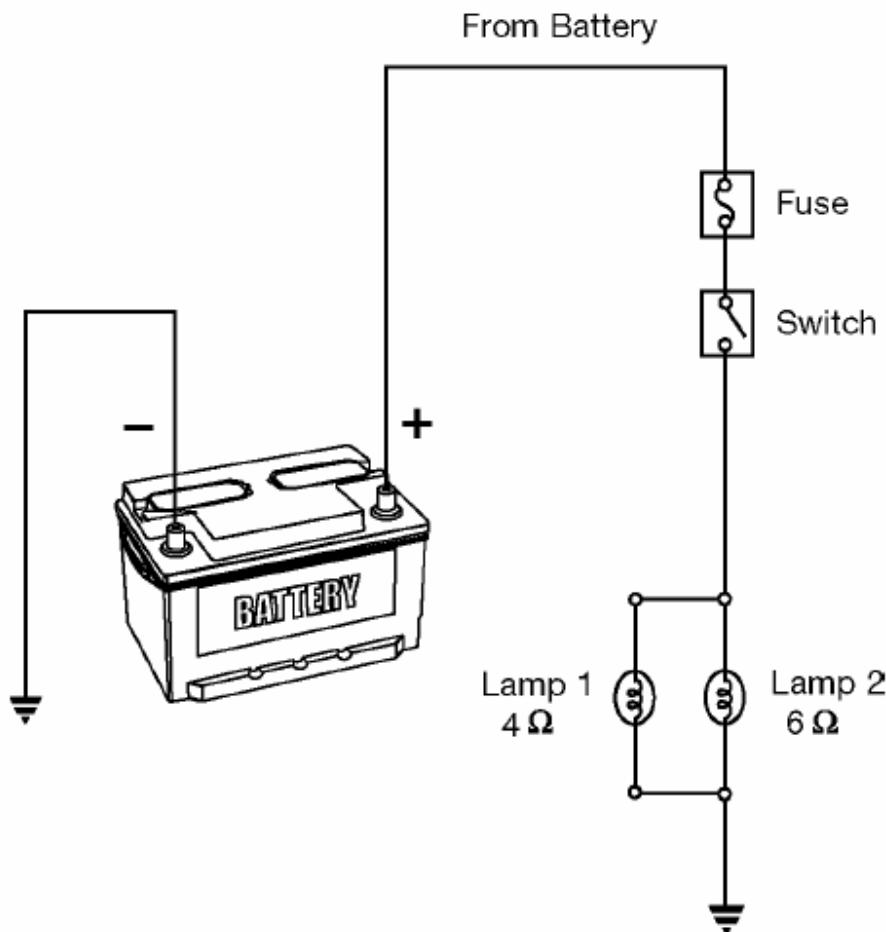


2.14.att. Īsslēguma vietas noteikšana

- Novēršam īsslēgumu.
- Atvienojam kvēlspuldzi no drošinātāja ligzdas.
- Ievietojam savā vietā drošinātāju.
- Pārbaudām shēmas darbību.

## 2.12. Paralēlais slēgums

Paralēlā slēguma shēmā katra lampa veido atsevišķu paralēlu ķēdes zaru. Te ir iespējams, ka viena lampa darbojas, bet otra nedarbojas.



2.15.att. Slodzes paralēlais slēgums

Paralēlajam slēgumam ir šādas īpašības:

- Kopējā strāva ir vienāda ar zaru strāvu summu (Kirhofa likums).

$$I = I_1 + I_2$$

- Katrā zara pretestība nosaka zarā plūstošo strāvu (Oma likums).

$$I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2}$$

- Ja zaru pretestības ir vienādas, tad zaru strāvas ir vienādas.

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{R_1} = \frac{U}{R_2}$$

- Ja zaru pretestības ir dažādas, tad zaru strāvas ir dažādas.
- Spriegums uz abiem paralēlajiem zariem ir vienāds.
- Ekvivalentā paralēlo zaru slēguma pretestība ir mazāka par mazāko viena zara pretestību.

$$R_{kop} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

- Ja paralēli pieslēdz zaru, tad paralēlā slēguma kopējā pretestība samazinās.
- Ja atslēdz paralēlo zaru, kopējā pretestība palielinās.

Paralēlajā slēgumā slodze ir pieslēgta paralēlos zaros. Katrs zars darbojas neatkarīgi viens no otra. Paralēlajam slēgumam ir iespējams, ka viens zars nedarbojas, bet otrs turpina darboties.

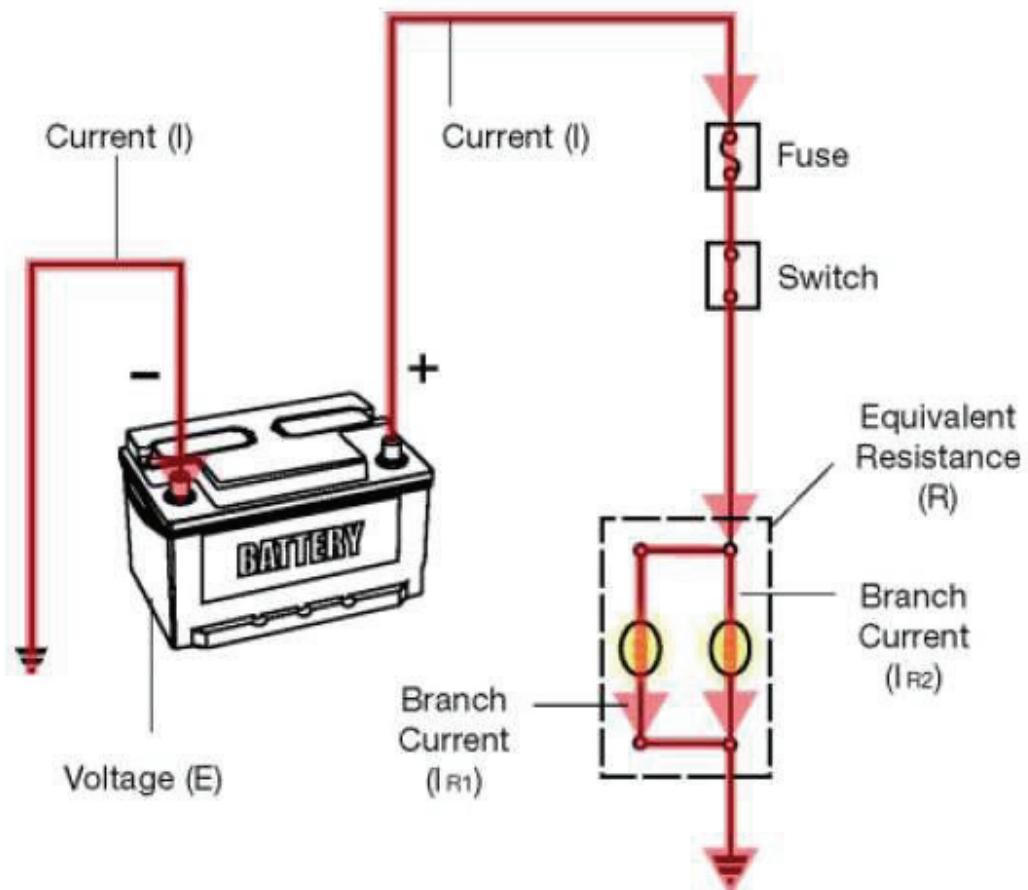
### **Oma likuma izmantošana elektriskās ķēdes novērtēšanai**

- Ja ir ķēdes pārrāvums vienā vai vairākos zaros, palielinoties kopējai pretestībai strāva ķēdē samazināsies.
- Palielinoties pretestībai vienā zarā, nedarbosies ķēdes elementi, kas ieslēgti šai zarā. Visas shēmas ekvivalentā pretestība palielināsies un strāva samazināsies.

- Palielināta pretestība shēmas virknes slēguma posmā samazinās strāvu. Pazemināts barošanas spriegums arī samazinās strāvu kēdē.
- Tāpat kā virknes slēguma shēmām, augsts barošanas spriegums, vai īsslēgums uz masu, palielinās strāvu, bojās shēmas elementus, izdedzinās drošinātāju.

### 2.13. Strāva paralēlajā slēgumā

Kopējā strāva vienāda ar zaru strāvu summu.



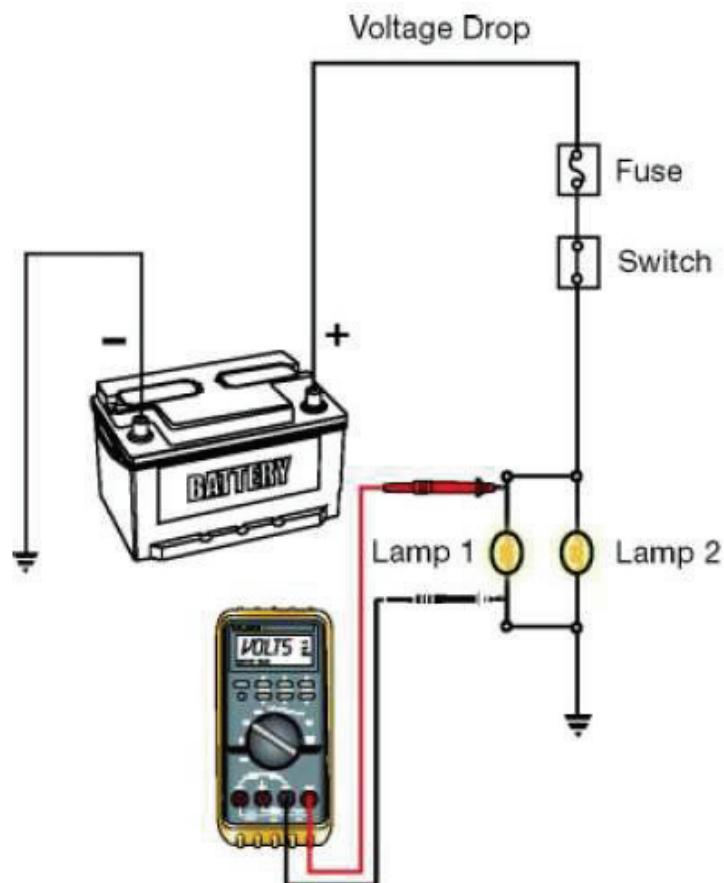
16.att. Strāvas ceļš kēdē ar paralēlo slēgumu

Strāva caur drošinātāju un slēdzi ir vienāda.

Strāva caur lampām sadalās.

- Ja lampas ir vienādas, strāva caur lampām plūst vienāda.
- Ja lampas ir dažādas, tad caur lampu, kurai ir mazāka pretestība plūdīs lielākā strāva, bet caur to, kurai ir lielāka pretestība, plūdīs mazākā strāva.
- Ja viena lampa nedarbosies, tad caur otru lampu plūdīs tā pati strāva, kas plūda pirms paralēlās lampas atteikuma.
- Kopējā strāva samazinās, ja kāda no paralēli slēgtajām lampā pārstāj darboties.

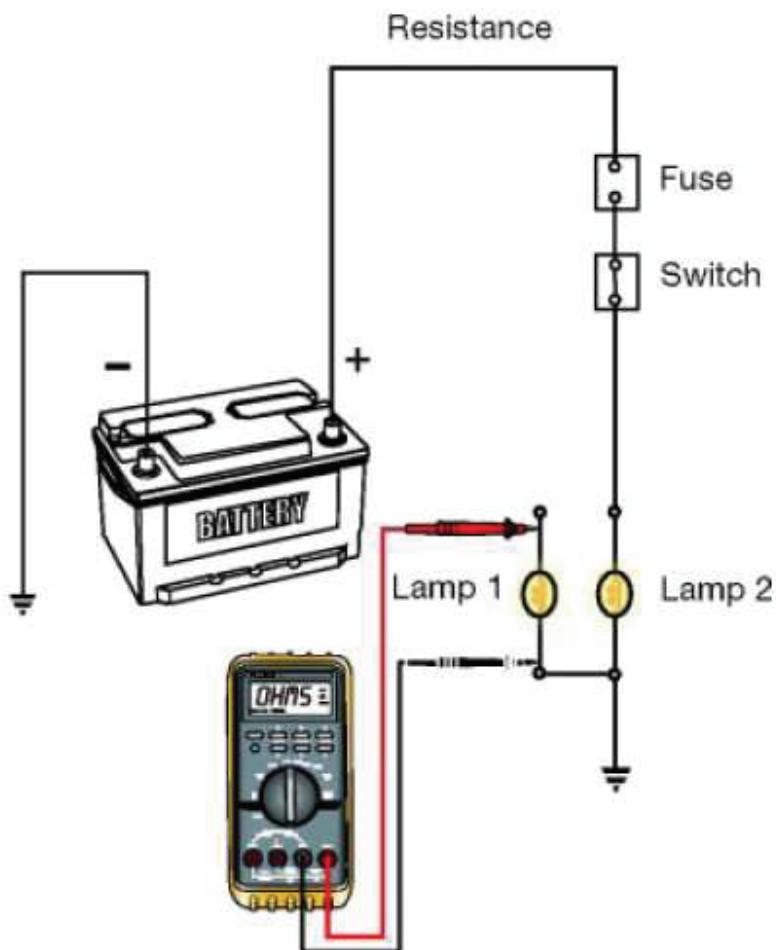
## 2.14. Paralēla slēguma ķēdes pārbaude



2.17.att. Sprieguma pārbaude uz paralēli slēgtiem zariem

Paralēlajam slēgumam ar voltmetru var pārbaudīt, vai uz slodzi nonāk barošanas spriegums.

- Sprieguma kritumam uz paralēli slēgtiem zariem ir jābūt vienādam, neskatoties uz to, ka pretestība zariem var atšķirties.



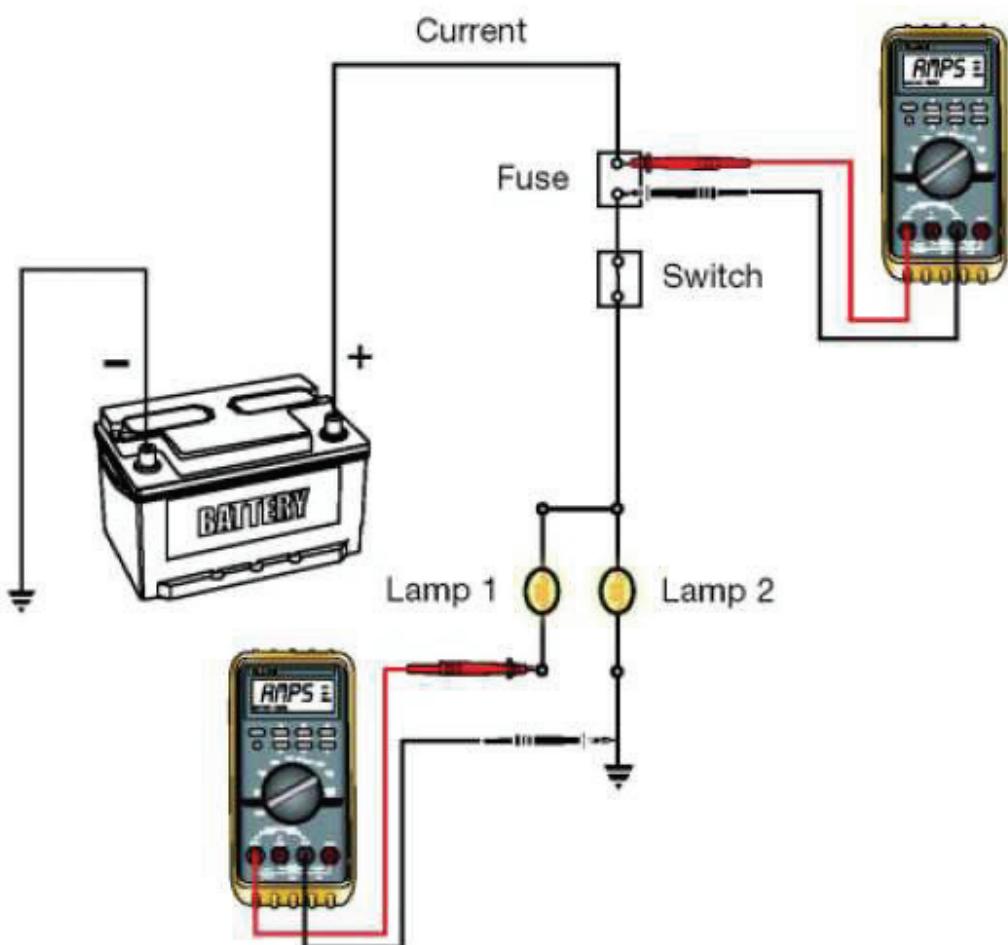
2.18.att. Zara pretestības pārbaude

Ar ommetru var pārliecināties, vai slodzes zara pretestība nav pārmērigi liela.

- **Lai mērītu pretestību ir jāatslēdz barošanas spriegums!!!**
- Lai pretestības mērījumu neiespaidotu paralēli pieslēgtā shēma, pārbaudāmais elements jāatslēdz no shēmas.

## Piemēram

- Ja lampas kvēldiegs ir pārdedzis, pretestība tieksies uz bezgalību.
- Ja lampa ir darboties spējīga, pretestība var sasniegt dažus desmitus omu.
- Jo jaudīgāka lampa, jo mazāka pretestība.



2.19.att. Strāvas mērišana paralēlajos zaros

Ar ampērmetru var izmērīt strāvu kēdē.

- Ja mēra strāvu visai shēmai, visērtāk pieslēgt ampērmetru var drošinātāja vietā, to dara tāpat kā virknes slēguma shēmai.

- Lai noskaidrotu strāvu slodzes zarā, ampērmetrs jāieslēdz virknē ar pētāmo slodzes elementu.

### **Apsvērumi meklējot atteikuma cēloni paralēlajam slēgumam**

Ja viena lampa darbojas, bet otra nedarbojas

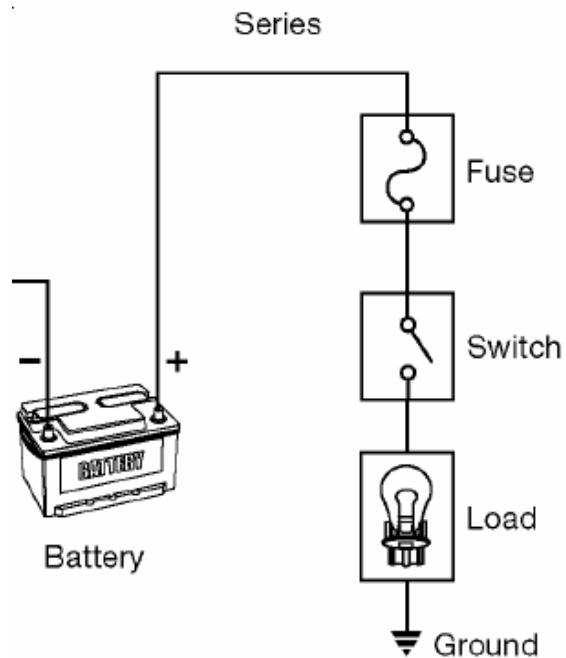
- Esi pārliecināts, ka akumulators, drošinātājs, slēdzis, darbojas normāli, spriegums pienāk paralēlajiem zariem.
- Defekts ir paralēlajā zarā, kurā ir ieslēgta lampa, kas nedarbojas.

Ja nedarbojas neviens no lampām

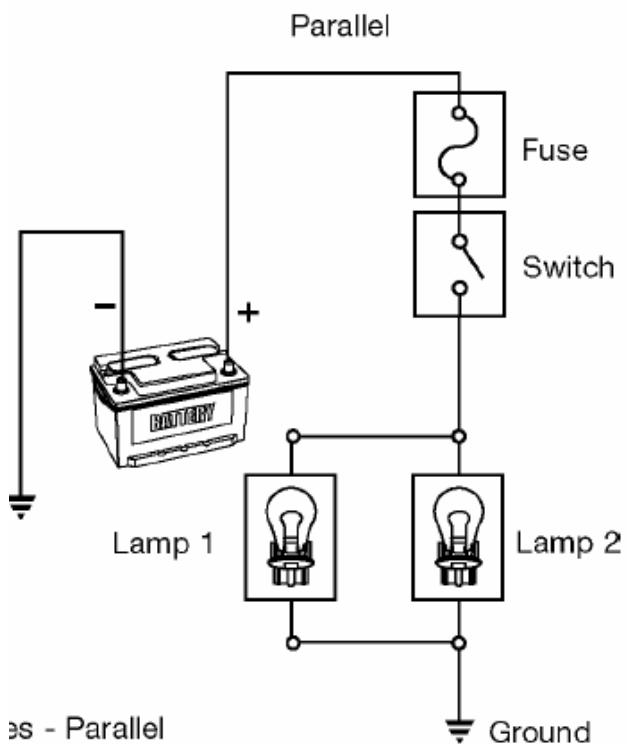
- Visticamākais, ka defekts ir kēdes virknes slēguma daļā, shēmas posmā no akumulatora līdz punktam, kur strāva sadalās uz lampām.
- Ir iespējams, ka abas lampas ir vienlaicīgi izdegušas, bet parasti tā nenotiek.

## **2.15. Virknes paralēlais kēdes slēgums**

Elektriskajām kēdēm ir trīs pamatslēgumu tipi, virknes, paralēlais un virknes-paralēlais slēgums. Virknes slēgumu parasti veido drošinātājs, slēdzis, reostats (dimmera reostats), paralēlā slēgumā var būt slēgtas lampas, sildītāji un citas paralēlas kēdes. Paralēli var būt saslēgtas arī vairākas virknes kēdes.



2.20.att. Tipveida virknes slēgums



2.21.att. Tipveida paralēlais slēgums slodzei

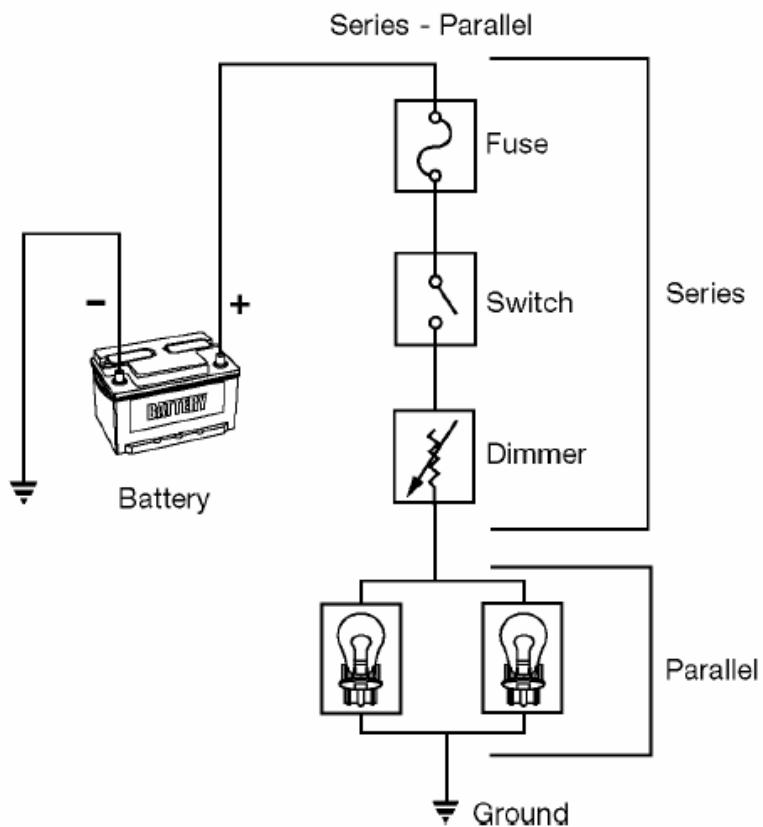
Virknes-paralēlā slēguma galvenās īpašības:

- Strāva virknes slēguma daļā ir vienāda ar zaru strāvu summu.
- Ķēdes kopējā pretestība ir vienāda ar virknes slēguma un paralēlo zaru ekvivalento pretestību summu.

$$R_{kop} = R_{virk} + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

- Spriegums uz paralēlajiem zariem ir vienāds ar barošanas spriegumu mīnus sprieguma kritums uz virknes slēguma ķēdi (drošinātāju, slēdzi un savienojošajiem vadiem).

$$U_{L_1L_2} = U_{akum} - U_{virk}$$



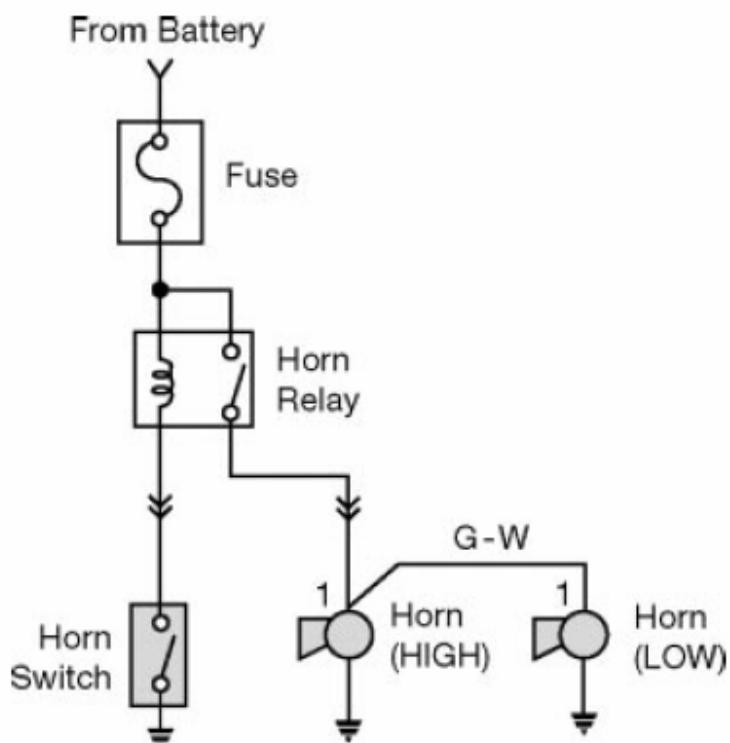
2.21.att. **Virknes un paralēlais slēgums**

Tipisks virknes-paralēlā slēguma paraugs ir dimmera ķēde. Tas ir shēmas fragments no instrumentu paneļa apgaismošanas regulēšanas shēmas, kur

- Ar dimmera pogu regulē instrumentu paneļa lampu degšanas intensitāti.
- Dimmers reostatam ir pieslēgti vairāki lampu paneļi, caur kuriem plūst dažādas strāvas.

## 2.16. Kēdes vadība pieslēdzot masai

Tipisks shēmas risinājuma paraugs ir skaņas signāla slēgums. Lai iedarbinātu skaņas signālu, uz stūres rata izvietotais skaņas signāla slēdzis savieno vadības kēdi ar masu.

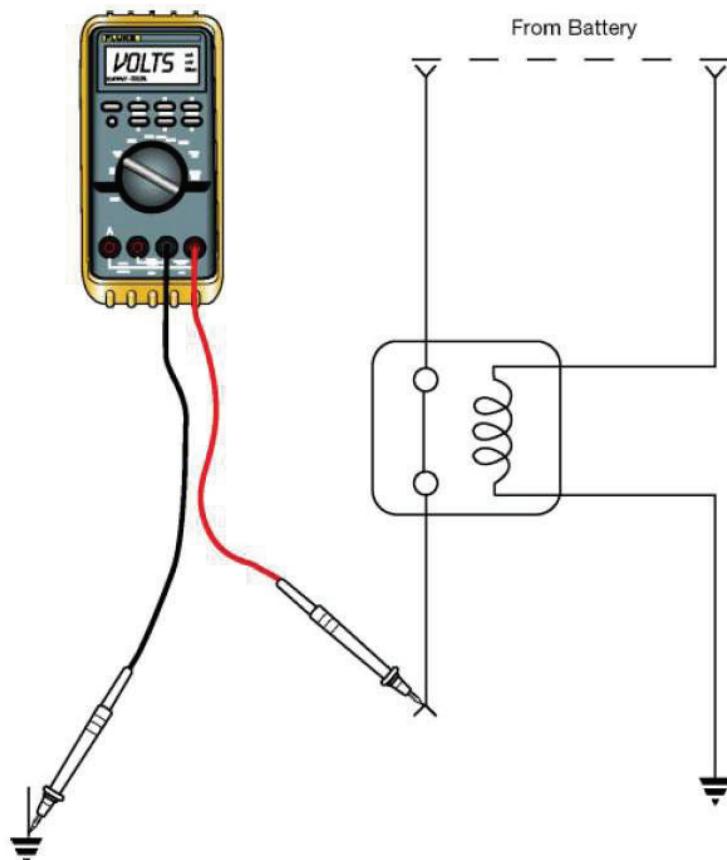


2.22.att. Kēdes vadība ar slēdzi pieslēgtu masai

Lai samazinātu strāvu caur skaņas signāla vadības slēdzi, spēka kēdes darbināšanai izmanto releju.

- Signāla tauru darbināšanai ir nepieciešama liela strāva, kas var sasniegt 10A, to padod caur releja kontaktiem.
- Izmantojot releju strāva caur vadības pogu nepārsniedz 30 miliampērus, tas ir 0,030A. Rezultātā signāla vadības pogas kontakti var kalpot ilgāk.
- Skaņas signāla taures ir pieslēgtas pastāvīgi pie masas, ja neizmanto releju, tad skaņas signāls ir nepārtraukti pieslēgts barošanas plusa spailei.

Releja nostrādi var pārbaudīt nosakot, vai kontakti slēdzās, ja padod spriegumu uz releja tinumu.



2.23.att. Releja kontaktu kēdes pārbaude ar voltmetru

### **3. SPĒKRATU ELEKTROAPGĀDE**

Spēkrata elektroapgādes sistēmai jābūt spējīgai nodrošināt visus patērētājus ar nepieciešamo strāvu, gan iedarbinot iekšdedzes motoru, gan visā spēkrata darbības laikā. Elektroapgādes sistēmai jānodrošina iespēju iedarbināt motoru arī tad, ja patērētāji kādu laiku ir darbojušies pie izslēgta dzinēja. Akumulatora baterijai, starterim, ģeneratoram un visai elektrosistēmai jābūt konstruētai tā, lai viss darbotos saskaņoti. Optimālas sistēmas galvenie konstruēšanas kritēriji ir:

- Iekārta ar mazu svaru;
- Kompakts izpildījums;
- Mazs degvielas patēriņš.

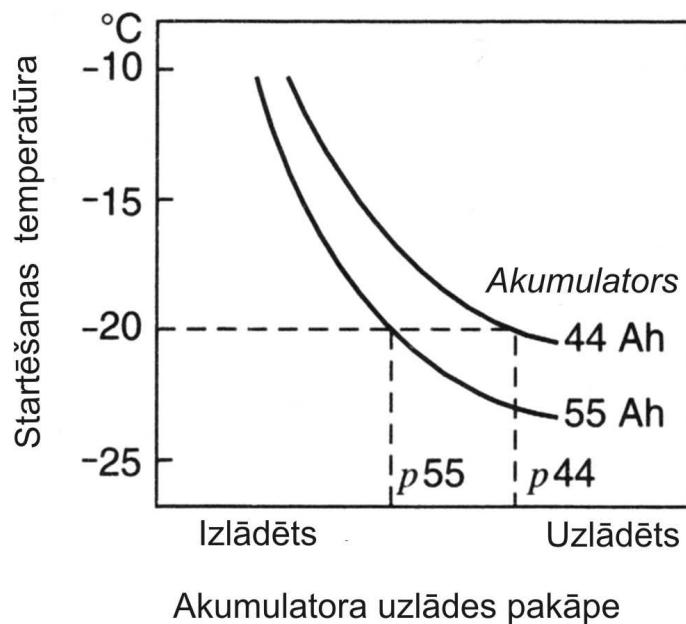
Degvielas ekonomija ir dominējošais energoapgādes sistēmu raksturojošais rādītājs. Vidēja izmēra automobilim, lai darbinātu ģeneratoru un transportētu startera, ģeneratora un akumulatora svaru, tiek patērēts aptuveni 5% degvielas. Pārbraucienā 100km, 10kg svara transportēšanai patērē aptuveni 0,1 litru degvielas, ģeneratora piedziņai, ja tērē 100W jaudu, tiek patērēts arī aptuveni 0,1 litrs degvielas. Palielinoties ģeneratora lietderības koeficientam, palielinās tā svars.

Akumulatora baterijā uzkrāto elektroenerģiju, izmanto startera motoram, lai iedarbinātu spēkrata dzinēju, šī energija ir nepieciešama arī pārējo patērētāju un vadības sistēmas nodrošināšanai ar elektrību.

Kad dzinējs strādā, ģenerators ražo elektrību un ar to apgādā patērētājus, atkarībā no elektrosistēmas sprieguma, kuru nosaka ģeneratora vārpstas rotācijas frekvence un pieslēgtā patērētāju slodze, notiek akumulatora uzlāde. Ja pieslēgtā patērētāju slodzes strāva pārsniedz ģeneratora saražoto strāvu, tad spriegums sistēmā samazinās līdz akumulatora spriegumam un strāvu sāk ņemt no akumulatora, notiek energija tērēšana no akumulatora, tas izlādējas.

Lai nodrošinātu efektīvu akumulatora uzlādes procesu, uzlādes spriegumam pie zemām temperatūrām ir jābūt augstākam, bet pie augstākām temperatūrām, zemākam.

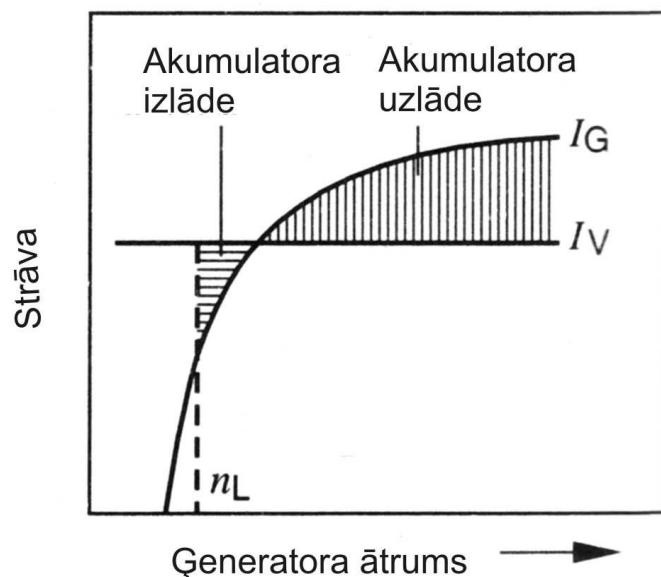
Ir svarīgi, lai spēkratu varētu iedarbināt ziemas apstākļos pie pazeminātās temperatūras, to nosaka zemākā startēšanas temperatūra.



**3.1.att. Iespējamā startēšanas temperatūra  
atkarībā no akumulatora uzlādes pakāpes**  
 $p$  – minimālā uzlādes pakāpe, lai varētu startēt.

Zemākā startēšanas temperatūra ir temperatūra pie kuras var iedarbināt dzinēju, tā ir atkarīga no daudziem faktoriem, akumulatora kapacitātes, iekšējās pretestības, uzlādes pakāpes, startera jaudas, konstrukcijas utt. Lai varētu iedarbināt dzinēju pie temperatūras –  $20^{\circ}\text{C}$ , akumulatora uzlādes pakāpei  $p$  jābūt lielākai par minimāli pieļaujamo pie šīs temperatūras.

Generators nominālā strāva ir strāva, kuru ģeneratori var dot pie vārpstas rotācijas frekvences 6000 apgriezieniem minūtē. Pārnesuma attiecība starp dzinēja kloķvārpstu un ģeneratora vārpstu ir no 1:2 līdz 1:3. Lai ģeneratori strādātu ar nominālajiem apgriezieniem, iekšdedzes dzinējam jāstrādā ar 3000 apgriezieniem minūtē, pie pārnesuma 1:2.

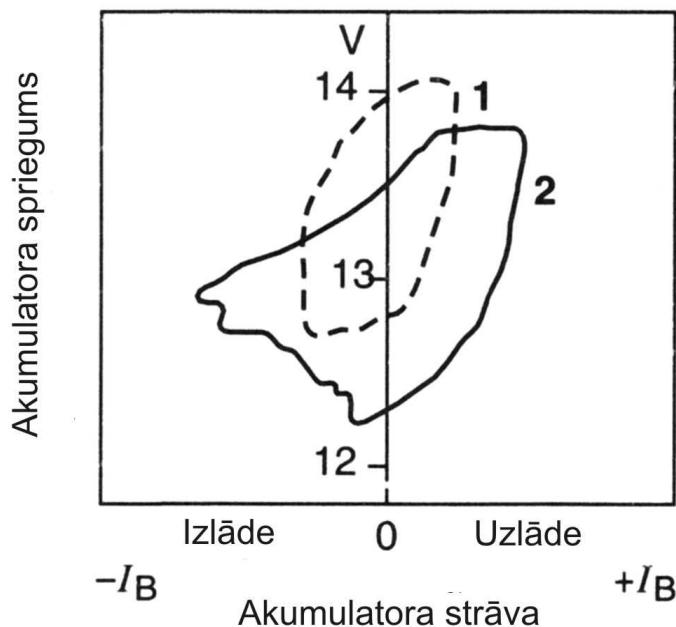


### 3.2.att. Izejas strāvas atkarība no ģeneratora ātruma

$I_G$  – ģeneratora strāva;  $I_V$  – slodzes strāva;  $n_L$  – dzinēja brīvgaitas ātrums.

Generators izejas strāva ir atkarīga no vārpstas rotācijas ātruma. Ja spēkrata dzinējs strādā brīvgaitā  $n_L$ , ģeneratori var dot tikai daļu no nominālās strāvas. Rezultātā pieslēgtā slodze tērēs strāvu  $I_V$ , kas ir lielāka par ģeneratora saražoto  $I_G$  un strāva tiksņemta no akumulatora baterijas, elektrosistēmas spriegums samazināsies, notiks akumulatora izlāde. Palielinot dzinēja apgriezienus, ģeneratora saražotā strāva  $I_G$  palielināsies, pārsniegs slodzei nepieciešamo  $I_V$  un notiks arī

akumulatora uzlāde. Dzinējam strādājot brīvgaitā, ģenerators attīsta aptuveni 40% jaudas.

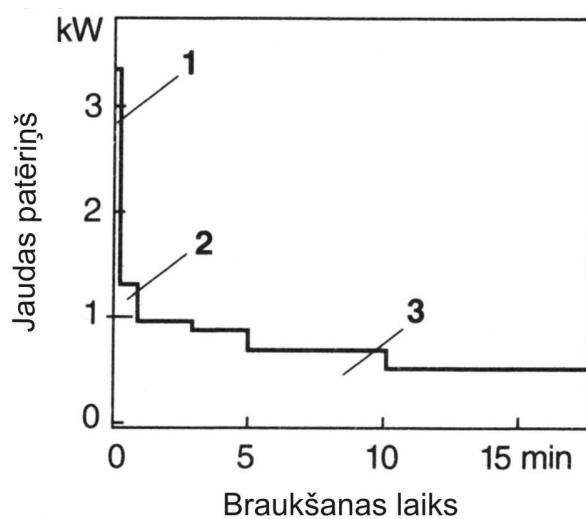


3.3.att. Energoapgādes dinamiskais raksturojums braukšanai pilsētā

1 – liels ģenerators un mazs akumulators; 2 – mazs ģenerators un liels akumulators.

Spēkrata elektroapgādes sistēma ir dinamiska sistēma, kurā akumulators, ģenerators, slodze, dzinēja ātrums, temperatūra, darba režīms mijiedarbojas. Dažādos spēkrata darba režīmos šo sistēmu apraksta dinamiskā raksturlīkne. Šī raksturlīkne dinamiski mainās, mainoties jebkuram sistēmas darbības parametram. Konkrēti varam novērtēt, kā elektroapgādes sistēmas spriegumu iespaido akumulatora un ģeneratora izmēri, ja spēkratu ekspluatē pilsētas braukšanas režīmā.

*Elektriskās slodzes* darbojas ar dažādiem slodzes cikliem. Ir patērētāji, kas tērē energiju nepārtraukti (aizdedzes sistēma, degvielas iesmidzināšanas sistēma utt.), pagarinātas darbības patērētāji (gaismas, logu tīrītāji, sildītāji utt.) un īslaicīgi patērētāji (pagriezienu signāla indikators, bremžu gaismas utt.).



#### 3.4.att. Patērētās jaudas sadalījums braukšanas laikā

1 – katalizatora sildītājs; 2 – sekundārā gaisa kompresors; 3 – sildītājs, ventilators, dzinēja vadība.

3.1 tabula

#### Automobiļa ierīču elektriskās slodzes jauda

Slodze	Pieslēgtā slodze, W	Vidējā slodzes jauda, W
Motronic sistēma, elektriskais degvielas sūknis	250	250
Radio	20	20
Gabarītu lampas	8	7
Tuvās gaismas	110	90
Numura apgaismojums, pakaļējie gabarīti	30	25
Indikatorlampas, instrumentu paneļa lampas	22	20
Pakaļējā stikla sildītājs	200	60
Apsildes sistēma, ventilators	120	50
Elektriskais radiatoria ventilators	120	30
Vējstikla tīrītāji	50	10
Stop signāla lampas	42	11
Pagriezienu signāla lampas	42	5
Priekšējie miglas lukturi	110	20
Pakaļējie miglas lukturi	21	2
<b>Kopējā instalētā slodze</b>	<b>1145W</b>	
<b>Vidējais jaudas patēriņš</b>		<b>600W</b>

## **4. AKUMULATORA BATERIJA**

Akumulators uzkrāj un saglabā elektroenerģiju ķīmiskās energijas formā, ja elektroenerģija ir nepieciešama, tas atdod uzkrāto energiju. Akumulators izpilda trīs galvenos uzdevumus:

- nodrošina ar elektroenerģiju starteri, iekšdedzes motora iedarbināšanai;
- nodrošina spēkrata elektroapgādi laikā, kad motors nedarbojas un ģenerators neražo elektroenerģiju;
- darbojas kā stabilizējošs kapacitāvs elements autonomajā elektroapgādes sistēmā (aizsargā pret īslaicīgiem pārspriegumiem un sprieguma svārstībām).

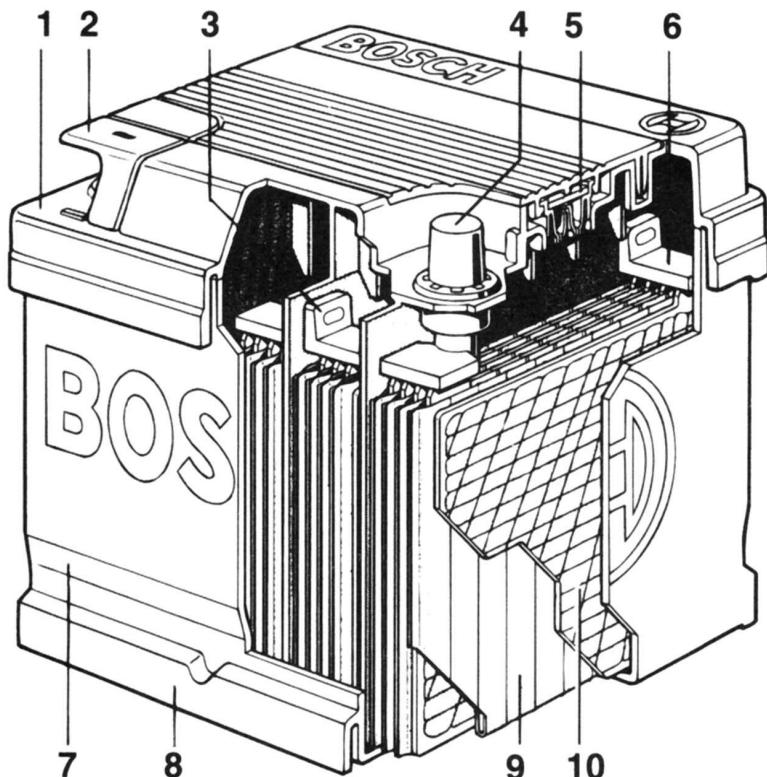
Mūsdienā spēkratos parasti izmanto svina skābes akumulatoru baterijas. Atbilstoši iekšdedzes motora jaudai un tipam tiek konstruētas un ražotas akumulatoru baterijas ar atbilstošu kapacitāti un starta strāvu, kas jānoderšina temperatūras diapazonā no -30 līdz +70°C. Papildus prasības akumulatoram ir izturība pret vibrāciju, pēc iespējas lielāks apkopju intervāls, vai vispār bezapkopju izpildījums.

### **4.1. Akumulatoru baterijas uzbūve**

12 V automobiļa akumulatora baterija sastāv no sešām atsevišķām, izolētām, virknē saslēgtām akumulatora sekcijām, kas izvietotas polipropilēna korpusā. Katra akumulatora sekcija sastāv no pozitīvajām un negatīvajām platēm, kas savā starpā ir izolētas ar mikroporaina materiāla separatoru. Akumulatora plates ir elektrodi, kuri ir izgatavoti kā svina režģis, kas piepildīts ar porainu aktīvo masu.

Akumulatora plates ir iemērktas sērskābes šķīdumā, kas darbojas kā elektrolīts. Elektrolīts piepilda akumulatora plašu un separatoru poras un veido kontaktu starp platēm. Visas metāliskās konstrukcijas akumulatorā ir izgatavotas no svina.

Elektrolītam starp blakus sekcijām nedrīkst veidoties kontakts, tāpēc sekciju savienojuma vietas ir kvalitatīvi noblīvētas. Akumulatora sekcijas no virspuses tiek noblīvētas ar viengabala vāku, kuru uzkausē akumulatora izgatavošanas laikā.



#### **4.1.att. Bezapkopju akumulatora baterija**

1 - viengabala vāks; 2 – izvada spailes pārsegs; 3 – sekcijas savienojums; 4 – izvada spaile; 5 – vārststs; 6 – plašu kopne; 7 – korpuiss; 8 – apakšas stiprinājuma sliede; 9 – pozitīvās plates ievietotas separatora aploksnēs; 10 – negatīvās plates.

Klasiskajiem akumulatoriem katrai sekcijai ir ventilācijas korkis, kas izlīdzina gāzu spiedienu ar apkārtējo vidi. Izskrūvējot korkus var veikt akumulatora apkopi, papildināt elektrolītu ar destilētu ūdeni, izmērīt elektrolīta blīvumu. Bez apkopju akumulatoriem gāzu spiediena izlīdzināšanai ir speciāli vārsti.

## **4.2. Akumulatora sastāvdaļas**

Akumulatoru baterija sastāv no sekcijām. Katra akumulatora baterijas sekcija ir akumulators ar 2,1V elektrodzinējspēku. Saslēdzot virknē 6 akumulatorus izveido akumulatoru bateriju ar EDS 12,6V (100% uzlādēts, elektrolīta blīvums  $1,28\text{g/cm}^3$ ).

*Akumulatora plates* ir veidotas kā svina režģis, kas notur aktīvo masu. Katrs akumulators sastāv no pozitīvo plašu bloka un negatīvo plašu bloka, kas savstarpēji izolēti ar separatoriem. Negatīvo plašu skaits blokā ir par vienu plati vairāk kā pozitīvās plates, jo sekcijas ārējās plates vienmēr ir negatīvās.

*Aktīvā masa* uzlādētām pozitīvām platēm sastāv no svina dioksīda  $\text{PbO}_2$ , kas ir tumši brūnā krāsā, uzlādētām negatīvajām platēm no tīra poraina svina Pb, kas ir metāliski pelēkā krāsā. Aktīvās masas porainība palielina elektroķīmiskajā procesā iesaistītās virsmas laukumu.

*Separatori* ir skābes izturīga materiāla dielektriķis ar mikroporainu, šķidruma caurlaidīgu struktūru, tie paredzēti pretēju polu plašu elektriskai izolēšanai vienai no otras.

*Akumulatora baterijas spailes* vienmēr izgatavo atšķirīgas. Plusa spaile parasti ir resnāka par mīnusa spaili. Plusa spaile ir savienota ar pirmā akumulatora sekcijas pozitīvo plašu savienojošo tiltiņu. Negatīvā spaile ir savienota ar pēdējās akumulatoru baterijas sekcijas negatīvo plašu savienojošo tiltiņu.

## **4.3. Akumulatoru baterijas tehniskie rādītāji**

Eiropā ražotajām un izmantotajām akumulatoru bateriju elektriskos pārbaudes mērījumus nosaka standarts DIN 43 539, 2. daļa. Akumulatoru apzīmējumus nosaka standarti DIN 72 310 un DIN 72 311.

Trīs nozīmīgākie akumulatoru baterijas tehniskie rādītāji ir:

- Spriegums voltos, V;
- Kapacitāte ampērstundās, Ah;
- Starta strāva, A.

Iegādājoties akumulatoru parasti novērtē šos trīs tehniskos rādītājus.

### **Piemēram**

Svina skābes startera akumulatora ir rakstīts: 12V; 60Ah; 260A

12V – spriegums voltos;

60Ah – kapacitāte ampērstundās, ja akumulatoru baterija tiek izlādēta 20 stundas (K20);

260A - starta strāva ampēros, pie temperatūras -18°C, pēc 30 sekundēm spriegums uz akumulatora sekciju ir vismaz 1,4V, bet pēc 180 sekundēm vismaz 1,0V.

Atkarībā no pielietojuma, akumulatora baterijām ir daudzveidīgs konstruktīvais izpildījums - spaiļu izvietojums, spaiļu tips, korpusa izmēri, masa, stiprinājuma vietas utt., arī tas ir jāņem vērā iegādājoties akumulatoru.

*Akumulatoru baterijas spriegums* ir visu akumulatoru spriegums saskaitīts kopā, svina skābes akumulatoram spriegums ir 2 volti, 6 sekciju baterijai 12V.

*Gāzu izdalīšanās spriegums* parasti ir virs 2,4 līdz 2,45 volti uz akumulatoru, tas ir spriegums, pie kura sāk izdalīties gāzes. Kad akumulators ir uzlādēts un turpina padot lādēšanas strāvu, sākas intensīva elektrolīta ūdens sadalīšana skābeklī un ūdeņradī. Lai novērstu gāzu izdalīšanos modernajiem bezapkopju akumulatoriem elektrodu plates izgatavo no svina-antimona sakausējuma, tas palielina gāzu izdalīšanās spriegumu. Vēl efektīvāk darbojas svina elektrodi ar kalcija piedevu, samazinās arī akumulatora pašizlāde.

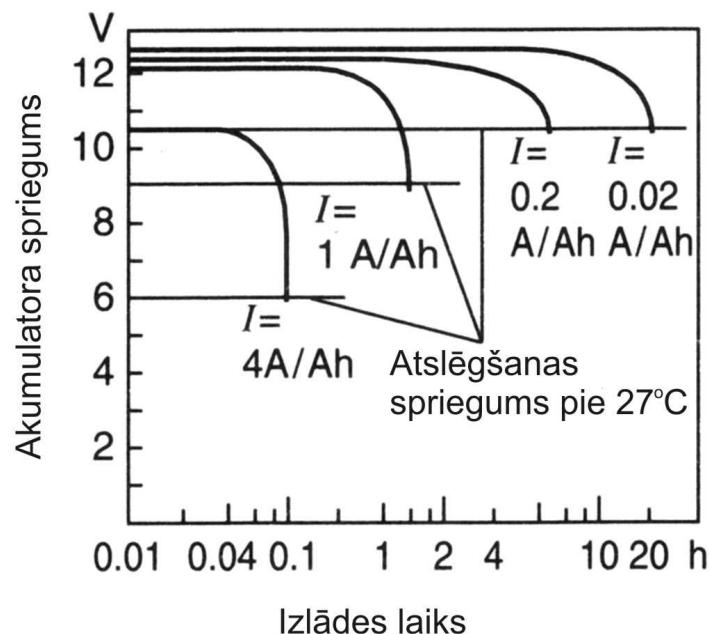
*Iekšējā pretestība* akumulatoru baterijai ir pretestības summa, kura sastāv no plašu-elektrolīta pārejas pretestības, no elektrolīta pretestības, no aktīvās masas pretestības un plašu bloku savienojošo tiltiņu pretestības. Iekšējā pretestība ir

atkarīga no akumulatora kapacitātes, konstrukcijas, plašu skaita un laukuma. Iekšējo pretestību iespaido arī akumulatora uzlādes pakāpe un temperatūra.

*Kapacitāte* akumulatora baterijai netieši raksturo uzkrātās enerģijas daudzumu. Kapacitāte ir atkarīga no aktīvās masas daudzuma, plašu skaita un lieluma, elektrolīta blīvuma un temperatūras, baterijas vecuma, nolietošanās pakāpes.

*Nominālā kapacitāte* ir uz akumulatora baterijas norādītā kapacitāte.

Kapacitāti mēra pie  $+27^{\circ}\text{C}$  elektrolīta temperatūras, izlādējot akumulatoru bateriju 20 stundas. Šo pārbaudi apzīmē K20 un kapacitāti mēra Ah. Veicot šo pārbaudi akumulatora spriegums nedrīkst nokristies zem  $1,75\text{V}$ , 12 voltu akumulatoru baterijai tas ir  $10,5\text{V}$  spriegums.

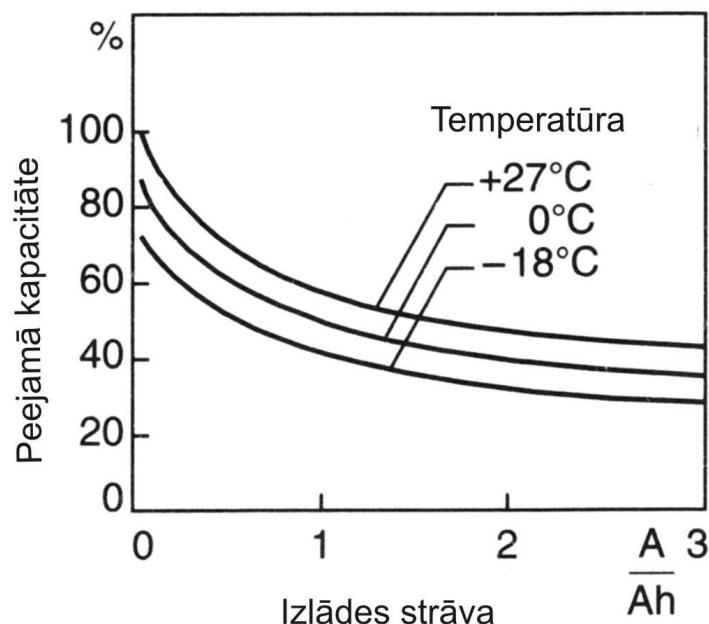


4.2.att. **Akumulatoru baterijas izlādes līknes pie dažādām slodzēm**

*Izlādēšanas spriegums* atbilstoši strāvai, jo lielāka strāva, jo mazāks spriegums.

*Izlādēšanas beigu spriegums* ir zem kura akumulatoru nedrīkst izlādēt, piemēram, 1,75 volti uz akumulatoru, tas ir 10,5 volti 12V akumulatoru baterijai.

*Temperatūra* ietekmē akumulatora kapacitāti un izlādēšanas spriegumu. Kapacitāte un izlādēšanas spriegums palielinās palielinoties temperatūrai, samazinās, ja temperatūra samazinās. Optimālā temperatūra akumulatora darbībai ir +27°C.



**4.3.att. Pieejamā akumulatora kapacitāte atkarībā  
no slodzes strāvas un temperatūras**

*Spriegums uz akumulatora spailēm* tiek mērīts tikai tad, ja ir pieslēgta slodze, pieslēgts patēriņtājs.

$$U = E - R_{ie} \cdot I \quad (4.1)$$

Kur  $U$  - spriegums uz akumulatoru baterijas spailēm, voltos;

$E$  - akumulatoru baterijas EDS (elektrodzinējspēks), voltos;

$R_{ie}$  - akumulatoru baterijas iekšējā pretestība;

$I$  - pieslēgtā slodzes strāva, ampēros.

*Akumulatora baterijas EDS* ir izmērāms uz baterijas spailēm, kad ir atslēgti visi patēriņi un akumulatoram pēc lādēšanas ir nostabilizējušies elektroķīmiskie procesi (pēc vairākām stundām). EDS var izmērīt ar voltmetru, kuram ir liela ieejas pretestība, piemēram, ar ciparu multimetru. 100% uzlādētai svina skābes akumulatoru baterijai, ja elektrolīta blīvums ir  $1,28\text{ g/cm}^3$ ,  $\text{EDS} = 12,6$  volti, vai 2,1 volts uz akumulatoru. Gan pēc EDS, gan elektrolīta blīvuma var aprēķināt akumulatora uzlādes pakāpi.

*Uzlādēšanas spriegums* ir atkarīgs no baterijas iekšējās temperatūras, uzlādes pakāpes un lādēšanas strāvas. Uzlādēšanas spriegumu iedala:

- Vidējais uzlādēšanas spriegums, tā ir vidējā vērtība visā uzlādēšanas laikā;
- Uzlādēšanas beigu spriegums, spriegums pirms lādēšanas pārtraukšanas.

*Pilnīga akumulatora izlāde* ir saistīta ar neatgriezenisku akumulatora plašu sulfatizāciju. Nav vēlams izlādēt akumulatoru zem  $1,75$  voltiem un atstāt izlādētā stāvoklī ilgāk par 24 stundām (tas sevišķi attiecas uz klasisko svina skābes akumulatoru).

*Pārlādēšana* ir process, kad lādēšanas laikā no akumulatora sāk intensīvi izdalīties skābeklis un ūdeņradis. Notiek paaugstināta pozitīvo plašu korozija, dulķojas elektrolīts, tas liecina par aktīvas masas samazināšanos platēs. Rezultātā samazinās akumulatora baterijas mūžs.

*Elektrolīta blīvums* raksturo akumulatora uzlādes pakāpi. Mērot elektrolīta blīvumu pie temperatūras  $20^\circ\text{C}$  līdz  $27^\circ\text{C}$ , var noteikt akumulatora uzlādes pakāpi:

- $1,28 \text{ g/cm}^3$  – akumulators 100% uzlādēts;
- $1,22 \text{ g/cm}^3$  – akumulators 50% uzlādēts;
- $1,15 \text{ g/cm}^3$  – akumulators 0% uzlādēts.

Elektrolīta blīvuma izmaiņa par  $0,01 \text{ g/cm}^3$  atbilst aptuveni 6% akumulatora kapacitātes. Elektrolīta blīvumu ietekmē arī temperatūra. Temperatūrai palielinoties par  $15^\circ\text{C}$  elektrolīta blīvums samazinās par  $0,01 \text{ g/cm}^3$ .

*Pašizlāde* notiek jebkurā akumulatorā. Akumulatora baterijas pašizlāde atkarīga no tās vecuma un tehniskā stāvokļa, tā parasti ir 0,2 līdz 1% no kapacitātes dienā. Galvenie cēloņi pašizlādei ir:

- Noplūdes strāvas pa netīru akumulatora korpusu;
- Noplūdes strāvas caur nobirušu aktīvo masu;
- Noplūdes strāvas sakarā ar netīru elektrolītu.

Bezapkopju akumulatoriem pašizlāde ir būtiski samazināta svina elektrodu platēm pievienojot kalcija piedevu.

*Sulfatizācija* notiek ja akumulators tiek glabāts izlādētā stāvoklī. Akumulatora izlādes procesā veidojas smalki kristālisks svina sulfāts, ja akumulatoru nedarbina, tad šis smalki kristāliskais sulfāts pārvēršas par rupjgraudainu kristālisku svina sulfātu, kurš vairs nav elektroķīmiski pārveidojams par svinu un sērskābi. Rezultātā samazinās akumulatora kapacitāte un palielinās iekšējā pretestība. Pilnīgi uzlādēt akumulatoru vairs nav iespējams, tas nespēj nodrošināt nepieciešamo starta strāvu.

*Temperatūra* iespaido ķīmiskos procesus, ir zināms, ka palielinot temperatūru par  $10^\circ\text{C}$ , ķīmisko procesu ātrums palielinās aptuveni 2 reizes. Tas attiecas arī uz akumulatora darbību. Arī pašizlāde pie augstām temperatūrām notiek daudz intensīvāk.

*Akumulatora sasalšanas temperatūra* ir atkarīga no elektrolīta blīvuma. Nav pieļaujams atstāt salā izlādētu akumulatoru. Sasalstot elektrolīts izplešas, deformē plates un saplēš akumulatora korpusu. Akumulatora sasalšanas temperatūra atkarībā no elektrolīta blīvuma un uzlādes pakāpes :

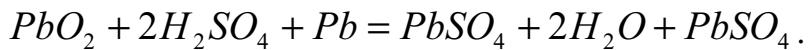
- $1,28 \text{ g/cm}^3$  – akumulators 100% uzlādēts, sasalšanas punkts  $-68^\circ\text{C}$ ;

- $1,22 \text{ g/cm}^3$  – akumulators 50% uzlādēts, sasalšanas punkts  $-40^\circ\text{C}$ ;
- $1,15 \text{ g/cm}^3$  – akumulators 0% uzlādēts, sasalšanas punkts  $-13$  līdz  $-17^\circ\text{C}$ ;
- $1,04 \text{ g/cm}^3$  – akumulators dzīļi izlādēts, sasalšanas punkts  $-3$  līdz  $-11^\circ\text{C}$ .

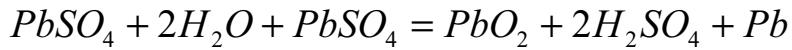
#### **4.4. Ķīmiskie procesi akumulatorā**

Svina skābes akumulatora aktīvās vielas ir svina dioksīds  $\text{PbO}_2$  pozitīvajā „+” platē, porains svins  $\text{Pb}$  negatīvajā „-“ un sērskābes  $\text{H}_2\text{SO}_4$  elektrolīts. Elektrolīts darbojas kā jonu pārneses vide, kā elektriskais vadītājs akumulatora uzlādes un izlādes procesā.

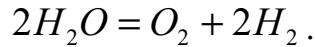
Akumulatoram izlādējoties svina dioksīds  $\text{PbO}_2$  un svins  $\text{Pb}$  reaģē ar sērskābi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  un veido svina sulfātu  $\text{PbSO}_4$ . Rezultātā elektrolītā samazinās  $\text{SO}_4$  joni un elektrolīta blīvums samazinās,



Akumulatoru uzlādējot aktīvās masas svina sulfāts  $\text{PbSO}_4$  tiek pārveidots par  $\text{PbO}_2$  un  $\text{Pb}$ , rezultātā atbrīvojas  $\text{SO}_4$  joni un elektrolīta blīvums palielinās,



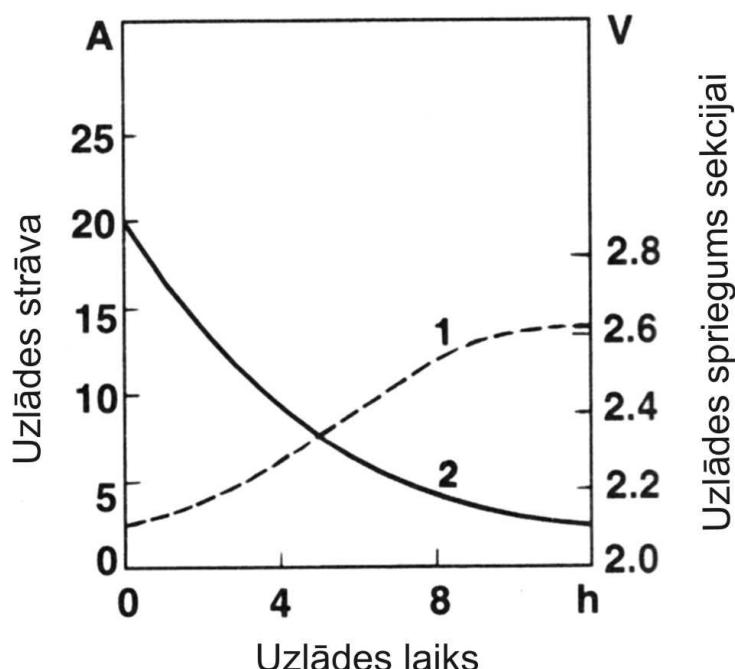
Ja akumulators ir uzlādējies un turpina pievadīt uzlādes strāvu sāk sadalīties elektrolīta ūdens,



Pie pozitīvās plates izdalās skābeklis, bet pie negatīvās ūdeņradis, veidojas sprādzienbīstams ūdeņraža un skābekļa maisījums. Rezultātā elektrolīta līmenis akumulatorā samazinās.

## 4.5. Akumulatora lādēšana

Ja akumulatora ražotājs nav norādījis ar kādu strāvu lādēt akumulatoru, tad izmantojam tehnikā vispārizināmu nosacījumu, gan sārma, gan skābes akumulatoru lādēšanai izvēlas strāvu 1/10 no akumulatora kapacitātes. Ja akumulators ir 60Ah tad nominālā uzlādes strāva ir 6 ampēri.

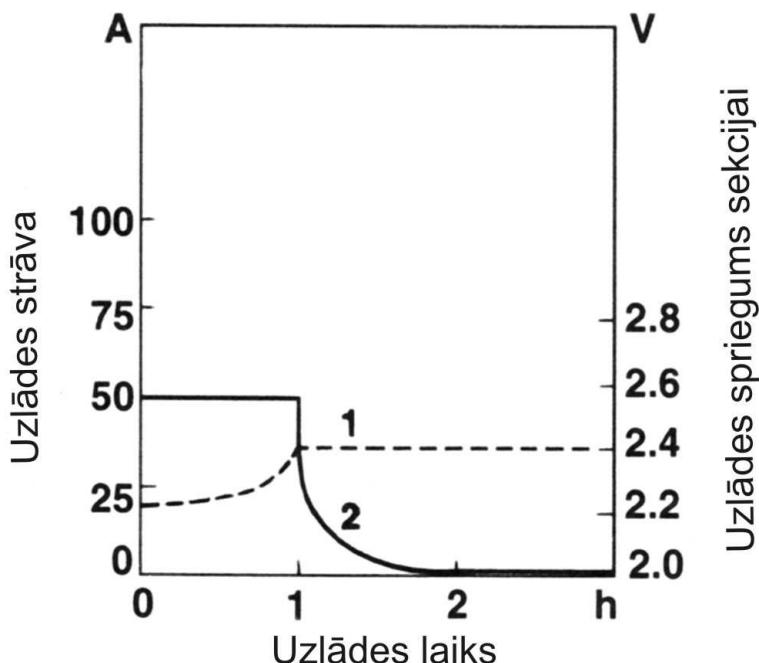


4.4.att. Akumulatora lādēšana ar neregulējamu avotu (W-līkne)

1 – uzlādes spriegums; 2 – uzlādes strāva.

Uz automobiļa uzstādīts akumulators tiek lādēts ar spriegumu, kas nepārsniedz 14,0 līdz 14,5 voltus (12V sistēmai). Rezultātā akumulators nekad netiek 100% uzlādēts un pārlādēts. Lādēšanai izmanto UI raksturlīkni. Šādā veidā tiek palielināts akumulatora darba mūžs.

*Klasisko* svina skābes akumulatoru lādē ar strāvu 0,1 no kapacitātes, līdz sāk izdalīties gāzes, tad turpina lādēt ar strāvu 0,05 no kapacitātes aptuveni divas stundas, ja elektrolīta blīvums sasniedz  $1,28 \text{ g/cm}^3$  un nemainās, tad akumulators ir 100% uzlādēts. Lādēšanas spriegums sasniedz 15,6 voltus, vai 2,6 volti uz sekciju.



4.5.att. Akumulatora lādēšana ar regulējamu avotu (UI-līkne)

1 – uzlādes spriegums; 2 – uzlādes strāva.

*Bezapkopju* akumulatoriem uzlādes pakāpes kontrolei izmanto speciālu indikatoru, kas iebūvēts akumulatora vākā. Lādēšanas spriegums no automobiļa noņemtam akumulatoram nedrīkst nepārsniedz 2,3 līdz 2,4V uz sekciju, jo paaugstinot spriegumu sāk izdalīties gāzes. Šiem akumulatoriem nav vēlams izmantot neregulējamu lādēšanas avotu ar raksturlīknī W.

Kad akumulatora elektroķīmiskie procesi un temperatūra ir nostabilizējusies uzlādes pakāpi var noteikt pēc akumulatoru baterijas EDS, to izmērot ar voltmetru.

Der zināt ka:

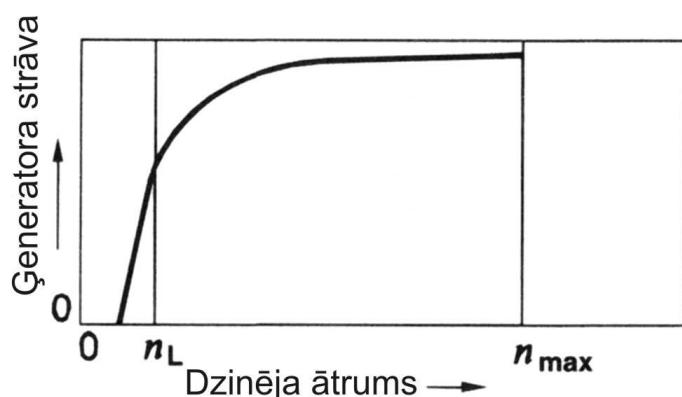
- Palielinot ģeneratora spriegumu tikai par 0,5V virs nominālā, akumulatora darba mūžs samazinās par 20 līdz 25%.
- Plašu aktīvā masa izdrūp galvenokārt, ja akumulators tiek pārlādēts.
- Skābes akumulatoru glabā uzlādētu, ja elektrolīta blīvums samazinās zem  $1,23 \text{ g/cm}^3$ , nepieciešams uzlādēt.
- Ja akumulatoram samazinājies elektrolīta līmenis, iztvaikojis, vai pārveidots skābeklī un ūdeņradī, tad akumulators jāpapildina ar destilētu ūdeni.

## 5. GENERATORA IEKĀRTA

Automobiļa ģeneratora iekārta ir neliela autonomā elektrostacija, kas daļu iekšdedzes dzinēja saražotās mehāniskās enerģijas pārvērš elektriskajā. Visu automobiļa elektrosistēmā izmantoto elektroenerģiju, tai skaitā arī akumulatora energiju saražo elektroģenerators.

Ģeneratora iekārta sastāv no ģeneratora un sprieguma regulatora. Ģeneratora iekārta kopā ar vadības un aizsardzības elementiem un akumulatoru veido automobiļa elektroapgādes sistēmu.

Iekšdedzes dzinēja darbības laikā, ģeneratora iekārta nodrošina automobiļa elektrosistēmai pieslēgto patēriņtāju barošanu un lādē akumulatoru. Arī dzinēja brīvgaitas režīmā ģeneratoram jāattīsta pietiekama jauda, lai nodrošinātu ar elektrību visus svarīgākos patēriņtājus. Parasti ģeneratora iekārta pie dzinēja brīvgaitas apgriezieniem nodrošina 40 līdz 50% no nominālās jaudas.



5.1.att. **Ģeneratora strāvas atkarība no dzinēja ātruma**

$n_L$  – brīvgaitas apgriezieni;  $n_{max}$  – maksimālais ātrums.

Spriegumam automobiļa elektrosistēmā ir jābūt stabilam pie dažādām slodzēm visā dzinēja kloķvārpstas rotācijas frekvenču izmaiņu diapazonā.

Sprieguma stabilitāti nodrošina sprieguma regulators, no tā darbības atkarīga akumulatora un visu pārējo elektroiekārtu droša darbība. Pret sprieguma nestabilitāti sevišķi jutīgas ir elektroniskās iekārtas.

Ja spriegums palielinās virs pieļaujamās robežas, notiek akumulatora pārlādēšana un paātrināta darba resursa samazināšanās, savukārt pazemināts spriegums ir cēlonis akumulatora neuzlādēšanai. Spriegumam palielinoties par 10% virs nominālā, lampu darbības resurss samazinās apmēram par 50%.

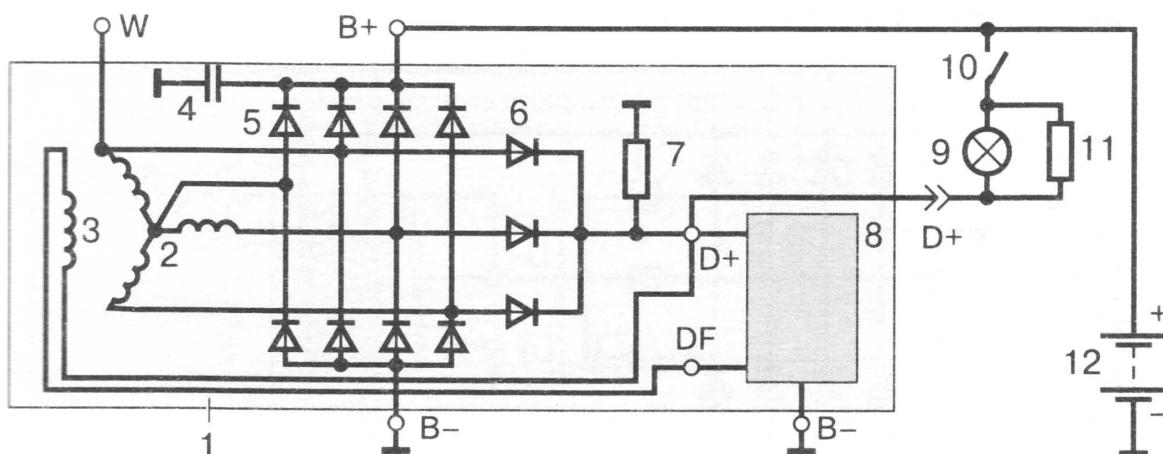
Ģeneratora iekārtas tiek izmantotas ar nominālo spriegumu 14V un 28V. Spriegums 28V ir raksturīgs dīzelpiedziņas lielajam komerctransportam un autobusiem.

## 5.1. Ģeneratora iekārtas shēmas

Populārākie ģeneratora un sprieguma regulatora shēmu varianti, kurus izmanto dažādu firmu ģeneratoros ir apskatāmi 5.2. līdz 5.7. attēlos. Shēmās izmantotie izvadu apzīmējumi atbilst firmas Bosch un japāņu firmu Hitachi, Nippon Denso, Mitsubishi lietotajiem. Atkarībā no ģeneratora tipa, jaudas, izgatavotāj firmas, ģeneratora spēka taisngriezī var nebūt izmantots papildus diožu plecs, kas ir savienots ar statora tinuma nulles punktu, 5.2.līdz 5.4. attēli.

Attēlā 5.2. parādītā shēma ir raksturīga klasiskajam Bosch ģeneratoram ar ķetnveida poliem ar iebūvētu sprieguma regulatoru. Līdzīga shēma ir arī iepriekšējās paaudzes ģeneratoriem ar ārējo sprieguma regulatoru. Ģeneratoram tiek stabilizēts spriegums uz spailes +D, kuru iegūst no papildus taisngrieža 6, kas dod līdzstrāvu ierosmes tinuma 3 barošanai un tiek kontrolēts ar kontrollampiņu 9. Ģeneratora darba laikā var veidoties radio traucējumi, kondensators 4 darbojas kā radio traucējumu filtrs. Rezistoru 7 izmanto dažas firmas, tas uzlabo kontrollampiņas diagnostikas iespējas. Rezistors 11 ir ieslēgts paralēli

kontrollampiņai, tas palīdz ģeneratoram ierosināties, ja kontrollampiņa ir izdegusi. Ir firmas, kas kontrollampiņu, vai indikatoru pieslēdz caur releju, šai gadījumā, kontrollampiņas 9 vietā slēdz releja tinumu, bet lampiņa tiek ieslēgta caur releja normāli atvērtajiem kontaktiem. Spēkrata sistēmu vadībai ir nepieciešams konstatēt, ka dzinējs ir sācis darboties, vai arī jau darbojas. Šādos gadījumos tiek izmantots +D spriegums, jo tas parādās, kad sāk darboties ģeneratora.

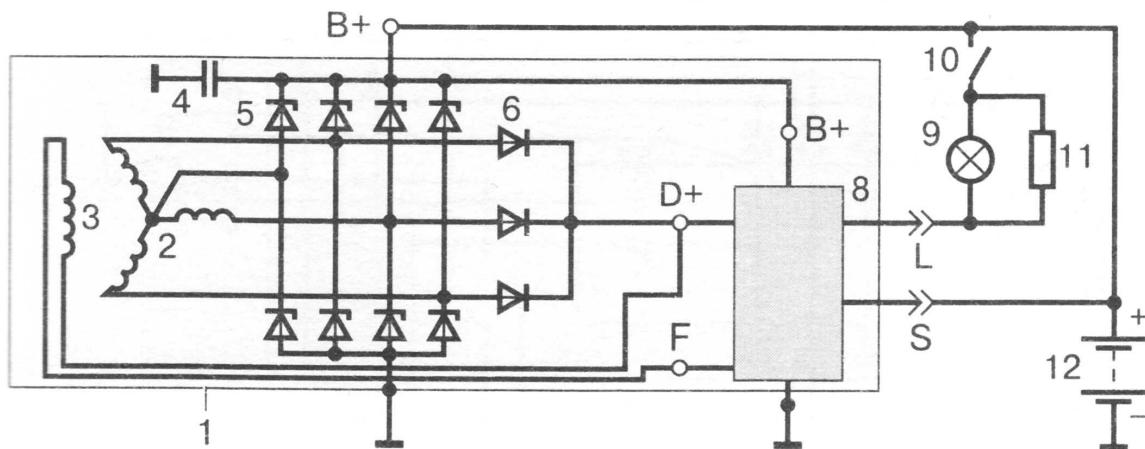


5.2.att. Generatora shēma ar papildus taisngriezi

1 – ģeneratora; 2 – ģeneratora statora tinums; 3 – ierosmes tinums; 4 – kondensators traucējumu novēršanai; 5 – spēka taisngriezis; 6 – papildu taisngriezis ierosmei; 7, 11 – ģeneratora kontroles lēdes rezistori; 8 – sprieguma regulators; 9 – kontrollampiņa; 10 – aizdedzes atslēga; 12 – akumulatora baterija.

Strāva, kuru var atdot papildus taisngriezis 6, ir ierobežota, aptuveni 6A, bet apmēram 5A tērē pats ģeneratora ierosmei. Arī uz spailes W spriegums ir tikai tad, kad darbojas ģeneratora. No spailes W var paņemt maiņspriegumu, kas atbilst ģeneratora rotora rotācijas frekvencei, šo spriegumu izmanto tahometra darbināšanai, arī motorstundu skaitītājs tiek slēgts pie šīs spailes.

Galvenais šīs shēmas trūkums ir tas, ka spriegums tiek regulēts uz spailes +D, bet netiek kontrolēts uz akumulatora, tur kur nodrošināt nepieciešamo spriegumu ir vissvarīgāk.



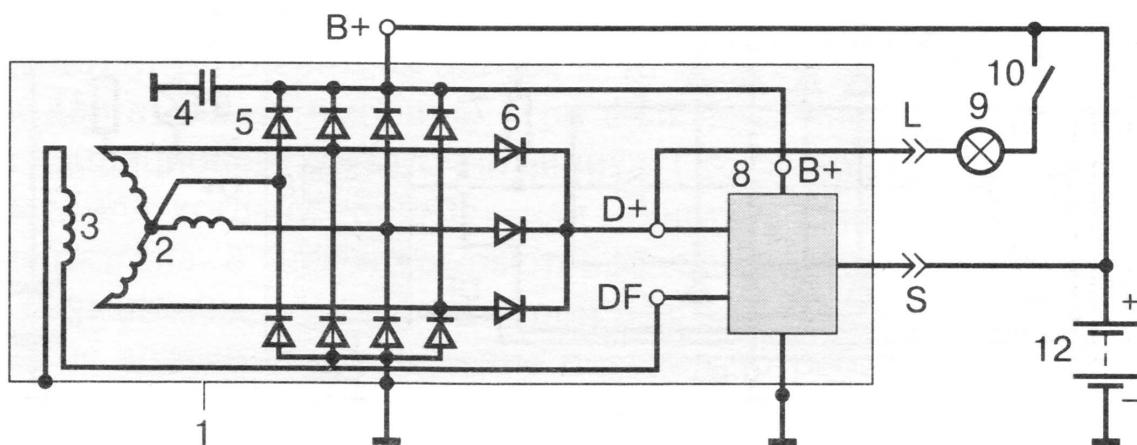
5.3.att. **Generators ar Zenera diožu taisngriezi**

1 – ģenerator; 2 – ģeneratora statora tinums; 3 – ierosmes tinums; 4 – kondensators traucējumu novēršanai; 5 – spēka taisngriezis ar Zenera diodēm; 6 – papildu taisngriezis ierosmei; 8 – sprieguma regulators; 9 – kontrollampiņa; 10 – aizdedzes atslēga; 11 – ģeneratora kontroles ķēdes rezistors; 12 – akumulatora baterija.

Iepriekšējās ģeneratora konstrukcijas trūkumi ir novērsti 5.3. attēlā redzamajai shēmai. Sprieguma regulatora 8 ieeju var pieslēgt tai vietai, kur nepieciešams uzturēt spriegumu, uz akumulatora spailes, vai ģeneratora izejas +B spailes. Spriegumu kontrolē spailei S pieslēgtais vads. Ja vads S nav pievienots, stabilizācijas spriegums palielinās par 1V un sprieguma regulēšana notiek pēc +B sprieguma. Spaili S ar akumulatora „+” spaili parasti savieno ar atsevišķu vadu, šai vadā plūst strāva, kas nepārsniedz dažus miliampērus. Ģeneratora spēka

taisngriezis ir izgatavots ar Zēnera diodēm (stabilitroniem), kas aizsargā elektrosistēmu pret pārspriegumu.

