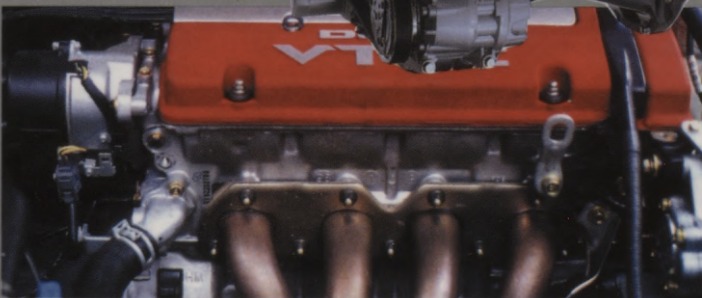
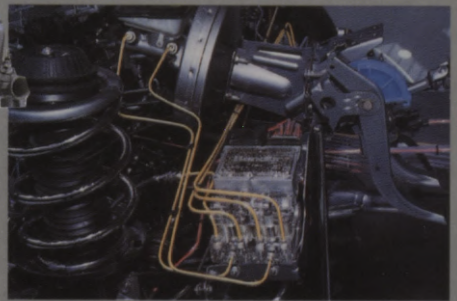
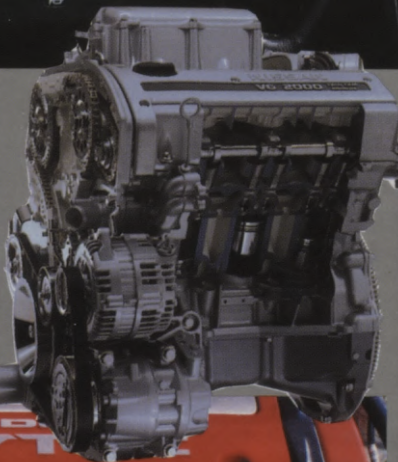
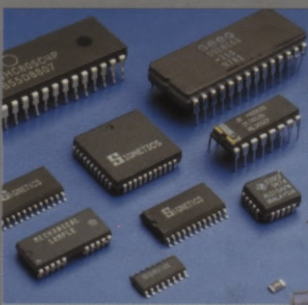
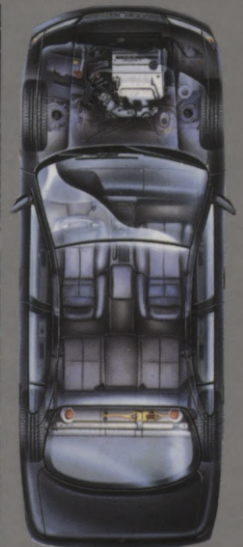
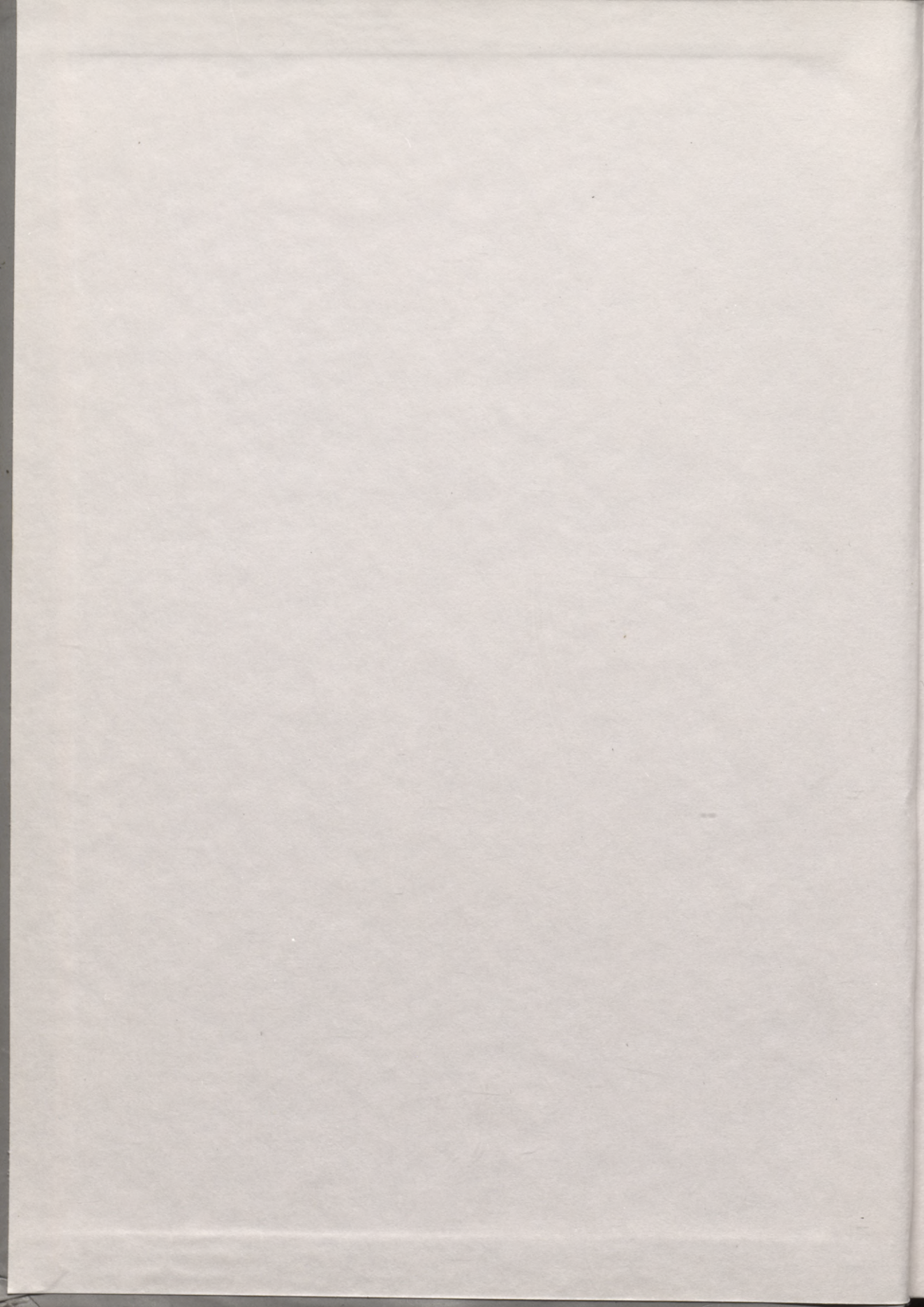


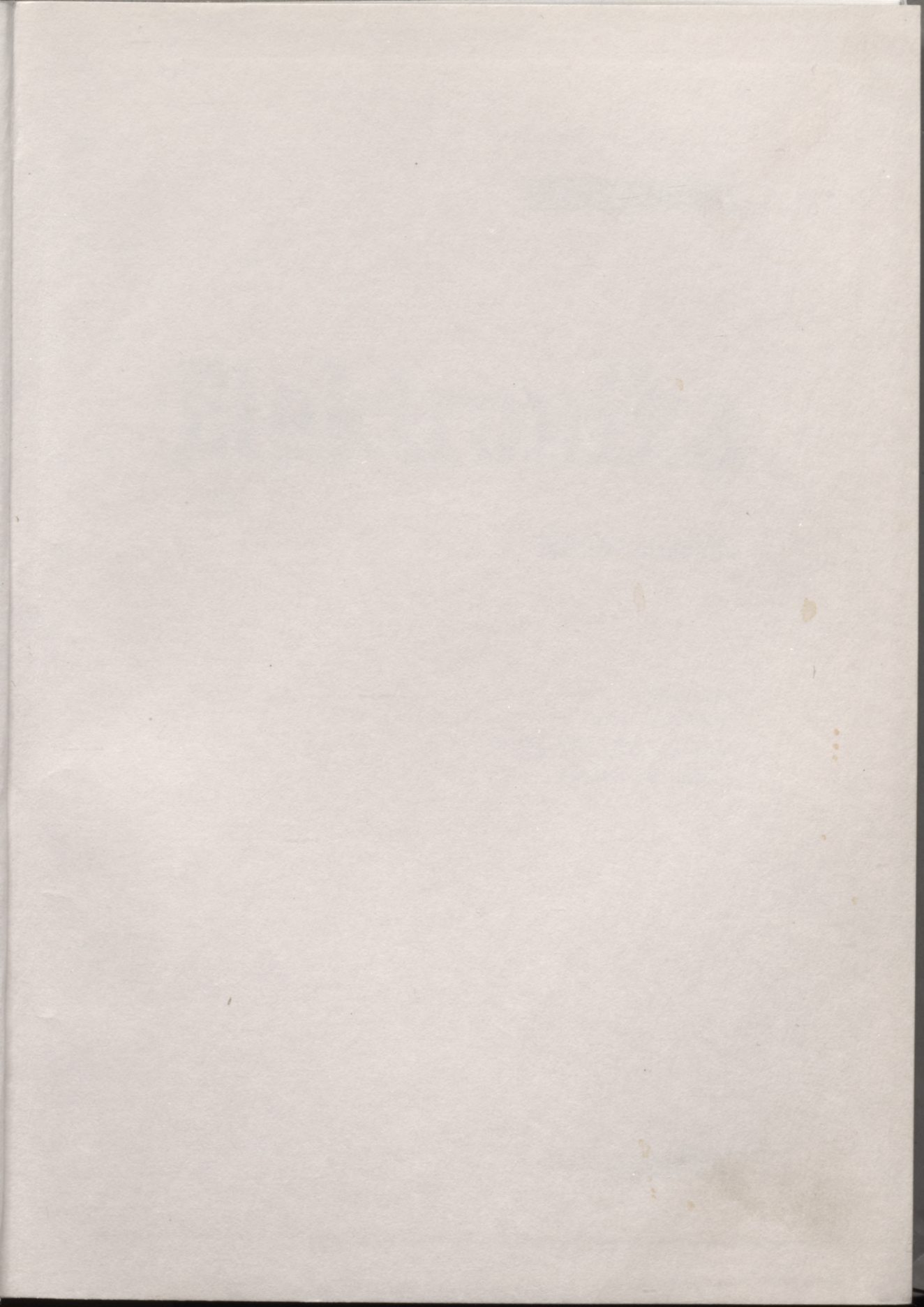
ULDIS GRUNTE

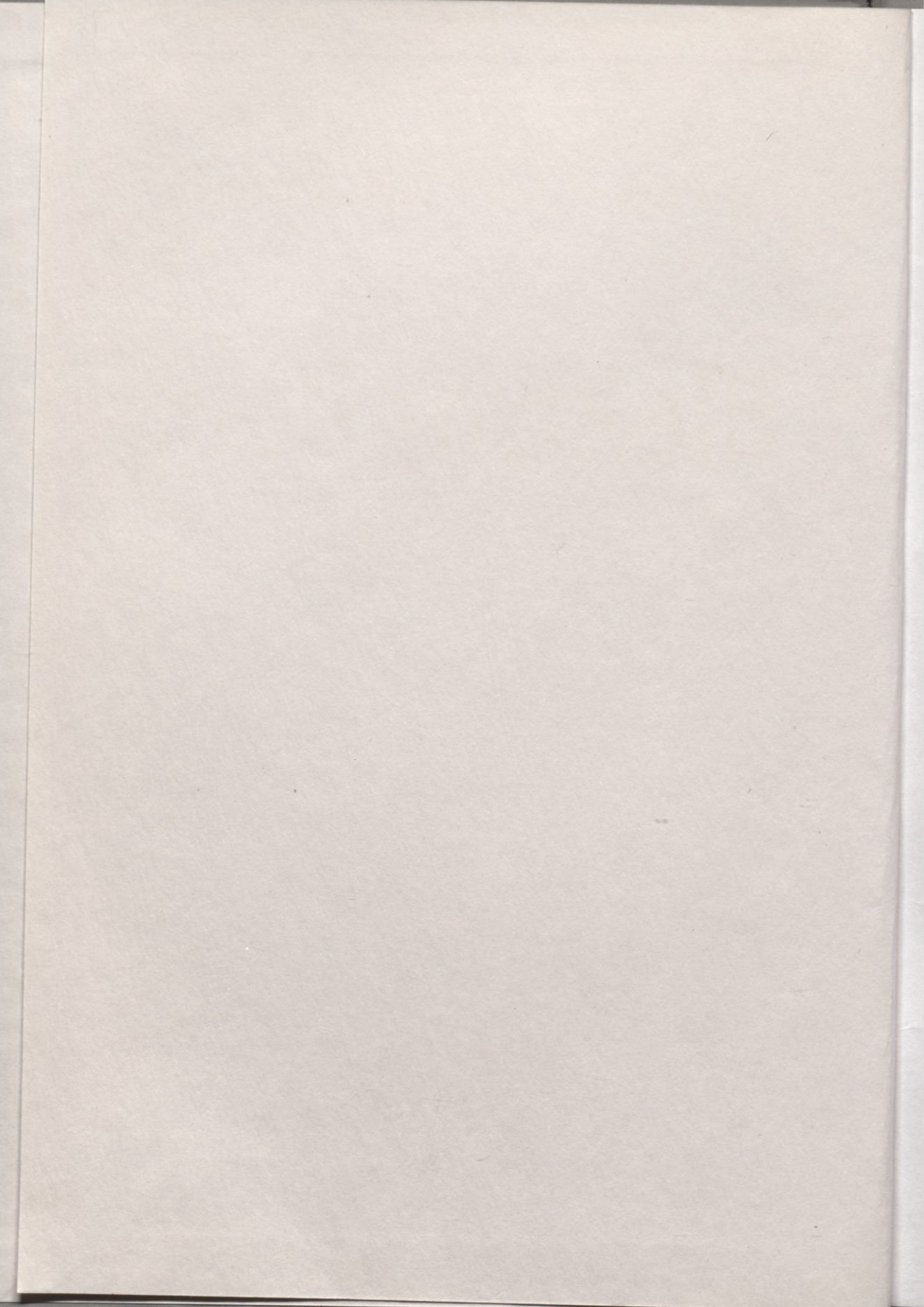
Elektronika



JUMAVA







L 2000-5
60

Latvijas Republikas
Izglītības un zinātnes ministrija
AKTĪVĀ

L
6

ULDIS GRUNTE

Elektronika

Mācību līdzeklis

Atļāvusi lietot
Latvijas Republikas
Izglītības un zinātnes ministrija
profesionālajai izglītībai

JUMAVA

Latvijas Nacionālā
BIBLIOTĒKA

~~2000-~~ 6.482
0300036526

UDK 621.3 (075.32)
Gr 906

Recenzents *Rihards Veiss*

Mākslinieks *Uldis Baltutis*

Mācību līdzeklis sagatavots izdošanai ar ES *PHARE* programmas «Profesionālās izglītības reforma Latvijā» finansiālu atbalstu

ISBN 9984 - 05 - 281 - 8

© Izdevums latviešu valodā,
Latvijas Republikas Izglītības un zinātnes
ministrija, apgāds «Jumava», 2000

SATURS

IEVADS	5
PIRMĀ DAĻA	9
1. Elektriskā strāva	10
2. Pamatjēdzieni	12
3. Mērinstrumenti	20
4. Drošība	25
5. Patērētāju slēgumu veidi	28
6. Kirhofa likumi	34
7. Pretestības	36
8. Akumulatori	40
OTRĀ DAĻA	45
9. Maiņstrāva	45
10. Elektriskais lauks. Kondensators	48
11. Magnētisms un magnētiskais lauks	52
12. Līdzstrāvas elektromotors	61
13. Elektromagnētiskā indukcija	65
14. Ģenerators	68
15. Strāvas taisngriešana	72
16. Transformators. Indukcijas spole	75
17. Startera sistēma	80
18. Aizdedzes sveces	82
19. Sadalitājs	88
20. Sprieguma regulators	92
21. p – n pāreja. Diode. Stabilitrone	97
22. Tranzistors	100
TREŠĀ DAĻA	104
23. Lādēšanas sistēma	104
24. Aizdedzes sistēma	110
25. Tiristors	120
26. Kondensatora izlādes aizdedzes sistēma	122

27. Daži devēji, ko izmanto bezpārtraucēja elektroniskajās aizdedzes sistēmās	126
28. Šmita trigeris	132
29. Aizdedzes leņķa kontrole	134
30. Aizdedzes sistēmas konstanta enerģija	139
31. Digitālā aizdedzes sistēma	141
32. Daži devēji automobiļu parametru noteikšanai un kontrolei	146
CETURTĀ DAĻA	154
33. Mērinstrumenti un signālierīces	154
34. Digitālie mērinstrumenti	161
35. Apgaismes sistēma	166
36. Virzienrādītājs	170
37. Stikla tīrītāji	178
38. Lauktranzistors	183
39. Degvielas padeves sistēma	184
40. Lambda zonde	188
41. Skaņas signāls	196
Skaidrojošā vārdnīca	201
Izmantotā literatūra	208

IEVADS

Mācību līdzekļa «Elektronika» manuskripta izstrādi finansējusi PHARE programma Profesionālās izglītības reformai.

Mācību līdzeklis veidots atbilstoši 2. kvalifikācijas līmeņa automehāniķa izglītības programmai.

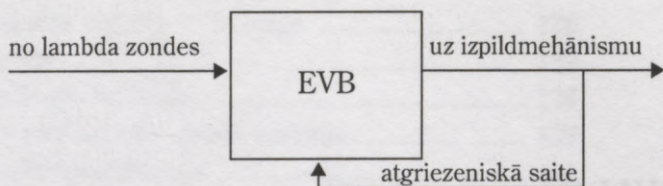


Kāpēc automehāniķim jāzina elektrotehnika un elektronika?

Šādu jautājumu droši vien uzdod ne viens vien no jauniešiem, kuri nolēmuši apgūt automehāniķa specialitāti. Pirms gadiem desmit šāds jautājums būtu pilnīgi pamatots un atbildei varētu tikai neizpratnē paraustīt plecus. Kāpēc šodien šāds jautājums vairs neizraisa neizpratni?

Pēdējo gadu laikā automobiļa uzbūve ir būtiski mainījusies. Protams, ir saglabājušies automobiļa galvenie mezgli: iekšdedzes dzinējs, pārnēsumu kārbā, barošanas iekārtas u.c. Saglabājušās arī šo mezglu funkcijas. Taču būtiski izmainījusies šo mezglu darbības kontrole un vadība. Jaunāko modeļu automobiļos to dara elektroniskais vadības bloks (turpmāk EVB). Minēsim tikai dažas no tām: bremžu darbība, sprieguma regulēšana, izplūdes gāzu analīze, signalizācija par visu sistēmu darbību un vēl daudzas citas.

EVB no automobiļa mezgliem saņem elektriskos signālus par šo mezglu darbību, apstrādā tos un elektrisko signālu veidā dod komandas atsevišķām ierīcēm (1. zīm.). Piemēram, lambda zonde – ierīce, kas tiek saukta par skābekļa devēju – atkarībā no izplūdes gāzu sastāva raida elektrisko signālu EVB, kas savukārt dod signālu izpildmehānismam degmaisījuma treknināšanai.



1. zīm.

Lai EVB «zinātu», kad jāpārtrauc degmaisījuma treklināšana, pastāv atgriezeniskā saite, kas EVB pievada informāciju par degmaisījuma sastāvu un salīdzina to ar ieprogrammēto parametru. Kad degmaisījuma sastāvs kļūst vienāds ar ieprogrammēto, EVB dod izpildmehānismam signālu pārtraukt degmaisījuma treklināšanu.

Automobilī grūti atrast ierīci, kas vairāk vai mazāk nebūtu saistīta ar elektrisko sistēmu. Tāpēc tagad varam atbildēt uz sākumā uzdoto jautājumu. Automehānikim elektrotehnika un elektronika ir jāzina, lai viņš spētu sekmīgi veikt automobiļa sistēmu un atsevišķu agregātu apkopi, noteikt bojājumus un novērst tos.

Kā lietot šo mācību līdzekli?

Šis mācību līdzeklis ir paredzēts topošajiem automehāniķiem, kuri pēc automehāniķu izglītības programmas apgūst mācību priekšmetu «Elektronika». Mācību līdzekli ir doti svarīgākie, mācību priekšmeta apgūšanai nepieciešamie dati, skaidrojumi, definīcijas un formulas. Teorijas apguvi atvieglo konkrēti piemēri par automobiļa elektrosistēmas ierīču darbību, ekspluatāciju un remontu. Tādā veidā autors ir centies radīt audzēkņos motivējumu katras tēmas apgūšanai.