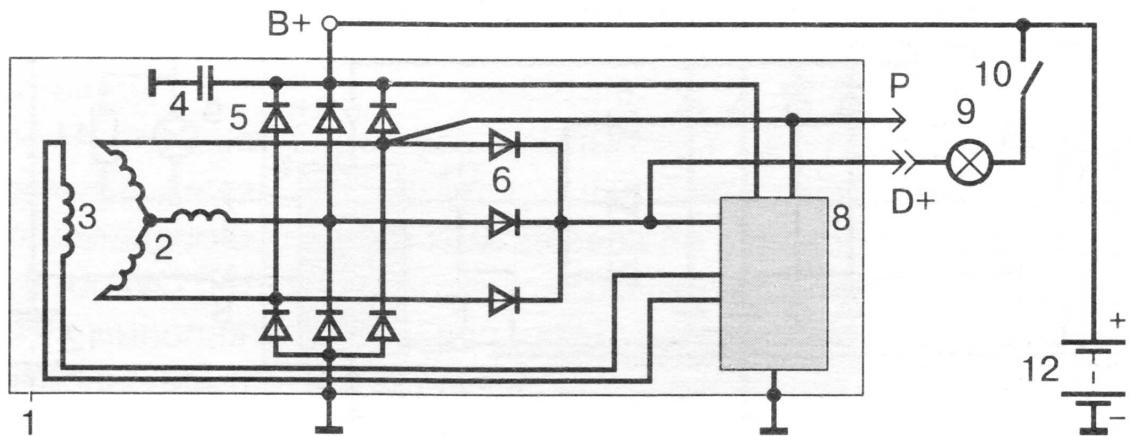
Ir ģeneratori, kuriem viena kolektora suka ir pieslēgta masai, 5.4.attēls. Šāds slēgums ir izmantots arī agrāk ražotajiem maiņstrāvas ģeneratoriem ar ārējo sprieguma regulatoru. Šiem ģeneratoriem nebija +B un S sprieguma kontroles ķēdes, bet spriegumu kontrolēja uz +D spailes.



5.4.att. Generators ar masai pieslēgtu ierosmes tinumu

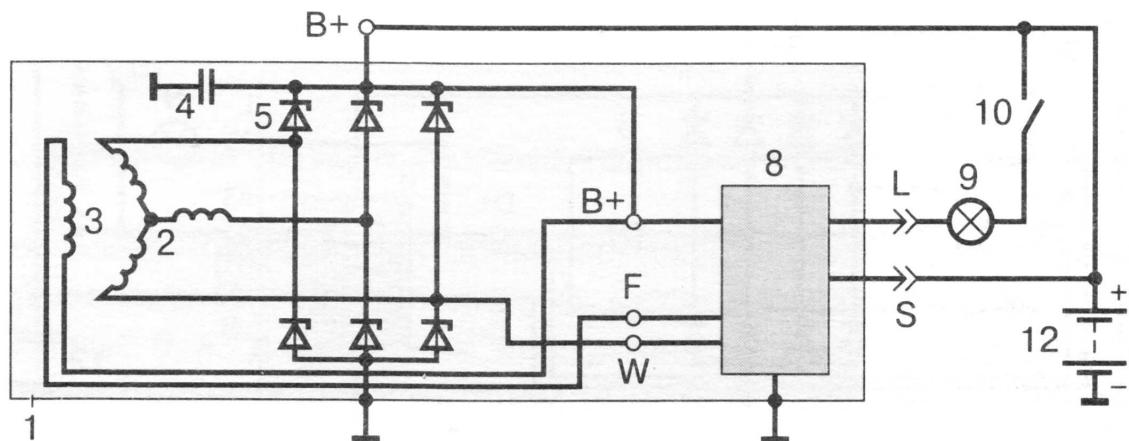
1 – ģenerators; 2 – ģeneratora statora tinums; 3 – ierosmes tinums; 4 – kondensators traucējumu novēršanai; 5 – spēka taisngriezis; 6 – papildu taisngriezis ierosmei; 8 – sprieguma regulators; 9 – kontrollampiņa; 10 – aizdedzes atslēga; 12 – akumulatora baterija.

Ir dažādi speciāli risinājumi ģeneratora vadībai, viens no tiem ir izmantots firmas Magneti Marelli ģeneratorā, 5.5.attēls, kur ir izmantots papildus taisngriezis 6 un vadības signāls tiekņemts no statora fāzes tinuma. Šim ģeneratoram pēc aizdedzes atslēgas 10 ieslēgšanas tiek padota uz 2 sekundēm pilna ierosmes strāva un tad iedegas kontrollampiņa 9 un ierosmes strāva tiek samazināta.



**5.5.att. Generators papildus taisngriezi un fāzes izvadu**

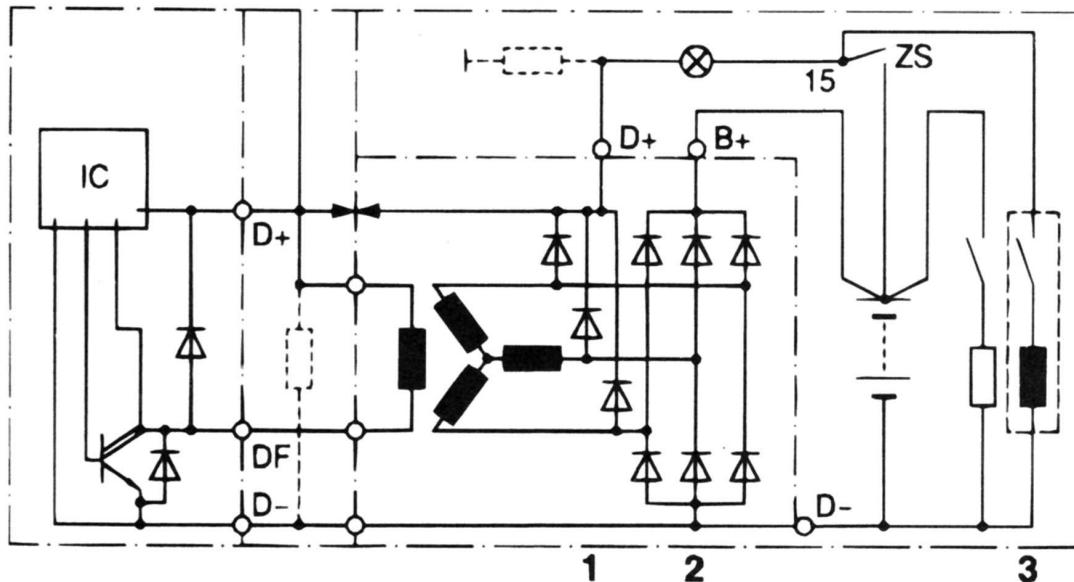
1 – ģenerators; 2 – ģeneratora statora tinums; 3 – ierosmes tinums; 4 – kondensators traucējumu novēršanai; 5 – spēka taisngriezis; 6 – papildu taisngriezis ierosmei; 8 – sprieguma regulators; 9 – kontrollampiņa; 10 – aizdedzes atslēga; 12 – akumulatora baterija.



**5.6.att. Generators bez papildus taisngrieža ar fāzes kontroli**

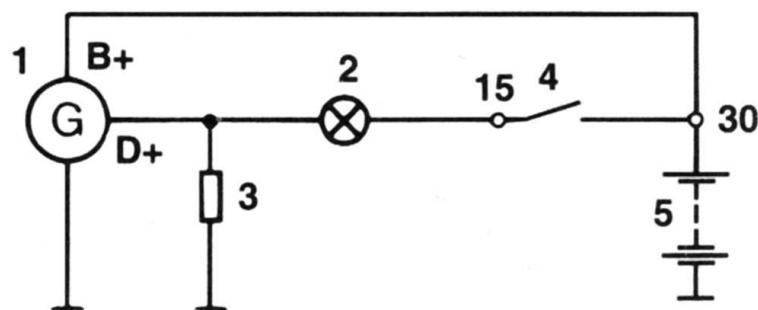
1 – ģenerators; 2 – ģeneratora statora tinums; 3 – ierosmes tinums; 4 – kondensators traucējumu novēršanai; 5 – spēka taisngriezis ar Zenera diodēm; 8 – sprieguma regulators; 9 – kontrollampiņa; 10 – aizdedzes atslēga; 12 – akumulatora baterija.

Attēlā 5.6. parādītajā shēmā, ģenerators ir bez papildus taisngrieža. Ierosmes tinuma barošana ir ņemta no ģeneratora izejas spailes +B, spriegums tiek kontrolēts tieši uz akumulatora baterijas. Papildus tiek kontrolēts fāzes spriegums W.



5.7.att. Generators un atsevišķs sprieguma regulators

1 – ierosmes taisngrieža diodes; 2 – spēka taisngrieža diodes; 3 – auto elektrosistēma; 4 – sprieguma regulators.



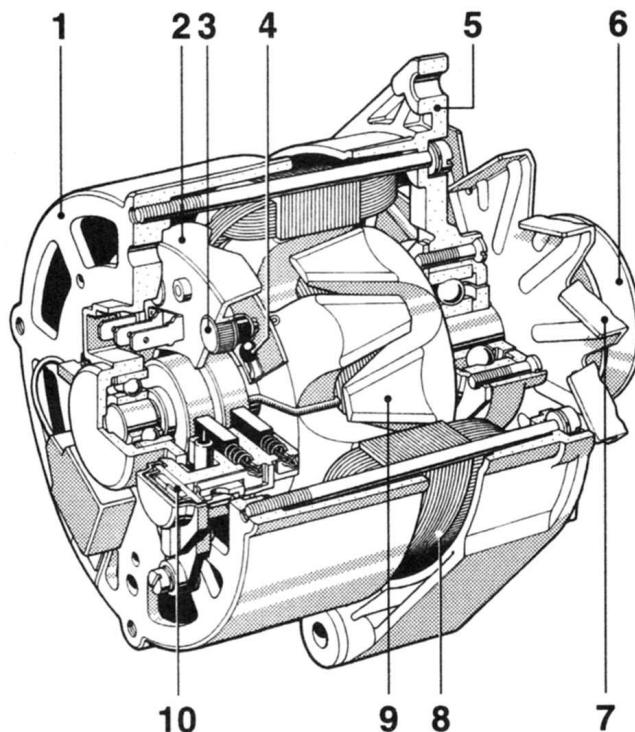
5.8.att. Generatora kontroles lampiņas slēgums

1 – ģeneratoris; 2 – uzlādes indikatora lampiņa; 3 – rezistoris; 4 – aizdedzes atslēgas slēdzis; 5 – akumulators.

Kontroles lampiņa deg, ja spriegums starp spailēm +D un +B ir atšķirīgs.

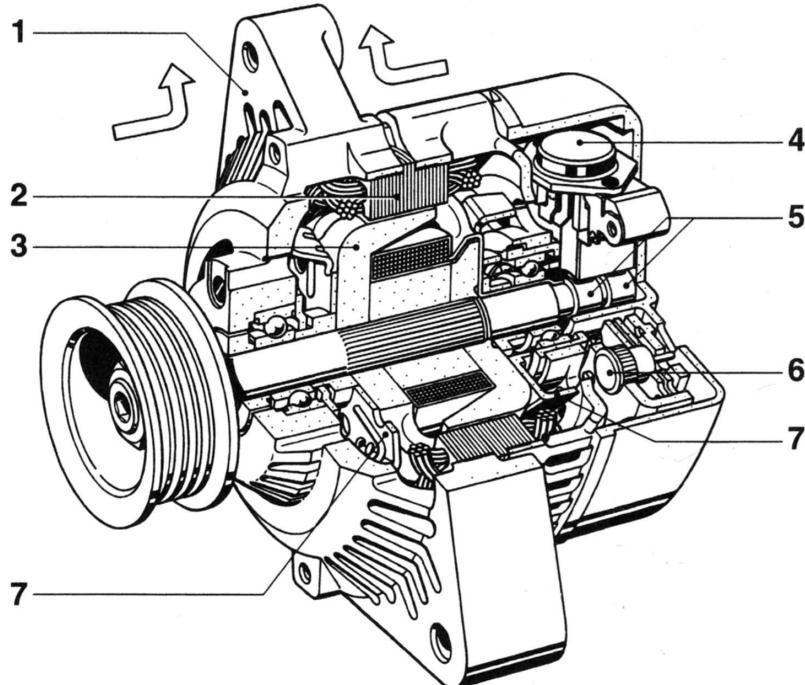
## 5.2. Generatoru veidi

Ketnveida polu maiņstrāvas ģeneratora aizstāja agrāk izmantoto klasisko līdzstrāvas ģeneratoru. Maiņstrāvas ģeneratora ir par 50% vieglāks, lētāk izgatavojams un ar mazāku materiālu patēriņu. Maiņstrāvas ģeneratoru izmantošana autobūvē sākās ar kompaktu, jaudīgu, drošu un lētu silīcija diožu ražošanu. Ģeneratora garumu ierobežo magnētiskās plūsmas izkliede starp četru poliem, tas ierobežo izejas jaudu. Klasiskajai ģeneratora konstrukcijai raksturīgi, ka dzesēšanai izmanto ārējo ventilatoru.



5.9.att. Generators ar ketnveida poliem

1 – pakaļējais vāks; 2 – taisngrieža dzesētājs; 3 – spēka taisngrieža diodes; 4 – ierosmes taisngrieža diodes; 5 – priekšējais vāks; 6 – skriemelis; 7 – ventilators; 8 – stators; 9 – rotors; 10 – sprieguma regulators.

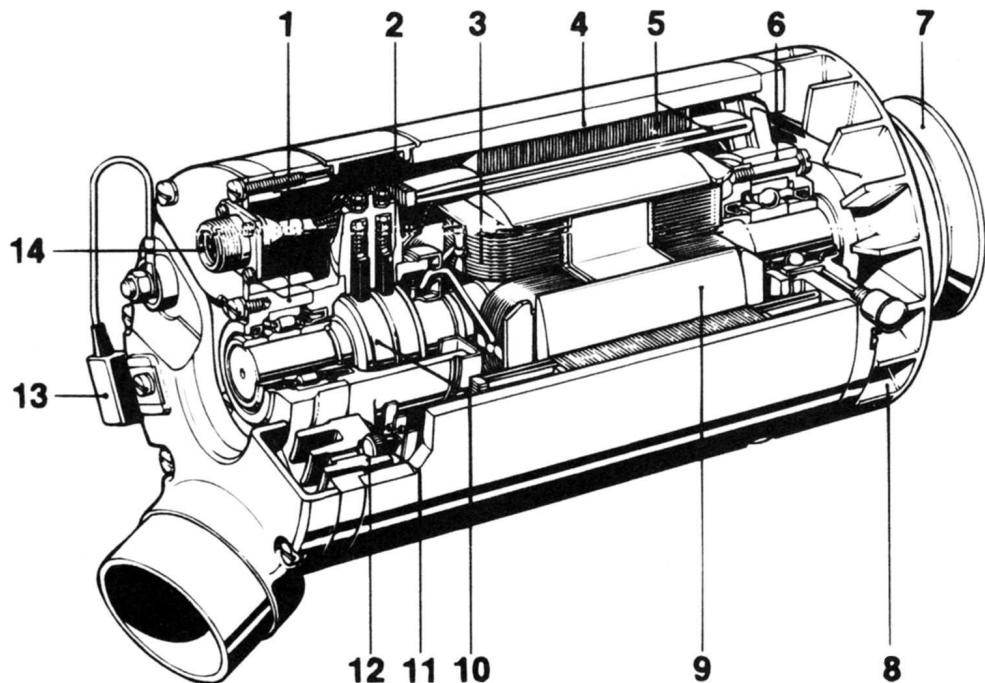


### 5.10.att. Kompakta izpildījuma ģenerators

1 – korpuiss; 2 – stators; 3 – rotors; 4 – iebūvēts sprieguma regulators ar sukturi un sukām; 5 – kolektora gredzeni; 6 – taisngriezis; 7 – ventilators.

Kompaktais maiņstrāvas ģeneratorrs ir modernais izpildījums ķetnveida polu risinājumam. Taisngrieža tiltā lieto Zenera diodes. Dzesēšanai ir izmantoti divi iebūvēti radiālie ventilatori. Lielākās kompaktā ģeneratora priekšrocības ir:

- Lielāks maksimālais darba ātrums pie paaugstināta lietderības koeficiente;
- Mazāks ventilatora diametrs un mazāki aerodinamiskie trokšņi;
- Būtisks magnētisko trokšņu samazinājums;
- Ilgāks suku lietošanas resurss.



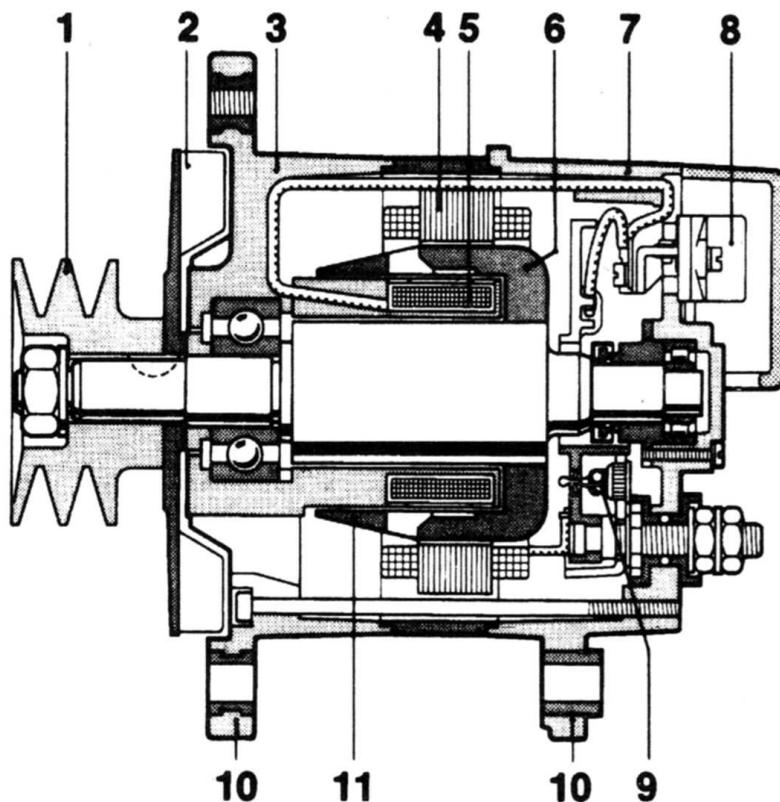
### 5.11.att. Lielas jaudas ģeneratorrs ar izvirzītu polu rotoru

1 – pakaļējais vāks; 2 – sukas; 3 – ierosmes tinums; 4 – korpuss; 5 – stators; 6 – priekšējais vāks; 7 – skriemelis; 8 – ventilators; 9 – rotors; 10 – kolektora gredzeni;

11 – spēka taisngrieža diodes; 12 – dzesētājs; 13 – filtra kondensators; 14 –

spraudnis sprieguma regulatora pieslēgšanai.

Ģeneratorus ar izvirzītu polu rotoru izmanto speciālos gadījumos, tur kur ir nepieciešama ekstremāli liela jauda, piemēram, tūristu autobusos (28V un 170A, 4,7kW). Rotors ir izveidots ar atsevišķiem magnētiskiem poliem, kuriem ir uztīts katram siksniņam ierosmes tinums. Šis izpildījums ļauj izgatavot statoru būtiski garāku, kā būtu iespējams ķetnveida polu ģeneratoram. Nepieciešamā ierosmes strāva izvirzītu polu ģeneratoram ir nesalīdzināmi lielāka kā ķetnveida polu ģeneratoram. Sprieguma regulatoru izgatavo kā atsevišķu bloku ar iebūvētu pārsprieguma aizsardzību.



### 5.12.att. Generators ar beztinuma rotoru

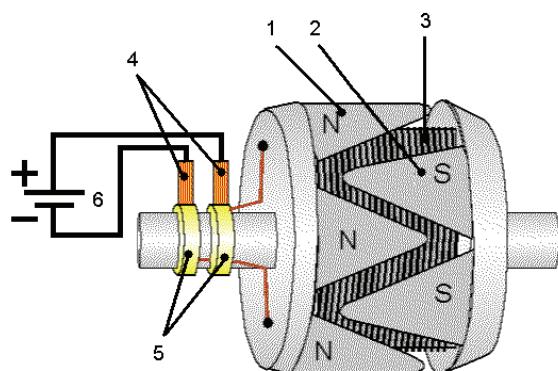
1 – skriemelis; 2 – ventilators; 3 – korpuiss; 4 – stators; 5 – stacionāri nostiprināts ierosmes tinums; 6 – beztinuma rotors; 7 – pakaļējais vāks; 8 – sprieguma regulators; 9 – spēka diodes; 10 – stiprinājuma skavas; 11 – magnētiski vadoši elements.

Beztinuma rotora ģeneratori ir speciāls ķetnu polu sistēmas konstruktīvs variants, kur rotē ķetnu polu rotors, bet ierosmes tinums ir nostiprināts nekustīgi.

Strāva uz ierosmes tinumu tiek padota tieši caur regulatoru, nav nepieciešami kolektora gredzeni un sukas. Tas ievērojami palielina ģeneratora apkopju intervālu. Ierīces svars nedaudz lielāks par klasisko ķetnveida polu maiņstrāvas ģeneratoru. Svaru palielina papildus dzelzs konstrukcijas, kas nepieciešamas ierosmes magnētiskās plūsmas pārvadīšanai.

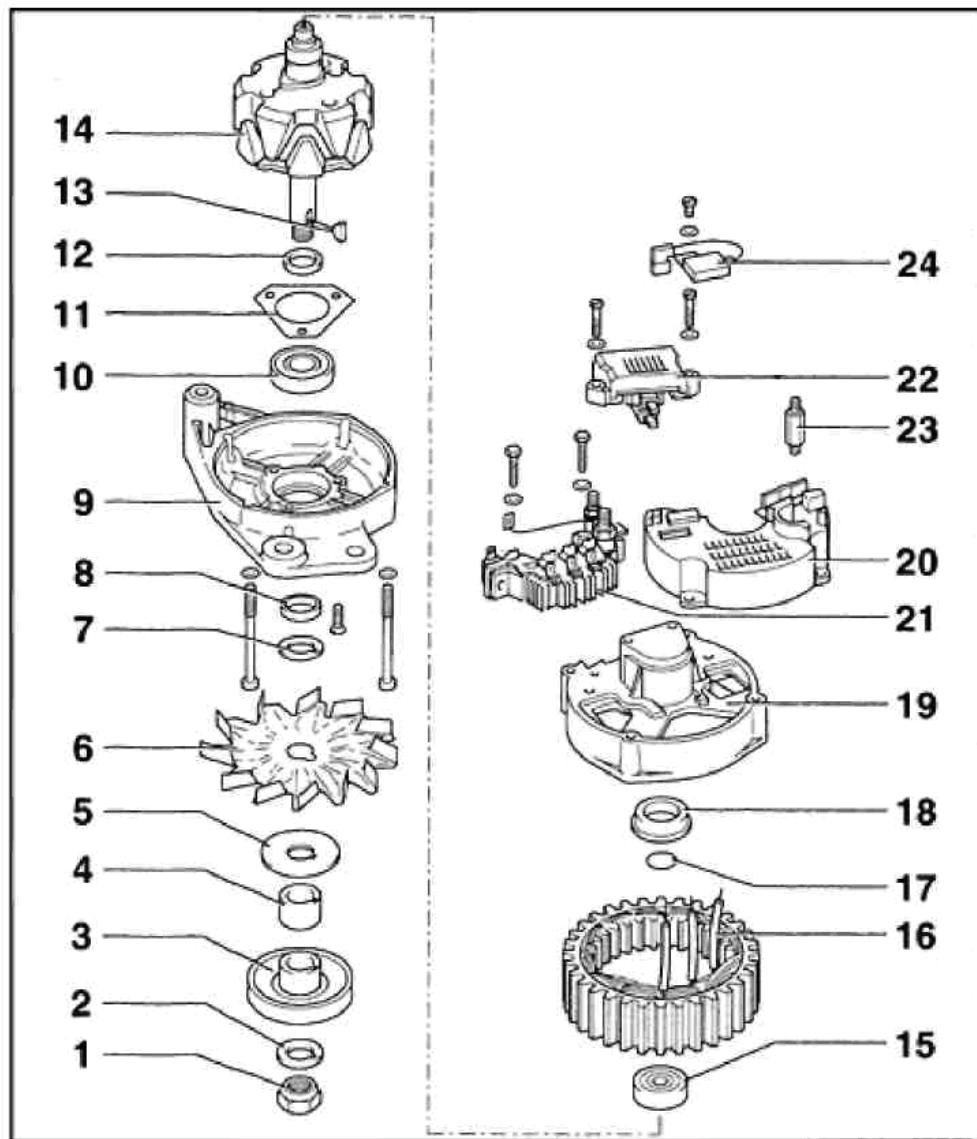
### 5.3. Generatora uzbūve

Eiropā ražotajiem automobiļiem ir uzstādīti vācu „Bosch”, franču „Valeo”, itāļu „Marelli” un citu firmu ģeneratori. To uzbūve un darbības princips būtiski neatšķiras. Automobiļos ar dīzeļdzinēju sastopami ģeneratori, uz kuru ass uzstādīts vakuumssūknis, arī šo ģeneratoru elektriskā shēma ne ar ko neatšķiras no citiem ģeneratoriem. Ģeneratoru jauda ir atkarīga no automobiļa dzinēja tipa (benzīns, dīzelis), dzinēja cilindru tilpuma un uzstādīto elektroierīču jaudas. Jo vairāk automobilim uzstādītas dažādas elektroiekārtas, piemēram, elektriskā lūka, logi, apsildāmi sēdekļi un citas, uzstādītā ģeneratora jauda būs atbilstoši lielāka.



5.13.att. Generatora rotors

Trīsfāžu maiņstrāvas ģeneratora uzbūve ir vienkārša. Automobiļa maiņstrāvas ģeneratora rotors sastāv no ļetnveida poliem. Spēcīga magnētiskā lauka iegūšanai starp poliem 1 (N) un 2 (S) novietots ierosmes tinums 3, kuram ar divām izolētām sukām 4 un diviem kontaktgredzeniem 5 pievada līdzstrāvu. Sākotnējo ierosmes strāvu pirms dzinēja iedarbināšanas pievada no akumulatora, bet, kad dzinējs strādā, no ģeneratora.



**5.14.att. Generatora sastāvdaļas**

1 – uzgrieznis, 2 – starplika, 3 – skriemelis, 4 – distanceris, 5 – paplāksne,  
 6 – ventilators, 7 – paplāksne, 8 – distanceris, 9 – priekšējais vāks, 10 – gultnis, 11  
 – gultņa piespiedēj plāksne, 12 – distanceris, 13 – ierievis, 14 – rotors, 15 – gultnis,  
 16 – stators, 17 – metāla gredzens, 18 – plastmasas bukse, 19 – ģeneratora apvalks  
 (korpuiss), 20 – aizmugurējais vāks, 21 – diožu tilts, 22 sprieguma regulators, 23 –  
 spraislis, 24 – kondensators.

Statora serde sastāv no izolētām elektrotehniskā tērauda skārda plāksnēm, kuras satur kopā metinājums. Statora iekšpusē daļēji slēgtos robos iemontēti trīsfāžu tinumi. Katrā fāzē ir vairākas virknē slēgtas spoles. Spoles nostiprinātas robos ar fiksējošiem kīliem. Fāžu tinumi saslēgti zvaigznes vai trīsstūra slēgumā.

Taisngriežu diožu tilts trīsfāžu maiņstrāvu pārveido līdzstrāvā. Diožu tilts nelaiž strāvu no akumulatora uz ģeneratora statora tinumiem. Taisngrieža diožu tilts ir piestiprināts pie ģeneratora aizmugurējā vāka. Spēka diožu tilts sastāv no trīs pozitīvās polaritātes un trīs negatīvās polaritātes diodēm. Tās ir saslēgtas trīsfāžu tilta slēgumā un lai labāk novadītu siltumu, uzstādītas uz speciāliem radiatoriem. Ģeneratora ierosmes tinuma barošanai ir atsevišķs pustilts, tas sastāv no trīs pozitīvās polaritātes diodēm. Visas deviņas diodes saslēgtas trīsfāžu tilta slēgumā.

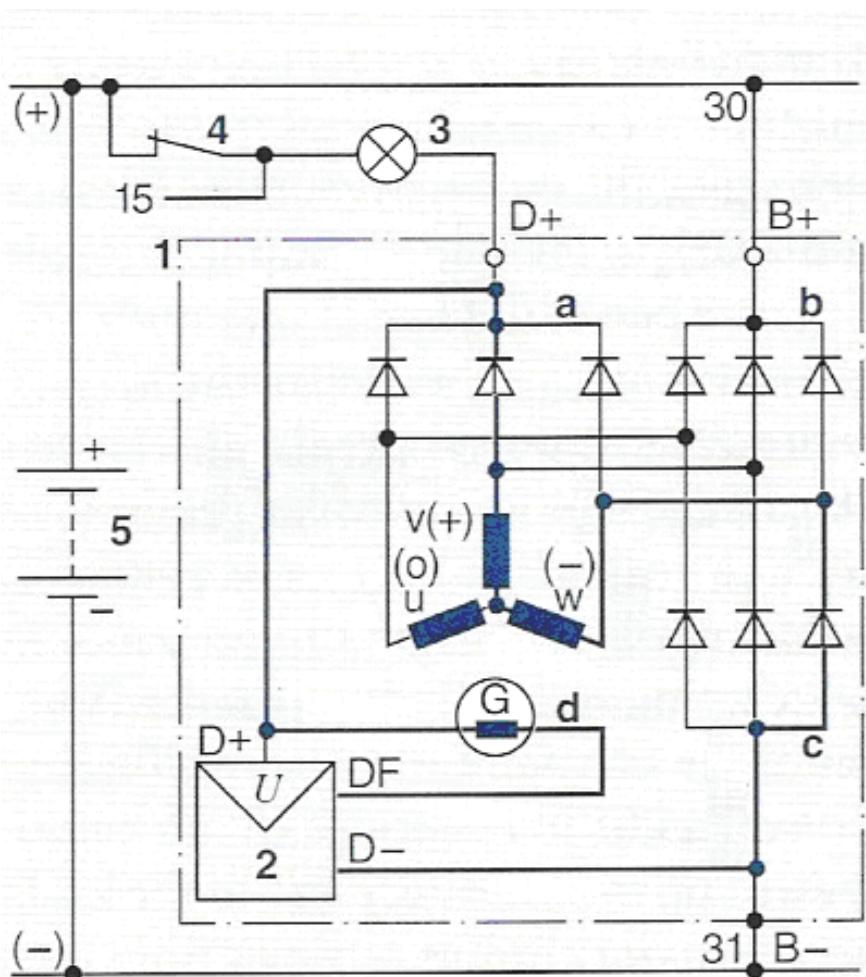
Caur katru diodi plūst trešā daļa no strāvas, ko dod ģeneratora. Ja izmantotas diodes ar maksimāli pieļaujamo strāvu 25A, tad ģeneratora maksimāli pieļaujamā izejas strāva būs tikai 75A. Lai palielinātu taisngriežu pieļaujamo strāvu, izmanto paralēli slēgtas diodes. Izmantojot taisngriezī divas paralēli slēgtas diodes 2x25A, trīsfāzu taisngrieža pieļaujamā maksimālā strāva dubultosies,  $2 \times 75 = 150$ A.

Ģeneratoru parasti izgatavo ar viena izvada shēmu, kur negatīvo ģeneratora izejas polu saslēdz ar korpusu. Lielas jaudas ģeneratoriem ir arī negatīvā pola izvads, bet tas parasti konstruktīvi ir savienots ar ģeneratora korpusu.

#### **5.4. Ģeneratora darbības princips**

Ģeneratora slēguma shēma redzama 5.15. attēlā. Ģenerators sastāv no statora tinumiem v, w, u, kas saslēgti trīsfāžu zvaigznes slēgumā, deviņu diožu taisngriežu bloka, rotora ar ierosmes tinumu G un sprieguma regulatora 2. Ģeneratora „+” spaile tieši savienota ar akumulatoru 5 „+” spaili. Kopējais plusa vads caur aizdedzes slēdzi 4 un kontrollampiņu 3 (dažu marku automobiļos –

gaismas diodi) savienots ar ģeneratora papildus plusa spaili. Mīnuss visām elektroiekārtām ir kopējs, par mīnusa vadu kalpo automobiļa virsbūve.



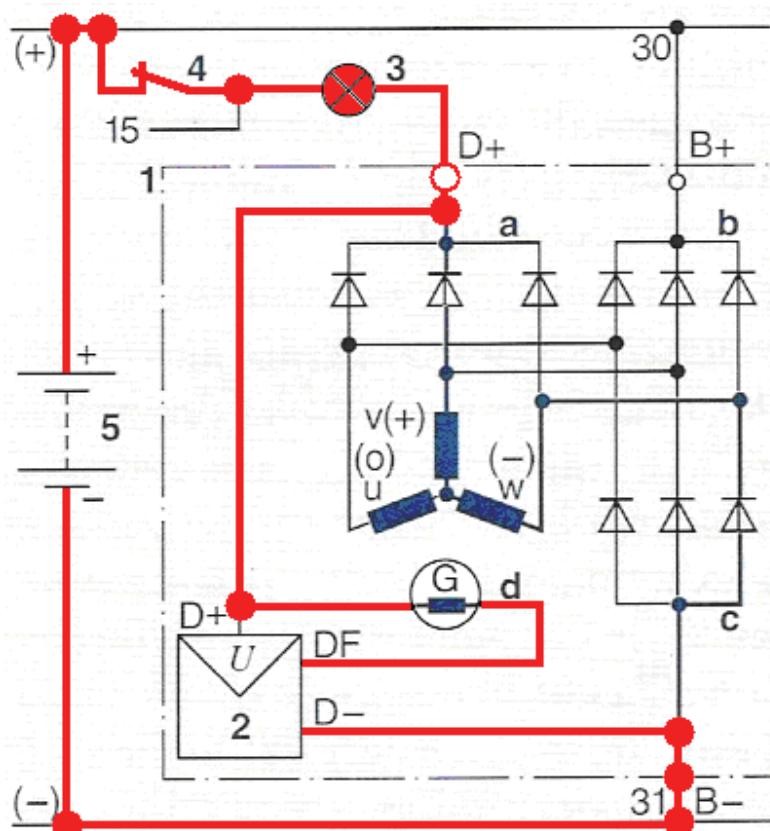
5.15.att. **Ģeneratora slēguma shēma**

1 – ģeneratora, 1a – ierosmes diodes, 1b – pozitīvā pleca diodes, 1c – negatīvā pleca diodes, 1d – ierosmes tinums, 2 – sprieguma regulators, 3 – kontrollampiņa, 4 – aizdedzes slēdzis, 5 – akumulators.

Ģeneratora taisngriežu bloks sastāv no deviņām diodēm. Taisngriežu blokam ir divi pozitīvie pustilti 1a, 1b un viens negatīvais 1c. Lieljaudas taisngriezi veido diodes 1b, pozitīvais pustilts un 1c, negatīvais pustilts. Papildus taisngriezi,

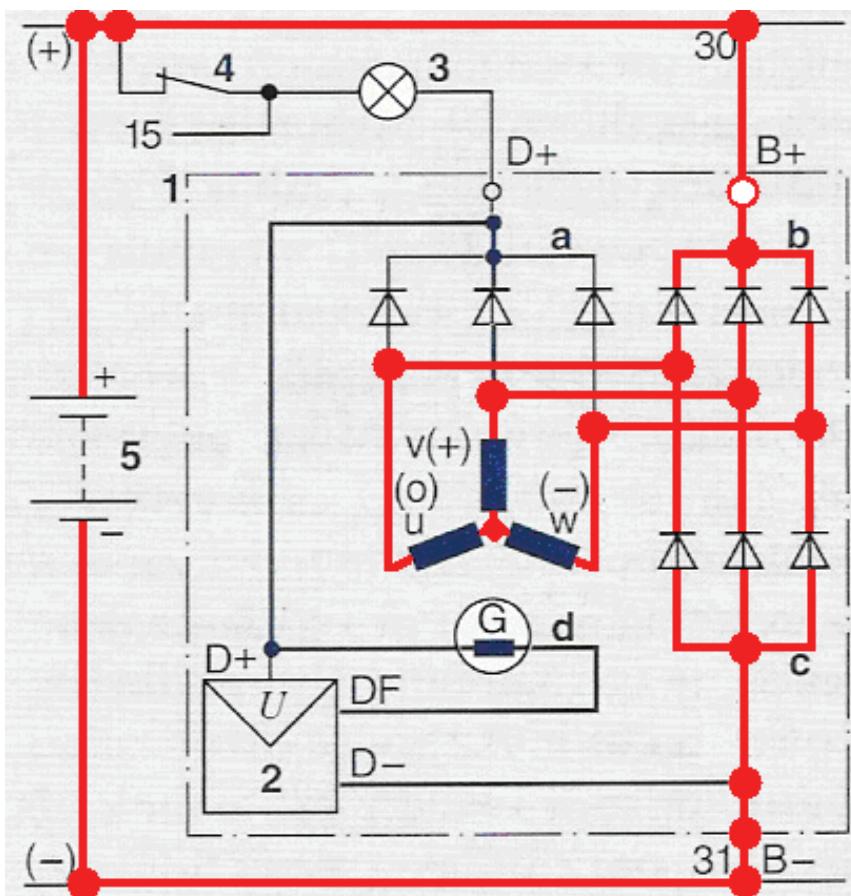
kurš baro ierosmes kēdi, veido mazjaudas diodes 1a, pozitīvais pustilts, negatīvā pustilta funkcijas pilda lieljaudas taisngrieža negatīvais pustilts 1c. Lieljaudas diodes 1b un 1c uzstādītas uz radiatoriem, lai no tām labāk novadītu siltumu.

Shēmas darbība pie ieslēgtas aizdedzes, kad motors nedarbojas, parādīta 5.16.attēlā. Strāva plūst no akumulatoru baterijas caur aizdedzes slēdzi 4, kontrollampiņu 3, rotora spoli G un sprieguma regulatoru 2 uz masu. Uz automobiļa instrumentu paneļa deg sarkanā kontrollampiņa 5 ar akumulatora baterijas simbolu.



**5.16.att. Strāvas ceļš ģeneratora kēdē pie ieslēgtas aizdedzes pirms dzinēja iedarbināšanas.**

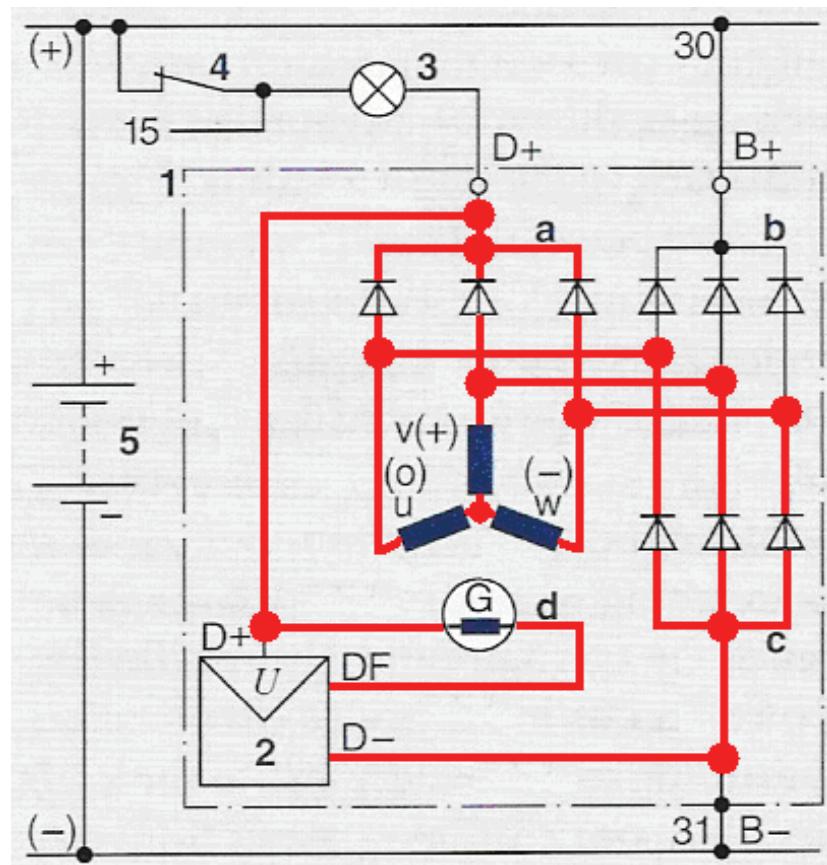
Iedarbinot dzinēju, ģeneratora rotors sāk griezties. Caur rotoru plūst apmēram 100 mA strāva, bet tā rada rotorā pietiekamu magnētisko lauku, lai inducētu strāvu statora spolēs v, w, u. Statora ģenerēto trīsfāzu maiņstrāvu iztaisno kombinētais deviņu diožu taisngriezis ar divām „+” izejām un vienu kopēju „-” izeju, kura savienota ar masu. Kontrollampiņa nodziest, jo uz tās sazemētā izvada nonāk +D spriegums no ierosmes taisngrieža. Pārsniedzot apmēram 1000 apgriezienus minūtē, ģeneratora iejet darba režīmā.



5.17.att. Strāvas ceļš ģeneratora statora ķēdē, dzinējam darbojoties

Strāvas plūsma statorā un ģeneratora ķēdē parādīta 5.17.attēlā. Statora spolēs inducēto trīsfāzu maiņstrāvu iztaisno taisngriezis, kurš sastāv no 1b diodēm

(pozitīvais pustilts) un 1c (negatīvais pustilts). Iztaisnotā strāva tiek padota uz akumulatora bateriju un to uzlādē, kā arī nodrošina ar strāvu ieslēgtos patērētājus.



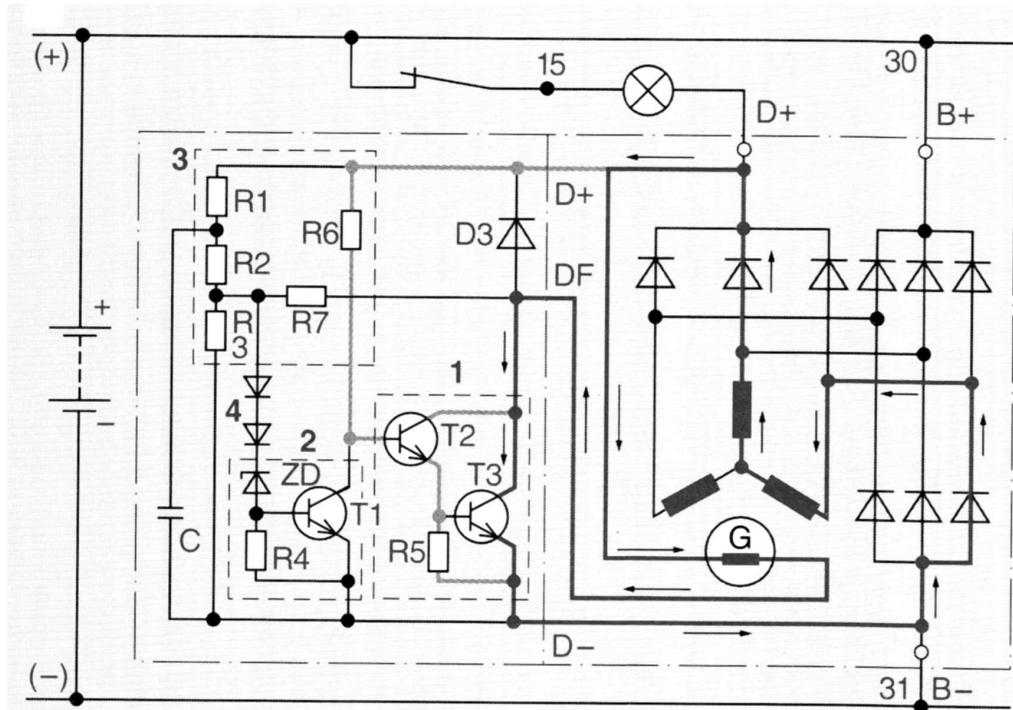
5.18.att. Strāvas ceļš ģeneratora statora – rotora kēdē,  
ja dzinējs darbojas

Strāvas plūsma ierosmes kēdē (rotorā), parādīta 5.18. attēlā. Statora spolēs inducēto trīsfāzu maiņstrāvu iztaisno taisngriezis, kurš sastāv no 1a diodēm (pozitīvais pustilts) un 1c diodēm (negatīvais pustilts). Iztaisnotā strāva plūst caur rotora spoli G un regulatoru 2. Regulators nodrošina nepieciešamo strāvas stiprumu rotora spolē, lai spriegums ģeneratora izejā tiktų uzturēts 14,0 līdz 14,5 V robežās. Ģeneratora ražotās strāvas spriegumu regulators kontrolē uz +D izvada. Ja spriegums par lielu, pretestība starp DF un D - izvadu palielinās, strāva rotora spolē

samazinās, kā rezultātā samazinās rotora magnētiskā lauka intensitāte, kas savukārt samazina statora spolēs inducētās strāvas spriegumu. Rezultātā ģeneratora ražotās strāvas spriegums samazinās. Spriegumam samazinoties regulatora pretestība starp DF un D - spaili samazinās un notiek apgriezts process, kā rezultātā spriegums ģeneratora izejā pieaug.

## 5.5. Sprieguma regulators

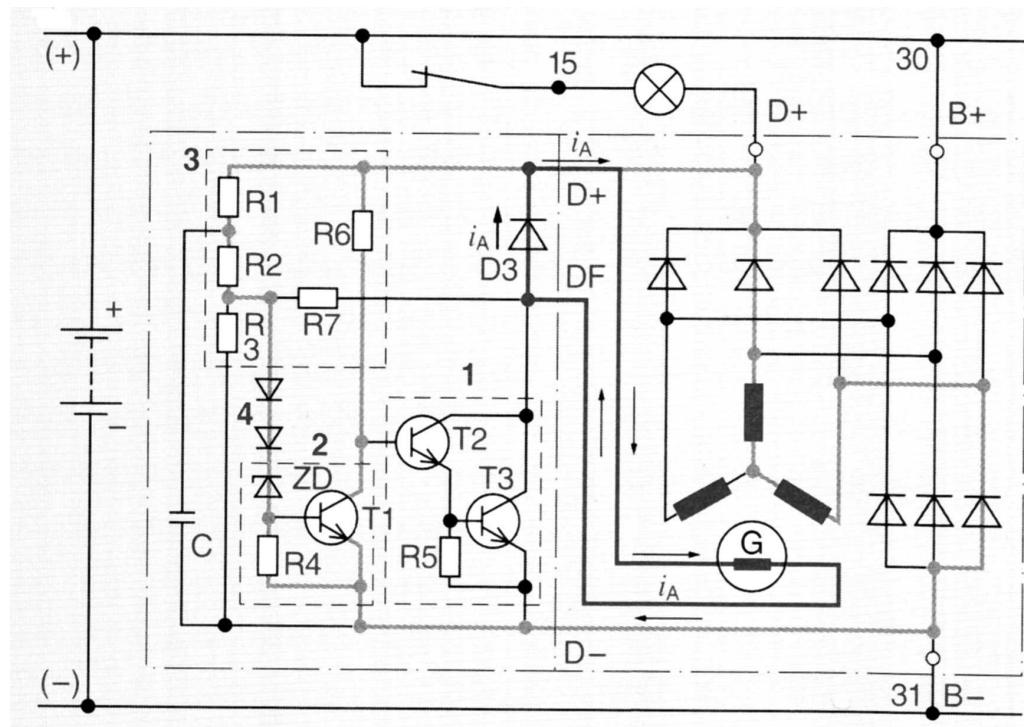
Šodien visi ģeneratori ir ar iebūvētiem sprieguma regulatoriem. Neatkarīgi no tehniskā izpildījuma un elektriskās shēmas tie darbojas vienādi. Darbinot ģeneratoru bez sprieguma regulatora, spriegums mainās mainoties rotora rotācijas frekvencei un slodzei. Sprieguma regulatora uzdevums ir stabilizēt ģeneratora spriegumu pie mainīgas rotora rotācijas frekvences un mainīgas slodzes. Iepazīsimies ar EE 14V3 firmas Bosch sprieguma regulatora darbību.



5.19.att. Sprieguma regulatora tranzistors atvērts

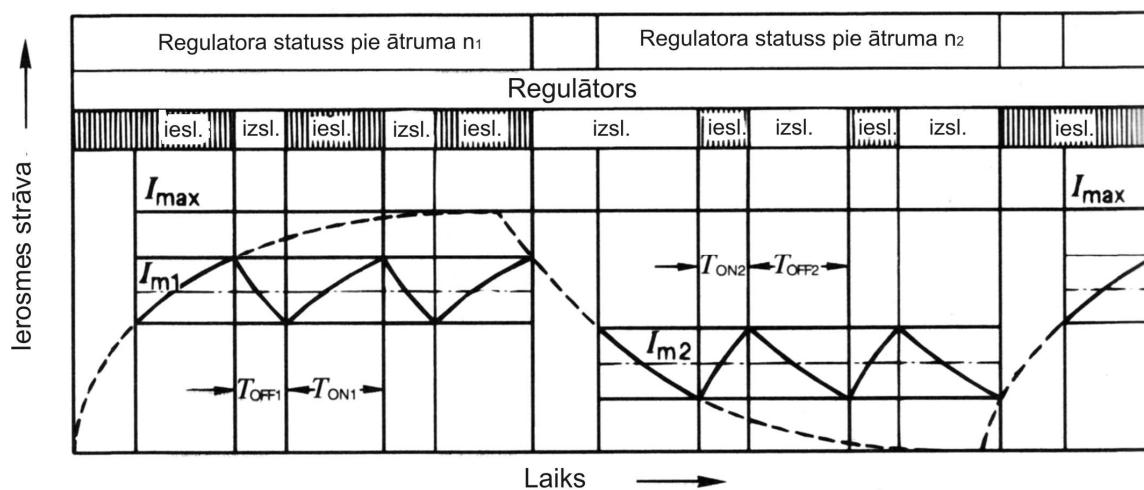
Galvenais stabilizējošais elements sprieguma regulatora shēmā ir stabilitrons, to sauc arī par Zenera diodi, par godu šī elementa atklājējam. Zenera diodi ieslēdz pretēji strāvas vadīšanas virzienam, strāva caur to plūst tikai pie noteikta sprieguma, pie Zenera caursites sprieguma, ja spriegums samazinās strāva pārstāj plūst. Caur sprieguma dalītāju R1...R3 un diodēm 4, kas darbojas kā temperatūras kompensējoši elementi, spriegums no +D spailes nonāk uz Zenera diodi ZD.

5.19.attēls, ja spriegums +D ir mazāks par iestatīto regulēšanas spriegumu, ZD ir ciet un strāvu nevada,. Tranzistors T1 ir aizvērts, caur kolektora-emitera pāreju strāva neplūst, pārejas pretestība ir liela. Caur rezistoru R6 tiek padota bāzes strāva tranzistoram T2, kas atveras, rezultātā atver arī T3 tranzistoru. Tranzistora T3 kolektora-emitera pārejas pretestība ir maza, var plūst ierosmes strāva.



5.20.att. Sprieguma regulatora tranzistors aizveras

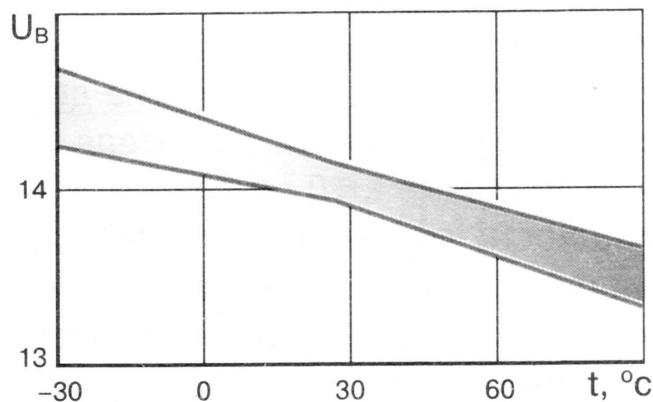
5.20.attēls, ja spriegums +D ir lielāks par iestatīto regulēšanas spriegumu, Zenera diode ZD tiek caursista, caur to sāk plūst strāva, strāva plūst arī caur rezistoru R4. Sprieguma kritums uz rezistora R4 ir pietiekams, lai atvērtu tranzistoru T1. Tranzistors T1 atveras, caur kolektora-emitera pārejas pretestība ir maza, tā nošuntē tranzistora T2 bāzi, T2 aizveras, rezultātā aizveras arī T3 tranzistors. Tranzistora T3 kolektora-emitera pārejas pretestība ir liela un ierosmes strāva tiek pārtraukta. Induktīva rakstura slodzei strāvu momentāni pārtraukt nav iespējams, uzkrātā magnētiskā enerģija, kēdes pārtraukšanas brīdī pārvēršas par ievērojamu pašindukcijas EDS. Lai shēma darbotos droši un pašindukcijas EDS necaursistu sprieguma regulatora izejas tranzistoru T3, regulatora izejas kēdē ir ieslēgta diode D3, caur kuru ierosmes strāva turpina plūst brīdī, kad aizveras tranzistors T3.



### 5.21.att. Sprieguma regulatora darbība

$I_m$  – vidējā ierosmes strāva;  $n_1$  – mazākais ģeneratora ātrums;  $n_2$  – lielākais ģeneratora ātrums;  $T_{ON}$  – ierosme ieslēgta;  $T_{OFF}$  – ierosme izslēgta;  $I_{max}$  – maksimālā ierosmes strāva.

Ciklisks sprieguma regulatora darbības process ir redzams 5.21.attēlā. šai attēlā ir redzams, kā mainās ierosmes strāva un regulēšanas cikls atkarībā no ģeneratora rotora rotācijas frekvences.

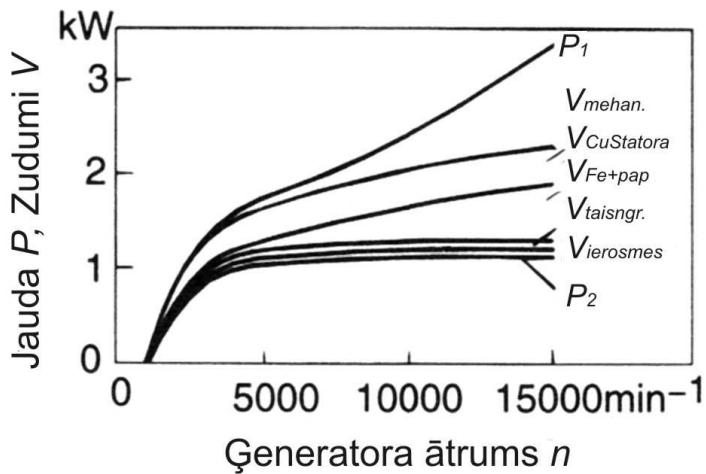


5.22.att. **Ģeneratora sprieguma atkarība no temperatūras**

Ģeneratora spriegums nav konstants, tas ir atkarīgs no temperatūras, zemā temperatūrā spriegumam jābūt augstākam, bet augstās temperatūrās, zemākam. Tas nepieciešams, lai nodrošināšanai normālu akumulatoru baterijas darbību.

## 5.6. Ģeneratora dzesēšana

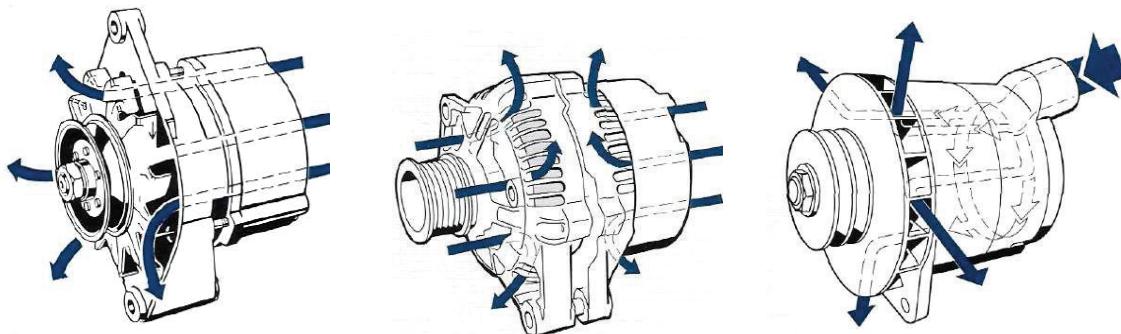
Automobiļa ģeneratora lietderības koeficients nav īpaši augsts, darbojoties daļējas slodzes darba režīmā, tas nepārsniedz 50 līdz 60%. No tā varam secināt, ka aptuveni puse no pievadītās enerģijas ir jāizpūš gaisā, tie ir enerģijas zudumi. Ģeneratoram ir magnētiskie, elektriskie un mehāniskie enerģijas zudumi, tie visi pārvēršas siltumā. Tāpēc ir svarīgi nodrošināt brīvu gaisa padevi ģeneratoram. Ir bijuši gadījumi, ka ģeneratora tinumi sadeg, jo aizvērtā gaisa padeves caurule, lai putekļi nenokļūtu ģeneratorā.



5.23.att. Generatora zudumu sadalījums

$P_1$  – uz ģeneratora vārpstas padotā jauda;  $P_2$  – elektriskā jauda uz izejas;  $V_{mehan.}$  – jaudas zudumi no gaisa un gultņu pretestības;  $V_{CuStatora}$  – zudumi statora tinumā;  $V_{Fe+pap}$  – zudumi magnētiskajā lēdē un papildus zudumi;  $V_{taisngr.}$  – zudumi taisngriezī;  $V_{ierosmes}$  – ierosmes zudumi.

Ģeneratora tinumu dzesēšanai, kopā, vai atsevišķi ar piedziņas skriemeli izveidotas ventilatora lāpstiņas. Pastāv arī kompakti ģeneratori, kuros ventilatora lāpstiņas ir iemontētas iekšpusē. Ventilators nepieciešams, lai dzesētu ģeneratora tinumus un diodes no pārkaršanas. Ir konstrukcijas, kur attīrītu gaisu ģeneratora dzesēšanai pievada pa cauruli.



5.24.att. Generatoru dzesēšanas veidi

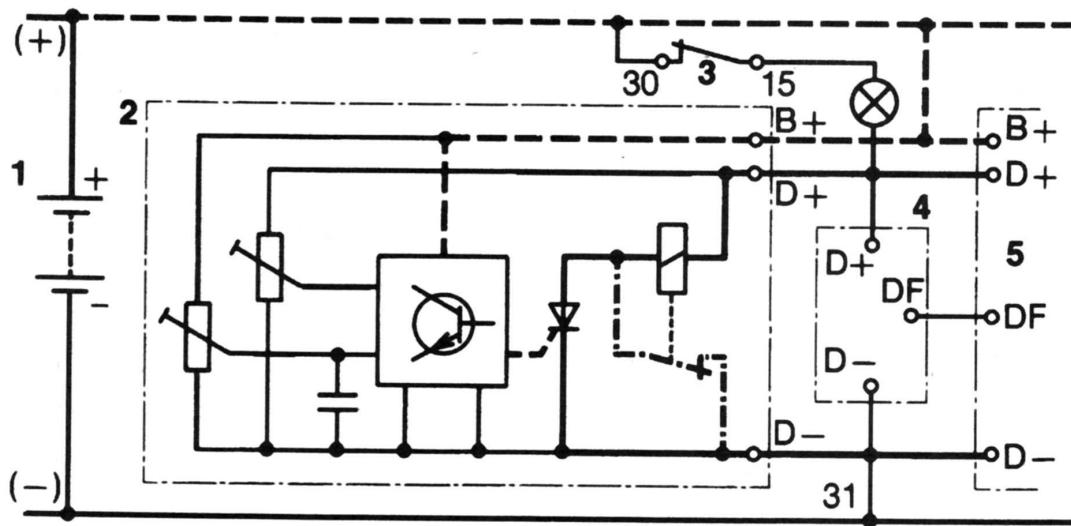
## 5.7. Pārspriegumu aizsardzība

Sprieguma izturība ģeneratoram un sprieguma regulatoram ir pietiekama, ja ģenerators strādā ar pastāvīgi pieslēgtu akumulatora bateriju, kura darbojas kā slodze un kapacitīvs, sprieguma svārstības un impulsus filtrējošs elements. Avārijas situācijās, ģeneratoram strādājot ar atslēgtu akumulatora bateriju, veidojas bīstami pārsprieguma impulsi. Īpaši nepatīkams ir slodzes noslāpēšanas fenomens, kad vairumam patērētāju pēkšņi tiek pārtraukta strāva. Lai paaugstinātu elektroapgādes visas sistēmas drošumu tik veikti papildus pasākumi. Aizsardzībai pret pārspriegumu izmanto trīs risinājumus:

- Zenera diožu pielietošana taisngriezī;
- Izgatavot ģeneratorus un sprieguma regulatorus ar augstāku sprieguma izturību;
- Pārsprieguma aizsardzības ierīču pielietošana.

Modernajiem ģeneratoriem taisngrieža diodes aizstāj ar Zenera diodēm, kas ierobežo jaudīgos pārsprieguma impulsus. Zenera diodes aizsargā ne tikai pašu ģeneratoru, bet arī visu spēkrata elektrosistēmu pret pārspriegumu. Ar Zenera diodēm aprīkoti 14V ģeneratoriem, pārspieguma ierobežošanas spriegums ir 25 līdz 30V. Pašlaik ražotie kompaktā izpildījuma ģeneratori visi ir aprīkoti ar Zenera diožu taisngriežiem.

Viens no ģeneratoru drošuma paaugstināšanas paņēmieniem ir izgatavot ģeneratorus un sprieguma regulatorus ar augstāku sprieguma izturību. Ģeneratoriem izmanto pusvadītāju elementus ar augstāku sprieguma izturību. Šis paņēmiens paaugstina tikai paša ģeneratora drošumu, bet neaizsargā pārējās ierīces, kas ir pieslēgtas spēkrata elektrosistēmai, tām ir nepieciešama atsevišķa aizsardzība.



5.25.att. Pārsprieguma aizsardzība

1 – akumulators; 2 – pārsprieguma aizsardzības ierīce; 3 – aizdedzes atslēgas slēdzis; 4 – sprieguma regulators, 5 – ģeneratori.

Pārsprieguma aizsardzības ierīce ir speciāla elektroniska ierīce, kuru pieslēdz pie ģeneratora +D un -D spailes. Ja ģeneratora izjā ir pārspriegums, aizsardzības sistēma nošuntē (noslāpē) ģeneratora ierosmes spriegumu +D. Bez ierosmes strāvas ģeneratori pārtrauc darboties, rezultātā sistēmas spriegums samazinās. Pēc pārsprieguma aizsardzības ierīces nostrādes, iedegas akumulatora lādēšanas lampiņa, kas signalizē, ka ģeneratori nedarbojas. Pēc ierīces nostrādes paliek atvērts +D šūnējošais tiristor, kas neaizveras, kamēr caur to plūst strāva. Lai ģeneratori atsāktu darbību, ir jāizslēdz aizdedzes atslēga un atkārtoti jāieslēdz.

Pārsprieguma aizsardzības ierīce efektīvi pasargā elektroiekārtas un akumulatoru no pārlādēšanas ja ir bojāts ģeneratori. Piemēram, ja ir caursists sprieguma regulatora izejas tranzistori un ierosmei tiek padota pilna strāva, ģeneratora izejas spriegums būtiski palielinās, rezultātā tiek pārlādēts un sabojāts akumulators un no pārslodzes var sadegt arī paša ģeneratora tinumi, šādos

gadījumos izslīd un deg arī piedziņas siksnes. Pārsriegums var rasties arī tad, ja ir bojātas ierosmes taisngrieža pustulta diodes.

Generatori nav pasargāti no pieslēgšanas ar pretēju polaritāti. Ja pievienojot akumulatoru sajauc vietām spailes, tad sadeg ģeneratora taisngrieža diodes un arī citi elektrosistēmā pieslēgtie pusvadītāju komponenti. Ģeneratora aizsardzībai var būt ieslēgts kūstošais drošinātājs.

## 5.8. Ģeneratora bojājumu cēloņi un to novēršana

Ja ģenerators, vai kāds tā mezglis izgājis no ierindas, par to liecina kontrollampiņa, kas atrodas uz mēraparātu paneļa. No kontrollampiņas darbības var secināt kāds ir ģeneratora bojājums. Informācija par kontrollampiņas darbību un dažādiem ģeneratora bojājumiem, un to novēšanas veidu, apkopota tabulā 5.1.

**5.1. tabula**

<b>1. Neiedegas kontrollampiņa ieslēdzot aizdedzi</b>	
<b>Bojājumu iespējamie cēloņi</b>	<b>Novēršanas veids</b>
1) Izdegusi kontrollampiņa	Nomainīt kontrollampiņu
2) Izdedzis drošinātājs, drošinātāju blokā	Nomainīt drošinātāju
3) Pārtraukta barošanas kēde:	
a) Nepienāk spriegums no spailes „B”	
b) nepienāk spriegums no aizdedzes releja pie spailes „B”	
c) pārrāvums „masas” vadā	

**2. Ieslēdzot aizdedzi un pēc dzinēja iedarbināšanas kontrollampiņa nedeg, akumulators izlādējas**

<b>Bojājumu iespējamie cēloņi</b>	<b>Novēršanas veids</b>
Defekts ierosmes tinuma kēdē:	
1) Pārdedzis drošinātājs	Nomainīt drošinātāju
2) Kontrollampiņa izdegusi vai arī pārtrūcis lodējums	Nomainīt kontrollampiņu, salodēt pārtrūkušo lodējumu
3) Nav "masas" starp korpusu un sprieguma regulatoru	Attīrīsiet no oksīdiem un dubļiem sprieguma regulatora savienojuma vietu ar ģeneratoru
4) Bojāts sprieguma regulators	Nomainīt sprieguma regulatoru
5) Rotora tinuma pārrāvums	Nomainīt rotoru

**3. Kontrollampiņa deg dzinēja darba laikā. Akumulatoru baterija ir izlādēta**

<b>Bojājumu iespējamie cēloņi</b>	<b>Novēršanas veids</b>
1) Vaļīga ģeneratora siksna	Nospriegot ģeneratora siksnu
2) Nav kontakta „+D” un „DF” pievadiem	Pārbaudīt suku nodilumu
3) Nodilušas sukas, kontaktgredzeni virsma oksidējusies	Nomainīt sukas vai visu sprieguma regulatoru, notīrīt oksīda kārtīņu
4) Sadedzis sprieguma regulators	Nomainīt sprieguma regulatoru
5) Sadegušas taisngrieža bloka diodes	Nomainīt diodes vai visu diožu tiltu
6) Sadegušas ierosmes tinuma barošanas diodes	Nomainīt diodes vai visu diožu tiltu
7) Atlodējusies ierosmes tinuma izvadi no kontaktgredzeniem	Pielodēt ierosmes tinuma izvadus pie kontaktgredzeniem

8) Pārrāvums vai īssavienojums ir statora tinumā, īsslēgums uz "masu"	Nomainīt statora tinumus
-----------------------------------------------------------------------	--------------------------

**4. Akumulators izlādējas ekspluatācijas procesā, bet ārēju pazīmju generatora bojājumam nav**

Bojājumu iespējamie cēloņi	Novēršanas veids
1) Bojāts akumulators, akumulatora pievienojuma spaiļu oksidēšanās; nepietiekams elektrolīta līmenis; vienas vai vairākas akumulatora sekciju iziešana no ierindas	Nomainīt akumulatoru, notīrīt oksidējušas virsmas, papildināt elektrolīta līmeni.
2) Netīrumu, eļļas nokļuve uz rotora kontaktgredzeniem, rotora kontaktgredzenu oksidēšanās	Notīrīt rotoru no netīrumiem, eļļas un oksīda kārtiņas
3) Netīrumi, sprieguma regulatora suku saeļlošanās vai vājš kontakts saistībā ar suku pārmērīgu nodilumu	Attīrīt sukas no netīrumiem un eļļas. Nomainīt sukas vai visu sprieguma regulatoru
4) Liels / enerģijas pārtēriņš saistībā ar papildus patērētājiem	Nomainīt esošo ģeneratoru pret jaudīgāku
5) Starpvijumu īsslēgums vai viens no statora tīnumiem pārdedzis	Nomainīt statora tinumus

**5. Kontrollampiņa mirkšķinās dzinēja darbības laikā. Akumulatoru baterija ir pārlādēta**

Bojājumu iespējamie cēloņi	Novēršanas veids
1) Sadedzis sprieguma regulators (īssavienojums starp izeju "DF" un "masu")	Nomainīt sprieguma regulatoru

## **6. Kontrollampiņa deg pusekvēlē dzinēja darbības laikā**

<b>Bojājumu iespējamie cēloņi</b>	<b>Novēršanas veids</b>
1) Bojātas taisngrieža diodes	Nomainīt diožu tiltu

## **7. Paaugstināts ģeneratora troksnis**

<b>Bojājumu iespējamie cēloņi</b>	<b>Novēršanas veids</b>
1) Valīgs ģeneratora skriemeļa uzgrieznis	Pievilkta ģeneratora skriemeļa uzgriezni
2) Nodiluši rotora gultņi	Nomainīt rotora gultņus
3) Suku čerkstoņa	Noslaucīt sukas un kontaktgredzenus
4) Rotora ķeršanās starp statoru	Nomainīt rotoru, statoru. Pievērst uzmanību gultņiem

## **8. Sprieguma regulatora suku un kontaktgredzenu ātrs nodilums**

<b>Bojājumu iespējamie cēloņi</b>	<b>Novēršanas veids</b>
1) Eļļa vai dubļi uz kontaktgredzeniem	Attīrīsiet kontaktgredzenus no dubļiem un eļļas
2) Palielinātā kontaktgredzenu mešana (ovalitāte)	Nomainīt rotoru

## **5. 9. Bojājumi un to novēršana**

Kad ģenerators nedod vajadzīgo spriegumu, vai ir sprieguma svārstības, to nav jāņem ņemt nost no spēkrata, lai veiktu diagnostiku. Pirms ģeneratora diagnostikas jāveic virkne priekšdarbu. Vispirms jāpārbauda kīlsiksas stāvoklis, vai tā nav plaisājusi, vai nav eļļaina, vai tā nav pārāk izstiepta un vairs nevar veikt spriegošanu. Ja kīlsiksna ir bojāta, tad to nekavējoties jānomaina. Sevišķa uzmanība jāpievērš ģeneratora kīlsiksnas spriegojumam, tam ir jābūt atbilstošam katra automobiļa instrukcijai. Ja kīlsiksna ir nenosriegota tā pie paaugstinātas slodzes izslīd un ir dzirdama tās „čīkstēšana”. Ja šādu kīlsiksnu laicīgi nenosriego, tad malas tai apdeg un pāroglojas. Kīlsiksna ar pāroglotām malām vairs „nečīkst”. Tā neveic savas funkcijas arī pēc nospriegošanas. Savukārt, ja kīlsiksna ir pārlieku nosriegota, tā ļoti spēcīgi spiež uz rotora gultņiem, rezultātā samazinās gultņu darba mūžs. Kīlsiksnas spriegojumu mēra ar dinamometru, bet praktiķi izmanto vienkāršotu paņēmienu, ja uz kīlsiksnas stingri uzspiež ar īkšķi, tam nevajadzētu iespiesties dzīlāk par 10 mm. Siksnu rekomendē pārbaudīt ik pēc 10000 km nobraukuma.

Ja siksna ir vesela, sausa un labi nosriegota, pārbaudām akumulatora pievienojuma kvalitāti. Akumulatora spailēm un vadu uzgāļiem jābūt tīriem, vēlams tiem būt ieziestiem ar konsistento ziedi, uzgaļi nedrīkst kustēties. Jāpārbauda arī vads, kas dzinēju savieno ar automobiļa virsbūvi un tā pievienojuma vietas vai tās nav valīgas un oksidējušās. Ja tas viss ir izpildīts un liekas, ka viss ir kārtībā, tad gan var ķerties pie ģeneratora pārbaudes.

Ģeneratora pārbaudei nepieciešams precīzs voltmetrs, vēlams ar ciparu skalu. Pārdošanā ir lēti testeri, bet šādus lietot nevajadzētu, jo tie ne vienmēr rāda precīzi, tā rezultātā var noņemt pat veselu ģeneratoru. Nepieciešams arī ommetrs, kas ļauj mērīt zemu (dažu omu) pretestību. Ērti lietošanā ir speciālie autotesteri.

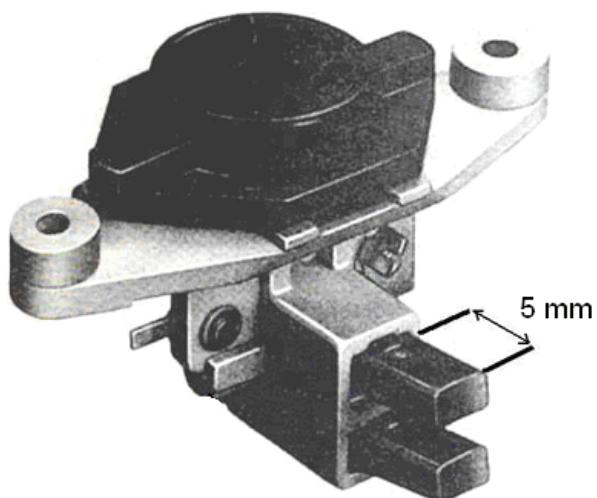
Mērījumus sāk ar sprieguma pārbaudi uz akumulatora spailēm pie ieslēgtas aizdedzes. Tas sasniegs 12.0 – 12.6 V atkarībā no akumulatora uzlādes pakāpes. Jāpārbauda vai ir izslēgti visi strāvas patērētāji (gaismas, aizmugurējā stikla sildītājs, ventilators u.c.). Tad iedarbina dzinēju un vēro sprieguma izmaiņas. Dažas sekundes pēc dzinēja iedarbināšanas spriegums sasniegs 13.5 –14.5 V. Tas arī ir atkarīgs no temperatūras un akumulatora uzlādes pakāpes. Palielinot apgriezienu skaitu, spriegums nedrīkst pieaugt. Ja spriegums pieaug virs 14.5 V, jāpārbauda sprieguma regulators. Ja spriegums ir nepastāvīgs, iespējams, bojātas sukas, vai nav drošs kontakts ģeneratora iekšējos savienojumos starp statora tinumu un taisngriezi, starp taisngriezi un regulatoru, vai arī taisngrieža blokā. Spriegums var lēcienveidīgi mainīties, ja ir sliks kontakt斯 akumulatora spailēs vai arī sliks ģeneratora un akumulatora savienojums ar masu, kā arī dzinēja savienojums ar masu.

Dzinējam darbojoties, ieslēdz tuvās gaismas. Mazlitrāžas dzinējam nedaudz kritīsies apgriezieni, tas nozīmē, ka ģenerators strādā. Izmēra spriegumu pie tukšgaitas apgriezieniem, tas nedrīkstētu nokristies zem 13V. Palielinot apgriezienus, spriegumam jāsasniedz nominālā vērtība 13.5 –14.0 V. Papildus tuvajai gaismai ieslēdz tālo gaismu, ja ģenerators ir mazjaudas (45A), spriegums nedaudz samazināsies. 60 ampēru ģeneratoram sprieguma pazeminājums nebūs jūtams.

Ja pie ieslēgtām tuvajām gaismām spriegums tukšgaitā nokrīt zem 12V un, palielinot apgriezienus, proporcionāli pieaug līdz nepilniem 13V, bojāts ģenerators, tas neattīsta pilnu jaudu. Šajos gadījumos iespējams bojājums praktiski jebkurā ģeneratora mezglā. Bieži vien bez īpašas aparatūras bojājumu atrast nav iespējams (īsslēgti tinumi, slēpti defekti taisngrieža blokā u.c.).

## Sprieguma regulatora pārbaude

Sprieguma regulatoru nav lietderīgi remontēt, bet gan to jānomaina pret jaunu. Savukārt, ja ir nodilušas tikai sukas, tad tās var nopirkt un nomainīt. Lai pārbaudītu suku stāvokli, jāizņem sprieguma regulators no ģeneratora. Jāatskrūvē divas regulatora stiprinājuma skrūves un uzmanīgi, lai nesabojātu sukas, to izņem. Ja sukas ir īsākas par 5 mm, tās jānomaina.

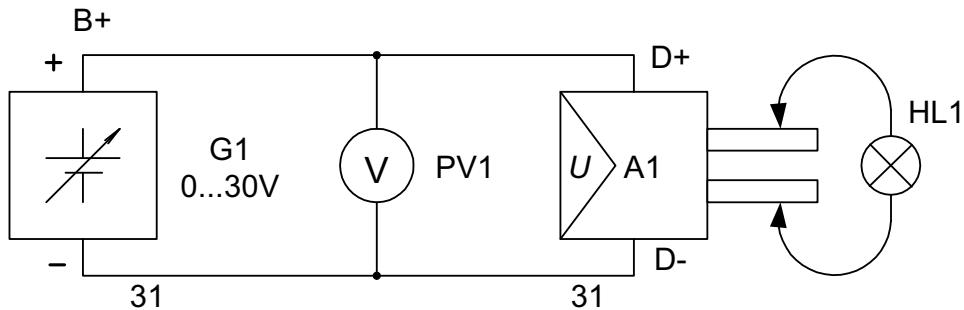


5.26.att. Sprieguma regulators

Tomēr nespeciālistam suku nomaiņu pašam veikt nevajadzētu, labāk nopirkt jaunu regulatoru. Ja sukas maina, tad jāiegādājas sertificētas rezerves daļas, jālieto sukas ar atbilstošam īpašībām. Nedrīkst lietot sukas ar lielu īpatnējo pretestību, kā arī zemu grafīta un vara saturu (tādas ir pieejamas rokas elektroinstrumentu rezerves daļu komplektos). Ja lieto šādas sukas, samazinās ģeneratora jauda un tiek sabojāti rotora kolektora gredzeni. Lodējot suku mīkstos pievadus, darbs ir jāizpilda kvalitatīvi, lodējumam jābūt stabilam, nedrīkst lietot agresīvus kušņus. Lodējot, suku pievadi nedrīkst piesūkties ar lodēšanas produktiem un kļūt cieti, šai gadījumā sukas ilgi nekalpos. Kad sukas pārbaudītas,

sprieguma regulators ar otu jāattīra no putekļiem, ar dzēšgumiju jānotīra regulatora kontaktvirsmas un ģeneratora taisngriežu bloka atsperīgais kontakts. Ja oksidējusies ģeneratora vāka kontakta virsma, tā jānotīra ar smalku smilšpapīru. Tagad sprieguma regulatoru var piestiprināt ģeneratoram. Kontakta virsmas vēlams pārklāt ar plānu eļļas kārtiņu.

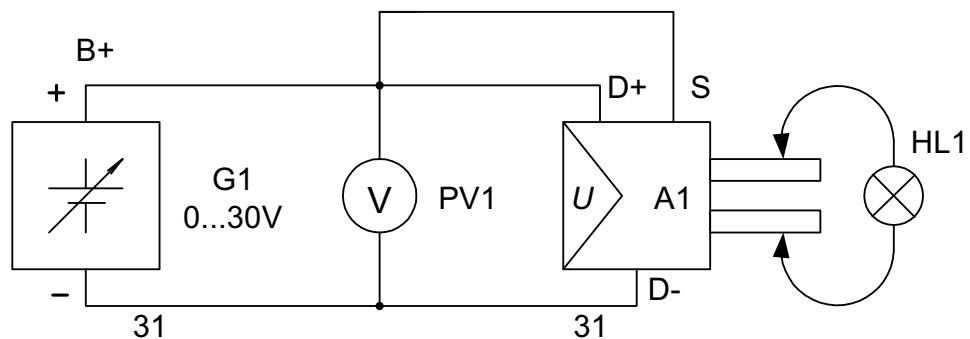
Sprieguma regulatoru var pārbaudīt nenoņemot no ģeneratora. Pārbaudei nepieciešams līdzstrāvas voltmetsrs ar skalu no 0 līdz 30 voltiem. Motoram, kurš strādā pie vidējiem apgriezieniem un papildus ieslēgtiem tuvās gaismas lukturiem, izmēra spriegumu tieši uz akumulatora spailēm. Spriegumam jābūt 13.5 ... 14.2 V robežās. Gadījumā, ja ir novērojama sistemātiska sprieguma maiņa un regulējamais spriegums neiekļaujas norādītajās robežās, iespējams, ka sprieguma regulators ir bojāts, un viņu nepieciešams nomainīt. Lai pārliecinātos vai ir bojāts regulators, tas jānoņem no ģeneratora un jāveic tā pārbaudi. Katram sprieguma regulatora tipam ir atbilstoša pārbaudes slēguma shēma, satīt 5.27. līdz 5.29. attēlus.



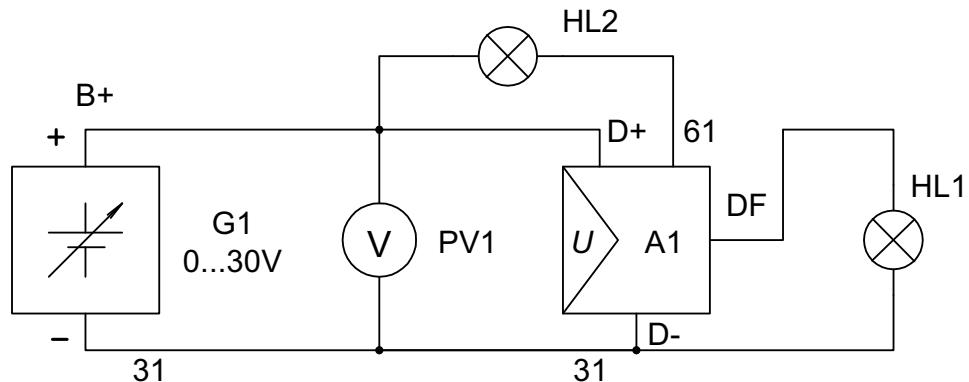
5.27.att. **Sprieguma regulatora pārbaudes shēma**

Sprieguma regulatoru vislabāk pārbaudīt ar regulējamu līdzstrāvas avotu, kuram var spriegumu mainīt no 0 līdz 30 V. Starp abu suku galiem pievieno 1...3 W, 12 V lampiņu. Pie „+D”, „-D” un pie regulatora masas pievieno barošanas avotu

sākumā ar spriegumu 12.0 V, lēnām palielinot spriegumu līdz 15 V. Ja regulators ir kārtībā, tad pie 12.0 V lampai ir jādeg, bet pie sprieguma 14.0 līdz 14.5V tai jānodziest. Ja lampa deg abos gadījumos pie 12.0 V un 15 V, tad regulators ir bojāts (sadedzis), bet, ja nedeg abos gadījumos pie 12.0 V un 15V, tad regulatorā iespējams pārrāvums vai nav kontakta starp sukām un sprieguma regulatora izejām.



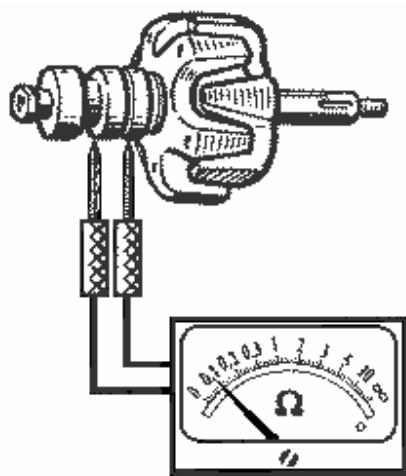
5.28. att. Mitsubishi ģeneratora sprieguma regulatora pārbaude



5.29. att. Ārējā sprieguma regulatora pārbaude

## **Rotora tinumu pārbaude**

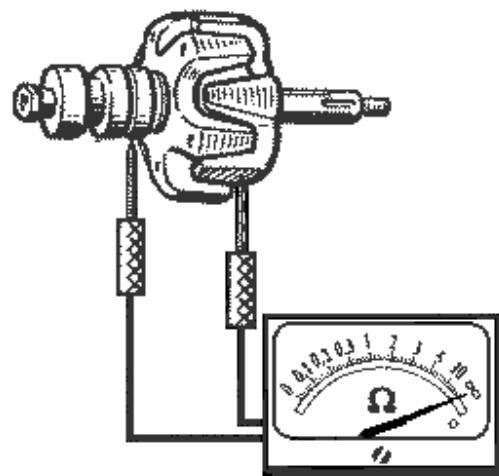
Rotora tinumu pārbaudei izmanto ommetru. Rotora pretestību izmēra ar ommetra mērtaustiem pieskaroties pie rotora gredzeniem, 5.30.attēls. Ja rotors ir kārtībā, tad ommetrs uzrādīs pretestību, kura var būt robežās no  $1.8 \dots 5 \Omega$ . Ja ommetrs parādīs bezgalīgi lielu pretestību, tas nozīmē, ka ierosmes tinuma ķēdei ir pārrāvums. Visizplatītākais ir ierosmes tinuma galu atlodēšanās no kontaktgredzeniem. Tādēļ nepieciešams uzmanīgi pārbaudīt šī lodējuma kvalitāti, kā arī gredzenu stāvokli, vai tie nav pārāk nelīdzeni. Nelīdzenas kontaktgredzenu virsmas izraisa sprieguma regulatora suku pastiprinātu dilšanu, kā arī palielinātas sprieguma svārstības.



**5.30.att. Rotora tinuma pretestības pārbaude**

Tinuma sadegšanu var ieraudzīt arī vizuāli, par to liecina tumšas krāsas pleķi uz tinumiem, ja pleķus patīrot nāk nost tinumu izolācija, ir skaidrs, ka tinums dedzis. Pēc tinumu pretestības pārbaudes, jāpārbauda tinumu izolācijas pretestība pret „masu”. Viens ommetra mērtausts jāpieliek pie jebkura kontaktgredzena, bet otrs pie rotora korpusa 5.31.attēls. Ja pretestība ir ļoti liela, tiecās uz bazgalību,

tinuma izolācija pret korpusu ir kārtībā. Ja ir bojāti tinumi un tie slēdzas kopā ar „masu”, ommetrs parādīs pretestību tuvu 0. Bojāto rotoru jāaizstāj ar jaunu.

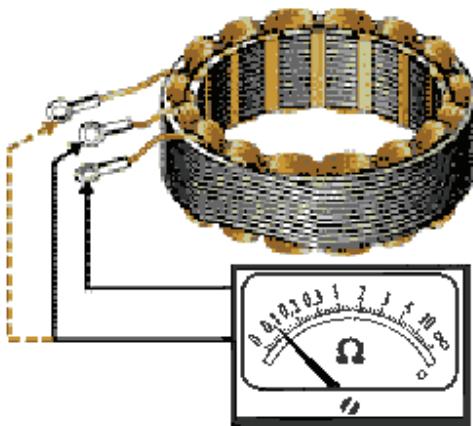


**5.31.att. Rotora tinumu slēguma pārbaude uz „masu”**

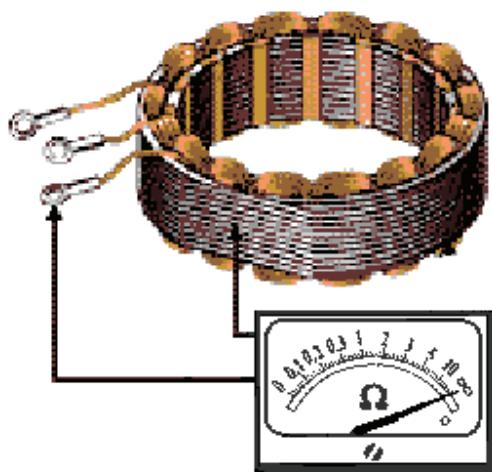
### **Statora tinumu pārbaude**

Statoru pārbauda pilnīgi atsevišķi, tā tinumu galus atvieno no taisngrieža diodēm. Pirmkārt, ar vizuālu apskati jāpārliecinās vai nav deguši tinumi, tiem ir raksturīga degušas izolācijas smaka un pakasot ar nagu, atdalās to izolācijas laka. Tinumi parasti deg, ja ir sadegušas taisngrieža tilta diodes. Degušu statora tinumu jāpārtin vai jānomaina ar jaunu. Otrkārt, ar ommetru jāpārbauda, vai statora tinumos nav pārrāvumu. Tā kā statora tinumu pretestība ir oma daļas, tad ar ommetru varēs konstatēt tikai pārrāvuma faktu. Mērot pretestību starp visiem trijiem izvadiem dažādās kombinācijās, ommetram jāuzrāda pretestība tuva nullei. Ja konstatēts pārrāvums, stators jāmaina vai jāpārtin 5.32.attēls. Ja nav degšanas pazīmju un nav tinuma pārrāvumu, tad ar ommetru pārbaudām katras tinuma

slēgumu ar statora korpusu „masu”, 3.33.attēls. Ja tinuma elektriskā izolācija kārtībā, tad ommetrs parāda bezgalīgi lielu pretestību.



5.32.att. Statora tinumu pretestības pārbaude

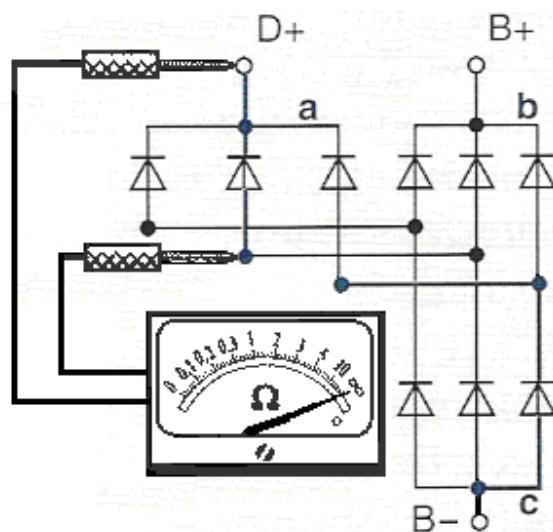


5.33.att. Statora tinumu izolācijas pārbaude pret „masu”.

#### Taisngrieža diožu tilta pārbaude

Taisngrieža tilta diožu pārbaudi parasti veic tās atvienojot no statora. Pēc ģeneratora shēmas redzams, ka taisngrieža tiltam pieejamas sešas pieslēguma

vietas, kas ļauj pārbaudīt katru diodi atsevišķi. Katrai diodei ar ommetru pārbauda pretestību abos virzienos. Vienā virzienā ommetram jāuzrāda bezgalīga pretestība, otrā virzienā diode uzrāda vadītspēju, 5.34.attēls. Vesela diode strāvu laiž tikai vienā virzienā. Sadegusi diode var vispār strāvu nelaist nevienā virzienā vai laist abos virzienos. Ja diode strāvu laiž abos virzienos, tad notiek īssavienojums, kas nereti noved pie tinumu sadegšanas. Ja bojāta viena no taisngrieža diodēm tad lietderīgi būtu nomainīt visu taisngrieža tiltu. Ja tomēr ir piejamas tādas pašas veselas diodes, tad tās var nomainīt, tikai nedrīkst sajaukt pozitīvā un negatīvā pustilta diodes, jo vienām ir „+” uz masu, otrām „-” uz masu. Izpresējot un iepresējot, diodes nedrīkst tās sist ar āmuru.

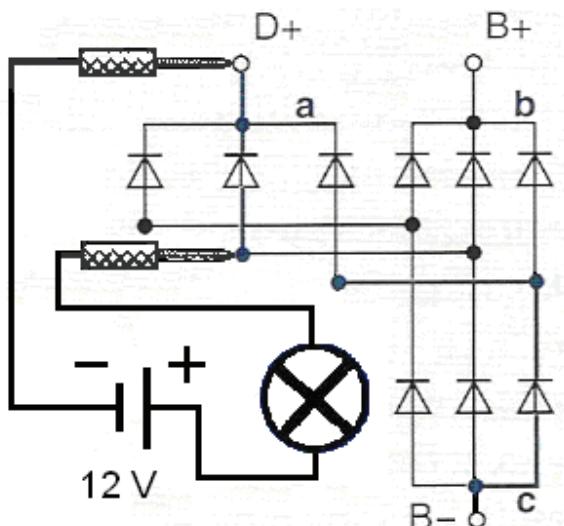


5.34.att. Taisngrieža tilta diožu pārbaude

Nedrīkst izdarīt secinājumus par diodes uzrādīto pretestību omos, jo uz skalas tie varētu būt vairāki desmiti vai pat simti omu, atkarībā no ommetrā lietotās baterijas sprieguma. Tas novērojams tādēļ, ka uz taisngrieža diodes veidojas aptuveni 0,7 V

liels sprieguma kritums. Ja, pārbaudot ar ommetru, visas diodes izrādās darba kārtībā, tas vēl nenozīmē, ka taisngrieža tilts ir nevainojams.

Pēc pārbaudes ar ommetru šo pašu pārbaudi veic ar akumulatora un lampiņas palīdzību, 5.35.attēls. Pārbaudei pietiekama būs 21 W un 12 V lampiņa. Jaudas diožu grupu b un c pārbaudei ieteicams lietot pat 100 W spuldzi. Vadītspējas virzienā spuldzei jākvēlo ar pilnu kvēli, pretējā virzienā tā nedrīkst kvēlot. Pārbaudot jaudas diodes b un c, papildus ieteicams pa taisngrieža tiltu padauzīt ar skrūvgrieža rokturi, lai pārliecinātos vai diožu iekšienē nav nestabils kontakts.



5.35.att. Taisngrieža tilta pārbaude ar spuldzi

Lai iegūtu pilnīgu priekšstatu par diožu darbaspejām, iepriekš minēto pārbaudi jāveic arī ar līdz 100 grādiem uzsildītu taisngrieža bloku, jo diožu iekšējie pārrāvumi reizēm mēdz izpausties tikai paaugstinātā temperatūrā. Ja kaut viena no deviņām diodēm būs bojāta, ģeneratorrs normāli nestrādās. Parasti bojājumi novērojami jaudas diožu grupām b un c, jo tās strādā smagos apstāklos. Šo diožu

bojājuma gadījumā varēs novērot akumulatora kontrollampiņas vāju kvēli, palielinot dzinēja apgriezienus. Automobiļos, kur šo kontrollampiņu aizvieto gaismas diode, vai arī kontrollampiņas ķēdē ieslēgta diode, kontrollampiņas iekvēlošanās nebūs novērojama. Diožu grupa a parasti nemēdz iziet no ierindas, jo to slodze ir nemainīga, tās nodrošina ar strāvu tikai ierosmes tinumu, tikai korozija var sabojāt šo pustiltu.

Taisngrieža tilta diožu stāvokli var arī pārbaudīt, neizjaucot ģeneratoru, bet tikai noņemot sprieguma regulatoru. Šai gadījumā var pārbaudīt tilta slēgumu ac un bc kopumā.

### **Gultņu pārbaude**

Ģeneratora gultņu mezglos parasti izmanto slēgtos radiālos lodīšu gultņus, kuri jau ir saeļloti ar konsistento ziedi.

Gultņu pārbaude jāsāk ar ārēju apskati, iespējams ir plaisas kādam no gultņa gredzeniem. Jāskatās vai gulnis nav bijis pārkarsis, to var redzēt pēc gultņa krāsas, varbūt tas ir korodējis utt. Jāpārbauda arī griešanās vieglums un vai tam nav liela spēle. Ja ir atrasta kāda no šīm pazīmēm, tad šāds gulnis ilgi nekalpos un tas ir nekavējoties jānomaina. Gultņa pastiprinātu dilšanu un tā iziešanu no ierindas mēdz izraisīt pārlieku liels ģeneratora siksnes nospriegojums. Tādēļ arī šim faktoram ir būtiska nozīme gultņu kalpošanas resursa palielināšanai.

## **6. DZINĒJA IEDARBINĀŠANAS IEKĀRTA**

Lai iedarbinātu benzīna dzinēju, kloķvārpsta ir jāgriež ar ātrumu no 60 līdz 100 apgriezieniem minūtē, bet lai iedarbinātu dīzeļdzinēju kloķvārpstas ātrumam jābūt 80 līdz 200 apgriezieniem minūtē. Parasti starteris dzinēja kloķvārpstu griež daudz ātrāk. Iekšdedzes dzinēju iedarbināšanai parasti izmanto elektrisko starteri, kas ir speciāli aprīkots līdzstrāvas elektrodzinējs un to darbina ar akumulatoru. Griezes moments no startera motora uz dzinēja kloķvārpstu tiek pārvadīts ar zobratru palīdzību. Pārnesuma skaitlis startera zobraziņam un spararata zobvainagam ir robežas no 10:1 līdz 20:1.

### **6.1. Starteris**

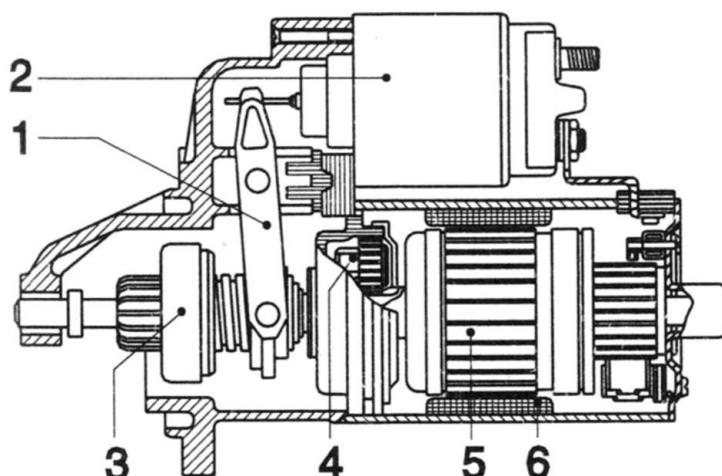
Galvenās prasības starterim:

- Vienmēr darboties spējīgs;
- Arī ekstrēmos apstākļos jānodrošina pietiekama jauda;
- Stabila mehāniskā konstrukcija;
- Neliels svars, mazi izmēri;
- Nav nepieciešama apkope;
- Ilgmūžīgs.

Startera galvenās sastāvdaļas ir:

- Elektromotors;
- Sazobes piedziņas mehānisms;
- Apsteidzes sajūgs, brīvrumba.

Starteriem vairums gadījumos izmanto *virknes slēguma* līdzstrāvas elektromotoru. Motora enkuram sākot griezties ir vislielākā strāva. Virknes slēgumā caur rotora un statora tinumu plūst viena un tā pati strāva, veidojas spēcīgs magnētiskais lauks, rezultātā elektromotors nodrošina ļoti lielu palaišanas griezes momentu. Virknes slēguma motoriem vislielākais griezes moments ir pie maziem apgriezieniem. Ja elektromotora enkurs nav noslogots, apgriezieniem kāpjot sāk samazināties strāvas patēriņš, samazinās motora griezes moments un turpina bezgalīgi palielināties apgriezieni. Virknes slēguma galvenā priekšrocība ir lielais griezes moments pie maziem apgriezieniem, lielākais trūkums, joņošana bez slodzes.



#### 6.1.att. DW tipa starteris ar reduktoru un pastāvīgās ierosmes motoru

1 – ievilcēja svira; 2 – ievilcēja relejs; 3 – brīvrumba ar zobratru; 4 – planetārais reduktors; 5 – enkurs; 6 – stators ar pastāvīgajiem magnētiem.

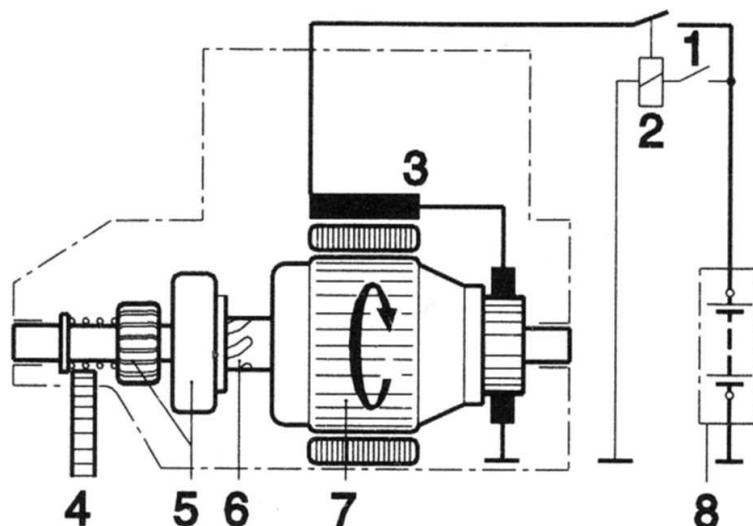
*Paralēlās slēguma* līdzstrāvas elektromotoriem enkura tinumi un statora tinumi saslēgti paralēli. Katrā tinumā plūst sava strāva, statora strāva gandrīz nemainīga, mainās tika enkura strāva. Paralēlā slēguma elektromotoram pie visiem

apgriezieniem ir gandrīz vienāds griezes moments. Strādājot bez slodzes, motors sasniedz noteiktus apgriezienus.

*Jauktais slēgums* sevī apvieno virknes un paralēlā slēguma priekšrocības. Motors attīsta lielu griezes momentu pie maziem apgriezieniem un brīvgaitā nejoņo. Jaukta slēguma motoriem var izveidot speciālus slēgumus, kur tinumi var izpildīt papildus funkcijas, piemēram, kā tas ir izdarīts divpakāpju bīdes starterim.

*Pastāvīgās ierosmes* motoriem statora tinumu vietā ir magnēti. Šim motoram mehāniskā raksturlīkne ir tāda pati kā paralēlās ierosmes motoriem, no apgriezieniem gandrīz nemainīgs griezes moments.

Modernajiem spēkratiem, lai samazinātu startera izmērus un masu, *izmanto starterī iebūvētu reduktoru*, rezultātā startera motors var strādāt ar lielākiem apgriezieniem un attīstīt lielāku jaudu. Starterim ar reduktoru ir līdz 40% mazāks svars salīdzinot ar tiešās piedziņas starteri.

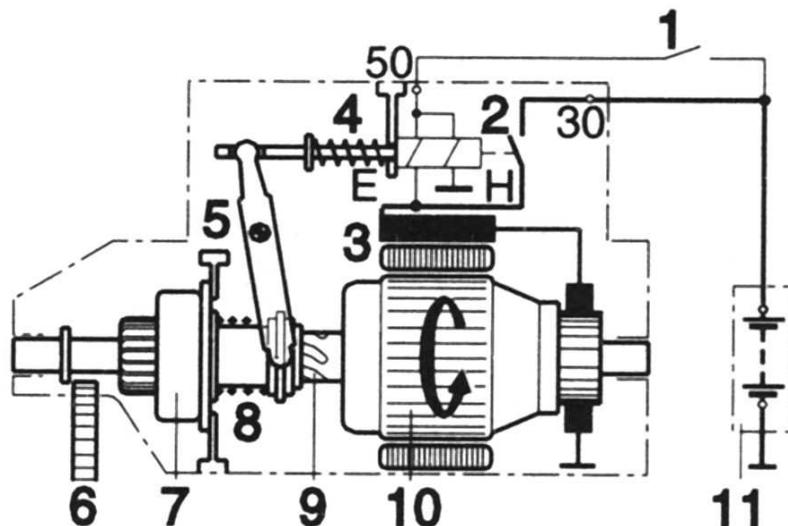


6.2.att. Vītnes piedziņas starteris

1 – startera slēdzis; 2 – startera relejs; 3 – ierosmes tinums; 4 – spararats; 5 – zobrajiņš ar brīvrumbu; 6 – vītnveida rievsalāgojums; 7 – enkurs; 8 – akumulators.

*Vītnes piedziņas vai inerces sazobes starteris ir vienkāršākais startera veids.*

To izmanto nelielas jaudas iekšdedzes dzinēju iedarbināšanai, laivu motoriem, zāles plāvējiem, motocikliem utt. Izgatavo ar vītnes ierosmes elektromotoru, bet ļoti mazas jaudas starterim var būt motors ar pastāvīgiem magnētiem. Zobratiņš ar brīvrumbu 5 aksiālā virzienā slīd pa rotora vārpstas vītnveida rievsalāgojumu 6. Ieslēdzot starteri, elektromotora enkurs sāk brīvi rotēt, bet brīvrumbas rotācija inerces dēļ aizkavējas. Pārvarot atsperes spēku, zobratiņš 5 pa vītni 6, tiek iestumts sazobē ar spararatu 4, līdz atdures paplāksnei. Šai brīdī griezes moments no enkura tiek pārnests uz dzinēja spararatu 4 un dzinējs tiek iedarbināts.



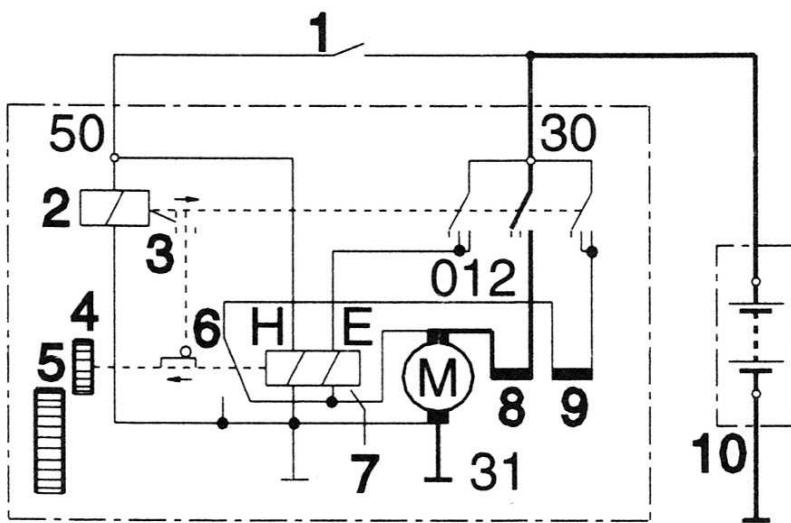
**6.3.att. Bides –vītnes piedziņas starteris**

1 – startera slēdzis; 2 – ievilcēja releja kontakti; 3 – ierosmes tinumi; 4 – atspiedēja atspere; 5 – ievilcēja svira; 6 – spararats; 7 – brīvrumba ar zobratru; 8 – atspere; 9 – vītnveida rievsalāgojums; 10 – enkurs; 11 – akumulators.

Tiklīdz dzinējs ir iedarbināts, startera zobratiņš 5 sāk rotēt ātrāk kā enkurs, rezultātā zobratiņš ar atsperes spēku tiek izstumts no sazobes. Brīvrumba nepieļauj

dzinējam startera enkuru iegriezt ātrāk. Atspiedējatspere nodrošina zobrau maigāku ieslēgšanos sazobē un ātru tā atspiešanu atpakaļ pēc startera atslēgšanas.

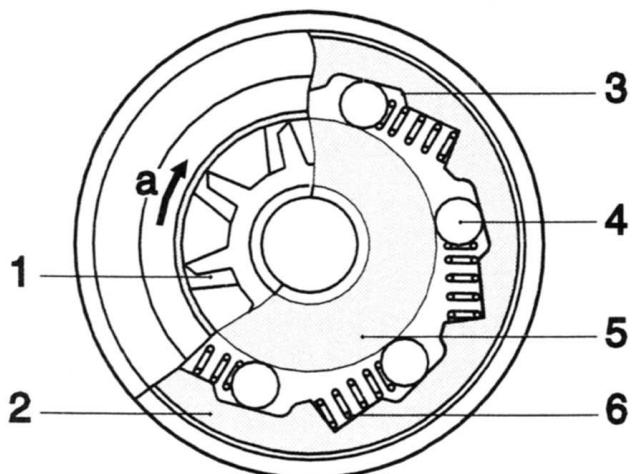
*Bīdes – vītnes piedziņas* starteris ir klasiskais startera tips. Ieslēdzot startera slēdzi strāva tiek padota ievilcēja releja ievilcēja tinumam un noturtinumam. Tinumu magnētiskais lauks pievelk ievilcēja enkuru. Ievilcēja svira izbīda ārā startera zobraņu. Kad zobraņš ir iebīdīts sazobē ar spararatu, tiek saslēgti ievilcēja releja kontakti. Sāk plūst strāva caur startera motora statora un enkura tinumu. Startera motora enkuram pagriežoties zobraņš pa vītni tiek iebīdīts sazobē līdz galam. Griezes momenta no startera enkura tiek pārvadīts uz spararatu. Kad iekšdedzes dzinējs sāk darboties pats, zobraņa brīvrumbas rullīši pārtrauc griezes momenta pārvadīšanu. Izslēdzot aizdedzes slēdzi, zobraņš tiek izvilkts no sazobes ar spararatu.



6.4.att. Divpakāpju bīdes startera elektriskā shēma

1 – startera slēdzis; 2 – vadības relejs; 3 – sprostsvira; 4 – zobrauts; 5 – spararats; 6 – pārslēdošais vadības kontakts; 7 – ievilcēja relejs ar iavelkošo un noturošo tinumu; 8 – virknes tinums; 9 – paralēlais tinums; 10 – akumulators.

*Divpakāpju bīdes* starterus izmanto vidējas un lielas jaudas dzinēju iedarbināšanai. Starterim darbojoties pirmajā pakāpē, startera zobrai tiek iebīdīts sazobē lēni griežoties. Startera darbības otrajā pakāpe sākas tad, kad ievilcēja releja asij pievienotā atslēdzējsvira pabīda sprostsvisoru, kura notur atslēgtā stāvoklī jaudas kontaktu plāksni. Kontakti saslēdzas un tiek padota strāva uz statora tinumu un virknē slēgto enkuru. Startera motors sāk darboties ar pilnu jaudu. Ievilcēja relejs paliek ieslēgts un zobrai notur sazobē tik ilgi, kamēr ieslēgts startera slēdzis. Lielā griezes momenta pārvadīšanai, šādos starteros izmanto lameļu sajūgu.



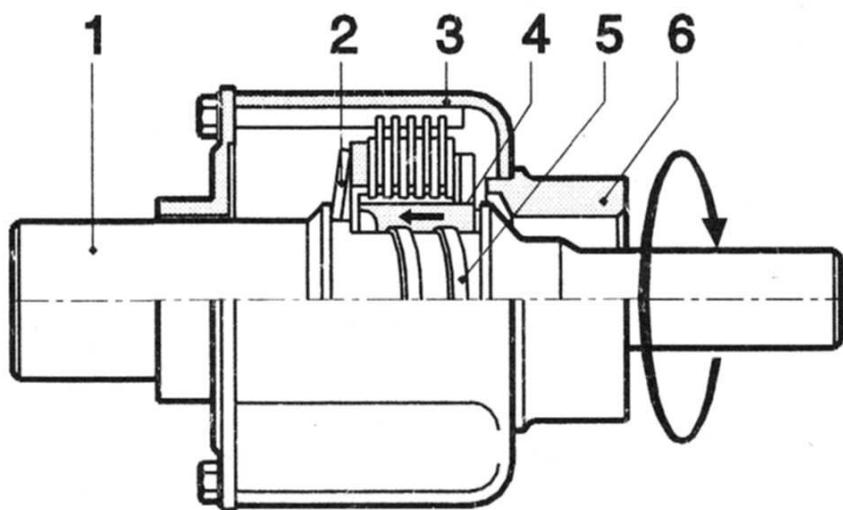
#### 6.5.att. Rullīšu tipa brīvrumba

1 – zobrai; 2 – korpuiss; 3 – rullīšu ievadvirsma; 4 – rullītis; 5 – zobrai vārpsta; 6 – atspere.

*Apdzīņas sajūgs, vai brīvrumba, nepieļauj iekšdedzes dzinējam griezt startera motoru ar palielinātu ātrumu brīdī, kad dzinējs sāk darboties, un pasargā no sabojāšanas.*

*Rullīšu tipa brīvrumba* praksē ir visizplatītākā. To izmanto galvenokārt maza un vidēja izmēra starteros ar jaudu līdz 2,5kW. Kad griezes moments tiek pārnests

no startera motora uz iedarbināmo dzinēju, rullīši 4 nosprūst starp apdziņas sajūga korpusu 2 un zobrafa vārpstu 5. Tiklīdz iekšdedzes dzinējs sāk strādāt, rullīši 4 atbrīvojas un zobraatiņš 1 var rotēt ātrāk par sajūga korpusu 2. Brīvrumba nodrošina pilnīgu griezes momenta pārnešanu tikai vienā virzienā, pretējā virzienā zobrafa vārpsta izslīd.

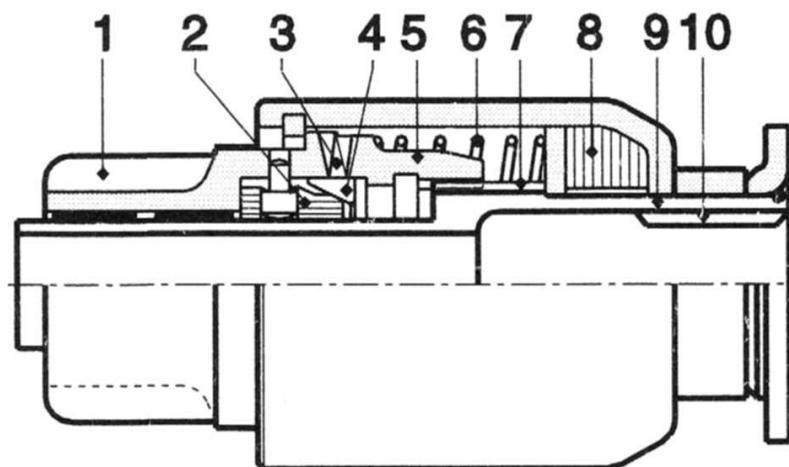


**6.6.att. Lameļu sajūgs**

1 – piedzītā vārpsta, savienota ar zobrafu; 2 – saspiedošā atspere; 3 – ārējais plašu piedziņas korpuiss; 4 – iekšējais sajūga uzgrieznis ar platēm; 5 – vītne; 6 – piedziņas gals, savienots ar enkuru.

*Lameļu tipa apsteidzes sajūgu* izmanto komerctransporta lielajos starteros. Lameļu sajūgs aizsargā startera motoru no pārslodzes un pārmērīga ātruma, kad dzinējs tiek iedarbināts, bet sazobe nav atslēgta. Tāpat kā automātiskajā ātrumkārbā ir ārējā un iekšējā stiprinājuma lameles. Lameles veido paketi, kur tās izvietotas secīgi, viena ārējā, viena iekšējā utt. Ārējās lameles ir iestiprinātas korpusā, kas savienots ar startera motora enkuru. Iekšējās lameles savienotas ar uzgriezni, caur

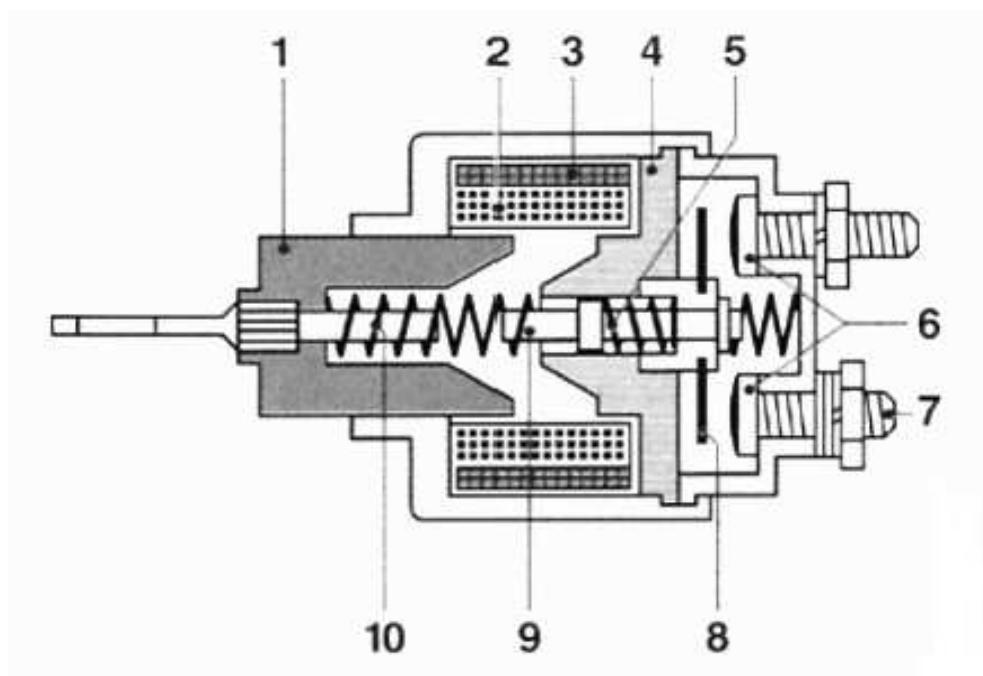
kuru griezes moments tiek pārnests uz startera zobraņu. Lameles aksiālā virzienā brīvi pārvietojas, tās var saspiest kopā un pārnest noteiktu griezes momentu. Spiedienu, kas saspiež lameles rada startera motors ar vītnes palīdzību, griezes spēku pārveidojot aksiālajā kustībā un spēkā. Ja tiek pārsniegts pieļaujamais griezes moments, lameles izslīd. Kad dzinējs tiek iedarbināts, ar vītnes palīdzību lameles atbrīvojas un berze samazinās. Startera enkurs tiek aizsargāts no pārāk lieliem apgriezieniem, jo startera zobrasts paliek sazobē tik ilgi, kamēr ieslēgts startera slēdzis.



#### 6.7.att. Radiālais zobju apdziņas sajūgs

1 – zobrasts; 2 – atsvars; 3 – radiālais zobs; 4 – atslēgšanas gredzens; 5 – sajūga uzgrieznis; 6 – atspere; 7 – vītne; 8 – gumijas atbalsts; 9 – blīvslēgs; 10 – rievsalāgojums.

Radiālo zobju apdziņas sajūgu izmanto lielas jaudas divpakāpju bīdes starteros.



**6.8.att. Ievilcēja relejs**

1 – enkurs; 2 – ievilcēja tinums; 3 – noturtinums; 4-elektromagnēta serdenis; 5 – kontaktu plāksnes piespiedējatspere; 6 – kontakti; 7 – kontaktu skrūves; 8 – kontaktplāksne; 9 – slēdzējass; 10 – atspiedējatspere.

Ievilcēja releji ir ar vienu tinumu un ar diviem tinumiem. Šodien galvenokārt izmanto ievilcēja relejus ar diviem tinumiem. Viens tinums ir iavelkošais, bet otrs noturtinums. Kad ieslēdz startera slēdzi, strāva plūst pa abiem tinumiem un rada spēcīgu magnētisko lauku, kas ievelk releja enkuru iekšā. Releja enkurs piespiež slēdzējas un kontaktplāksne 8 saslēdz kontaktus 6. Iavelkošā tinuma otrs gals šai brīdī tiek saslēgts ar spaili 30 un tinums ar caur kontaktiem 6 ir nošuntēts, magnētisko lauku ievilcēja relejam uztur tikai noturtinums, kas paliek pieslēgts spriegumam. Šādā veidā tiek ievērojami atslogots akumulators un startera slēdzis. Ievilcēja tinums parasti tiek izgatavots no ievērojami resnāka vada, kā noturtinums.

## **6.2. Startera aizsardzība**

Startera jauda un akumulatora baterijas izmērs ir saskaņoti. Palielinot akumulatoru, siltuma slodze strāvu vadošajās daļās un mehāniska slodze griezes momentu pārnesošajās daļās pieaug. Tāpēc katram startera tipam ir noteikts maksimāli pielaujamais akumulatora izmērs. Starteris ir konstruēts tikai īslaicīgai darbībai, ja aukstā laikā jāiedarbina dzinējs, startera darba periods var paildzināties un starteris darbosies ar paaugstinātu siltuma slodzi. Šai gadījumā, starteris jādarbina ar pārtraukumiem un jāatdzesē. Lielas jaudas starteriem var būt iebūvēta temperatūras aizsardzība, kas atslēdz starteri, ja temperatūra pārsniedz pieļaujamo. Tas sevišķi aktuāli autobusiem, autonomajām elektrostacijām, iekārtām, kuras tiek vadītas no attāluma un vadītājs nevar tieša veidā uzraudzīt startēšanas procesu.

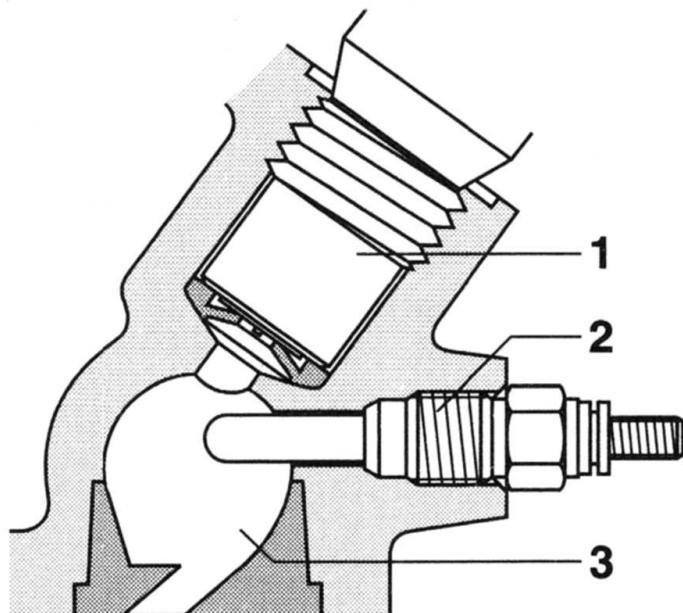
*Startera bloķējošais relejs* aizsargā starteri no ieslēgšanas, ja dzinējs strādā, vai atslēdz startēšanu, ja dzinējs jau ir sācis strādāt. Lai konstatētu vai dzinējs darbojas, startera bloķēšanas relejs izmanto ģeneratora spriegumu + D, kas parādās brīdī, kad dzinējs sāk strādāt un pazūd, ja apstādina dzinēju. Startera bloķēšanas relejā iebūvētais laika relejs nepieļauj atkārtotu dzinēja startēšanu, kamēr dzinēja kloķvārpsta vēl rotē.

*Atkārtotā starta* relejs pārtrauc startēšanas procedūru, ja starteris nevar saslēgties sazobē ar spararatu, bet startera slēdzis ir ieslēgts. Šis relejs nepieļauj strāvas padevi startera motoram, kamēr starteris nav saslēdzies sazobē.

## **6.3. Papildus ierīces dīzeļdzinēju iedarbināšanai**

Dīzeļdzinējiem izmanto kompresijas aizdedzi. Dzinēja darba laikā degkamerā iesmidzinātā degviela uzliesmo pati, jo saspiežot gaisu tas uzkarst līdz  $800^{\circ}\text{C}$ . Iedarbinot aukstu dīzeļdzinēju, bet īpaši, ja dzinējs ir ar degvielas

iesmidzināšanu priekškamerā vai virpuļkamerā, iedarbināšana var būt apgrūtināta. Lai atvieglotu dzinēja iedarbināšanu, izmanto priekšsildīšanas sistēmu, kas uzsilda degkameru pirms iedarbināšanas. Priekšsildīšanai parasti izmanto kvēlsveces.



#### 6.9.att. Kvēlsvece turbulences kamerā

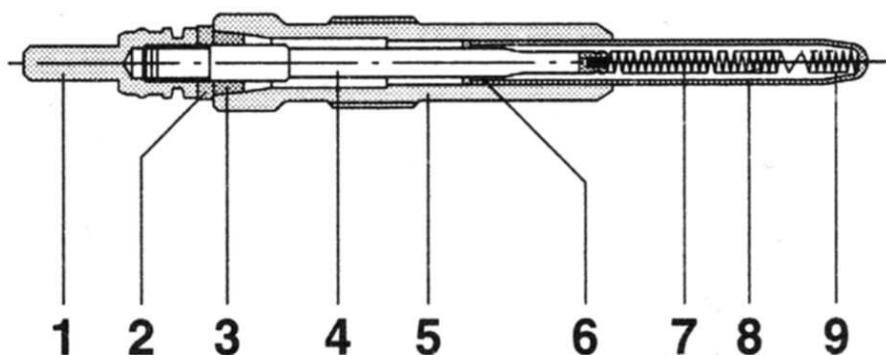
1 – degvielas sprausla; 2 – kvēlsvece; 3 – turbulences kamera.

Kvēlsveces darbību var apskatīt divās fāzēs:

- Starta fāzē;
- Pēcstarta fāze.

*Starta fāzē* kvēlsvece uzkarst līdz startēšanas temperatūrai, aptuveni 850°C un tam jānotiek pēc iespējas ātri. Kvēlsvece izvietota degkamerā, lai nodrošinātu degmaisījuma uzliesmošanu. Modernās kvēlsveces uzkarst līdz nepieciešamajai temperatūrai aptuveni 4 sekundēs.

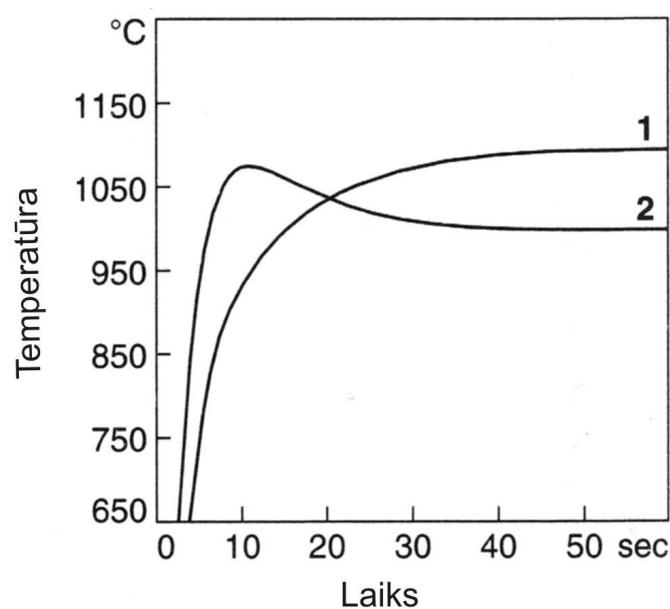
*Pēcstarta fāzē* kvēlsveci turpina īslaicīgi darbināt pēc dzinēja iedarbināšanas, lai uzlabotu dzinēja darbību, kamēr samazinās zilo dūmu izdalīšanās un sadegšanas trokšņi. Standarta risinājumā, šis periods turpinās līdz pat 180 sekundēm.



6.10.att. **Stieņa tipa kvēlsvece**

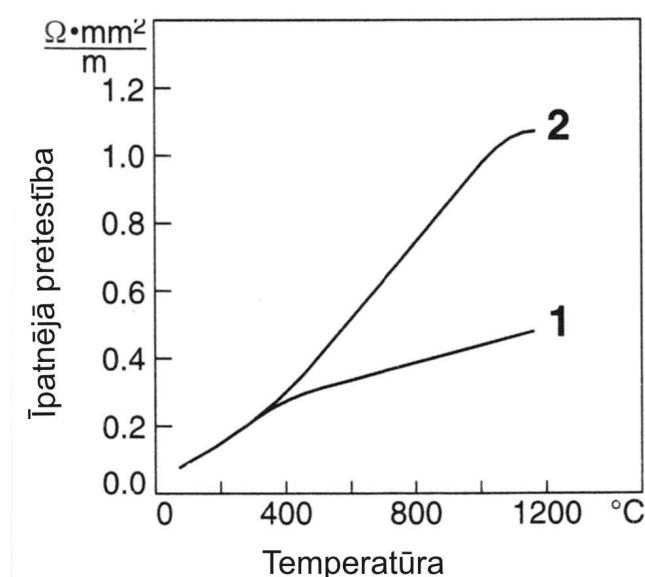
1 – spaile; 2 – izolators; 3 – blīvētājs; 4 – vads; 5 – korpuiss; 6 – sildītāja blīvētājs; 7 – sildītājs un vadības pretestība; 8 – sildītāja apvalks; 9 – pulveris.

*Stieņa tipa kvēlsvecei* nav vaļējas sildspirāles, spirāle ir izvietota slēgtā cauruļveida apvalkā, kas stingri iepresēts hermētiskā kvēlsveces korpusā. Spirāle atrodas magnēzija dioksīda pulverī, kas darbojas kā siltumvadītājs un izolators. Spirāle sastāv no vairākiem elementiem. Divi veidu spirāles elementi ir saslēgti virknē. Sildstieņa galam pieslēgta sildītāja spirāle, kuras pretestība mainoties temperatūrai nemainās, otra virknē slēgtā regulējošā pretestība ir ar pozitīvu temperatūras koeficientu un tā ir pieslēgta kvēlsveces izvada spailei. Šīs kvēlsveces slēdz paralēli, tām ir viena spaile un nominālais barošanas spriegums nepārsniedz 11 voltus. Kvēlsveces jauda par ir 110 līdz 120W , strāvas patēriņš no 8 līdz 15A. Aukstas kvēlsveces pretestībai nevajadzētu būt lielākai par 1 omu. Kvēlsveces pretestība palielinās tai sakarstot. Uzsilšanai nepieciešamais laiks 4 līdz 10 sekundes, lietderības koeficients ap 90%.



6.11.att. Kvēlsveces uzkaršanas laika raksturlīkne

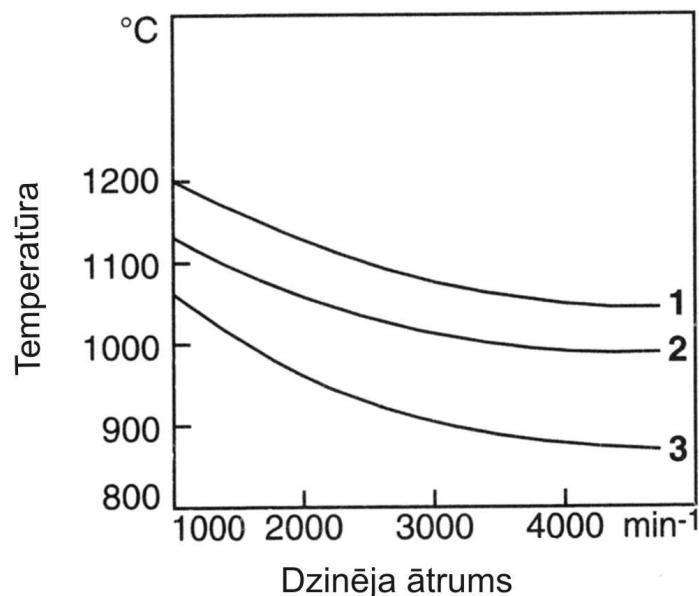
1 – kvēlsvecei S-RSK; 2 – kvēlsvecei GSK2.



6.12.att. Regulējošās pretestības temperatūras raksturlīkne

1 – kvēlsvecei S-RSK; 2 – kvēlsvecei GSK2.

Tradicionālajām kvēlsvecēm S-RSK izmanto vadības pretestību, kas izgatavota no niķeļa, bet otrās paaudzes kvēlsvecēm GSK2, vadības pretestībai izmanto kobalta dzelzs CoFe sakausējumu, raksturlīknes parāda atšķirību starp šīm kvēlsvecēm.

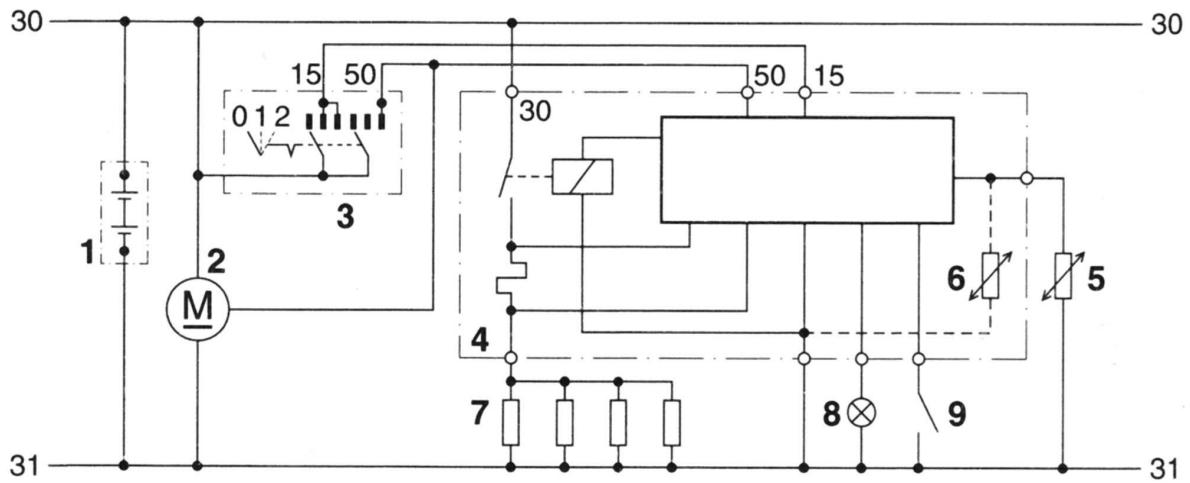


6.13.att. Kvēlsveču temperatūra tiešās iesmidzināšanas dzinējiem

1 – pilna slodze; 2 – 50% slodze; 3 – bez slodzes.

Dzinējam normāli strādājot, kvēlsvece turpina kvēlot un izpilda savu funkciju arī pēc iedarbināšanas, tas notiek bez elektriskās strāvas.

Kvēlsveču vadības bloks sastāv no jaudas releja, kas slēdz kvēlsveces, elektroniskās shēmas, kas regulē sildīšanas laiku un starta indikatoru un elementiem, kas izpilda aizsardzības funkcijas. Vadības bloku parasti montē dzinēja nodalījumā, tas ir izgatavots ar slēgtu plastmasas korpusu.

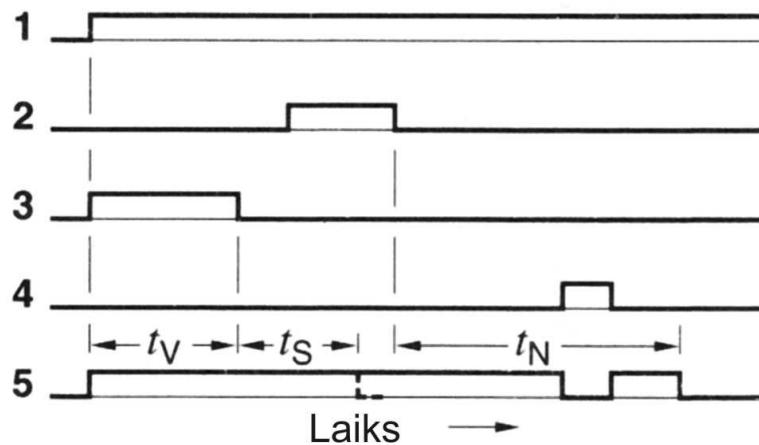


#### 6.14.att. Kvēlsveču un startera vadības sistēma

1 – akumulators; 2 – starteris; 3 – kvēlsveču un startera slēdzis; 4 – kvēlsveču vadības bloks; 5 – dzeses šķidruma temperatūras sensors; 6 – iekšējais temperatūras sensors; 7 – kvēlsveces; 8 – starta indikators; 9 – slodzes slēdzis.

Automobiļiem ar mikroprocesora vadības sistēmu kvēlsveces sildīšanas laikā tiek pastāvīgi pārbaudītas arī dzinēja darba laikā. Caur kvēlsvecēm laiž nelielu pārbaudes strāvu un ja kāda ir bojāta, pēc motora iedarbināšanas uz 1 minūti iedegas kontrollampiņa.

Kvēlsveču strāvas ķēdi pret īssavienojuma aizsargā ar 80A drošinātāju. Ir konstrukcijas, kur ķēdes aizsardzība notiek elektroniski, ja kādā svece ir īssavienojums, elektroniskais vadības bloks konstatē pārmērīgi lielu strāvu kvēlsveču ķēdē un sildīšanu pārtrauc. Pēc īssavienojuma novēršanas, vadības bloks atlauj ieslēgt sildīšanu.



#### 6.15.att. Kvēlsveces darba cikls

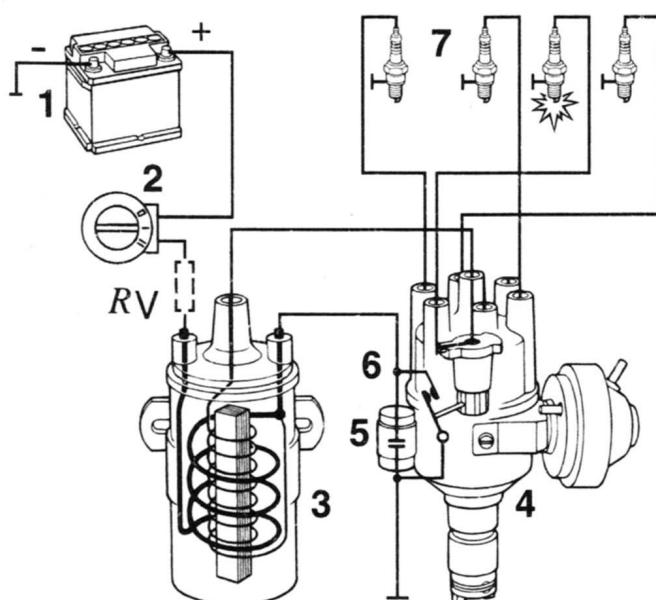
1 – kvēlsveces starta slēdzis; 2 – starteris; 3 – starta indikācijas lampa; 4 – slodzes slēdzis; 5 – kvēlsveces;  $t_V$  – sildīšanas laiks;  $t_S$  – gatavs startēšanai;  $t_N$  – darbs pēc iedarbināšanas.

Kvēlsveču sildīšanas ilgums ir atkarīgs no dzesēšanas šķidruma temperatūras. Kad sildīšanas kontrollampa ir nodzisusi un dzinējs jau darbojas, sildīšana vēl turpinās. Lai uzlabotu auksta motora darbību, kvēlsveces tiek sildītas līdz pat 180 sekundēm pēc motora iedarbināšanas. Pēcsildīšanas laiks arī ir atkarīgs no dzesēšanas šķidruma temperatūras.

## 7. AIZDEDZES SISTĒMA

### 7.1. Aizdedze

Aizdedzes sistēmai jānodošina kvalitatīvu degmaisījuma aizdedzināšanu īstajā laikā un īstajā vietā, nodrošinot visaugstāko dzinēja darbības efektivitāti. Automobīļos joprojām tiek izmantota klasiskā aizdedzes spole, kuru vairāk kā pirms 100 gadiem izgudroja un pētīja ievērojamais zinātnieks Nikola Tesla.

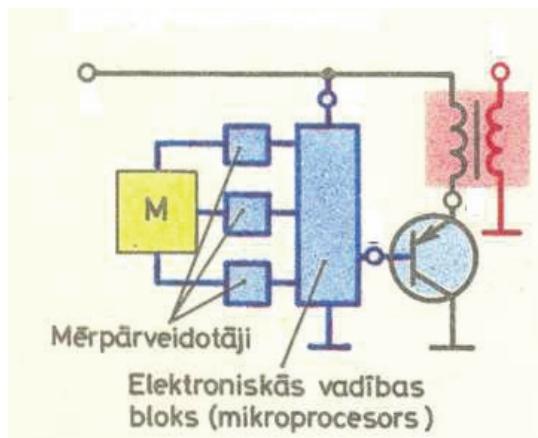


7.1.att. Klasiskās aizdedzes sistēma

1 – barošanas avots; 2 – aizdedzes slēdzis; 3 – aizdedzes spole; 4 – pārtraucējs – sadalītājs; 5 – pārtraucējs; 6 – rotors; 7 – aizdedzes sveces

Klasiskajā sistēmā pārtraucēja darbība tiek regulēta ar centrbēdzes un vakuumu regulatoriem, kas mehāniski saistīti ar dzinēja kloķvārpstu un ieplūdes kolektora vakuumu. Klasiskās aizdedzes pamatpamatprincipi tiek izmantoti arī modernajās aizdedzes sistēmās.

Aizdedzes sistēmā mehānisko pārtraucēju aizstāj ar jebkura tipa pārtraucēju. Piemēra, ar tranzistoru vai tiristoru pārtraucējiem, kas savienoti ar mērpārveidotāju jeb impulsu devēju. Elektroniskajai vadībai izmanto analogās vai diskрētās vadības ierīces vai mikroprocesorus. Mikroprocesoru ar motoru saista bezkontaktu mērpārveidotāji, kas sniedz informāciju par kloķvārpstas stāvokli, motora temperatūru, darbmaisījuma sastāvu un citiem rādītājiem, pēc kuriem tiek aprēķināts vēlamais aizdedzes moments un signāls tiek padots uz pārtraucēju. Mikroprocesoru var izmantot tikai aizdedzes sistēmas vadīšanai, vai arī vienlaikus vairāku sistēmu vadīšanai.



7.2.att. Elektroniskās vadības shēma

Augstsrieguma sadalītāji var būt pusvadītāju vai vecākās sistēmās – mehāniskie. Izmantojot pusvadītāju sadalītāju, nepieciešama indukcijas spole ar diviem primārajiem tinumiem un divi pārtraucēji. Šai sistēmā sekundārajā tinumā inducētā EDS virziens mainās un strāva plūst tikai uz to sveci, kas pieslēgta atbilstoši EDS virzienam. Sistēmā ar elektronisko vadību un pusvadītāju pārtraucējiem un sadalītājiem nav kustīgu detaļu un mehānisku kontaktu – tātad nav arī tiem piemītošo trūkumu.

## 7.2. Primārās ķēdes darbība

Strāva primārajā ķēdē sāk plūst saslēdzot pārtraucēja S1 kontaktus (7.3.att.). Šo strāvu var aprēķināt no diferenciālvienādojuma, no kura savu kārt iegūst primāro strāvu kontaktu pārtraukšanās brīdī, ko var aprēķināt pēc formulas

$$i_p = \frac{U_b}{R_1} \left(1 - e^{-\frac{R_1 t_s}{L_1}}\right), \quad (7.1)$$

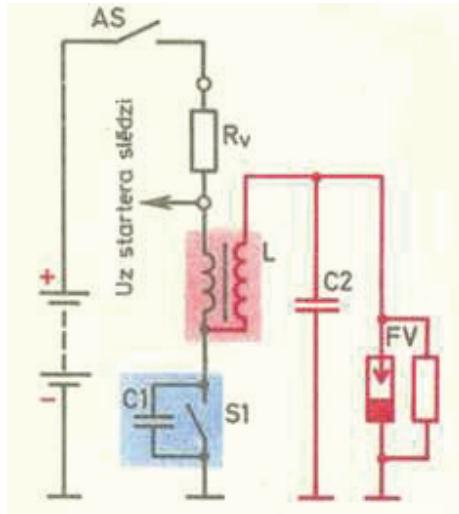
kur  $i_p$  – primārā strāva kontaktu atslēgšanas brīdī, A;

$U_b$  – baterijas spriegums, V;

$R_1$  – primārās ķēdes pretestība,  $\Omega$ ;

$t_s$  – kontaktu saslēgtā stāvokļa ilgums, s;

$L_1$  – primārās ķēdes induktivitāte.



7.3.att. Primārās un sekundārās ķēdes elektriskā shēma

AS – aizdedzes slēdzis;  $R_v$  – varistors; L – indukcijas spole; S1 – pārtraucēja kontakti; C1, C2 – kondensatori; FV – aizdedzes svece.

Kontaktu saslēgtā stāvokļa ilgumu aprēķina pēc formulas

$$t_s = \frac{120\tau_s}{nzk}, \quad (7.2)$$

kur  $\tau_s$  – kontaktu saslēgtā stāvokļa relatīvais ilgums, s;

$n$  – motora kloķvārpstas griešanās frekvence,  $\text{min}^{-1}$ ;

$z$  – cilindru skaits;

$k$  – koeficients: divtaktu motoram  $k = 2$ , četrtaktu motoram  $k = 1$ .

Kontaktu saslēgtā stāvokļa relatīvais ilgums atkarīgs no pārtraucēja izciļņu profila.

To aprēķina pēc formulas

$$\tau_s = \frac{t_p}{t_s + t_p} = \frac{\alpha_s}{\alpha_s + \alpha_p}, \quad (7.3)$$

kur  $t_p$  – kontaktu pārtrauktā stāvokļa ilgums, s;

$\alpha_s$  – saslēgtam kontaktu stāvoklim atbilstošs izciļņu ripas pagrieziena leņķis;

$\alpha_p$  – pārtrauktam kontaktu stāvoklim atbilstošs izciļņu ripas pagrieziena leņķis.

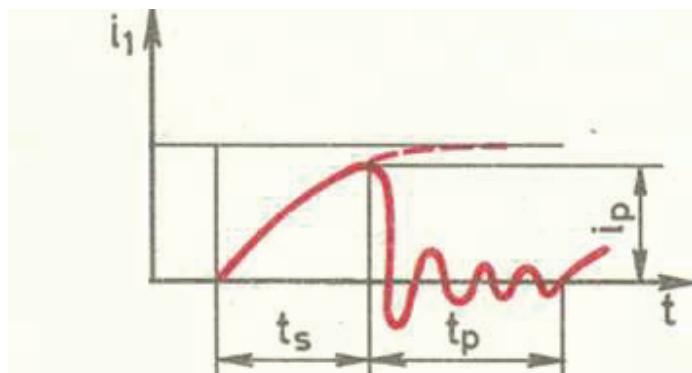
Primārā strāva tās pārtraukšanas brīdī ir ļoti svarīgs aizdedzes sistēmas rādītājs, jo no tā atkarīgs enerģijas daudzums, kas uzkrāts indukcijas spolē, kuru aprēķina pēc formulas

$$Q = \frac{L_1 i_p^2}{2}, \quad (7.4)$$

kur  $Q$  – indukcijas spolē uzkrātās enerģijas daudzums, J.

Šī uzkrātā enerģija tiek izmantota dzirksteles radīšanai, kad primārā strāva un tās radītais magnētiskais lauks strauji samazinās un tiek inducēts augsts prieguma

EDS. Pie lielākas primārās strāvas, kontaktiem pārtraucoties, rodas spēcīgāka dzirkstele. Primārās strāvas izmaiņas grafiks atkarībā no laika redzams 7.4. attēlā.



7.4.att. Primārās strāvas izmaiņas grafiks

$i_1$  – primārā strāva;

$t_s$  – kontaktu saslēgtā stāvokļa ilgums;

$t_p$  – kontaktu pārtrauktā stāvokļa ilgums;

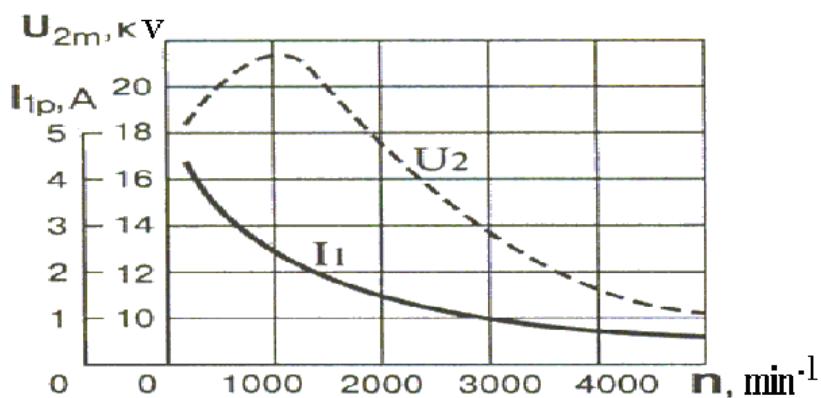
$i_p$  – primārā strāva kontaktu pārtraukšanas brīdī;

$t$  - laiks

Tomēr reālā motorā tā nenotiek tādēļ, ka kontakti ir saslēgti tikai īsu brīdi. Pie lielākas motora kloķvārpstas griešanās frekvences kontaktu saslēgtā stāvokļa ilgums ir mazāks un līdz ar to arī vājāka dzirkstele. Strāvas stipruma primārās ķēdes pārtraukšanas brīdī un sekundārā sprieguma atkarība no kloķvārpstas griešanās frekvences parādīta 7.5. attēlā. Pie noteiktas kloķvārpstas griešanās frekvences sekundārais spriegums kļūst mazāks par caursites spriegumu un dzirkstele starp aizdedzes sveces elektrodiem vairs nepārlec.

Palielinot primārās strāvas stiprumu, pastiprināti dzirksteļo pārtraucēja kontakti, kas būtiski samazina to darbmūžu. Daudzcilindru ātrgaitas motoriem klasiskā aizdedzes sistēma nenodrošina kvalitatīvu darbmaisījuma aizdedzināšanu pie visiem darba režīmiem.

Atveroties kontaktiem primārajā ķēdē veidojas svārstību kontūrs ar induktivitāti, kapacitāti un omisko pretestību. Šinī kontūrā, izmantojot indukcijas spoles primārajā tinumā uzkrāto energiju, notiek kondensatora vairākkārtēja uzlādēšanās ar tai sekojošu izlādēšanos – rimstošas svārstības.



7.5.att. Strāvas stipruma un sprieguma atkarība no kloķvārpstas griešanās frekvences

Šis process veicina dzirksteles ilgāku pastāvēšanu starp aizdedzes sveces elektrodiem, tātad kondensators nav domāts tikai, lai novērstu kontaktu apdegšanu. Bez kondensatora dzirkstele starp sveces elektrodiem praktiski nepārlec, neskatoties uz to, ka pārtraucēja kontakti nav apdeguši.

Pārtraucot kontaktus elektrodzinējspēks inducējas ne tikai sekundārajā tinumā, bet arī primārajā tinumā (pašindukcijas EDS). Pašindukcijas EDS vērtība var sasniegt 200 V. Tā kā klasiskajā aizdedzes sistēmā indukcijas spolei ir autotransformatora slēgums, tad šis EDS summējas ar sekundārajā tinumā inducēto EDS. No tā izriet, ka sekundārā sprieguma avots ir inducējuma spoles abi tinumi. Pašindukcijas EDS iedarbojas arī uz primārās ķēdes elementiem – kondensatoru un kontaktiem. Šī iemesla dēļ kondensatora izolācijai jāizturbē ne tikai baterijas spriegums, bet arī vismaz 200 V liels spriegums. Kondensatora pārbaudei jāizmanto 220 V spriegums. Varistors  $R_v$  (7.3. att.) ir mainīgas pretestības rezistor,

kam sakarstot, pretestība pieaug, bet strāvas stiprums primārajā ķēdē nedaudz samazinās. Varistora uzdevums ir pasargāt indukcijas spoli no pārkaršanas, ja motors darbojas ar zemu griešanās frekvenci un kontakti ilgāk ir aizvērti. Varistors arī palielina primārās strāvas stiprumu, motoru iedarbinot. Šim nolūkam, varistora izvadi ir savienoti ar startera slēdzi, kas startēšanas laikā nošuntē varistoru, tādā veidā samazinot primārās ķēdes pretestību.

### 7.3. Sekundārās ķēdes darbība

Sekundārajā ķēdē inducētā augstsprieguma maksimālo vērtību var aprēķināt pēc formulas

$$U_{2\max} = i_p \sqrt{\frac{L_1}{C_1 \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 + C_2}} \eta, \quad (7.5)$$

kur  $U_{2\max}$  – sekundārā tinuma maksimālais spriegums, V;

$C_1$  – primārās ķēdes kondensatora kapacitāte, F;

$C_2$  – sekundārās ķēdes kapacitāte, F;

$\omega_1$  – indukcijas spoles primārā tinuma vijumu skaits;

$\omega_2$  – indukcijas spoles sekundārā tinuma vijumu skaits;

$\eta$  - koeficients, kas raksturo sprieguma samazināšanos siltuma zudumu dēļ.

Formulā redzams, ka sekundārā sprieguma lielumu kontaktu pārtraukšanas brīdī nosaka ne tikai primārās strāvas stiprums, bet arī abu ķēžu kapacitāte, primārā tinuma induktivitāte un indukcijas spoles tinumu vijumu skaita attiecība. Samazinoties kondensatora kapacitātei  $C_1$ , palielinās sekundārā sprieguma vērtība līdz zināmai robežai – tālāka kapacitātes samazināšana palielina kontaktu dzirksteļošanu un ar to saistītos enerģijas zudumus, kā arī paātrina kontaktu

nolietošanos. Tas sevišķi jūtams pie zemas kloķvārpstas griešanās frekvences, jo kontakti tad atveras ļoti lēni. Formula 7.5 neatspoguļo sprieguma samazināšanos kontaktu dzirksteļošanas dēļ. Sekundāro spriegumu var palielināt samazinot sekundārās ķēdes kapacitāti, kas atkarīga no elementu konstruktīvā izveidojuma, piemēram, augsts prieguma vadu garuma un novietojuma. Noteikta lieluma sekundārās ķēdes kapacitāte ir neizbēgama. Attiecība  $\omega_2/\omega_1$  ir transformācijas koeficients, kā palielināšana ievērojami palielina sekundāro spriegumu, bet tanī pašā laikā palielina arī augsts prieguma atkarību no aizdedzes sveces šuntējošās pretestības  $R_s$ , piemēram, no tā, kāda ir piededžu kārtiņa uz sveces izolatora.

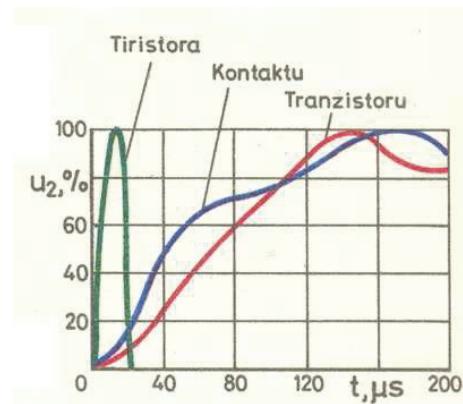
Sekundārās ķēdes darbībai ir divas fāzes – kapacitīvā un induktīvā. Kapacitīvā fāze sākas dzirksteles pārlēkšanas brīdī, kad spriegums sasniedz vērtību  $U_c$  (7.4.att.). Šīs fāzes laikā  $t_c$ , kas ilgst mazāk par vienu mikrosekundi izlieto sekundārās ķēdes kapacitātē uzkrāto energiju. Šai fāzei raksturīga dzirkstele ar augstu temperatūru un zilu nokrāsu, specifisks troksnis un augstfrekvences sprieguma svārstības –  $10^6 – 10^7$  Hz, kas rada radio traucējumus. Šīs fāzes laikā sekundārais strāvas stiprums sasniedz maksimālo vērtību, bet spriegums samazinās. Induktīvajā fāzē samazinās spriegums līdz 2000 V un strāvas stiprums līdz 100 mA. Induktīvās fāzes ilgums  $t_L$  ir daudzreiz lielāks par kapacitīvās fāzes ilgumu. Dzirksteles krāsa ir dzelteni violeta. Šajā fāzē tiek izmantota induktivitātē uzkrātā energija. Izlādes raksturu ievērojami ietekmē cilindrā notiekošie procesi – darbmaisījuma virpuļošana, motora slodze, kas ir par iemeslu tam, ka izlādes fāžu attiecība var būt dažāda.

Gadījumā ja augsts prieguma vads nav savienots ar aizdedzes sveci un neveidojas dzirkstele, tad sekundārajā ķēdē novēro rimstošas svārstības. Šajā laikā spriegums sasniedz vērtību  $U_{2\max}$ , kas ir lielāka par caursites spriegumu. Tik liels spriegums ir bīstams, jo var caursist indukcijas spoles izolāciju, tāpēc nav ieteicams darbināt motoru ar noņemtu augsts prieguma vadu. Spriegums var nesasniegt

caursitei nepieciešamo lielumu, ja rodas strāvas noplūde caur sveces šuntējošo pretestību. Lai tādos gadījumos panāktu dzirksteles pārlēkšanu, augstsprieguma ķēdē izveido papildus dzirksteļspraugu. Aizdedzes sveču šuntējošās pretestības ietekme visvairāk izpaužas tad, kad sekundārais spriegums pieaug lēni, piemēram, sistēmās ar tranzistoru pārtraucēju (7.6.att.). Sistēmās ar energijas kapacitīvo uzkrāšanu un tiristoru pārtraucēju sekundārā sprieguma pieauguma temps ir ievērojami lielāks nekā sistēmās ar induktīvo energijas uzkrāšanu, tāpēc tās darbojas arī ar netīrām svecēm, jo uzkrātā energija nepagūst izlādēties caur aizdedzes sveču šuntējošo pretestību.

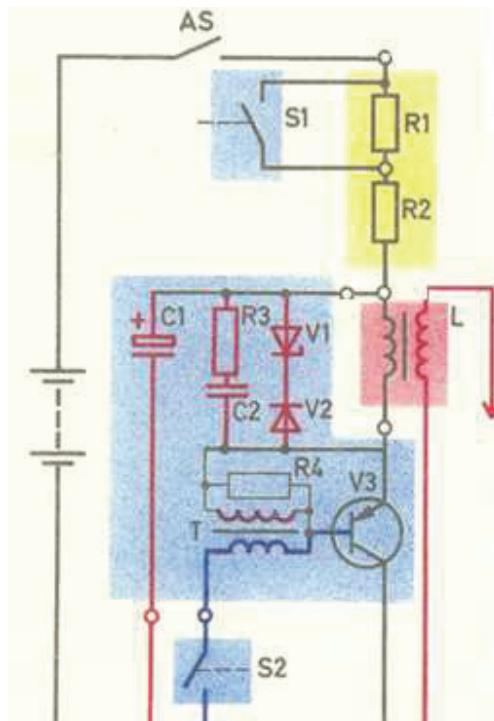
#### 7.4. Aizdedzes sistēmu veidi

Aizdedzes sistēma ar kontaktu - tranzistora pārtraucēju bija pārejas etaps no kontaktu aizdedzes sistēmas uz bezkontaktu aizdedzes sistēmu. Šinī sistēmā ir novērsti kontaktu sistēmas trūkums – pārtraucēja kontaktu nodilums un apdegšana. Sākot izmantot kontaktu tranzistora sistēmu automobilī parādījās jauns bloks – elektroniskais komutators, kas apvieno sevī komutatējošo tranzistoru un tā vadības un aizsardzības shēmas elementus.



7.6.att. Sekundārā sprieguma lielums atkarībā no laika

Šajā aizdedzes sistēmā pārtraucēja S2 (7.7.att.) kontaktus ieslēdz tranzistora bāzes ķēdē un izmanto tranzistora vadīšanai.



7.7.att. Aizdedzes sistēma ar kontaktu – tranzistora pārtraucēju

AS – aizdedzes slēdzis; S1, S2 – pārtraucēja kontakti; R1, R2, R3, R4 – rezistori; C1, C2 – kondensatori; V1 – stabilitrons; V2 – diode; V3 – tranzistors; L – indukcijsas spole; T – impulsu transformators.

Kontakti neapdeg tāpēc, ka cauri tiem neplūst visa primārā strāva, bet tikai tās daļa. Strāvas stiprums primārajā tinumā var būt vairākas reizes lielāks salīdzinot ar klasisko aizdedzes sistēmu. Rezistors R3 ar pretestību, kondensators C2 un indukcijsas spoles primārais tinums veido svārstību kontūru. Kondensatora uzlādes un izlādes strāva plūst cauri rezistoram R3, kas sasilst un samazina tranzistora sakaršanu.

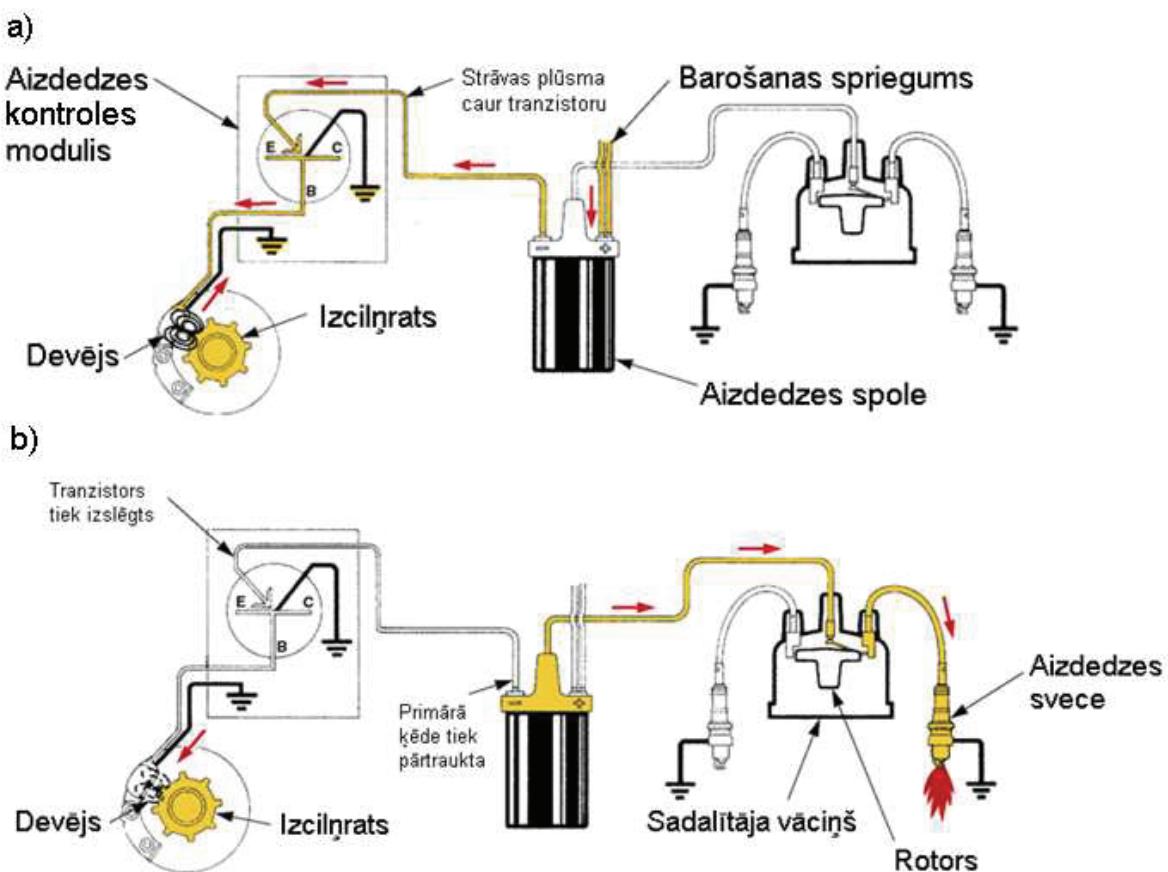
Stabilitrons V1 aizsargā tranzistoru no indukcijsas spoles primārā tinuma pārāk liela pašindukcijsas EDS, kas var rasties, ja pārtraukta augstsrieguma ķēde. EDS

vērtībai pārsniedzot 100 V stabilitrons sāk vadīt strāvu – pašindukcijas EDS samazinās un tranzistors netiek caursists. Diode V2, kas ieslēgta virknē ar stabilitronu, neļauj primārajai strāvai plūst cauri stabilitronam. Elektrolītisko kondensatoru C1 ieslēdz paralēli ģeneratoriekārtai, lai pasargātu tranzistoru no sprieguma impulsiem. Spoles primārā tinuma pretestība un induktivitāte ir mazāka nekā indukcijas spolei parastā aizdedzes sistēmā, bet transformācijas koeficients lielāks.

Pārtraucēja kontaktu darbmūžs kontaktu – tranzistora sistēmā ir lielāks nekā klasiskajā sistēmā. Tomēr pārtraucēja mehānisma mehāniskais nodilums un vibrāciju ietekme uz kontaktu darbību nav novērsti.

**Aizdedzes sistēmā ar tranzistoru** pārtraucēja darbību pilda tranzistors, kurš izvietots aizdedzes kontroles modulī (7.8.att.).