Mācību līdzeklis sastāv no četrām daļām. Katra daļa atbilst viena mācību semestra mācību priekšmeta programmā paredzētajai vielai. Tātad viss mācību līdzeklis aptver mācību programmu pirmajiem diviem gadiem.

Katra mācību līdzekļa lappuse ir sadalīta divās daļās. Labajā, platākajā daļā ir izklāstīta teorija, doti definējumi un skaidrojumi, kā arī uzdevumu risināšanas piemēri. Šajā daļā ir arī zīmējumi, kas paskaidro tekstu.

Lappuses kreisajā daļā sniegta informācija, kas nav mācību priekšmeta programmā, bet ir noderīga padziļinātai mācību priekšmeta apguvei. Šo informāciju jūs atradīsiet zem zīmes □.

Katra nodaļa beidzas ar jautājumiem un uzdevumiem pašpārbaudei. Atbildot uz šiem jautājumiem un atrisinot šeit dotos uzdevumus, jūs varēsiet pārlicināties, vai esat sekmīgi apguvis nodaļā izklāstīto vielu. Šos uzdevumus skolotājs var izmantot arī kontroldarbos, lai varētu spriest par semestra laikā mācītās vielas apgūšanu.

Kreisās puses brīvos laukumus mācību laikā varat izmantot piezīmēm, norādēm un paskaidrojumiem.

Mācību līdzekļa beigās atrodas skaidrojošā vārdnīca, kurā jūs varēsiet atrast jēdzienu un terminu skaidrojumu. Tas ļaus ātri noskaidrot nezināmos vai aizmirstos jautājumus, nešķirstot visu mācību līdzekli.

Leopoldo Kravitz, el más conocido de los
médicos argentinos, que se dedicó a la
cirugía plástica y a la dermatología.

En la época de la dictadura de Perón,
Kravitz fue uno de los médicos que
se opusieron a la política de
reclusión de los intelectuales.

Después de la caída de Perón,
Kravitz se dedicó a la enseñanza
y a la investigación en el campo
de la cirugía plástica.

En 1977, Kravitz fue uno de los
médicos que denunciaron la
política de "desaparecidos".

En 1982, Kravitz fue uno de los
médicos que denunciaron la
política de "desaparecidos".

El doctor Kravitz

El doctor Kravitz fue uno de los
médicos que denunciaron la
política de "desaparecidos".

En 1977, Kravitz fue uno de los
médicos que denunciaron la
política de "desaparecidos".

En 1982, Kravitz fue uno de los
médicos que denunciaron la
política de "desaparecidos".

En 1987, Kravitz fue uno de los
médicos que denunciaron la
política de "desaparecidos".

PIRMĀ DAĻA

Pēc 1. daļas apgūšanas jūs:

zināsiet: elektrotehnikas pamatlielumus – spriegumu, strāvas stiprumu, pretestību; šo lielumu mērvienības; pamatjēdzienus par elektriskajām shēmām; dažādu elementu un elektrisko ierīču grafiskos un burtu apzīmējumus; elektrotehnikas pamatlikumus – Oma, Kirhofa; jēdzienus par magnētismu un magnētisko lauku; akumulatora uzbūvi, darbības principu un lietojumu; elektriskās strāvas un sprieguma ietekmi uz cilvēka organismu un paņēmienus, kā no tās izsargāties;

prātsiet: izmērīt spriegumu, strāvas stiprumu, pretestību; atšķirt pretestību virknes, paralēlo un jaukto slēgumu; lietot Oma un Kirhofa likumu vienkāršu uzdevumu risināšanā; izmērīt akumulatora sekciju un baterijas spriegumu gan ar voltmetru, gan slodzes dakšu.



1. Elektriskā strāva

Lai izprastu jēdzienu «elektriskā strāva», vispirms ir jābūt priekšstatam par vielas uzbūvi.

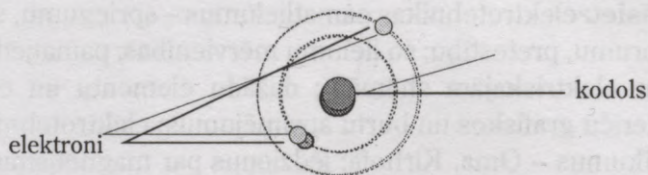
Visas vielas sastāv no sīkām, ar neapbruņotu aci nesaskatāmām daļiņām – molekulām un atomiem. **Molekula ir vielas vismazākā daļiņa, kas saglabā visas vielas ķīmiskās īpašības.**

Molekulas sastāv no atomiem. Tulkojumā no grieķu valodas atoms nozīmē «nedalāms». Šāds uzskats pastāvēja līdz 19. gs. beigām, kad zinātnieki atklāja, ka atoms sastāv no vēl sīkākām daļiņām – elektroniem, protoniem un neitroniem.

Atoma centrā ir kodols, kas sastāv no pozitīvi lādētām daļiņām – protoniem – un elektriski neitrālām daļiņām – neitroniem (2. zīm.).



Ja atomu palielinātu 10^{14} reizes, tad protoni būtu ābola, bet elektroni futbola bumbas lielumā. Attālums starp kodolu un tuvāko elektronu būtu 5 kilometri.



2. zīm.

Ap kodolu līdzīgi kā planētas ap Sauli, riņķo negatīvi lādētas daļiņas – elektroni. Normālā stāvoklī elektronu skaits ir vienāds ar protonu skaitu kodolā. Tas nozīmē, ka atoms normālā (neierosinātā) stāvoklī ir elektriski neitrāls, t.i., tā kopējais elektriskais lādiņš ir vienāds ar nulli.

Orbītas, pa kurām elektroni riņķo ap atoma kodolu, atrodas dažādos attālos no kodola – dažādos enerģētiskajos līmeņos. Jo tālāk elektrona orbīta atrodas no kodola, jo mazāks ir kodola pievilkšanas spēks un vieglāk elektronu atraut no atoma. Pastāv dažādas iespējas elektronu atraut no atoma – berze, siltums, gaisma, elektriskais lauks u.c. Atomu, kas zaudējis vienu vai vairākus elektronus, sauc par pozitīvu jonu. Šādā atomā pozitīvi lādētās daļiņas – protoni – ir lielākā skaitā nekā negatīvi lādētās daļiņas – elektroni. Atomu, kas ieguvjis kādu «lieku» elektronu, sauc par negatīvu jonu. Šādā atomā elektronu ir vairāk nekā protonu.

Elektronus, kuri ir pametuši savas «dzimtās mājas», bet nav «atraduši» jaunas mājas, sauc par brīviem elektroniem. Ir materiāli, kuri pat bez ārējas iedarbības satur lielu skaitu brīvo elektronu. Šādus materiālus sauc par vadītājiem. Automašīna elektrosistēmā kā vadītāju visbiežāk izmanto varu.

Ja vadītāju pieslēdz sprieguma avotam – akumulatoru baterijai vai ģeneratoram –, tad uz brīvajiem elektroniem sāk darboties elektriskie spēki. Šo spēku iedarbībā elektroni pārvietojas no sprieguma avota negatīvā pola uz pozitīvo, jo, kā zināms, vienādas zīmes lādiņi atgrūžas, bet pretējas zīmes lādiņi pievelkas. Šādā gadījumā sakām, ka vadītājā plūst elektriskā strāva.

Šķidrumu un gāzu atomi ir kustīgāki par saviem «brāļiem» cietās vielās. Tos ir vieglāk atraut citu no cita, jo starpmolekulārie spēki šķidrumsos un gāzēs ir vājāki nekā cietās vielās. Tāpēc, lai plūstu elektriskā strāva, šķidrumsos un gāzēs nav nepieciešami brīvie elektroni. Šajās vielās par elektriskā lādiņa nesējiem kalpo pozitīvie un negatīvie joni.

Cietās vielās, kurās nav brīvo elektronu, nav elektriskā lādiņa nesēju, un tāpēc tajās elektriskā strāva neplūst. Šādas vielas sauc par izolatoriem jeb dielektriķiem. No šādām vielām izgatavo izolācijas materiālus – lakas, polivinilhlorīdu, tekstolītu, getinaksu, porcelānu utt. Taču noteiktos apstākļos vielu dielektriskās īpašības var samazināties vai pat izzust pavisam. Piemēram, ja paaugstinās temperatūra, lakas var kļūt par samērā labiem vadītājiem un tās nevar izmantot par izolācijas materiāliem. Šis apstāklis ir jāņem vērā, strādājot un apkalpojot automašīna elektrosistēmu. Nedrīkst pieļaut elektrisko vadu izolācijas pieskaršanos pie karstām automašīnas daļām – cilindriem, radiatoram u.c.

Materiāli var zaudēt savas dielektriskās īpašības arī spēcīga elektriskā lauka, mitruma un citu ārēju iedarbību rezultātā. Tas attiecas pat uz tādiem dielektriķiem kā stikls, gumija un keramika.

Apkopojot iepriekš teikto, varam definēt elektriskās strāvas jēdzienu: **par elektrisko strāvu sauc lādētu daļiņu orientētu plūsmu.**

Pārvietojot elektriskos lādiņus, tiek veikts darbs. Spēku, kura iedarbībā elektriskie lādiņi pārvietojas vadītājā, sauc par **elektrodzinējspēku (EDS)**. Elektrotehnikā EDS mēra voltos (V).



Stingri ņemot, neliela elektriskā strāva plūst arī dielektriķi. Tikai šīs strāvas stiprums ir nesalīdzināmi mazāks par strāvas stiprumu vadītājā tādos pašos apstākļos.



Sprieguma avotā notiek ķīmiskās (akumulatorā) vai mehāniskās (ģeneratorā) enerģijas pārvēršanās elektriskajā enerģijā.

Jautājumi pašpārbaudei

1. Par ko pārvērtīsies cinka atoms, ja tas zaudēs vienu elektronu?
2. No cik atomiem sastāv ūdens molekula?
3. Ar ko atšķiras elektriskā strāva vara vadā no elektriskās strāvas akumulatora elektrolītā?
4. Kas liek elektriskajiem lādiņiem pārvietoties, radot elektrisko strāvu?
5. Kādus materiālus sauc par vadītājiem?
6. Kādus materiālus sauc par izolatoriem jeb dielektriķiem?
7. Kad molekula kļūst par pozitīvo un kad par negatīvo jonu?
8. Kur un kāpēc praksē izmanto dielektriķus?
9. Izmantojot fizikā zināmo enerģijas nezūdamības likumu, paskaidrojiet, kā elektriskās strāvas avotā rodas elektriskā enerģija!
10. Kas ir elektriskā strāva?
11. Kādos apstākļos dielektriķis var zaudēt savas dielektriskās īpašības?
12. Kā pārvietojas elektrisko strāvu veidojošie elektroni?

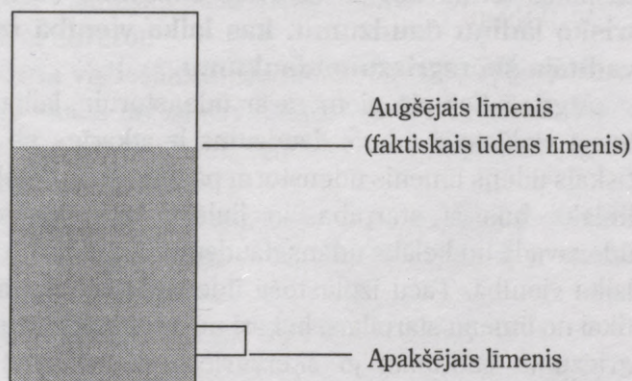


2. Pamatjēdzieni

Elektrotehnikā un elektronikā galvenie lielumi ir «spriegums», «strāvas stiprums» un «pretestība». Lai izprastu procesus, kas noris elektriskajās ķēdēs, ļoti svarīgi zināt šo trīs galveno pamatjēdzienų būtību.

Spriegums un strāvas stiprums

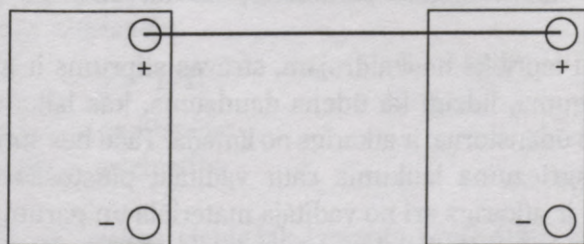
Lai vieglāk izprastu jēdzienus «spriegums» un «strāvas stiprums», apskatīsim ūdenstorni darbību (3. zīm.).



3. zīm.

Ūdens no torņa tek tikai tad, kad faktiskais ūdens līmenis ir virs izplūdes caurules, t.i., virs apakšējā līmeņa. Citiem vārdiem sakot, ir līmeņu starpība. Ja ūdens līmenis ūdenstornī nokritas līdz apakšējam līmenim, ūdens no torņa vairs netek.

Elektrotehnikā ūdens līmeņu starpībai analogs jēdziens ir spriegums. Elektriskā strāva vadītājā plūst tikai tad, kad vadītājam ir pieslēgts spriegums. Piemēram, savienojot ar vadu divu vienādu akumulatoru bateriju vienādas polaritātes izvadus (4. zīm.), strāva neplūst, jo nav sprieguma starp šiem izvadiem (piemērā ar ūdenstorni – līmeņu starpības).



4. zīm.

Tā tad spriegumu var salīdzināt ar ūdens līmeņu starpību, bet kas tādā gadījumā ir strāvas stiprums? Strāvas stiprumu varam salīdzināt ar ūdens daudzumu, kas laika vienībā izplūst caur ūdensvada caurules šķērs griezumu. Lietojot elektrotehnikas terminoloģiju, **strāvas stiprums raksturo elektrisko lādiņu daudzumu, kas laika vienībā izplūst caur vadītāja šķērs griezuma laukumu.**

Atgriezoties pie piemēra ar ūdenstorni: laika vienībā no torņa izplūstošā ūdens daudzums ir atkarīgs no tā, cik faktiskais ūdens līmenis ūdenstornī pārsniedz apakšējo līmeni. Jo lielāka būs šī starpība, jo lielāks būs ūdens spiediens ūdensvadā un lielāks ūdens daudzums izplūdis no ūdenstornā laika vienībā. Taču izplūstošā ūdens daudzums nav atkarīgs tikai no līmeņu starpības, bet arī no ūdensvada caurules šķērs griezuma laukuma: jo šķērs griezuma laukums lielāks, jo lielāks ūdens daudzums izplūst laika vienībā.

Lai gan elektriskie lādiņi – elektroni – pārvietojas no strāvas avota negatīvā pola uz pozitīvo, praksē ir pieņemts par strāvas virzienu uzskatīt virzienu no pozitīvā pola uz negatīvo. Par iemeslu tam varētu būt tā pati līdzība ar ūdenstorni – ūdens plūst no augstāka līmeņa (+) uz zemāku līmeni (-).

Pretestība

Esam nonākuši līdz elektrotehnikas jēdzienam «pretestība». Līdzīgi kā tas ir ar ūdeni arī caur vadītāju ar lielāku šķērs griezuma laukumu plūdis lielāka strāva nekā caur vadītāju ar mazāku šķērs griezuma laukumu. Taču vadītāja šķērs griezuma laukums nav vienīgais parametrs, no kā atkarīgs strāvas stiprums.

Kā jau iepriekš noskaidrojām, strāvas stiprums ir atkarīgs no sprieguma, līdzīgi kā ūdens daudzums, kas laika vienībā izplūst no ūdenstornā, ir atkarīgs no līmeņa. Taču bez sprieguma un šķērs griezuma laukuma caur vadītāju plūstošās strāvas stiprums ir atkarīgs arī no vadītāja materiāla un garuma.

Atcerēsimies, ka elektriskā strāva vadītājos ir orientēta elektronu plūsma. Atcerēsimies, ka vadītāja viela sastāv no atomiem. Tā tad elektronam savā ceļā no sprieguma avota negatīvā pola uz pozitīvo polu jāsastopas ar citiem atomiem. Šādu

sadursmju rezultātā elektrons daļu savas enerģijas atdod atomam. Vielas iekšējā enerģija palielinās, un paaugstinās vadītāja temperatūra. Šī enerģijas starpība jāsedz sprieguma avotam – tā rodas enerģijas zudumi. Jāpiebilst, ka enerģijas zudumi, strāvai plūstot vadītājā, rodas vienmēr, kaut arī ne vienmēr varam tos tieši novērot.

Atomi, vārda vistiešākajā nozīmē, rada pretestību elektroņiem. Atomu skaits un izmēri dažādās vielās ir dažādi, tāpēc dažādām vielām ar vienādiem pārējiem nosacījumiem ir dažāda elektriskā pretestība.

Tagad vajadzētu būt saprotamam, kāpēc vadītāja pretestība ir atkarīga arī no tā garuma – jo garāks vadītājs, jo vairāk sadursmju būs elektrona ceļā.

Matemātiski iepriekš teikto var izteikt ar formulu:

$$R = \rho l / S, \quad (2-1)$$

- kur R – vadītāja pretestība;
 r – materiāla īpatnējā pretestība;
 l – vadītāja garums;
 S – vadītāja šķērsriezuma laukums.

Pretestības mērvienība ir **oms** (Ω). Formulā (2-1) vadītāja garumu l mēra **metros** (m), bet šķērsriezuma laukumu **kvadrātmilimetros** (mm^2). Vadītāja materiāla īpatnējā pretestība ir $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$, un to var atrast tabulās.

Vadītspēja

Vadītāja pretestībai apgriezto lielumu sauc par vielas vai materiāla vadītspēju.

$$\gamma = 1/R, \quad (2-2),$$

- kur γ – vadītspēja;
 R – pretestība.

Kaut arī praksē visbiežāk izmanto pretestību, vadītspējas jēdzienu ir izdevīgi izmantot, runājot par elektroenerģijas patērētāju paralēlo slēgumu (sk. 5.nodaļu).



Pēc sadursmes ar citiem atomiem elektrons nesaglabā iepriekšējo kustības virzienu. Tādā veidā elektrona orientētā kustība (elektriskā strāva) pārvēršas haotiskā kustībā (siltumā).



Dažādu vadītāju materiālu pretestības ir atšķirīgas. Pat salīdzinot tāda laba vadītāja kā sudraba pretestību ar nihroma (niķeļa un vara sakausējums, ko izmanto pretestību izgatavošanai) pretestību, redzam, ka tā ir tikai simt reižu mazāka. Savukārt cieta vadītāja pretestība ir simtiem tūkstošu reižu mazāka par elektrolīta pretestību.

Oma likums

Iepriekš jau tika teikts, ka strāvas stiprums vadītājā ir atkarīgs no sprieguma un no vadītāja pretestības. Šo sakarību izsaka **Oma likums** – viens no elektrotehnikas un elektronikas pamatlikumiem.

Strāvas stiprums vadītājā ir tieši proporcionāls spriegumam uz vadītāja galiem un apgriezti proporcionāls vadītāja pretestībai.

Matemātiski Oma likums izskatās šādi:

$$I = U / R, \quad (2-3)$$

kur I – strāvas stiprums;

U – spriegums;

R – vadītāja pretestība.

Šādā formā izteikts, tas ir Oma likums ķēdes posmam, jo netiek ņemts vērā sprieguma avota elektrodzinēj spēks (EDS).

Mērvienības

Strāvas stiprumu mēra ampēros (A), bet spriegumu volts (V). Bez šīm mērvienībām praksē plaši izmanto arī citas mērvienības:

1 kilovolts (kV) = 10^3 volti;

1 milivolts (mV) = 10^{-3} volti;

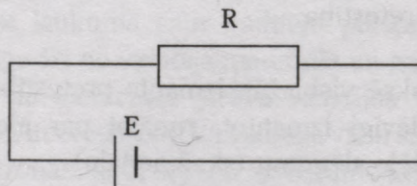
1 miliampērs (mA) = 10^{-3} ampēri;

1 kiloohms (kΩ) = 10^3 omi;

1 megaohms (MΩ) = 10^6 omi u.tml.

Uzdevuma risināšanas piemēri

Dota elektriskā shēma (pievērsiet uzmanību grafiskajiem apzīmējumiem!).



5. zīm.

1. Pretestība $R = 10 \Omega$, strāvas stiprums ķēdē $I = 1,2 \text{ A}$.
Aprēķināt spriegumu uz pretestības galiem.

Risinājums: no formulas (2-2) izsaka U :

$$U = I R$$

Skaitliski: $U = 1,2 \times 10 = 12 \text{ V}$.

2. Kādam jābūt spriegumam uz pretestības galiem, lai strāvas stiprums kļūtu divas reizes lielāks (sk. 5. zīm.)?

Risinājums: strāvas stiprumam I jābūt $2 \times 1,2 = 2,4 \text{ A}$.