Pārtraucēja izveidošanā grūtības rada tas, ka aizdedzes sistēmai jādarbojas arī pie zemas motora griešanās frekvences. Šajās sistēmās bieži pielieto magnētelektrisko ģeneratora tipa mērpārveidotāju (devēju). Tā doto signālu pārveido un pastiprina viens vai vairāki tranzistori. Pastiprināto signālu izmanto aizdedzes sistēmas primārajā līdzīgi kā kontaktu – tranzistora aizdedzes sistēmā. Uzlādes procesā, kad izcilnīra izcilnis nostājas pret devēju, veidojas spriegums, kas ieslēdz tranzistoru. Strāva plūst caur spoles primāro tinumu un veidojas spēcīgs magnētiskais lauks (7.8.att.). Izlādes procesā (7.8.att.), kad izcilnis novirzās no devēja, izejas sprieguma izmaiņa aizver tranzistoru. Tieka pārtraukta plūsma caur spoles primāro tinumu. Sekundārajā tinumā inducējas augsts spriegums un aizdedzes svecē veidojas dzirkstele.



7.8.att. Aizdedzes sistēma ar tranzistoru

a) uzlādes process; b) izlādes process

**Aizdedzes sistēmā ar komutatoru** – regulējot energijas uzkrāšanās laiku – laiku, kad primārā kēde ir pieslēgta barošanas avotam, iespējams padarīt šīs kēdes pārtraukšanas spriegumu neatkarīgu vai maz atkarīgu no kloķvārpstas griešanās frekvences, kas nozīmē novērst kontaktu aizdedzes sistēmas trūkumu – sekundārā sprieguma samazināšanos pieaugot griešanās frekvencei. Šādas regulēšanas princips – pieaugot griešanās frekvencei attiecīgi palielināt aizdedzes spoles pieslēguma laiku barošanas avotam tā, lai absolūtais pieslēguma laiks paliktu nemainīgs.

Shēma darbojas sekojoši – no Holla devēja uz komutatora ieeju nonāk taisnstūrveida formas signāls, kura lielums aptuveni par 3 V mazāks nekā barošanas avota spriegums, bet ilgums atbilst ekrāna izcīļu pārvietošanās laikam gar devēja jutīgo elementu. Apakšējais signāla līmenis atbilst izgriezuma pārvietošanās laikam.

Pārejas momentā no augstākā līmeņa uz zemāko notiek dzirksteles veidošanās.

Komutatora ieejā signālam ir vieta tad, kad “zāgveida” sprieguma lielums sasniedz atbalsta sprieguma vērtību un pārsniedz to. Pie augstas griešanās frekvences “zāgveida” sprieguma vērtība ir maza, attiecīgi mazs ir arī signāla laiks komutatora izejā. Pazūdot komutatora izejas signālam caur vadības shēmu tiek atvērts tranzistors, un primārā ķēde ieslēdzies tīklā. Sekojoši, enerģijas uzkrāšanās laiks spolē atbilst laikam, kad komutatora izejā nav signāla. Komutatora izejas signāla ilguma samazināšanās ļauj palielināt attiecīgo enerģijas uzkrāšanās laiku un tādā veidā stabilizēt tās absolūto vērtību.

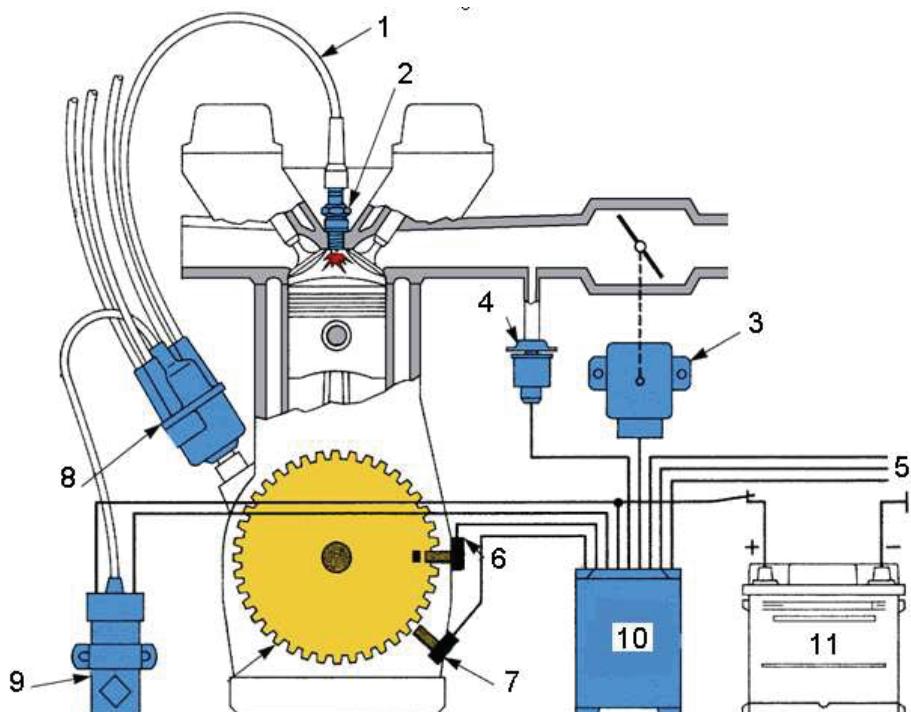
Atslēgšanas bloks atslēdz aizdedzes spoli gadījumā, ja ieslēgta barošana, bet motora kloķvārpsta ir nekustīga. Turklāt, ja pie apturēta motora devēja izejas spriegums atbilst zemam līmenim, spole tiek atslēgta uzreiz, pretējā gadījumā atslēgšana notiek pēc 2 – 5 sekundēm.

Kondensatori kalpo aizsardzībai pret bīstamiem sprieguma impulsiem. Diode aizsargā shēmu no pieslēgšanas pretējas polaritātes barošanas avotam. Aizdedzes apsteidzes leņķa regulēšana notiek ar tradicionāliem paņēmieniem – centrībēdzes un vakuuma regulatoriem.

**Mikroprocesoru aizdedzes sistēmā** tiek izmantota elektroniskā aizdedzes apsteidzes leņķa vadība. Visbiežāk mikroprocesoru sistēma vienlaicīgi vada arī degvielas padeves sistēmu vai nu pilnībā, vai nu kādu tās elementu.

Mikroprocesoru sistēmas centrālā sastāvdaļa ir kontrollers 10 (sk. 7.9.att.). Kontrollera uzdevums ir apstrādāt informāciju, kas pienāk no devējiem, un

atbilstoši tai, nosakot dotajam motora darbības režīmam optimālo aizdedzes apsteidzes leņķi, dot komandu caur komutatoru aizdedzes dzirksteles veidošanai. Piespiedu brīvgaitas režīmā kontrollers dot komandu izbeigt degvielas padevi. 9.attēlā parādīta mikroprocesoru aizdedzes sistēmas shēma.



**9.att. Mikroprocesoru aizdedzes sistēmas elementi**

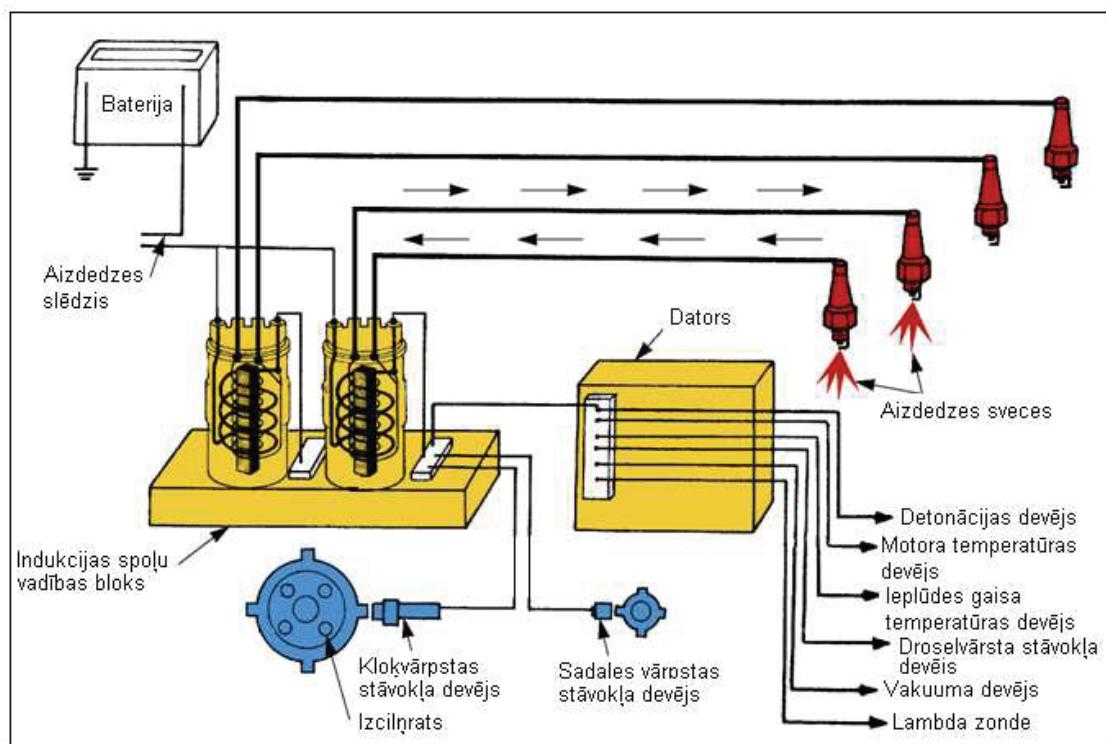
1 – augstspriguma vads; 2 – aizdedzes svece; 3 – droseļvārsta stāvokļa devējs; 4 – vakuma devējs; 5 – pārējie devēji; 6 – kloķvārpstas stāvokļa devējs; 7 – ātruma devējs; 8 – sadalītājs; 9 – aizdedzes spole; 10 – kontrollers; 11 – barošanas avots.

Kontrollers saņem informāciju no vairākiem devējiem.

Sistēmas darbība – kontrollera pastāvīgi reģistrējošajā iekārtā ierakstīta informācija par optimālo aizdedzes apsteidzes leņķi atkarībā no kloķvārpstas griešanās frekvences un motora slodzes. Informācija ierakstīta divos variantos – raksturojums aukstam motoram, kura temperatūra nepārsniedz aptuveni  $65^{\circ}\text{C}$ , un

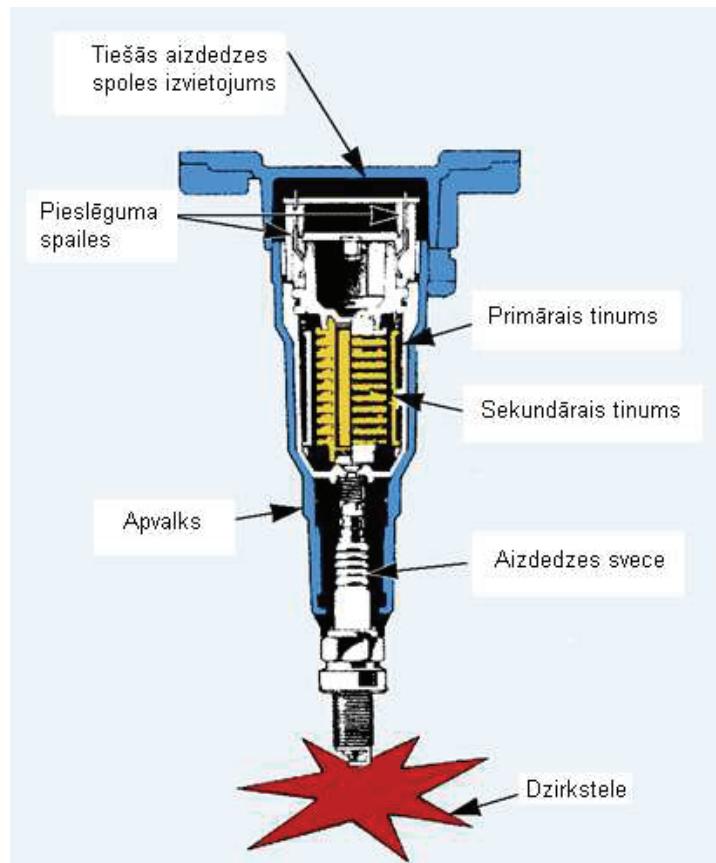
iesildīta motora. Vajadzīgais raksturojums tiek izvēlēts vadoties pēc signāla no temperatūras devēja. Apsteidzes leņķa aprēķināšanu veic procesors pēc stingri noteikta algoritma. Kad aprēķinātā leņķa lielums sakrīt ar kloķvārpstas pagrieziena leņķi, pēc signāla no procesora ieslēdzas bloks, kas ģenerē pastāvīga lieluma aizdedzes impulsus, kas tiek padoti uz vadības bloka izeju.

**Aizdedzes sistēmās bez sadalītāja** (7.10.att.) izmanto vairākas indukcijas spoles, spoļu vadības bloku, motora devējus un datoru, kas vada aizdedzes sveces. Katra spole veido dzirksteli vienlaicīgi divās aizdedzes svecēs. Kloķvārpstas un sadales vārpstas stāvokļa devēji sūta signālu uz spoļu vadības bloku, kad veidot dzirksteli svecēs, un no vienas spoles dzirkstele tiek veidota divās svecēs vienlaicīgi.



7.10.att. Aizdedzes sistēmas bez sadalītāja shēma

Tiešās aizdedzes sistēmās (7.11.att.) indukcijas spoles izvietotas virs katras aizdedzes sveces. Nav nepieciešami augstsprieguma vadi un sadalītājs. Dzirkstele aizdedzes svecēs tiek veidota tikai darba taktā.

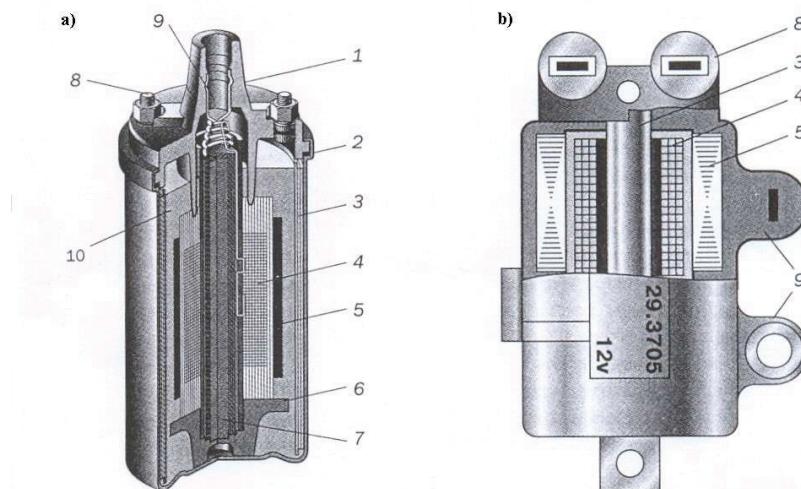


7.11.att. Tiešās aizdedzes sistēmas spoles izvietojums

## 7.5. Aizdedzes sistēmu elementi

Aizdedzes spoles tinumi var būt savienoti pēc transformatora vai autotransformatora principa. Autotransformatora slēgumā samazinās izvadu skaits, un augstsprieguma veidošanā piedalās arī primārā spole, kas sekojoši ieslēgta ar sekundāro spoli. Transformatora slēgums parasti tiek pielietots elektronisko

aizdedzes sistēmu spolēs, lai izvairītos no sprieguma impulsu bīstamās izlādes uz elektroniskajiem elementiem. Attēlā 7.12 a parādīta spole ar nenoslēgtu magnētisko serdeni.



**7.12.att. Aizdedzes spoļu konstrukcija**

a – ar eļļu pildīta spole, ar nenoslēgtu magnētisko serdeni; b – sausā spole, ar noslēgtu magnētisko serdeni; 1 – vāciņš; 2 – korpuiss; 3 – magnētiskais serdenis; 4 – sekundārais tinums; 5 – primārais tinums; 6 – keramiskais izolators; 7 – serde; 8 – zemsprieguma izvads; 9 – augstsprieguma izvads; 10 – eļļa.

Spoles serde sastāv no elektrotehniskā tērauda plāksnēm. Sekundārais tinums atrodas uz serdes. Šī tinuma vijumu skaits ir robežās no 16000 līdz 40000, vada diametrs 0.06 – 0.09 mm. Virs sekundārā tinuma atrodas izolējošā blīve un virs tās primārais tinums. Šāda konstrukcija nodrošina labāku dzesēšanu. Primārā tinuma vijumu skaits ir 260 – 330 no vada ar diametru 0.5 – 0.9 mm. Sekundārā tinuma sākums savienots ar atsperi un vara ieliktni savienošanai ar augstsprieguma vadu. Zemsprieguma izvadiem pievienots sekundārā un primārā tinuma savienojums un primārā tinuma izvads. Tinumi ar serdi ievietoti apvalkā, no kura serde izolēta ar

keramikas izolatoru. Blakus apvalkam atrodas vīts ārējais magnētiskais serdenis, kas palielina spoles induktivitāti. Starp spoles vāciņu un apvalku izvietota hermetizējoša blīve. Vāciņa un apvalka savienojums izveidots valcējot, kas padara konstrukciju neizjaucamu. Spoles iekšiene piepildīta ar transformatoru eļļu. Aizdedzes sistēmu ar komutatoru spoles, kurām ir zema primārā tinuma pretestība, kas ļauj paātrināt primārās strāvas pieaugumu, strāvas ierobežotāja atteikuma gadījumā kontrolerī, var pārkarst un eksplodēt. Lai to novērstu spoles aprīko ar drošības vārstu, kas nostrādā paaugstinoties spiedienam spoles iekšienē. Pēc vārsta nostrādāšanas spoli neatjauno.

Spoles ar noslēgtu magnētisko serdeni (7.12.att. b) pēdējā laikā iegūst aizvien plašāku pielietojumu. Noslēgtā magnētiskā serdeņa esamība ļauj uzkrāt darbmaisījuma aizdedzināšanai nepieciešamo enerģiju ievērojami mazākā spoles tilpumā, samazinot vara izlietojumu tinumos un samazinot izgatavošanas darbietilpību. Speciālo spoļu mazie izmēri ļauj tās izvietot tieši uz aizdedzes svecēm. Tā rezultātā nav vajadzīgi sveču augstsprieguma vadi. Tas paaugstina drošumu.

Magnētiskais serdenis izveidots no elektrotehniskā tērauda plāksnēm ar biezumu 0.35 mm. To tikai nosacīti var saukt par noslēgtu, jo tam ir gaisa sprauga 0.3 – 0.5 mm, kas novērš magnētiskā serdeņa piesātināšanos, kas aizkavē magnētiskās plūsmas izmaiņas un nelabvēlīgi ietekmē sekundārā sprieguma veidošanos.

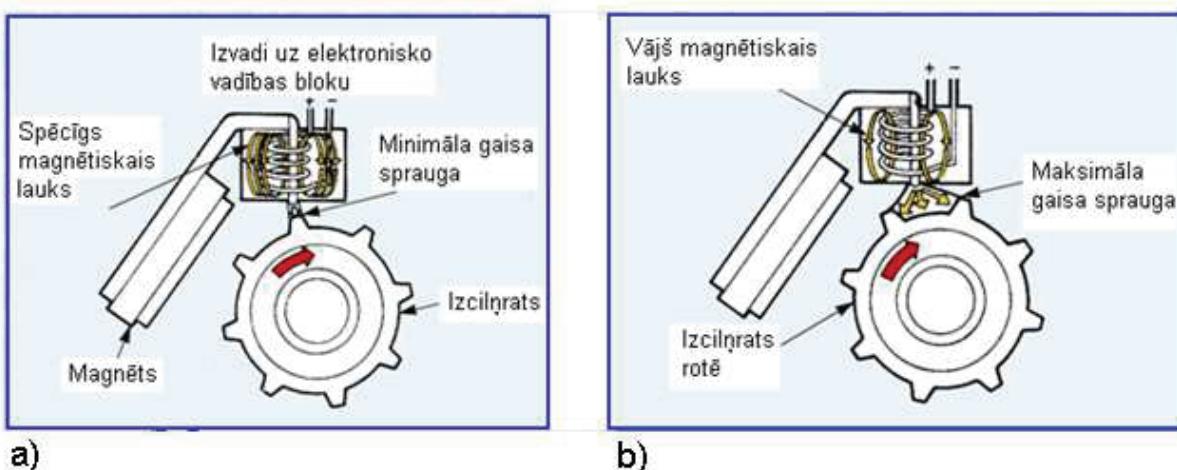
Sekundārais tinums uztīts uz sekcijveida plastmasas karkasa. Tāda tinuma konstrukcija samazina tās tilpumu un pazemina caursišanas iespēju starp vijumiem. Spoles tinumi tiek ievietoti plastmasas korpusā un pārlieti ar epoksīdu sveķiem. Legūtā monolītā konstrukcija tiek montēta kopā ar magnētisko serdi.

Četrizvadu spolēs ir primārais tinums, kas sadalīts divās daļās, kuras darbojas pamīšus. Tas nodrošina iespēju sistēmās ar zemsprieguma enerģijas sadalīšanu

vienai spolei apkalpot uzreiz četrus cilindrus. Šādās spolēs tiek ievietotas augstsprieguma sadalošās diodes.

**Sadalītājs** vada dzirksteles veidošanās momentu un sadala augstspriegumu pa atsevišķiem pa cilindriem. Atkarībā no tā, vai dzirksteles veidošanas mehānisms izveidots kontaktu vai bezkontaktu, sadalītāji iedalās divās grupās: pārtraucēji – sadalītāji un devēji – sadalītāji. 7.14 attēlā a attēlots pārtraucējs sadalītājs, bet attēlā 7.14 b attēlots devējs – sadalītājs.

Generatortipa sadalītājos dzirkstele veidojas, kad izcilnis atrodas pretī devējam. Izcilņu skaits atbilst cilindru skaitam (7.13.att.).



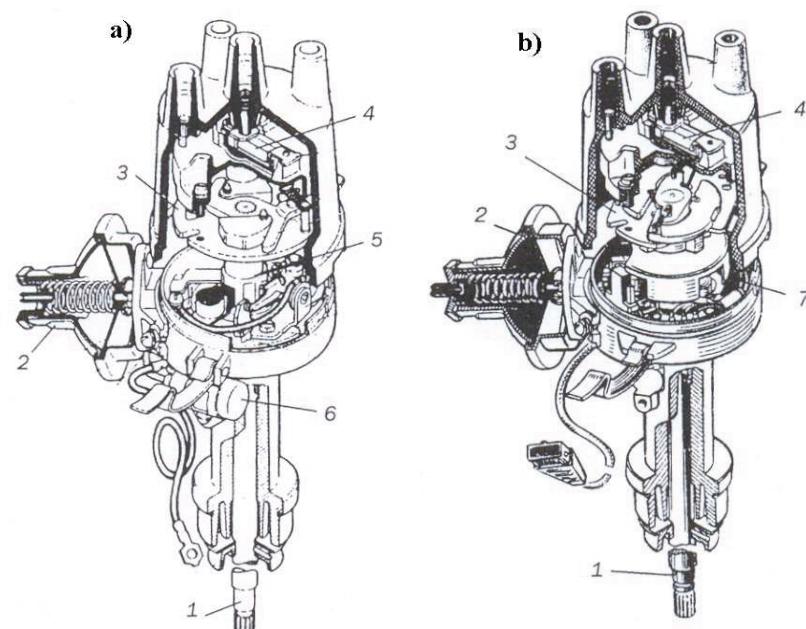
7.13.att. **Generatortipa sadalītāja darbības shēma**

a) dzirksteles veidošanās; b) uzlāde

Pārtraucēji – sadalītāji galvenokārt atšķiras ar pievienošanas elementiem motoram un izvadu skaitu, kas atkarīgs no motora cilindru skaita. Tie apvieno vienā mezglā primārās ķēdes strāvas kontaktu pārtraucēju, apsteidzes leņķa vakuumu un centrībdzes regulatoru un augstsprieguma sadalītāju.

Pārtraucēja izcilņripa saistīta ar kloķvārpstu caur zobratru, ķēdes vai zobratru – siksnes pārvadu. Izcilņu skaits atbilst cilindru skaitam (7.15.att.). Izcilņripas

vārpstas griešanās frekvence ir divreiz mazāka par kloķvārpstas griešanās frekvenci. Apsteidzes leņķis tiek iestatīts izmainot izciļnripas stāvokli attiecībā pret piedziņas vārpstu, vai arī pagriežot pārtraucēja plāksni, uz kuras atrodas pārtraucēja kustīgā kontakta ass. Atvērtu un aizvērtu kontaktu stāvokļa laiks atkarīgs no izciļņu konfigurācijas, griešanās frekvences un atstarpes starp kontaktiem.

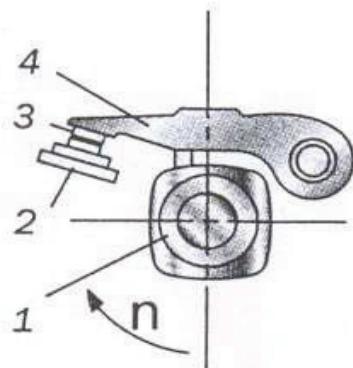


#### 14.att. Pārtraucējs sadalītājs un devējs sadalītājs

1 – piedziņas vārpsta; 2 – vakuumregulators; 3 – centrarbēdzes regulators; 4 – rotors; 5 – pārtraucējmehānisms; 6 – kondensators; 7 – bezkontaktu devējs.

Apsteidzes leņķa izmaiņas likumsakarība atkarībā no kloķvārpstas griešanās frekvences un motora slodzes ir atšķirīga dažādu tipu dzinējiem un tiek piemeklēta eksperimentāli. Tomēr jebkurā gadījumā palielinoties griešanās frekvencei

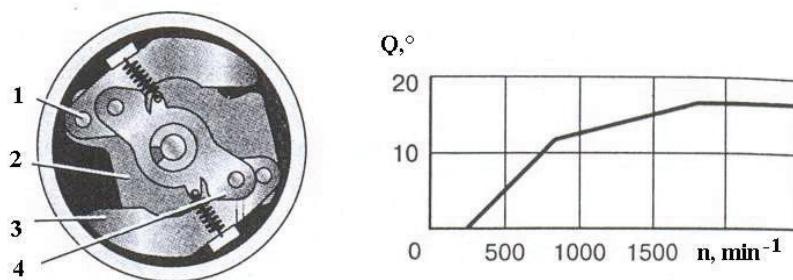
palielinās virzuļa kustības ātrums, tādēļ, lai darbmaisījums paspētu sadegt, jāpalielina aizdedzes apsteidzes leņķis.



**7.15.att. Izciļņu – pārtraucēja mehānisms**

1 – izciļņuripa; 2 – nekustīgais kontakts; 3 – kustīgais kontakts; 4 – pārtraucēja svira.

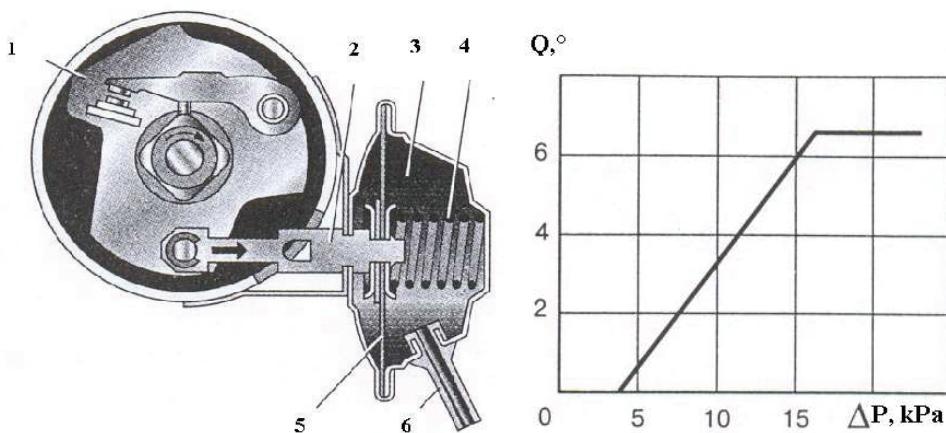
Lai izmainītu izciļņuripas stāvokli attiecībā pret piedziņas vārpstu un atkarībā no griešanās frekvences, kalpo centrbēdzes regulators (7.16.att.). Par griešanās frekvences devējiem regulatorā kalpo atsvari, kuru griešanās asis nostiprinātas uz plāksnes, kas saistīta ar piedziņas vārpstu.



**7.16.att. Aizdedzes apsteidzes leņķa regulators un tā raksturlīkne**

1 – pārtraucēja svira; 2 – kustīgā plate; 3 – atsvari; 4 – traversa.

Centrbēdzes spēka ietekmē atsvari cenšas attālināties un pagriezt traversu, kas cieši saistīta ar izcīļnripu, turklāt centrbēdzes spēks pārvar atsperu pretdarbības spēku. Centrbēdzes regulatora iestatītā apsteidzes leņķa vērtība  $Q$  atkarībā no rotācija frekvences  $n$  parādīta 7.16. attēlā. Līknes lauztais raksturs atkarīgs no atsperu stingruma, atsvaru masas un konfigurācijas. Maksimālais regulējamais apsteidzes leņķis ir robežās no  $30 - 40^{\circ}$  kloķvārpstas pagrieziena leņķa.



7.17.att. Aizdedzes apsteidzes leņķa vakuumregulators un tā raksturlīkne

1 – kustīgā plate; 2 – stienis; 3 – vakuumkamera; 4 – atspere; 5 – diafragma; 6 – vakuma caurules pievienošanas vieta.

Palielinot motora slodzi, palielinot droseļvārsta atvērumu, palielinās cilindru pildījums un spiediens saspiedes takts beigās, līdz ar to paātrinās sadegšanas process. Tātad palielinot droseļvārsta atvērumu apsteidzes leņķim jāsamazinās. Aizdedzes apsteidzes leņķa izmaiņu atkarībā no motora slodzes nodrošina vakuumregulators (7.17.att.). Regulatora vakuumkamera savienota ar motora ieplūdes kolektoru. Palielinot motora slodzi droseļvārsts tiek atvērts, spiediens aiz tā samazinās un elastīgā membrāna caur stieni pagriež plāksni ar kontaktu mehānismu attiecībā pret izcīļnripu apsteidzes leņķa samazināšanas virzienā.

Maksimālais apsteidzes leņķis atkarībā no slodzes arī ir ierobežots un atrodas robežās 15 – 250 kloķvārpstas pagrieziena leņķa. Vakuumregulatora raksturīkne, kurā redzams vakuumregulatora izmainītā apsteidzes leņķa Q lielums atkarībā no spiedienu starpības  $\Delta P$  vakuumkamerā un ieplūdes kolektorā, parādīta (7.17.att.). Reālā ekspluatācijā centrībēdzes un vakuuma regulatori darbojas kopīgi.

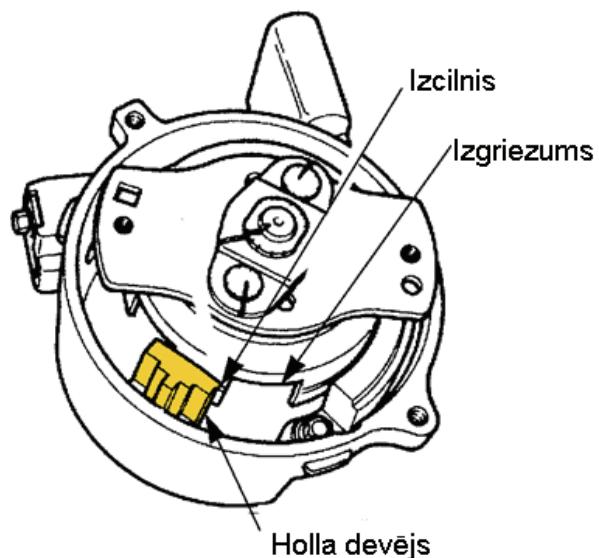
Ja degvielas oktānskaitlis neatbilst motora kompresijas pakāpei, tad pat pie optimāla apsteidzes leņķa, kas atbilst motora maksimālai jaudai, tanī var notikt detonācija – ārkārtīgi ātra degmaisījuma sadegšana. Lai novērstu detonāciju, kalpo oktān – korektors, kas ļauj manuāli pagriezt sadalītāja korpusu uz vienu vai otru pusi. Degvielas ar mazāku oktānskaitli pielietošanai korpuiss jāpagriež uz apsteidzes leņķa samazināšanas pusi.

Augstsprieguma sadalītājs sastāv no plastmasas rotora ar centrālo elektrodu un sānu elektrodiem, kas izvietoti plastmasas vāciņā. Rotors nostiprināts uz vārpstas, kas saistīta ar aizdedzes apsteidzes leņķa regulatora kustīgo plati. Augstsprieguma impulsi nonāk uz centrālo elektrodu no aizdedzes spoles caur ogles elektrodu un traucējumus nomācošo rezistoru, kas nostiprināts rotora padziļinājumā. Rotoram griežoties, augstsprieguma impulsi no centrālā elektroda caur atstarpi nonāk uz sānu elektrodiem, bet no tiem caur augstsprieguma vadiem uz aizdedzes svecēm. Vadi pie sānu elektrodiem tiek pievienoti atbilstoši cilindru darba kārtībai.

Pie sadalītāja korpusa ir piestiprināts kondensators, kas ieslēgts paralēli pārtraucēja kontaktiem, lai novērstu to dzirksteļošanu. Kontaktu – tranzistoru sistēmās šis kondensators netiek pielietots.

Devēji – sadalītāji atšķiras galvenokārt ar to, ka tajos kontaktu pārtraucējs aizvietots ar bezkontaktu devēju. Magnētelektriskā tipa bezkontaktu devējā polu pāru skaits atbilst motora cilindru skaitam. Pielietojot Holla devēju šim skaitam atbilst izgriezumu skaits rotējošajā magnētiskajā ekrānā.

No Holla devēja uz komutatora ieeju nonāk taisnstūrveida formas signāls, kura lielums aptuveni par 3 V mazāks nekā barošanas avota spriegums, bet ilgums atbilst ekrāna izcilņu pārvietošanās laikam gar devēja jutīgo elementu. Apakšējais signāla līmenis 0.4 V atbilst izgriezuma pārvietošanās laikam (7.18. att.).



7.18. att. Pārtraucējs ar Holla devēju

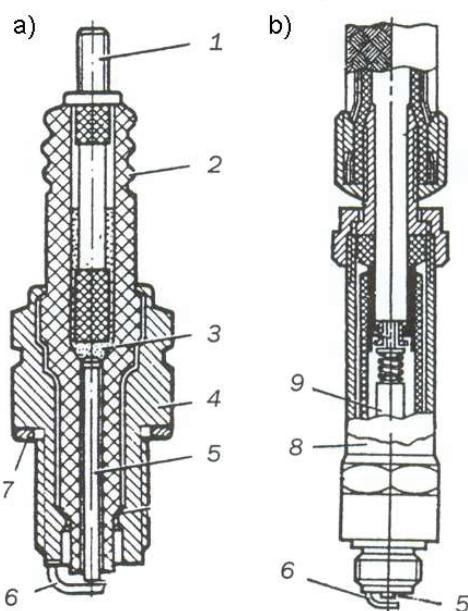
Pārejas momentā no augstākā līmeņa uz zemāko notiek dzirksteles veidošanās.

Magnētelektriskajā devējā centrķēdzēs apsteidzes leņķa regulators pagriež buksi, uz kuras izvietots devēja rotors. Holla devējā pagriežas mufe, uz kuras nostiprināts magnētiskais ekrāns. Vakuumregulatori pagriež mikropārslēdzēja stiprinājuma plati.

Vienās no pēdējām devēju – sadalītāju konstrukcijām, lai paaugstinātu dzirksteles veidošanās momenta iestādījuma precizitāti, sadalītājs tiek piedzīts tieši no motora sadales vārpstas un tas tiek nostiprināts uz motora bloka galvas. Bezkontaktu aizdedzes sistēmas devēja – sadalītāja vāciņš parasti ir lielāka diametra salīdzinot ar kontaktu sistēmas sadalītājiem, kas novērš augsts prieguma caursitiena iespēju starp vāciņa elektrodiem. Tādu sadalītāju vāciņi izgatavoti no

speciālas augstsprieguma plastmasas uz polibutilēntereftalātu bāzes. Iespējams arī sadalītājs, kā netnemams motora konstrukcijas elementa izpildījums. Tādā gadījumā rotors tiek nostiprināts tieši uz sadales vārpstas.

Aizdedzes svecei jānodrošina garantēta degmaisījuma aizdedzināšanu motora cilindros, ja uz to tiek padots augstspriegums. Sveces izvietojums bloka galvā un daļēji degkamerā rada tai ārkārtīgi sarežģītus darba apstāklus. Motoram darbojoties temperatūra degkamerā svārstās no 700 līdz 2500°C, maksimālais spiediens sasniedz 5 līdz 6 MPa, spriegums sasniedz 20 kV. Tas uzstāda zināmus nosacījumus sveču konstrukcijai. Pirmsākumos ražotajām svecēm bija izjaucama konstrukcija, mūsdienās tiek ražotas tikai neizjaucamas sveces (7.19.att.).



**7.19. att. Aizdedzes sveces konstrukcija**

a – neekranēta; b – ekranēta; 1 – kontaktu serdenis; 2 – izolators; 3 – strāvu vadošs hermētikis; 4 – korpuiss; 5 – centrālais elektrods; 6 – sānu elektrods; 7 – blīvējošais gredzens; 8 – ekrāns; 9 – traucējumus slāpējošais rezistors

Sveces korpus sastāv no vītnes un galviņas priekš uzgriežņu atslēgas. Korpusa iekšienē izvietots keramisks izolators, kas izgatavots no uralīta, borkorunda, helumīna vai citiem materiāliem, kam piemīt augsta temperatūras, elektriskā un mehāniskā noturība. Izolatoram jāiztur vismaz 30 kV spriegums pie maksimālās temperatūras. Izolatora iekšienē nostiprināts centrālais elektrods un kontaktu serdenis. Centrālais elektrods izgatavots no hroma – titāna tērauda vai hroma – niķeļa sakausējuma. Svecēs ar paplašinātu temperatūru diapazonu centrālais elektrods izgatavots no vara, sudraba vai platīna ar termiski noturīgu darbvirsmas pārklājumu. Kontaktu serdeņa un centrālā elektroda hermetizācija tiek veikta ar speciālu strāvu vadošu stikla masu.



20. att. Aizdedzes sveces elektrodu konstrukcijas

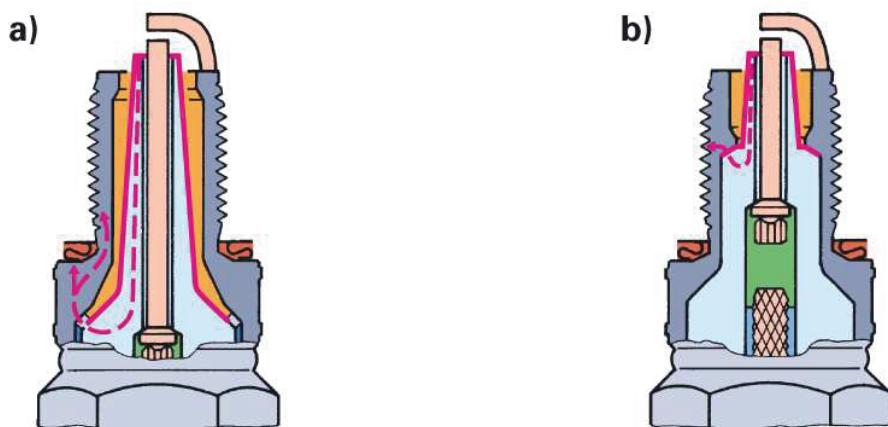
a – ar vienu sānu elektodu; b – ar platīna centrālo elektrodu; c – ar trīs sānu elektrodiem; d – ar triangulāru sānu elektodu

Sveces korpusam piemetināts sānu elektrods no niķeļa – vara vai hroma – niķeļa sakausējuma (7.20.att.). Dažas firmas, piemēram, Bosch, aizdedzes sveces pielieto līdz četriem sānu elektrodiem. Sānu elektrodu skaita palielināšana veicina stabilas klokvārpstas rotācijas frekvences samazināšanos pateicoties stabilākai dzirkstelei. Starp centrālo un sānu elektrodu tiek ieregulēta atstarpe 0.5 līdz 1.2mm. Jo lielāka

atstarpe, jo lielāka dzirksteles aizdedzināšanas spēja, bet aizdedzes sistēmai jānodrošina augstāks spriegums.

Blīvējošais gredzens nodrošina cilindra hermetizāciju.

Hermetizētās ekranētās sveces (7.19.att. b) ir iebūvēts traucējumus slāpējošais rezistor.



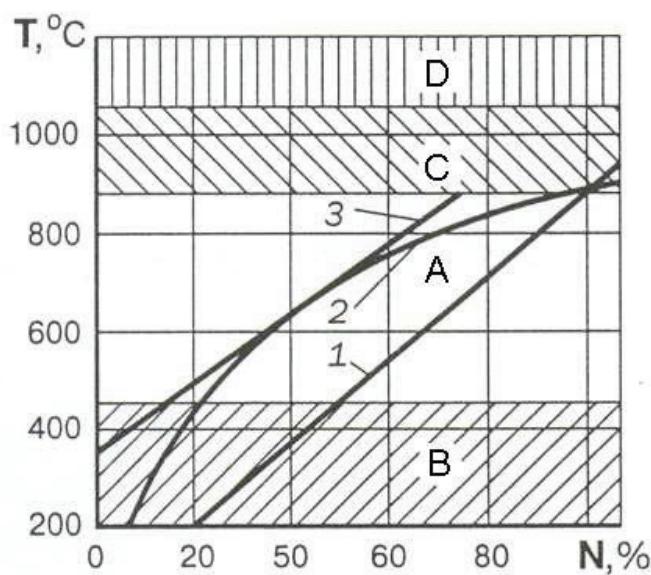
7.21.att. Aizdedzes sveces izolatoru veidi

a – ar garu siltuma konusu; b – ar īsu siltuma konusu

Kvēlskaitlis ir svarīgākais sveces raksturielums, kas ievērtē tās termiskās īpašības. Normāla sveces darbība notiek pie izolatora siltuma konusa temperatūras  $400$  līdz  $900^{\circ}\text{C}$ . Temperatūrā, kas zemāka par  $400^{\circ}\text{C}$  uz sveces veidojas uzdegums, kas izsauc dzinēja nevienmērīgu darbību. Temperatūrā, kas augstāka par  $920^{\circ}\text{C}$  sākas kvēlaizdedze – degmaisījuma pašaizdegšanās no sakarsušā sveces konusa. Kvēlskaitlis tiek noteikts izmantojot speciālu viencilindra etalondzinēju, kura kompresijas pakāpi maina, līdz sākas kvēlaizdedze. Vidējais indicētais spiediens kvēlaizdedzes sākšanās brīdī atbilst kvēlskaitlim, kurš pieder rindai: 8; 11; 14; 17; 20; 23; 26. Dažās valstīs ar kvēlskaitli saprot etalondzinēja darbības laiku līdz sākas kvēlaizdedze. Tā kvēlskaitli apzīmē, piemēram, firma Bosch. Sveces siltumatdeve

tieka noteikta ar vairākiem parametriem, bet, galvenokārt, ir atkarīga no izolatora siltuma konusa garuma. Garš situma konuss apgrūtina siltuma novadīšanu, sveces apakšējā daļa slikti dzesējas (7.21.att. a). Tādu sveci sauc par „karstu” un tā atbilst mazām kvēlskaitļa vērtībām, šādas sveces tiek rekomendētas lēngaitas dzinējiem ar zemu kompresijas pakāpi. Šis siltuma konuss (7.21.att. b) raksturīgs „aukstajai” svecei ar lielu kvēlskaitli, kuru iesaka ātrgaitas forsētiem motoriem.

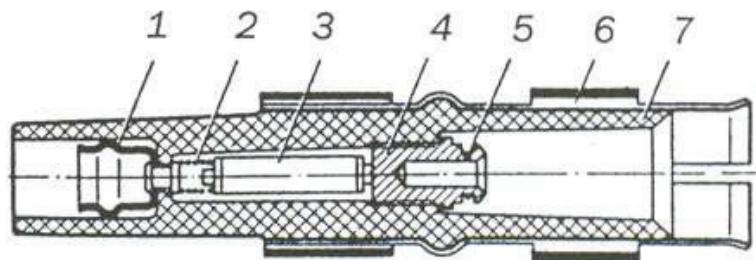
Vara, sudraba un platīna izmantošana centrālā elektroda izgatavošanai paaugstina siltumatdevi un paplašina sveces temperatūru diapazonu. 7.22. attēlā parādīta sveces siltuma izolatora temperatūras atkarība no dzinēja slodzes „aukstajai”, „karstajai” un svecei ar plašu temperatūru diapazonu.



**7.22.att. Aizdedzes sveces siltuma izolatora temperatūras atkarība no dzinēja slodzes.**

Temperatūru zonas: A – elektroda pašattīrišanās; B – intensīva uzdeguma veidošanās; C – izolatora pārkaršana; D – kvēlaizdedze; 1 – „aukstā” svece; 2 – karstā svece; 3 – svece ar plašu temperatūru diapazonu.

Aizdedzes sveču marķējums satur informāciju par to konstrukciju un īpašībām. Firmas Bosch apzīmējumā pirmais burts norāda vītnes izmēru: W – M14x1.25; D – M18x1.5, tālāk seko burts, kas norāda sveces konstrukciju: R – ar iebūvētu rezistoru (7.23.att.), tad skaitlis, kas raksturo sveces termiskās īpašības ( jo mazāks, jo svece „aukstāka” ), tam seko sveces vītnes garuma apzīmējums ( D – 19 mm ), nākošais burts norāda sānu elektrodu skaitu, ja to ir vairāk par vienu ( D – divi, T – trīs, Q – četri ) un pēdējais ir sānu elektroda materiāls ( C – varš, P – platīns, S – sudrabs).



**7.23.att. Aizdedzes sveces ekranētais uzgalis**

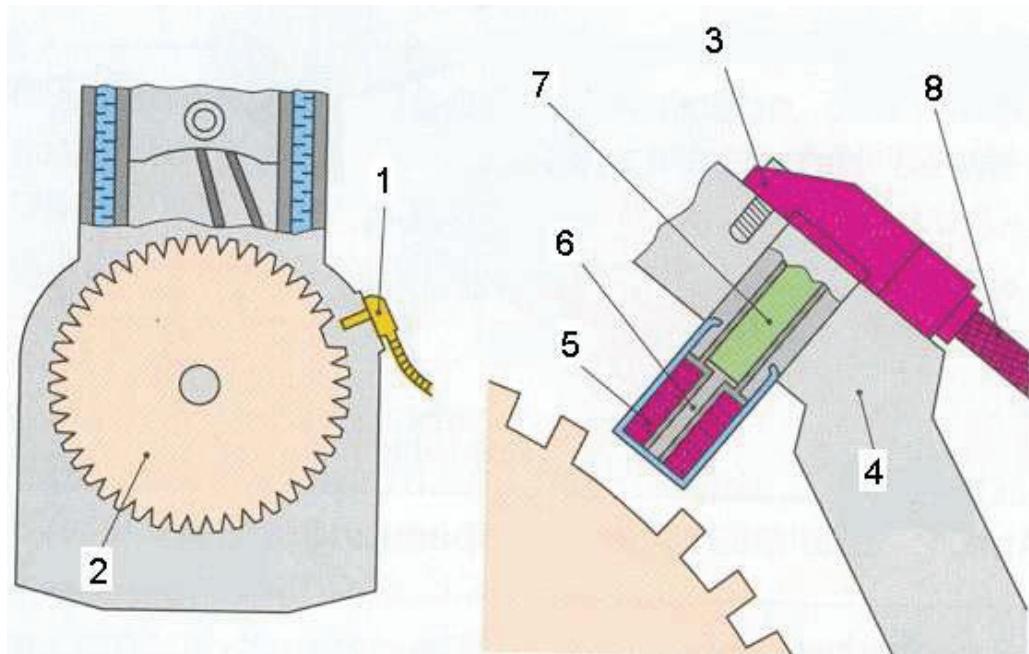
1 – spaile; 2 – atspere; 3 – rezistors; 4 – uzgalis; 5 – skava; 6 – ekrāns; 7 – korpuss

Augstsrieguma vadi iedalās parastajos ar metālisku centrālo vadītāju un speciālajos ar parametriem, kas nodrošina radiotraucējumu slāpēšanu.

Vadiem ar vara dzīslu ir izolācija no polivinilhlorīda, gumijas un polietilēna, virs kuras uzvilkts apvalks, kas noturīgs pret benzīnu un eļlu. Šiem vadiem ir zema centrālās dzīslas pretestība un tie paredzēti maksimālajam spriegumam 15 līdz 25kV, tos var izmantot tikai kopā ar traucējumus ierobežojošajiem rezistoriem.

Vadi ar vienmērīgi sadalītu pretestību iedalās vados ar sadalītu aktīvo pretestību (rezistīvie vadi) un reaktīvo pretestību (reaktīvie vadi). Rezistīvajiem vadiem ir elektrību vadoša dzīsla, kas izgatavota no piesūcināta kokvilnas un

papīra vijuma kaprona vai kokvilnas un papīra apvalkā. Šādu vadu maksimālais spriegums ir 15kV. Praksē plašāku pielietojumu ir ieguvuši vadi ar reaktīvu pretestību.



7.24.att. **Kloķvārpstas stāvokļa devēja izvietojums un uzbūve**

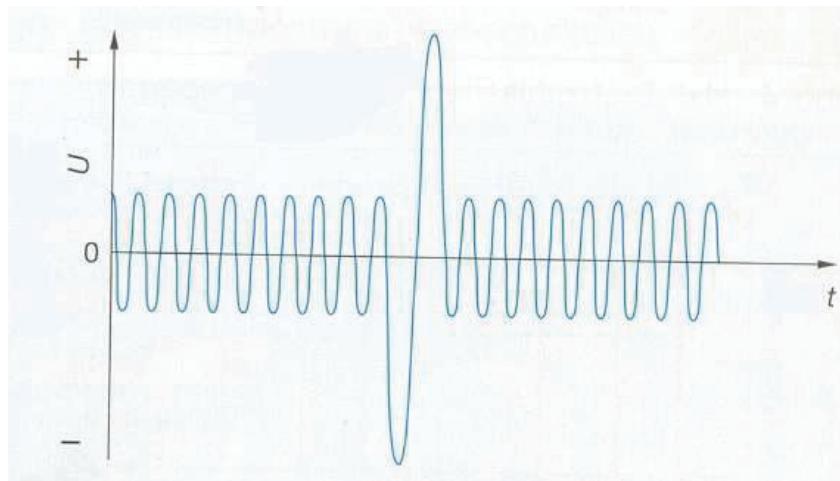
1 - kloķvārpstas stāvokļa devējs; 2 – spararats; 3 – devēja korpuiss; 4 – motora korpuiss; 5 – tinumi; 6 – serdenis; 7 – magnēts; 8 – pievienošanas vads.

Ir arī vadi ar centrālo linu diegu, uz kuras uzklāta feroplasta kārta, kura sastāvā ietilpst niķeļa – cinka pulveris. Virs feroplasta serdeņa tiek uztīta strāvu vadoša dzelzs – niķeļa stieple. Vada ārpuse ir izolēta ar polivinilhlorīda izolāciju. Radiotraucējumu novēršana notiek feroplasta slāņa vadītājā un dielektriķī.

Bezkontaktu aizdedzes sistēmās izmanto vadus ar silikona izolāciju. Vadiem ar paaugstinātām prasībām radiotraucējumu novēršanai ir augsta pretestība, līdz pat  $11\text{ k}\Omega$ . Šādu vadu pielietošana var radīt traucējumus aizdedzes sistēmas darbībā.

Traucējumus ierobežojošie rezistori, kas tiek izgatavoti ar pretestību no 5 līdz  $13\text{ k}\Omega$ , tiek savienoti ar sveci vai sadalītāju. Rezistoru var iebūvēt sveces ekranētajā uzgalī (7.23.att.). Mūsdienās vienas un tās pašas markas automašīnai var pielietot dažādu ražotāju aizdedzes sistēmas elementus.

Kloķvārpstas stāvokļa devējs izvietots motora korpusā tiešā spararata tuvumā (sk. 7.24.att.). Tā funkcija ir padot signālu uz elektronisko vadības bloku par kloķvārpstas stāvokli un griešanas ātrumu. Kloķvārpstas stāvokļa devējs sastāv no korpusa, magnēta, spoles un serdeņa. Spararatam griežoties, tā izcilīgi pārvietojas gar devēju, notiek magnētiskā lauka izmaiņa un devējs padot mainīga sprieguma signālu (sk. 7.25.att.) uz elektronisko vadības bloku. Pieaugot kloķvārpstas griešanās ātrumam, pieaug signāla sprieguma skaits laika vienībā.



7.25. att. **Kloķvārpstas stāvokļa devēja izejas signāls**

## **7.6. Aizdedzes sistēmas elementu diagnostika**

Lai uzsāktu automobiļa remontu vispirms ir jāveic tā diagnostika. Diagnostika ļauj ātri noteikt pārbaudāmās sistēmas defektus un to cēloņus, tādā veidā būtiski samazinot remonta laiku un darbietilpību. Mašīnu tehniskā diagnostika ir pārbaudāmā objekta tehniskā stāvokļa kontrole bez tā izjaukšanas ar sekojošu iegūtās informācijas apstrādi, kas dod iespēju pieņemt lēmumus par tehnisko iedarbi uz to un noteikt turpmāko tā darba spēju resursu.

Klasiskās aizdedzes sistēmas tehniskā apkope ir visdarbietilpīgākā, jo satur daudz mehānisku elementu, kam nolietojoties rodas izdilums, kas var iespaidot aizdedzes momentu un sistēmas darbību kopumā. Bezkontaktu aizdedzes sistēmu apkope ir minimāla, bet remonts sastāv no bojāto elementu nomaiņas.

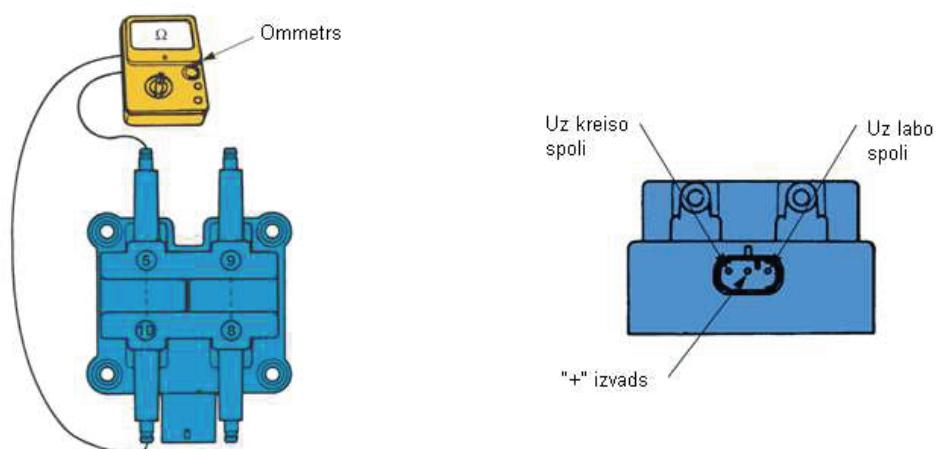
Pirms diagnostikas uzsākšanas jāveic sistēmas vizuālā pārbaude, jāpārliecinās vai visi vadu savienojumi ir kārtībā, vai vados nav aprāvums. Jāpārliecinās par aizdedzes slēdža darbspēju, izmantojot voltmetru ( sprieguma kritums tā kontaktos pie slodzes nedrīkst pārsniegt 0.2 V ), un akumulatora baterijas uzlādes pakāpi, kā ar par ģeneratora darbību. Bezkontaktu aizdedzes sistēmās, ja tīkla spriegums pārsniedz 18 V, komutators atslēdz aizdedzes sistēmu, lai novērstu tās elementu iespējamos bojājumus.

Akumulatora bateriju pārbauda tā spailēm pieslēdzot voltmetru. Pilnīgi uzlādēta akumulatora spriegumam pēc nostabilizēšanās jābūt 12.6 V. Jāpārbauda arī sprieguma kritums uz spailēm motora startēšanas brīdī.

Vadus un to savienojumus pārbauda izmantojot ommetru vai voltmetru. Ar ommetru pārbauda vada vai savienojuma pretestību, bet ar voltmetru nosaka sprieguma kritumu vadā vai savienojumā.

Augstsrieguma vadus pārbauda arī izmantojot ommetru. Svečvadu pretestība nedrīkst būt lielāka par  $20 - 50 \text{ k}\Omega$ , kas atkarīga no vada konstrukcijas un garuma.

Indukcijas spoles galvenie defekti ir tinumu aprāvums. Dažām indukcijas spolēm ir izveidots drošības vārstiņš, kas pasargā spoli no sprādziena pārkašanas gadījumā. Spolei sakarstot līdz zināmai robežai vārsti tiek izspiests. Šādu spoli nepieciešams nomainīt pret jaunu. Pārbaudot spoli ar ommetu, tiek noteikta primārā un sekundārā tinuma pretestība (7.26.att.). Primārā tinumu pretestībai jābūt ap  $1\Omega$ , bet sekundārajam tinumam ap  $10\text{ k}\Omega$ . Gadījumā, ja pretestības vērtība atšķiras no ražotāja paredzētās, spoli jānomaina. Monospoles primārā tinuma pretestību mēra starp tās spailēm. Sekundārā tinuma pretestības noteikšanai ommetu pieslēdz starp spoles pievadu un augstsprieguma vada izvadu.



7.26. att. Indukcijas spoļu pārbaude

Veicot šādus mērijumus spoļu paketei, ommetu pieslēdz starp atbilstošo cilindru pāru augstsprieguma izvadiem, tā nosakot sekundāro pretestību. Primāro pretestību mēra starp pievada pozitīvo spaili un labās vai kreisās spoles zemsprieguma kontaktu (7.26.att.).

Ja automobilim izmantota tiešas aizdedzes sistēma ar spoļu bloku, kas novietots tieši virs svecēm, pārbaudi veic spoles atvienojot un visus to augstsrieguma izvadus savienojot ar aizdedzes svecēm. Šādā veidā var veikt aizdedzes dzirksteles un augstsrieguma vadu vizuālo pārbaudi, cilindru atslēgšanu un citas pārbaudes kā klasiskajai aizdedzes sistēmai.

Kondensatora pārbaudi arī var veikt izmantojot ommetu. Pieslēdzot testeri, kas ieslēgts uz lielu pretestību mērišanu, nebojātam kondensatoram, bultiņa pieslēgšanas momentā izdara lēcienu, bet pēc tam atgriežas nulles pozīcijā.

Holla devēja testēšanu var veikt ar voltmetra palīdzību. To ieslēdz pastāvīga sprieguma mērišanai un pieslēdz devēja izvadam. Rotējot devēja – sadalītāja vārpstai voltmetra rādījumam strauji jāmainās no 0.4V līdz lielumam, kas ne vairāk par 3V atšķiras no barošanas sprieguma.

Magnētelektrisko devēju pārbauda pieslēdzot tam voltmetru, kas ieslēgts maiņstrāvas sprieguma mērišanai. Laikā, kad darbojas starteris spriegumam jābūt ne mazākam par 2 V. Devēja tinuma pretestība ir robežas no 280 līdz  $470\Omega$ .

Vakuma un centrbēdzes korektoru pārbaudei lietderīgi izmantot stroboskopu. Tā barošanai tiek izmantota automobiļa akumulatora baterija. Stroboskopējot motoru, stroboskopa gaismu virza pret aizdedzes apsteidzes leņķa atzīmēm uz motora spararata vai priekšējā siksnu skriemeļa un nosaka aizdedzes apsteidzes leņķi. Palielinot motora apgriezienus vēro apsteidzes leņķa izmaiņu un līdz ar to arī korektoru darbību.

Sadalītāja vāciņa un rotora pārbaudi veic vizuāli. Pārbauda vai kontakti nav bojāti vai apdegusi, vai vāciņā nav plaisas un mehāniski bojājumi. Motoram darbojoties novēro vai vāciņš nav caursists – vai no tā nepārlec dzirkstele uz masu. Pēc bojāta sadalītāja vāciņa nomaiņas noteikti jāpārbauda aizdedzes sveces, kuru bojājums bieži izraisa vāciņa caursiti. Jauna sadalītāja vāciņa mūžs var būt ļoti īss, ja netiek pārbaudītas aizdedzes sveces. Ja bojātas aizdedzes sveces dēļ dzirkstele

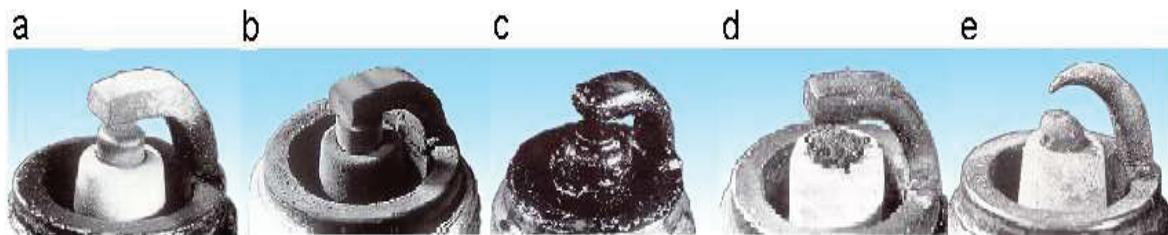
nevar pārlēkt dzirksteļspraugā, tā var caursist sadalītāja vāciņu vai augstsrieguma vadu izolāciju.

Aizdedzes sveču pārbaudi arī var veikt vizuāli. Izskrūvē aizdedzes sveci un vispirms veic kontaktu apskati. Bojātai aizdedzes svecei kontakti var būt apdeguši vai pat izdeguši (7.27.att.). Pievienojot izskrūvētu sveci augstsrieguma vadam un griežot kloķvārpstu var novērot vai dzirksteļspraugā pārlec dzirkstele un kāda tā ir. Šīs metodes trūkums ir tas, ka pastāv no cilindra izspiestā degmaisījuma aizdegšanās iespēja. Bojāto aizdedzes sveci ir jānomaina ar jaunu. Mehāniski tīrīt aizdedzes sveces nav ieteicams, jo var tikt bojāts centrālā elektroda izolators un tīrītu sveču darba resurss ir daudz īsāks nekā jaunu. Pirms aizdedzes sveču izskrūvēšanas jāpārliecinās vai motors ir auksts, sevišķi ja motoram ir alumīnija cilindru galva, un jānotīra netīrumi apkārt svecei.

Aizdedzes sveces rūpīga apskate ļauj izdarīt secinājumus par motora un barošanas sistēmas darbību un izmantošanas režīmiem. 7.27. attēlā parādīti daži iespējamie sveces izskati:

- a) svece, kas liecina par normālu motora darbību – tās izolators ir pelēkbrūnā vai pelēkdzeltenā krāsā;
- b) svece klāta ar vienmērīgu melnu uzdeguma slāni – motors izmantots īsos pārbraucienos, bieži darbināts brīvgaitā un pie zemiem apgriezieniem, degmaisījums pārāk bagāts, ko var izraisīt barošanas sistēmas defekts;
- c) nevienmērīgs, biezs melna uzdeguma slānis – pārāk augsts eļļas līmenis, nodiluši eļļas gredzeni, cilindri vai virzuļi ( ja šādi izskatās tikai viena svece, iespējams ieplūdes vārsta izdegums);
- d) centrālā elektroda izdegšana liecina par termisku pārslodzi, ko izsauc kvēlaizdedze;
- e) sānu elektroda nodilumam cēlonis var būt motora detonācija.

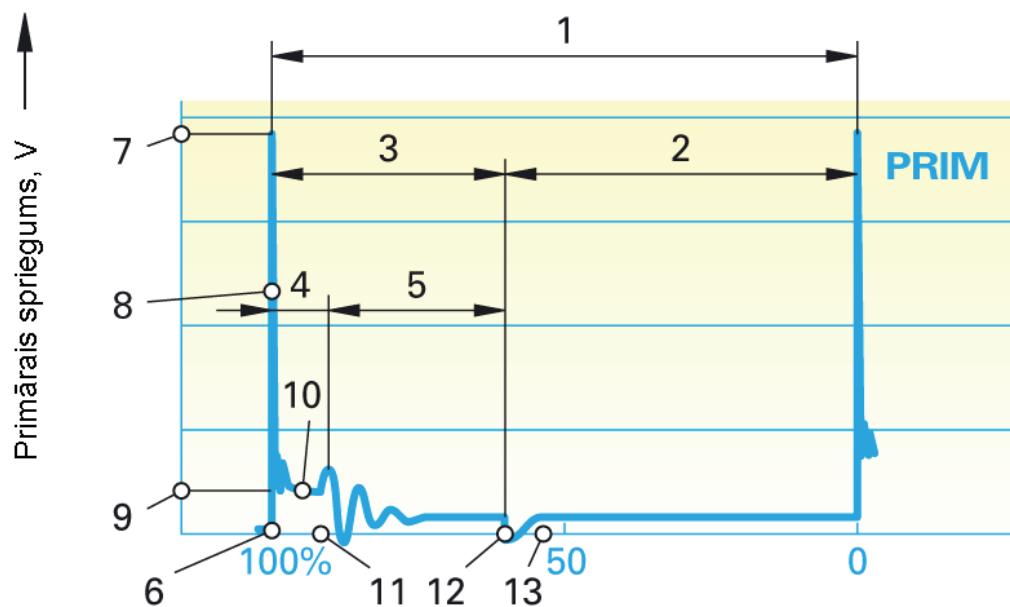
Ieskrūvējot aizdedzes sveces jāievēro noteikts pievilkšanas spēks, ar ko iespējams nodrošināt pienācīgu cilindra blīvējumu un siltuma novadīšanu no sveces uz cilindra galvu.



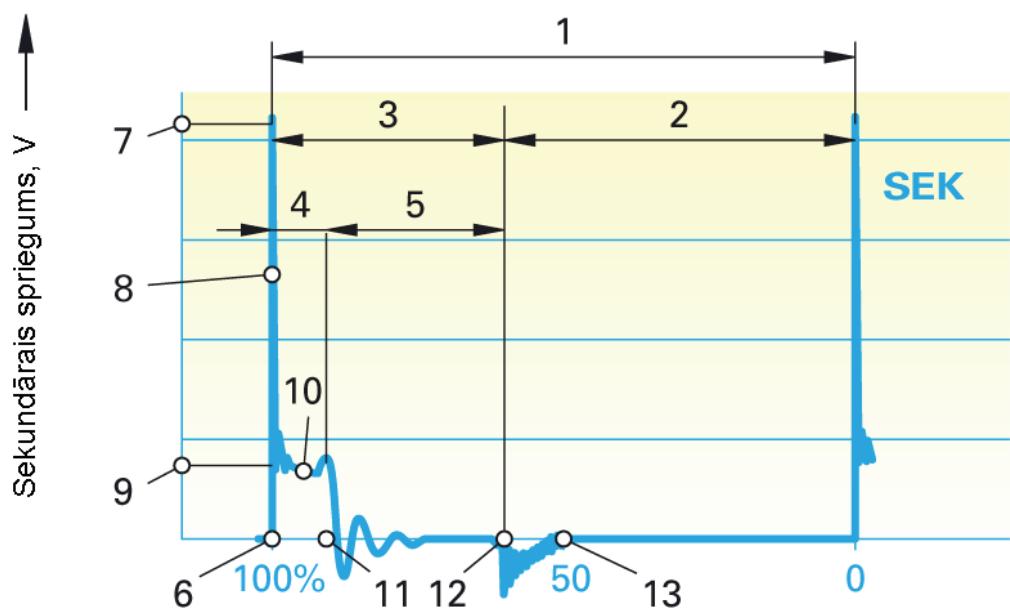
7.27. att. Aizdedzes sveces, kas darbojušās dažādos režīmos

## 7.7. Aizdedzes sistēmu diagnostika izmantojot oscilogrāfu

Aizdedzes sistēmas defekti var tikt konstatēti izmantojot motortesterus, kas aprīkoti ar oscilogrāfu, kur ekrānā var novērot primārās ķēdes sprieguma un sekundārā sprieguma izmaiņu laikā. Pie izslēgta motora oscilogrāfa ekrānā redzama horizontāla līnija - oscilogramma. Motoram darbojoties šī līnija ieņem noteiktu stāvokli, kuras augstums norāda spriegumu, bet garums parāda laiku. Lai varētu oscilogrammas izmantot motora diagnostikā ir jāzin, kas ir redzams katrā standarta oscilogrammas daļā. Visām oscilogrammām ir līdzīga struktūra, bet specifiskās atšķirības ir atkarīgas no aizdedzes sistēmas veida. 7.28 un 7.29. attēlā parādītas standarta oscilogrammas.



7.28.att. Primārā sprieguma standarta oscilogramma



7.29.att. Sekundārā sprieguma standarta oscilogramma

1 – aizdedzes intervāls  $\gamma$ . Kloķvārpstas pagrieziena leņķis starp divām dzirkstelēm. To aprēķina pēc formulas

$$\gamma = \frac{720}{z}, \quad (1)$$

kur  $\gamma$  - aizdedzes intervāls, °;

$z$  – cilindru skaits.

2 – uzlādes intervāls  $\alpha$ . Kloķvārpstas pagrieziena leņķis, kamēr primārā ķēde ir noslēgta un tiek ģenerēts magnētiskais lauks. Tas tiek izteikts kloķvārpstas pagrieziena leņķa grādos vai procentos no aizdedzes intervāla. Četru cilindru dzinējam  $\alpha=55\%$ .

3 – atvēršanās leņķis  $\beta$ . Kloķvārpstas pagrieziena leņķis, kamēr pārtraucēja kontakti ir atvērti. Tas sastāv no degšanas laika un svārstību procesa spole.

4 – degšanas laiks. Dzirksteles degšanas laiks dzirksteļspraugā (parasti 1 – 2 ms ).

5 – svārstību process. Atlikušās enerģijas rimstošās svārstības.

6 – aizdedzes punkts. Moments, kad tiek pārtraukta primārā ķēde.

7 – caursites spriegums ( 8 sprieguma lēciens). Šis punkts parāda, kāds spriegums nepieciešams, lai caursistu dzirksteļspraugu.

9 – dzirksteles spriegums. Spriegums, pie kura dzirksteļspraugā deg dzirstele. Tas ir mazāks par caursites spriegumu, jo starp elektrodiem atrodas jonizēta gāze.

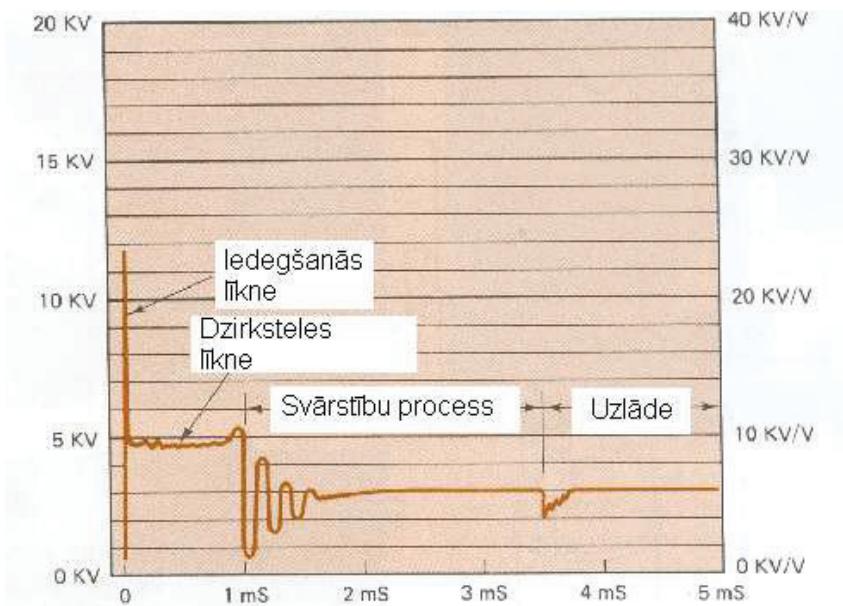
10 – dzirksteles sprieguma līkne.

11 – degšanas beigas. Šīnī punktā beidzas degšana un sākas svārstību process.

12 – aizvēršanās punkts. Primārā ķēde ir noslēgta. Magnētiskais lauks tiek ģenerēts.

13 – magnētiskā lauka ģenerēšanas beigu punkts. Sekundārais spriegums ir nulle. Primārais spriegums ir 12 V.

Oscilogrāfa ekrānā oscilogrammas var tikt attēlotas dažādi. Oscilogramma sastāv no vairākām līknēm, kuras dažādos attēlojumos paliek nemainīgas. 7.30. attēlā redzams no kādām līknēm sastāv tipiska oscilogramma.



7.30. att. Tipiska sekundārā sprieguma oscilogramma

Iedegšanās līkne ir gandrīz vertikāla līnija. Tās augstumam jābūt starp 5 un 15 kV. Starpība starp augstāko un zemāko cilindra līknī nedrīkst pārsniegt 3kV. Iedegšanās līknes augstums parāda spriegumu, kas nepieciešams, lai caursistu dzirksteļspraugu. Tas ir spriegums, kāds nepieciešams, lai gaisu cilindrā padarītu strāvu vadošu – lai jonizētu to. Ja iedegšanās līkne vienam cilindram ir augstāka kā citiem, tam var būt sekojoši iemesli:

- a) atstarpe starp aizdedzes sveces elektrodiem pārāk liela;
- b) liess degmaisījums;
- c) aizdedzes sveces augstsprieguma vada defekts.

Liess degmaisījums satur mazāk degvielas pilienus un līdz ar to sliktāk vada elektrisko strāvu, nekā trekns degmaisījums.

Ja iedegšanās līknes visiem cilindriem ir augstākas par normālām, iemesli var būt sekojoši:

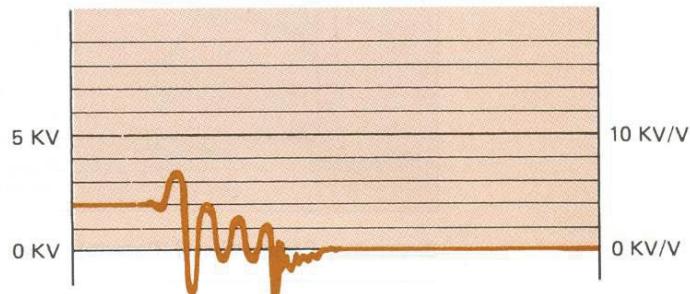
- a) visu aizdedzes sveču kontaktu nodilums;
- b) defekts aizdedzes spoles tinumā;

c) bojāts sadalītāja vāciņš un/vai rotors.

Dzirksteles līkne ir horizontāla īsa līkne uzreiz pēc iedegšanās līknes. Tās augstums parāda, kāds spriegums nepieciešams dzirksteles degšanai pēc dzirksteļspraugas caursites. Dzirksteles līknes augstumam jābūt ceturtdaļai no iedegšanās līknes augstuma 1.5 – 2.5 kV. Tās garums parāda laiku, kamēr deg dzirkstele. Dzirkstele pazūd līknes beigu punktā.

Svārstību process sākas uzreiz pēc dzirksteles. Atlikušās energijas izlāde notiek spoles tinumos un sekundārajā ķedē. Aizdedzes sistēmas oscilogrammā jābūt piecām vai vairāk svārstībām, ja sistēma ir kārtībā ( dažām sistēmām var būt trīs un vairāk ).

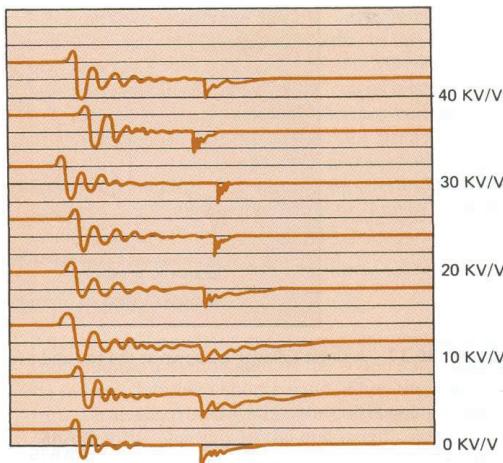
Lai precīzāk varētu izpētīt aizdedzes sistēmas līknes osciloskopos tiek izmantotas trīs to attēlošanas pozīcijas. Pirmā pozīcija (7.31.att.) tiek izmantota, lai varētu salīdzināt atsevišķu cilindru līknes izņemot iedegšanās līknes. Šinī pozīcijā nav attēlotā iedegšanās līkne.



7.31. att. **Pirmā pozīcija**

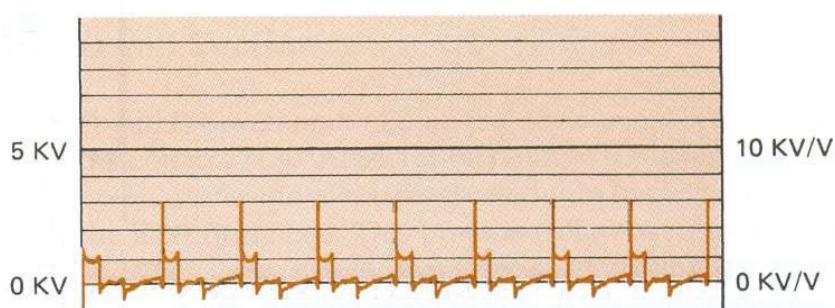
Otrā pozīcija ir vislabāk izmantojama, lai salīdzinātu visu cilindru dzirksteles līknes. Šinī pozīcijā attēlotas visas līknes izņemot iedegšanās līknī. 1. cilindrs ir

attēlots ekrāna apakšā. Pārējie cilindri ir izvietoti virs pirmā atbilstoši to darba kārtībai.



### 7.32.att. Otrā pozīcija

Trešā pozīcija ir vienīgā, kurā ir redzamas iedegšanās līknes. Pirmā cilindra iedegšanās līkne ir ekrāna labajā pusē, bet tai sekojošās līknes – ekrāna kreisajā pusē. Cilindri izkārtoti atbilstoši darba kārtībai no kreisās uz labo pusī. Šo pozīciju izmanto, lai salīdzinātu visu cilindru iedegšanās līkņu augstumus.



### 7.33.att. Trešā pozīcija

## **Dzirksteles degšanas līkņu nolasīšana**

Dzirksteles degšanas līknes visvieglāk redzēt 1. pozīcijā (7.31.att.) vai 2. pozīcijā (7.32.att.), kurā uzreiz redzamas visu cilindru līknes. Dzirksteles degšanas līkņu augstumam jābūt vienai ceturdaļai no iedegšanās līkņu augstuma ( 1.5 līdz 2.5 kV, bet parasti ne vairāk par 2.0 kV ). Spriegumu, pie kura dzirksteles spraugā deg dzirkstele, sauc par degšanas spriegumu. Dzirksteles degšanas līknes garums ir svarīgs motora darbības raksturotājs, jo tas parāda dzirksteles degšanas laiku. Aizdedzes spolē ir ierobežots enerģijas daudzums. Ja lielākā enerģijas daļa tiek patērēta, lai jonizētu gaisa spraugas sadalītājā un aizdedzes svečēs, atlikušais enerģijas daudzums var būt nepietiekams, lai nodrošinātu pietiekami ilgu dzirksteles degšanu un degmaisījuma pilnīgu sadedzināšanu. Daudzi osciloskopi ir aprīkoti ar milisekunžu skalu. Iespējamie degšanas līkņu garumi:

- a) 0.8 ms – pārāk īsa;
- b) 1.5 ms – normāla;
- c) 2.2 ms – pārāk gara.

Ja degšanas līkne ir pārāk īsa iespējamie iemesli var būt sekojoši:

- a) pārāk liela atstarpe starp aizdedzes sveces kontaktiem;
- b) pārāk liels attālums starp rotora kontaktu un sadalītāja vāciņa kontaktu ( bojāts rotors vai vāciņš );
- c) augstas pretestības aizdedzes sveces augstsprieguma vads;
- d) degmaisījums pārāk liess ( bojāts vārstītājs vai vārstītājs ).

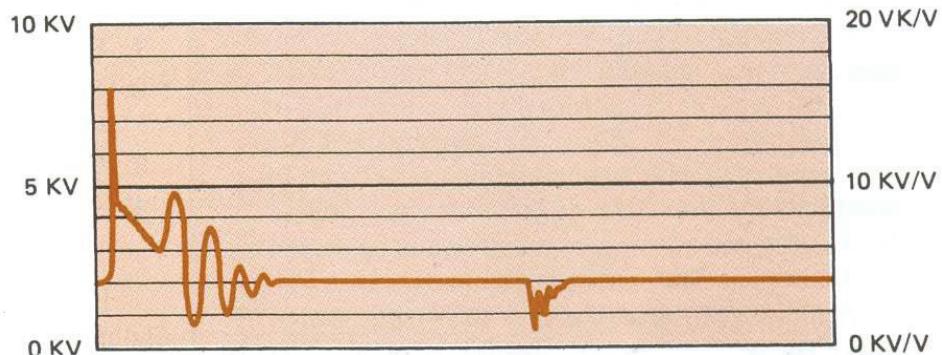
Ja degšanas līkne ir pārāk gara iespējamie iemesli var būt sekojoši:

- a) bojāta aizdedzes svece;
- b) pārāk maza atstarpe starp aizdedzes sveces kontaktiem;
- c) enerģijas noplūde no sveces vai augstsprieguma vada ( bojāta izolācija ).

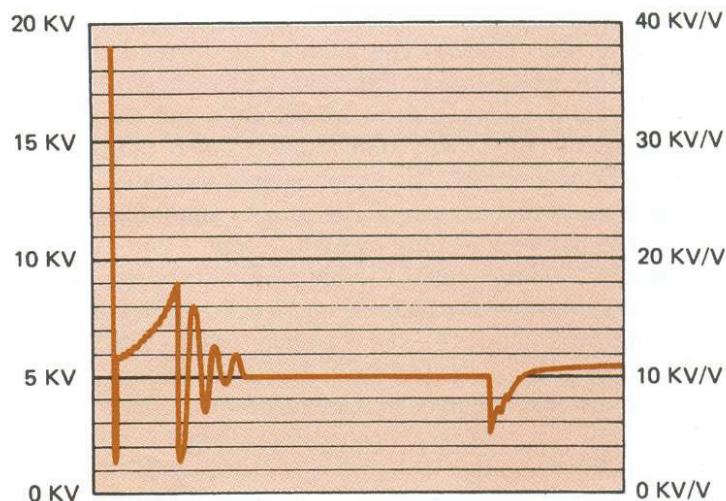
Osciloskopam var nebūt milisekunžu skala, tādā gadījumā ir kloķvārpstas pagrieziena leņķa skala grādos vai procentos.

Lejupejoša dzirksteles degšanas līkne parāda, ka dzirksteles degšanai nepieciešams spriegums degšanas laikā krītas (7.34.att.). Par iemeslu tam var būt:

- a) bojāta aizdedzes svece;
- b) augsta sekundārās ķēdes pretestība;
- c) pārāk trekns degmaisījums.



7.34.att. Lejupejoša dzirksteles degšanas līkne

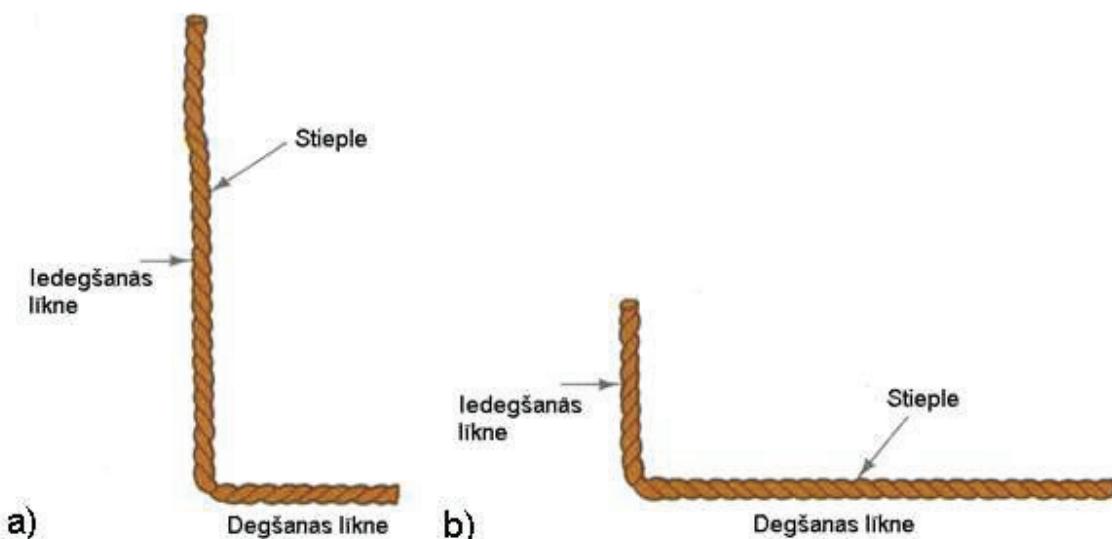


7.35. att. Augšupejoša dzirksteles degšanas līkne

Augšupejoša degšanas līkne redzama 7.35 attēlā, tās augstums pieaug degšanas laikā.

Par iemeslu visbiežāk var būt motora mehāniskas problēmas. Biežāk sastopamie iemesli ir:

- zema kompresija cilindrā (bojāti kompresijas gredzeni vai nehermētiski vārsti);
- iesmidzināšanas sistēmas defekts;
- liess degmaisījums;
- bojāts ieplūdes vārsts;
- cilindrā nonāk pārāk daudz gaisa.



**7.36.att. Sakarība starp iedegšanās līknes augstumu un dzirksteles degšanas līknes garumu**

Sakarību starp iedegšanās līknes augstumu un dzirksteles degšanas līknes garumu var ilustrēt izmantojot stiepli, kuras garums attēlo spolē uzkrātās enerģijas daudzumu (7.36.att.). Spolē uzkrātā enerģija nevar izzust, tai ir jābūt izlietotai pilnībā – tāpat arī stieples garums ir konstants. Ja iedegšanās līkne ir pārāk augsta,

tam ir nepieciešams liels energijas daudzums un dzirksteles degšanas līkne būs nepietiekami gara, jo trūks energijas (7.36.att. a). Ja iedegšanās līkne būs pārāk zema, tiks patērēts mazs energijas daudzums un degšanas līkne būs pārāk gara, jo tai tiks izlietota visa atlikusī energija (7.36.att. b).

### **Apgriezienu palielināšanas metode**

Veicot motora testēšanu ar apgriezienu palielināšanas metodi, oscilogrāfam jābūt iestatītam trešajā attēlošanas pozīcijā (7.33.att.). Strauji jānospiež akseleratora pedālis. Rezultātiem jābūt sekojošiem:

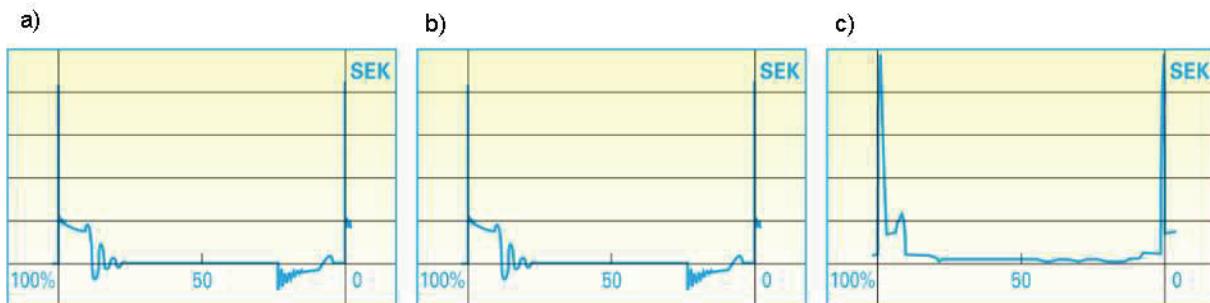
- 1) visām iedegšanās līknēm jāpaaugstinās vienādi, ja aizdedzes sveces darbojas bez traucējumiem;
- 2) ja iedegšanās līkne vienam vai vairākiem cilindriem nepaaugstinās vienādi ar pārējām, tas norāda uz bojātu aizdedzes sveci.

Testējot aizdedzes sistēmu ar spoļu bloku, kas izvietots tieši virs aizdedzes svecēm, katras atsevišķas spoles darbība var tikt attēlota uz testera ekrāna. Tad jāizmanto papildus vadi un adapteri un jāseko osciloskopa ražotāja instrukcijai. Dažās no šīm aizdedzes sistēmām tiek izmantota trīskārša dzirkstele. Aizdedzes svecē dzirkstele tiek veidota trīs reizes, motoram darbojoties brīvgaitā, lai uzlabotu brīvgaitas kvalitāti un samazinātu kaitīgo komponentu daudzumu atgāzēs. Palielinoties motora apgriezieniem aizdedzes sistēma tiek pārslēgta uz vienas dzirksteles režīmu.

### **Pieļaujamās oscilogrammu atšķirības**

Veicot aizdedzes sistēmas diagnostiku vispirms ir jānosaka, kāda veida ir šī sistēma. Dažādu sistēmu oscilogrammas var nedaudz atšķirties, un šīs atšķirības

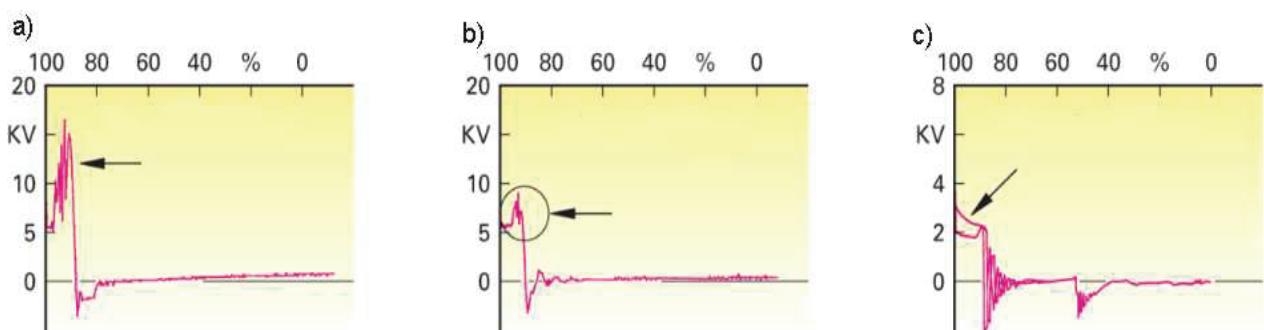
nenozīmē, ka sistēma darbojas ar traucējumiem. Būtiskāk atšķiras pilnīgi elektroniskās sistēmas oscilogramma. 7.37. attēlā redzamas dažādu aizdedzes sistēmu oscilogrammas.



7.37. att. Aizdedzes sistēmu oscilogrammas

- a) tranzistoru aizdedzes sistēma; b) elektroniskā aizdedzes sistēma; c) pilnīgi elektroniskā aizdedzes sistēma

Tranzistoru aizdedzes sistēma (7.37.att. a) tika ieviesta aptuveni 1976. gadā, elektroniskā sistēma (7.37. at. b) – aptuveni 1987. gadā un pēc gada parādījās pilnīgi elektroniska aizdedzes sistēma (7.37. att. c). 7.38. attēlā redzamas bojātas tranzistoru aizdedzes sistēmas oscilogrammas.

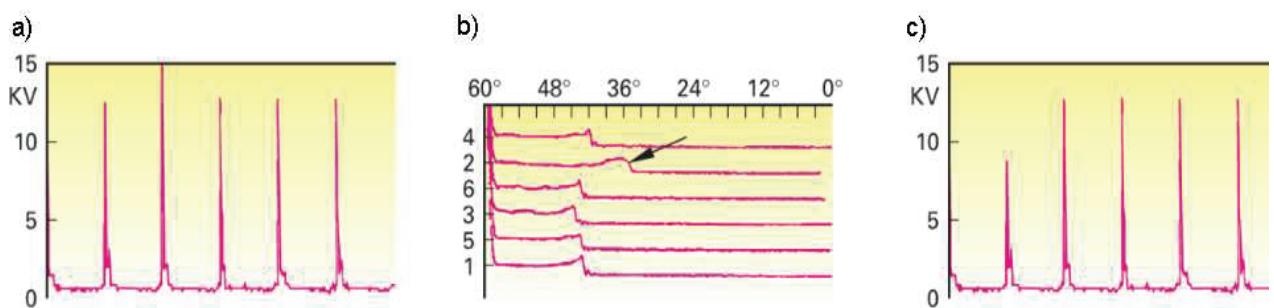


7.38. att. Tranzistoru aizdedzes sistēmas oscilogrammas

Iespējamie bojājumi var būt sekojoši:

- a) augsts prieguma vada deformācija, bojāts sadalītāja vāciņa kontakts;
- b) augsts prieguma vada deformācija, bojāts vai korodējis kontakts sekundārajā kēdē;
- c) netīri vai apdeguši aizdedzes sveces kontakti.

7.39. attēlā redzamas bojātas pilnīgi elektroniskas aizdedzes sistēmas oscilogrammas dažādās attēlošanas pozīcijās.



7.39. att. Pilnīgi elektroniskās aizdedzes sistēmas oscilogrammas

Iespējamie bojājumi:

- a) pārāk liela atstarpe starp ceturtā cilindra aizdedzes sveces elektrodiem;
- b) neatbilstošs augsts prieguma vads, bojāta aizdedzes svece;
- c) pārāk zema kompresija piektajā cilindrā.

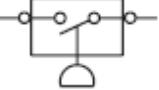
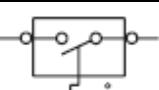
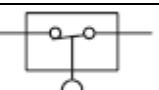
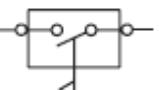
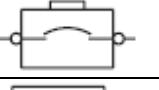
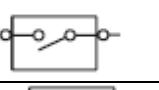
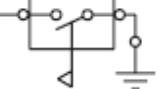
## 8. TRAKTORTEHNIKAS ELEKTRISKĀS SHĒMAS

### 8.1. Elektrisko shēmu apzīmējumi

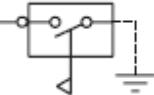
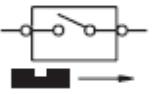
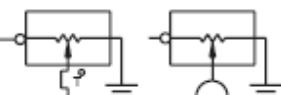
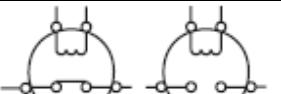
Caterpillar iekārtu dokumentācija ir veidota pēc amerikāņu standartiem NEMA ICS, kas ir atšķirīgi no ES izmantotajiem DIN un EN standartiem.

8.1.tabula

#### Shēmu simboli un definīcijas

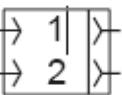
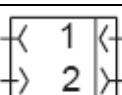
	<b>Kontaktus darbina spiediens.</b> Spiediena slēdzis. Aplīši pie izvadiem norāda, ka ierīcei ir izjaucamas pievienošanas spailes.
	<b>Kontaktus darbina temperatūra.</b> Temperatūras slēdzis.
	<b>Kontaktus darbina līmenis.</b> Līmeņa slēdzis. Pludiņa slēdzis.
	<b>Kontaktus darbina plūsma.</b> Plūsmas slēdzis.
	<b>Automātiskais atslēdzējs.</b> Strāvas aizsardzības ierīce ar darbības atjaunošanas pogu. Bimetāla.
	<b>Automātiskais atslēdzējs.</b>
	<b>Drošinātājs.</b> Atsēdz kēdi, ja plūst pārmērigi liela strāva. Pasargā shēmu no īsslēgumiem.
	<b>Slēdzis ar normāli atvērtiem kontaktiem(NO).</b> Kontakti saslēgsies tikai tad, ja uz tiem iedarbosies.
	<b>Slēdzis ar normāli saslēgtiem kontaktiem(NC).</b> Kontakti pastāvīgi saslēgti, tie atslēgsies tikai tad, ja uz tiem iedarbosies.
	<b>Masa (vads).</b> Komponentam nepieciešams masas vads, kas tiek pievienots pie iekārtas metāliskā korpusa.

### 8.1.tabulas turpinājums

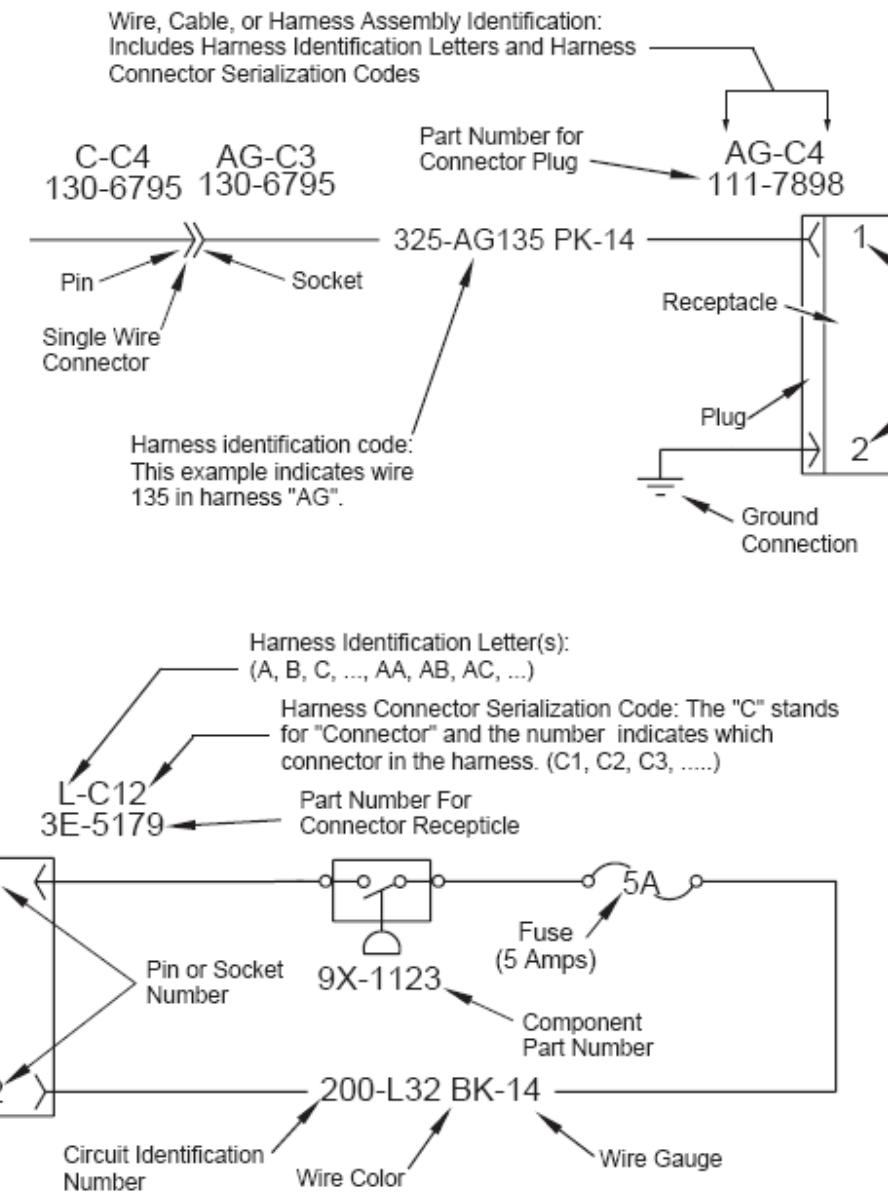
	<b>Masa (korpuss).</b> Komponentam nav nepieciešams masas vads. Ar masu tas tiek saslēgts stiprinot pie iekārtas metāliskā korpusa.
	<b>Herkonu slēdzis.</b> Slēdzis, kura kontaktus darbina magnēts. Tuvinot magnētu normāli atvērtie kontakti saslēgsies.
	<b>Sensors.</b> Komponents, kas tiek izmantots kopā ar temperatūras un spiediena rādītāju. Pretestības tipa devējs.
	<b>Relejs (magnētiskais slēdzis).</b> Ir komponents, kuru darbina elektriskā strāva. Strāva plūstot caur releja tinumu rada magnētisko lauku. Elektromagnēts saslēdz vai atslēdz releja kontaktus.
	<b>Solenoīds.</b> Ir komponents, kuru darbina elektriskā strāva. Ja caur solenoīda tinumu plūst strāva, veidojas elektromagnēts, kas var atvērt, vai aizvērt vārstu, pārbīdīt metāla daļas, kas veic darbu.
	<b>Magnētiskais (latch) solenoīds.</b> Solenoīds ar aizturi. Solenoīdu iedarbina ar strāvu, bet tas paliek ieslēgts ar pastāvīgo magnētu, vai noturtinumu. Tam ir divi tinumi (latch un unlatch), kas veido elektromagnētu, ja caur tiem plūst strāva.

### 8.2.tabula

#### Spraudņu un vadu apzīmējumi

	<b>Deutsch spraudnis.</b> Spraudņa ligzda satur tikai ligzdas, bet spraudnis sastāv tikai no tāpiņām.
	<b>Sure-seal spraudnis.</b> Abas spraudņa pusēs satur gan spraudņa tāpiņas, gan ligzdas.

## 8.2. Spraudņu, vadu un vadu kopņu apzīmēšana



### 8.1.att. Spraudņu, vadu un vadu kopņu apzīmēšana

Harness – vadu kopne; Wire Gauge - vada izmērs; Receptacle – ligzda  
Plug – spraudnis; Fuse – drošinātājs.

8.3.tabula

**Vadu izmēru apzīmējumi pēc amerikāņu standartiem**

Gauge Size	Conductor Diameter (Inch)	Cross Section Area (Circular Mils)
20	.032"	1,020
16	.051"	2,580
12	.081"	6,530
8	.128"	16,500
2	.258"	66,400
0	.325"	106,000
2/0	.365"	133,000

8.4.tabula

**Vadu dzīslu šķērsgriezuma laukums**

AWG Size	Metric Size ( $\text{mm}^2$ )
20	0.5
18	0.8
16	1.0
14	2.0
12	3.0
10	5.0
8	8.0
6	13.0
4	19.0

American Wire Gauge (AWG) – Amerikāņu vadu izmēra apzīmēšanas sistēma

8.5.tabula

### Vadu krāsu apzīmējumi Caterpillar iekārtās

<b>WH</b>	<b>white</b>	<b>balts</b>
<b>BK</b>	<b>black</b>	<b>melns</b>
<b>GN</b>	<b>green</b>	<b>zaļš</b>
<b>GY</b>	<b>grey</b>	<b>pelēks</b>
<b>PK</b>	<b>pink</b>	<b>rozā</b>
<b>BU</b>	<b>blue</b>	<b>zils</b>
<b>OR</b>	<b>orange</b>	<b>oranžs</b>
<b>RD</b>	<b>red</b>	<b>sarkans</b>
<b>YL</b>	<b>yellow</b>	<b>dzeltens</b>
<b>PU</b>	<b>purple</b>	<b>purpura</b>
<b>BR</b>	<b>brown</b>	<b>brūns</b>

Shēmās tiek lietoti vadu funkciju krāsu apzīmējumi, kas nesakrīt ar shēmā izmantoto vadu krāsām...!

8.6.tabula

### Funkcionālie krāsu apzīmējumi shēmās

sarkans	 (+) BATTERY SUPPLY WIRES
violets	 INPUT SIGNAL WIRES TO ECM
zils	 OUTPUT SIGNAL WIRES FROM ECM
roza	 SENSOR SUPPLY VOLTAGE
bruns	 SIGNAL PLUS
dzeltens	 SIGNAL MINUS
melns	 (-) BATTERY / SENSOR RETURN

### **8.3. Vadu specifikācija**

Kā piemērs, izmantota Caterpillar 303C CR Mini hidrauliskā ekskavatora tehniskā dokumentācija, elektriskā shēma un specifikācijas

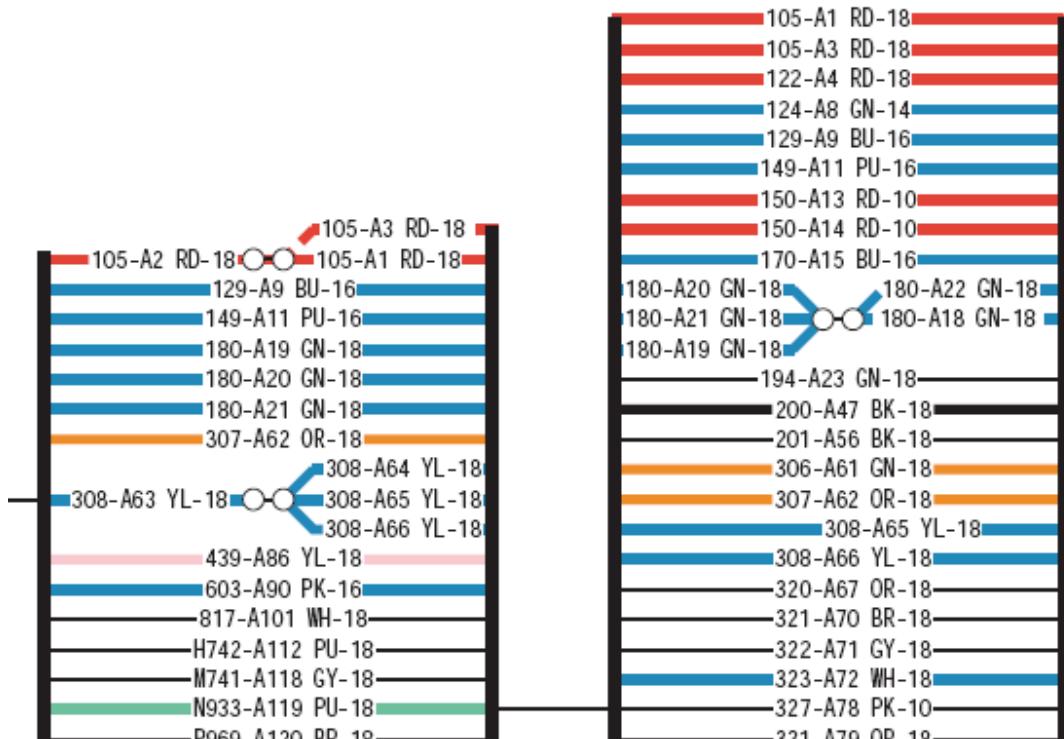
8.7.tabula

#### **Vadu specifikācijas tabulas fragments**

Wire Description		
Wire Number	Wire Color	Description
Monitoring Circuits		
403	GN	Alternator (r) Term.
405	GY	Opr Mon Oil Press. (low Setting)
439	YL	Lamp Indicator
441	OR	Eng Coolant Temp Gage
447	PK	Fuel Level Gage
C444	YL	Alternator Indicator Lamp (was B404)
H466	BU	Aec Mode Indicator
Accessory Circuits		
506	PU	Washer - Front
522	WH	A/c Clutch To Thermostat Sw
E554	PK	A/c Controller To A/c Compressor Clutch
Lighting Circuits		
603	PK	Rotary Beacon
616	BU	Bucket Flood Lamp/boom Flood Lamp
Control Circuits		
H740	OR	Hex Governer Motor +

Vadiem ir norādīta numerācija un krāsa. Vadu nozīme ir definēta specifikācijas tabulā. Remontu laikā, šīm specifikācijas tabulām ir nenovērtējama nozīme. Tā būtiski atvieglo atteikumu vietas identifikāciju.

Shēmas fragments, kur redzams, ka shēmā izmantotās krāsa neatbilst montāžā izmantoto vadu krāsai. Tātad shēmā vadu funkcijas ir apzīmētas ar atbilstošām krāsām...



8.2.att. Mini ekskavatora elektriskās shēmas fragments

Piemēram, sarkanie vadi ir pastāvīgās barošanas (+) vadi, zilie – vadi uz kuriem ir barošanas spriegums, ja ieslēgta aizdedzes atslēga utt.

#### Krāsu nozīmi paskaidro speciāla specifikācija

WIRE GROUP COLOR DESCRIPTIONS	
Red	WIRES THAT HAVE SYSTEM VOLTAGE WHEN THE KEY SWITCH IS OFF.
Blue	WIRES THAT HAVE SYSTEM VOLTAGE WHEN THE KEY SWITCH IS ON.
Orange	STARTING CIRCUIT.
Black	GROUND CIRCUIT.
Pink	STARTING AID CIRCUIT.
Green	MONITOR CIRCUIT.
Light Pink	ENGINE CONTROL CIRCUIT.
Yellow-Green	AIR CONDITIONER CIRCUIT.
Brown	TURN SIGNAL/WIPER/WASHER CIRCUIT.

## **8.4. Savienojumu un elektroiekārtu izvietojums uz mašīnas**

Kā piemērs, izmantota Caterpillar 303C CR Mini hidrauliskā ekskavatora tehniskā dokumentācija, elektriskā shēma un specifikācijas

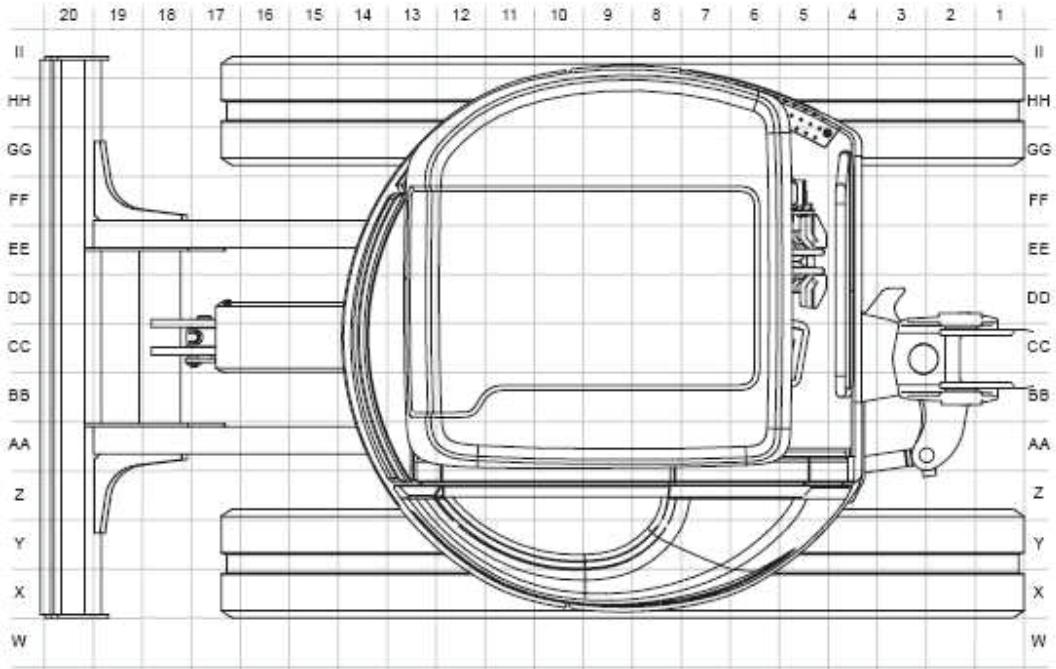
8.9.tabula

### **Spraudņu apzīmējumi un izvietojums mini ekskavatoram**

Connector Location		
Connector Number	Schematic Location	Machine Location
CONN 1	G-12	BB-14, H-14
CONN 2	H-12	BB-14, H-14
CONN 3	H-12	BB-14, H-14
CONN 4	G-11	FF-12, K-12
CONN 5	C-10	CC-13, M-13
CONN 6	C-10	CC-13, M-13
CONN 7	B-8	BB-10, N-10
CONN 8	G-8	EE-10, K-10
CONN 9	G-7	EE-10, K-10
CONN 10	H-6	GG-5, I-5
CONN 11	G-2	GG-5, H-5
CONN 12	G-2	GG-5, I-5
CONN 13	F-2	GG-5, I-5
CONN 14	F-2	GG-5, I-5
CONN 15	F-2	GG-5, I-5
CONN 16	B-2	CC-13, N-13
CONN 17	E-1	BB-6, H-6

Savienojuma vieta shēmā tiek norādīta izmantojot shēmas topoloģiju. Piemēram, spraudnis CONN 1 ir meklējams elektriskās shēmas kvadrantā G-12, bet uz mašīnas tas atrodas vietā ar koordinātēm BB-14 un H-14.

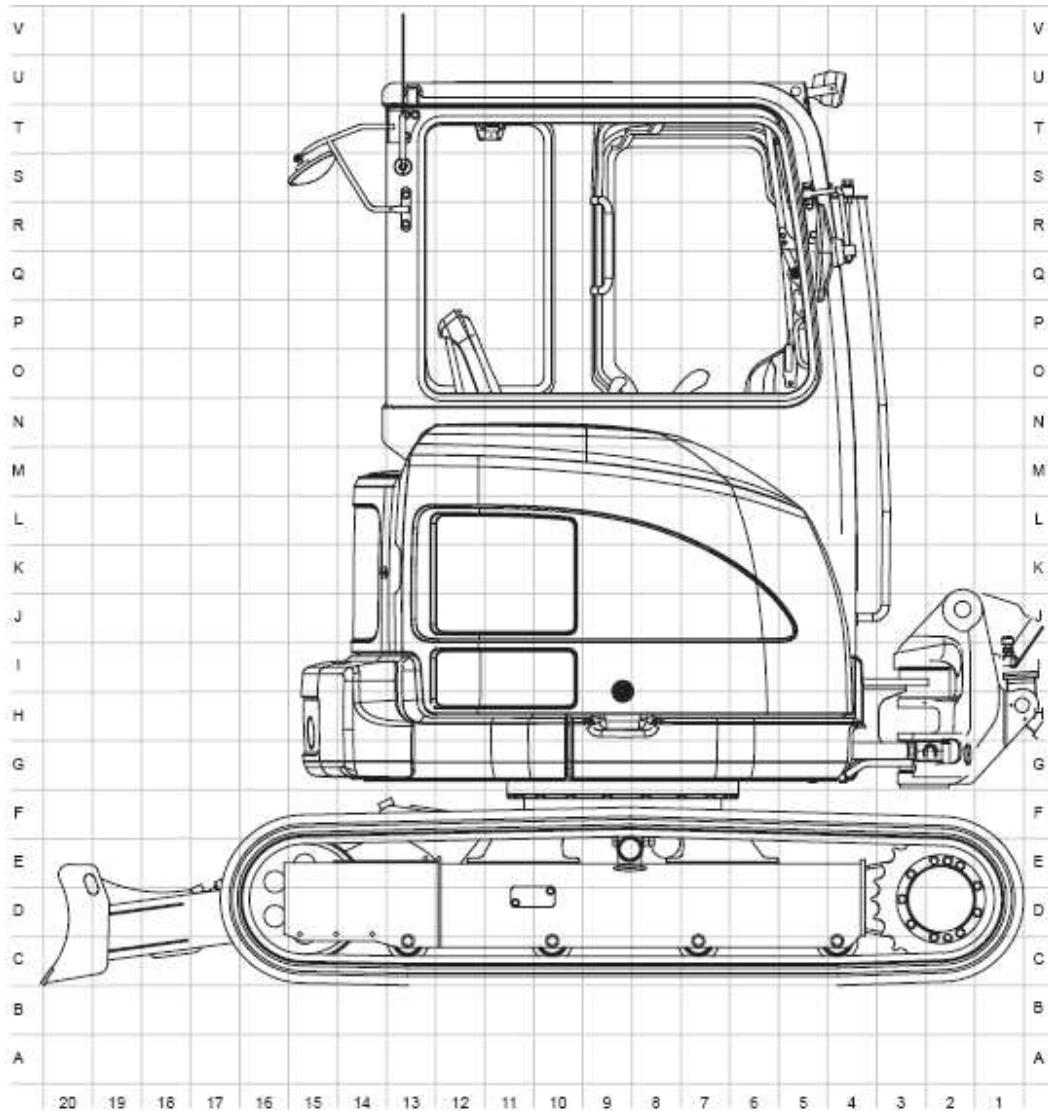
## Mašīnas virsskats



8.3.att. Mini ekskavatora virsskats

Attēls dots kā topogrāfisks plāns, atbilstoši koordinātēm, kas uzrādītas tehniskajā dokumentācijā, piemēram, tabulā 8.9 vai 8.10, var noteikt mezglu izvietojumu uz mašīnas. Šī dokumentācija būtiski atvieglo mašīnas remontu, samazina patērieto laiku bojāto mezglu lokalizēšanai.

## Caterpillar mašīnas pretskats



8.4.att. Mini ekskavatora pretskats

Izmantojot koordinātu tīklu divos skatos – virsskatā un pretskatā, var ērti noteikt doto mezglu lokalizāciju. Mezglu koordinātes dotas dokumentācijā uzrādītajās tabulās.

## Komponenšu izvietojums uz mašīnas

### Piemērs

Dots mini ekskavatora mezglu izvietojums gan elektriskajā shēmā, gan uz masīnas. Arī elektriskā shēma ir sadalīta kvadrantos, to apzīmēšanai izmanto burtu un skaitli.

8.10.tabula

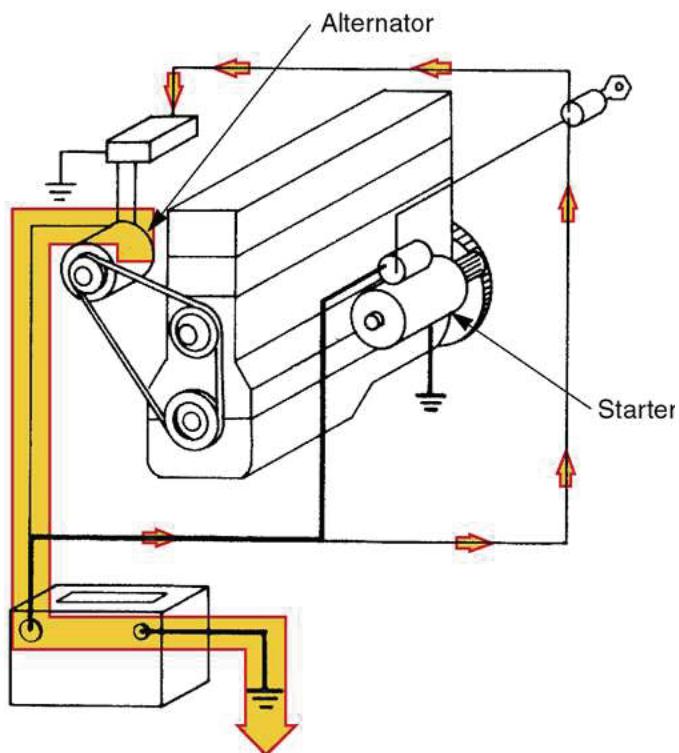
### Komponenšu izvietojums elektriskajā shēmā un uz mašīnas

Part Location		
Component	Schematic Location	Machine Location
Service Meter	H-6	GG-9, K-9
Solenoid - 2nd Auxiliary	C-1	X-8, G-8
Solenoid - Atch A/C Clutch	D-12	AA-13, I-13
Solenoid - Atch Aux	D-3	GG-5, I-5
Solenoid - Atch Boom Swing	D-3	CC-6, G-6
Solenoid - Hydraulic Loc	C-1	Z-5, I-5
Solenoid - Shutdown	F-12	EE-12, L-12
Solenoid - Speed Select	C-1	Z-5, I-5
Switch - Atch A/C Thermostat	D-12	AA-13, I-13
Switch - Atch Alarm Cancel	A-10	BB-11, N-11
Switch - Atch Travel Press	E-8	CC-6, G-6
Switch - Atch Wiper Washer	B-1	GG-11, N-11
Switch - Auto Decel Press	D-1	Y-6, K-6
Switch - Automatic Engine Speed Control	B-8	BB-11, N-11
Switch - Boom Swing	H-6	BB-9, O-9
Switch - Engine Pressure	E-12	EE-14, J-14

## **9. TRAKTORTEHNIKAS ĢENERATORA IEKĀRTAS SHĒMAS**

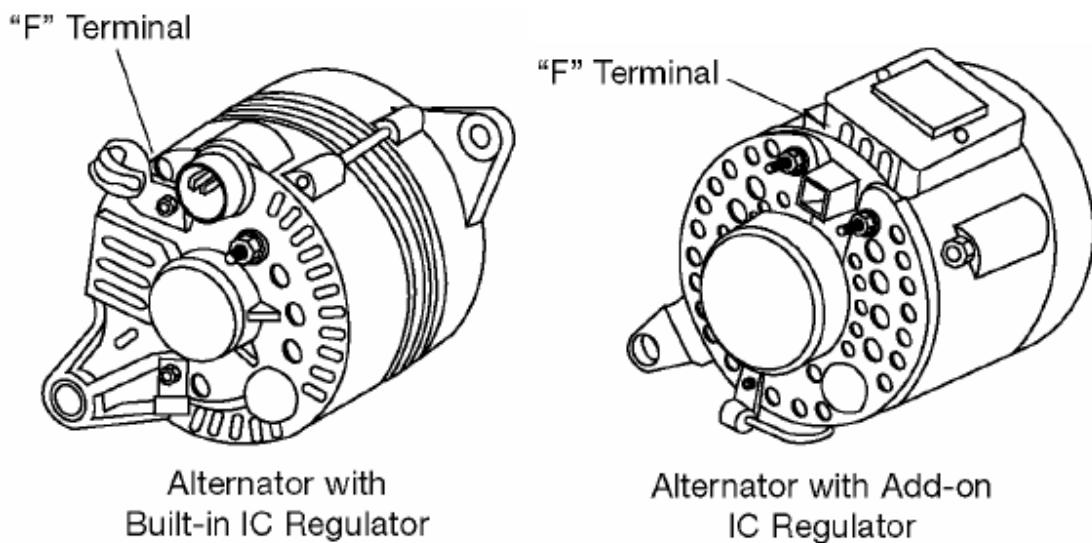
### **9.1. Traktortehnikas ģeneratora iekārta**

Traktortehnikas ģeneratora iekārtas shēmas un elektroapgāde būtiski neatšķiras no citos spēkratos izmantotajām, (skat. 9.1.att.). Ar ģeneratoru uzbūvi var iepazīties grāmatas 5. nodaļā. Shēmu pētīšanai ir izmantota Caterpillar iekārtu dokumentācija, kas ir veidota pēc amerikāņu standartiem NEMA ICS, tie ir atšķirīgi no ES izmantotajiem DIN un EN standartiem, bet šo traktortehniku plaši izmanto arī Latvijā.



**9.1.att. Traktora elektroapgādes sistēma**

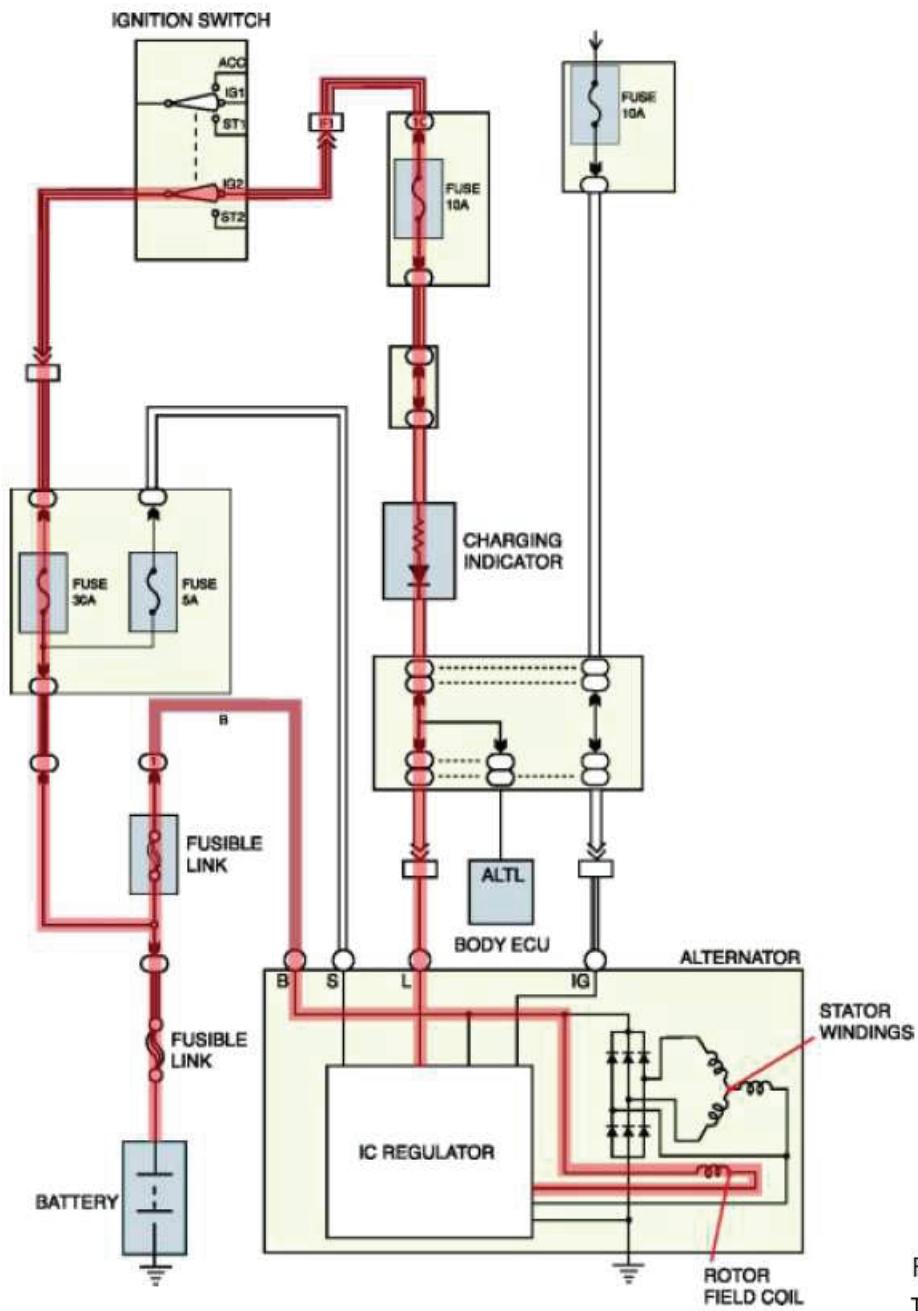
Traktortehnikā izmantotā ģeneratora iekārta atbilst laikam, kad ražots traktors un firmai, kas traktoru ražojuši. Šodien ekspluatācijā ir pilns spektrs šo iekārtu, sākot no līdzstrāvas ģeneratora un beidzot ar ģeneratoru, kuru vada ar impulsu platumā modulāciju dzinēja centrālais procesors. Joprojām tiek izmantots maiņstrāvas ģenerators ar ārējo sprieguma regulatoru, (skat. 9.2.att. b). Pēdējos divdesmit gados plaši izmanto ģeneratorus ar iebūvētu sprieguma regulatoru, (skat. 9.2.att. a). Pēdējos desmit gados arī traktortehnikā izmanto galvenokārt kompaktos ģeneratorus, (skat. 5.10.att.). Lielajiem industriālajiem traktoriem izmanto arī ģeneratorus ar beztinuma rotoru, (skat 5.12.att.).



**9.2.att. Generatori ar iebūvētu un ar ārējo sprieguma regulatoru**

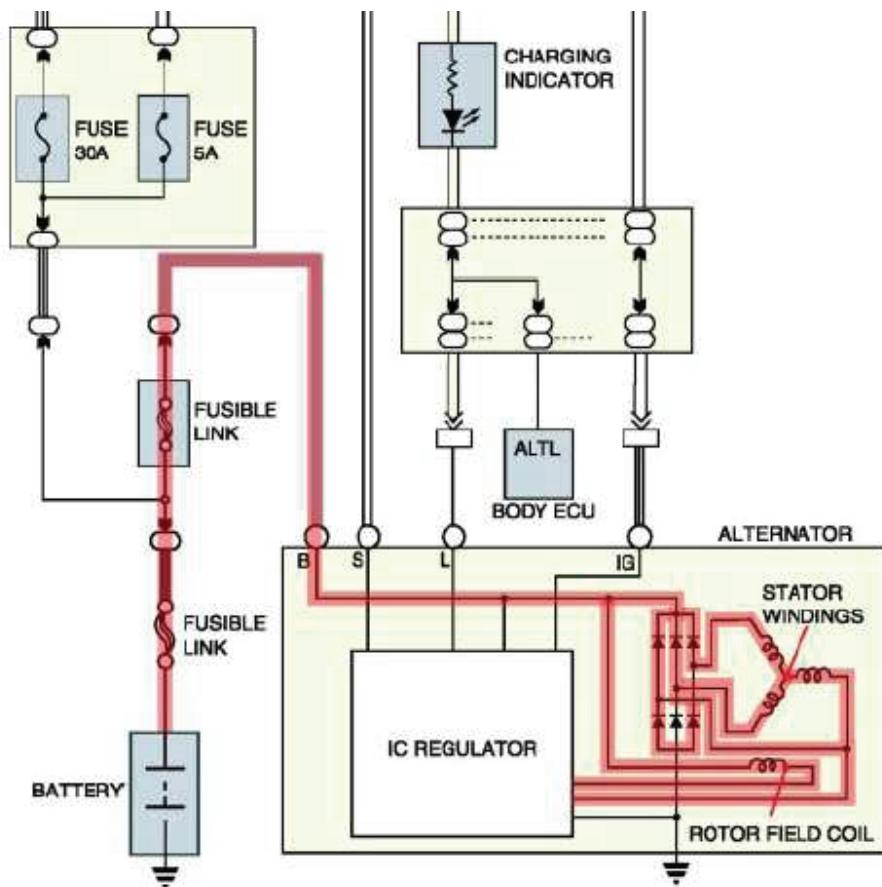
## **9.2. Ģeneratora slēguma shēma un darbība**

Nelielas jaudas traktoros, ekskavatoros un ceļa tehnikā izmanto Japānā ražotus dīzeļmotorus, kas nokomplektēti ar Mitsubishi un citu firmu ģeneratoriem. Šo ģeneratoru darbība un konstrukcija atšķiras no Bosch izstrādātās sistēmas.



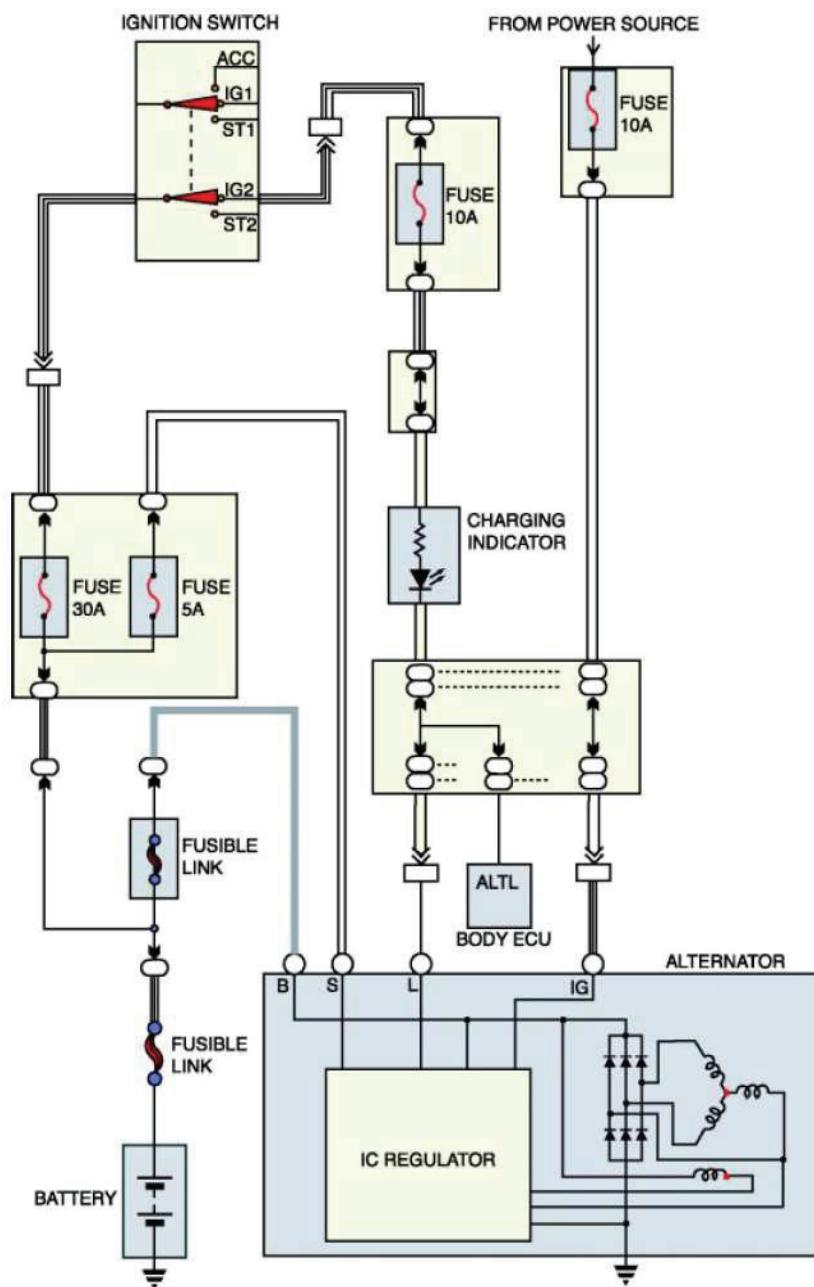
9.3.att. Strāvas ceļš ja ieslēgta aizdedze, dzinējs nedarbojas

Strāvas ceļš ģeneratora shēmā, kad ir ieslēgta aizdedzes atslēga, bet dzinējs nedarbojas parādīts attēlā 9.3. Ierosmes strāva tiek padota no akumulatora caur ģeneratora spaili B, strāva plūst arī lādēšanas kontrollampiņas (charging indicator) kēdē, caur ģeneratora spaili L.



9.4.att. Ieslēgta aizdedze, dzinējs darbojas, spriegums sistēmā zem 14,5V

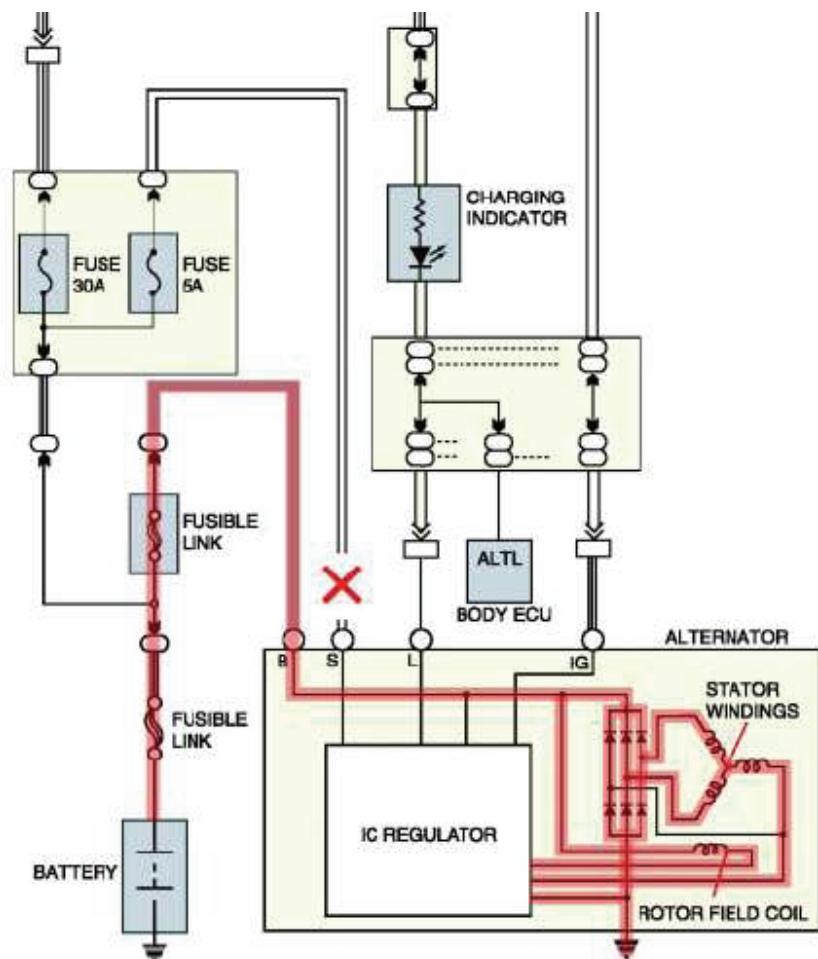
Strāvas ceļš ģeneratora shēmā, kad ir ieslēgta aizdedzes atslēga, dzinējs darbojas, bet spriegums elektrosistēmā ir zem 14,5V, parādīts attēlā 9.4. Generators darbojas un dod strāvu uz akumulatoru un uz pārējiem patērētājiem. Ierosmes strāva tiek padota no ģeneratora taisngrieža tilta uz ierosmes tinumu (rotor field coil) un regulatoru. Spriegums tiek kontrolēts uz akumulatora spailes caur vadu, kas pieslēgts ģeneratora spailei S.



**9.5.att. Dzinējs darbojas, aizdedzes atslēga ieslēgta,  
ģeneratora izejas spriegums augsts, virs 14,5V.**

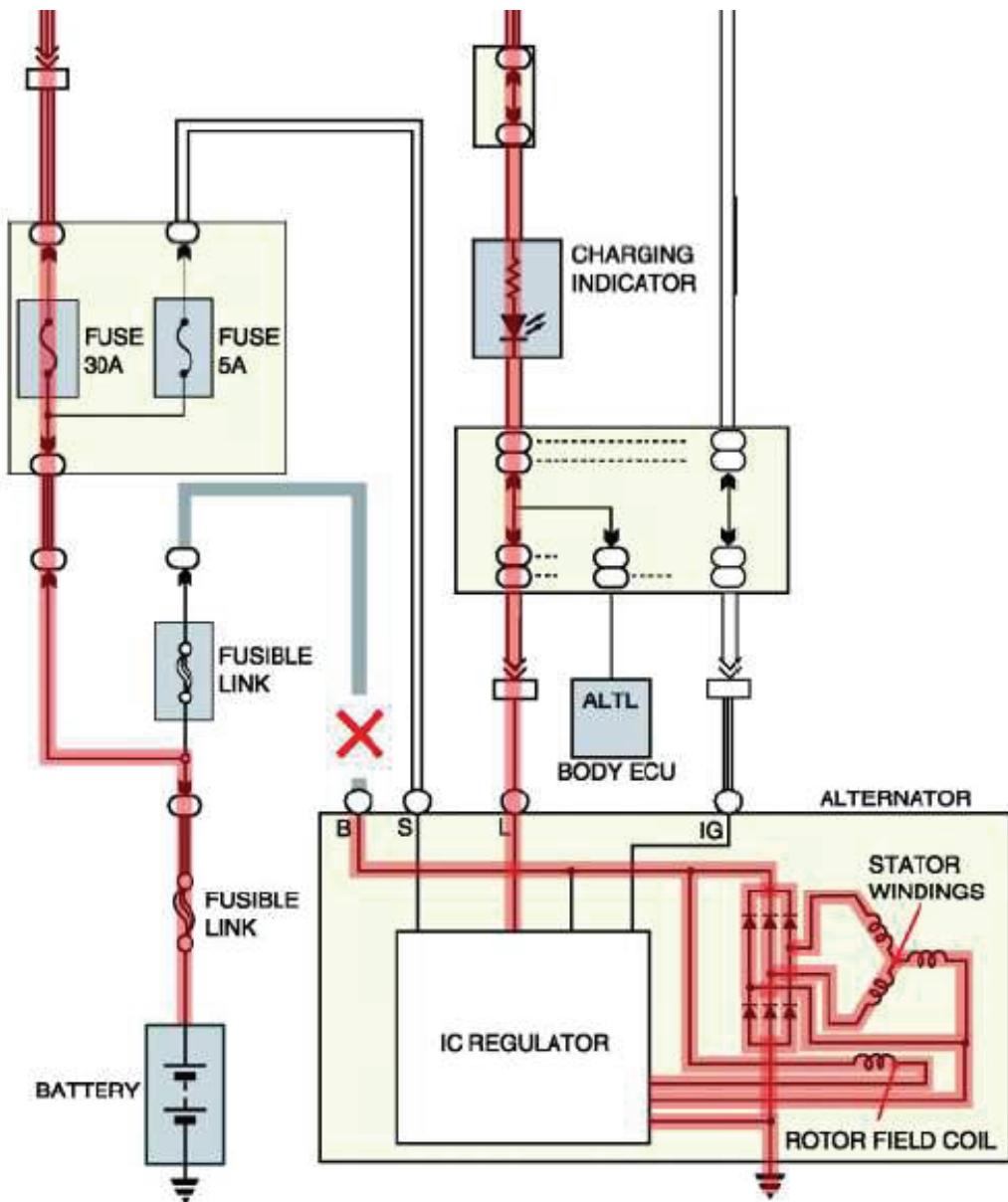
Strāvas ceļš ģeneratora shēmā, kad ir ieslēgta aizdedzes atslēga, dzinējs darbojas, bet spriegums elektrosistēmā ir virs 14,5V, parādīts attēlā 9.5. Generators darbojas, bet strāva akumulatora ķēdē ne plūst, jo ierosmes strāva ir pārtraukta.

Spriegums tiek kontrolēts uz akumulatora spailes caur vadu, kas pieslēgts ģeneratora S spailei.



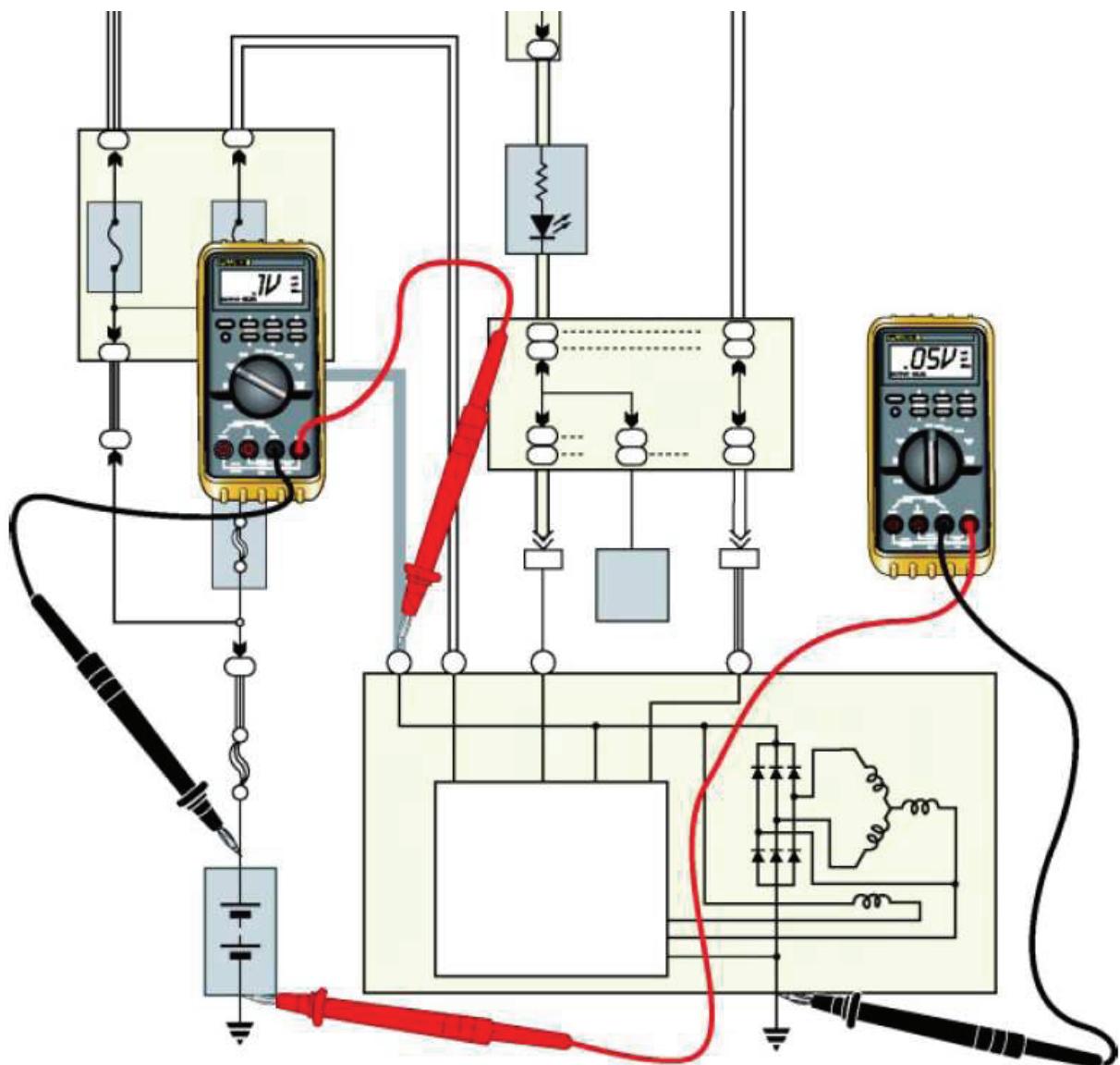
**9.6.att. Atslēgts akumulatora sprieguma kontroles vads**

Generators darbojas, atslēdzam vadu S, ar kura palīdzību kontrolē akumulatora spriegumu, (skat. 9.6.att.). Spriegums uz ģeneratora izejas B palielinās līdz 16V!!! Iedegas lādēšanas kontrollampiņa.



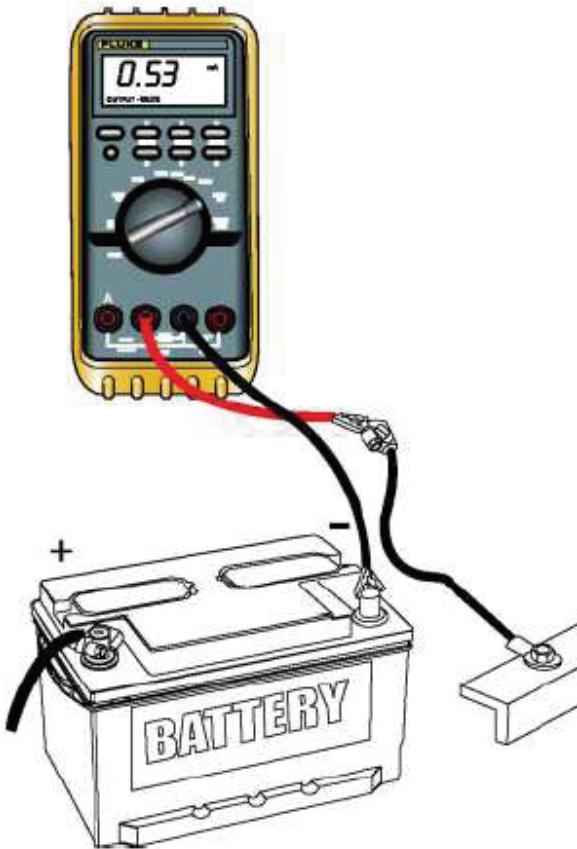
9.7.att. Atslēgta akumulatora lāde

Strāvas ceļš ģeneratora shēmā, kad ir ieslēgta aizdedzes atslēga, dzinējs darbojas, bet atslēdzies ģeneratora plusa vads B, iespējams, ka bojāts sprieguma regulators, iedegas lādēšanas lampiņa, (skat. 9.7.att.).



**9.8.att. Sprieguma krituma pārbaude plusa vadā un masas vadā**

Sprieguma kritumam masas vadā starp ģeneratoru un akumulatora bateriju nevajadzētu pārsniegt 0,2V. Sprieguma kritumam vadā no ģeneratora B spailes līdz akumulatora plusa spailei nevajadzētu pārsniegt 0,2V. Mērījumus veic, kad dzinējs darbojas ar  $2000 \text{ min}^{-1}$  (konkrētajai iekārtai jāvadās pēc instrukcijas).



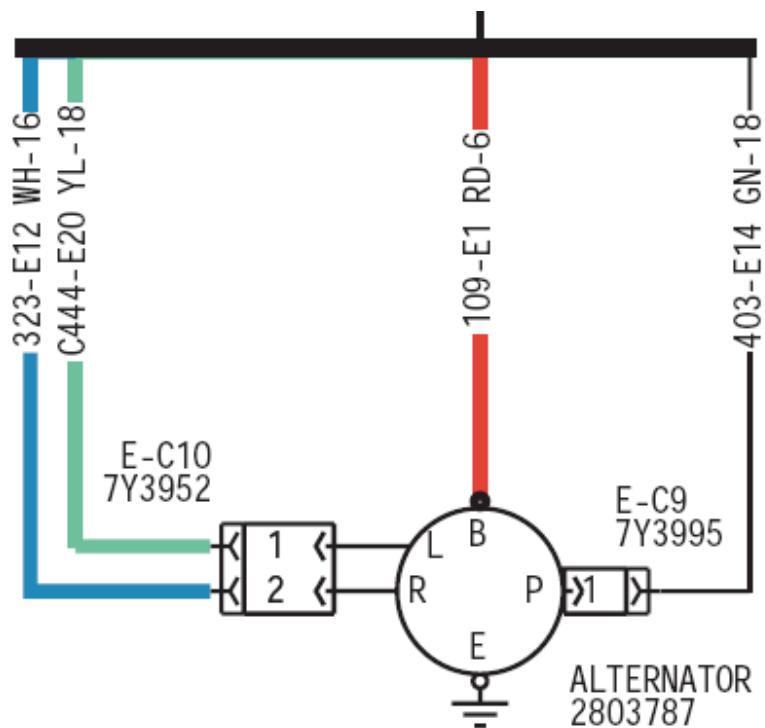
9.9.att. Elektrosistēmas noplūžu mērišana

Mēram noplūžu strāvas spēkratam:

- Pārliecināmies, vai drīkstam atslēgt akumulatora masas spaili (vai atslēdzot akumulatoru nepazaudēsim kompjūtera, radio, vai citas elektroniskās ierīces iestatījumu informāciju), ja nedrīkstam pārtraukt elektroapgādi, pārslēgšanas brīdī var izmantot otru akumulatoru.
- Akumulatora masas vada kēdē ieslēdzam ampērmetru. Izvēlamies mērišanas diapazonu 10A, ja nepieciešams, nākošajos mērijumos to samazinām. Spēkratos mēdz būt patērētāji, kuri ieslēdzas automātiski un var patērēt strāvu lielāku par 1A, tāpēc izvēloties mērišanas diapazonu 0,2A var sadedzināt mēraparātu.

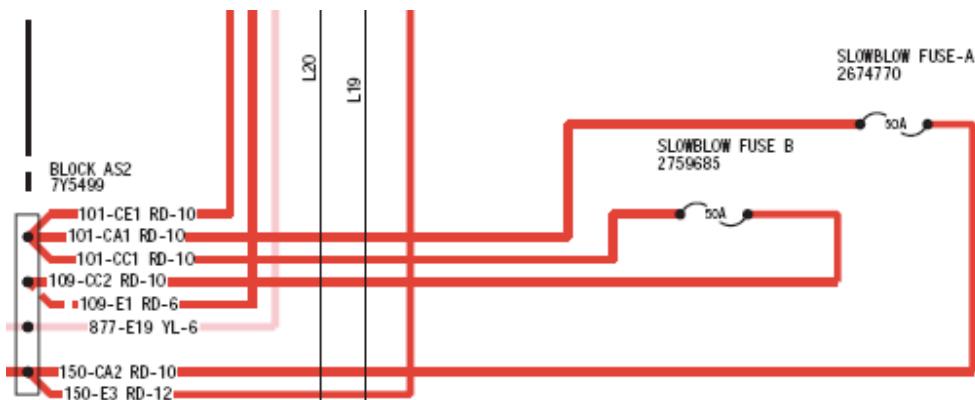
### 9.3. Generatora iekārtas shēmu pētīšana

Kā piemērs, izmantota Caterpillar 303C CR Mini hidrauliskā ekskavatora tehniskā dokumentācija, elektriskā shēma un specifikācijas

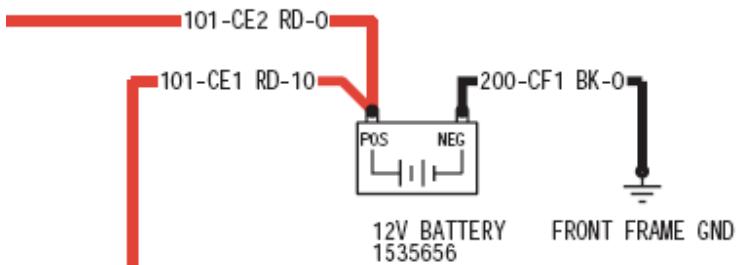


9.10.att. 303C CR Mini hidrauliskā ekskavatora ģeneratora  
shēmas fragments

Generators output voltage is supplied to terminal 109 through a 50A fuse B (FUSE B) to the generator's positive terminal. Terminal 101 is connected to the positive terminal of the battery (+) via a relay.

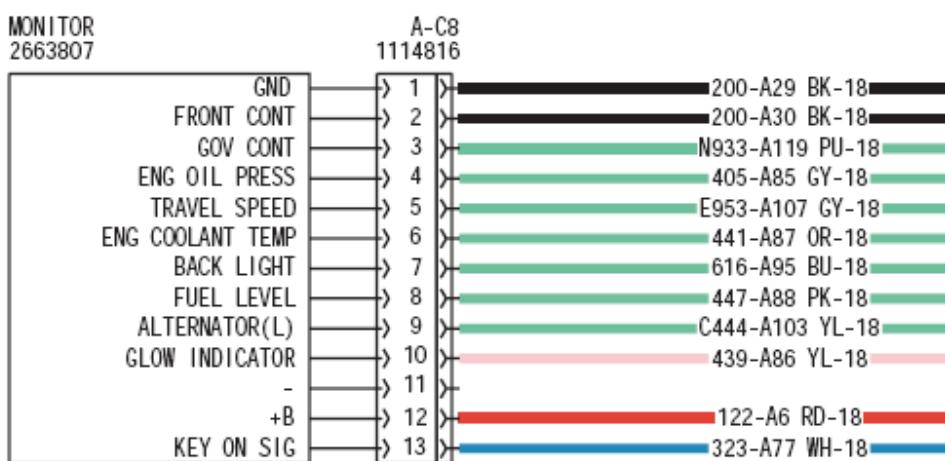


9.11.att. Sadales kopnes un drošinātāji



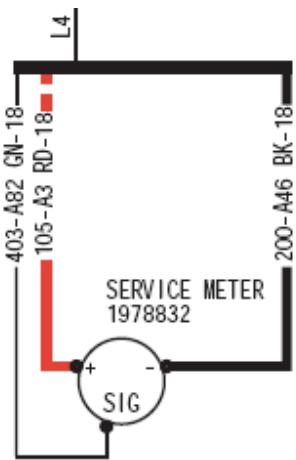
9.12.att. Akumulatora slēgums

Generatoria kontroles lampiņas vads C444 ir pievienots monitora 9 spailei.



9.13.att. Monitora slēgums

Maiņsprieguma signāla vads 403, kuru parasti izmanto tahometra darbināšanai, ir pieslēgts motorstundu skaitītājam.



9.14.att. Motorstundu skaitītājs

## 9.4. Masas vads

Lai dzinēja elektrosistēma droši darbotos, tai jābūt stabili saslēgtai ar masu. Nestabils masas savienojums var būt par cēloni neparedzētam strāvas ceļam un nedrošām elektriskās strāvas kēdēm.

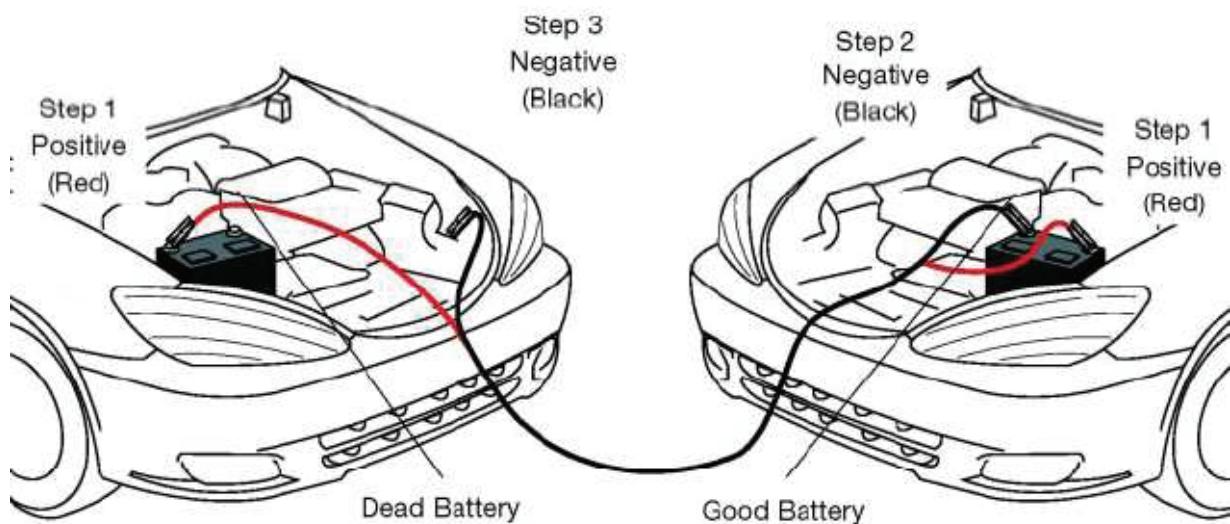
Strāvas celš kēdē var noslēgties caur gultniem un tos sabojāt.

Dzinēju, kas ir montēts uz rāmja un nav elektriski savienots ar rāmi, var sabojāt elektriska izlāde.

Ir jābūt stabilam masas vadam starp akumulatora (-) spaili, iekārtas rāmi un motora bloku. Ja ir starterim (-) spaile, tad arī tā ir jāpievieno ar atbilstoša šķērsgriezuma vadu.

## Daži drošības noteikumi

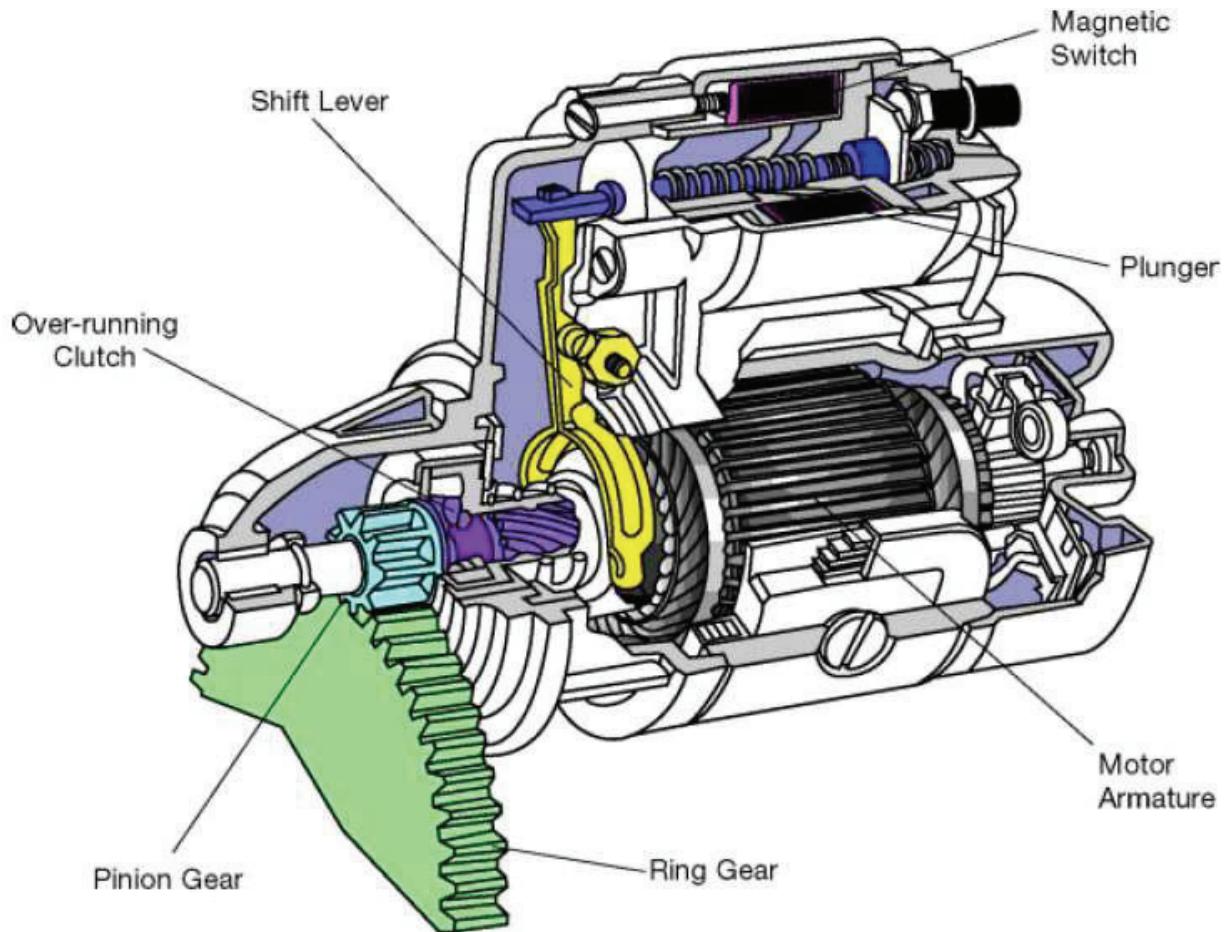
- Nekad neatslēgt lādēšanas ierīces vadus no akumulatora spailēm, ja lādēšanas ierīce darbojas. Dzirkstele var aizdedzināt gāzes, kas izdalās no akumulatora lādēšanas procesā un notiks eksplozija.
- Lai novērstu dzirkstes, kas var izraisīt akumulatora eksploziju, pievienojot iedarbināšanas vadus, pēdējo pievieno (-) vadu, to pieslēdz pie startera (-) spailes, bet ja tādas nav, pie dzinēja bloka.