Aprēķinām spriegumu uz pretestības galiem:

$$U = I \times R;$$

$$U = 2,4 \times 10 = 24 \text{ V}.$$

Salīdzināsim 1.piemērā iegūto rezultātu ar 2.piemērā iegūto rezultātu. Redzam, ka 2.piemērā spriegums ir divas reizes lielāks nekā pirmajā piemērā. Varam secināt, ka, lai divas reizes palielinātu elektriskās strāvas stiprumu caur nemainīgu pretestību, divas reizes ir jāpalielina spriegums. Vai arī: divas reizes palielinot spriegumu uz pretestības galiem, strāvas stiprums arī palielināsies divas reizes.

5. zīmējumā parādītajā shēmā pretestību R samazināsim divas reizes: $R = 5 \Omega$. Aprēķināt strāvas stiprumu, ja spriegums uz pretestības galiem ir tāds pats kā pirmajā piemērā $U = 12 \text{ V}$.

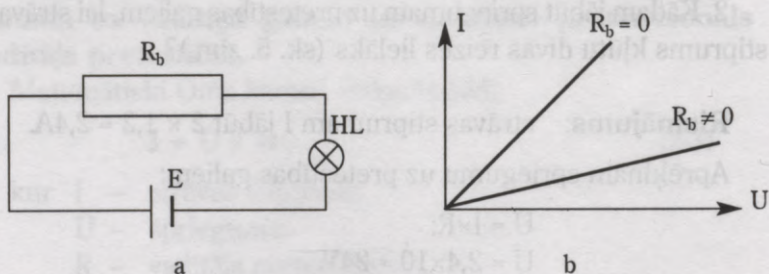
Risinājums: pēc Oma likuma, $I = U/R$, tātad

$$I = 12/5 = 2,4 \text{ A}.$$

Salīdzināsim iegūto strāvas stiprumu ar pirmajā piemērā iegūto rezultātu. Redzam, ka, pretestībai samazinoties divas reizes, strāvas stiprums caur šo pretestību arī palielinās divas reizes. Šādu sakarību, kad, palielinot vai samazinot kādu lielumu noteiktu reižu skaitu, tikpat reižu palielinās vai samazinās ar to saistītais lielums, sauc par tiešo proporcionalitāti starp šiem lielumiem. Šīnī gadījumā strāvas stiprums ir tieši proporcionalā spriegumam.

Balasta pretestība

Praksē bieži ir nepieciešams mainīt spriegumu, lai iegūtu dažādus strāvas stiprumus. Lai regulēšanas procesu varētu veikt vienmērīgāk un precīzāk, ķēdē ieslēdz tā saucamo balasta pretestību (6. zīm. a). Šī procesa būtība redzama 6. zīm. b.



6. zīm.

Ja balasta pretestība R_b nav ieslēgta ķēdē ($R_b = 0$), tad, mainot spriegumu, strāvas stiprums caur lampu HL mainās straujāk nekā tad, kad balasta pretestība ieslēgta ($R_b \neq 0$). Tāpēc arī tāds nosaukums: balasta pretestība.



Holandiešu zinātnieks Kammerlings-Onness (1853–1926) veica eksperimentu: noslēgtu metāla gredzenu – supravadītāju – ievietoja pastāvīgā magnētiskā laukā. Izslēdzot magnētisko lauku, vadītājā parādījās elektriskā strāva, kura neizzuda 4 (!) diennaktis. Protams, visu šo laiku gredzens atradās -266°C temperatūrā.

Supravadītspēja

Ļoti zemā temperatūrā var novērot interesantu parādību – metālu pretestība strauji samazinās un praktiski kļūst vienāda ar nulli. Šo parādību sauc par metālu supravadītspēju. Temperatūra, kurā var novērot supravadītspēju, ir tuva absolūtajai nullei -273°C . Piemēram, svinam šī temperatūra ir -266°C , bet dzīvsudrabam -269°C .

Jau iepriekš runājām, ka, lai uzturētu orientētu elektronu kustību, nepieciešams, lai vadītājā darbotos EDS. Pretējā gadījumā elektronu orientētā kustība kļūst haotiska un elektriskā strāva vadītājā pārstās plūst. Tas nozīmē, ka, ja praktiski izdotos izmantot supravadītspēju elektroenerģijas pārvadīšanai, tad enerģijas zudumi samazinātos gandrīz līdz nullei. Ja vadītāja pretestība ir vienāda ar nulli, tad nav vajadzīgs EDS un nebūtu vajadzīgs arī elektroenerģijas avots. Būtu nepieciešams tikai «iekustināt» elektronus, uz brīdi pievadot

sprieguma impulsu. Tālāk elektroni pa elektrisko ķēdi pārvietotos bez ārējā spēka – EDS iedarbības.

Kad ķēdē plūst elektriskā strāva?

Tātad, pirmkārt, lai ķēdē plūstu elektriskā strāva, nepieciešams, lai ķēdē darbotos EDS. Savukārt EDS rada sprieguma avots. Tāpēc varam teikt, ka pirmais nepieciešamais nosacījums ir spriegums elektriskajā ķēdē.

Otrkārt, ja atceramies, ka elektriskie lādiņi plūst no sprieguma avota negatīvā pola pa vadiem cauri elektroenerģijas patērētājiem uz sprieguma avota pozitīvo polu, tad varam secināt: lai plūstu elektriskā strāva, nepieciešama noslēgta elektriskā ķēde.

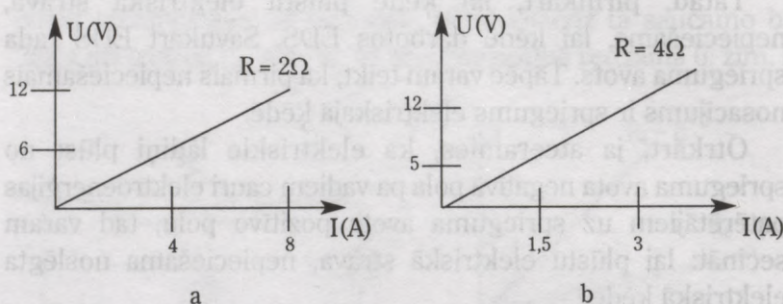
Apvienojot abus iepriekšējos secinājumus, varam teikt, ka, **lai ķēdē plūstu elektriskā strāva, nepieciešams, lai ķēdē būtu spriegums un ķēde būtu noslēgta.**

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Spuldze ar pretestību $R = 100\Omega$ ir pieslēgta 12V akumulatora baterijai. Kāda strāva plūst caur spuldzi? Uzzīmējiet elektrisko shēmu un norādiet strāvas plūšanas virzienu!
2. Tā pati spuldze pieslēgta 6V akumulatora baterijai. Kāda strāva tagad plūst caur spuldzi?
3. Starteris pieslēgts 12V spriegumam. Startera tinuma pretestība ir $0,001\Omega$. Kāda strāva plūst caur startera tinumiem?
4. Pretestība tiek trīskāršota pie nemainīga sprieguma. Kas notiek ar strāvas stiprumu? Izmantojot pretestības $R_1 = 4\Omega$ un $R_2 = 12\Omega$, uzzīmējiet grafiskās sakarības starp strāvas stiprumu un spriegumu!
5. Kāda pretestība ir jāieslēdz ķēdē ar sprieguma avotu $U = 12V$, lai strāvas stiprums nepārsniegtu $250mA$?
6. Kas ir elektriskās strāvas stiprums vadītājā?
7. Izskaidrojiet jēdzienu «spriegums»!
8. Kas rada zudumus elektriskajā ķēdē?
9. Kas ir supravadītspēja un kad to var novērot?
10. Kas ir vadītspēja? Salīdziniet vadītāju un dielektriķu vadītspēju un pretestību!



11. Definējiet Oma likumu ķēdes posmam!
 12. Kura no dotajām grafiskajām sakarībām (7. zīm.) ir pareiza?



7. zīm.

3. Mērinstrumenti



Elektriskos lielumus – spriegumu, strāvas stiprumu un pretestību – var izmērīt ar mērinstrumentiem, kuru nosaukumi jau paši pasaka, kādam mērķim tie domāti: voltmetrs – mēra spriegumu (voltus), ampērmetrs – mēra strāvas stiprumu (ampērus), ommetrs – mēra pretestību (omus).

Veicot elektrisko lielumu mērījumus, nepieciešams, lai mērīšanas process neietekmētu mērāmā lieluma vērtību. Tas nozīmē, ka voltmetra ieslēgšana shēmā nedrīkst mainīt mērāmā sprieguma lielumu, ampērmetra ieslēgšana – mērāmā strāvas stipruma lielumu utt. Tātad – voltmetram jābūt ar lielu iekšējo pretestību, bet ampērmetram ar mazu iekšējo pretestību. Tas nosaka šo mērinstrumentu ieslēgšanu shēmā.

Voltmetru slēdz paralēli patērētājam vai ķēdes posmam, uz kura galiem mēra spriegumu, bet ampērmetru virknē.

Kā voltmetra, tā ampērmetra grafiskais apzīmējums ir aplītis. Burtu apzīmējums ir burts P, kas norāda uz to, ka tas ir mērinstruments, un burts, kas norāda elektrisko lielumu, ko mēra mērinstruments. Piemēram: PA – ampērmetrs, PV – voltmetrs, PW – vatmetrs.

Pretestības mērīšanai izmanto, kā jau tika teikts, ommetru. Tas ir mērinstruments, kuram ir pašam savs sprieguma avots, tāpēc pretestību atšķirībā no sprieguma vai strāvas stipruma, mēra bez sprieguma avota ķēdē. Izolācijas pretestības

mērīšanai lieto megaommetru – mērinstrumentu, kura skala graduēta kiloomos un/vai megaomos.

Praksē plaši izmanto kombinēto mērinstrumentu – testerī, ar kuru var izmērīt gan spriegumu, gan strāvas stiprumu, gan pretestību. Protams, strādājot ar testerī, jāievēro visi mērinstrumentu ieslēgšanas noteikumi: mērot strāvas stiprumu, testeris jāslēdz virknē; mērot spriegumu, testeris jāslēdz paralēli un, mērot pretestību, jāraugās, lai mērāmā ķēdē nebūtu sprieguma avota, jo testerim pretestības mērīšanai ir savs sprieguma avots.

Mērījuma rezultāta nolasīšana. Skalas iedaļas vērtība

Ja elektriskā lieluma mērīšanai tiek izmantots digitālais jeb ciparu mērinstruments, tad rezultāta nolasīšana grūtības nesagādā. Toties ja tiek izmantots elektromagnētiskais mērinstruments, tad ļoti svarīgi ir pareizi nolasīt mērāmā lieluma skaitlisko vērtību.

Piemēram: mērot strāvas stiprumu, ampērmetra bultiņa apstājas starp iedaļām 4 un 5 ampēri (8. zīm.).



8. zīm.

Lai noteiktu strāvas stiprumu, ko rāda ampērmetrs, vispirms ir jāaprēķina skalas iedaļas vērtība. Lai to izdarītu, no lielākās iedaļas vērtības jāatņem mazākā vērtība: šajā gadījumā $5 - 4 = 1$. Tagad, lai noteiktu iedaļas vērtību, iegūtā starpība jādala ar iedaļu skaitu, kas ir starp šīm divām vērtībām: $1 : 5 = 0,2$ A. Tātad ampērmetra vienas iedaļas vērtība ir 0,2 ampēri. Tā kā ampērmetra bultiņa ir apstājusies 3 iedaļas aiz iedaļas ar vērtību 4A, tad mērāmās strāvas stiprums ir $4 + 3 \times 0,2 = 4,6$ A.

Iedaļas vērtību var aprēķināt pēc matemātiskas formulas:

$$V = (L - M) / N, \quad (3-1)$$

kur V – iedaļas vērtība;



Lai izmēritu lielumu, kura vērtība ir lielāka par mērāpārā diapazonu, izmanto šuntus un papildu pretestības. Šuntus izmanto ampermetru mērījuma diapazona palielināšanai, bet papildu pretestību – voltmetra mērījuma diapazona palielināšanai.

- L – bultiņai tuvākā lielākā atzīme;
- M – bultiņai tuvākā mazākā atzīme;
- N – iedaļu skaits starp bultiņai tuvāko lielāko un mazāko atzīmi.

Mērījumu diapazons

Veicot elektrisko lielumu mērījumus, obligāti jāievēro, ka katram mērinstrumentam ir noteikts mērīšanas diapazons, t.i., maksimālā mērāmā lieluma vērtība, ko var mērīt ar šo mērinstrumentu. Mērīšanas diapazonu visbiežāk var noteikt pēc skaitļa uz mērinstrumenta skalas. Dažiem mērinstrumentiem ir mērīšanas diapazonu pārslēgs. Tādā gadījumā šī pārslēga stāvoklis norāda vai nu koeficientu, ar kuru jāreizina skalas vērtība, vai arī skaitli, kas tieši norāda mērījumu diapazonu.

Mērījumu diapazona neatbilstība mērāmajam lielumam var būt par cēloni mērījuma neprecizitātei (ja diapazons ir pārāk liels) vai mērinstrumenta bojājumam (ja diapazons ir pārāk mazs).

Mērinstrumentu precizitātes klase

Par mērījuma **absolūto kļūdu** sauc starpību starp mērāmā lieluma izmērīto vērtību un šī lieluma patieso vērtību:

$$\Delta = A_1 - A, \quad (3-2)$$

- kur Δ – absolūtā kļūda;
- A_1 – izmērītā vērtība;
- A – faktiskā vērtība.

Par mērījuma **relatīvo kļūdu** sauc absolūtās kļūdas attiecību pret mērāmā lieluma patieso vērtību procentos:

$$\delta = 100\% \times \Delta/A, \quad (3-3)$$

- kur δ – relatīvā kļūda.

Mērinstrumentu **precizitātes klase** rāda mērījuma maksimālo relatīvo kļūdu un ir norādīta uz mērinstrumenta skalas:

$$\gamma = 100\% \times \Delta/A_{\max}, \quad (3-4)$$

- kur γ – precizitātes klase;
- A_{\max} – mērinstrumenta mērīšanas diapazons.

Piemēram, ja ampērmetra precizitātes klase ir 1,5, tad tas nozīmē, ka maksimālā relatīvā kļūda ir 1,5%. Ja ampērmetra mērīšanas diapazons ir 15A, tad mērinstrumenta absolūtā kļūda $\Delta = A_{\max} g/100 = 15 \times 1,5/100 = 0,225A$. Ja ampērmetra bultiņa rāda 12,5A, tad tas nozīmē, ka mērījuma rezultāts ir robežās no $12,5 - 0,225 = 12,275A$ līdz $12,5 + 0,225 = 12,725A$.

Ir šādas elektrisko mērinstrumentu precizitātes klases: 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 1,5 un 2,5. Mērinstrumentus ar precizitātes klasi no 0,05 līdz 0,2 izmanto laboratorijas mērījumiem un zemāku precizitātes klašu mērinstrumentu pārbaudēm. Mērinstrumentus ar precizitātes klasi no 0,5 līdz 2,5 izmanto tehniskajiem mērījumiem. Mērinstrumenta precizitātes klase ļauj jau iepriekš noteikt iespējamo kļūdu, kas radīsies, mērot ar šo instrumentu.



Šeit jāuzsver, ka mērījuma relatīvā kļūda ir atkarīga no mērinstrumenta skalas daļas, kas izmantota mērījumā. Piemēram, ja ar iepriekš minēto ampērmetru izmēram strāvas stiprumu 10A, tad relatīvā kļūda nepārsniedz $\delta = 100\% \times 0,225/10 = 2,25\%$. Ja mēram strāvas stiprumu 1A, tad relatīvā kļūda nepārsniedz $\delta = 100\% \times 0,225/1 = 22,5\%$. No šī piemēra redzams, **ka precīzāku mērāmā lieluma vērtību varam iegūt, ja mērīšanu izdarām mērinstrumenta skalas otrajā pusē.** To var panākt, attiecīgi izvēloties mērinstrumenta mērīšanas diapazonu.







Apzīmējumi uz mērinstrumentu korpusa un skalas

Visas nepieciešamās ziņas par mērinstrumentu uzrāda uz tā skalas, lietojot dažādus nosacītus uzrakstus un zīmes. Visizplatītākie uz skalām lietojamie nosacītie apzīmējumi ir šādi:

1. Pēc mērāmā lieluma veida:

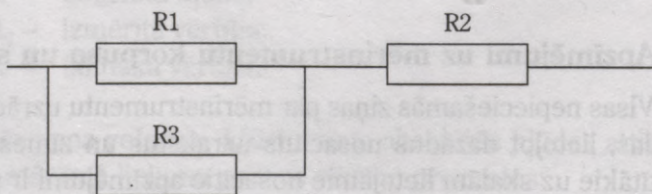
◆ ampērmetrs, miliampērmetrs;	A; mA
◆ voltmētrs, milivoltmētrs;	V; mV
◆ vatmētrs, kilovattmētrs;	W; kW
◆ omētrs, megaomētrs;	Ω; MΩ
◆ frekvenču mērītājs.	Hz
2. Pēc strāvas veida:

◆ līdzstrāvas;	
◆ maiņstrāvas;	

- ◆ līdzstrāvas un maiņstrāvas. 
- 3. Pēc mērinstrumenta stāvokļa mērīšanas laikā:
 - ◆ horizontāls; 
 - ◆ vertikāls; 
 - ◆ slīps (piemēram, 30° leņķī). 
- 4. Pārējie apzīmējumi:
 - ◆ precizitātes klase; 
 - ◆ mērinstrumenta izolācija pārbaudīta ar paaugstinātu spriegumu. 

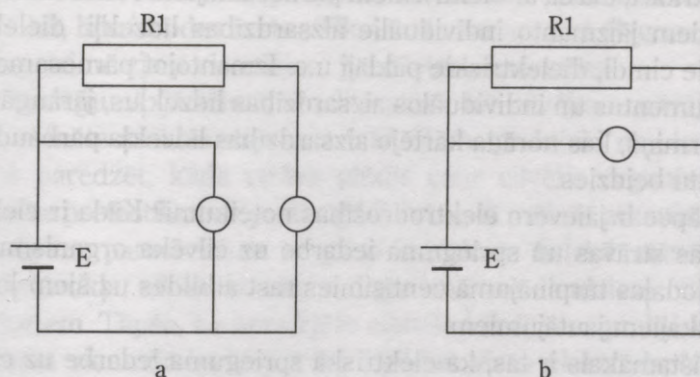
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kādus mērinstrumentus izmanto, lai mērītu strāvas stiprumu, spriegumu un pretestību?
2. Kā ķēdē jāieslēdz ampērmetrs?
3. Kā ķēdē jāieslēdz voltmetrs?
4. Ar ko būtiski atšķiras ommetrs no voltmetra vai ampērmetra?
5. Patērētājs ar pretestību $R = 6\Omega$ pieslēgts spriegumam $U = 12V$. Kādas sekas būs mēģinājumam izmērīt caur patērētāju plūstošās strāvas stiprumu ar ampērmetru, kura mērīšanas diapazons 1A?
6. Dota elektriskā shēma (9. zīm.). Iezīmējiet shēmā mērinstrumentus strāvas stipruma un sprieguma mērīšanai!



9. zīm.

7. Kādās robežās ir strāvas stipruma patiesā vērtība, ja, mērot ar ampērmetru, kura precizitātes klase ir 1,0, ieguva rezultātu 18A? Ampērmetra mērīšanas diapazons 30A.
8. 10. zīm. a un b ierakstīt aplišos burtus A vai V, tā apzīmējot ampērmetru vai voltmetru!



10. zīm.

4. Drošība

Nokļūšana zem sprieguma ir bīstama cilvēka veselībai un pat dzīvībai. Pastāvot nelabvēlīgu apstākļu sakritībai, cilvēkam var būt bīstams pat 12V spriegums. Automehāniķim savā profesionālajā darbībā jāizmanto dažādas elektriskās iekārtas un instrumenti. Daudzas no šīm iekārtām ir pieslēgtas 220V un pat 380V lielam spriegumam, kas cilvēkam ir bīstams jebkuros apstākļos. Turklāt neaizmirsīsim, ka automobiļa aizdedzes sistēmas sekundārajā ķēdē spriegums ir daži desmiti tūkstošu voltu. Tāpēc ļoti svarīgi, lai automehāniķis strādājot ievērotu visus elektrodrošības noteikumus. Katrā automobiļu apkopes uzņēmumā ir spēkā darba drošības noteikumi, kas ir obligāti visiem uzņēmuma darbiniekiem. Šeit minēsim tikai svarīgākos noteikumus, kas ir spēkā visos uzņēmumos, kuros darbam izmanto elektroinstrumentus, elektriskās ierīces un iekārtas.

Pirmkārt, nedrīkst aizskart neizolētus vadus vai elektroierīču strāvu vadošas daļas. Ja nākas saskarties ar neizolētiem vadiem vai strāvu vadošām daļām, tad ar voltmetru, sprieguma uzrādītāju, testerī vai tamlīdzīgu šim nolūkam piemērotu instrumentu obligāti jāpārbauda, vai spriegums tiešām ir atslēgts. Ja jūs konstatējat sprieguma esamību, tad nekavējoties tas jāatslēdz un neizolētās daļas jāizolē vai jāziņo atbildīgai personai. Ja sprieguma nav, tad nekādā gadījumā to nedrīkst ieslēgt pirms bojājuma novēršanas.



Otrkārt, darbā ar elektriskiem pārnēsājamiem rokas instrumentiem jāizmanto individuālie aizsardzības līdzekļi: dielektriskie cimdi, dielektriskie paklāji u.c. Izmantojot pārnēsamos instrumentus un individuālos aizsardzības līdzekļus, jāraugās, lai termiņš, kas norāda kārtējo aizsardzības līdzekļa pārbaudi, nebūtu beidzies.

Kāpēc ir jāievēro elektrodrošības noteikumi? Kāda ir elektriskās strāvas un sprieguma iedarbe uz cilvēka organismu? Šīs nodaļas turpinājumā centisimies rast atbildes uz šiem ļoti būtiskajiem jautājumiem.

Bīstamākais ir tas, ka elektriskā sprieguma iedarbe uz cilvēka organismu izraisa spontānu muskuļu saraušanos, tai skaitā arī sirds muskuļu. Šo iedarbību cilvēks izjūt kā triecienu. Muskuļu saraušanās rezultātā cilvēks nav spējīgs pats saviem spēkiem atbrīvoties no strāvu vadošās daļas vai elektrības vada. Sirds muskuļu saraušanās rezultātā var sākties sirds fibrilācija – neritmiska sirdsdarbība, kuras rezultātā sirds muskuļi pārstāj pildīt savas funkcijas – piegādāt skābekli galvas smadzenēm.

Elektriskās strāvas iedarbības rezultātā vieglākos gadījumos var rasties ādas apdegums, bet smagākos gadījumos – iekšējo audu apdegums. Īpaši smagos elektrotraumu gadījumos iespējami pat tādi neatgriezeniski procesi kā asins elektrolīze – asins ķermenīšu sadalīšanās. Praktiski tas nozīmē asins sastāva izmaiņu un cilvēka nāvi.

Ko darīt, ja kolēģis ir guvis elektrotraumu? Vispirms viņš ir jāatbrīvo no elektriskās strāvas iedarbības. To vislabāk izdarīt, atslēdzot spriegumu, pirms tam nodrošinoties, lai cietušais negūtu traumas kritot. Pēc atbrīvošanas no elektriskās strāvas iedarbības cietušais jānogulda uz cietas, līdzenas, horizontālas virsmas un jāatbrīvo elpošanas ceļi – jāatbrīvo josta, jāatpogā apkaklīte, jāatgāž galva. Jāpārbauda, vai ir elpošana un sirdsdarbība. Ja cilvēks neelpo, jāsāk mākslīgā elpināšana. Ja nav konstatējama sirdsdarbība, tad jāsāk netiešā sirds masāža. Pirmās palīdzības sniegšana jāturpina, līdz ierodas ārsts. Ir gadījumi, kad cietušo izdevies atdzīvināt pat pēc divu stundu ilgas palīdzības sniegšanas.

Nekādā gadījumā nedrīkst ļaut cietušajam turpināt darbu pat tad, ja viņš apgalvo, ka jūtas labi. Nevar zināt, kādus iekšējus audu bojājumus ir radījusi elektriskās strāvas iedarbība!

Tāpēc elektrotraumas gadījumā, cietušajam jāatrodas miera stāvoklī, līdz ierodas ārsts. Tikai ārsts var noteikt diagnozi un atļaut vai neatļaut cietušajam patstāvīgi pārvietoties.

Noslēgumā jāatzīmē, ka literatūrā kā cilvēkam nāvējošs tiek minēts strāvas stiprums 0,1A. Taču praktiski nav iespējams paredzēt, kāda strāva plūdis caur cilvēka organismu. Cilvēka pretestība nav pastāvīgs lielums, tā mainās atkarībā no daudziem parametriem – gaisa mitruma, fiziskā stāvokļa, garastāvokļa, alkohola satura organismā un daudziem citiem faktoriem. Tāpēc, lai nenokļūtu cietušā lomā, savā praktiskajā darbībā vienmēr ievērojiet un izpildiet visas elektrodrošības noteikumu prasības!

Jautājumi pašpārbaudei

1. Kāda ir elektriskā sprieguma iedarbība uz cilvēka organismu?
2. Kāda ir elektriskās strāvas iedarbība uz cilvēka organismu?
3. Kā vislabāk atbrīvot cietušo no elektriskās strāvas iedarbības?
4. Kāda pirmā palīdzība jāsniedz no elektriskās strāvas iedarbības cietušajam?
5. Cik ilgi jāsniedz pirmā palīdzība no elektriskās strāvas cietušajam?
6. Kādi elektrodrošības noteikumi jāievēro darbā, lai strādājošais neciestu no elektriskās strāvas un sprieguma iedarbības?
7. Ar kādiem elektriskajiem spriegumiem savā profesionālajā darbībā nākas sastapties automehāniķim?
8. No kādiem faktoriem ir atkarīga cilvēka ķermeņa elektriskā pretestība?

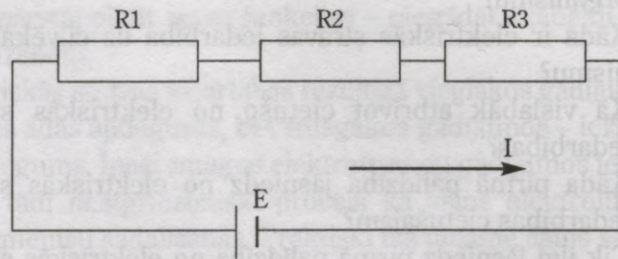


5. Patērētāju slēgumu veidi

Par elektroenerģijas patērētāju sauc jebkuru ierici, kas elektroenerģiju pārveido siltuma, ķīmiskajā, mehāniskajā vai kāda cita veida enerģijā. Piemēram, elektriskais sildītājs pārveido elektroenerģiju siltuma enerģijā, akumulators pārveido elektroenerģiju ķīmiskajā enerģijā, starteris pārveido elektroenerģiju mehāniskajā enerģijā utt.

Elektroenerģijas patērētāju galvenie parametri ir spriegums, strāvas stiprums un elektriskā jauda. Atkarībā no nepieciešamā patērētāju darba režīma izšķir dažādus slēguma veidus: virknes, paralēlais un jauktais.

Par virknes slēgumu sauc tādu patērētāju slēgumu, kurā viena patērētāja beigas pievienotas otra patērētāja sākumam, otrā patērētāja beigas – trešā sākumam utt. Kā piemēru apskatīsim trīs pretestību virknes slēgumu (sk. 11. zīm.). Šajā piemērā (un arī turpmāk) elektroenerģijas patērētājus aizstājam ar pretestībām.



11. zīm.

Kā redzams zīmējumā, elektriskai strāvai ir tikai viens ceļš no "+" spaiļes uz "-" spaili – caur pretestību R3, pēc tam caur R2 un R1. Ja kādu no šīm pretestībām "izslēdz", tad strāva neplūst arī caur pārējām pretestībām. Raksturīgs piemērs ir eglīšu rotājumu lampiņas. Ja viena lampiņa ir izdegusi, tad nedeg arī pārējās lampiņas, jo strāva caur bojāto lampiņu neplūst.

No iepriekš teiktā varam secināt: virknes slēgumā strāvas stiprums caur visiem patērētājiem ir vienāds. Matemātiski to var pierakstīt šādi:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n, \quad (5-1)$$

kur I_n – strāvas stiprums caur n-to patērētāju.

Tā kā strāva plūst secīgi cauri visiem patērētājiem, tad ķēdes kopējā pretestība ir vienāda ar atsevišķo patērētāju pretestību summu. Matemātiski to var izteikt šādi:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n, \quad (5-2)$$

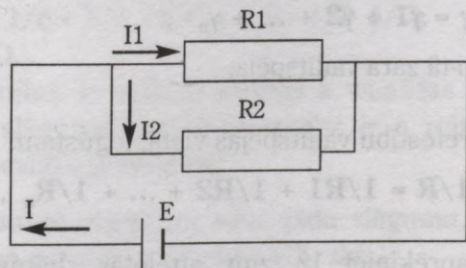
kur R_n – n-tā patērētāja pretestība.

Piemērs: divas pretestības $R_1 = 8\Omega$ un $R_2 = 4\Omega$ slēgtas virknē. Kopējais ķēdes posma spriegums ir 12V. Aprēķināt spriegumu katrai pretestībai!

Risinājums: pēc Oma likuma $U_1 = I_1 \times R_1$ un $U_2 = I_2 \times R_2$. Tā kā virknes slēgumā strāvas stiprums visos ķēdes punktos ir vienāds, tad varam rakstīt: $I_1 = I_2 = I$. Kopējais strāvas stiprums ķēdē $I = U/R$, kur $R = R_1 + R_2 = 8 + 4 = 12\Omega$. Tātad $I = 12/12 = 1A$. Spriegums uz pirmās pretestības $U_1 = 1 \times 8 = 8V$. Spriegums uz otrās pretestības $U_2 = 1 \times 4 = 4V$.

Ievērojiet: spriegumu summa uz abām pretestībām ir vienāda ar ķēdes posma kopējo spriegumu: $U_1 + U_2 = U$. Ši ir trešā virknes slēguma īpašība: spriegums uz ķēdes galiem ir vienāds ar atsevišķo posmu spriegumu summu.

Par **paralēlo slēgumu** sauc tādu patērētāju slēgumu, kurā pirmā patērētāja sākums savienots ar otra patērētāja sākumu un pirmā patērētāja beigas ar otra patērētāja beigām (12. zīm.).



12. zīm.

Šādā slēgumā strāva sadalās pa paralēlajiem zariem un kopējais strāvas stiprums ķēdē ir:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n, \quad (5-3)$$

kur I_n – strāvas stiprums caur n-to pretestību.

Tātad varam teikt, ka kopējais strāvas stiprums ķēdes paralēlajā posmā ir vienāds ar paralēlo zaru strāvas stiprumu summu.



Virknes slēguma īpašības:

- strāvas stiprums visos ķēdes punktos ir vienāds: $I = I_1 = I_2$;
- kopējā pretestība ir vienāda ar atsevišķo pretestību summu: $R = R_1 + R_2$;
- kopējais spriegums ir vienāds ar spriegumu kiritumu summu: $U = U_1 + U_2$.



No shēmas ir redzams, ka spriegums uz atsevišķajām pretestībām ir vienāds ar spriegumu uz paralēlā posma galiem:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n, \quad (5-4)$$

kur U_n – spriegums uz n-tās pretestības.

Kā paralēlajā slēgumā aprēķināt kopējo pretestību? Strāvai nav "jālaužas" caur vienu pretestību, bet tā var plūst pa diviem, trijiem utt. ceļiem – paralēlajiem zariem. Līdzīgi kā autobusā, kad vadītājs atver ne tikai priekšējās, bet arī aizmugurējās durvis. Tādā gadījumā cilvēki ātrāk varēs atstāt autobusu, jo cilvēku plūsmai būs mazāka pretestība. Tātad, ja autobusam būtu atvērtas arī vidējās durvis, cilvēki atstātu autobusu vēl ātrāk, t.i., cilvēku plūsmai ceļā būtu vēl mazāka pretestība.

Varam secināt, ka pretestība elektriskai strāvai samazinās, ja palielinās ķēdes paralēlo zaru skaits, proti, palielinās ķēdes posma **vadītspēja**. Vadītspēja ir elektriskai pretestībai apgriezts lielums:

$$\gamma = 1/R, \quad (5-5)$$

kur γ – vadītspēja.

Tātad paralēlā ķēdes posma kopējā vadītspēja ir vienāda ar paralēlo zaru vadītspēju summu:

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n, \quad (5-6)$$

kur γ_n – n-tā zara vadītspēja.

Ievietojot pretestību vadītspējas vietā, iegūstam:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n, \quad (5-7)$$

Piemērs: aprēķiniet 12. zīm. attēlotās shēmas paralēli slēgtā posma pretestību un strāvas stiprumu ķēdē un caur atsevišķām pretestībām, ja spriegums uz strāvas avota galiem ir: $U = 12V$ un atsevišķās pretestības $R_1 = 4\Omega$ un $R_2 = 6\Omega$.

Risinājums: paralēlā slēguma posma kopējo pretestību aprēķinam pēc formulas (5-7):

$$1/R = 1/4 + 1/6 = (6+4)/4 \times 6 = 10/24 \text{ } 1/\Omega,$$

$$R = 24/10 = 2,4 \Omega.$$

Strāvas stiprumu ķēdē aprēķina pēc Oma likuma:

$$I = U/R = 12/2,4 = 5 \text{ A}.$$



Paralēlā slēguma īpašības:

- strāvas stiprums ķēdē ir vienāds ar atsevišķo strāvas stiprumu summu:
 $I = I_1 + I_2$;

- spriegums uz paralēlā posma galiem ir vienāds ar sprieguma kritumiem uz atsevišķiem zariem:
 $U = U_1 = U_2$;

- paralēlā posma vadītspēja ir vienāda ar atsevišķo zaru vadītspēju summu: $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$.

Strāvas stiprumu caur katru pretestību varam aprēķināt divējādi:

- 1) pēc Oma likuma un izmantojot paralēlā slēguma īpašību $U_1 = U_2$: $I_1 = U/R_1 = 12/4 = 3 \text{ A}$, $I_2 = U/R_2 = 12/6 = 2 \text{ A}$; rezultātu pārbaudām, izmantojot paralēlā slēguma īpašību $I = I_1 + I_2 = 3 + 2$, tātad atrisinājums ir pareizs;
- 2) pēc Oma likuma un izmantojot paralēlā slēguma īpašību $I = I_1 + I_2$:
 $I_1 = U/R_1 = 12/4 = 3 \text{ A}$; $I_2 = I - I_1 = 5 - 3 = 2 \text{ A}$.

Lai atvieglotu paralēlā slēguma divu zaru kopējās pretestības aprēķinu, izmanto vienkāršotu formulu:

$$R = R_1 \times R_2 / (R_1 + R_2) . \quad (5-8)$$

Piemērs: 5.zīmējumā $R_1 = R_2 = 6\Omega$. Aprēķināt posma kopējo pretestību!

Risinājums: pēc formulas (5-8) $R = 6 \times 6 / (6 + 6) = 3\Omega$.

Ievērojiet: divu vienādu pretestību paralēlā slēguma kopējā pretestība ir divas reizes mazāka par vienu atsevišķo pretestību!

Piemērs: aprēķināt kopējo pretestību ķēdes paralēlajam posmam, ko veido trīs pretestības $R_1 = R_2 = R_3 = 6\Omega$.

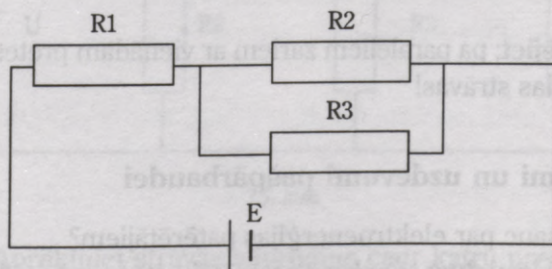
Risinājums: pēc formulas (5-7)

$$1/R = 1/6 + 1/6 + 1/6 = 3/6 = 1/2 \quad 1/\Omega,$$

$$R = 2\Omega.$$

Ievērojiet: ja paralēli slēgtas n vienādas pretestības, tad paralēlā slēguma kopējā pretestība ir n reizes mazāka par vienu atsevišķo pretestību!

Par **jaukto slēgumu** sauc tādu slēgumu, kurā apvienoti virknes un paralēlais slēgums (13. zīm.).



13. zīm.

Shēma sastāv no paralēlā posma, ko veido divas paralēli slēgtas pretestības R2 un R3, un virknes posma, ko veido paralēlais posms ar tam virknē ieslēgto pretestību R1.

Risinot uzdevumus par jaukto slēgumu, jāvadās pēc tiem pašiem principiem un noteikumiem, kas jāievēro, risinot uzdevumus par virknes vai paralēlo slēgumu.

Piemērs: aprēķiniet strāvas stiprumu 13. zīm. attēlotajā ķēdē un caur katru pretestību, kā arī sprieguma kritumu uz katras pretestības, ja akumulatora spriegums ir 12V un pretestības ir $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = R_3 = 4\Omega$.

Risinājums:

1) aprēķinām paralēlā posma pretestību, ievērojot, ka paralēlo posmu veido vienāda lieluma pretestības:

$$R_p = 4/n = 4/2 = 2\Omega;$$

2) aprēķinām ķēdes kopējo pretestību R, ievērojot, ka R1 ir slēgta virknē ar R_p :

$$R = R_1 + R_p = 6 + 2 = 8\Omega;$$

3) aprēķinām strāvas stiprumu ķēdē:

$$I = U/R = 12/8 = 1,5A;$$

4) strāvas stiprums caur R1 ir vienāds ar strāvas stiprumu ķēdē, jo tas ir virknes slēgums; tātad:

$$I_1 = I = 1,5A;$$

5) aprēķinām sprieguma kritumu uz pretestības R1:

$$U_1 = I_1 \times R_1 = 1,5 \times 6 = 9V;$$

6) aprēķinām sprieguma kritumu uz paralēlā posma galiem, izmantojot virknes slēguma īpašību (5-4):

$$U_2 = U_3 = U - U_1 = 12 - 9 = 3V;$$

7) aprēķinām strāvas stiprumu caur pretestību R2:

$$I_2 = U_2/R_2 = 3/4 = 0,75A;$$

8) aprēķinām strāvas stiprumu caur pretestību R3, izmantojot paralēlā slēguma īpašību (5-3):

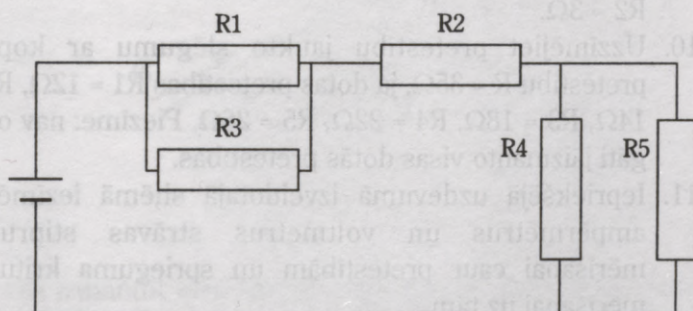
$$I_3 = I - I_2 = 1,5 - 0,75 = 0,75A.$$

Iegaumējiet: pa paralēliem zariem ar vienādām pretestībām plūst vienādas strāvas!

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

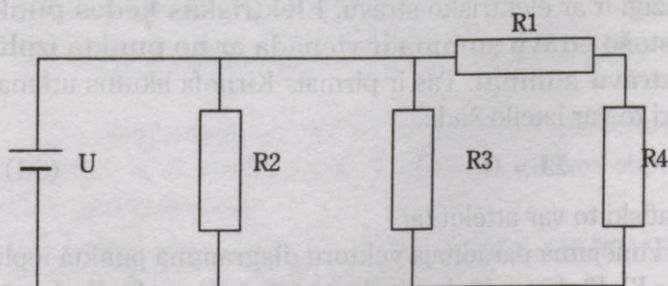
1. Ko sauc par elektroenerģijas patērētājiem?
2. Kādi ir elektroenerģijas patērētāju slēgumu veidi?

3. 14. zīm. dota elektriskā shēma. Aprēķiniet strāvas stiprumu caur katru pretestību un sprieguma kritumus uz katru pretestību, ja zināms, ka $U = 24\text{V}$, $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 8\Omega$, $R_4 = 10\Omega$, $R_5 = 12\Omega$.



14. zīm.