9.15.att. Iedarbināšanas vadu pieslēgšana

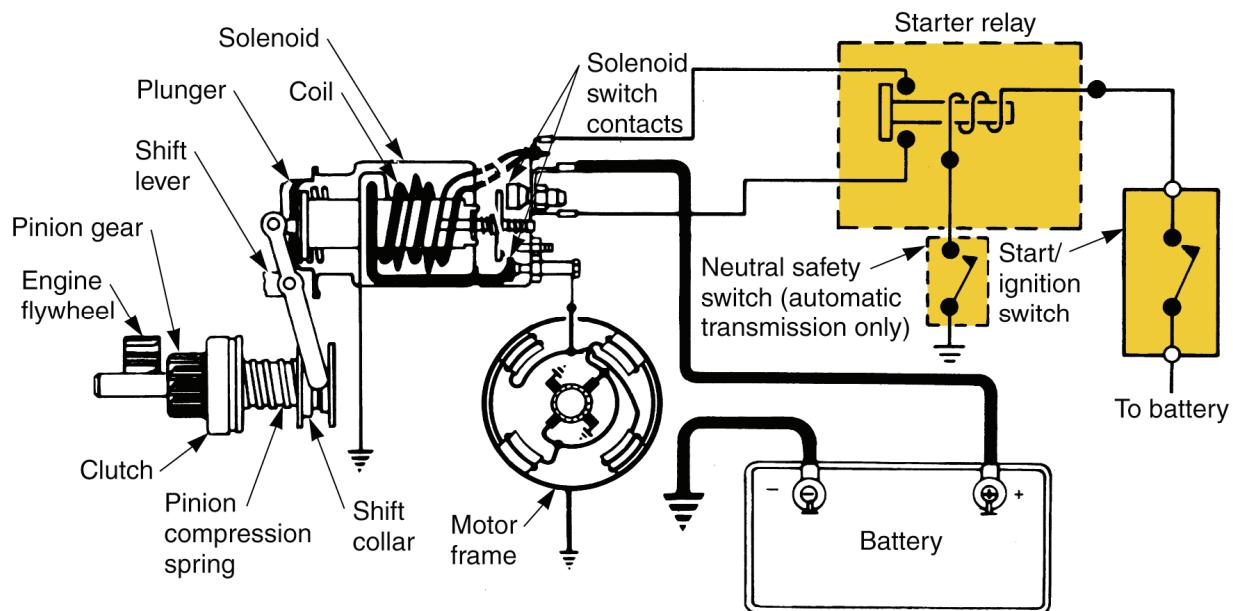
## 10. TRAKTORTEHNIKAS IEDARBINĀŠANAS IEKĀRTAS SHĒMAS

Dzinēja iedarbināšanas iekārta traktortehnikai būtiski neatšķiras no pārējos spēkratos izmantotās. Detalizēts startera uzbūves un sastāvdaļu apraksts ir dots šīs grāmatas 6. nodaļā. Šajā nodaļā iepazīsimies ar traktortehnikā izmantotajiem startera vadības shēmas risinājumiem, shēmu diagnostiku un pētīšanu.



10.1.att. Klasiskais starteris ar tiešo piedziņu

## 10.1. Startera darbības princips



10.2.att. Startera darbības princips

Startera iedarbināšana:

- Startēšanas procesu bloķējošie kontakti ir saslēgti (pārnesumu kārbas kloķis atrodas neitrālā stāvoklī, sajūgs ir izslēgts, hidrauliskā sistēma nav ieslēgta utt.), ir atļauta startēšana.
- Slēdzam startera atslēgu starta stāvoklī. No akumulatora caur starta slēdža kontaktiem, startera releja spoli un starta bloķējošajiem kontaktiem plūst vadības strāva. Startera relejs nostrādā un saslēdz kontaktus.
- Caur startera releja kontaktiem uz startera ievilcēja solenoīda vadības spaili, tiek padots spriegums no akumulatora (+) spailes.

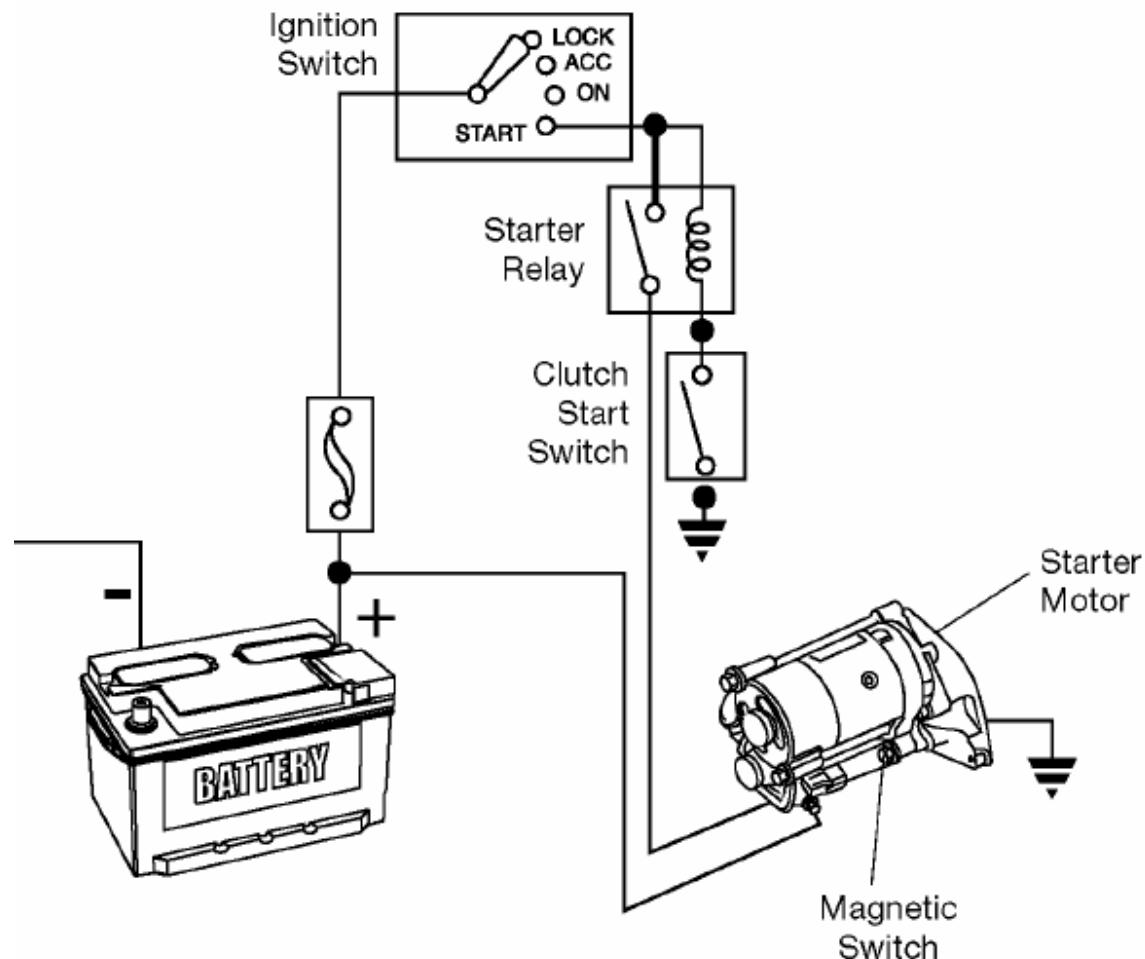
- Caur startera ievilcēja solenoīda diviem vienā virzienā tītajiem tinumiem sāk plūst strāva.
- Pirmais tinums ir izgatavots no resna vada un tas ir pieslēgts tieši pie startera motora spailes. Caur to plūst liela strāva, kas rada spēcīgu magnētisko lauku ievilcēja solenoīdam, šī strāva plūst arī caur startera motoru un tas nedaudz pagriežas, šādā veidā atvieglojot startera zobraza sazobes saslēgšanu.
- Otrais tinums ir izgatavots no tieva vada, tinuma otrs izvads pievienots pie masas, šis tinums palīdz ievilcēja solenoīdam nostādāt un darbojas kā noturtinums.
- Ievilcēja soleonīda nostādes beigu fāzē, kad ir saslēgta startera zobraza sazobe ar dzinēja spararatu, notiek elektriskās spēka kēdes kontaktora saslēgšana.
- Startera solenoīda kontakti šuntē (ir pieslēgti paralēli), startera ievilcēja pirmo tinumu un caur to strāva vairs neplūst. Solenoīds paliek ieslēgtā stāvoklī, jo darbojas otrs solenoīda tinums, kas izpilda noturtinuma funkciju.
- Startera motors darbojas. Strāva plūst pa resnajiem vadiem no akumulatora (+) spailes caur startera ievilcēja kontaktora kontaktiem, caur startera motoru uz masu, caur masu uz akumulatora (-) spaili.

Startera izslēgšana:

- Izslēdzam startera atslēgu, atslēdzas startera relejs, no ievilcēja solenoīda vadības spailes tiek atslēgts (+).
- Ir atslēgts (+) spriegums noturtinumam, sākās ievilcēja izslēgšanās, atslēdzas ievilcēja kontaktota kontakti.

- Pēc akumulatora ķēdes atslēgšanās, startera rotors turpina rotēt un sāk strādāt, kā ģeneratora.
- Startera motora ģenerētais spriegums rada pretēja virziena strāvu ievilcēja solenoīda pirmajā tinumā. Tinums solenoīdā inducē pretēja virziena magnētisko lauku, tas paātrina ievilcēja atslēgšanos un dzēš uzkrāto magnētisko energiju.

### **Startera slēguma shēma ar bloķējošu releju**

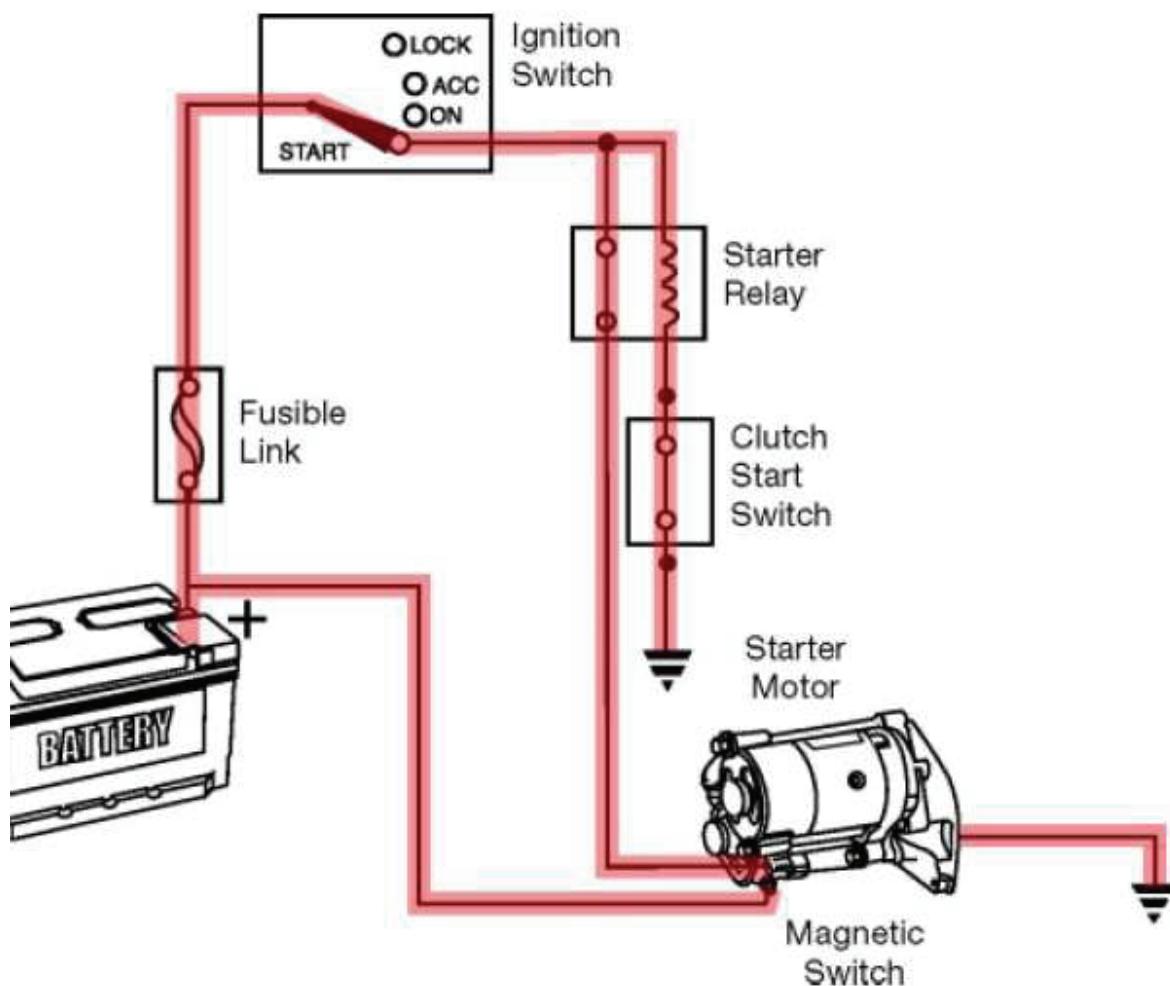


**10.3.att. Startera slēgums ar bloķējošu releju**

Shēmā ir bloķējošs sajūga starta slēdzis, kas saslēgts, ja sajūga pedālis ir nospiests.

Startēt ir iespējams tikai tad, kad ir nospiests sajūga pedālis.

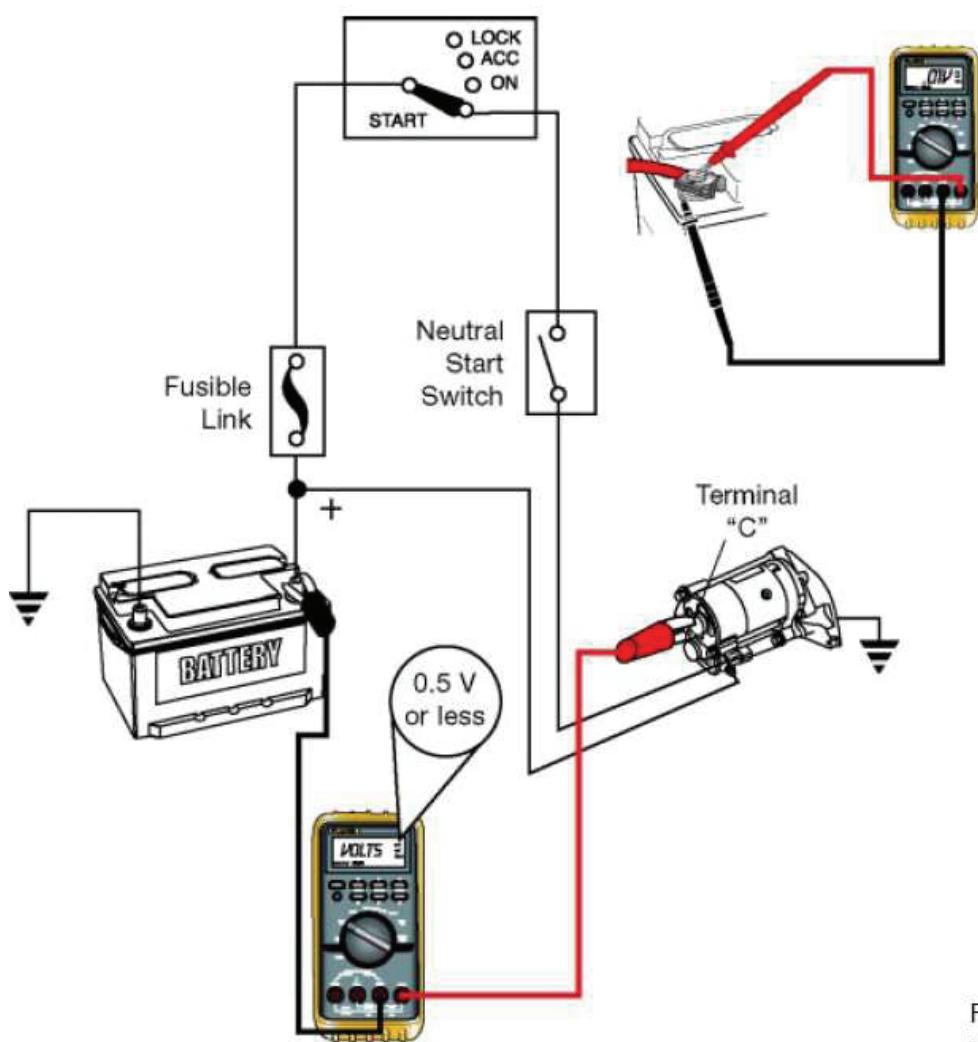
Kā tas darbojas...?



10.4.att. Strāvas celš startēšanas laikā.

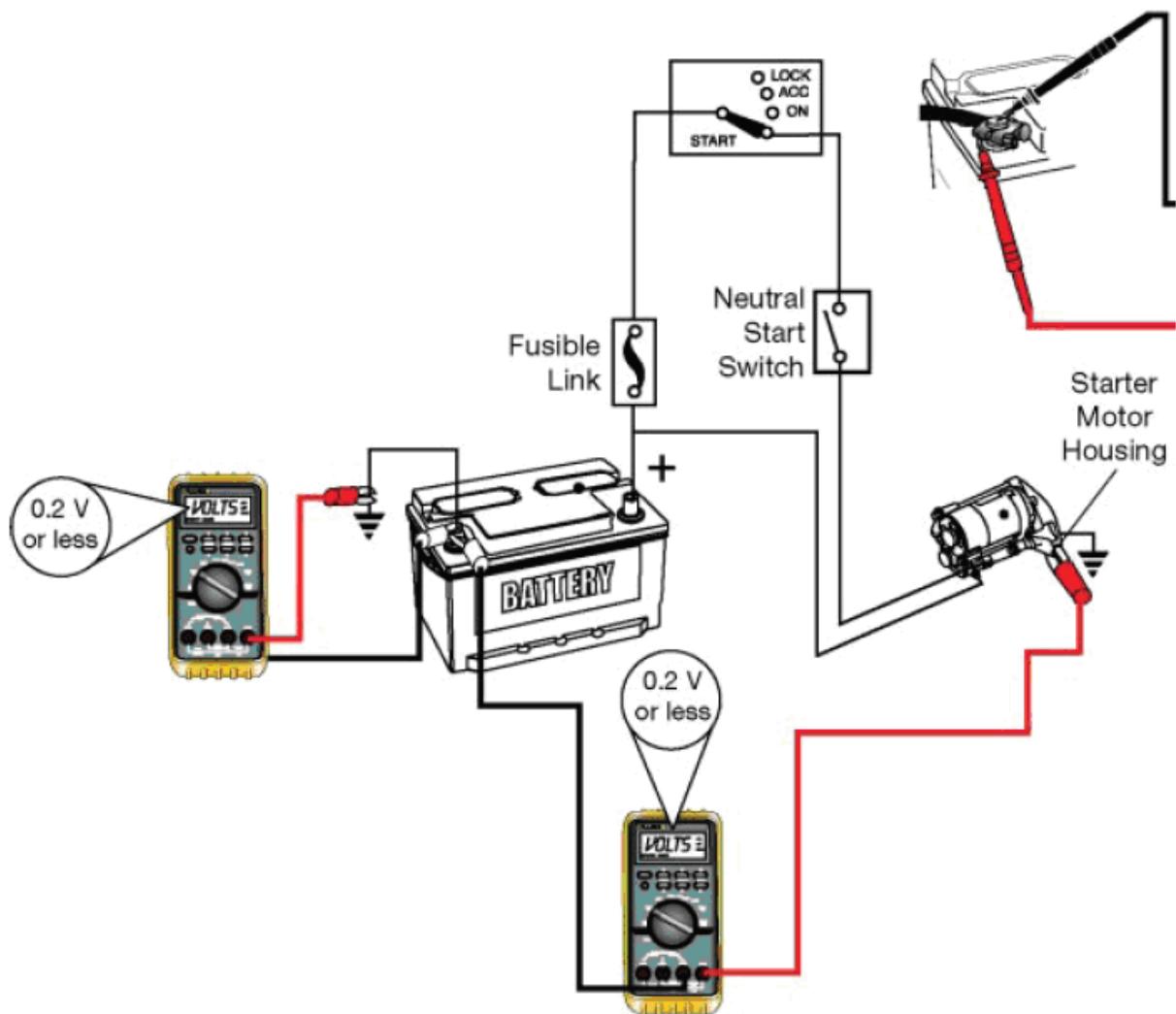
## 10.2. Startera elektrisko ķēžu diagnostika

Startera darbināšanas laikā caur vadiem un spailēm plūst ievērojama strāva, kas rada vērā ņemamu sprieguma kritumu, ja kādā ķedes posmā ir palielinājusies pretestība. Akumulatora spriegums ir tikai 12 vai 24V, tāpēc svarīgi atgūt katru volta desmitdaļu, kuru zaudējam.

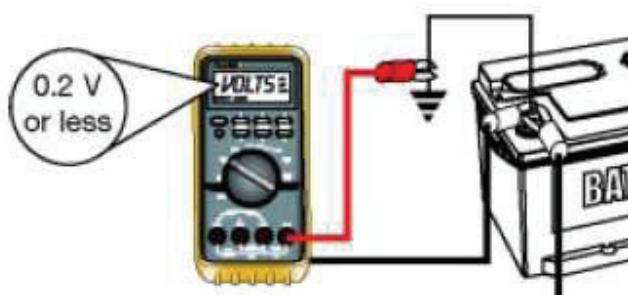


### 10.5.att. Sprieguma kritums akumulatora plusa vadā

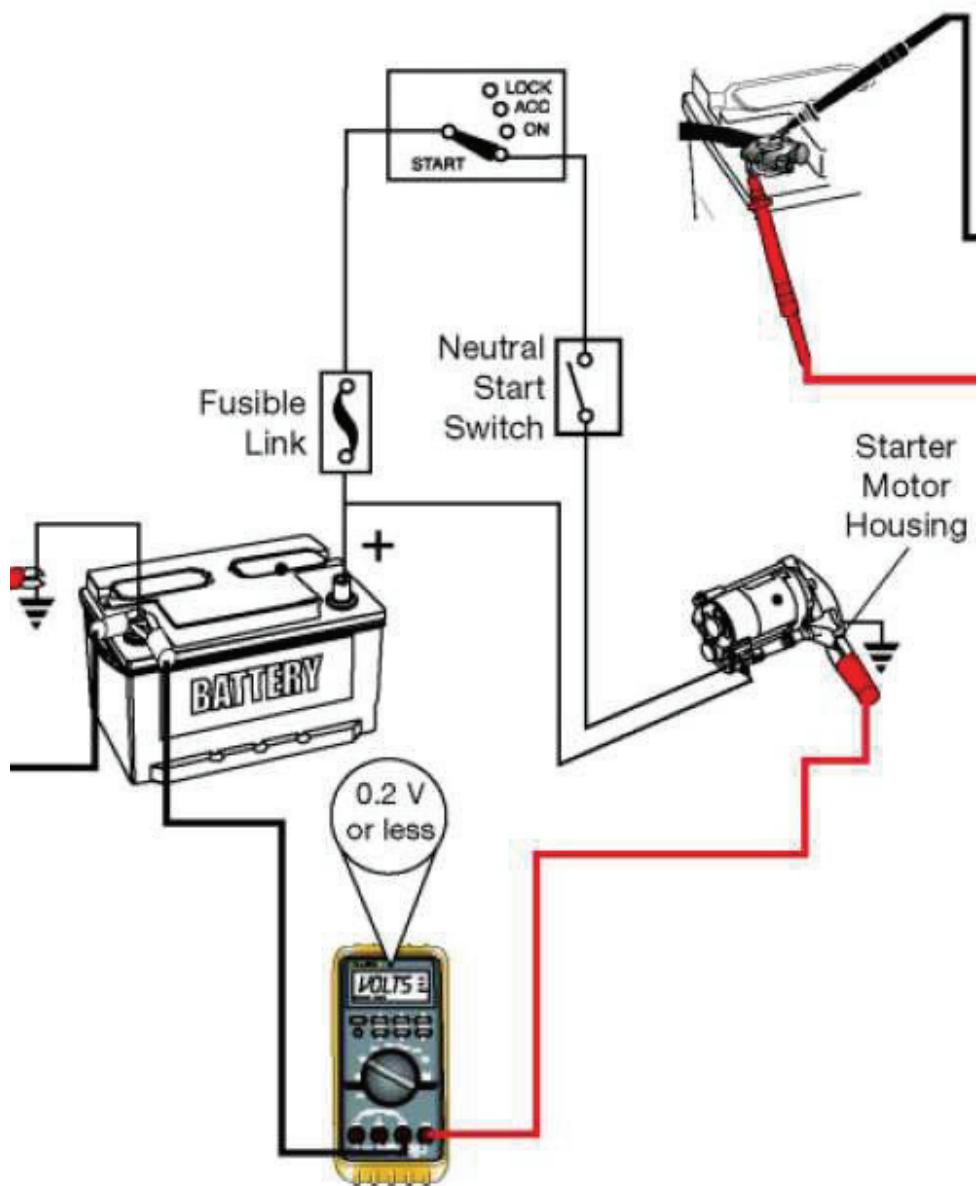
Šeit tiek mērīts sprieguma kritums ņemot vērā arī sprieguma zudumu startera ievilcēja releja kontaktorā.



10.6.att. Sprieguma kritums masas kēdē

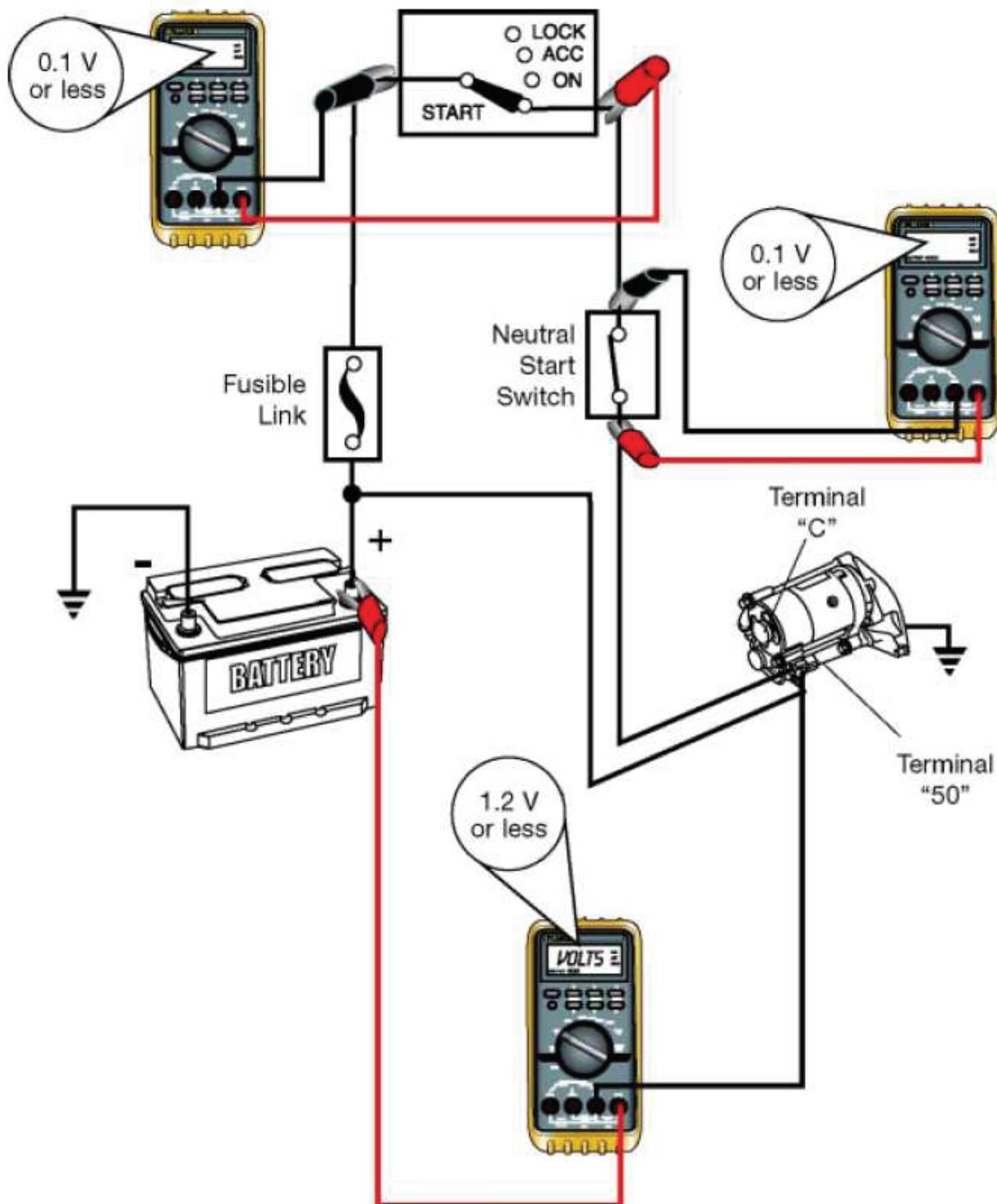


10.7.att. Sprieguma kritums masas vadā



#### 10.8.att. Sprieguma kritums starp ģeneratora korpusu un akumulatora - spaili

Akumulatora masas vads, akumulatora spaile, dzinēja masu un rāmi savienojošais masas vads, pievienojuma vietu korozija, plaisas konstrukcijās var būt par cēloni palielinātam sprieguma kritumam starp akumulatora mīnusa spaili un startera korpusu.



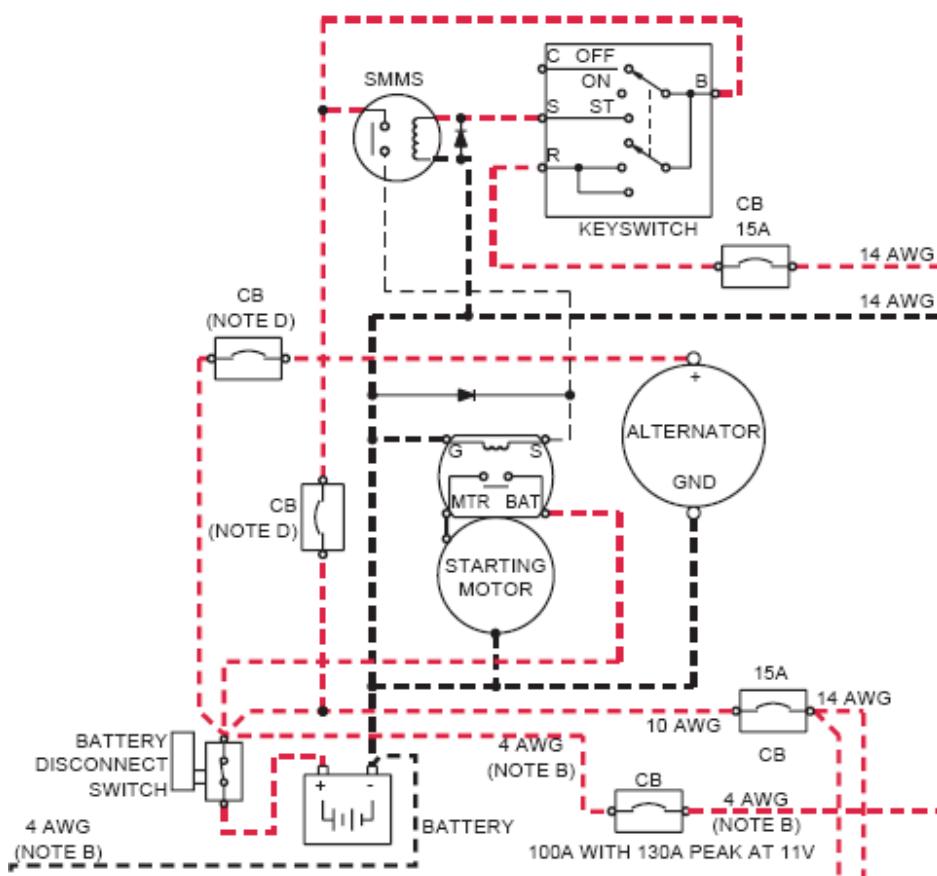
10.9.att. Sprieguma kritums startera vadības lēdē

Ari sprieguma kritums vadības lēdes elementos var radīt problēmas startēšanai.

### 10.3. Iedarbināšanas sistēmas shēmu pētīšana

Caterpillar traktortehnikas elektriskās shēmas un dokumentācija ir noformēta atbilstoši Amerikas standartiem. Elektrisko shēmu zīmēšanas principi atšķiras no EN standartiem. Šādus shēmu apzīmējumus izmanto arī Japāņu firma Toyota.

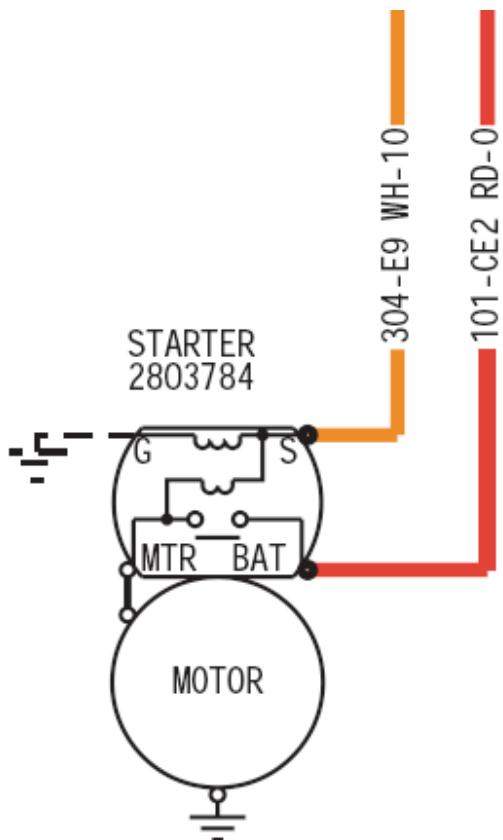
#### Startera slēgums Caterpillar industriālajiem motoriem



10.10.att. Fragments no industriālā dzinēja C-9 elektriskās shēmas

## Ekskavatora Startera shēmas pētīšana

### Caterpillar 303C CR Mini hidrauliskā ekskavatora startera shēmas fragments

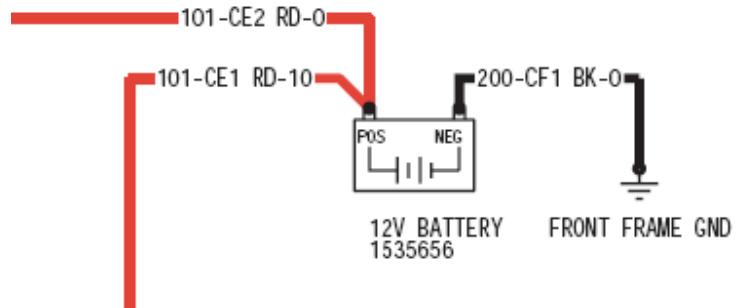


10.11.att. Ekskavatora startera slēgums

Starterim ir pieslēgti divi vadi:

- Sarkanis, resns pastāvīgā plusa vads 101, kas nāk no akumulatora.
- Balts, 10. izmēra vadības sprieguma vads 304, kas nāk no startera releja, tas ir E kopnes 9. vads.

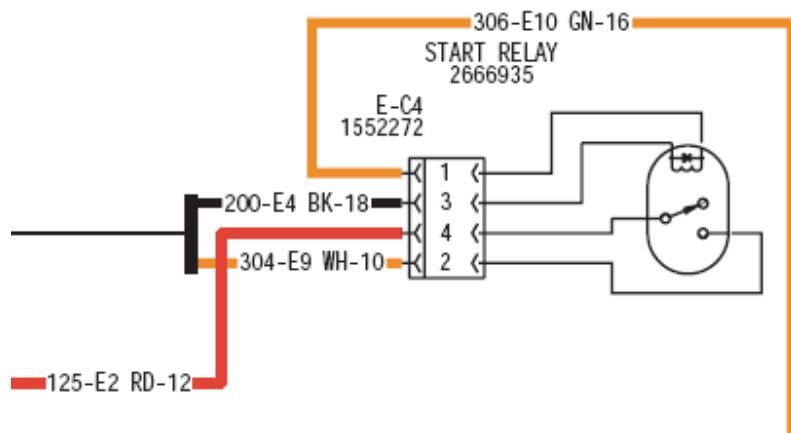
No akumulatora (+) spailes uz starteri iet resns 0. izmēra sarkanis pastāvīgā (+) vads 101, tas ir CE kopnes 2. vads. No akumulatora (-) spailes uz masu iet tāda paša izmēra melns vads 200.



10.12.att. Akumulatora slēgums

### Startera releja slēgums

- Startera relejs ir pieslēgts E kopnes spraudnim E-C4.
- Ar vadu 200 startera releja spoles izvads 3 ir pieslēgts pie masas.
- Lai startera relejs nostrādātu, pa vadu 306 jāpadod (+) spriegums uz releja spaili 1, kas pieslēgta spolei.



10.13.att. Startera releja slēgums



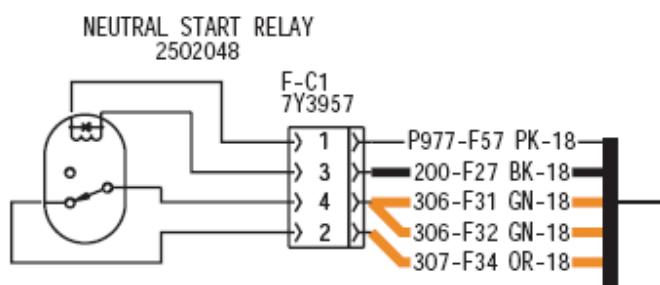
10.14.att. Vadu apzīmējuma izmaiņa pēc drošinātāja

Ja startera relejs nostrādā:

- Tad strāva no akumulatora plūst pa vadu 150, iziet caur 30A drošinātāju un pa vadu 125 nonāk līdz spraudņa E-C4 spailei 4.
- Releja kontakti ir saslēgti, strāva caur releja kontaktiem, caur spraudņa 2. spaili, pa vadu 304, tiek padota uz startera vadības ķēdi un starteris sāk darboties.

### Neitrālā starta relejs

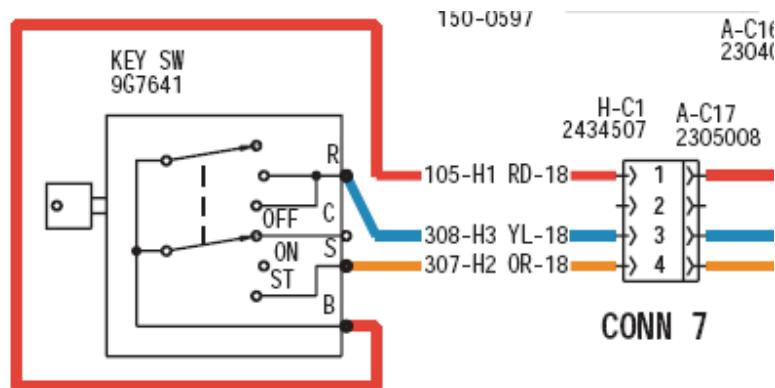
- Ja pārnesumu kārba nav neitrālā stāvoklī, relejs nostrādā, kontakti ir atslēgti un startēt nav iespējams.
- Ja pārnesuma kārba ir neitrālā stāvoklī, uz releja spailes 1 nav padots (+), tad releja normālslēgtie kontakti ir saslēgti un caur spailēm 2 un 4, (vadi 306 un 307 ir saslēgti) var plūst starta vadības strāva.



10.15.att. Neitrālā starta relejs

### Startera atslēgas slēdzis

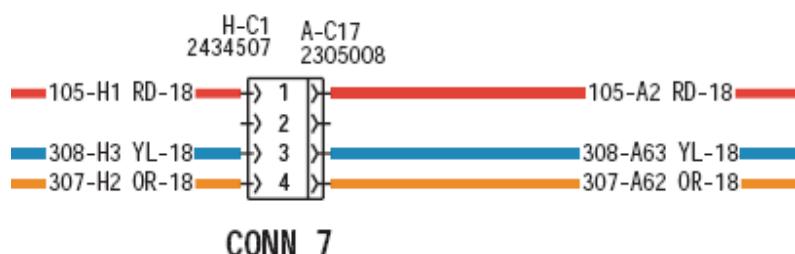
- Pastāvīgais (+) uz startera atslēgas slēdzi pienāk pa vadu 105.
- Startējot (+) tiek padots vadā 307, kas tālāk nonāk uz neitrālā starta releju.



10.16.att. Startera atslēgas slēdzis

### Startera atslēgas slēdža spraudnis pāreja no vienas kopnes uz citu

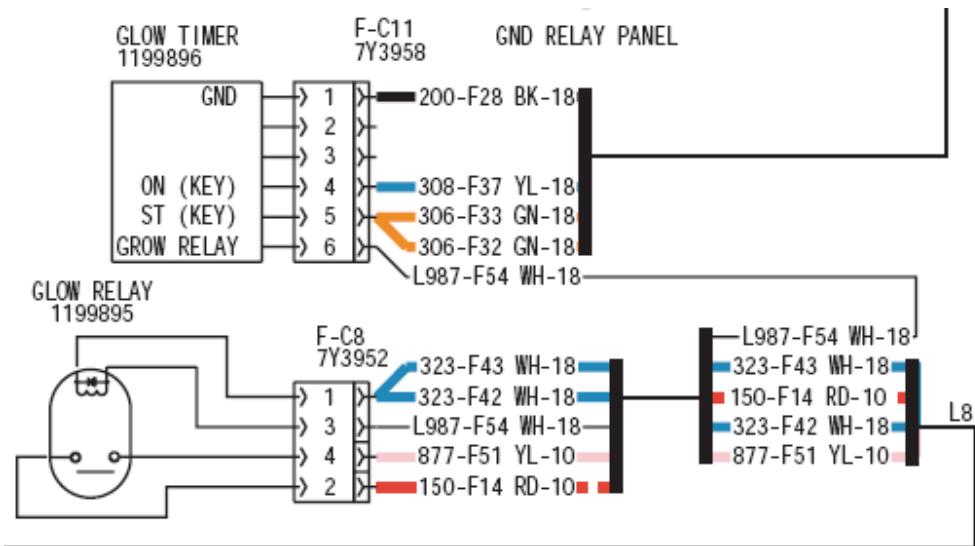
Spraudnis H-C1 un ligzda A-C17 savieno kopni H un kopni A. Vadu numerācijas neizmainās, vadiem izmainās tikai kopņu apzīmējums.



10.17.att. Startera atslēgas slēdža spraudnis

### Kvēlsveču relejs un taimers

Pirms dzinēja startēšanas ir jāuzsilda kvēlsveces, šim nolūkam kalpo taimers un kvēlsveču relejs.



10.18.att. Kvēlsveču relejs un taimers

- Ieslēdzot aizdedzes atslēgu stāvoklī ON, timerim pa vadu 308, tiek padots barošanas spriegums.
- Startēšanas laikā timerim padod arī starta vadības spriegumu pa vadu 306.
- Kvēlsveču ieslēgšanu un izslēgšanu veic kvēlsveču relejs. To vada timeris, kas L987 vadu saslēdz ar masu, tad atslēdz. Pie 877 vada ir pieslēgtas kvēlsveces.

## **11. TRAKTORTEHNIKAS DZINĒJA VADĪBA UN DIAGNOSTIKA**

**Kā piemēru apskatīsim Caterpillar industriālo dīzeļdzinēju 3126B (BEJ1-Up; DCS1-Up).**

Dzinējam izmantota moderna degvielas iesmidzināšanas sistēma HEUI (Hydraulically Actuated Electronically Controlled Unit Injector) – tas nozīmē, ka ir izmantotas elektroniski vadāmas sprauslas (iesmidzinātāji) – sūkņi, kurus piedzen hidrauliski. Ar hidraulikas palīdzību tiek panākts augsts degvielas iesmidzināšanas spiediens. Dzinējam ir speciāls augstspiediena eļļas sūknis, kas sagatavo eļļu tikai iesmidzinātāju piedziņai.

Dzinējam ir visaptveroša programmējama monitoringa vadības sistēma EMS (Engine Monitoring System). Elektroniskais vadības modulis ECM (Electronic Contol Module) uzrauga dzinēja darbību, ja kāds no darba parametriem pārsniedz pieļaujamos, ECM nekavējoši veic darbības korekciju, vai brīdina.

Daudzus no parametriem, kurus kontrolē ECM, var uzprogrammēt.

Dzinēja uzraudzības sistēmā ir sekojoši parametri:

- Darbības augstums (virs jūras līmeņa)
- Dzinēja dzesēs šķidruma līmenis
- Dzinēja dzesēs šķidruma temperatūra
- Dzinēja eļļas spiediens
- Dzinēja vārpstas rotācijas frekvence
- Degvielas temperatūra

- Gaisa temperatūra iepļūdes kolektorā
- Elektrosistēmas spriegums

Dzinēja monitoringa parametri var atšķirties atkarībā no modeļa un pielietojuma. Kaut gan dzinēja vadība ir līdzīga visiem dzinējiem.

Dzinēja uzraudzības un vadības moduļi parasti strādā saskaņā ar dzinēja monitoringa sistēmu EMS.

### **11.1. Industriālā dzinēja vadības sistēma**

Industiālo 3126B HEUI dzinēju elektronikas sistēma sastāv no:

- Elektroniskā vadības bloka ECM (Electronic Control Module)
- Vadu kopnēm
- Dzinēja sensoriem
- Slēdžiem
- Degvielas iesmidzināšanas darbināšanas spiediena vadības vārsta
- HEP (high efficiency pump) sūkņa
- HEUI iesmidzinātāji
- Interfeiss katram pielietojumam

Elektroniskais vadības bloks ECM ir kompjūters. Kompjūtera personalizējošais (soft) modulis programma, satur dzinēja darbības algoritmus un raksturlīknes un nosaka:

- Dzinēja jaudu
- Slodzes raksturlīknes, griezes momenta raksturlīknes

ECM nosaka dzinēja taktēšanu un uz cilindriem padoto degvielas daudzumu jebkurā laika momentā atkarībā no reālajiem darba apstākļiem un vēlamajiem parametriem.

ECM salīdzina reālo dzinēja ātrumu ar vēlamo. Reālo dzinēja ātrumu nosaka ar ātruma/taktēšanas sensoru. Vēlamo dzinēja ātrumu nosaka šādi parametri:

- Droseles sensora pozīcija (akseleratora svira)
- Pārējie ieejas signāli no sensoriem
- Noteikti diagnostikas kodi

Ja vēlamais dzinēja ātrums ir lielāks par reālo, ECM dozē vairāk degvielu, lai palielinātu dzinēja ātrumu.

## **Dzinēja sensori**

**Analogie sensori** (Analog Sensors) – izejas signāls līdzstrāva vai līdzspriegums, kas mainās atkarībā no mērītā parametra (temperatūras, spiediena, gaismas utt.).

**Diskrētie sensori** (Digital Sensors) – sensori ar diskētu izejas signālu IESLĒGTS, IZSLĒGTS. Izejas signāls var būt arī ar impulsu platuma modulāciju.

**Atmospheric Pressure Sensor** - Atmosfēras spiediena sensors – mēra barometrisko atmosfēras spiedienu. Signālu izmanto motora vadībai.

**Auxiliary Pressure Sensor** – spiediena papildus sensors.

**Auxiliary Temperature Sensor** – temperatūras papildus sensors.

**Boost Presure Sensor** – mēra gaisa spiedienu ieplūdes kolektorā, aiz turbo kompresora. Signālu padod uz elektronisko vadības bloku (ECM).

**Camshaft Position Sensor** – mēra sadales vārpstas pozīciju un rotācijas ātrumu. Apzīmējums **Engine Speed/Timing sensor** – attiecas uz šo sensoru. Signālu padod uz ECM.

**Coolant Level Sensor** – dzeses šķidruma līmeņa sensors nosaka, vai tas ir saskāries ar dzeses šķidrumu, vai nav. Signālu sūta uz ECM.

**Coolant Temperature Sensor** – šis sensors mēra dzinēja dzeses šķidruma temperatūru, lai izmantotu dzinēja iesilšanas darba fāzes vadīšanai un arī temperatūras monitoringam.

**Crankshaft Position Sensor** - kloķvārpstas pozīcijas sensors, nosaka kloķvārpstas rotācijas virzienu, ātrumu un pozīciju. Signālu sūta uz ECM.

**Engine Oil Pressure Sensor** – dzinēja eļļas spiediena sensors. Signālu sūta uz ECM.

**Fuel Temperature Sensor** – degvielas temperatūras sensors. ECM saņem informāciju par degvielas temperatūru un rēķina degvielas daudzumu.

**Injection Actuation Pressure Sensor** – elektrisks sensors, kas mēra spiedienu augstspiediena eļļas kolektorā, signālu padod uz ECM, kas dod komandas spiedienu regulējošajam vārstam.

**Inlet Air Temperature Sensor** – ieplūdes gaisa temperatūras sensors, dod informāciju ECM, tas koriģē iesmidzināšanas momentu un citas funkcijas.

**Oil Pressure Sensor** – eļļas spiediena sensors.

**Primary Engine Speed/Timing Sensor (Crankshaft)** – dzinēja kloķvārpstas ātruma un pozīcijas sensors, dod mainīgas amplitūdas un impulsa platuma signālu ECM blokam. ECM šo signālu interpretē kā kloķvārpstas pozīciju un dzinēja ātrumu.

**Secondary Engine Speed/Timing Sensor (Camshaft)**- dzinēja sadales vārpstas ātruma un pozīcijas sensors, dod mainīgas amplitūdas un impulsa platuma signālu

ECM blokam. ECM šo signālu interpretē kā sadales vārpstas pozīciju un dzinēja ātrumu.

**Throttle Position Sensor** – akseleratora (droseļvārsta) pozīcijas sensors.

**Turbocharger Outlet Pressure Sensor** – turbo kompresora izejas spiediena sensors, tā signālu izmanto, lai aprēķinātu kompresora radīto spiedieni starpību.

## **Interfeisi**

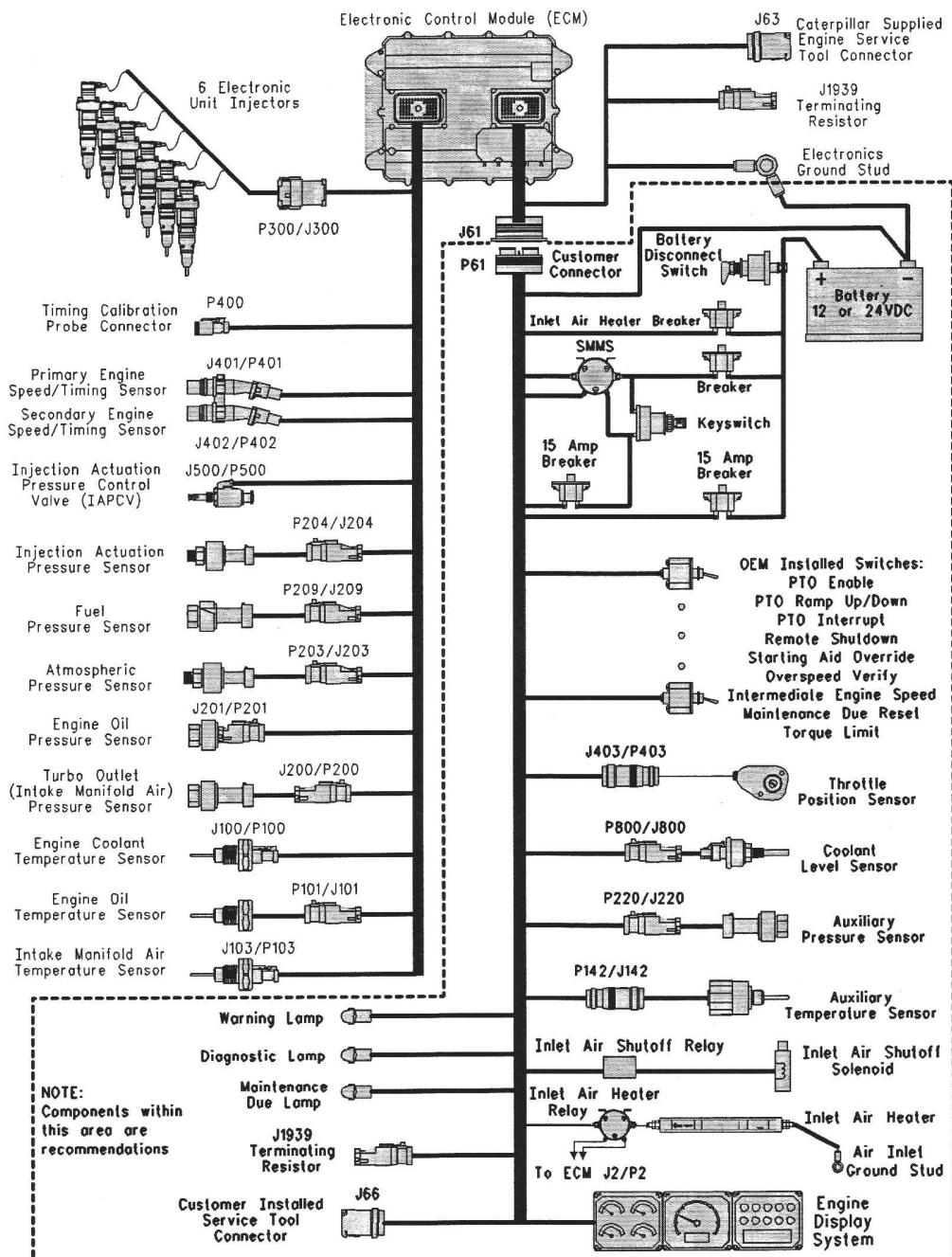
**CAT Data Link (CDL)** – virknes interfeiss, kas izmantots lai savienotu dažādas uz mikroprocesora veidotas ierīces, tas ir speciāli Caterpillar iekārtām veidots.

**Control Area Network (CAN) Data Link** - virknes interfeiss, kas izmantots lai savienotu dažādas uz mikroprocesora veidotas ierīces, tas ir standarta interfeiss un balstās uz J1939 sistēmu.

## **Programmējamā monitoringa sistēma**

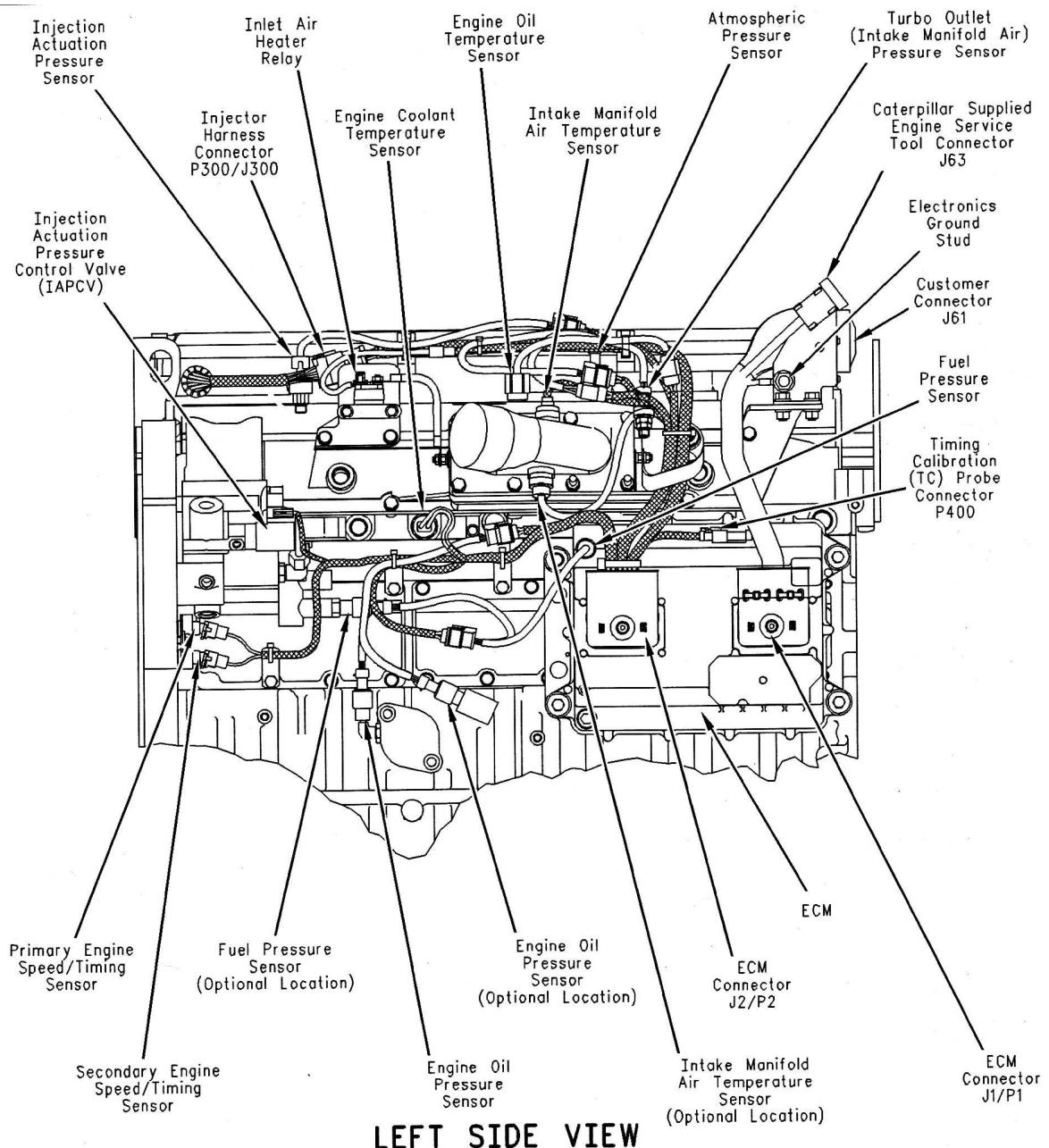
Nodrošina dzinēja darbības uzraudzību. Tā ir daļa no dzinēja vadības elektronikas. Tā uzrāda, dzinēja dzeses sistēmas temperatūru, eļļas spiedienu, gaisa temperatūru ieplūdes kolektorā un dzeses šķidruma līmeni. Programmējamā monitoringa sistēma ir programmējama sistēma, kas seko ECM un sāk sarboties, ja dzinēja parametri ir ārpus normas. Sistēmas darbība ir brīdinājums, ierobežošana un apstādināšana (Warning, Derate, Shutdown).

## Dzinēja vadības shēma



11.1.att. Industriālā dīzeļdzinēja 3126B vadības shēma

Sensoru un savienojuma spraudņu izvietojums uz dzinēja



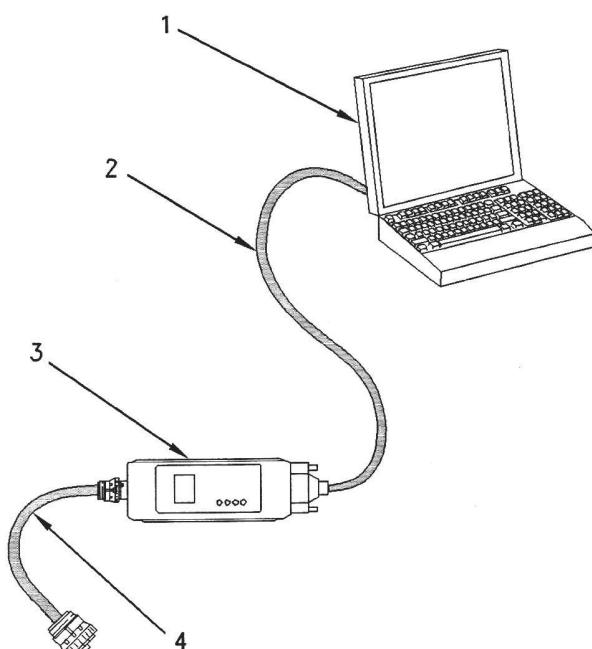
**LEFT SIDE VIEW**

**11.2.att. Sensoru un savienojuma spraudņu izvietojums uz dzinēja**

**Electronically Controlled Unit Injector**- elektroniski vadīts iesmidzinātajs – sūknis. To piedzen mehāniski ar eļļu, bet vada elektroniski. Tas ietver sevī, sūknī, elektronisku degvielas mērītāju un iesmidzinātāju.

**Injection Actuation Pressure Control Valve** – elektriski vadāms vārststs, kas uztur spiedienu augstspiediena eļļas kolektorā, to vada ECM atkarībā no sensoru dotajiem signāliem.

## 11.2. Pieslēgšanās ECM, diagnostika un programmēšana



### 11.3.att. Diagnostikas aprīkojums

1 – dators; 2 - RS 232 vads; 3 – adapters; 4 – diagnostikas spraudņa vads.

Electronic Technician (ET) datorprogramma ļauj apskatīt:

- Parametrus
- Notikumu kodus
- Diagnostikas kodus

- Dzinēja konfigurāciju

ET var izpildīt

- Diagnostikas pārbaudi
- Sensoru kalibrēšanau
- Pārprogrammēšanu (flash programming)
- Parametru iestatīšanu

## **Diagnostikas kodi**

Diagnostikas kodus izmanto, lai operators konstatētu problēmu mašīnas darbībā un tehnīkis varētu noteikt problēmas raksturu un to novērstu.

Diagnostikas kodus var apskatīt izmantojot datoru un programmu ET.

- Komponentu noteicējs CID (Component Identifier) nosaka koponētu pēc diagnostikas koda.
- Atteikuma veida identifikators FMI (Failure Mode Identifier) nosaka atteikuma veidu.

**Nejauciet notikuma diagnostikas kodus ar atteikuma diagnostikas kodiem.**

Notikuma kods dod informāciju par darba režīma izmaiņām, piemēram, samazinājies eļļas spiediens, bet tas vēl nav ārpus pieļaujamās normas...

**Diagnostic Event Code** – notikuma kods

**Diagnostic Fault Code** – atteikuma kods

Diagnostikas kodu ierakstīšana ECM atmiņā notiek automātiski, tiek ierakstīts laiks, kad ir noticis atteikums, vai notikums.

## **Diagnostic Flash Code – diagnostikas lampas mirgojošs kods**

Diagnostikas lampiņa ar mirgojošu kodu brīdina mašīnas operatoru par eksistējošo problēmu.

### **Piemēram**

Kodu 28 var nolasīt, ja lampiņa

- Divas reizes īslaicīgi iemirgosies
- Pārtraukums
- Astoņas reizes īslaicīgi iemirgosies

Mirgojošais kods var sastāvēt no vairākiem atsevišķiem kodiem

11.1.tabula

### **Industriālā dīzeldzinēja 3126B diagnostikas kodi**

Cross Reference for Flash Codes			
Flash Code	CID/FMI Code	SPN/FMI Code	Description of Code
15	164-02	164-02	Injector Actuation Pressure Sensor Loss of Signal
	164-03	164-03	Injector Actuation Pressure open/short to +batt
	164-04	164-04	Injector Actuation Pressure open/short to ground
17	164-00	164-00	High Injector Actuation Pressure
18	042-11	N/A	Injection Actuation Control Valve open/short
21	262-03	620-03	5 Volt Sensor DC Power Supply short to +batt
	262-04	620-04	5 Volt Sensor DC Power Supply short to ground
	263-03	678-03	Digital Sensor Supply short to +batt
	263-04	678-04	Digital Sensor Supply short to ground
24	100-03	100-03	Engine Oil Pressure open/short to +batt
	100-04	100-04	Engine Oil Pressure short to ground

## 11.1.tabulas turpinājums

(Table 18, contd)

Cross Reference for Flash Codes			
Flash Code	CID/FMI Code	SPN/FMI Code	Description of Code
25	273-00	102-00	Turbo Outlet Pressure above normal
	273-03	102-03	Turbo Outlet Pressure open/short to +batt
	273-04	102-04	Turbo Outlet Pressure short to ground
26	274-03	108-03	Atmospheric Pressure open/short to +batt
	274-04	108-04	Atmospheric Pressure short to ground
27	110-03	110-03	Engine Coolant Temperature open/short to +batt
	110-04	110-04	Engine Coolant Temperature short to ground
28	91-13	91-13	Throttle Position calibration required
32	91-08	91-08	Throttle Position signal abnormal
34	320-02	190-02	Speed/Timing Sensor Loss of Signal
	320-11	190-11	Speed/Timing Sensor mechanical failure
	342-02	723-02	Loss of Secondary Engine Speed signal
	342-11	723-11	Secondary Engine Speed Sensor mechanical failure
37	94-03	94-03	Fuel Pressure open/short to +batt
	94-04	94-04	Fuel Pressure short to ground
	175-03	175-03	Engine Oil Temperature open/short to +batt
	175-04	175-04	Engine Oil Temperature open/short to ground
38	172-03	172-03	Intake Manifold Air Temp open/short to +batt
	172-04	172-04	Intake Manifold Air Temp short to ground
39	164-11	164-11	Injector Actuation Press Sensor mechanical failure
42	261-13	228-13	Engine Timing calibration required
51	168-02	168-02	System Voltage intermittent/erratic
53	254-12	N/A	Electronic Control Module Error
56	253-02	234-02	Personality Module mismatch
	268-02	1111-02	Check Programmable Parameters
58	247-09	639-09	J1939 Data Link communications
72	1-11	651-11	Injector Cylinder #1 fault
	2-11	652-11	Injector Cylinder #2 fault
73	3-11	653-11	Injector Cylinder #3 fault
	4-11	654-11	Injector Cylinder #4 fault
74	5-11	655-11	Injector Cylinder #5 fault
	6-11	656-11	Injector Cylinder #6 fault

### 11.3. Funkcionalitātes pārbaude

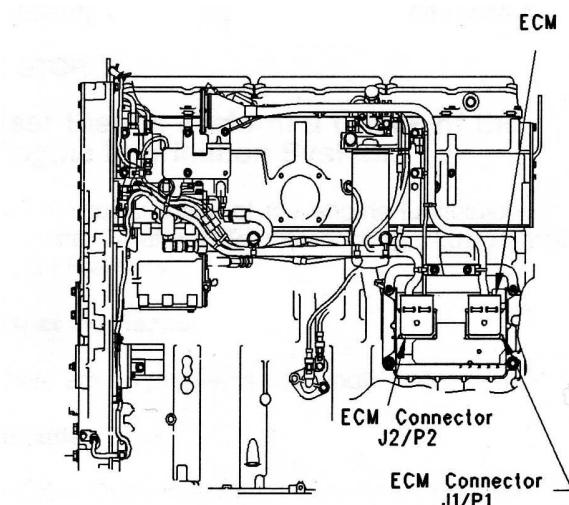
Elektronikas iekārtu funkcionalitātes tests dod:

- Īsu problēmas aprakstu.
- Nosaka cēloni, kāpēc jāveic tests.
- Dod vispārējo informāciju

#### Funkcionālā testa piemērs

- Vienā no testiem nosaka konkrētā pārbaudāmā **mezgla izvietojumu** vadoties no ilustrācijas

#### Piemēram

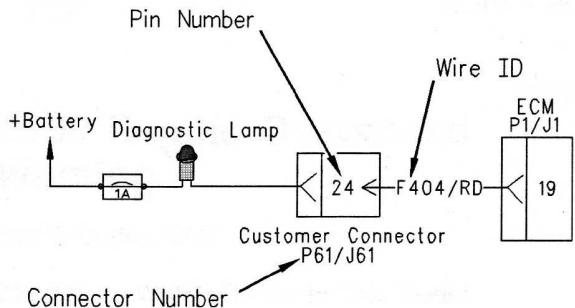


11.4.att. Mezglu atrašanās vieta

Pozīcijas shēmā norāda pārbaudāmā mezgla atrašanās vietu.

- Cita ilustrācija ir **elektriskās shēmas** daļa, kurā atrodas mūs interesējošais mezgls, vai elements

## Piemēram



11.5.att. Diagnostikas lampiņas slēgums

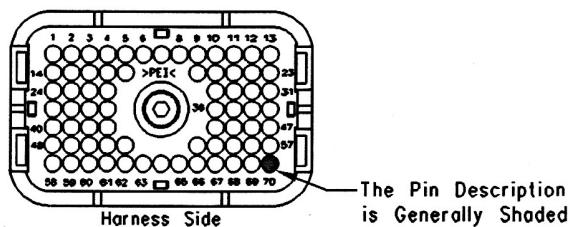
Apzīmējums J1 nozīmē, ka tas ir spraudnis.

Apzīmējums P1 nozīmē, ka tā ir ligzda.

Indikatora lampiņa pieslēgta, lai noteiktu kēdes komutāciju uz masu.

## Piemēram

Spraudnis, pie kura jāpieslēdzas meklējot defektu.



11.6.att. Spraudnis

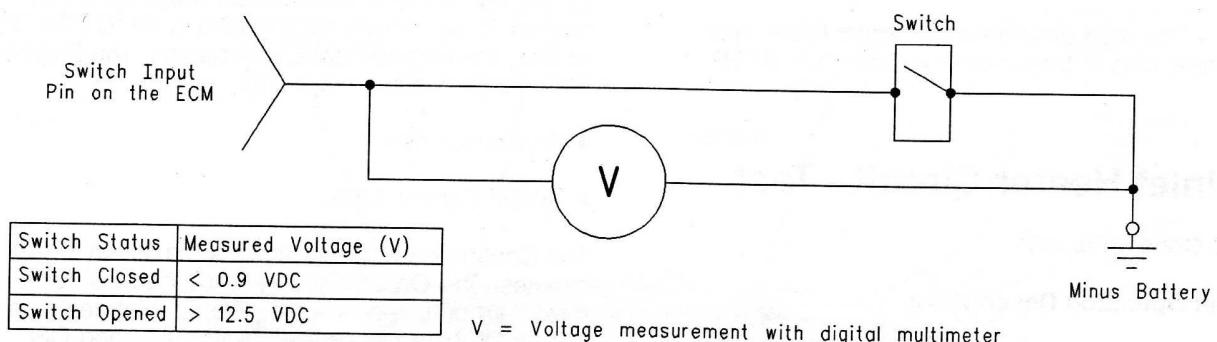
Uz spraudņa attēla ir norādīta kontaktu numerācija un izvietojums, tiek norādīts, kurās puses spraudnis tas ir, vai elektroniskā bloka, vai vadu kopnes. Uzrāda arī bloķēto kontakta ligzdu, kas pasargā spraudni no iespraušanas citā ligzā.

## **Elektriskie mērījumi**

Shēmas elementu funkcionalitātes novērtēšanai var izmantot elektriskos mērījumus. Parasti mērījumus veic ar multimetru. Lidzīgus rezultātus var iegūt gan ar sprieguma, gan strāvas, gan pretestības mērījumiem.

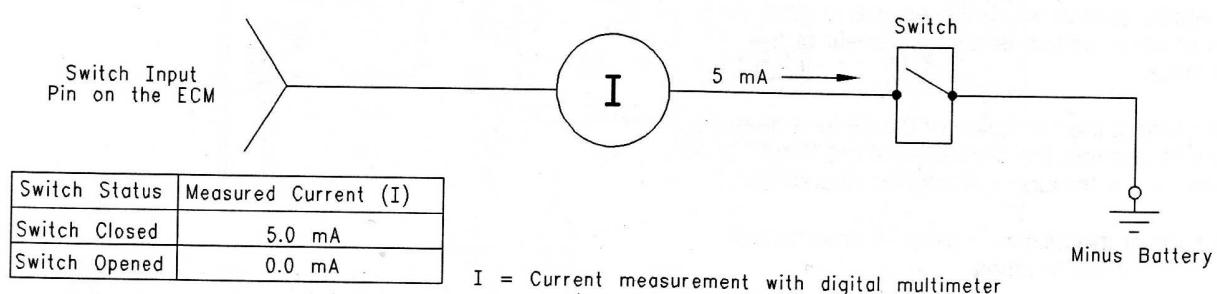
Funkcionalitātes pārbaudei izmanto sprieguma, strāvas un pretestības mērījumus:

- Slēdža ķēdes pārbaudei var izmantot sprieguma mērišanu.



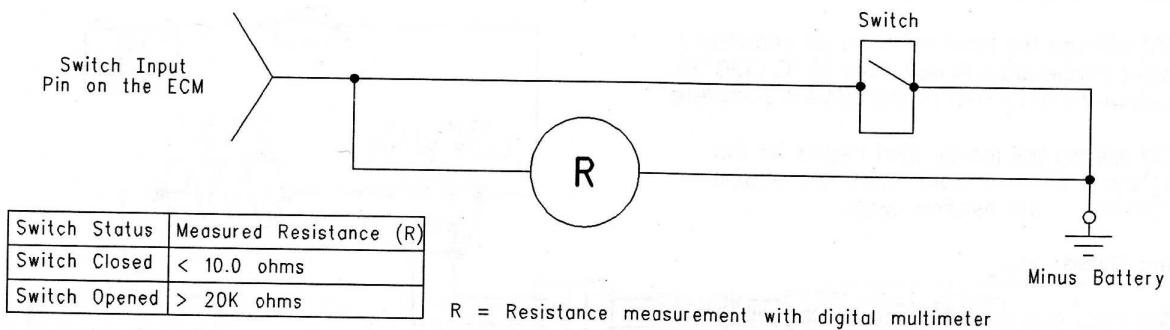
**11.7.att. Slēdža pārbaude ar voltmetru**

- Slēdža ķēdes pārbaudei var izmantot strāvas mērišanu.



**11.8.att. Slēdža pārbaude ar ampērmētru**

- Slēdža ķēdes pārbaudei var izmantot pretestības mērišanu.



### 11.9.att. Slēdža pārbaude ar ommetru

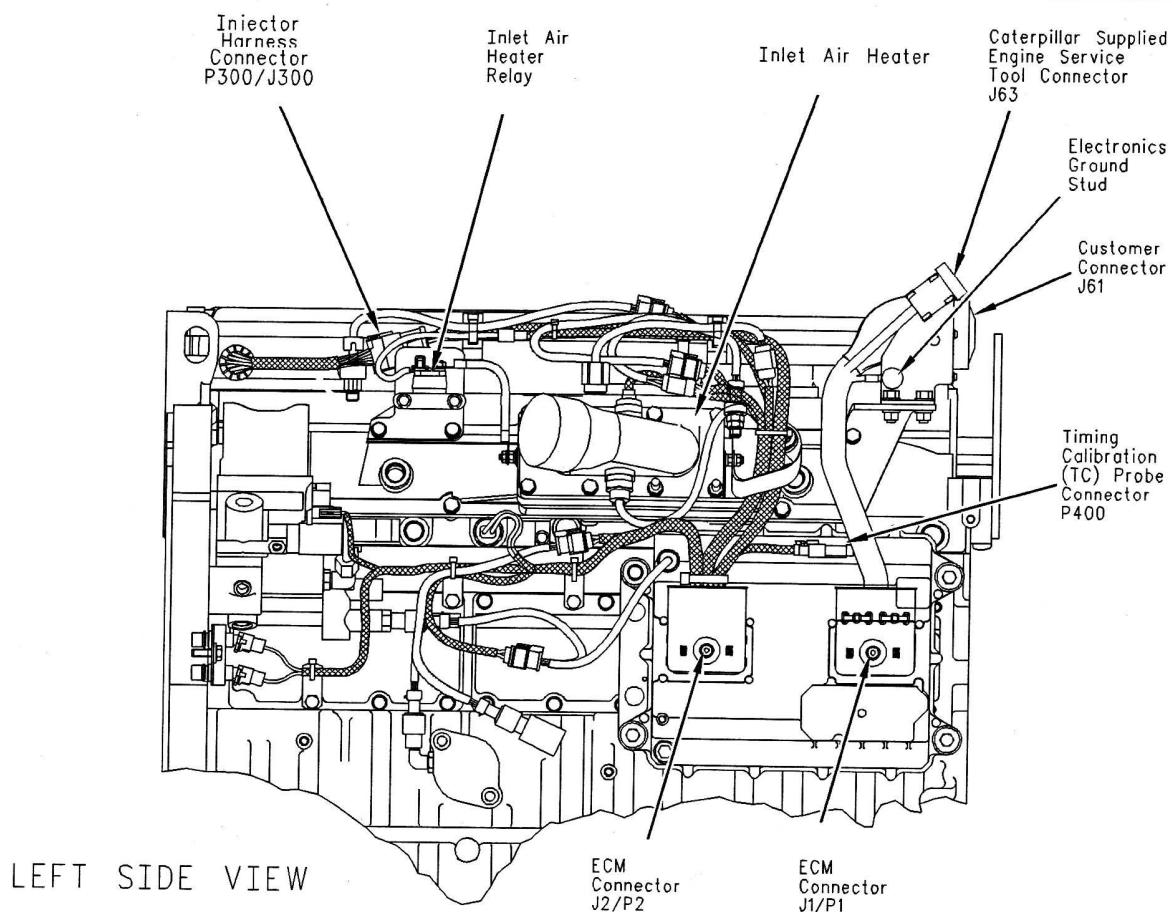
#### Piemēram

#### Ieplūdes gaisa sildītāja ķēdes pārbaude

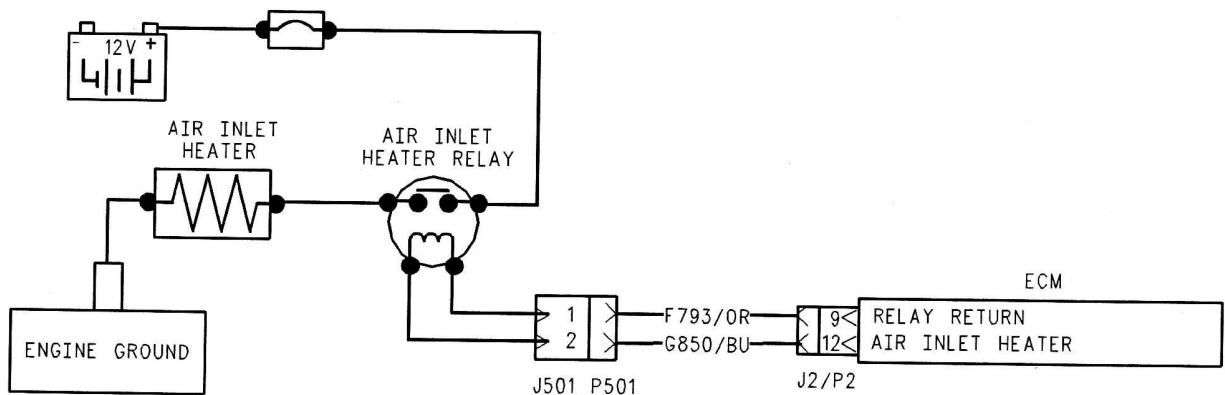
Ieplūdes gaisa sildītājs tiek izmantots, lai atvieglotu dzinēja iedarbināšanu, ja tas ir auksts. Tas samazina iedarbināšanas procesa laikā izplūstošo balto dūmu daudzumu.

ECM vada ieplūdes gaisa sildītāja darbību. Gaisa sildītāja strāvas ķēdes vadībai izmantots relejs.

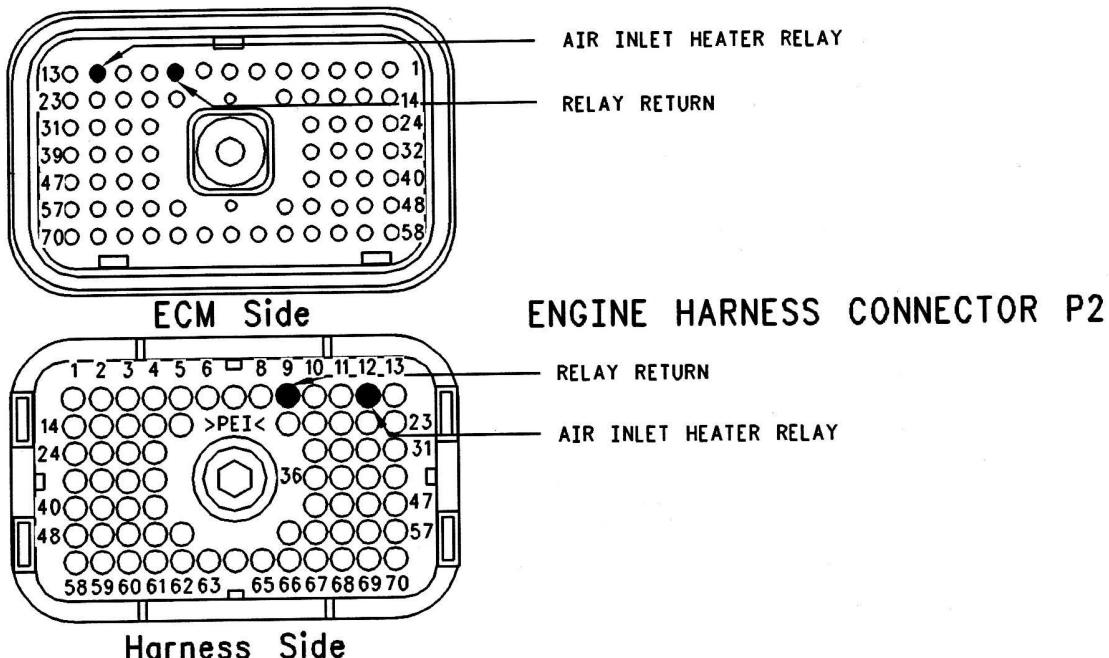
Iepazīstamies ar dzinēja attēlu, kur ir redzami visi mezgli, kas saistīti ar ieplūdes gaisa sildītāju.