4. Aprēķiniet 7. zīm. attēlotajā shēmā caur pretestībām plūstošās strāvas stiprumus un spriegumu kritumus uz visām pretestībām, ja $U = 12\text{V}$, $R_1 = R_3 = 8\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_4 = R_5 = 4\Omega$.
5. Dota elektriskā shēma (14. zīm.). Aprēķiniet, kādam spriegumam U pieslēgta shēma, ja zināms, ka $I = 4\text{A}$, $R_1 = R_3 = 10\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_4 = 6\Omega$ un $I_5 = 2,5\text{A}$!
6. Dotajā shēmā (sk. 14. zīm.) aprēķināt pretestību R_1 , ja zināms, ka $U = 60\text{V}$, $R_2 = R_3 = 14\Omega$, $R_4 = 16\Omega$, $R_5 = 20\Omega$ un $I = 2\text{A}$.
7. Elektriskajā shēmā, kas attēlota 14. zīmējumā, iezīmējiet voltmetrus un ampērmetrus sprieguma kritumu uz pretestībām un strāvas stiprumu mērīšanai!
8. Dota elektriskā shēma (sk. 15. zīm.).



15. zīm.

Aprēķiniet strāvas stiprumus caur katru pretestību un

ķēdes kopējo strāvu, kā arī spriegumu kritumus uz pretestībām, ja $U = 42\text{V}$, $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = R_3 = 20\Omega$, $R_4 = 8\Omega$!

9. Uzzīmējiet trīs pretestību jaukto slēgumu ar kopējo pretestību $R = 25\Omega$, ja dotas pretestības $R_1 = R_3 = 44\Omega$, $R_2 = 3\Omega$.
10. Uzzīmējiet pretestību jaukto slēgumu ar kopējo pretestību $R = 35\Omega$, ja dotas pretestības $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 14\Omega$, $R_3 = 18\Omega$, $R_4 = 22\Omega$, $R_5 = 26\Omega$. Piezīme: nav obligāti jāizmanto visas dotās pretestības.
11. Iepriekšējā uzdevumā izveidotajā shēmā iezīmējiet ampērmetrus un voltmetrus strāvas stiprumu mērīšanai caur pretestībām un sprieguma kritumu mērīšanai uz tām.
12. Aprēķiniet visus spriegumus un strāvas stiprumus iepriekš uzzīmētajā shēmā, ja ķēde pieslēgta akumulatoru baterijai ar spriegumu 12V !

6. Kirhofa likumi



Iepriekšējā nodaļā runājām par to, ka paralēlajā slēgumā strāva sadalās pa paralēlajiem zariem un atkal saplūst kopā. Tas ir tāpat kā upes straume sadalās, savā ceļā sastopot salu. Ja iedomājamies, ka punktā, kur straume sadalās, būtu uzstādīts ūdens skaitītājs un tāds pats ūdens skaitītājs uzstādīts punktā aiz salas, kur straume saplūst, tad skaidrs, ka abi skaitītāji uzrādīs vienādu ūdens daudzumu, ja pieņemam, ka nav ne avotu, ne atteku starp šiem abiem punktiem.

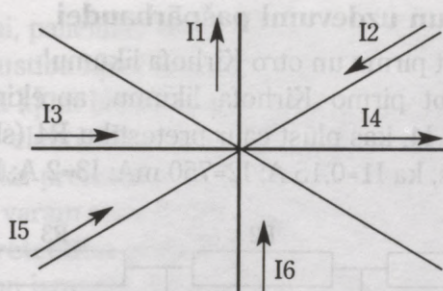
Līdzīgi ir ar elektrisko strāvu. **Elektriskās ķēdes punktā ieplūstošo strāvu summa ir vienāda ar no punkta izplūstošo strāvu summu.** Tas ir pirmais Kirhofa likums un matemātiski to var izteikt šādi:

$$\Sigma I = 0 \quad (6-1)$$

Grafiski to var attēlot tā:

16. zīmējumā parādītajā vektoru diagrammā punktā ieplūst strāvas I_2 , I_3 , I_5 un I_6 , bet izplūst strāvas I_1 un I_4 . Saskaņā ar pirmo Kirhofa likumu $I_2 + I_3 + I_5 + I_6 = I_1 + I_4$ jeb $I_2 + I_3 + I_5 + I_6 - I_1 - I_4 = 0$.

Ja ķēdē darbojas vairāki EDS avoti (17. zīm.), tad aprēķinos



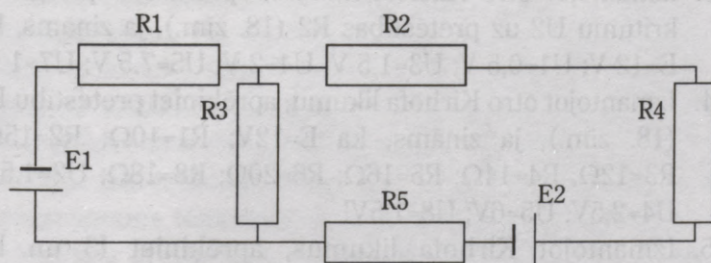
16. zīm.

ir ērti izmantot otro Kirhoha likumu: **EDS summa noslēgtā elektriskā ķēdē ir vienāda ar sprieguma kritumu summu.** Matemātiski tas izskatās šādi:

$$\Sigma E = \Sigma U, \quad (6-2)$$

vai

$$\Sigma E = \Sigma IR. \quad (6-3)$$



17. zīm.

Izmantojot otro Kirhoha likumu, 17.zīmējumā redzamai shēmai varam uzrakstīt šādu vienādojumu:

$$E1 + E2 = I1R1 + I2R2 + I3R3 + I4R4 + I5R5. \quad (6-4)$$

Zinot pārējos lielumus, nav grūti aprēķināt nezināmo lielumu, izsakot to no šī vienādojuma. Piemēram, strāvas stiprumu $I3$ varam aprēķināt šādi:

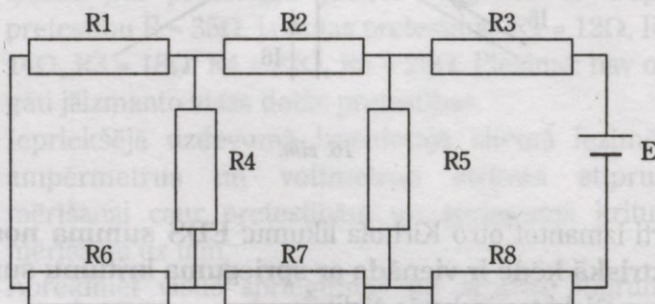
$$I3 = (E1 + E2 - I1R1 - I2R2 - I4R4 - I5R5)/R3.$$

Faktiski otrais Kirhoha likums ir mums jau zināmā patērētāju virknes slēguma īpašība (5-4): $U = U1 + U2 + \dots + Un$.

Kirhoha likumus izmanto sarežģītu elektrisko ķēžu aprēķinos.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Definējiet pirmo un otro Kirhofa likumu!
2. Izmantojot pirmo Kirhofa likumu, aprēķiniet strāvas stiprumu I_4 , kas plūst caur pretestību R_4 (sk. 18. zīm.), ja zināms, ka $I_1=0,15$ A; $I_2=750$ mA; $I_3=2$ A; $I_5=0,25$ A!



18. zīm.

3. Izmantojot otro Kirhofa likumu, aprēķiniet sprieguma kritumu U_2 uz pretestības R_2 (18. zīm.), ja zināms, ka $E=12$ V; $U_1=0,5$ V; $U_3=1,5$ V; $U_4=2$ V; $U_5=7,5$ V; $U_7=1$ V!
4. Izmantojot otro Kirhofa likumu, aprēķiniet pretestību R_7 (18. zīm.), ja zināms, ka $E=12$ V; $R_1=10\Omega$; $R_2=15\Omega$; $R_3=12\Omega$; $R_4=14\Omega$; $R_5=16\Omega$; $R_6=20\Omega$; $R_8=18\Omega$; $U_2=1,5$ V; $U_4=2,5$ V; $U_5=6$ V; $U_8=1,5$ V!
5. Izmantojot Kirhofa likumus, aprēķiniet I_3 un R_1 (18. zīm.), ja zināms, ka $E=12$ V; $R_2=10\Omega$; $R_4=8\Omega$; $R_5=14\Omega$; $R_6=12\Omega$; $R_7=16\Omega$; $R_8=1,5\Omega$; $U_4=6$ V; $U_5=10$ V!

7. Pretestības



Iepriekšējās nodaļās runājām par elektriskās pretestības jēdzienu. Runājām, ka vadītāja pretestība ir atkarīga no vadītāja materiāla, garuma un šķērsriezuma laukuma. No vadītāja pretestības ir atkarīgs caur to plūstošās strāvas stiprums. Tāpēc elektriskā pretestība ir viens no elektrotehnikas un elektronikas pamatparametriem.

Taču elektriskā pretestība ir atkarīga ne tikai no iepriekš minētajiem parametriem, bet arī no temperatūras. Paaugstinoties

temperatūrai, palielinās vielas iekšējā enerģija, proti, atomu un molekulu kustība kļūst intensīvāka.

Rezultātā kļūst biežākas sadursmes starp elektriskā lādiņa nesējiem – elektroniem un vielas atomiem un molekulām. Atceroties, ka pretestību elektriskajai strāvai rada tieši šādas sadursmes, varam secināt: **paaugstinoties vadītāja temperatūrai, tā pretestība palielinās.**

Šo īpašību izmanto, lai izgatavotu termopretestības jeb termorezistorus – ierīces, kuru pretestība ievērojami mainās, mainoties temperatūrai. Termopretestību izgatavošanai izmanto materiālus, kuru elektriskā pretestība, mainoties temperatūrai, mainās daudz vairāk nekā vadītājiem. Visbiežāk tiek izmantoti speciāli sakausējumi, tādi kā nihroms. Termopretestības izmanto temperatūras devējos – ierīcēs, kuras lieto, lai mainītu kādus parametrus atbilstoši temperatūras izmaiņām. Piemēram, aizdedzes momenta maiņa atkarībā no eļļas temperatūras.

Taču, paaugstinoties temperatūrai, pretestība palielinās tikai vadītājiem. Par vadītājiem sauc materiālus, kuros ir ļoti daudz elektriskā lādiņa nesēju – brīvo elektronu. Bez vadītājiem ir vielas, kuras sauc par pusvadītājiem. Pusvadītājos brīvo elektronu ir daudz reižu mazāk nekā vadītājos. (Par pusvadītāju izmantošanu tiks runāts turpmākajās nodaļās.) Paaugstinoties temperatūrai, pusvadītāju pretestība atšķirībā no vadītāju pretestības, samazinās. Tas notiek tāpēc, ka, paaugstinoties temperatūrai, brīvo elektronu skaits pusvadītājā pieaug. Arī šo īpašību izmanto termopretestībās. Pusvadītāju termopretestībās plūstošās strāvas stiprums pieaug, ja paaugstinās temperatūra. Termopretestības, kuru elektriskā pretestība, temperatūrai paaugstinoties, pieaug, sauc par pozitīvām termopretestībām (PTP), bet termopretestības, kuru elektriskā pretestība, temperatūrai paaugstinoties, samazinās, sauc par negatīvām termopretestībām (NTP).

Balasta pretestība

Par balasta pretestībām sauc pretestības, kuras izmanto strāvas stipruma ierobežošanai ķēdē.

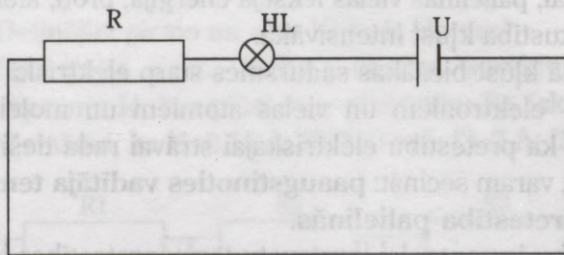
Apskatisim piemēru. Virknē ar lampiņu akumulatoram pieslēgta pretestība (19. zīm.). Akumulatora spriegums ir 12V.



Lai uzskatāmāk parādītu atšķirību starp brīvo elektronu skaitu vadītājos un pusvadītājos, minēsim šādu piemēru: vienā vadītāja kubikcentimetrā ir apmēram 10^{23} brīvo elektronu, bet vienā pusvadītāja kubikcentimetrā ir apmēram 10^{19} brīvo elektronu, t.i., desmit tūkstoš reižu mazāk.



Balasta pretestību nosaukums rāda, ka tā ir kaut kas "lieks", normālos apstākļos nevajadzīgs, kā, piemēram, smilšu maisi gaisa balonā. Taču tā gluži nav. Bez balasta pretestības strāvas stiprums ķēdēs, kurās mainās spriegums, mainītos ļoti strauji, kas varētu izsaukt nepieļaujamu darbības režīma izmaiņu.



19. zīm.

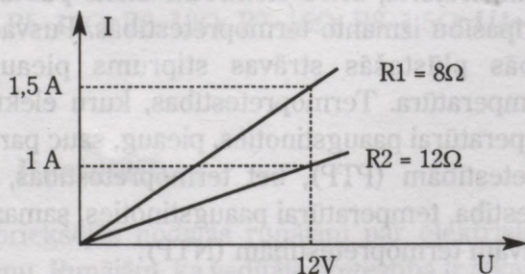
Aprēķināsim strāvas stiprumu ķēdē, ja 1) $R = 8\Omega$; 2) $R = 12\Omega$.

$$1) I = U/R = 12/8 = 1,5A;$$

$$2) I = 12/12 = 1A.$$

Redzam, ka, palielinoties pretestībai, strāvas stiprums ķēdē samazinās.

Attēlosim grafiski sakarību starp strāvas stiprumu un spriegumu dažādās pretestībās (20. zīm.). Tā kā starp strāvas stiprumu un spriegumu pastāv lineāra sakarība, tad tās grafiskais attēls ir taisne. Lai uzzīmētu taisni, ir jāzina divu punktu koordinātas. Izejas punkts ir nulle, jo, ja spriegums ir nulle, tad arī strāvas stiprums ir nulle. Kā otru punktu izmantosim iepriekš aprēķināto strāvas stipruma vērtību pie sprieguma 12 volti. Tagad varam zīmēt grafikus, kuri parādīs, kā mainās strāvas stiprums ķēdē, ja $R_1 = 8\Omega$ un $R_2 = 12\Omega$, spriegumam mainoties no nulles līdz 12V.



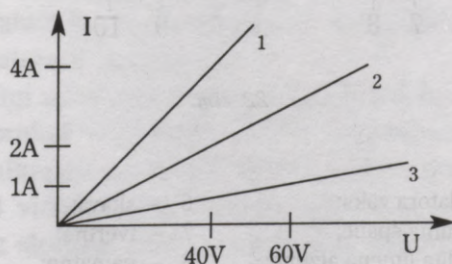
20. zīm.

Grafikā redzams, ka, mainoties spriegumam, strāvas stiprums ķēdē mainās straujāk tad, kad ķēdē ieslēgtā pretestība ir mazāka. Savukārt jo lielāku pretestību ieslēgsim ķēdē, jo lēnāk mainīsies strāvas stiprums, mainoties spriegumam ķēdē.

Tieši šim nolūkam – strāvas stipruma ierobežošanai – izmanto tā saucamās balasta pretestības. Tās slēdz ķēdē virknē ar sprieguma avotu vai to patērētāju, kura strāva jāierobežo, mainoties spriegumam. Par balasta pretestību var izmantot jebkuru pretestību, kuras parametri – jauda un strāvas stiprums – atbilst ķēdes parametriem.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. No kādiem parametriem ir atkarīga elektriskā pretestība?
2. Ar ko atšķiras vadītāja materiāls no pusvadītāja materiāla?
3. Kā mainās vadītāja un pusvadītāja pretestība, paaugstinoties temperatūrai? Paskaidrot!
4. Paskaidrot jēdzienus "pozitīva termopretestība" un "negatīva termopretestība"!
5. Kas ir balasta pretestība? Kādam nolūkam to lieto?
6. Pēc kādiem parametriem jāizvēlas balasta pretestība?
7. Uzzīmējiet, kā mainās strāvas stiprums ķēdē, mainot spriegumu no nulles līdz 24V, ja tajā pēc kārtas ieslēdz pretestības $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$ un $R_3 = 6\Omega$? Nosakiet, par cik mainās strāvas stiprums ķēdē, spriegumam mainoties no 12V līdz 16V.
8. Dotas grafiskas sakarības starp strāvas stiprumu un spriegumu (21. zīm.). Aprēķiniet, kādas pretestības ieslēgtas ķēdē katrā gadījumā?



21. zīm.



Raksturīgs piemērs balasta pretestības izmantošanai ir elektroniskais sprieguma regulators. Ģenerators spriegums ir atkarīgs no motora kloķvārpstas griešanās ātruma, tāpēc sprieguma regulatora elektriskajās ķēdēs spriegums mainās ļoti bieži. Strāvas stipruma ierobežošanai izmanto balasta pretestības.



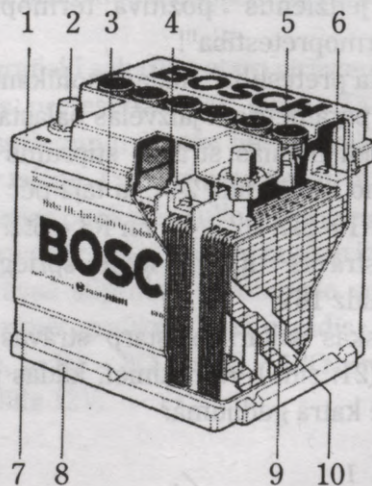
Pēdējos gados ražotāji strādā pie bez-elektrolīta akumulatoru bateriju izveides. Šādas akumulatoru baterijas ir ar lielāku ietilpību, drošākas ekspluatācijā un nekaitīgākas apkārtējai videi. Pašlaik šādas akumulatoru baterijas vēl ir pārāk dārgas.

8. Akumulatori

Akumulatora baterija (turpmāk – akumulators) ir elektroenerģijas avots, kurš apgādā automobiļa elektroenerģijas patērētājus ar elektrisko strāvu, motoram nedarbojoties vai darbojoties ar maziem apgriezieniem.

Akumulators ir elektroķīmiska ierīce elektrības ražošanai un uzglabāšanai. Akumulatoram izlādējoties, ķīmiskā enerģija pārvēršas elektriskajā enerģijā. Akumulatoram uzlādējoties, elektriskā enerģija pārvēršas ķīmiskajā. Akumulators ir līdzstrāvas avots, t.i., tādas strāvas, kas plūst tikai vienā virzienā.

Akumulators sastāv no sekcijām. Savukārt sekcija sastāv no negatīvās plates, pozitīvās plates, tvertnes un elektrolīta (22. zīm.).



22. zīm.

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 – akumulatora vāks; | 6 – skava; |
| 2 – pieslēguma spaile; | 7 – tvertne; |
| 3 – elektrolīta līmeņa atzīme; | 8 – pamatne; |
| 4 – sekciju savienojums; | 9 – pozitīvā un negatīvā plate; |
| 5 – ventilācijas sprauga; | 10 – atdalītājs. |

Plates ir veidotas no svina un svina oksīda. Parasti tvertne ir izgatavota no plastmasas, lai izvairītos no korozijas. Elektrolīts ir destilēta ūdens un sērskābes maisījums ar noteiktu blīvumu. Ja sekcijai ir pieslēgta slodze (elektroenerģijas

patērētājs), tad caur to plūst strāva. Piemēram, ja kā slodze ir pieslēgta kvēlspuldze, tad tā kvēlos. Tas notiek tāpēc, ka viena sekcijas plate ir pozitīva, t.i., šī plate nesatur brīvos elektronus, bet otra plate ir negatīva, t.i., satur brīvos elektronus. Savienojot ar slodzi šīs plates, ķēde tiek noslēgta un pa to pārvietojas elektroni no negatīvās plates uz pozitīvo, t.i., caur slodzi plūst elektriskā strāva.

Pēc kāda laika plašu potenciāli izlīdzināsies, t.i., elektronu skaits uz abām platēm būs apmēram vienāds. Tas nozīmē – akumulators ir izlādējies. Pilnīga akumulatora izlāde ir kaitīga. Lai to nepieļautu un zinātu, kad akumulators jāuzlādē, dažiem akumulatoriem vākā ir ierīkots indikators (23. zīm.). Indikatora lodziņā krāsa mainās atkarībā no akumulatora uzlādēšanas pakāpes.



23. zīm.

23.zīmējumā parādīti trīs dažādi indikatora stāvokļi, kas atbilst trim dažādām akumulatora uzlādēšanas pakāpēm.