11.10.att. Gaisa sildītāja vadības elementu izvietojums uz dzinēja



11.11.att. Ieplūdes gaisa sildītāja elektriskā vadības shēmas fragments

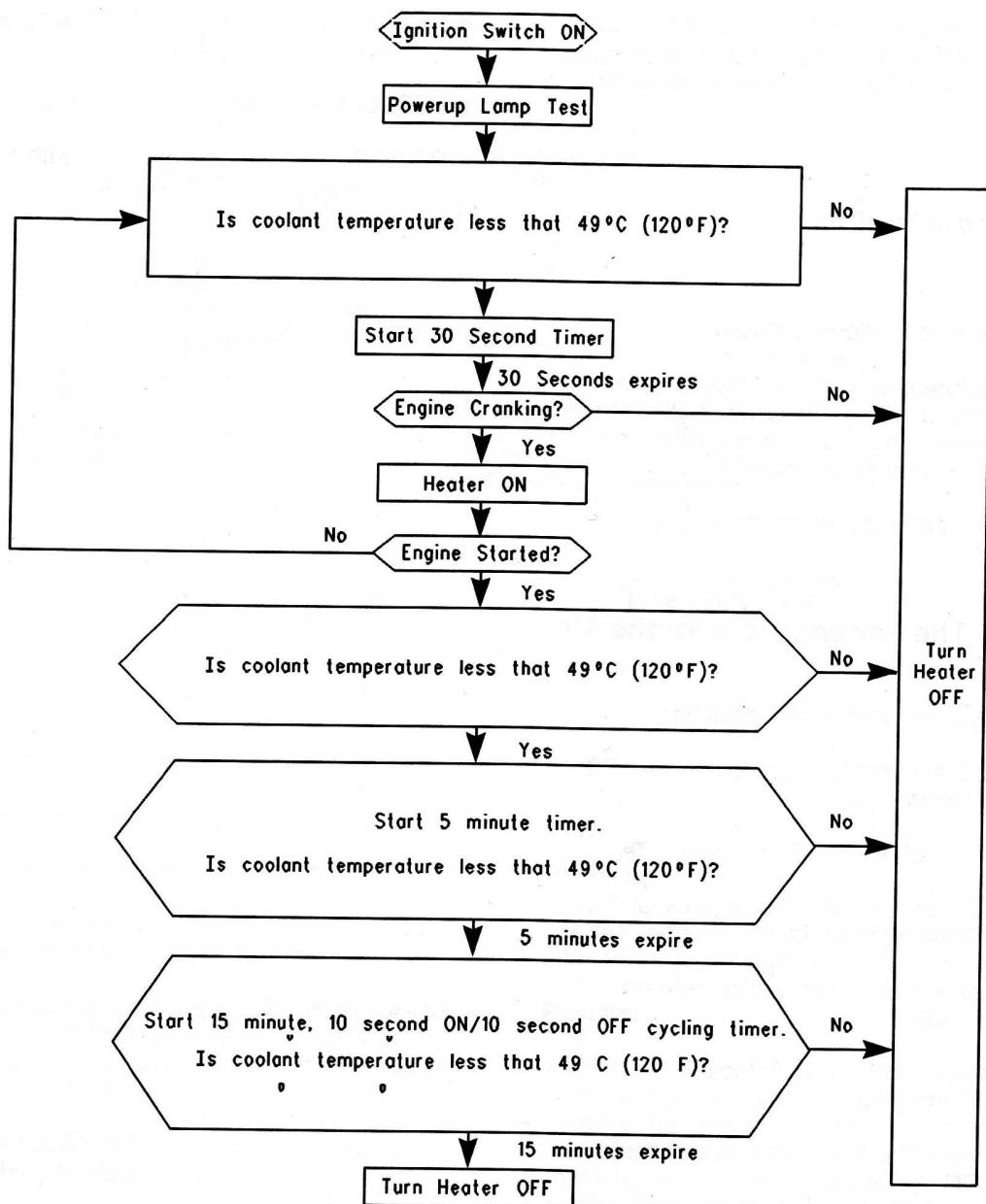


#### 11.12.att. Ieplūdes gaisa sildītāja releja vadības vadu izvietojums spraudnī

Ieplūdes gaisa sildītāja darbību var sadalīt trīs ciklos:

- Ieslēgšana, priekšsildīšana
- Dzinēja iedarbināšana
- Dzinējs darbojas

Lai varētu nodarboties ar defektu meklēšanu, ir jāzina sistēmas darbība. To apraksta ieplūdes gaisa sildītāja vadības algoritms.

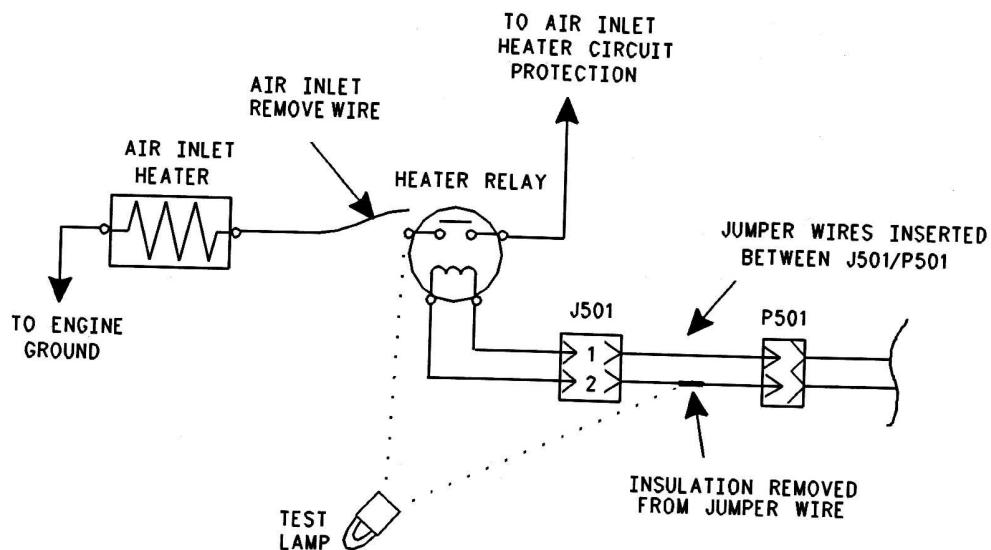


11.13.att. Ieplūdes gaisa sildītāja vadības algoritms

#### Pārbaudes soļi:

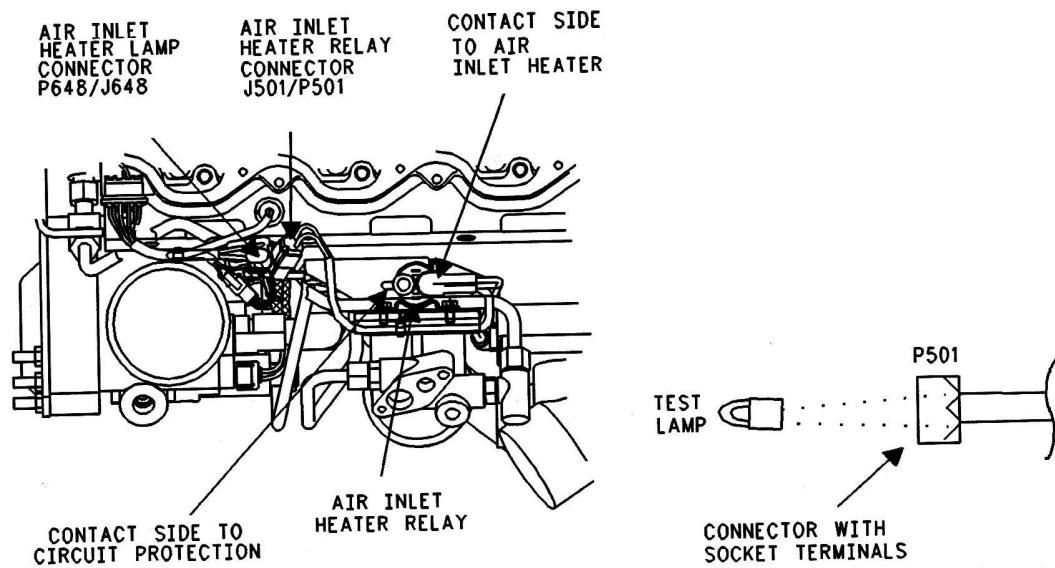
- 1.solis.** Pārbaudām elektriskos savienojumus un vadus
- 2.solis.** Pārbaudām vai darbojas ieplūdes gaisa sildītāja relejs un sildītājs
- 3.solis.** Pārbaudām uz sildītāju aizejošo spriegumu uz releja spēka kontaktiem

Lai atvieglotu pieslēgšanos pārbaudāmajai ķēdei, spraudņa ķēdē ieslēdzam starpgabalu (jumper wires), pie kura var pieslēgties, nebojājot mašīnas instalāciju. Pieslēdzam pārbaudes lampu.



11.14.att. Starpgabala izmantošana ķēdes pārbaudē

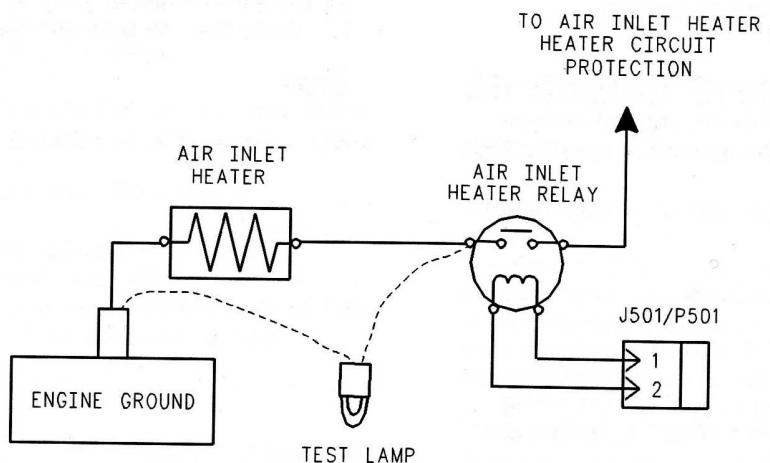
**4.solis.** Pārbaudām spriegumu uz elektriskā spraudņa P501, vai ir padots spriegums uz releju.



11.15.att. Pārbaudes lampas pieslēgšana

**5.solis.** Pārbaudām vadus uz iepļūdes gaisa sildītāju.

**6.solis.** Pārbaudām vai pienāk uz releja spaili + spriegums no akumulatora.



11.16.att. Sprieguma esamības noteikšana

**7.solis.** Pārbaudām no akumulatora pienākošo spriegumu spraudnī P501.

**8.solis.** Pārbaudām ECM.

**9.solis.** Pārbaudām akumulatora spriegumu uz ECM.

#### 11.4. Analogo sensoru slēgums

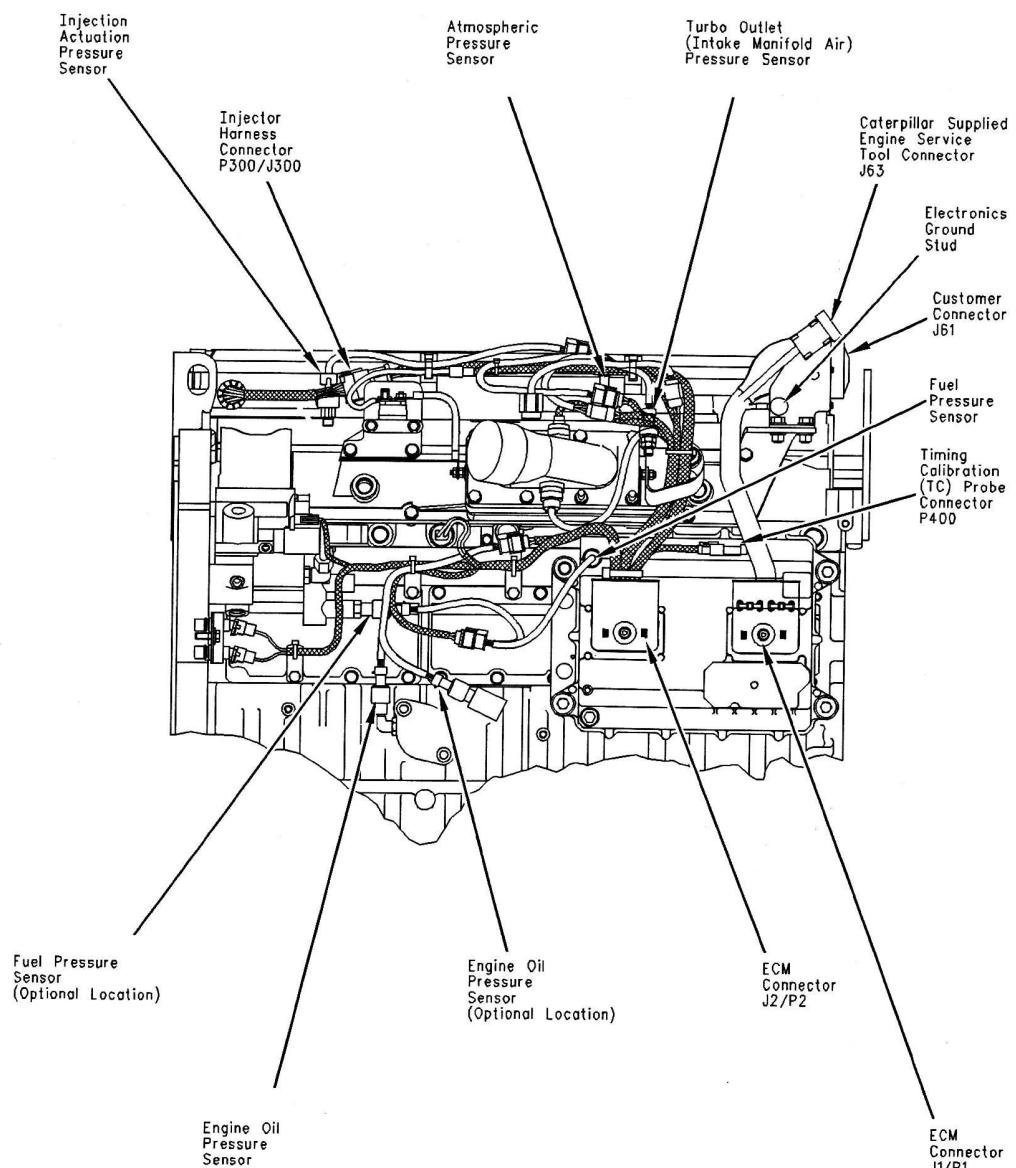
Analogajiem sensoriem pārbauda, vai nav īsslēgums, vai nav kēdes pārrāvums.

Ja ir zināmi diagnostikas kodi, tad atbilstoši kodu norādei var būt defekts:

- Turbopūtes izajas (ieplūdes kolektora) spiediena sensors.
- Dzinēja eļļas spiediena sensors.
- Atmosfēras spiediena sensors.
- Degvielas spiediena sensors.

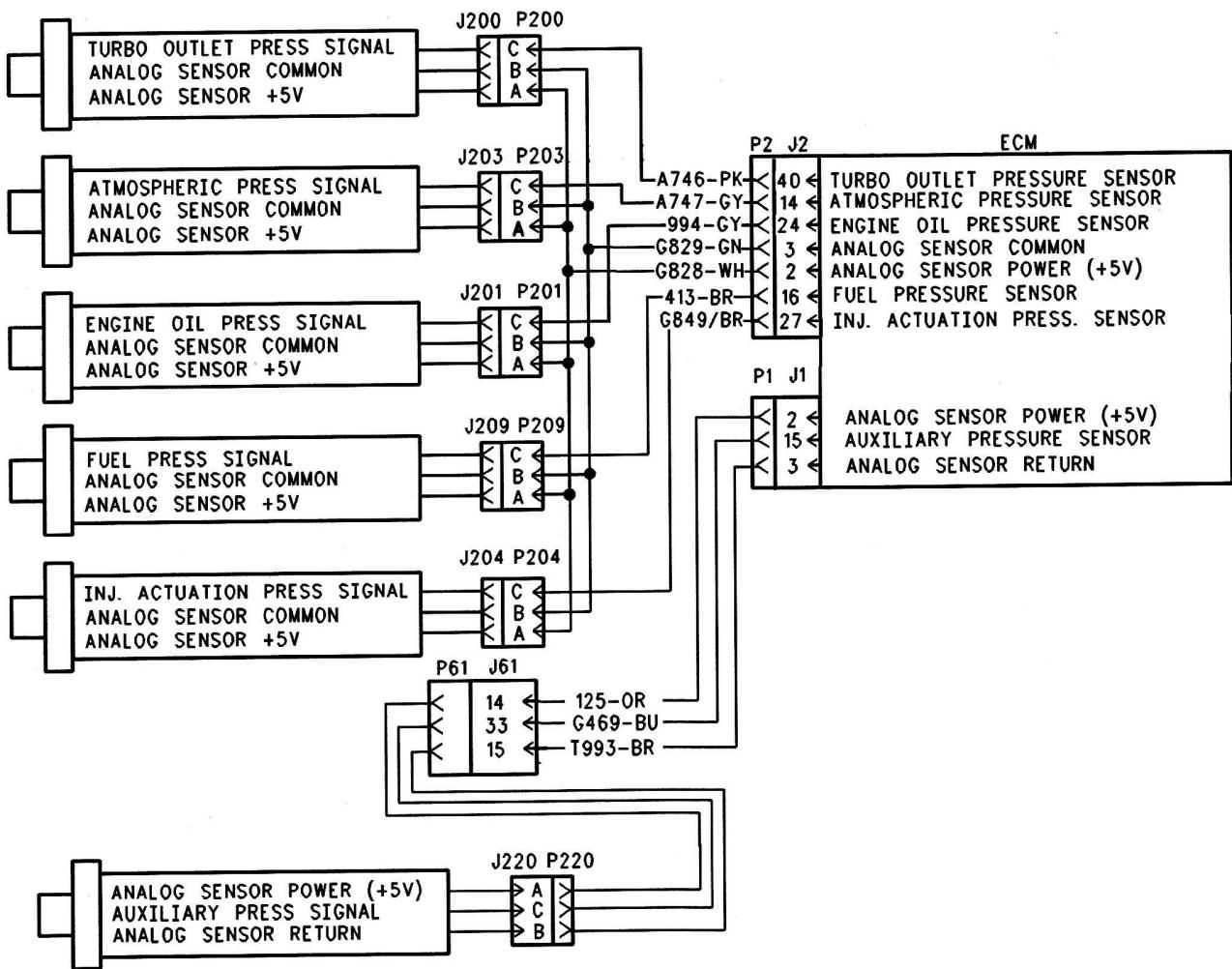
- Papildus spiediena sensors

Analogajiem sensoriem ir 3 kontaktu spraudņi. Analogie sensori saņem barošanas spriegumu no ECM, tas ir +5V spriegums. Parasti spraudņa **A** kontakts ir +5V barošana, **B** kontakts ir kopējais vads, **C** kontakts ir signāla vads.

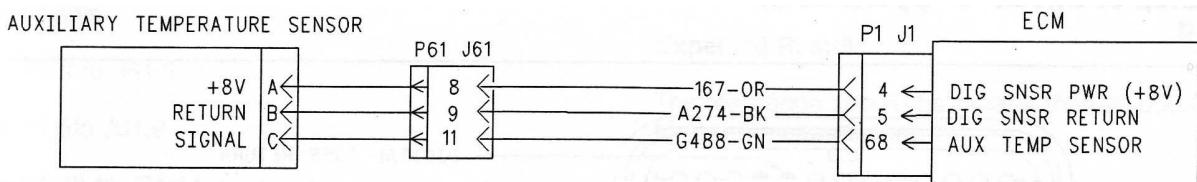


LEFT SIDE VIEW

#### 11.17.att. Analogo sensoru izvietojums uz dzinēja



11.18.att. Analogo sensoru pieslēguma shēma



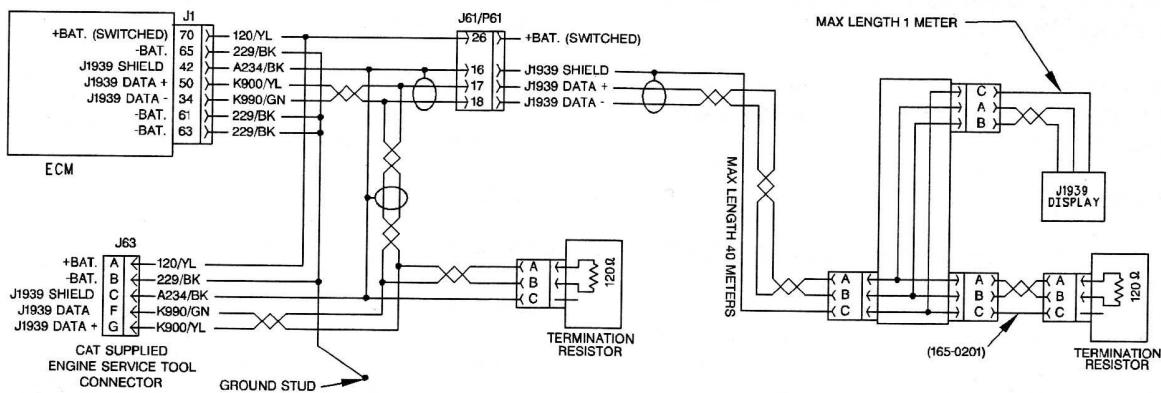
11.19.att. Temperatūras sensora kēde

Temperatūras sensora barošanas spriegums 8V

## 11.5. CAN un CAT datu kopņu slēgumi

### CAN datu kopnes kēdes slēgums

CAN datu kopni izmanto lai pārsūtītu un sadalītu ECM dzinēja un diagnostikas informāciju uz un no elektronikas blokiem. Informācijas pārraide un uztveršana notiek pēc SAE J1939 standarta.



11.20.att. CAN kopnes slēgums

CAN datu kopnei jāpārbauda savienojumi, vadi, vai nav korozija, bojājumi, nepareizi savienojumi. Īpaši jāpiegriež vērība:

- ECM spraudnim J1/P1
- J1939 datu kopnes spraudnim
- Līniju gala rezistoriem (Termination resistor), spraudņiem.
- Vadu kopnēm no ECM ar J1939 datu kopnēm
- J1939 kopņu displeja spraudnim

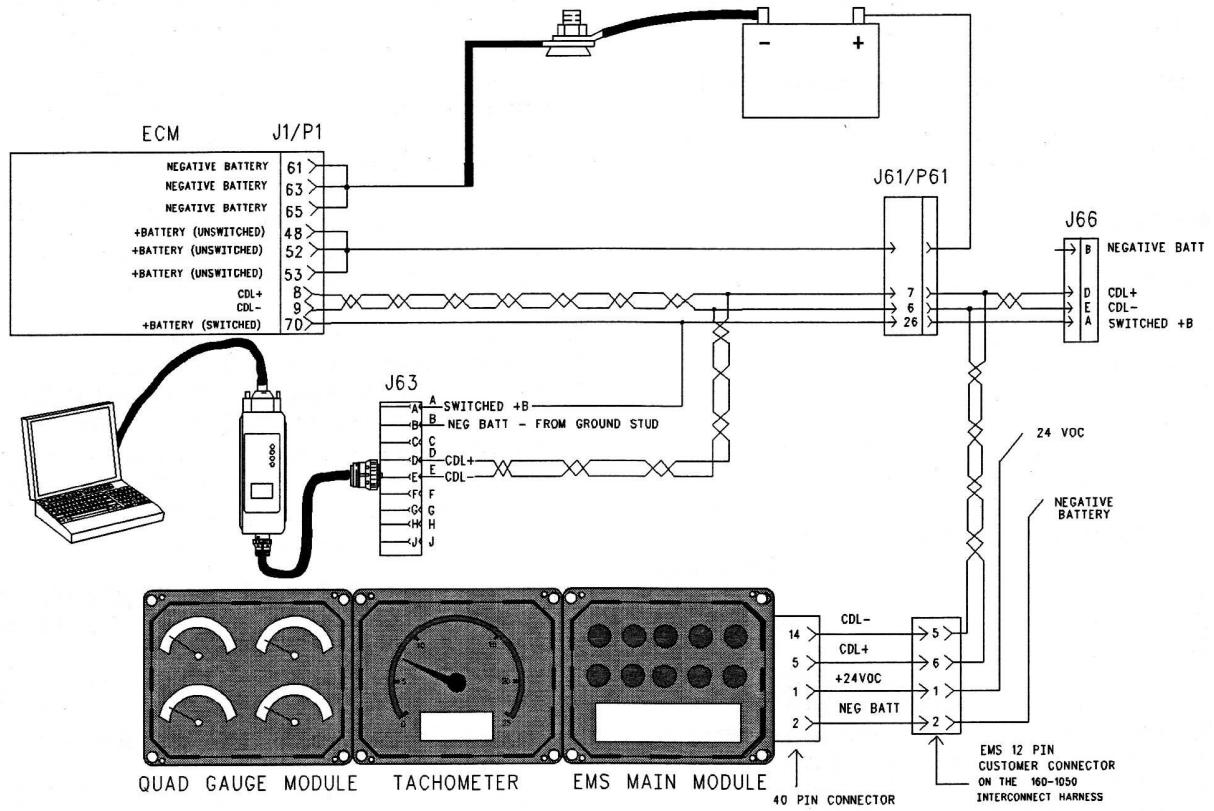
Jāpārbauda līnijas gala rezistori, mērot starp līnijas J1939 galiem pretestībai jābūt 60 omi.

- Ja pretestība ir 120 omi, tad viens no gala rezistoriem ir atslēgts.
- Ja pretestība ir 50 omi, jāmeklē cēlonis kāpēc tā ir.
- Ja pretestība ir 130 omi, jāmeklē cēlonis kāpēc tā ir.

## CAT datu kopnes kēdes slēgums

CAT datu kopne ir Caterpillar tehnikai raksturīgs interfeiss

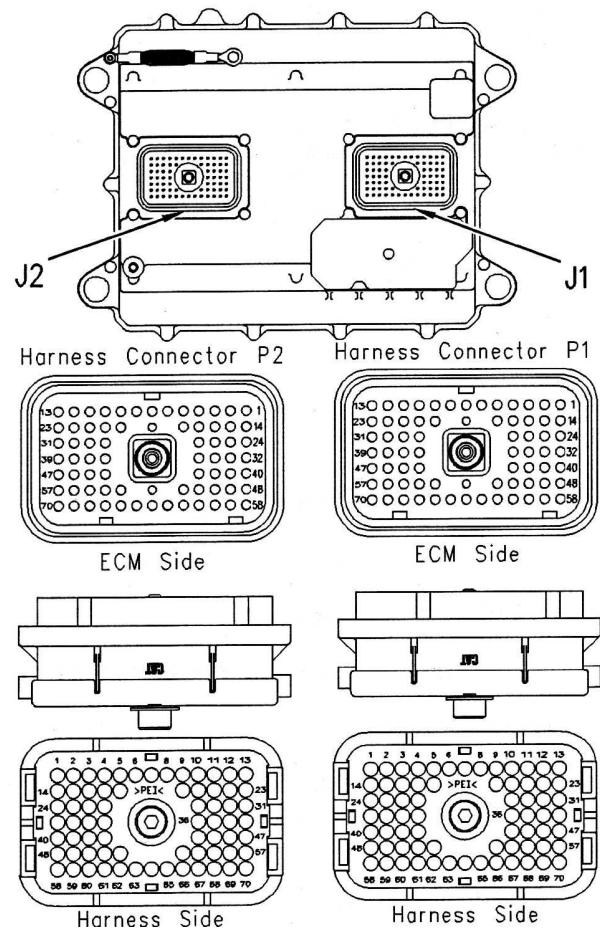
Tas tiek lietots, lai komunicētu ar ET (Electronic Technician)



11.21.att. **CAT datu kopne**

## 11.6. ECM barošana un sensori

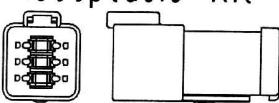
Elektronikas bloks ECM ar spraudņiem



11.22.att. Elektroniskā vadības bloka spraudņi

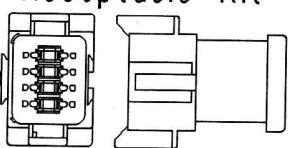
102-8805 Receptacle Kit

Receptacle Wedge

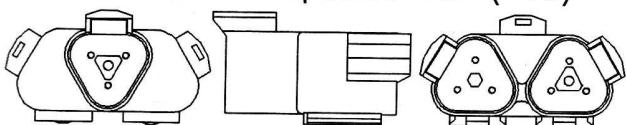


102-8806 Receptacle Kit

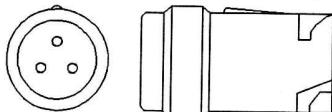
Receptacle Wedge



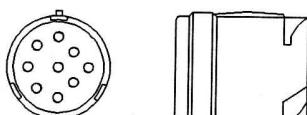
133-0970 Receptacle As (Tee)



8T-8732 Connector Receptacle



8T-8736 Connector Receptacle



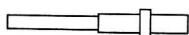
9W-1951 Connector Receptacle



186-3735 (16-18 AWG)

9W-0852 (14 AWG)

Connector Pin



186-3736 (16-18 AWG)

9W-0844 (14 AWG)

Connector Socket



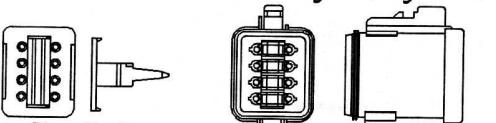
155-2274 Connecting Plug Kit

Plug Wedge



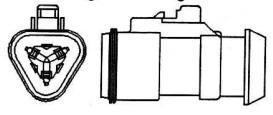
155-2265 Connecting Plug Kit

Plug Wedge

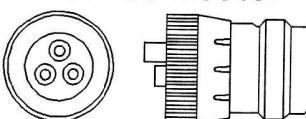


174-0503 Connecting Plug Kit

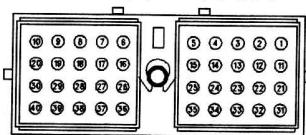
Plug Wedge



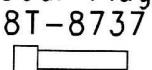
8T-8731 Connector Plug



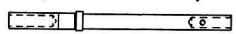
8T-9834 Connector Plug



Seal Plug

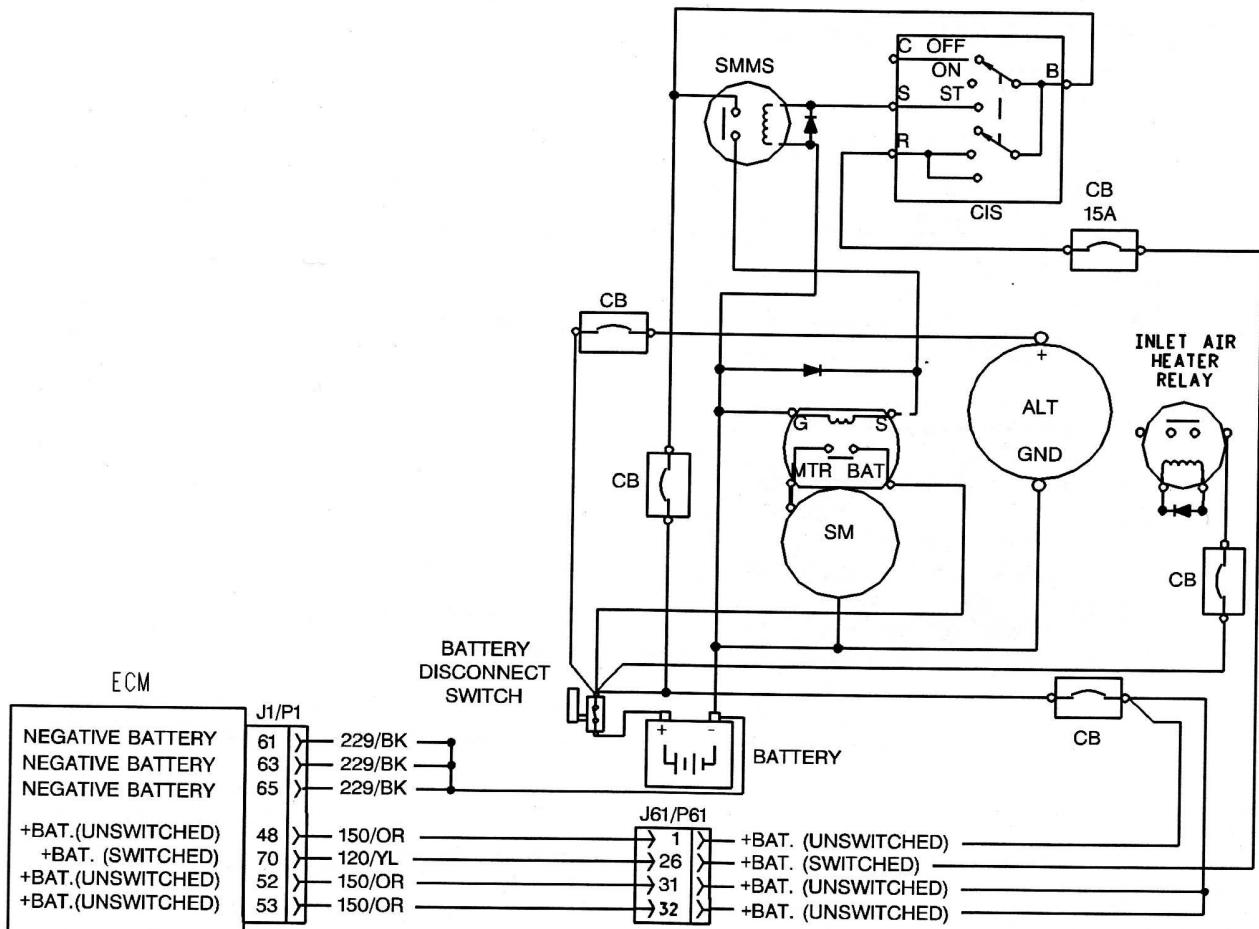


133-0969  
Connector Socket  
(Extended)

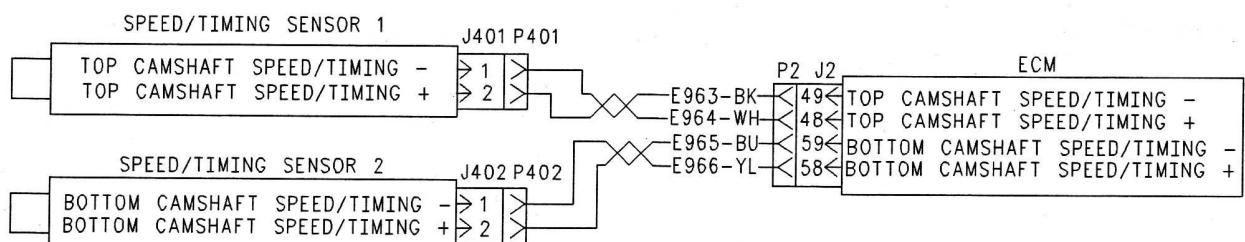


11.23.att. Dzinēja elektrosistēmā izmantotie spraudņi

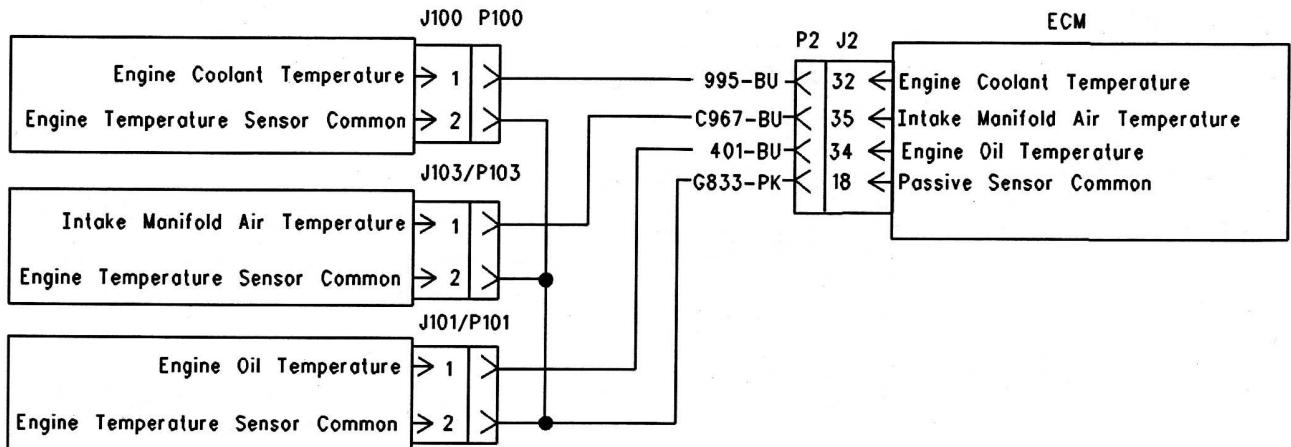
## ECM barošanas kēdes slēgums



11.24.att. Elektroniskā vadības bloka barošanas kēdes slēgums



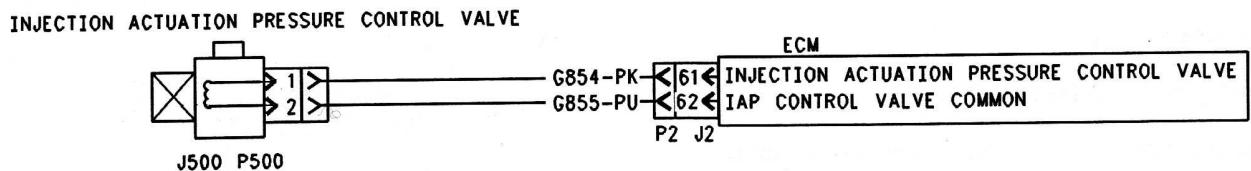
11.25.att. Dzinēja ātruma un taktēšanas kēdes sensoru slēgums



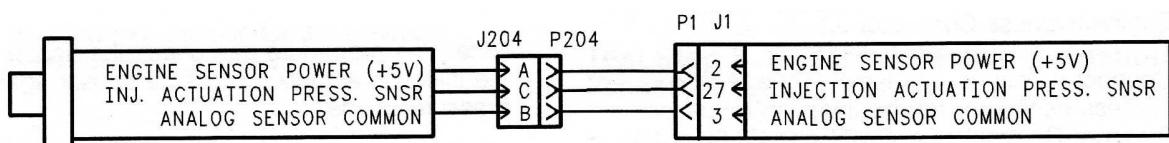
11.26.att. Dzinēja temperatūras sensoru slēgums

## 11.7. Degvielas iesmidzināšanas vadība

Degvielas iesmidzināšanas darbināšanas spiediena vadības sistēma

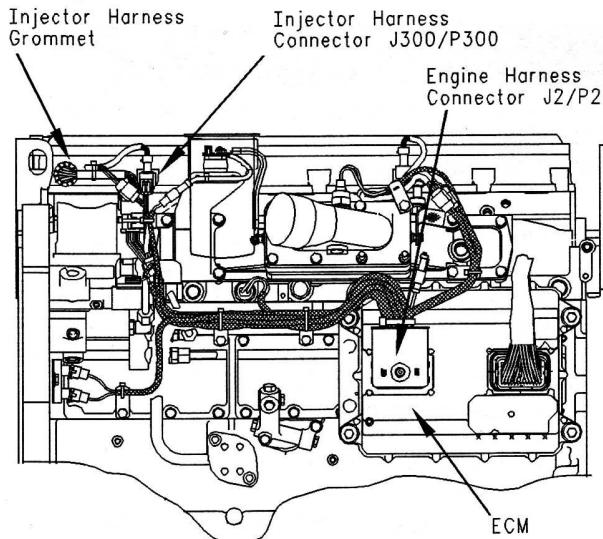


11.27.att. Iesmidzināšanas darbināšanas spiediena vadības vārsti

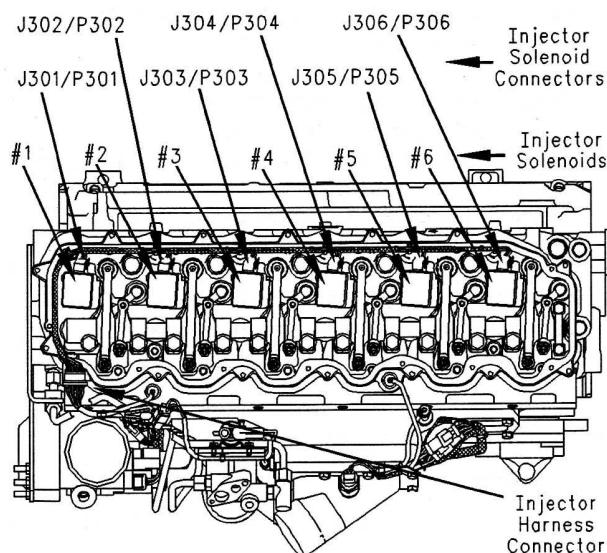


11.28.att. Iesmidzināšanas darbināšanas spiediena sensors

## Sprauslu solenoīdu ķēdes slēgums



11.29.att. Vadu kopņu izvietojums uz dzinēja

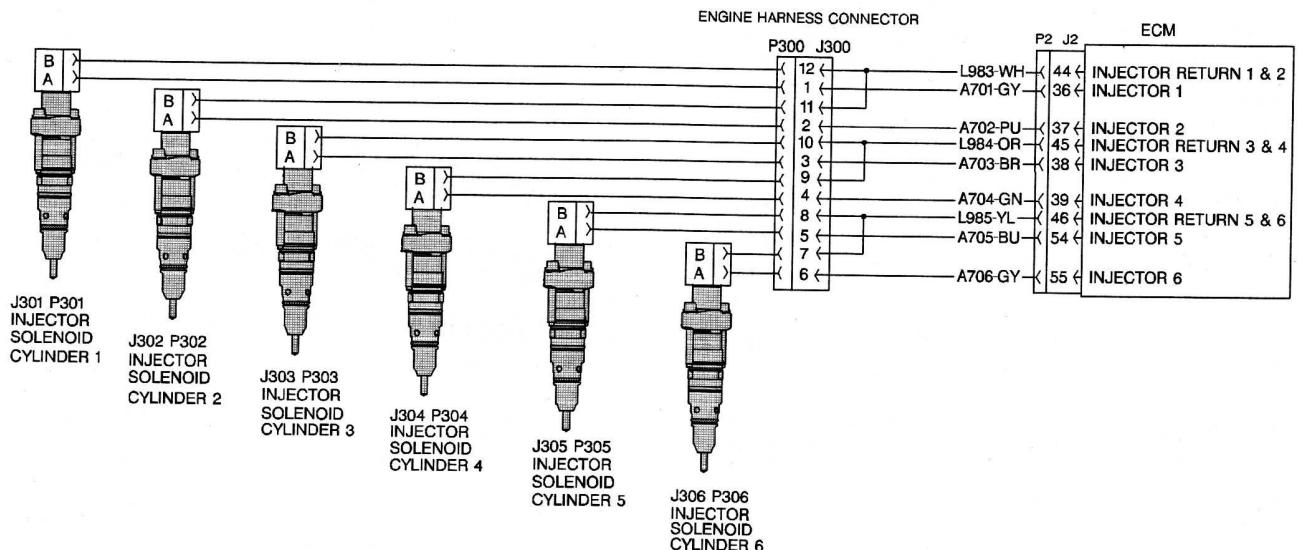


11.30.att. Iesmidzināšanas sistēmas komponentu izvietojums, dzinēja virsskats.

Sprauslu solenoīdi ir nostiprināti degvielas sprauslu virspusē.

**UZMANĪBU!**

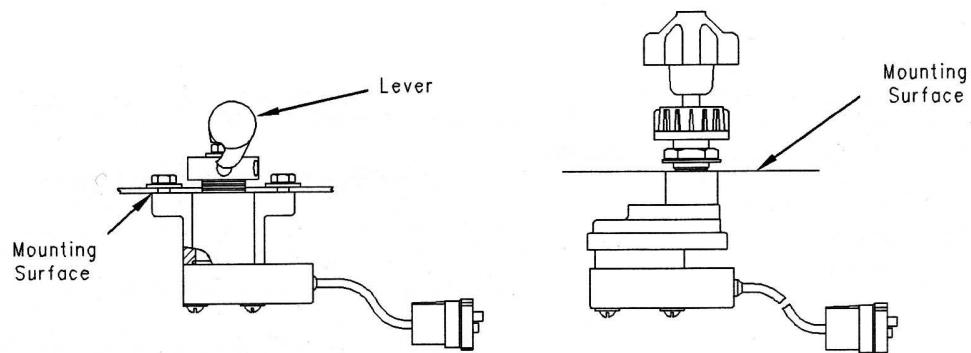
Sprauslu solenoīdu darbināšanai izmanto augstu spriegumu, 90-120V.



11.31.att. Sprauslu solenoīdu elektriskās lēdes

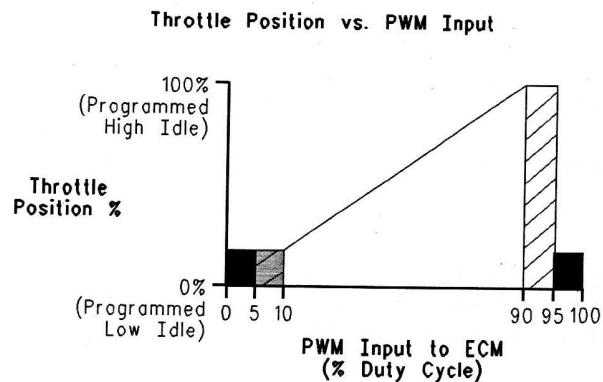
## 11.8. Droseles pozīcijas sensors

Izmanto divu veidu droseles pozīcijas sensorus.



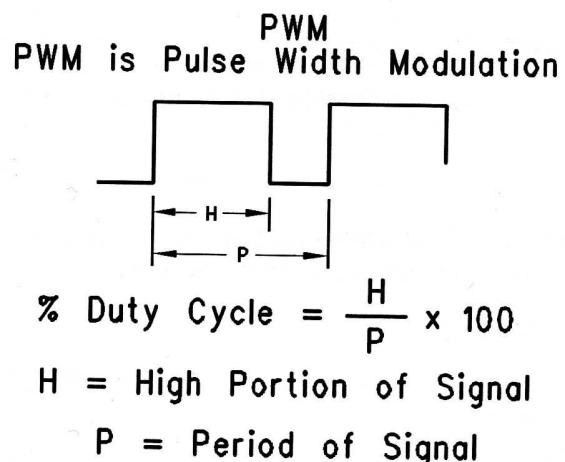
11.32.att. Droseles pozīcijas sensori

Pozīcijas sensora spraudņa **A** kontakts ir +5V barošana, **B** kontakts ir kopējais vads, **C** kontakts ir signāla vads.

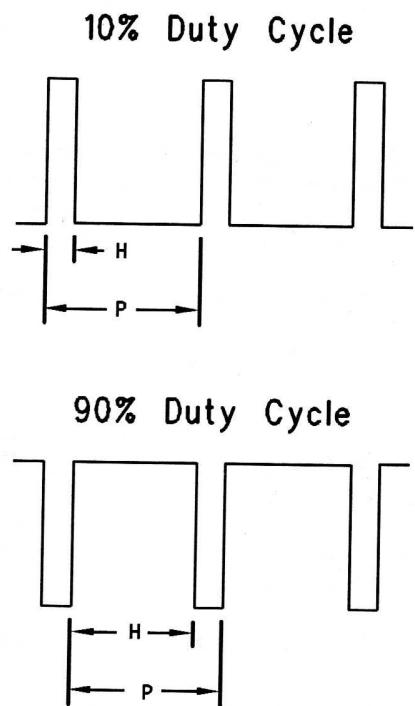


**11.33.att. Impulsu platuma atkarība no droseles pozīcijas**

Droseles pozīcijas sensora izejas signālam izmantota impulsu platuma modulācija.

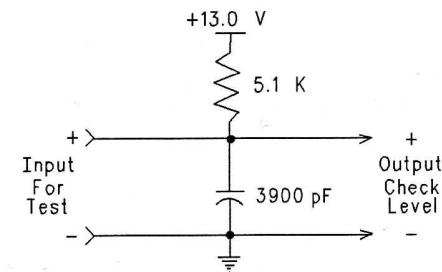


**11. 34.att. Impulsu platuma modulācija**



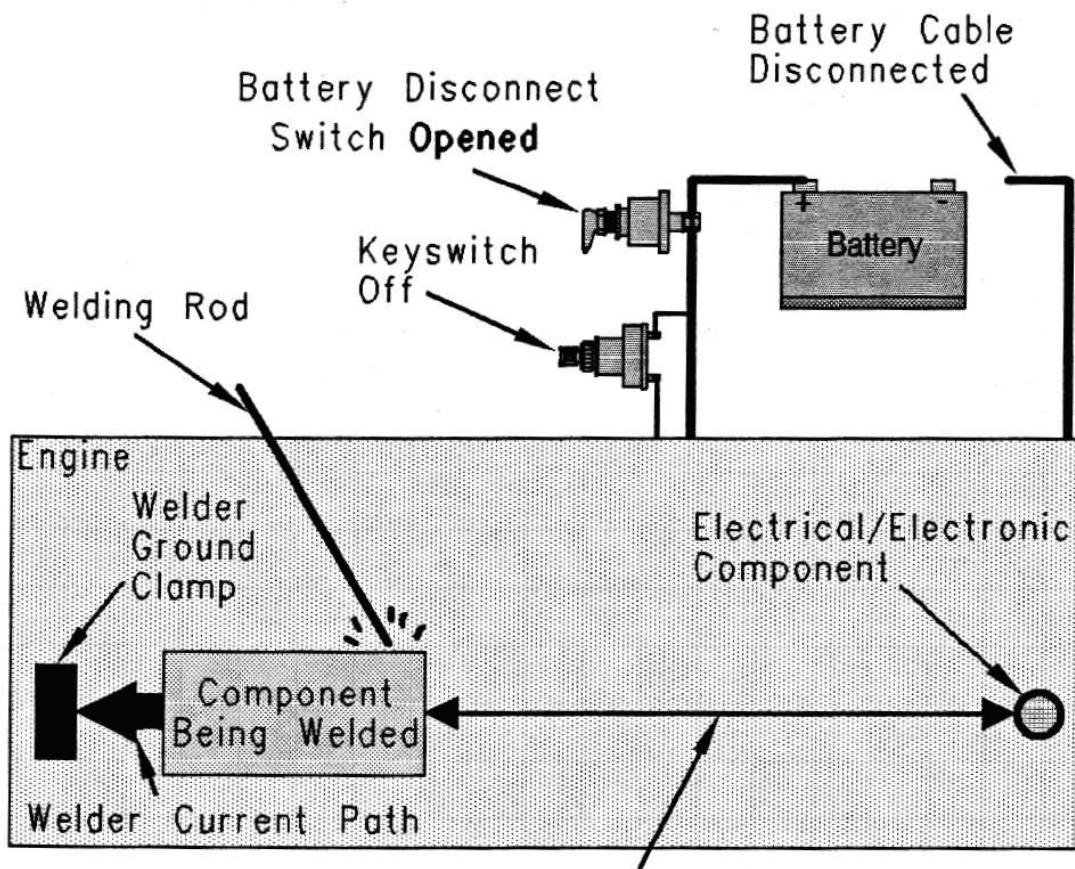
11.35.att. Droseles pozīcijas sensora izejas signāls

Pārbaudot droseles pozīcijas sensoru, jāveido šāda shēma



11.36.att. Droseles pozīcijas sensora pārbaudes slēgums

## 11.9. Veicot metināšanas darbus jāievēro



Maximize the distance between the component that is being welded and any electrical/electronic component.

11.37.att. Nosacījumi veicot metināšanas darbus

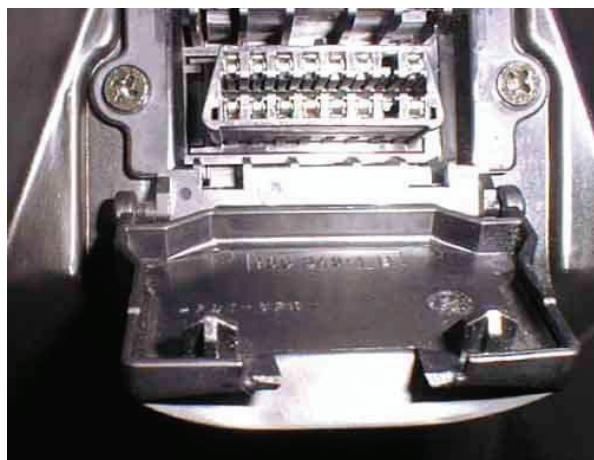
## **12. CAN INTERFEISS**

CAN (ang. Controller area network) - rūpniecības tīklu standarts, izveidots pirmkārt, lai savienotu savā starpā dažādus izpildmehānismus, devējus un kontrolleri.

CAN izstrādāts kompānijā Robert Bosch GmbH 1980. – to gadu vidū un mūsdienās plaši pielietots rūpniecības automatizācijā, tehnikā, kā arī autobūvē.

### **12.1. Diagnostikas spraudnis**

Diagnostikas spraudņu skaits DLC (Data Link Connector) mainās atkarībā no automobiļa modeļa un komplektācijas tajā (skat. 12.1.att.).



**12.1.att. DLC spraudnis**

Automobiļi mūsdienās ir aprīkoti ar daudziem vadības elektriskajiem moduļiem, kas ir pietiekami komplicēti. Informācijas plūsma pieaugusi tik tālu, ka

tradicionālā analogā pārraides metode kļuva par neefektīvu, lai nodrošinātu racionālu datu apmaiņu starp vadības moduļiem. Ja šos datus pārraidītu pa atsevišķiem vadiem, tad vadu, dažādu devēju un spraudņu skaits pieaugtu tādā apjomā, ka mēs neko vairs nespētu kontrolēt.

Piemēram, automobiļa vilkmes kontrole TRC (Traction control), izmanto ABS sistēmu, lai stabilizētu automobili paātrinoties. Lai to veiktu ABS sistēmai jāinformē dzinēja vadības bloks PCM (Powertrain Control Module) par paātrinājumu, kas savukārt nepieciešamības gadījumā dod komandu samazināt automobiļa griezes momentu .

Cits piemērs ir automātiskās pārnesumkārbas elektroniskā vadība. Šeit savstarpējā informācijas apmaiņa notiek starp PCM un TCM (Transmission Control module), lai nodrošinātu optimālu pārnesumkārbas darbību un komfortablu braukšanu.

Šajā maģistrāles sistēmā vairāki vadības moduļi ir savienoti cits ar citu ar divu vadu starpniecību, ko mēs saucam par *tīklu (network)*.

Šie moduļi komunicē savā starpā ar tīkla palīdzību digitālā formā. Tas nozīmē, ka moduļiem jāspēj „sarunāties” vienā valodā.

Šo valodu dēvē par *protokolu (protocol)* un ar to ir aprīkots katrs vadības modulis. Lai būtiski samazinātu vadu skaitu automobilī, tika izvēlēta virknes datu pārraides metode.

Taču, lai analoga signālu ģenerējošie moduļi spētu komunicēties ar digitālo signālu moduļiem tīklā, ir jāuzstāda analogi – digitālo signālu pārveidotāji.

Šis datu pārraides tīkls var kalpot arī moduļu komandu nodošanai citiem moduļiem atkarībā no to izpildmehānismu darbības kārtības (releji, servomotori utt.).

Tīklam pievienots diagnostikas spraudnis DLC kā rezultātā ar modernām diagnostikas iekārtām (FDS; WDS) iespējams pārbaudīt automobiļa elektronisko moduļu darbību.

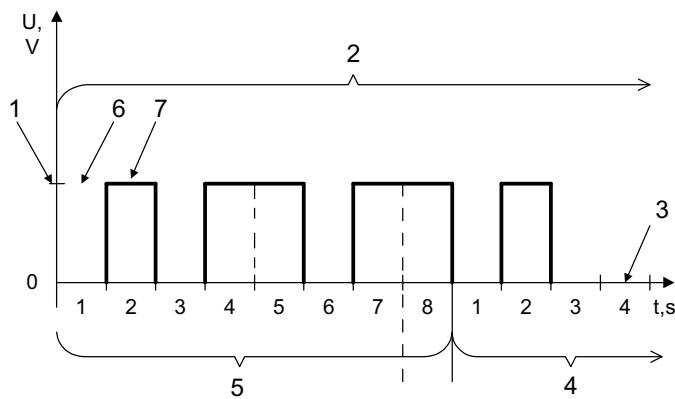
## 12.2. Digitālās datu pārraides tehnoloģijas darbības pamatprincipi

Senajā Griekijā skaitli 2 sauca par „digit”. Mūsdienu tehnoloģijā atgriežas pie šī apzīmējuma. Tas var nodot un saņemt informāciju, nomērīt rādījumus, dot komandas ciparu veidā.

Ja jūs paņemiet noteiktu laika garumu un sadaliet to mazos laika lodziņos, ir iespējams ieslēgt (1) vai izslēgt (0) noteiktu spriegumu (parasti 5 V), kas ir proporcionāls sprieguma ilgumam laika vienībā, t.i., var izveidot divus ieslēgšanas stāvokļus.

Šo laika logu literatūrā sauc par *bitu* (*bit*, *binary digit*). Iespējami tikai divi bita stāvokļi, 8 biti tiek sagrupēti kopā, lai izveidotu bloku, ko pazīstam kā *baitu* (*byte*). Baitam ir  $2^8$  (2 līdz 8) = 256 iespējamie stāvokļi ( $2 \times 2 = 256$ ). Ar 2 slēgšanas stāvokļiem un 8 bitiem (1 baits) ir iespējami 256 stāvokļi. Ja ir nepieciešami vairāki, daži baiti var tikt sagrupēti vienā datu logā.

Dati no bitiem tiek kombinēti kopā un pārvadīti datu logā, ko sauc par *protokolu* (*protocol*) 12.2.att.



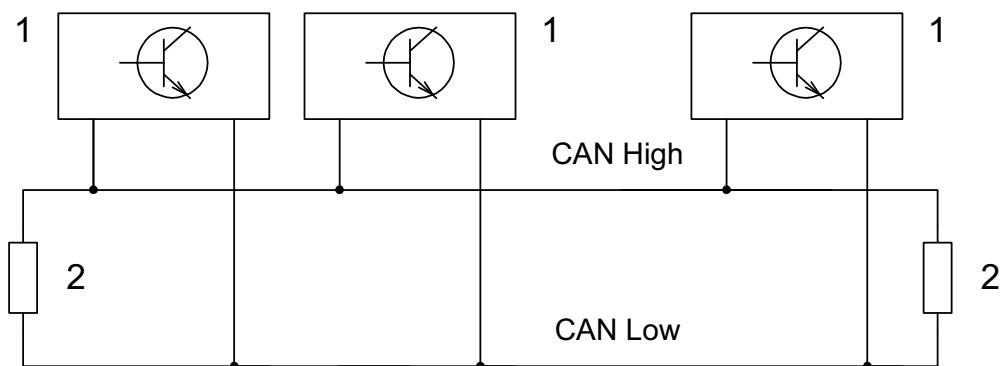
12.2.att. Datu pārraides protokols

1 – signāla spriegums; 2 – biti; 3 – laika ass; 4 – 2-ais baits; 5 – 1-ais baits; 6 – bits nav izvēlēts („0”); 7 – bits izvēlēts. („1”)

### 12.3. Datu bāzes tīkls un datu pārraidīšana

Lai starp vadības moduļiem varētu pārsūtīt informāciju, šiem moduļiem savā starpā jābūt elektriski savienotiem.

Katrs modulis var sūtīt un saņemt informāciju pa vienu vadu – pazīstams kā virknes informācijas apmaiņa, t.i., individuāli biti tiek sūtīti viens pēc otra, kur tālāk tiek nolasīti. Moduļu tīkls, izmantojot CAN bus attēlots 12.3.att.



12.3.att. **Moduļu tīkls**

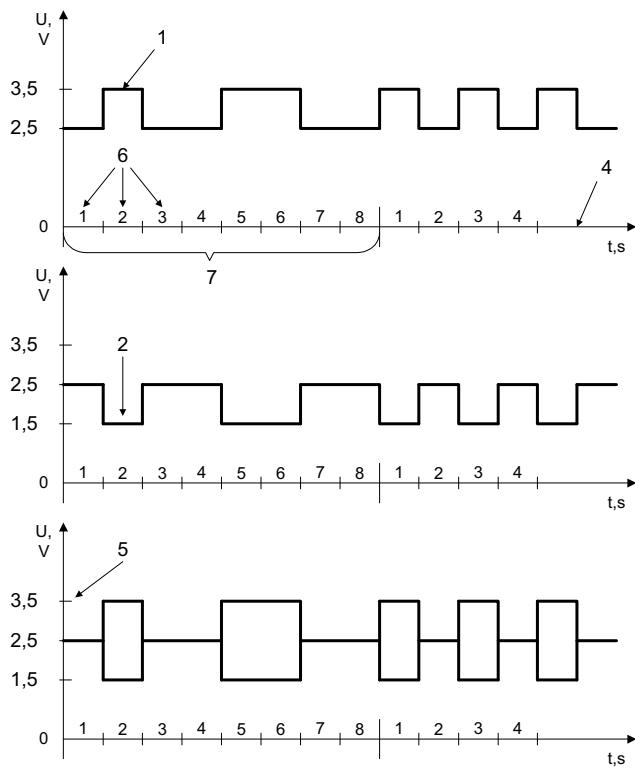
1 – vadības moduļi; 2 – salāgojošie rezistori.

Virknes datu pārraide automobilī, izmantojot CAN bus (skat. 12.4.att.).

Raksturīgais pārraides ātrums ir ap 50 kbit / s. Lai pārbaudītu nosūtīto informāciju no vadības moduļa ar pašdiagnostikas nolūku, ir nepieciešams otrs vads. Nosūtītā informācija signāla vadā tiek nosūtīta arī otrajā vadā šai pašā laikā, bet apgrieztā veidā.

Ja kādā līnijā signāls pazūd, to reģistrē pašdiagnostikas iekārta un tas tiek ierakstīts moduļa atmiņā kā komunikācijas klūda.

Ja divi moduļi vienlaicīgi pārsūta informāciju, tad atkarībā no bitu kombinācijas tiek noteikts pārsūtāmās informācijas prioritāte. Jo lielāka prioritāte, jo ātrāk šie dati tiks apstrādāti.



**12.4.att. Virknes datu pārraide izmantojot CAN bus**

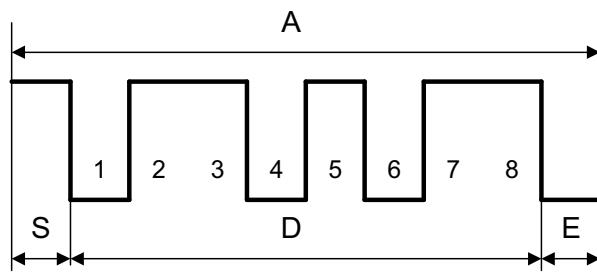
1 – augstā līmeņa CAN signāls; 2 – zemā līmeņa CAN signāls; 3 – maģistrāles signāls; 4 – laika ass; 5 – maģistrāles sprieguma vērtība; 6 – biti; 7 – baiti.

## 12.4. Protokoli (ziņojumi)

Pavisam pastāv četri dažādi protokoli, kur ktrs no tiem ir ar savu pielietojumu:

- datu pārraides protokols;
- datu pieprasījuma protokols;
- protokols, kas ziņo par klūdu reģistrēšanu;
- protokols pārslodžu ziņošanai.

Dati tiek pārraidīti virknē. Informācijai ir noteikta struktūra, lai adresāts to spētu atšķirt. 12.5.attēlā parādīts parasts protokols:



### 12.5.att. Protokols

A – protokols; S – starta bits; D – informācijas biti; E – stop bits.

Reāli CAN protokols satur daudz vairāk informācijas nekā 12.5.att. parādīts.

## 12.5. Maģistrāļu (tīklu) tipi

Automobiļos pielieto dažādu maģistrāļu tipus:

- ISO;
- SCP;
- ACP;
- LIN;
- CAN.

Vadības moduļus, kuri uztur sakarus ar CAN, SCP un / vai ISO, var pārbaudīt caur DLC spraudni ar WDS / IDS palīdzību.

### ISO maģistrāles sakaru sistēma

ISO (International Organization of Standardization)

- ISO maģistrāle sastāv no viena informācijas / komunikācijas vada (K vads);
- K vads kalpo tikai atsevišķu vadības moduļu diagnostikai, nevis savstarpējo moduļu informācijas apmaiņai;
- jaunajos modeļos ISO maģistrāli „izspiež” CAN maģistrāles;

- K vads pagaidām vēl saglabājas vairumā vadības moduļos un tiek izmantots, lai ierakstītu un nolasītu dažādus parametrus **rūpnīcā**, ražošanas procesā;
- pārraides ātrums ir atkarīgs no automobiļa ražošanas gada un sastāda no 4,8.... 10,4 kbit / s;
- pārrāvuma vai īssavienojuma gadījumā informācijas apmaiņa starp moduli un diagnostikas iekārtu nav iespējama.

## **SCP maģistrāle**

SCP (Standart Corporate Protocol)

- SCP maģistrāle sastāv no diviem pārī savītiem vadiem;
- viena vada bojājuma gadījumā informācijas apmaiņa starp moduli un diagnostikas iekārtu saglabājas;
- visa informācija tiek sūtīta virknē atsevišķos blokos (informācijas bloki);
- informācijas pārraides ātrums ir aptuveni 41,6 kbit / s;
- ja rodas nepieciešamība vienlaicīgi pārraidīt informāciju, tad to apstrādā atkarībā no tās svarīguma pakāpes;
- par katru nosūtīto informāciju atpakaļ jāsaņem „atskaite”, ja tas nenotiek, atmiņā tiek reģistrēts klūdas kods.

## **ACP maģistrāle**

ACP (Audio Control Protocol)

- līdzīga SCP maģistrālei, taču atšķiras ar vienkāršāku protokolu un izmanto tikai audio un telefonu sistēmās;
- šo sistēmu nevar pārbaudīt caur DLC diagnostikas spraudni;

## LIN maģistrāle

LIN (Local Interconnect Network)

- šis standarts ietver sevī nedārgu risinājumu, kas īpaši bieži tiek izmantots automobiļos starp intelektuāliem (t.i. procesori, kas paši spēj skaitlot) devējiem un izpildmehānismiem. To lieto tur, kur nav nepieciešams izmantot CAN sistēmu;
- LIN maģistrāle ir ar vienu vadu;
- datu pārraides ātrums LIN maģistrālē sasniedz 20 kbit/s. Vajadzības gadījumā var arī mazāk. Piemēram, FORD S-MAX automobilī (2007.gada) tas sastāda 9,6 kbit / s.

## CAN maģistrāles īpatnības

CAN – tā ir maģistrāle ar Multi – Master arhitektūru, t.i., ar iespēju vienlaicīgi pieslēgties vairākiem moduļiem. CAN sistēmā nav atsevišķu „abonementu” adresācijas. Tā vietā nosūtāmajām informācijām pievieno **identifikatorus**.

Jebkurš abonements var nosūtīt informāciju pa maģistrāli, t.i., padarīt pieejamu visiem pārējiem abonementiem. Katrs no pārējiem abonementiem atkarībā no identifikatora, pats nolemj, vai tam šo informāciju saņemt vai nē.

## 12.6. CAN protokoli

CAN protokolu struktūru var izskaidrot par piemēru ņemot protokola pārraides datus. Datu pārraides protokols sadalīts 7 laukos:

- starta lauks (sastāv no viena, vienmēr dominanta bita);
- stadijas lauks (11 biti);
- kontroles lauks (6 biti);

- datu lauks (līdz 64 bitiem = 8 baiti);
- rezerves kontroles lauks (15 biti);
- apstiprināšanas lauks (daži recesīvie biti un viens ierobežojošais bits);
- stop lauks (7 recesīvie biti).

### **Starta bits**

- starta bits ziņo visiem CAN abonementiem par to, ka sākas datu pārraide;
- starta bits vienmēr ir dominants un „aicina” visus CAN abonementus informācijas pieņemšanai;

### **Stadijas bits**

- aiz starta bita seko stadijas lauks;
- nosūtāmā informācija pirms sūtīšanas tiek „iezīmēta”;
- ja, piemēram, nosūta informāciju par motora temperatūru, tad tai ir jābūt „iezīmētai”;
- „iezīmētā” informācija var izskatīties, piemēram, kā 0815. Tad katram „abonementam” ir skaidrs, ka 0815 ir motora temperatūra;
- Bez tam stadijas lauks satur prioritātes informāciju.

### **Kontroles lauks**

- tālāk abonementiem nepieciešams paziņot, cik temperatūras vērtības būs nosūtītas, to ieraksta kontroles laukā.

### **Datu lauks**

- šis lauks satur informāciju (piem., par temperatūru). Jebkurš „abonements”, ja tas ir nepieciešams, var to nolasīt.

### **Rezerves kontroles lauks**

- pēc tam, kad dati ir saņemti, tos pārbauda uz pilnību. Kontroles dati atrodas rezerves laukā;

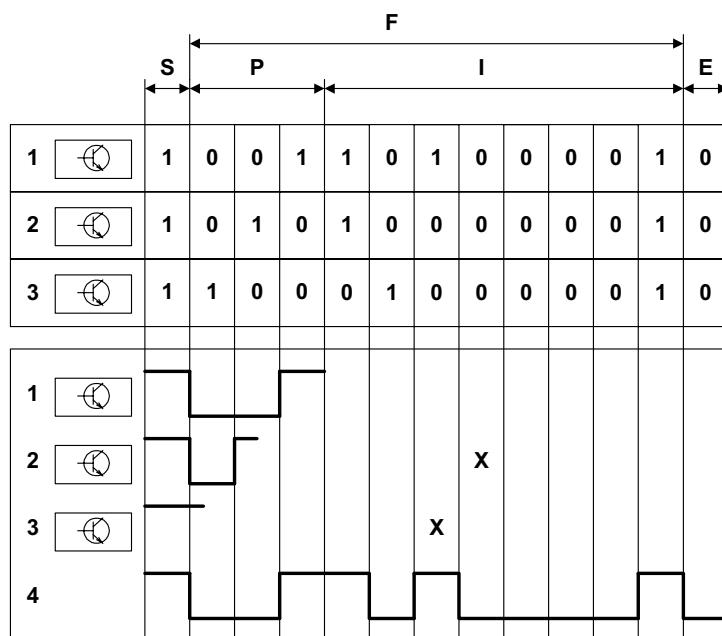
### **Apstiprināšanas lauks**

- ja visu informāciju nonākusi pareizā veidā, „abonementi” par to paziņo apstiprināšanas laukā;

**Piezīme:** kļūdas gadījumā sūtītājs nekavējoties tiek informēts par to un atkārtoti nosūta pieprasīto informāciju.

### Stop lauks

- šis lauks „abonementiem” ziņo par protokola beigām. (skat. 12.6.att.)



12.6.att. Regulēšana pēc prioritātes

1 - signāls no ABS moduļa; 2 - signāls no PCM; 3 - signāls no TCM; 4 - summārais maģistrāles signāls; X – pārraides atcelšana; S – stadijas lauka starta bits; E – stadijas lauka stop bits; F – stadijas lauks; I – identifikatoris; P – prioritātes noteikšana.

Ja vadības moduļi mēģinātu vienlaicīgi nosūtīt datus pa maģistrāli, tad tas neizbēgami novestu līdz „konfliktam”. No tā izvairīties ļauj sekojoša stratēģija:

- katrs aktīvais modulis sāk pārraidi;
- katras atsevišķas CAN protokola prioritāte atrodas stadijas laukā;

- stadijas laukā atrodas starta bits. Stadijas lauks noslēdzas ar stop bitu;
- 12.6.att. piemērs rāda, ka pirmie trīs stadijas biti atbildīgi par prioritātes noteikšanu;
- augstas prioritātes protokols automātiski saņem priekšrocību pret protokolu ar zemāku prioritāti;
- kad vadības modulis sāk pārraidi, tas vienmērīgi apseko bitu pēc bita, lai spriestu par to, kas notiek maģistrālē;
- ja modulis identifikācijas laukā sūta dominanto bitu ( 1 ), bet atklāj, ka maģistrālē ir recessīvais bits ( 0 ), tad tas saprot, ka viņa ziņojums ir mazāk svarīgs, tāpēc pārtrauc pārraidi.

**Piezīme:** CAN maģistrālē **recessīvo bitu** sauc arī par vairāk prioritāru. Sekojoši dominantais bits saucas par mazāk prioritāru.

## 12.6. Pārraides drošums

CAN sakaru maģistrālē visi „abonnementi” ir pieslēgti paralēli viens ar otru.

**Priekšrocības:** viena „abonnementa” defekta gadījumā visas pārējās sistēmas darbība saglabājas. Ja kāds no pārraides moduļiem atklāj bojājumu, tas pārtrauc pārraidi un nosūta ziņojumu par radušos klūdu.

Šāds ziņojums sastāv no sekojošiem 6 dominantiem bitiem un pēc prioritātes apsteidz visus citus ziņojumus. Pēc sūtījuma protokols var tikt nosūtīts atkārtoti.

Katram CAN „abonnementam” iebūvēts klūdu skaitītājs. Tā uzdevums ir nepieļaut līnijas bloķēšanu ar defektīvo moduli. Pārsniedzot maksimāli pieļaujamo klūdu skaitu, tiek nobloķēta informācijas plūsma un reģistrē klūdas kodu.

### Traucējumu avoti

Traucējumu avoti automobilī parasti ir mezgli / sistēmas, kuru darbība saistīta ar dzirksteles rašanos vai ķēdes saslēgšanas / atslēgšanas gadījumos.

Citi traucējumu avoti – ierīces, kas izstaro elektromagnētiskos viļņus, piemēram, telefons. Šie abi traucējumu avoti spēj samazināt datu pārraides efektivitāti CAN līnijā. Lai to novērstu abus CAN vadus savij savā starpā.

Vienlaicīgi tas ļauj novērst maģistrāles starojumu, kas spējīgs radīt traucējumus citu mezglu darbībā.

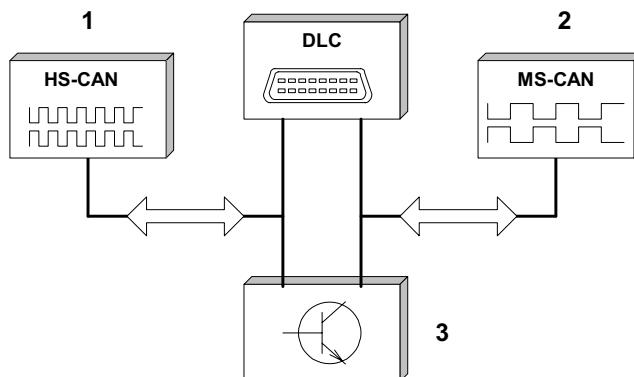
## 12.7. Maģistrāles sakaru sistēmas darbība (GETEWAY)

Mūsdienīgi automobiļi aprīkoti ar dažādām sakaru maģistrālēm. Bez tam, šīs dažādās maģistrāles ir ar dažādiem pārraides ātrumiem (HS CAN un MS CAN).

Kopš divu dažādu maģistrālu tipu vadības moduļi nevar tikt savienoti pa tiešo katrs ar katru, tiem nepieciešama papildus iekārta caur kuru tad šie divi maģistrāles tipi spēs komunicēties savā starpā.

Šī ierīce saskaņo interfeisus un ir pazīstams kā GETEWAY vai portāls.

**Gateway** nodrošina informācijas apmaiņu no viena tīkla uz otru. Līdz ar to nodrošina komunikāciju starp vadības moduļiem dažādos tīklos (skat. 12.7.att.).

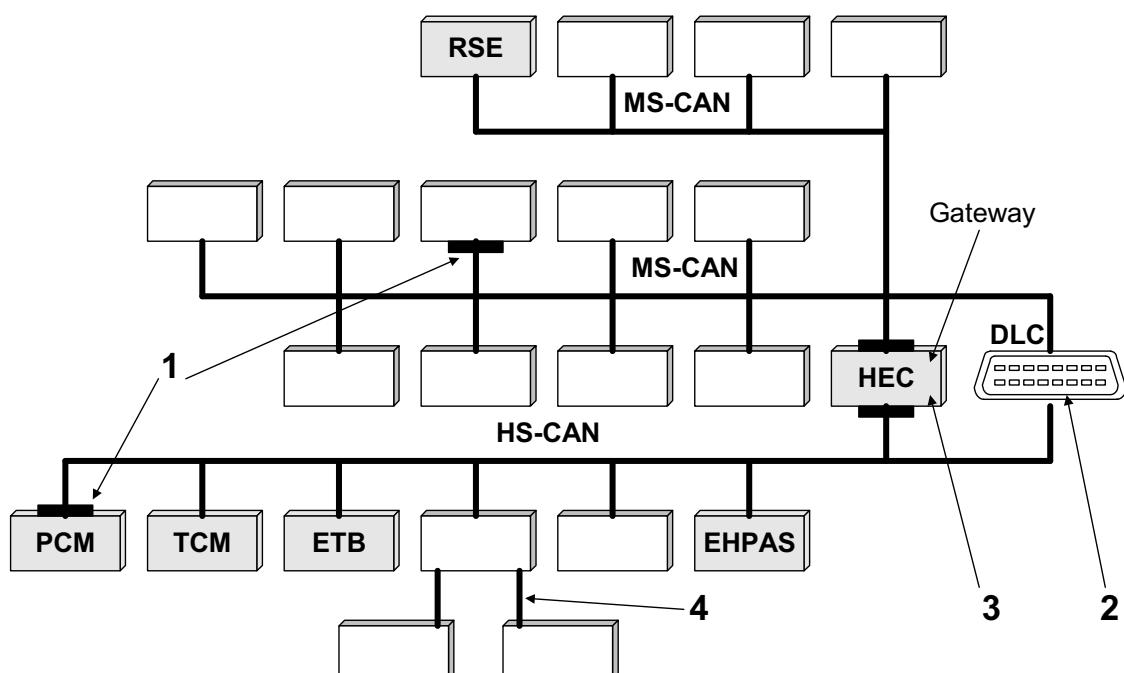


12.7.att. Savienojuma tīkls

1 HS – CAN maģistrāle; 2 MS – CAN maģistrāle; 3 - Gateway.

### Piemērs:

Automobiļa ātruma signāls tiek generēts no PCM. PCM ir savienots ar HS – CAN maģistrāli. Audio sistēmai arī nepieciešams automobiļa ātruma signāls, taču tas ir savienots ar MS – CAN maģistrāli. Šī iemesla dēļ automobiļa ātruma signāls tiek pārraidīts ar PCM uz audio sistēmu caur Gateway. Gateway vienmēr atrodas modulī, kurš ir savienots ar abām maģistrālēm. 2001. gada Ford Mondeo klimata kontroles modulis darbojas kā gateway starp MS – CAN un HS – CAN. 2003. gada Focus modelī instrumentu panelis darbojas kā gateway (12.8. att.).

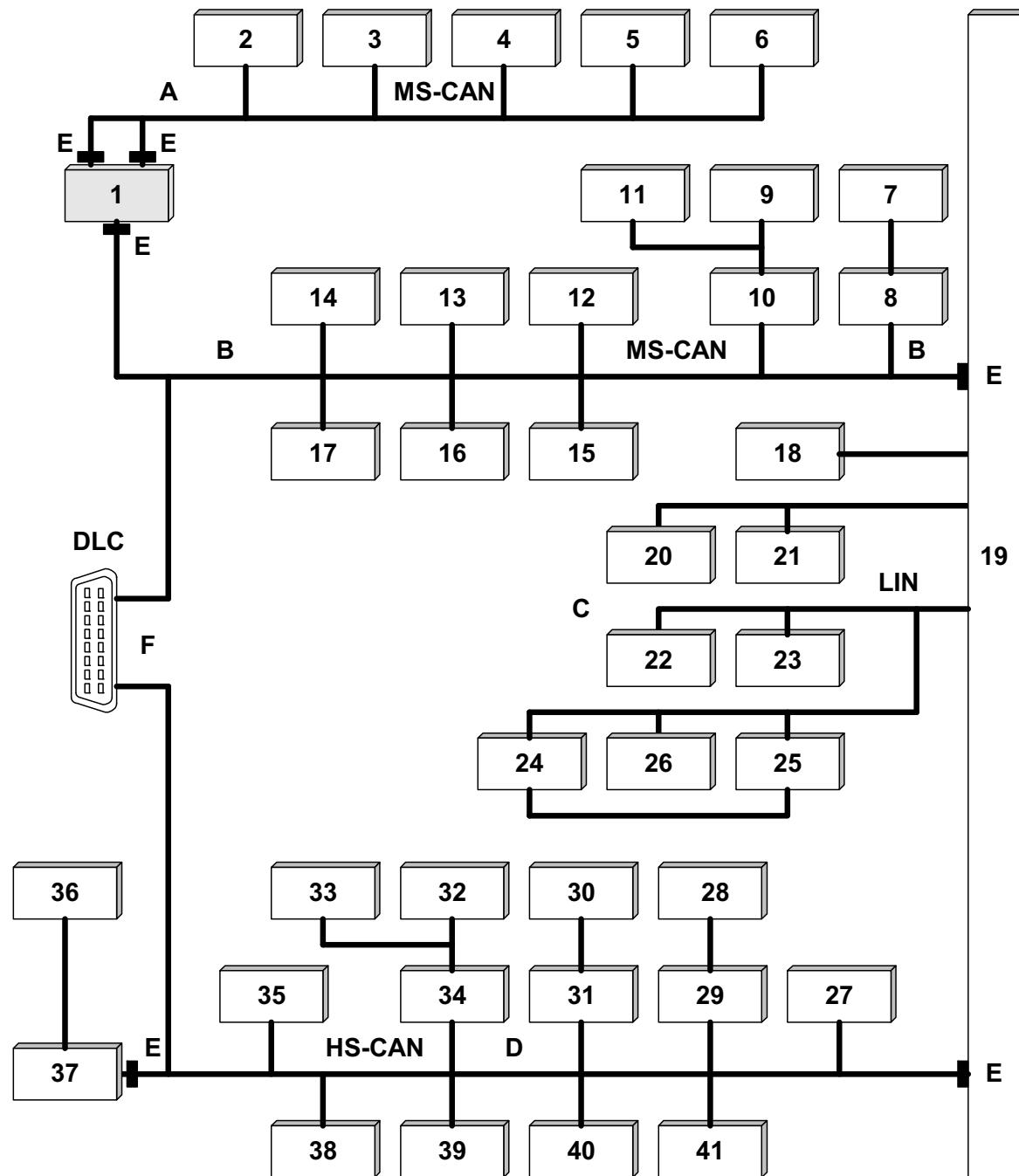


12.8.att. Moduļu tīklu sistēma

1 –  $120\ \Omega$  salāgojošie rezistori; 2 – DLC spraudnis; 3 – instrumentu panelis (HEC) kā gateway starp MS-CAN un HS-CAN; 4 – privāta maģistrāle starp ABS, YAW RATE un stūres pozīcijas devēju;

Piemērs: 2006. gada automobilim FORD TRANSIT ar dīzeļmotoru tiek padota nepareiza informācija par motora temperatūru. Atmiņas modulis reģistrē kļūdu un paziņo to maģistrālē.