1. Akumulators ir pilnīgi uzlādēts.
2. Akumulators ir daļēji uzlādēts, tas ir jāuzlādē.
3. Akumulators ir jāpārbauda.

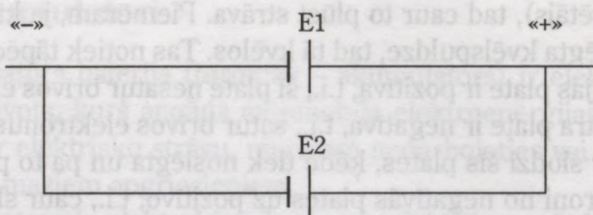
Vienas pilnīgi uzlādētas sekcijas spriegums bez slodzes ir 2,1V. Parasti praksē to noapaļo uz 2V. Akumulatora kopējais spriegums ir atkarīgs no virknē slēgto sekciju skaita. Piemēram, saslēdzot virknē sešas sekcijas, iegūst akumulatoru ar spriegumu bez slodzes 12,6V. Praksē šādu akumulatoru sauc par 12V akumulatoru. Saslēdzot virknē trīs sekcijas, iegūst akumulatoru ar spriegumu bez slodzes 6,3V. Praksē šādu akumulatoru sauc par 6V akumulatoru. Automobiļos izmanto 12V akumulatorus un atbilstošus elektroenerģijas patērētājus.

Dažos automobiļos ar dīzeļa dzinēju izmanto divus paralēli slēgtus 12V akumulatorus (24. zīm.).

Ko šādā veidā iegūstam? Pirms atbildam uz šo jautājumu,



Svarīgi ir ievērot, ka, runājot par akumulatora baterijas vai atsevišķas sekcijas spriegumu, tiek pieminēts, ka tas ir bez slodzes. Ja pieslēdz slodzi, akumulatora baterijas un atsevišķu sekciju spriegums samazinās. Lai izmēritu akumulatora baterijas spriegumu ar slodzi, lieto slodzes dakšu.

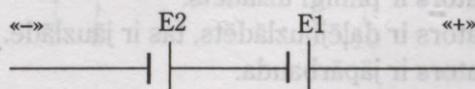


24. zīm.

jānoskaidro, kādi ir akumulatora galvenie parametri. Pirmais galvenais parametrs, protams, ir **spriegums**. Kā redzams zīmējumā, akumulatorus slēdzot paralēli, to kopējais spriegums nemainās – šajā gadījumā tas paliek 12V (paralēlā slēguma īpašība).

Otrs galvenais parametrs ir **akumulatora ietilpība**: tas ir lielums, kas raksturo elektrības daudzumu, ko akumulators var uzņemt. Ietilpību mēra ampērstundās – Ah. Piemēram, akumulators ar ietilpību 40 Ah var 40 stundas nodrošināt ar elektroenerģiju patērētāju, caur kuru plūst 1A stipra strāva. Ja strāvas stiprums ir 2A, tad akumulators darbosies 20 stundas. Slēdzot akumulatorus paralēli, iegūstam kopējo ietilpību, kas vienāda ar abu akumulatoru ietilpību summu – šajā gadījumā $40 + 40 = 80$ Ah.

Slēdzot akumulatorus virknē (25. zīm.), kopējais spriegums ir abu akumulatoru spriegumu summa, bet ietilpība nemainās.



25. zīm.

Šajā gadījumā $\Sigma U = 12 + 12 = 24$ V. Tātad, slēdzot virknē divus akumulatorus ar 6V spriegumu katru, varam iegūt akumulatoru bateriju ar spriegumu 12V.

Rūpnīcas izgatavotājas piegādā divu veidu akumulatorus: sausi lādētus un slapji lādētus. Slapji lādēti akumulatori ir rūpnīcā uzlādēti un piepildīti ar elektrolītu. Sausi lādēti akumulatori ir rūpnīcā uzlādēti, bet nav piepildīti ar elektrolītu. Nopērkot šādu sausi lādētu akumulatoru, tas pirms lietošanas vispirms ir jāpiepilda ar noteikta blīvuma elektrolītu.

Salīdzinot sausi un slapji lādētus akumulatorus, priekšroka dodama sausi lādētiem, jo tos var ilgāk uzglabāt pirms lietošanas.

Neapkopjamie akumulatori

Pēdējā laikā arvien plašāku lietojumu gūst akumulatori, kuri nav periodiski jāpiepilda ar elektrolītu. Tas tiek panākts, izmantojot plašu izgatavošanā kalciju. Kalcijs plašu sastāvā samazina gāzu izdalīšanos. Tas arī novērš nepieciešamību periodiski papildināt akumulatoru ar destilēto ūdeni. Tā rezultātā palielinās akumulatoru kalpošanas ilgums un samazinās apkopju izmaksas.

Akumulatorus, kurus nevajag apkopt, ir viegli atšķirt no "parastajiem" – šiem akumulatoriem vākā nav sekciju ventilācijas atveres, kas vienlaikus kalpo arī elektrolīta iepildīšanai.

Akumulatora parametri

Dažus akumulatora parametrus jau aplūkojām iepriekš: spriegumu un ietilpību. Bez šiem parametriem lieto vēl citus parametrus, kas ļauj izvēlēties startēšanas un darba apstākļiem vispiemērotāko akumulatoru.

Aukstas iedarbināšanas parametrs rāda, cik lielu elektrisko strāvu akumulators var nodrošināt 30 sekundēs, spriegumam nesamazinoties zem 7,2V vai 1,2V katrā sekcijā, startējot motoru -18°C temperatūrā. Šis parametrs raksturo akumulatora spēju piestartēt motoru noteiktā temperatūrā. Piemēram, nelielam četru cilindru motoram iesaka izmantot akumulatoru ar 305 A aukstas iedarbināšanas strāvu, bet lielam V-8 motoram iesaka 450 A akumulatoru. Jo grūtāki startēšanas apstākļi, jo lielākam jābūt aukstas iedarbināšanas parametram.

Rezerves ietilpības parametrs ir laiks, kādā pilnīgi uzlādēts akumulators izlādējas līdz spriegumam 10,2V vai 1,7V katrā sekcijā, pie slodzes strāvas 25A un 27°C temperatūrā. Piemēram, ja rezerves ietilpības parametrs ir 90 min., tas nozīmē, ka, sabojājoties lādēšanas sistēmai, 90 min. laikā, braucot ar slodzi 25A, akumulators būs izlādējies līdz minimāli pieļaujamajam spriegumam (11,7V).

Noslēgumā pievērsīsim uzmanību apstāklim, ka, tempera-

tūrai pazeminoties, pazeminās ķīmiskās reakcijas intensitāte, tā rezultātā samazinās akumulatora jauda. Tajā pašā laikā pie zemas apkārtējās vides un motora temperatūras eļļa ir bieža un ir nepieciešama lielāka startera jauda, lai iegrieztu motora spara ratu.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kādas ir automobiļa akumulatora funkcijas?
2. Kas ir akumulators?
3. Kāds mēdz būt spriegums akumulatora sekcijai un baterijai?
4. Kas ir akumulatora ietilpība? Kādās vienībās to mēra?
5. Kādas priekšrocības ir neapkopjamiem akumulatoriem?
6. Kāds būs akumulatoru baterijas spriegums, ja divus 12V akumulatorus slēgs virknē; paralēli?
7. Kāda būs akumulatoru baterijas ietilpība, ja divus akumulatorus ar ietilpību 60Ah slēgs virknē; paralēli?
8. Kad akumulatoram ir smagāki startēšanas apstākļi – zemā vai augstā motora temperatūrā?
9. Kas ir akumulatora aukstas palaišanas strāva?
10. Kas ir akumulatora rezerves ietilpības parametrs?
11. Ar ko atšķiras sausi un slapji lādēti akumulatori?
12. Akumulatoram ar ietilpību 40 Ah pieslēgta pārnesamā lampa, caur kuru plūst 1,5 A stīpra strāva. Aprēķiniet, pēc cik ilga laika akumulators būs pilnīgi izlādējies!
13. No kā ir atkarīgs akumulatora elektrolīta blīvums?

OTRĀ DAĻA

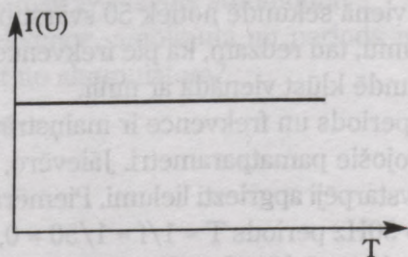
Pēc otrās daļas apgūšanas jūs:

zināsiet: kas ir elektriskais lauks un maiņstrāva, kas ir magnētisms un magnētiskais lauks; startera uzbūvi, darbības principu un lietošanu; izskaidrot elektromagnētiskās indukcijas parādību; ģenerators uzbūvi, darbības principu un lietošanu; taisngrieža uzbūvi, darbības principu un lietošanu; indukcijas spoles uzbūvi, darbības principu un lietošanu; aizdedzes sveču uzbūvi, darbību un lietošanu.

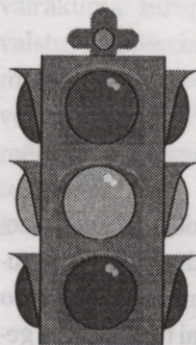
pratīsiet: parādīt shēmā un modeli startera un ģenerators sastāvdaļas, izskaidrot to nozīmi un darbību; atpazīt elektriskajā shēmā taisngriezi un izskaidrot strāvas plūšanas virzienu tajā; pēc aizdedzes sveču izskata noteikt iespējamus bojājumus automobiļa aizdedzes vai barošanas sistēmā.

9. Maiņstrāva

Iepriekšējā nodaļā noskaidrojām, ka akumulators ražo līdzstrāvu – tādu strāvu, kas laikā nemaina savu lielumu un virzienu. Grafiski līdzstrāvu var attēlot ar taisni (26. zīm.).



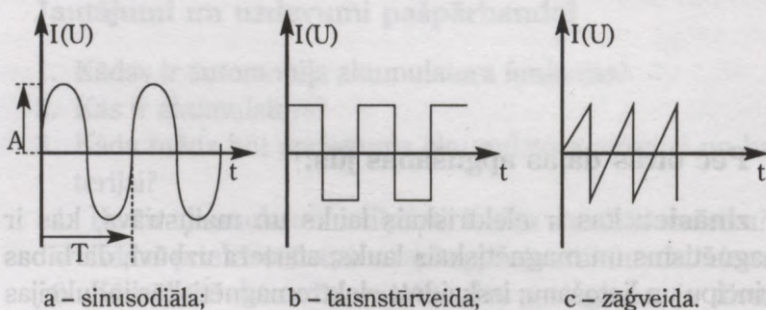
26. zīm.





Pēdējos desmit, piecpadsmīt gados automašīnās izmanto tikai maiņstrāvas ģeneratorus. Salīdzinājumā ar līdzstrāvas ģeneratoriem tie ir vienkāršāki uzbūvē un drošāki ekspluatācijā.

26. zīmējumā iekavās ierakstīts sprieguma simbols U , jo viss iepriekš teiktais attiecas arī uz spriegumu: arī tas laikā nemaina savu lielumu un virzienu. Tāpēc to tā arī sauc – līdzspriegums. Maiņstrāva laikā maina savu lielumu un virzienu. Tas pats attiecas arī uz maiņspriegumu. Grafiski maiņstrāvu un maiņspriegumu var attēlot dažādi – atkarībā no tā, pēc kāda likuma strāva un spriegums maina savu lielumu un virzienu (27. zīm.).



27. zīm.

Amplitūda. Par maiņstrāvas (maiņsprieguma) amplitūdu (A) sauc strāvas (sprieguma) maksimālo vērtību (27. zīm. a). Amplitūdas mērvienība ir tāda pati kā apskatāmā lieluma mērvienība. Piemēram, ja runājam par strāvas amplitūdu, tad mērīsim to ampēros; savukārt, ja runājam par sprieguma amplitūdu, tad to mērīsim voltos.

Periods. Par maiņstrāvas (maiņsprieguma) periodu (T) sauc laiku, kurā tiek izdarīta viena pilna svārstība (27. zīm. a). Tā kā periods ir laiks, tad perioda mērvienība ir laika mērvienība: elektrotehnikā – sekunde.

Frekvence. Par maiņstrāvas (maiņsprieguma) frekvenci (f) sauc svārstību skaitu laika vienībā. Frekvences mērvienība ir hercs – Hz. Ja sakām, ka strāvas (sprieguma) frekvence ir 50 Hz, tas nozīmē, ka vienā sekundē notiek 50 svārstības. Ja paskatāmies 27. zīmējumu, tad redzam, ka pie frekvences 50 Hz strāva 100 reizes sekundē kļūst vienāda ar nulli.

Amplitūda, periods un frekvence ir maiņstrāvu (maiņspriegumu) raksturojošie pamatparametri. Jāievēro, ka periods un frekvence ir savstarpēji apgriezti lielumi. Piemēram, sprieguma ar frekvenci $f = 50\text{ Hz}$ periods $T = 1/f = 1/50 = 0,02\text{ s}$, t.i., viena svārstība tiek izdarīta 0,02 sekundēs.

Automobilī maiņstrāvas avots ir ģenerators. Kaut arī automobili elektroenerģijas patērētāji ir paredzēti līdzstrāvai, ģenerators ražo maiņstrāvu. Kāpēc? Sīkāk šo jautājumu aplūkosim nodaļā par ģeneratoru. Šeit tikai pateiksim, ka maiņstrāvas ģenerators ir vienkāršāks gan no uzbūves, gan ekspluatācijas viedokļa.

Efektīvā vērtība. Tā kā gan sprieguma, gan strāvas faktiskā (momentānā) vērtība pastāvīgi mainās (27. zīm.), tad praktiski nav iespējams pilnīgi precīzi noteikt šīs maiņstrāvas un maiņsprieguma vērtības. Lai praksē ieviestu viennozīmīgumu, izmanto strāvas un sprieguma efektīvās vērtības. Par maiņstrāvas efektīvo vērtību sauc tādu līdzstrāvas vērtību, kura, plūstot pa vadītāju, laika vienībā izdala tādu pašu siltuma daudzumu kā maiņstrāva. Starp maiņstrāvas efektīvo un amplitūdas (maksimālo) vērtību pastāv šāda sakarība:

$$I_{ef} = 0,5 \sqrt{2} I_{max} \quad (9-1)$$

jeb

$$I_{ef} = 0,707 I_{max} \quad (9-2)$$

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Ar ko maiņstrāva atšķiras no līdzstrāvas?
2. Kas ir maiņstrāvas periods, amplitūda un frekvence?
3. Kas ir maiņstrāvas efektīvā vērtība?
4. Aprēķiniet maiņsprieguma periodu un maksimālo vērtību, ja $f = 25 \text{ Hz}$ un $U = 12 \text{ V}$!
5. Aprēķiniet maiņstrāvas frekvenci un maksimālo vērtību, ja $T = 0,01 \text{ s}$ un $I = 4 \text{ A}$!
6. Cik reižu vienā sekundē maiņstrāvas lielums ir nulle, ja tā frekvence $f = 60 \text{ Hz}$?
7. Kas ir maiņstrāvas avots automobilī?
8. Kāda frekvence, amplitūda un periods ir spriegumam, ko iegūst no akumulatora?



Latvijā, tāpat kā vairākumā Eiropas valstu, rūpnieciskā maiņstrāvas frekvence ir 50 Hz. Piemēram, ASV izmanto maiņstrāvu ar frekvenci 60 Hz.



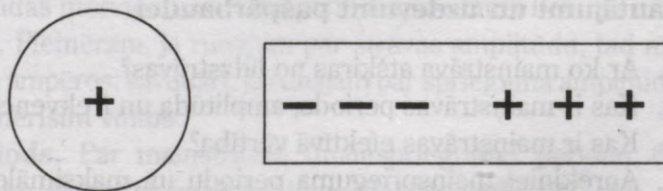
Bieži elektrisko lauku definē kā telpu ap elektriski lādētām daļiņām. Taču šīnī gadījumā grūti iedomāties, cik plaša ir šī telpa. Tāpēc praksē elektrisko lauku definē kā elektrisko spēku darbības telpu.

10. Elektriskais lauks. Kondensators

Jau pirmajā nodaļā runājām par elektrisko lādiņu mijiedarbību: pretējas zīmes elektriskie lādiņi pievelkas, bet vienādas zīmes elektriskie lādiņi atgrūžas. Tas nozīmē, ka starp elektriskajiem lādiņiem darbojas spēki, bet šo spēku darbības telpu sauc par **elektrisko lauku**.

Atcerēsimies visiem jau kopš bērnības zināmo eksperimentu: ja lodiņu pildspalvas plastmasas uzgali paberzē pret vilnas apģērbu un pēc tam to tuvina maziem papīra gabaliņiem, tad papīra gabaliņi pievelkas pie pildspalvas uzgaļa. Skaidrojums ir vienkāršs – pildspalvas uzgalis berzes rezultātā elektrizējas. Tāpat jebkurš ir piedzīvojis, ka, velkot pār galvu vilnas džemperu, dzirdama sprakšķēšana, kas liecina par elektrisko izlādi.

Tas nozīmē, ka elektriskie spēki darbojas ne tikai starp lādētām daļiņām, bet arī starp lādētām un elektriski neitrālām daļiņām. No tā varam secināt, ka ap katru elektriski lādētu daļiņu pastāv elektriskais lauks. Šis elektriskais lauks iedarbojas uz katru – gan lādētu, gan elektriski neitrālu daļiņu. Lauka iedarbības rezultātā var uzlādēties arī elektriski neitrāli ķermeņi. Paskaidrosim to ar piemēru (28. zīm.):



28. zīm.

Elektriski neitrāls ķermenis sastāv no elektriski neitrāliem atomiem. Ja šādam elektriski neitrālam stienim tuvina, piemēram, pozitīvi lādētu lodi, tad stienī esošie brīvie elektroni elektrisko spēku iedarbībā pārvietojas uz lodei tuvāko galu. Tādā veidā tiks izjaukts līdzsvars starp elektrisko lādiņu sadalījumu stienī un lodei tuvākais stieņa gals uzlādējas negatīvi, bet lodei tālākais stieņa gals – pozitīvi.

Iedomāsimies divas plāksnes: viena lādēta pozitīvi, otra negatīvi. Tātad pirmā plāksne satur pozitīvo lādiņu (jeb potenciālu $+φ$), ko apzīmē ar $+q$, bet otrā plāksne satur negatīvo lādiņu (jeb potenciālu $-φ$), ko apzīmē ar $-q$. Starp plāksnēm

pastāv elektriskais lauks un darbojas elektriskie spēki, kuru lielums ir tieši proporcionāls lādiņu (potenciālu) starpībai: $+q - (-q) = 2q (+\varphi - (-\varphi))$. Savienojot abas plāksnes ar vadītāju, pa to plūdis elektriskā strāva: negatīvie lādiņi – brīvie elektroni – elektriskā lauka spēku iedarbībā pārvietosies no negatīvās plāksnes uz pozitīvo.

Tas turpināsies, līdz abas plāksnes būs uzlādētas vienādi, t.i., potenciālu starpība kļūs vienāda ar nulli. Potenciālu starpību sauc par elektriskā lauka **spriegumu**. Tātad elektriskā strāva vadītājā var plūst tikai tad, kad pastāv potenciālu starpība vai, citiem vārdiem sakot, spriegums.

Kondensators. Ierīci, kas sastāv no divām lādētām vadītāja materiāla plāksnēm, starp kurām ievietots dielektriķis, sauc par kondensatoru. Kā jau iepriekš noskaidrojām, šādas plates satur elektriskos lādiņus, tātad starp tām ir spriegums. Liekumu, kas rāda, cik lielu lādiņu var uzņemt kondensatora plates, sauc par kondensatora kapacitāti jeb vienkārši par **kapacitāti**. Kondensatora kapacitāte ir atkarīga no elektriskā lādiņa, kas ir uz kondensatora platēm, un potenciālu starpības jeb sprieguma starp kondensatora platēm:

$$C = q / U, \quad (10-1)$$

kur C – kondensatora kapacitāte;

q – lādiņš uz kondensatora platēm;

U – spriegums starp kondensatora platēm.