12.9. att. parādīts Ford S – Max 2006. gada moduļu savstarpējais savienojums;



12.9.att. Moduļu savienojumu shēma

- A – MS-CAN magistrāle (ar multimediju aprīkojumu);
- B - MS-CAN magistrāle ( bez multimedijus aprīkojuma);
- C – LIN magistrāle (savienota ar GEM);
- D – HS-CAN magistrāle;
- E – salāgošanas pretestības;
- F – DLC;
- 1 – instrumentu panelis (gateway);
- 2 – skaņu ģenerējošās iekārtas;
- 3 – CD magnetola;
- 4 – navigācijas vadības modulis;
- 5 – displejs;
- 6 – „hands free” sistēmas vadības modulis;
- 7 – aizmugurējo durvju modulis priekšā pasažiera pusē (LIN);
- 8 - priekšējā pasažiera durvju vadības modulis;
- 9 – aizmugurējo durvju modulis vadītāja pusē (LIN);
- 10 – vadītāja durvju modulis;
- 11 – pārslēdzēju modulis vadītāja pusē;
- 12 – RCM;
- 13 – kondicioniera vadības modulis;
- 14 – aizmugurējas daļas kondicioniera vadības modulis;
- 15 – parkošanās sistēmas vadības modulis;
- 16 – papildus sildelements;
- 17 – piekabes vadības modulis;
- 18 – radio vadība un riepu spiediena kontroles modulis;
- 19 – GEM (gateway);
- 20 – vadības modulis pie stūres rata (LIN un MS-CAN);
- 21 – apgaismes sistēmas pārslēgs;

22 – signalizācijas taure;  
23 – salona apsardzes sensori;  
24 – logu apmazgātāja elektromotors (labā puse LIN);  
25 - logu apmazgātāja elektromotors (kreisā puse LIN);  
26 – lietus sensors (LIN);  
27 – amortizatoru vadības bloks;  
28 – distances radars;  
29 – distances kontroles vadības bloks;  
30 – ātrumu pārslēga selektors, ATF;  
31 – TCM;  
32 – labās puses lokizlādes tuvā gaisma (LIN/PWM);  
33 - kreisās puses lokizlādes tuvā gaisma (LIN/PWM);  
34 – lokizlādes vadības bloks;  
35 – ABS vadības modulis;  
36 – ģenerators (LIN);  
37 – PCM;  
38 – paātrinājuma devējs;  
39 – elektriskās rokas bremzes vadības motors;  
40 – elektriskā stūres pastiprinātāja vadības modulis;  
41 – stūre stāvokļa leņķa devējs.

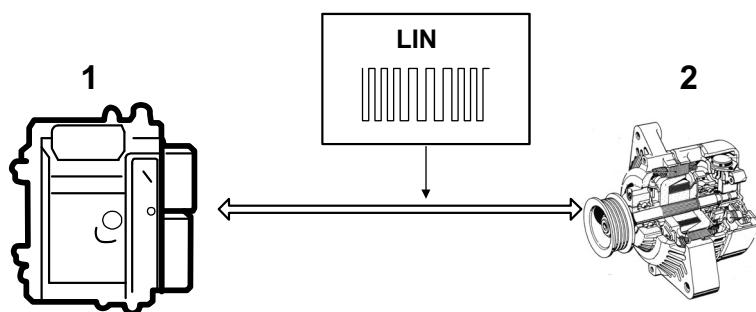
**Piezīme:** sekojošie moduļi šajā modelī pilda GATEWAY lomu:

- GEM (maģistrāle starp HS-CAN un MS-CAN);
- Instrumentu panelis (INTERFACE starp MS-CAN kopējā elektroaprīkojuma un MS-CAN multimēdijas sistēmas).

## 12.8. LIN maģistrāles sakaru sistēmas īpatnības

Ir LIN – **Master** (ģenerējošā ierīce), un **LIN – Slave** (padotā ierīce).

Saskaņotās pretestības LIN maģistrālē nav. Vada šķērsgriezuma laukums sastāda apmēram  $0,35 \text{ mm}^2$ . Ekranējums traucējumu aizsardzībai nav nepieciešams (12.10.att.).



12.10.att. LIN maģistrāle

1 - PCM (Master = ģenerējošā ierīce); 2 - Generators (Slave = padotā ierīce).

### Ģenerējošā ierīce LIN (LIN – Master)

LIN – Master (piemēram, PCM-EM) zina, kādā laika secībā ir jāpārraida dati. Pēc tā pieprasījuma šie dati tiek pārraidīti ar padoto ierīču palīdzību.

Bez tā tas veic sekojošus uzdevumus:

- kontrolē datu pārraidi un ātrumu;
- programmas nodrošinājumā uzdots cikls, kurš nosaka, kad, cik bieži un kādi dati jāpārraida LIN maģistrālē;
- tas veic pārveidotāja funkcijas starp LIN moduļiem, kuri pieslēgti lokālajai sistēmai un CAN maģistrāli;
- tas veic padoto ierīču diagnostiku.

## **Padotās ierīces LIN (LIN – Slave)**

LIN padotās ierīces var būt:

- izpildmehānismi / moduļi, piemēram, durvju modulis vai radio vadības modulis;
- devēji, piemēram, lietus sensors, apgaismes devējs;
- ģenerators.

LIN devējos ir iebūvēta elektroshēma, kura analizē un novērtē izmērītos lielumus.

Apstrādātā informācija tiek pārraidīta pa LIN maģistrāli ciparu formātā.

LIN moduļi un izpildmehānismi ir intelektuālie elektriskie un elektromagnētiskie mezgli, kuri saņem uzdevumu signāla veidā LIN maģistrālē no ģenerējošās ierīces.

## **12.9.CAN sistēmas iespējamās darbības pārbaudes**

Dažos automobiļos saikne starp moduļiem un diagnostikas testeri tiek nodrošināta caru SCP un ISO maģistrālēm (tīkliem).

Piemēram: sakaru maģistrāle Focus 1999. gada automobilī:

\*sakaru tīkls uz SCP bāzes:

- PCM;
- panelis;

\*sakaru tīkls uz ISO bāzes:

- ABS modulis kopā ar TRC moduli;
- signalizācijas modulis;
- borta datora modulis;
- audio modulis;
- SRS modulis.

Šīs divas maģistrāles savienotas savā starpā ar DLC palīdzību. Caur DLC WDS/IDS testeris spēj komunicēties ar vadības moduļiem.

Ja starp diagnostikas testeri un moduli ir pārrāvums vai īssavienojums, sakaru iespējas pārtrūkst.

### Iespējamās pārbaudes metodes

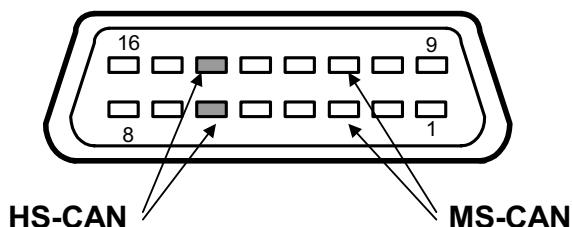
Ir 3 iespējas kā pārbaudīt CAN maģistrāle tīklu:

- salāgojošo pretestību pārbaude;
- sprieguma mērišana;
- CAN maģistrāles darbības pārbaude ar oscilogrāfu.

Salāgojošo pretestību pārbaude:

Lai izvairītos no signāla atstarošanās iespējām un traucējumiem CAN maģistrāles vados, abi tā gali ir ekranēti ar salāgojošām pretestībām,  $120 \Omega$  katru no tām.

Šīs pretestības ir pieslēgtas paralēli savā starpā un tās var pārbaudīt uz pēdējo gadu izlaiduma automobiļiem caur DLC spraudni (skat. 12.11.att).



12.11.att. Pretestību pārbaude caur DLC spraudni

Saskaņoto pretestību pārbauda caur DLC spraudni:

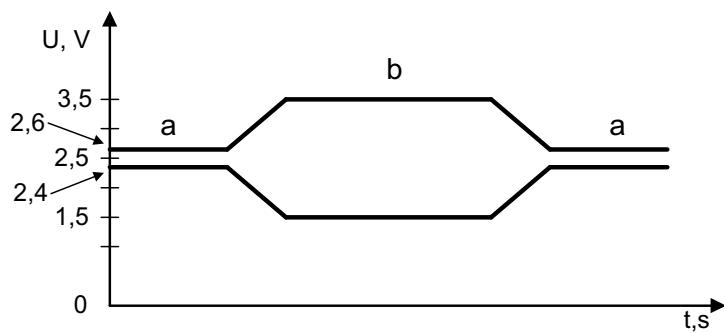
- HS – CAN: starp 6 (high) un 14 (low) kontaktu;
- MS – CAN: starp 3 (high) un 11 (low) kontaktu.

Izmērot var iegūt sekojošus lielumus:

- Ja abas pretestības kārtībā:  $55\ldots65\Omega$ ;
- Ja viena pretestība bojāta:  $\approx 120 \Omega$ .

## Sprieguma mērišana

Ja maģistrāle ir aktīva, t.i., protokoli pa to netiek nedz sūtīti nedz saņemti, tad tā atrodas recesīvā stāvoklī. Maģistrāles noslodze pie aktīva sakaru tīkla sastāda līdz 50%.



12.12.att. Sprieguma līmeņi

U – spriegums; t – laiks; a – recesīvais stāvoklis; b – dominantais stāvoklis.

Tas ļauj izmērīt spriegumu starp CAN – High un masu un CAN – Low un masu.

Šajā gadījumā pie ieslēgtas aizdedzes (motors darbojas) attiecīgajos DLC spraudņos var nolasīt sekojošus lielumus:

- starp CAN – high un masu: 2,6 V;
- starp CAN – Low un masu: 2,4 V.

Spriegums vienā/abos vadā/vados maģistrālē – gandrīz 12 V:

- šajā gadījumā īssavienojums uz AKB „+” spaili.

Spriegums vienā/abos vadā/vados maģistrālē = 0 V:

- īssavienojums uz „–“ spaili;
- īssavienojums starp CAN vadiem.

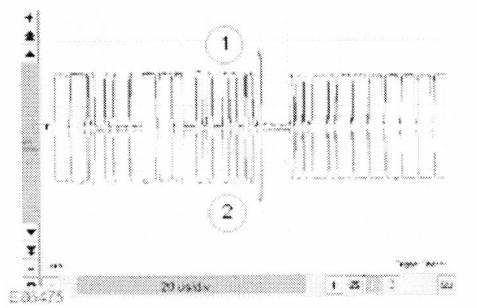
Ja mērijuums ir normas robežās, tad tas nozīmē, ka maģistrāles vadi ir kārtībā un uz tiem tiek padots recesīvais stāvoklis.

Vienīgi pēc mērijuumu rezultātiem nevar spriest par to, vai maģistrālē plūst informācija. Lai noskaidrotu vai maģistrālē tiek raidīti arī dominantie signāli, jālieto oscilogrāfs.

Ja mērījumu rezultāts ir normas robežās, tad tas ne vienmēr norāda, ka shēma ir kārtībā. Iespējamais iemesls var būt arī īssavienojums / vadu defekts / spraudņa bojājums. Tāpēc vispirms ir jāpārbauda spraudņa stāvoklis.

### Pārbaude ar oscilogrāfu

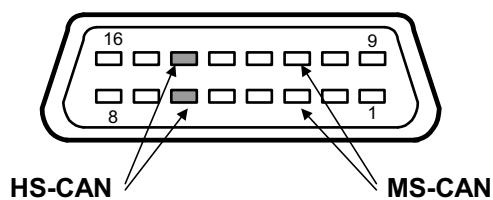
Ar oscilogrāfa palīdzību var noteikt vai maģistrālē notiek informācijas apmaiņa. Ar to domāts vai maģistrāles stāvoklis mainās no recesīvā uz dominanto un otrādi (skat. 12.13.att.)



12.13.att. Maģistrāles stāvokļi

1 – CAN High; 2 – CAN Low.

Pārbaudi iespējams veikt arī caur DLC spraudni. Lai to veiktu ar oscilogrāfa diviem taustiem tos pievieno pie diviem spraudņiem (MS vai HS). Kā parādīts 12.14.attēlā, abu signālu kontakti atrodas pretējās pusēs viens no otra.



12.14. att. Spraudņu novietojums

Piezīme:

- Šī metode ļauj secināt vai maģistrālē ir datu pārraide vai nav;

- pat, ja abos CAN vados ir pārraide, tas neļauj secināt, vai tiek pārraidīta visa nepieciešamā informācija;
- šajā sakarā ir svarīgi kāda veida defekts ir izpaudies un par ko tas liecina (DTC kodi).

## **Darbības moduļu sakaru klūdas**

WDS/IDS diagnostikas ierīce parasti atpazīst maģistrālē radušās klūdas. Atmiņas skanēšanas brīdī iespējams noteikt ar kuru moduli ir radušās problēmas.

Zemāk tekstā aprakstīta darbības kārtība klūdas gadījumā:

- pārbaudīt spraudņu veselumu un iespējamo kontaktu koroziju;
- pārbaudīt drošinātājus un barošanas ķēdi attiecīgajam modulim;
- ja drošinātājs ir vesels, pārbaudīt barošanas ķēdes starp drošinātāju un masu. Uz tā galiem jābūt akumulatora baterijas spriegumam.
- Pārbaudīt spriegumu uz releja kontaktiem. Ja tā nav, tad pārbaudīt ķēdi starp releju un masu.
- Pārbaudīt moduļa savienojumu ar masu;
- Pārbaudīt vadus starp DLC spraudni un moduli;
- Pārbaudīt vadus to savienojumu vietās ar citiem moduļiem.

## **Moduļu konfigurācija**

Eksistē divu veidu moduļu konfigurācijas:

- centralizētā;
- decentralizētā.

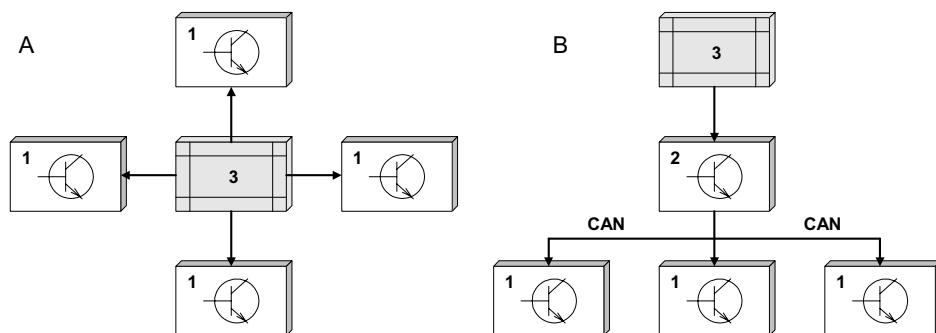
Centrālās konfigurācijas gadījumā moduļus konfigurē uz automobiļa ar WDS / IDS funkciju „moduļu programmēšana” (Inhale / Exale).

Šīs operācijas gaitā dati no vecā moduļa tiek ierakstīti WDS / IDS atmiņā un tālāk jaunajā vadības modulī.

Ja nevar nolasīt datus no moduļa, tad, atkarībā no automobiļa pastāv divas iespējas:

- Ar WDS / IDS soli pa solim manuāli izvēlas moduļa parametrus;
- Nepieciešams pieprasīt rūpnīcas konfigurācijas datus caur automobiļa datu bāzi GSEVIN un drošas piekļuves iespēju (CODED ACCESS) un pārnest tos ar WDS / IDS palīdzību uz nepieciešamo moduli.

Abas procedūras jāizpilda katram modulim atsevišķi (skat. 12.15. att.).



12.15. att. **Moduļu konfigurācija**

A – decentralizētās konfigurācijas princips; B – centralizētās konfigurācijas princips; 1 – modulis; 2 – GEM (General Electric Module); 3 – WDS / IDS;

Centralizētās moduļu konfigurācijas gadījumā visi konfigurējamie moduļu parametri tiek ierakstīti GEM. No GEM konfigurācijas parametri moduļiem tiek nodoti pa CAN maģistrāli. Ja tika mainīts viens no moduļiem, tad nepieciešamos datus ievada ieslēdzot aizdedzī ar WDS / IDS palīdzību. Sekojošas datu konfigurācijas izmaiņai GEM moduļa dati tiek dublēti instrumenta panelī. Pateicoties tam, GEM moduļa maiņas gadījumā visus konfigurācijas datus var nolasīt no paneļa vadības moduļa ar WDS / IDS palīdzību un pārnest uz jauno GEM.

## **13. APGAISMOŠANAS IEKĀRTAS**

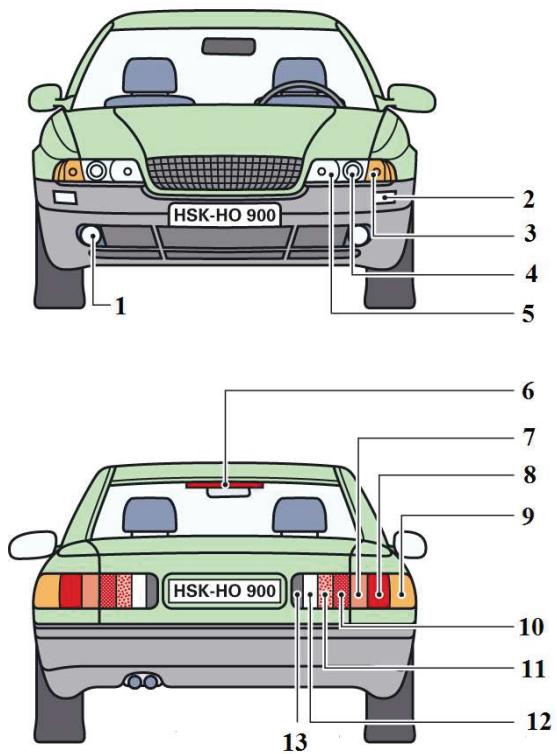
### **13.1. Spēkratu apgaismes sistēma**

Spēkratu apgaismes iekārtas funkcijas ir:

- apgaismot ceļu – šim nolūkam paredzēti tuvo un tālo gaismu lukturi;
- apgaismot spēkratu kontūras, ja tas atrodas uz ceļa – gabarītuguņi un dažādi atstarotāji;
- norādīt spēkratu manevrus un pagrieziena virzienu – virzienrāži, bremžugunis;
- ziņot citiem satiksmes dalībniekiem par bīstamību – policijas un speciālā transporta grozāmlukturi;
- brīdināt vadītāju par ieslēgtām sistēmām – signālpuldzītes uz paneļa.

Visā Eiropā gaismu un vizuālo signālu iekārtu instalēšanu reglamentē ECE-R 48-01 un EEC 76/756 vadlīnijas.

Automobiļa gaismu sistēmā izmantoto lukturu izvietojums dots 13.1. attēlā. Norādītie lukturi var būt arī apvienoti vienā lukturī, piemēram, tuvās, tālās un gabarītuguņu lukturi. Standarts paredz katrai lukturu grupai savas krāsas, kuras ražotājiem stingri jāievēro. Dažādu veidu lukturi izmantojami gan atsevišķi, gan arī dažādās kombinācijās. Tuvo un tālo gaismu lukturiem jābūt pareizi noregulētiem, lai neapžilbinātu pretimbraucošos.



### 13.1. att. Automobiļa gaismu sistēma

1 – miglas lukturi; 2 – gabarītlukturi; 3 – pagriezienu rādītāji; 4 – tuvo gaismu lukturi; 5 – tālo gaismu lukturi; 6 – papildus bremžu gaismas; 7 – gabarītlukturi; 8 – bremžu lukturi, 9 – pagriezienu rādītāji; 10 – atstarotājs; 11 – pakalējie miglas lukturi; 12 – atpakaļgaitas signāllukturi; 13 – numura apgaismojuma lukturi.

### 13.2. Spēkratu lampas

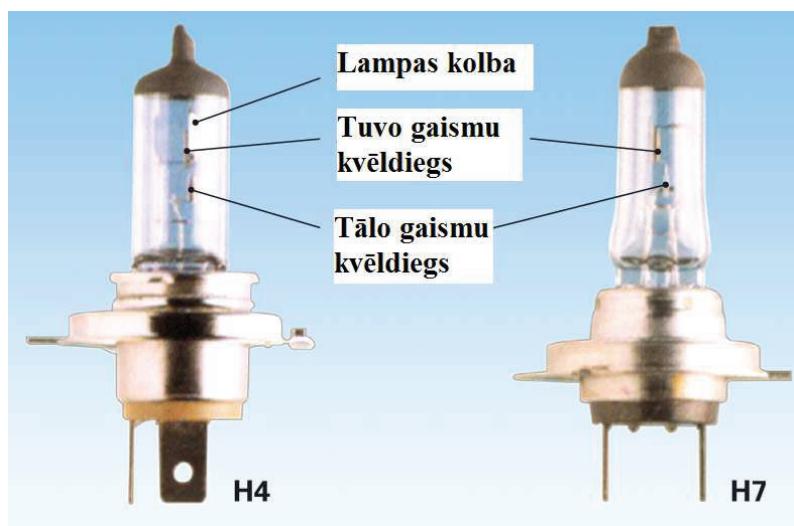
Spēkratiem tiek izmantotas lampas:

- ar metāla kvēldiegu;
- halogēnās lampas;
- gāzu izlādes lampas;
- gaismas diodes.

Metāla kvēldiega lampām kvēldiega kušanas temperatūra ir aptuveni  $3400^{\circ}\text{C}$ . Kvēldiegs darbojas temperatūrā līdz  $3000^{\circ}\text{C}$ . Lai pasargātu kvēldiegu no straujas oksidēšanās un mehāniskas iedarbības, to ievieto stikla kolbā, ko piepilda ar nelielas koncentrācijas slāpekli vai kriptonu. Kvēldiegos visbiežāk izgatavo no volframa.

Halogēnu lampās par aizsarggāzi izmanto halogēnu maisījumu, piemēram, broma vai joda savienojumus. Halogēnu lampu darbība no parasto volframa kvēldiegu lampu darbības atšķiras:

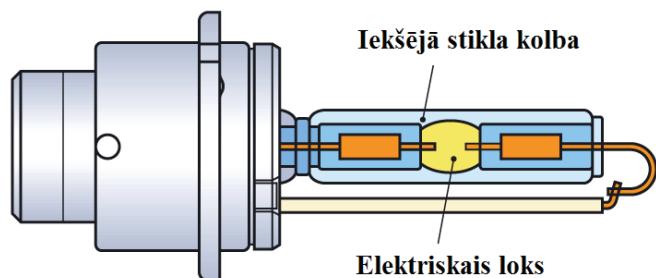
- augstāka temperatūra kvēldiegam un kolbai;
- augstāks gāzes spiediens lampā, līdz 40 bāriem;
- augstāks luminiscējošais efekts sakarā ar augsto kvēldiega tremperatūru.



13.2.att. H4 un H7 halogēnu lampas

Halogēnu lampu kolba izgatavota no kvarca stikla. Lampas darba laikā stikls var sakarst līdz  $3000^{\circ}\text{C}$ . Iztvaikojušā volframa daļīnas ķīmiskas reakcijas rezultātā deponējas (uzkrājas) uz karstajām volframa kvēldiega daļiņām. Tādā veidā notiek ciklisks process un iztvaikojušais volframs atgriežās atpakaļ uz kvēldiegu.

Gāzes izlādes lampās izlāde notiek starp diviem elektrodiem, kas ietverti nelielā lodveida stikla kolbā. Izlāde notiek augsta sprieguma ietekmē ksenona gāzu vidē. Metāla sāls stikla kolbā iztvaiko un jonizējas dzirksteļspraugā. Tādā veidā tiek emitēta gaismā.



12.3. att. **Gāzu izlādes lampa**

Šī tipa lampām nepieciešamas vismaz 5s, lai tās sāktu spīdēt ar pilnu jaudu. Halogēnu lampām tas ir tikai 0.2s.

Gāzu izlādes lampu priekšrocības salīdzinājumā ar halogēnu spuldzēm:

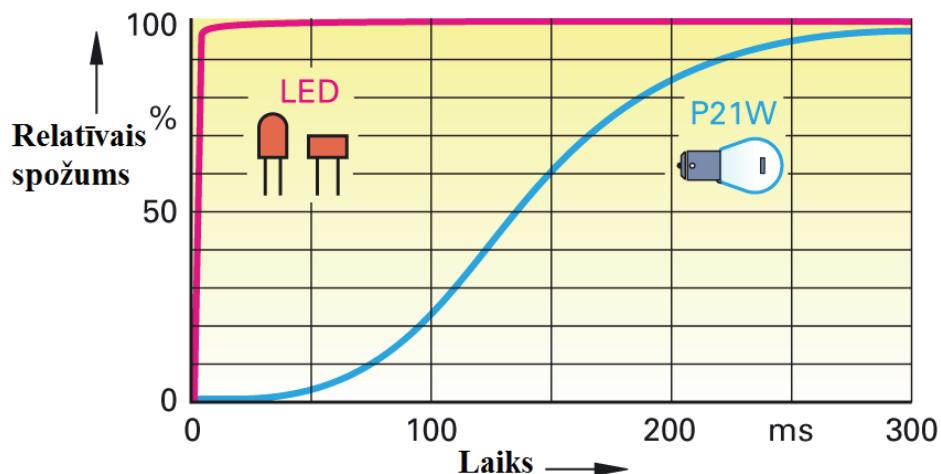
- labāka ceļa izgaismošana;
- zemāks strāvas patēriņš;
- zemāka kolbas temperatūra;
- ilgāks kalpošanas laiks;
- gaismas krāsa vairāk līdzīga dienas gaismai.

Gāzu izlādes lampām nepieciešama speciāla elektroniskā balasta ierīce, kas nodrošina lampas iededzināšanu un barošanas strāvas un sprieguma stabilizāciju visā tās darba laikā. Lampas iededzināšanai ir nepieciešams sprieguma impulss, kas sasniedz 10...20 kV, bet darba laikā lampu baro ar paagstinātas frekvences

maiņspriegumu 85 V. Gāzizlādes lampa patērē tikai 35W, gaismu dod gandrīz divreiz vairāk kā 55W halogēnā lampa.

Gaismas diožu lampas sastāv no daudzām diodēm, kam ir ļoti liels kalpošanas laiks līdz pat 10000h. Tās var izmantot papildus bremžu lukturos. To iedegšanās laiks ir aptuveni 2 ms.

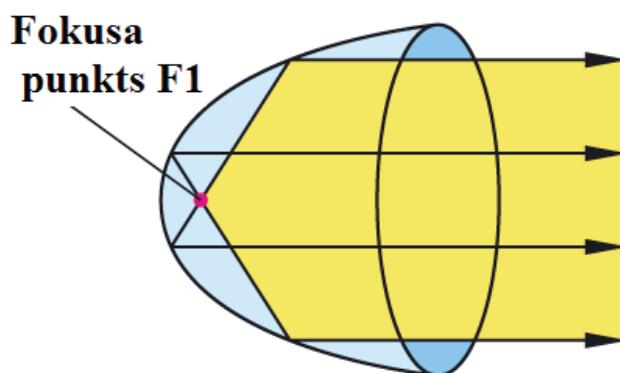
Volframa kvēldiega, halogēno un diožu lampu nosacītais spožums atkarībā no laika redzams 12.4. att.



12.4.att. Lampu ieslēgšanās laiks

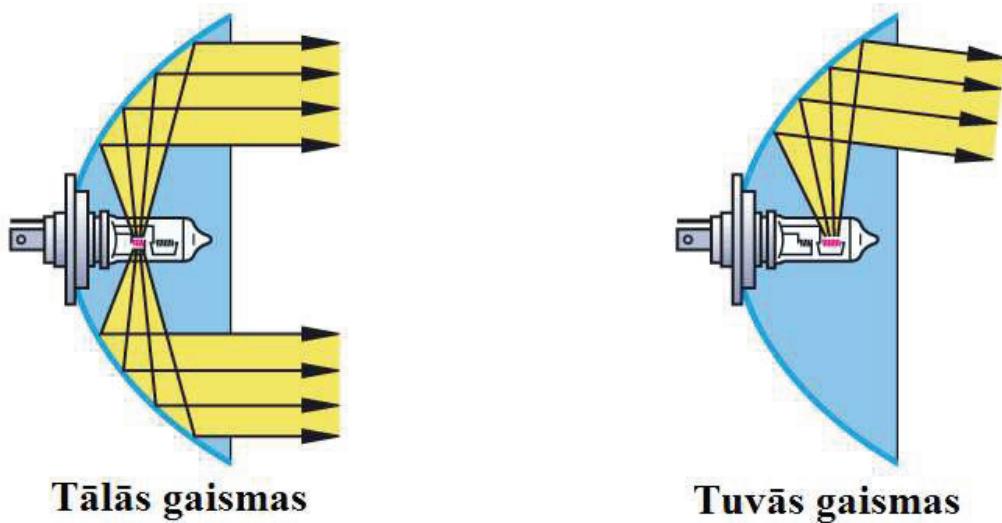
### 13.3. Reflektoru veidi

Tradicionālais tuvo un tālo gaismu lukturiem ir paraboliskais reflektors, (skat.12.5.att.). Arī citiem lukturiem izmanto paraboliskas formas reflektoru. Fokusa attālums  $f$  parasti ir no 15 līdz 40mm, to mēra no parabolas virsotnes.



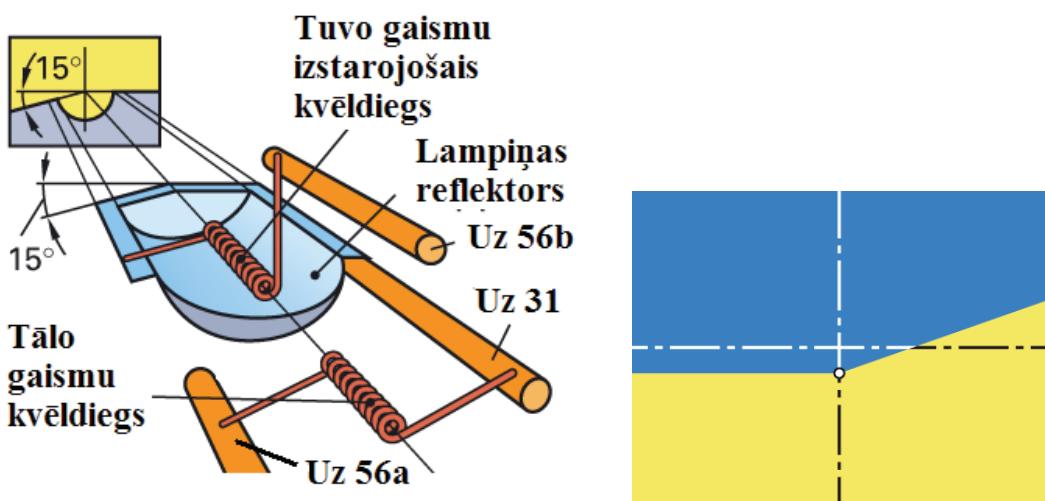
13.5.att. Paraboliskais reflektors

Paraboliskais reflektors tiek izmantots tuvo un tālo gaismu lukturiem. Tuvo un tālo gaismu staru plūsma parādīta 13.6. attēlā. Tālo gaismu kvēldiegs atrodas reflektora fokusā.



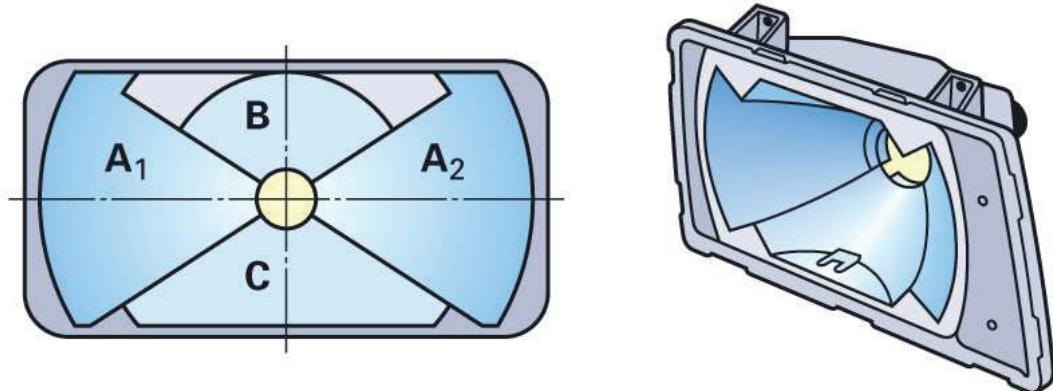
13.6. att. Tuvo un tālo gaismu staru plūsma

Lai veidotos pareizs luktura gaismas kūlis, spuldzītēm veido speciālus reflektorus. Tādā veidā lukturis rada staru kūli, kas kreisajā pusē zemāks nekā labajā, lai neapžilbinātu pretimbraucošos (skat. 13.7. un 13.8. att.).



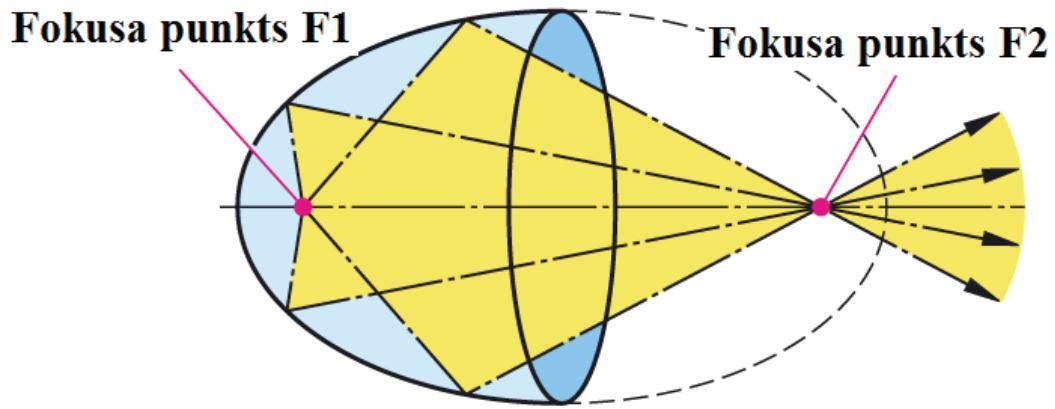
13.7. att. Lampiņas kvēldiegu konstrukcija un luktura staru projekcija uz ekrāna

Dažkārt izmanto dalīto reflektoru, kas sastāv no vairākiem atšķirīgi liektiem paraboliskajiem reflektoriem. Šādam reflektoram ir augstāka atstarošanas spēja un labāks ceļa izgaismojums (skat. 13.8. att.). A<sub>1</sub> un A<sub>2</sub> ir pamatreflektors, B un C palīgreflektori.



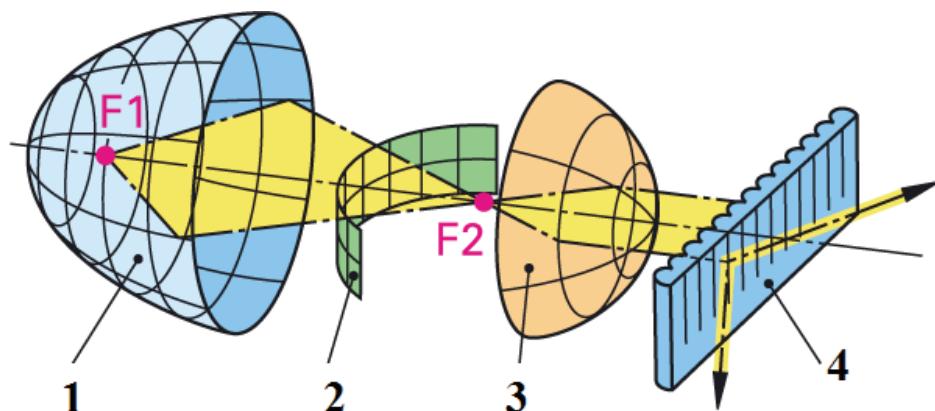
13.8. att. Dalītais reflektors

Izmanto arī elipses formas reflektorus. Tas tiek iegūts iedomātai elipsei rotējot ap savu asi. Šādiem lukturiem ir divi fokusa punkti (skat. 13.9. att.). Šādu reflektoru izmanto tuvo gaismu lukturiem vai miglas lukturiem darbam ar viena kvēldiega lampiņām.



13.9.att. Elipses formas reflektors

Luktura sistēma ar elipses reflektoru sastāv no eliptiskas formas reflektora, optiskā ekrāna, liektām žalūzijām un konvergences lēcas (skat. 13.10. att.).

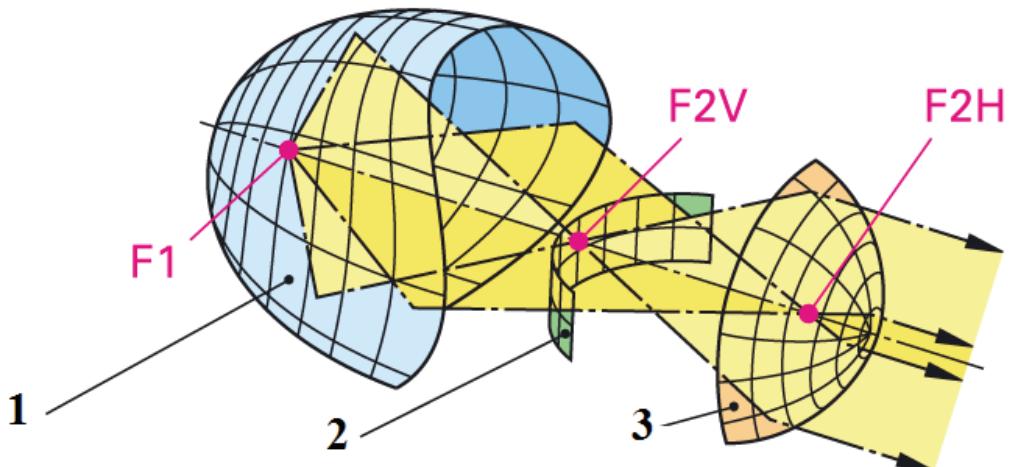


13.10.att. Elipses reflektora luktura pamatelementi

1 – reflektors; 2 – liektas žalūzijas; 3 – konvergences lēca; 4 – optiskais ekrāns

Fokusa punktā F1 novietota halogēnā vienkārša lampa. Stari iet caur liektajām žalūzijām un F2 fokusa punktu un pēc tam caur konvergences lēcu. Lēca projicē paralēlu staru kūli. Ar šādu reflektoru var iegūt spožākus starus.

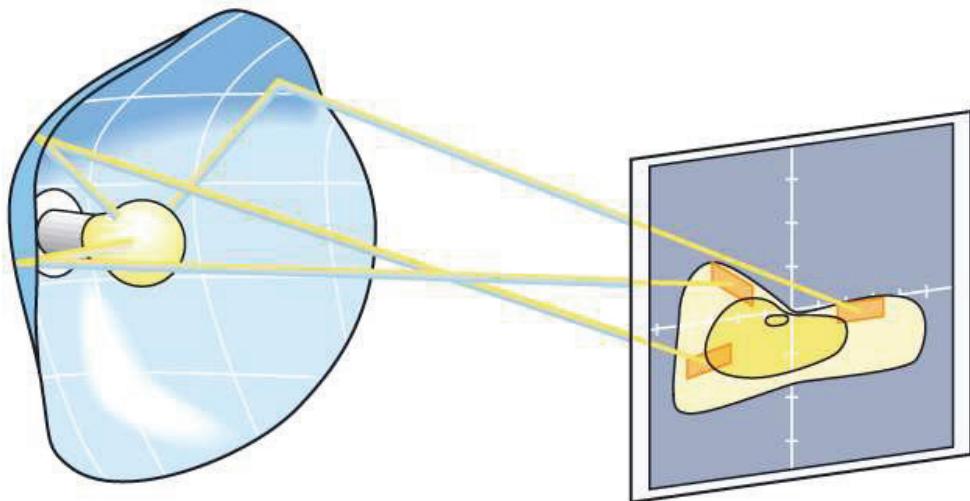
Vairāku asu elipses reflektors veidots vismaz no divu formu elipsēm. Ražotāji tos apzīmē ar burtiem DE – trīssasu reflektors un PES – daudzasu reflektors. Tā sastāvdaļas līdzīgas elipses reflektoram (skat. 13.11. att.). Šim lukturim ir ļoti spožs stars.



**13.11.att. Vairāku asu elipsu reflektors**

1 – reflektors; 2 – liektas žalūzijas; 3 – konverģences lēca

Brīvas formas reflektors nodrošina nepieciešamo staru sadalījumu (skat. 13.12 att.).

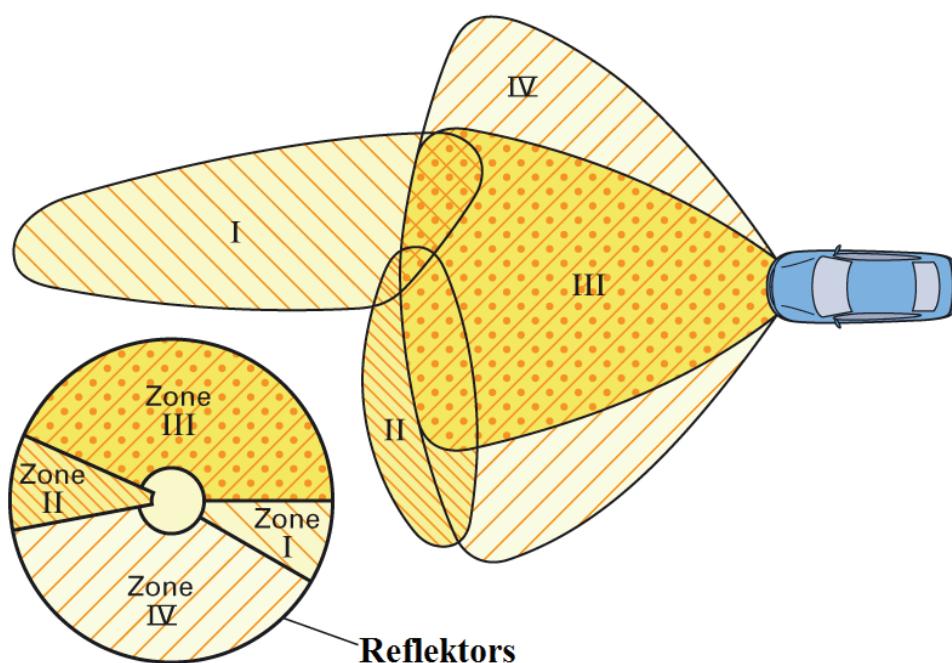


**13.12.att. Brīvas formas reflektors**

Šis reflektors veidots, lai visi stari maksimāli kristu uz ceļa virsmu. Ražotāju apzīmējumi ir FF – brīvās formas reflektors, VF – maināma fokusa reflektors, HNS – homogēna skaitļa kalkulētas virsmas reflektors.

Moderno reflektoru ģeometrisko formu parasti aprēķina pēc matemātiskām sakarībām, šīs sistēmas reflektorus apzīmē ar saīsinājumu HNS (Homogeneous Numerically Calculated Surface). Lampas kvēldiegs parati atrodas vidējā fokusa attālumā, 15 līdz 25mm no reflektora virsotnes S.

Spēkratu lukturim jānodrošina ceļa apgaismošana vairākās zonās, kur katrai zonai ir savā nozīme (sk. 13.13.att.).

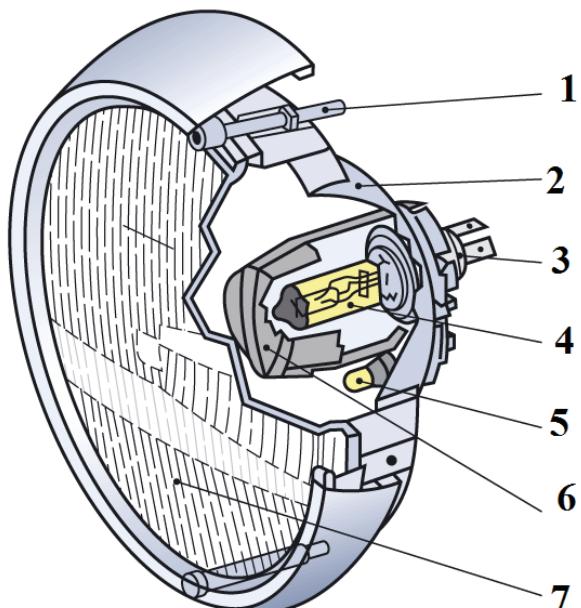


13.13. att. Brīvas formas reflektora gaismas staru sadale

I – zonas asimetriskais sektors apgaismo ceļa labo pusē lielā attālumā; II – zonas simetriskais sektors apgaismo zonu pārejai no gaismas zonas uz tumsu; III – zona paredzēta tuvākā ceļa joslas apgaismošanai; IV – zona tuvākā platā leņķa izgaismošanai

### 13.4. Lukturu veidi

Halogēnās lampas luktura pamatsastāvdaļas ir korpuss un reflektors. Korpuss ietver reflektoru un luktura stiklu (lēcu), gaismas avotu un regulēšanas mehānismu. Reflektors atstaro un fokusē gaismas starus. Parasti izmanto paraboliskos, elipses veida un brīvas formas reflektorus.

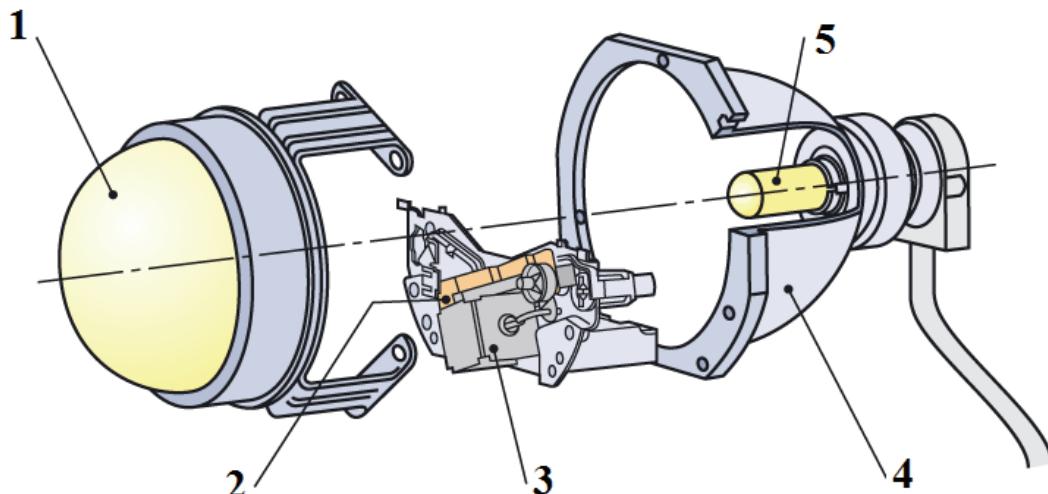


13.14.att. Paraboliskas formas H4 lampas lukturis

1 – regulēšanas skrūve; 2 – reflektors; 3 – lampas ligzda; 4 – lampiņa H4; 5 – gabarītlampa; 6 – ekrāns; 7 – stikls

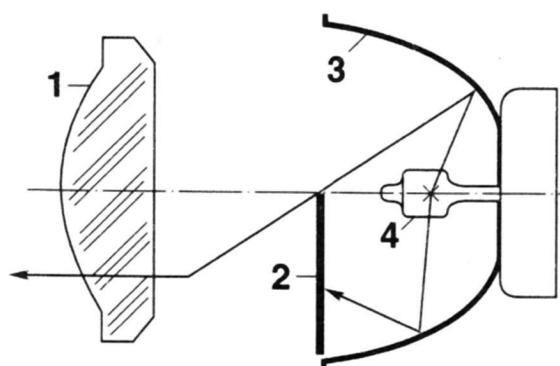
Paraboliskos reflektorus var izmantot gan viena kvēldiega, gan divu kvēldiegu lampām.

Bi – ksenona lukturos tuvās un tālās gaismas tiek pārslēgtas ar elektromagnētu pagriežot lampiņu vajadzīgajā virzienā (skat. 13.15.att.).



13.15. att. Bi – ksenona lukturi

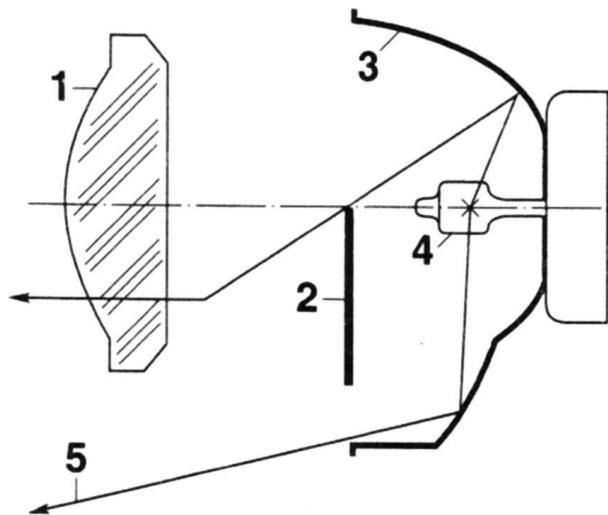
1 – lēca; 2 – slēgis; 3 – elektromagnēts; 4 – reflektors; 5 – gāzu izlādes lampa



13.16.att. Poli elipsoīda sistēmas PES reflektora darbības princips

1 – lēca; 2 – slēgis; 3 – reflektors; 4 – lampa.

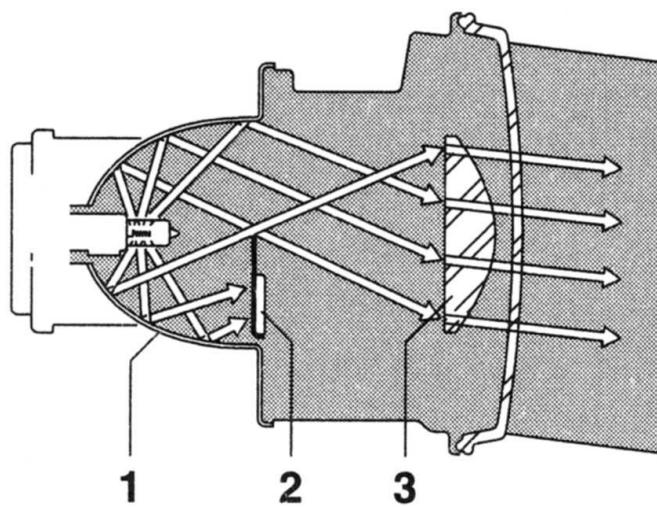
Polielipsoīda lukturu konstrukcija atlauj tos izgatavot ļoti kompaktus un iemontēt lukturos, kas ir ne augstāki par 80mm. Tos izmanto tuvo gaismu un miglas lukturu izgatavošanai.



13.17.att. Poli elipsoīda sistēmas PES-PLUS reflektora darbības princips

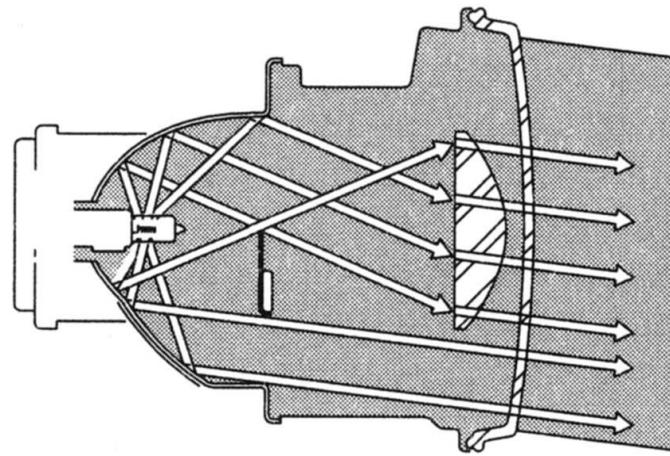
1 – lēca; 2 – slēģis; 3 – reflektors; 4 – lampa; 5 – papildus starojums.

Polielipsoida PES-PLUS optika ir augstāka ap 130mm, tā efektīvāk izmanto gaismas daļu, kuru kompaktā PES sistēma zaudē ar slēģa izmantošanu. Papildus gaismu lieto tuvāku objektu izgaismošanai.

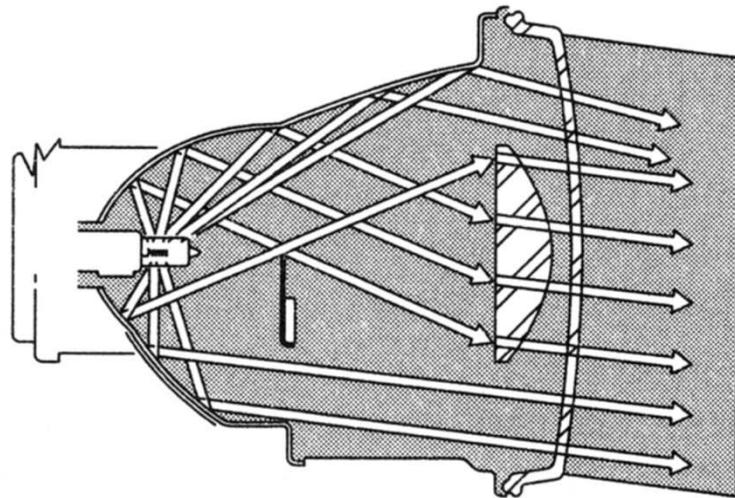


13.18.att. Gaismas staru plūsma PES reflektoram

1 – reflektors; 2 – slēģis; 3 – lēca.

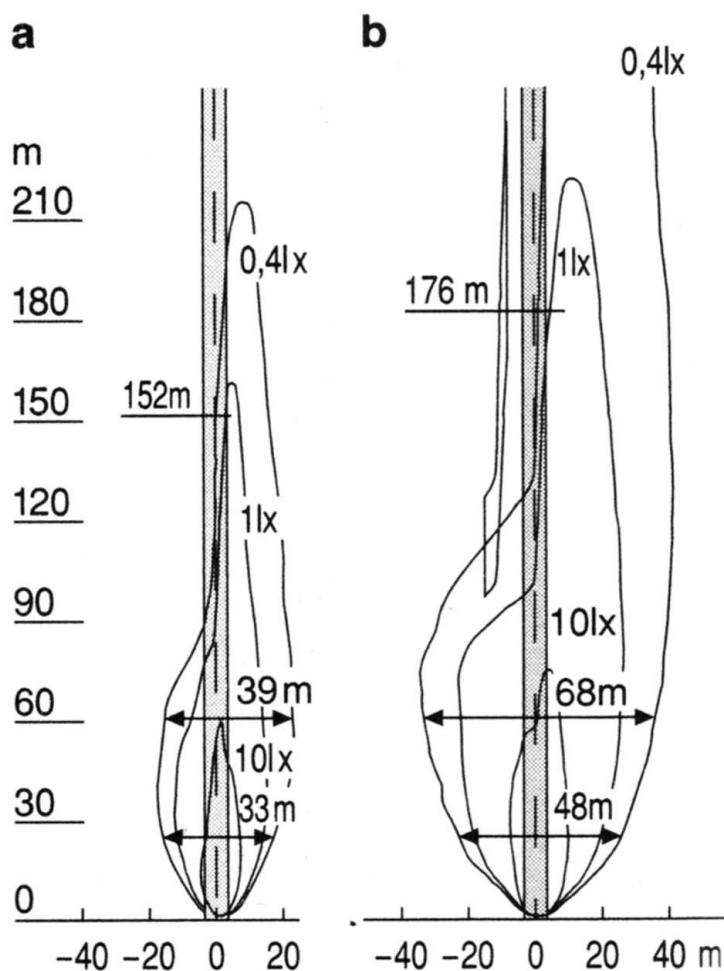


13.19.att. Gaismas staru plūsma PES-PLUS reflektoram



13.20.att. Gaismas staru plūsma PES-PLUS reflektoram ar papildus reflektoru

PES-PLUS reflektoram izveidots gredzenveida papildus reflektors.

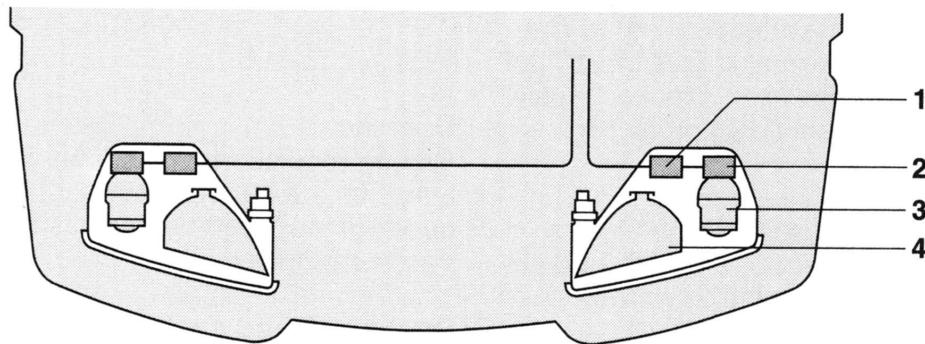


13.21.att. **Gaismas sadalījums uz ceļa**

a – PES ar H1 halogēno lampu; b – Litronic PES ar D2S gāzizlādes lampu.

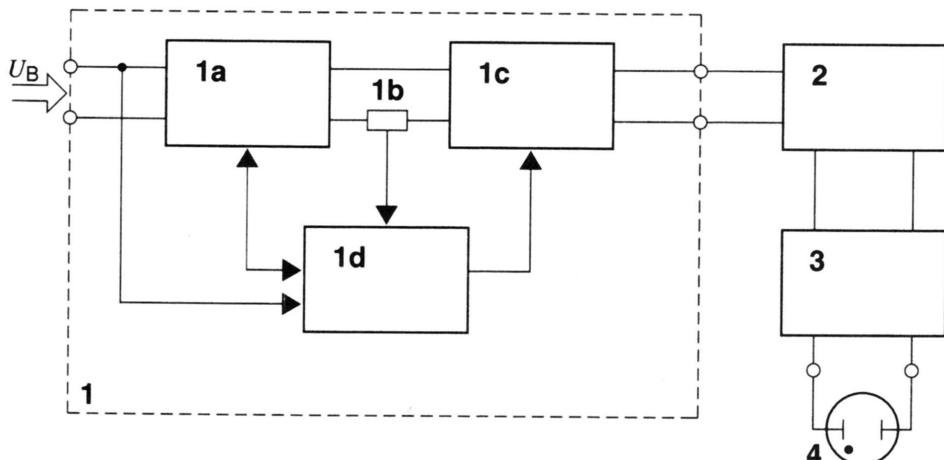
Polielipsoīda lukturos izmanto gan halogēnās lampas, gan ksenona gāzizlādes lampas. Šo lampu darbības efektivitāti var salīzināt 13.21. attēlā dotajās apgaismojuma diagrammās. Ja salīdzinām apgaismojumu 176 m attālumā, tad var konstatēt, ka gāzizlādes dod apmēram divas reizes vairāk gaismas nekā halogēnā lampa. Gāzizlādes lampa tērē 35W, bet halogēnā 55W jaudu. Ja salīdzina klasisko 55W kvēlspuldzi ar halogēno 55W kvēlspuldzi, tad klasiskā kvēlspuldze dod aptuveni pusi no gaismas, ko dod halogēnā. Litronic sistēma galvenā priekšrocība ir

Ksenona gāzizlādes lampas izmantošana. Sistēmu ideāli var instalēt aerodinamiska dizaina automobiļiem, jo aizņem maz vietas. Ksenona lampas resurss ir 1500 stundas. Lampa neizdeg pēkšņi, tā kā tas notiek kvēlspuldzēm.



13.22.att. **Litronic gaismu sistēma**

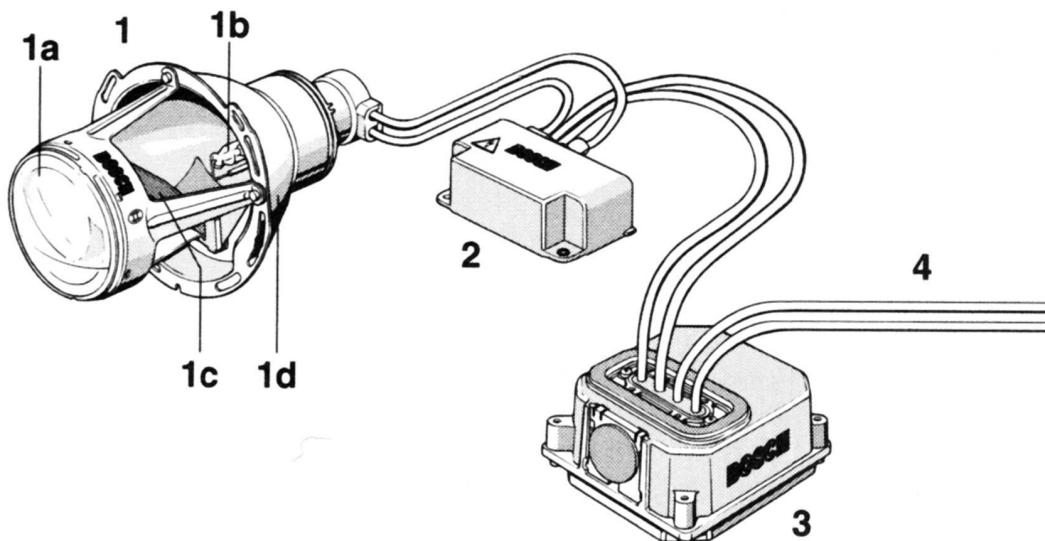
1 – elektroniskais balasts ar elektronisko vadības bloku ECU; 2 – iededzināšanas ierīce ar lampas spraudni; 3 – optika ar gāzizlādes lampu; 4 – halogēnā tālo gaismu lampa.



13.23.att. **Vadības iekārta gāzizlādes lampas pieslēgšanai**

1 – elektroniskais vadības bloks ECU; 1a – DC/DC pārveidotājs; 1b – šunts; 1c – DC/AC pārveidotājs; 1d – mikroprocesors; 2 – iededzināšanas ierīce; 3 – lampas spraudnis; 4 – gāzizlādes lampa.

Elektroniskā balasta ierīce EVG, kas atbild par lampas iedarbināšanu un vadību, tas iededzina gāzizlādi ar spriegumu 10...20kV, regulē strāvu lampas iesilšanas laikā, nodrošina ilgstošu stabilizētu lampas degšanu, kompensē sprieguma svārstības.



13.24.att. **PES ar gāzizlādes lampu**

1 – PES optika; 1a – lēca; 1b – D2S lampa; 1c – ekrāns; 1d – reflektors; 2 – iededzināšanas ierīce; 3 – elektroniskais vadības bloks; 4 – no automobiļa elektrosistēmas.

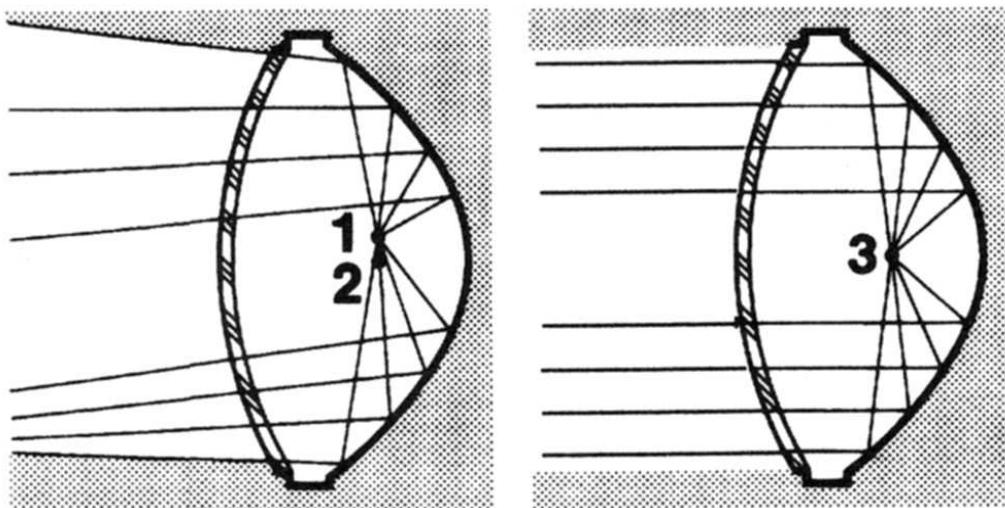
### **Galvenie defekti lukturiem**

- Izdegusi lampiņa. Pārbauda vizuāli. Nomaina lampiņu.
- Pārdedzis drošinātājs. Vizuālā pārbaude. Nomaina drošinātāju.
- Vadu aprāvums. Mēra spriegumu ar voltmetri. Atjauno kontaktu.

### **Vāja lukturu gaisma**

- Nav kontakta ķēdē. Izmēra spriegumu un novērš defektu;
- Akumulators nav uzlādēts pilnībā. Pārbauda akumulatora spriegumu un vajadzības gadījumā uzlādē;
- Izmantota nepareiza lampiņa. (12V vietā – 24 V). Nomaina lampiņu.

## Amerikāņu gaismu sistēma



13.25.att. Amerikāņu sistēma

1 – tuvo gaismu kvēldiegs; 2 – fokusa punkts; 3 – tālo gaismu kvēldiegs fokusa punktā.

Amerikāņu gaismu sistēmai ir raksturīgi, ka izmanto gan tuvajām, gan tālajām gaismām simetrisku staru kūli. Tuvo gaismu lampas kvēldiegs ir novietots nedaudz augstāk par fokusa punktu. Amerikāņu sistēmas tuvās gaismas labāk izgaismo ceļu nekā Eiropas sistēmas lukturi, bet vairāk apžilbina pretī braucošos satiksmes dalībniekus. Ja visi satiksmes dalībnieki izmanto šo sistēmu, tad nav problēmas. Lukturu projektēšanai izmanto CAL (Computer Aided Lighting) tehnoloģiju.

## **14. SPĒKRATU ELEKTRISKO SHĒMU APZĪMĒJUMI**

### **14.1. Izvadu apzīmējumi**

Auto elektroiekārtu izvadu apzīmējumu sistēma atvieglo elektrisko ķēžu savienošanu remontējot un nomainot elektroierīces.

Izvadu apzīmējumus lieto tikai elektroiekārtām, bet nelieto vadiem, jo vadam var pieslēgt dažādas ierīces ar atšķirīgiem izvadu apzīmējumiem.

Elektroierīču izvadu apzīmējumus nosaka standarts DIN 72552. Elektriskajām mašīnām izvadu apzīmējumi var būt izmantoti pēc DIN-VDE standarta. Ja ir izmantoti daudzkontaktu spraudņi, tad izvadu numerācija atbildīs spraudņa kontaktu apzīmējumiem un atšķirsies no DIN 72552 izvadu apzīmējumu numerācijas.

14.1. tabula

#### **Izvadu apzīmējumi pēc DIN 72552**

Izvads	Nozīme
1	Aizdedzes spole, sadalītājs Zemsrieguma ķēde
1a	Aizdedzes sadalītājs ar divām atsevišķām izolētām elektriskajām ķēdēm
1b	Uz pārtraucēja kontaktiem I Uz pārtraucēja kontaktiem II
2	Ķēdes īsslēguma izvads (magneto aizdedze)

4	Aizdedzes spole, sadalītājs augstsprieguma ķēdē
4a	Aizdedzes sadalītājs ar divām atsevišķām elektriskajām ķēdēm
4b	Augstsprieguma izvads no spoles I
4b	Augstsprieguma izvads no spoles II
15	Akumulatora pluss, ieslēgts caur slēdzi (no aizdedzes slēža)
15a	Balasta rezistora izvads uz aizdedzes spoli un startera ķēdi
17	Kvēlsveču un startera slēdzis
19	Starts
19	Priekšsildīšana
	Akumulatora baterija
30	Akumulatora baterijas plusa izvads, plusa līnija, tiešais slēgums
30a	12/24V virknes/paralēlais akumulatora baterijas slēdzis
30a	Līnija no otrās baterijas plusa izvada
31	Atpakaļ līnija no akumulatora baterijas negatīvā izvada, akumulatora baterijas negatīvais izvads, masa, tiešais slēgums
31b	Atpakaļ līnija uz akumulatora negatīvo izvadu vai masu caur slēdzi vai releju (slēdzis, kas slēdz masu)

	Akumulatora baterijas 12/24V pārslēdzošais relejs
31a	Atpakaļ līnija uz akumulatora II negatīvo izvadu
31c	Atpakaļ līnija uz akumulatora I negatīvo izvadu
	Elektromotori
32	Atpakaļ līnija
33	Galvenais pievienošanas izvads (Polaritāte var būt reversa 32/33)
33a	Apstāšanās gala slēdzis – izslēgts
33b	Paralēlā ierosme
33f	Otrais zemākā ātruma diapazons
33g	Trešais zemākā ātruma diapazons
33h	Ceturtais zemākā ātruma diapazons
33L	Rotācija pret pulksteņa rādītāja virzienu, pa kreisi
33R	Rotācija pulksteņa rādītāja virzienā, pa labi
	Starteris
45	Atsevišķs startera relejs, izeja: starteris, ieeja (galvenā strāva)
	Divu starteru paralēla darbināšana
	Startēšanas relejs ievilkšanas strāvai
45a	Izeja starterim I
	Ieeja starteriem I un II
45b	Izeja starterim II
48	Izeja startēšanas procesa kontrolei, starteris ieslēgts un startera atkārtotās ieslēgšanas relejs ieslēgts

49	Pagrieziena signāla pulsatora relejs Ieeja
49a	Izeja
49b	Izeja, otrā pagriezienu signāla kēde
49c	Izeja, trešā pagriezienu signāla kēde
	Starteris
50	Startera vadība (tiešā)
50a	Virknes un paralēlā slēguma akumulatoru slēdzis Izeja startera vadībai
50b	Startera vadība Paralēlai divu starteru darbināšanai ar secīgu vadību
50c	Starta relejs secīgai ievilcēja strāvas darbināšanai paralēli darbinot divus starterus Ieeja starta relejam, starterim I
50d	Ieeja starta relejam, starterim II
50e	Starta bloķēšanas relejs Ieeja
50f	Izeja
	Starta atkārtošanas relejs

50g	Ieeja
50h	Izeja
53	Logu tīrītāju motors
53a	Logu tīrītāja motora ieeja (+)
53b	Logu tīrītāja (+), beigu pozīcija
53c	Elektriskais vējstikla mazgātāja sūknis
53e	Logu tīrītāja (pārtraucēja tinums)
53i	Logu tīrītāja motors ar pastāvīgajiem magnētiem un trešo suku (augstākam ātrumam)
55	Gaismas
56	Miglas lukturis
56a	Priekšējās gaismas
56b	Tālas gaismas, tālo gaismu indikatora lampa
56d	Tuvās gaismas
57	Priekšējās gaismas mirkšķināšanas kontakti
57L	Motociklu/mopēdu stāvugunis (arī vieglajiem automobiļiem)
57R	Stāvugunis (parkošanās gaismas)
58	Stāvugunis, kreisā puse
58L	Stāvugunis , labā puse
58R	Gabarītu ugunis, numura apgaismojuma lampas, instrumentu paneļa apgaismojums
	Numura apgaismojuma lampa, kreisā puse
	Numura apgaismojuma lampa, labā puse

59	Maiņstrāvas ģenerators (magneto ģenerators) Maiņstrāvas sprieguma izeja, taisngrieža ieeja
59a	Lādēšanas iekārtas izeja
59b	Pakaļējās lampas armatūras izeja
59c	Stop lampas armatūras izeja
61	Ģenerators un sprieguma regulators
B+	Lādēšanas indikatora lampa
B-	Baterija pozitīvais izvads
D+	Baterija negatīvais izvads
D-	Dinamo pozitīvais izvads
DF	Dinamo ierosmes tinums
DF1	Dinamo ierosmes 1 tinums
DF2	Dinamo ierosmes 2 tinums
U,V,W	Ģeneratora trīsfāzu maiņstrāvas izejas
71	Skaņas signāla secības kontrollers
71a	Ieeja
71b	Izeja uz signāliem I un II (basi)
71b	Izeja uz signāliem 1 un 2 (augšējā frekvence)
72	Signāla slēdzis (rotējošs kontakts)
	Akustika

75	Radio, cigarešu aizdedzinātājs
76	Skaļruni
	Slēdži Normāli slēgtie (atslēdzošie) un pārslēdzošie kontakti
81	Ieeja
81a	Izeja 1, normāli slēgto kontaktu pusē
81b	Izeja 2, normāli slēgto kontaktu pusē
	Normāli atvērtie (saslēdzošie kontakti)
82	Ieeja
82a	Izeja 1
82b	Izeja 2
82z	Ieeja 1
82y	Ieeja 2
	Daudzpozīciju slēdži
83	Ieeja
83a	Izeja, pozīcija 1
83b	Izeja, pozīcija 2
83L	Izeja, labā pozīcija
83R	Izeja, kreisā pozīcija
	Strāvas releji
84	Ieeja: Darbinātāja un releja kontakts
84a	Izeja: Darbinātājs

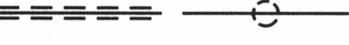
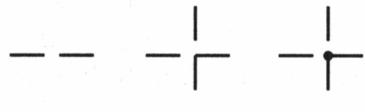
84b	Izeja: Releja kontakts
85	Elektromagnētisko releju darbināšana Izeja: Darbinātājs (tinuma izvads slēdzams pie masas, vai negatīvā pola)
86	Ieeja: Darbinātājs
86a	Tinuma sākums
86b	Tinuma sākums vai pirmās tinuma spoles sākums Tinuma izvads vai otrās tinuma spoles sākums
87	Releja kontakti normāli slēgtie un pārslēdzošie Ieeja
87a	Pirmā izeja (normāli slēgto kontaktu puse)
87b	Otrā izeja
87c	Trešā izeja
87z	Pirmā ieeja
87y	Otrā ieeja
87x	Trešā ieeja
88	Releja kontakti normāli atvērti Ieeja
88a	Releja kontakti normāli atvērti un pārslēdzošie No atvērto kontaktu puses
88b	Pirmā izeja
88c	Otrā izeja
88c	Trešā izeja

88z	Releja kontakti normāli atvērti Pirmā ieeja
88y	Otrā ieeja
88x	Trešā ieeja
C	Pagriezienu signāls (pagriezienu signāla pulsators) Indikatora lampa 1
C0	Galvenais indikatora lampas pievienošanas izvads, nav pieslēgts pagriezienu lampai
C2	Indikatora lampa 2
C3	Indikatora lampa 3, piekabes pagriezienu rādītāju kontrolei
L	Kreisā virziena pagrieziena rādītājs
R	Labā virziena pagrieziena rādītājs

## 14.2. Shēmu apzīmējumi

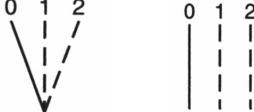
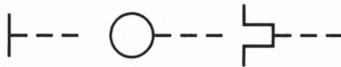
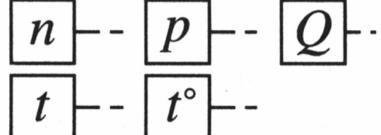
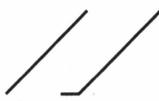
Pēc DIN 40 900 standarta

### Savienojumi, vadi

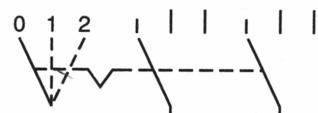
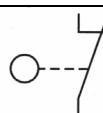
Elektriskais vads; vadu šķērsošanās; vadu savienojums	
Ekranēts vads	
Mehāniskās līnijas; līniju šķērsošanās; līniju savienojums	

Savienojuma punkts, vispārējais apzīmējums; izjaucams savienojums	
----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

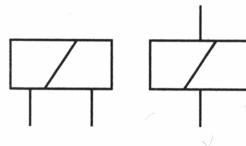
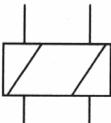
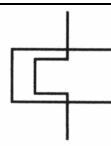
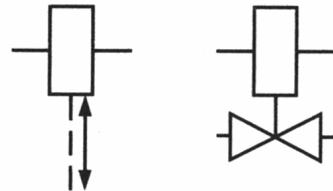
## Mehāniskās funkcijas

Slēdža pozīcijas	
Ar roku darbināms; ar izcilni darbināms (galaslēdzis); ar siltumu darbināms (bimetāls)	
Aizture, neautomātiska/ automātiska atgriešanās bultas virzienā (spiedpoga)	
Darbinātājs, vispārējais apzīmējums (mehāniskais, pneimatiskais, hidrauliskais)	
Darbina: rotācijas ātrums $n$ ; spiediens $p$ ; daudzums $Q$ ; laiks $t$ ; temperatūra $t^\circ$	
Maināms un iestatāms	
Maināms, iestatāms. Atkarībā no fizikālā lieluma, lineārs, nelineārs	
Maināms, iestatāms, vispārējais apzīmējums	

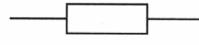
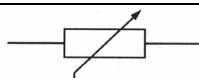
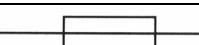
## Slēdži

Slēdžu kontakti: normāli atvērti, normāli slēgti	
Slēdži ar aizturi: normāli atvērti kontakti, normāli slēgti kontakti	
Pārslēdzošie slēdži; pārtrauc pirms saslēdz, saslēdz pirms pārtrauc kēdi	
Trīspozīciju slēdzis, vidējā pozīcijā atslēgts	
Slēdzis ar diviem saslēdzošajiem un diviem atslēdzošajiem kontaktiem	
Daudzpozīciju slēdzis	
Ar izcilni darbināms slēdzis	
Termostatisks slēdzis, slēdzis ar trigera mehānismu	

## Releji

Releja spole ar vienu tinumu	
Releja spole ar diviem tinumiem un darbojas vienā virzienā	
Elektromehāniskais siltuma releja darbinātājs	
Elektromagnētiskais darbinātājs, elektromagnētiskais vārstīs slēgts	

## Dažādi komponenti

Rezistors	
Potenciometrs	
Sildelementi, kvēlsvece, liesmas svece, logu sildītājs, spoguļu sildītājs	
Drošinātājs	
Pastāvīgie magnēti	

## Ierīces un indikātori

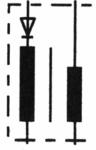
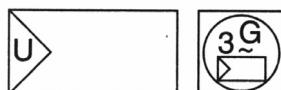
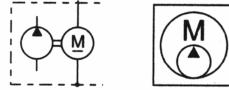
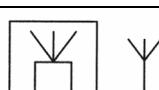
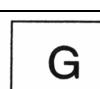
Indicējoši instrumenti: vispārējais apzīmējums, voltmetrs, pulkstenis	
Rotācijas ātruma indikators, temperatūras indikators, lineārā ātruma indikātors	
Punkt svītroto līniju lieto shēmas daļas iezīmēšanai vai mezgla elektriskās shēmas izdalīšanai no pārējās shēmas	
Ekranēta ierīce, ekrānu saslēdz ar masu	
Ierīce vai kēdes elements. Rāmīša iekšpusē mēdz uzrādīt ierīcei raksturīgo simbolu, apzīmējumu	
Elektroniskā vadības ierīce	

### 14.3. Spēkratu shēmās izmantotie apzīmējumi

Izmantojot standartu DIN 40 900 , katram konkrētajam spēkratam var būt izveidoti speciāli nepieciešamie shēmu apzīmējumi. Spēkratu ražotāji dažādi interpretē standarta apzīmējumu izmantošanu, tāpēc dažādu firmu tehniskā dokumentācija ir noformēta atšķirīgi, bet tas netraucē shēmu lasīšanu.

Akumulatora baterija	
Kontaktlīdzda	
Lukturis	
Skaņas signāls	
Sildītājs, pakaļējā loga sildītājs	
Slēdzis, vispārīgais apzīmējums, bez indikatora lampiņas	
Slēdzis, vispārīgais apzīmējums, ar indikatora lampiņu	
Spiediena slēdzis	
Relejs, vispārīgais apzīmējums	
Elektromagnētiskais vārststs, sprausla, aukstā starta vārststs	
Temperatūras laika slēdzis	
Drošīvārsta slēdzis	

Vārsts ar rotācijas tipa darbinātāju	
Papildus gaisa vārsts ar elektrotermisko darbinātāju	
Spiediena vadības vārsts (ABS)	
Temperatūras slēdzis, temperatūras sensors	
Brīvgaitas darbinātājs	
Mazgāšanas cikla relejs	
Gaismas regulators (dimmers)	
Avārijas signalizācijas slēdzis	
Aizdedzes svece	
Aizdedzes spole	

Atsevišķa aizdedzes spole	
Augstsrieguma sadalītājs, vispārīgais apzīmējums	
Sprieguma regulators, ģenerators ar sprieguma regulatoru	
Startera motors ar ievilcēja solenoīdu	
Elektriskais degvielas sūknis, hidrauliskā sūkņa motora piedziņa	
Ventilators ar motora piedziņu	
Stikla tīrītāja motors	
Auto radio, antena	
Skaļrunis	
Sprieguma stabilizators	
Induktīvs sensors	
Pagriezienu signāla impulsu ģeneratorrs	

Pjezo sensors	
Skābekļa sensors, lambda zonde	
Gaisa plūsmas sensors	
Gaisa masas mērītājs	
Plūsmas daudzuma mērītājs, degvielas patēriņa sensors	
Rotācijas ātruma sensors	
Lineārā ātruma sensors	
Adatas kustības sensors	

## Izmantotā literatūra

1. Automotive Handbook. 4th Edition © Robert Bosch GmbH, 1996, 892p
2. Automotive Electrics Automotive Electronics. 4th Edition © Robert Bosch GmbH, 2004, 503p
3. L.Pēks Spēkratu elektroiekārta. R. Zvaigzne 1986, 100 lpp.
4. Акимов С.В., Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Учебник для ВУЗов. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005.-336 с.
5. Акимов А.В. и др. Генераторы зарубежных автомобилей – 2-е изд., пер. И доп. –М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2003 – 128 с.
6. Troubleshooting. 3126B Industrial Engine. : Caterpillar, August 2001, 227p.
7. Operation and Maintenance Manual. 3126B Industrial Engine. : Caterpillar, June 2001, 124p.
8. Body electrical //<http://etis.dealerconnection.com//training/curriculum> (25.11.2007)
9. CAN basics //<http://www.yahho.com./electrical systems/cars> (16.10.2007)
10. TOYOTA Technical Training//<http://www.autoshop101.com/technical> (10.03.2007)