Sprieguma mērvienība ir volts (V). Elektriskā lādiņa mērvienība ir kulons (C). Ievietojot šīs mērvienības formulā (10-1), iegūsim kondensatora kapacitātes mērvienību – **faradu** (F). Viens farads ir tāda kondensatora kapacitāte, uz kura platēm ir vienu kulonu liels lādiņš, bet spriegums starp platēm ir viens volts:

$$1F = 1C/1V. \quad (10-2)$$

Praksē kondensatora kapacitāti mēra mazākās mērvienībās – mikrofarados μF , nonafarados nF vai pikofarados pF. Atcerieties:

$$1F = 10^6 \mu F = 10^9 nF = 10^{12} pF$$

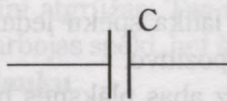
$$1\mu F = 10^{-6} F = 10^3 nF = 10^6 pF$$

$$1nF = 10^{-9} F = 10^{-3} \mu F = 10^3 pF$$

$$1pF = 10^{-12} F = 10^{-6} \mu F = 10^{-3} nF$$

Kondensatora apzīmējums elektriskajās shēmās.

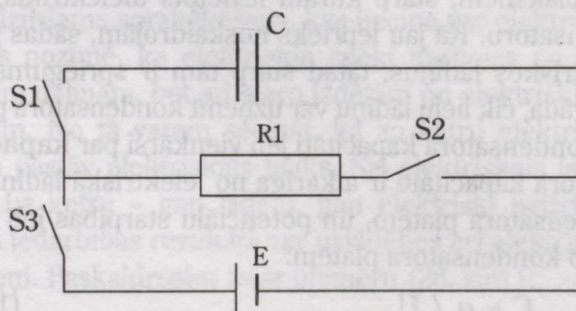
Kondensatoram, tāpat kā citiem elementiem un ierīcēm, elektriskajās shēmās ir noteikts grafiskais un burtu apzīmējums.



29. zīm.

Kondensatora "darbība"

Apskatisim 30. zīmējumā attēloto elektrisko shēmu.



30. zīm.

Ja slēdži S1 un S3 ir saslēgti, bet S2 atslēgts, tad kondensators (C) uzlādējas. Kondensatora plate, kas pieslēgta akumulatora pozitīvajam polam, uzlādēsies pozitīvi, bet plate, kas pieslēgta negatīvajam polam, uzlādēsies negatīvi. Uzlādes strāva plūdis tikai tik ilgi, kamēr kondensatora plates potenciāls kļūs vienāds ar akumulatora attiecīgās polaritātes potenciālu. Kad kondensators ir uzlādējies, strāva ķēdē neplūst. Tātad vispārīgā gadījumā līdzstrāva caur kondensatoru neplūst.

Kad kondensators uzlādējies, atslēgsim slēdži S3, bet ieslēgsim slēdži S2. Tagad caur pretestību R sāks plūst elektriskā strāva, jo izlādējas kondensators. Elektriskie lādiņi caur pretestību pārvietojas no negatīvās kondensatora plates uz pozitīvo. Šis process noris tikmēr, kamēr plašu potenciālu starpība kļūst vienāda ar nulli. Izlādes strāva ir jo mazāka, jo lielāka ir pretestība R. Palielinot pretestību, samazinās ne tikai izlādes strāvas stiprums, bet arī palielinās kondensatora izlādes laiks.

Tātad, attiecīgi izvēloties pretestības (R) lielumu, varam nodrošināt elektriskās strāvas plūsmu ķēdē kādu laiku pēc strāvas avota atslēgšanas.

Atšķirībā no līdzstrāvas maiņstrāva caur kondensatoru plūst, jo maiņstrāva periodiski maina savu lielumu un virzienu, līdz ar to mainās arī kondensatora plašu polaritāte. Kondensatora pretestību maiņstrāvai sauc par kapacitatīvo pretestību, to aprēķina pēc formulas:

$$X_c = 1/2\pi f C, \quad (10-3)$$

kur X_c – kapacitatīvā pretestība;
 f – maiņstrāvas frekvence;
 C – kondensatora kapacitāte.

No formulas (10-3) redzams ka jo lielāka kondensatora kapacitāte, jo mazāku pretestību maiņstrāvai izrāda kondensators.

Kondensatoru veidi. Kondensatori cits no cita atšķiras pēc kapacitātes, sprieguma un dielektriķa veida. Atkarībā no dielektriķa, kas ievietots starp kondensatora platēm, izšķir keramiskos, vizlas, papīra, elektrolītiskos u.c. kondensatorus.

Kondensatoru slēgumu veidi. Kondensatorus, līdzīgi akumulatoriem, var slēgt virknē un paralēli. Šo slēgumu īpašības ir tādas pašas kā akumulatoru virknes un paralēlam slēgumiem. Proti, slēdzot kondensatorus virknē, kopējais pieļaujama spriegums ir vienāds ar atsevišķo kondensatoru spriegumu summu, bet kapacitāte ir vienāda ar atsevišķa kondensatora kapacitāti:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n, \quad (10-4)$$

$$C = C_1 = C_2 = \dots = C_n. \quad (10-5)$$

Slēdzot kondensatorus paralēli, kopējais pieļaujama spriegums ir vienāds ar atsevišķa kondensatora spriegumu, bet kopējā kapacitāte ir vienāda ar atsevišķo kondensatoru kapacitāšu summu:

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n, \quad (10-6)$$

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n. \quad (10-7)$$

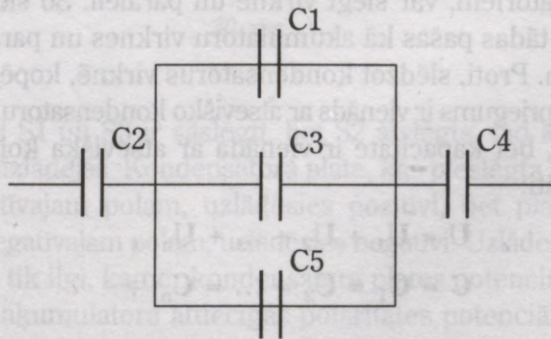


Jāievēro, ka elektrolītiskos kondensatorus nedrīkst slēgt pie maiņsprieguma. Šīnī gadījumā iespējama kondensatora uzsprāgšana.



Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kas ir elektriskais lauks?
2. Kas ir kondensators?
3. Kādi ir kondensatora galvenie parametri?
4. No kā atkarīga kondensatora kapacitāte?
5. Izskaidrojiet kondensatora uzlādēšanās un izlādēšanās procesus!
6. Uzzīmējiet trīs kondensatoru virknes un paralēlos slēgumus un aprēķiniet katram slēgumam kopējo kapacitāti un kopējo pieļaujamo spriegumu, ja zināms, ka: $C_1 = 0,02 \mu\text{F}$, $U_1 = 300\text{V}$; $C_2 = 400 \text{ pF}$, $U_2 = 300\text{V}$; $C_3 = 3 \times 10^{-8} \text{ F}$, $U_3 = 300\text{V}$!
7. Aprēķiniet, kāda strāva plūdis caur pretestību $R = 100 \Omega$, ja tā savieno divus elektriskā lauka punktus ar potenciāliem $\varphi_1 = +15\text{V}$ un $\varphi_2 = -35\text{V}$!
8. Aprēķiniet 6.uzdevumā doto kondensatoru bateriju kapacitīvās pretestības!
9. Aprēķiniet 31.zīmējumā attēlotā kondensatoru slēguma kopējo kapacitāti, ja: $C_1 = 12\mu\text{F}$; $C_2 = 10\mu\text{F}$; $C_3 = 14\mu\text{F}$; $C_4 = 16\mu\text{F}$; $C_5 = 18\mu\text{F}$.



31. zīm.



11. Magnētisms un magnētiskais lauks

Dabā sastopama dzelzsrūda, kas pievelk tuvumā esošus metāla priekšmetus. Šādu dzelzsrūdu sauc par dabisko magnētu, bet novērojamo parādību par magnētismu. Ja metāla

priekšmetu, piemēram, skrūvgriezi, kas kādu laiku atradies pastāvīga magnēta iedarbībā, attālina no tā un tuvina kādam citam metāla priekšmetam, kas nav pastāvīgais magnēts, tad varam novērot, ka skrūvgriezis pievelk šo priekšmetu, t.i., skrūvgriezis ir kļuvis par mākslīgo magnētu. Šo parādību izmanto praksē, lai ar skrūvgriezi ieskrūvētu vai izskrūvētu skrūvi grūti pieejamās vietās.

Katram magnētam ir divi poli: ziemeļpols un dienvidpols. Par ziemeļpolu sauc to magnētadatas polu, kurš pagriežas pret Zemes ziemeļpolu. Otru magnētadatas polu sauc par dienvidpolu.

Līdzīgi kā elektriskie lādiņi, arī magnētu savstarpējā iedarbībā pretējie poli pievelkas, bet vienādie atgrūžas. Tas nozīmē, ka, tuvinot ziemeļpolus vai dienvidpolus, tie atgrūžas, bet, tuvinot ziemeļpolu un dienvidpolu, tie pievelkas.

Taču magnētiskās parādības var novērot ne tikai pastāvīgo vai mākslīgo magnētu tuvumā. Ja vadītājam, pa kuru plūst elektriskā strāva, tuvinām kompasu, tad novērojam, ka magnētadata pagriežas. No šīs un citām parādībām var secināt, ka ap katru vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva, pastāv magnētiskais lauks. Tas nav atkarīgs ne no vadītāja materiāla, ne no kādiem citiem parametriem, bet ir atkarīgs tikai un vienīgi no vadītājā plūstošās elektriskās strāvas stipruma un virziena.

Ja ap katru vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva pastāv magnētiskais lauks, tad ir pamats domāt, ka šī magnētiskā lauka darbība varētu būt līdzīga pastāvīgā magnēta darbībai? Atkārtoti mēģinājumi rāda, ka strāvas magnētiskā lauka iedarbība uz citiem magnētiem vai metāla priekšmetiem ir tāda pati kā pastāvīgā magnēta iedarbība.

Ja vadītāju no materiāla, uz kuru magnētiskie spēki nedarbojas, piemēram varš, ievieto magnētiskajā laukā, tad magnētiskā lauka iedarbība nav novērojama. Līdzko vadītāju pieslēdz sprieguma avotam un caur to sāk plūst elektriskā strāva, novērojam, ka vadītājs pagriežas magnētiskā lauka iedarbības rezultātā. Ja magnētu aizvācam, tad, arī ieslēdzot strāvu, vadītājs savu stāvokli telpā saglabā.

Elektriskās strāvas magnētiskais lauks, līdzīgi kā pastāvīgais magnēts, spēj magnetizēt dzelzs un tērauda priekšmetus. Par to liecina šāds eksperiments.

Izolētu vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva, ievieto dzelzs skaidiņās: skaidiņas "pielip" pie vada. Kad strāvu atslēdzam,



Spēcīgu dzelzsrūdas magnētisko iedarbību var novērot tā saucamajos magnētisko anomāliju rajonos, kur zemes dziļēs atrodas lieli dzelzsrūdas krājumi. To magnētiskais lauks liek kompasu magnētadatai kļūdaini rādīt debespusēs.

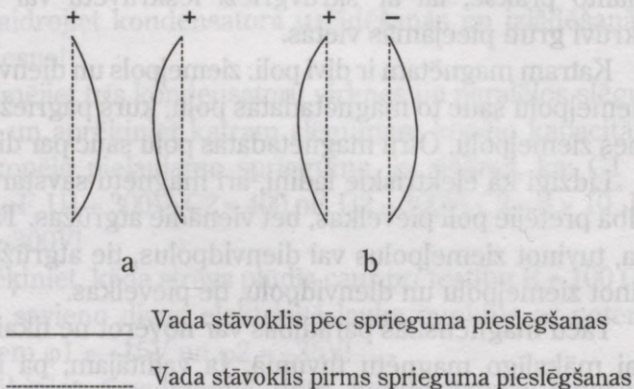


Novērojām, ka ap katru elektriskā strāvu plūstošu vadītāju pastāv elektriskais lauks. Līdzko ap katru vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva, pastāv gan magnētiskais, gan elektriskais lauks. Vienā virzienā to sauc par elektromagnētisko lauku.

Spēciņu dāzaru-
das magnētisko ie-
darību var nove-
tot tā saucamajos
magnētisko anomā-
liju rajonos, kur ze-
mes daļas atrodas
lieli dāzaru-
krājumi. To mag-
nētiskais lauks liek
kompasa magnet-
adālai rādītājinī rādīt
debespusē.

skaidriņas no vada nobirst. Ja vadu aptin ap naglu un pieslēdz sprieguma avotam, tad, pēc brīža atslēdzot strāvu, var novērot, ka nagla ir magnetizējusies.

Magnētiskā lauka spēki darbojas arī uz diviem paralēliem vadiem, pa kuriem plūst elektriskā strāva (Ampēra eksperiments).



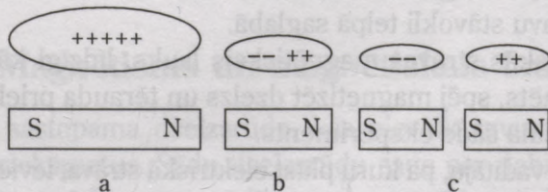
32. zīm.

32. zīm. a parādīts, ka vadi pievelkas, ja elektriskās strāvas virziens abos vados ir vienāds. 32. zīm. b parādīts, ka vadi atgrūžas, ja elektriskās strāvas virziens vados ir pretējs.

Kā var izskaidrot magnētismu?

Sākumā pateiksim, ka, kaut arī magnētismam ir daudz kopīga ar elektrizēšanos, tomēr ir viena būtiska atšķirība: elektriskos lādiņus var sadalīt un iegūt vai nu tikai pozitīvi, vai tikai negatīvi lādētus ķermeņus. Turpretim magnētam neatkarīgi no tā ģeometriskajiem izmēriem vienmēr ir divi poli – dienvidpols un ziemeļpols. **Nav iespējams iegūt magnētu tikai ar vienu polu.**

Izdarīsim eksperimentu: ņemsim divas metāla plāksnītes un vienu berzējot elektrizēsim, bet otru indukcijas ceļā magnetizēsim (33. zīm. a).



33. zīm.

Ja elektrizētajai plāksnītei tuvina dzelzs stienīti, viens tā gals elektrizējas negatīvi, bet otrs pozitīvi. Līdzīgi notiek, ja magnetizētajai plāksnītei tuvina tērauda stienīti. Stienīša viens gals kļūs par dienvidpolu, bet otrs par ziemeļpolu (33. zīm. b). Ar to visa līdzība starp elektrizēšanos un magnetizēšanos arī beidzas. Ja elektrizēto stienīti pārzāgē divās daļās, tad viena daļa būs lādēta negatīvi, bet otra – pozitīvi. Ja magnetizēto stienīti pārzāgē divās daļās, tad abām stienīša daļām ir gan dienvidpols, gan ziemeļpols. Ja turpinām sadalīt magnetizētos stienīšus arvien sīkākās daļās, tad katru reizi varam novērot, ka katrai daļai, lai cik maza tā būtu, ir dienvidpols un ziemeļpols.

Pamatojoties uz šāda veida eksperimentiem, Kulons secināja: **eksistē elementārmagnēti, kuri ārpus magnētiskā lauka iedarbības atrodas haotiski novietoti attiecībā cits pret citu.**

Tāpat elementārmagnētiņi, sauksim tos par domeniem, atrodoties haotiskā stāvoklī, veido rezultējošo magnētisko lauku, kura intensitāte praktiski vienāda ar nulli. Tikko šāds materiāls nokļūst ārējā magnētiskā laukā, domeni orientējas attiecībā pret šo ārējo lauku. Tādā veidā materiāls kļūst par mākslīgo magnētu.

No kurienes vielā radušies domeni? Pirmajā nodaļā jau apskatījām vielas uzbūvi, bet domenus nemanījām!

Lai atbildētu uz šo jautājumu, Ampērs izvirzīja hipotēzi, ko vēlāk apstiprināja novērojumi un eksperimenti. **Elementāros magnētiskos laukus rada mazas, riņķveida elektriskās strāvas.**

Protams, rodas jautājums: no kurienes vielā mazas, riņķveida elektriskās strāvas? Vēlreiz atcerēsimies atoma uzbūvi: atoma centrā novietots pozitīvi lādēts kodols, kurš sastāv no pozitīviem lādiņiem – protoniem – un elektriski neitrālām daļiņām – neitroniem. Ap kodolu riņķo negatīvi lādētas daļiņas – elektroni. Bet kas ir orientēta elektronu kustība? Tā ir elektriskā strāva, bet ap katru vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva, pastāv magnētiskais lauks. Lūk, esam atklājuši elementāro magnētisko lauku izcelsmi! Ārējā magnētiskā lauka iedarbībā šo elementāro elektrisko strāvu radītie elementārie magnētiskie lauki orientējas virzienā, ko nosaka ārējā magnētiskā lauka spēka līnijas.



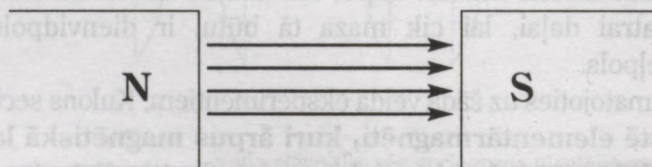
Elektriskos lādiņus var atdalīt, bet magnētiskos lādiņus atdalīt nevar. Katrs magnetizēts ķermenis pēc sadalīšanas kļūst par magnētu ar diviem poliem.



Neaizmirsīsim, ka ap katru elektrisko lādiņu pastāv arī elektriskais lauks! Tāpat ap katru vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva, pastāv gan magnētiskais, gan elektriskais lauks. Vienā vārdā to sauc par elektromagnētisko lauku.

Magnētiskā lauka spēka līnijas

Jau noskaidrojām, ka starp magnēta poliem darbojas magnētiskie spēki. No fizikas kursa zināms, ka spēks ir vektoriāls lielums, t.i., lielums, kuru raksturo ne tikai lielums, bet arī virziens. **Līnijas, pa kurām darbojas magnētiskie spēki, sauc par magnētiskā lauka spēka līnijām.** Pieņemts, ka magnētiskā lauka spēka līnijas grafiski apzīmē ar vektoriem, kuri sākas magnēta ziemeļpolā, bet beidzas magnēta dienvidpolā (34. zīm.).



34. zīm.

No pieredzes zināms, ka magnētisko lauku spēki ir dažādi – ar dažiem magnētiem var noturēt samērā lielus dzelzs priekšmetus, bet ar dažiem tikai mazus priekšmetus. Grafiski ar magnētiskā lauka spēka līniju skaitu attēlo magnētisko plūsmu. 34. zīm. ir attēlots magnētiskais lauks, kura magnētisko plūsmu raksturo četras spēka līnijas. Magnētisko lauku ar piemēram, divas reizes lielāku spēku attēlo ar $4 \times 2 = 8$ spēka līnijām.

Magnētisko lauku raksturo **intensitāte** (H) un **indukcija** (B). Šos lielumus saista sakarība

$$\mu_a = B/H, \quad (11-1)$$

kur μ_a – absolūtā magnētiskā caurlaidība.

Magnētiskā lauka intensitāte un magnētiskā indukcija raksturo pašu magnētisko lauku, bet absolūtā magnētiskā caurlaidība – vidi, kurā lauks darbojas. Lielumu μ_a var izteikt ar formulu:

$$\mu_a = \mu_0 \mu_r, \quad (11-2)$$

kur μ_0 – magnētiskā konstante, kas nosaka vakuuma absolūto magnētisko caurlaidību;

μ_r – relatīvā magnētiskā caurlaidība, kas rāda, cik reižu magnētiskā indukcija šajā vidē ir lielāka nekā vakuumā.

Atkarībā no μ_r lieluma visus materiālus iedala trīs grupās:

1. diamagnētiķi – μ_r ir mazāka par vienu, piemēram, varš, ogleklis, sudrabs, svins, ūdens u.c.;
2. paramagnētiķi – μ_r ir nedaudz lielāka par vienu, piemēram, gaiss, mangāns, volframs u.c.;
3. feromagnētiķi – μ_r ir tūkstošiem reižu lielāka par vienu, piemēram, dzelzs, niķelis, kobalts, šo metālu sakausējumi.

Feromagnētiķus izmanto, lai izgatavotu elektromagnētu serdes.

Magnētisko lauku un parādības, kas ar to saistītas, plaši izmanto automobiļu elektrosistēmās, piemēram, starterī, ģeneratorā, indukcijas spolē u.c.

Elektromagnēti

Iepriekš jau noskaidrojām, ka ap katru vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva, pastāv magnētiskais lauks. Ja šādā magnētiskā laukā ievieto dzelzs priekšmetu, tad tas magnetizējas, t.i., kļūst par mākslīgo magnētu jeb elektromagnētu. Praksē visbiežāk izmanto elektromagnētus, kas izveidoti kā spole ar tērauda serdi. Bieži šāda veida elektromagnētus sauc par **solenoidiem**. Piemēram, automobili par solenoidu sauc elektromagnētu, kurš ar kustīgas tērauda serdes palīdzību iebīda startera mazo zobratu sazobē ar motora spararatu.

Ampēra spēks

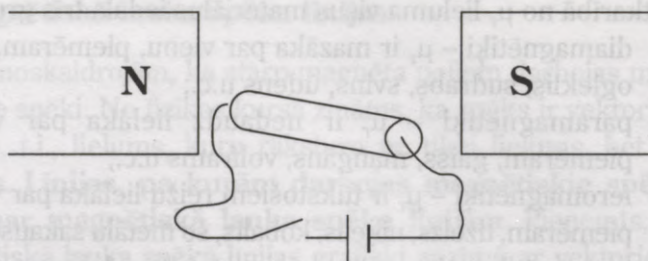
Jau noskaidrojām, ja vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva, ievieto magnētiskajā laukā, tad uz to darbojas spēks. Šim spēkam ir magnētiska daba, jo elektriskā strāva, plūstot pa vadītāju, rada ap to magnētisko lauku. Abu magnētisko lauku mijiedarbība ir spēks, kas iedarbojas uz vadītāju.

No kā ir atkarīgs spēka lielums un virziens? Lai to noskaidrotu, veiksīm eksperimentu: starp diviem pastāvīgā magnēta poliēm novieto vadītāju, kuru ar slēdža palīdzību var pieslēgt elektriskās strāvas avotam (35. zīm.).



Elektromagnēts ir viena no releja galvenajām sastāvdaļām. Tāpēc bieži praksē solenoidu sauc arī par releju.





35. zīm.

Vispirms noskaidrosim, no kā ir atkarīgs uz vadītāju darbojošā spēka lielums. Lai to noskaidrotu, mainām strāvas avota spriegumu. Tā kā vadītāja pretestība nemainās, tad, palielinot spriegumu, strāvas stiprums, kas plūst caur vadītāju, palielinās, bet, samazinot spriegumu, samazinās arī strāvas stiprums. Tātad jo lielāka strāva plūst caur vadītāju, jo lielāka ir vadītāja novirze no līdzsvara stāvokļa. Varam secināt, ka **spēka lielums ir tieši proporcionāls caur vadītāju plūstošās strāvas stiprumam.**

Nākamajā eksperimentā strāvas stiprumu nemainām, bet mainām magnētiskā lauka intensitāti, t.i., mainām magnētiskā lauka spēka līniju skaitu, vienlaikus mainot arī magnētiskā lauka indukciju, jo šie abi lielumi ir cieši saistīti. Novērojam, ka jo lielāka ir magnētiskā lauka indukcija, jo lielāka ir vadītāja novirze no līdzsvara stāvokļa. Tātad **spēka lielums ir tieši proporcionāls magnētiskā lauka indukcijai.**

Turpināsim eksperimentus! Nemainām ne strāvas stiprumu, ne magnētiskā lauka indukciju, bet izmainām vadītāja garumu, kas atrodas magnētiskajā laukā. Pagarinot vadītāju, tā novirze no līdzsvara stāvokļa palielinās, tāpēc varam secināt, ka **spēka lielums ir tieši proporcionāls vadītāja garumam magnētiskajā laukā.**

Veicot šos eksperimentus, novērojām, ka spēka lielums ir atkarīgs arī no vadītāja novietojumā magnētiskajā laukā, proti, no leņķa, kādu veido vadītājs ar magnētiskā lauka spēka līnijām. Apvienojot visus iepriekš veiktos novērojumus, varam teikt, ka **spēks, kāds darbojas uz vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva magnētiskajā laukā, ir tieši proporcionāls caur vadītāju plūstošās strāvas stiprumam, magnētiskā lauka indukcijai, vadītāja garumam un leņķa, ko veido vadītājs un magnētiskā lauka spēka līnijas, sinusam.**

Patiesībā spēks iedarbojas arī uz magnētu. Taču magnētam parasti ir ievērojami lielāka masa un tāpēc spēka iedarbību nevar novērot.

Matemātiski to var izteikt ar formulu:

$$F = I B l \sin \alpha, \quad (11-3)$$

- kur F – spēks;
 I – strāvas stiprums;
 B – magnētiskā lauka indukcija;
 l – vadītāja garums magnētiskajā laukā;
 α – leņķis starp vadītāju un magnētiskā lauka spēka līnijām.

Ja strāvas stiprumu mēra ampēros (A); magnētiskā lauka indukciju teslās (T); vadītāja garumu metros (m); tad spēka mērvienība ir ņūtons (N). Iepriekš aprakstītos eksperimentus veica zinātnieks Ampērs, tāpēc spēku, kas darbojas uz vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva, magnētiskajā laukā, sauc arī par Ampēra spēku.

Tā kā spēks ir vektoriāls lielums, tad ir svarīgi zināt ne tikai spēka lielumu, bet arī virzienu.

Veicot iepriekš apskatītos eksperimentus, varēja novērot, ka spēka virziens ir atkarīgs gan no strāvas virziena vadītājā, gan no magnētiskā lauka spēka līniju virziena. Šo sakarību nosauca par **kreisās rokas likumu: ja kreiso roku novietojam tā, lai magnētiskā lauka spēka līnijas ieietu plaukstā un četri pirksti norādītu strāvas virzienu vadītājā, tad atliektais īkšķis norādīs spēka virzienu.**

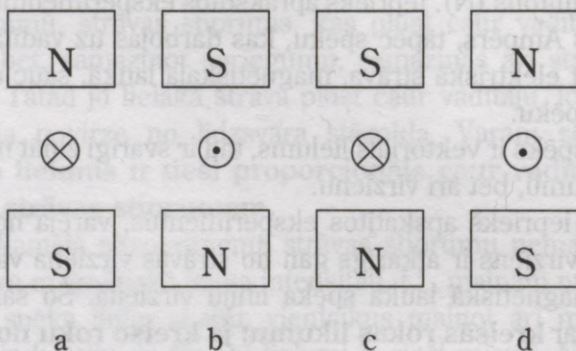
Šis ir viens no svarīgākajiem likumiem elektrotehnikā. Mēs kreisās rokas likumu izmantosim, kad runāsim par startera un ģeneratora darbību, tāpēc ir ļoti svarīgi izprast un zināt to.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. No kā ir atkarīgs elektriskās strāvas radītā magnētiskā lauka spēks un virziens?
2. Kas rada elementāros magnētiskos laukus?
3. Kas ir domeni?
4. Kā veidojas mazās riņķveida elektriskās strāvas?
5. Kādas magnētiskās parādības varat nosaukt?
6. No kādiem parametriem ir atkarīgs Ampēra spēka lielums?
7. Cik liels spēks darbojas uz 50 cm garu vadītāju, kurš

ievietots magnētiskajā laukā ar indukciju $0,002\text{ T}$ un pa to plūst $0,4\text{ kA}$ stipra strāva, ja leņķis starp vadītāju un magnētiskā lauka spēka līnijām ir: 90° ; 60° ; 45° ; 30° ; 0° .

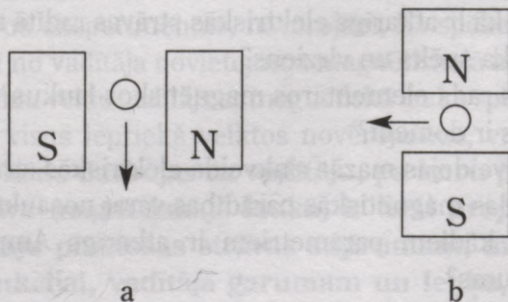
8. Ko norāda magnētiskā lauka spēka līniju skaits?
9. Kas ir magnētiskā lauka spēka līnijas?
10. Ko sauc par solenoīdu?
11. No kādiem magnētiskajiem materiāliem izgatavo elektromagnētu serdes?
12. Definēt kreisās rokas likumu!
13. Kādā veidā var iegūt mākslīgo magnētu?
14. Nosakiet spēka virzienu, kas darbojas uz vadītāju magnētiskajā laukā (36. zīm.).



- ⊗ – strāva plūst virzienā no novērotāja;
 ⊙ – strāva plūst virzienā uz novērotāju.

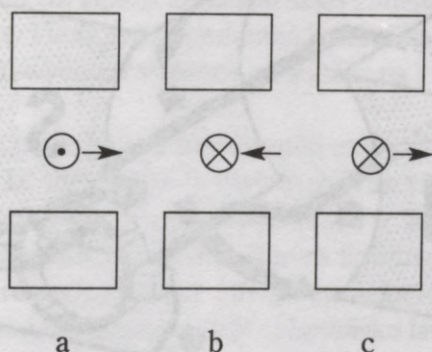
36. zīm.

15. Nosakiet strāvas virzienu vadītājā, kurš ievietots magnētiskajā laukā (37. zīm.). Spēka virziens norādīts ar bultiņu.



37. zīm.

16. Nosakiet magnētu polus, zinot strāvas virzienu vadītājā un spēka virzienu, kas darbojas uz vadītāju (38. zīm.).



38. zīm.

12. Līdzstrāvas elektromotors

Automobiļos līdzstrāvas elektromotorus izmanto logu pacelšanai un nolaišanai, salona mikroklimata veidošanai un priekšējā stikla tīrīšanai. Taču automobili vissvarīgākais līdzstrāvas elektromotors ir startera motors. Tāpēc šini nodaļā apskatīsim startera motora uzbūvi un darbības principu, paturot prātā, ka tie ir vienādi visiem automobiļa līdzstrāvas elektromotoriem.

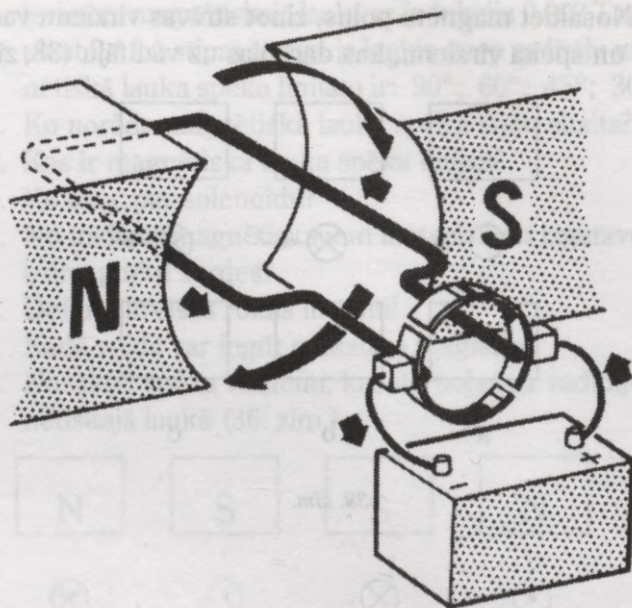
Startera galvenā funkcija ir iegriezt automobiļa motora kloķvārpstu. Startera galvenās sastāvdaļas ir startera motors, solenoīds un bendikss. Šajā nodaļā runāsim tikai par startera motoru.

Startera motors ir līdzstrāvas motors, kas spriegumu saņem no automobiļa akumulatora baterijas. Startera motora, tāpat kā visu līdzstrāvas motoru, galvenās sastāvdaļas ir ierosmes tinums, enkura tinums un kolektors ar sukām. Startera motora darbības principa pamatā ir parādība, kad uz vadītāju, kas ievietots magnētiskajā laukā un pa kuru plūst strāva, darbojas spēks. Startera motora darbības princips attēlots 39. zīmējumā.





Startera motors pirmo reizi tika ievietots "Kadiljakā" 1912. gadā. Līdz tam cilvēki automobiļu motorus iedarbināja ar roku. Tas radīja lielas neērtības un dažreiz pat traumas atsitienu rezultātā. Pagāja diezgan ilgs laiks, līdz arī citu marķu automobiļos sāka lietot starterus.



39. zīm.

Zīmējumā vadītājs ir rāmītis, kas ievietots pastāvīgo magnētu magnētiskajā laukā. Pa rāmīti plūst strāva, jo tas pievienots akumulatora spailēm. No iepriekšējām nodaļām jau zinām, ka uz vadītāju, kurš ievietots magnētiskajā laukā un pa kuru plūst elektriskā strāva, darbojas spēks. Šī spēka virzienu var noteikt pēc kreisās rokas likuma.

Vienai rāmīša malai spēks tiks pārvietoties uz augšu, bet otrai uz leju. Rāmītim pagriežoties par 180° , spēki mainīs virzienu. Tagad rāmīša mala, kas pārvietojās uz augšu, pārvietojas uz leju, bet mala, kas pārvietojās uz leju, pārvietojas uz augšu. Kāpēc spēks maina savu virzienu? Atbildi iegūsim, uzmanīgi aplūkojot veidu, kādā rāmītim pieslēgts spriegums. Katrs rāmīša gals ir cieši piestiprināts vara plāksnītei, kurai cieši piespiesta oglekļa suka. Šādā veidā tiek panākts slidošais kontakts starp rāmīti un ārējo ķēdi – akumulatoru. Sukas ir nekustīgas. Tas nozīmē, ka rāmītim pagriežoties par 180° , plāksnītes, pie kurām ir piestiprināti rāmīša gali, maina savu polaritāti. Mainoties polaritātei, mainās arī strāvas virziens rāmīti. Mainoties strāvas virzienam rāmīti, mainās spēka virziens. Par to var pārliecināties, nosakot rāmīša malu kustības virzienu pēc kreisās rokas likuma (sk. 39. zīm.).

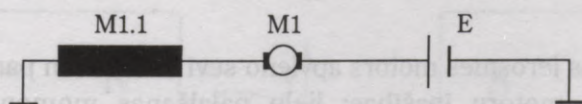
Nodaļas sākumā jau noskaidrojām, ka līdzstrāvas motors sastāv no enkura tinuma, ierosmes tinuma un kolektora ar sukām. Mēģināsim atpazīt šīs sastāvdaļas zīmējumā. Rāmītis ir enkura tinums. Tiesa, mūsu gadījumā tam ir tikai viens vijums! Tātad pēc būtības enkura tinums ir vadītājs, pa kuru plūst elektriskā strāva.

Plāksnītes, pie kurām ir piestiprināti enkura tinuma vijumi, ir kolektors. Tā uzdevums ir mainīt strāvas virzienu enkura tinumā. Motora kolektora plāksnišu skaits ir vismaz 16. Suku uzdevums ir pievadīt spriegumu enkura tinumam.

Kur tad ierosmes tinums? Zīmējumā nekādu tinumu nav! Ierosmes tinuma uzdevums ir radīt magnētisko lauku ap enkura tinumu. Shēmā šo uzdevumu veic pastāvīgie magnēti.

Runājot par līdzstrāvas motoru, tāds ir arī startera motors, noteikti jārūnā par šī motora ierosmes veidu. Ierosmes veids – tas ir veids, kādā savstarpēji savienoti enkura tinums ar ierosmes tinumu. Pavisam ir iespējami 4 ierosmes veidi: virknes, paralēlais, jauktais un ierosme ar pastāvīgo magnētu.

Virknes ierosme. Kā jau pats nosaukums saka priekšā, ierosmes tinums ar enkura tinumu ir slēgti virknē (40. zīm.).



40. zīm.

Pievērsiet uzmanību shēmā izmantotajiem apzīmējumiem! Ar M1 apzīmēts startera motora enkura tinums; ar M1.1 apzīmēts ierosmes tinums, bet ar E apzīmēts akumulators.

Virknes ierosmes īpatnība ir tā, ka ierosmes tinuma strāvas stiprums ir tāds pats kā enkura tinumam (virknes slēguma īpašība). Ierosmes tinums sastāv no neliela skaita vijumu, kas uztīti no liela šķērsgriezuma vada. Tādā veidā ierosmes tinumam ir maza elektriskā pretestība. Virknes ierosme ļauj radīt lielu palaišanas momentu, kas ir ļoti svarīgi startera motoros.

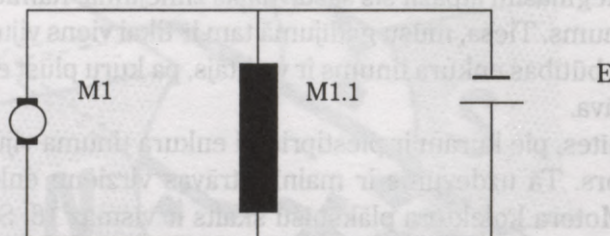
Paralēlā ierosme. Ierosmes tinums ir slēgts paralēli enkura tinumam (41. zīm.). Tas sastāv no liela skaita vijumu, kas tīti no maza šķērsgriezuma vada, tāpēc tam ir liela elektriskā pretestība. Šī ierosmes veida motoriem nav pārāk liels



Atcerieties: enkura tinums ir vadītājs ar strāvu, kurš ievietots ierosmes tinuma radītajā magnētiskajā laukā. Kolektors maina strāvas virzienu enkura tinumā.

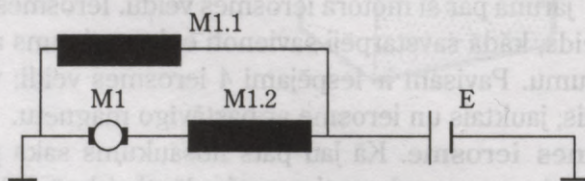


palaišanas moments. Paralēlās ierosmes līdzstrāvas motorus izmanto rūpniecībā. Starteros paralēlo ierosmi neizmanto.



41. zīm.

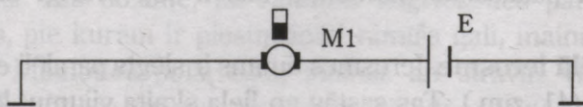
Jauktā ierosme. Motoram ir divi ierosmes tīnumi: virknes un paralēlais (42. zīm.).



42. zīm.

Jauktas ierosmes motors apvieno sevī virknes un paralēlās ierosmes motoru īpašības: lielu palaišanas momentu un pastāvīgu griešanās ātrumu. Jaukto ierosmi dažkārt izmanto lielas jaudas startera motoros.

Ierosme ar pastāvīgo magnētu. Nav ierosmes tīnuma. Magnētisko lauku rada pastāvīgais magnēts. Pēdējā laikā tos lieto arvien plašāk, jo ir izstrādāti viegli magnētiskie materiāli. Priekšrocības salīdzinājumā ar elektromagnētiem: mazāka akumulatora slodze, jo nav jābaro ierosmes tīnums; drošāks ekspluatācijā, jo praktiski nav iespējami nekādi ar ierosmi saistīti bojājumi. Schematiski ierosme ar pastāvīgo magnētu attēlota 43. zīmējumā:



43. zīm.

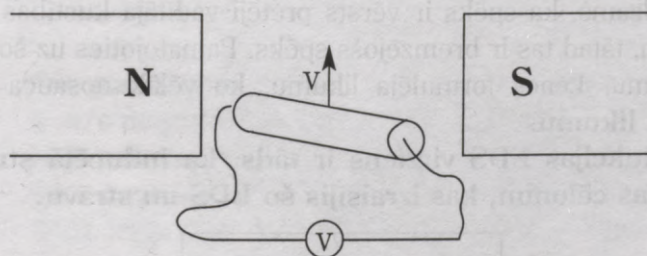
Atcerieties: visbiežāk starteru motoros izmanto virknes ierosmi, jo tā nodrošina lielu palaišanas momentu. Pēdējā laikā sāk izmantot ierosmi ar pastāvīgo magnētu. Jaukto ierosmi izmanto lielas jaudas starteru motoros. Paralēlo ierosmi starteru motoros neizmanto.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Paskaidrojiet līdzstrāvas motora darbības principu!
2. Kādas ir līdzstrāvas motora galvenās sastāvdaļas?
3. Paskaidrojiet katras līdzstrāvas motora sastāvdaļas funkcijas!
4. Kādi ir ierosmes veidi un kādus izmanto startera motoros?
5. Paskaidrojiet katra ierosmes veida priekšrocības!
6. Uzzīmējiet biežāk izmantotā ierosmes veida startera elektrisko shēmu un ar pārtrauktu līniju apvelciet startera motoru!
7. Kur automobiļos izmanto līdzstrāvas motorus?

13. Elektromagnētiskā indukcija

Veicot 44. zīmējumā attēloto eksperimentu, novērosim, ka, pārvietojot vadītāju magnētiskajā laukā tā, lai tas šķeltu magnētiskā lauka spēka līnijas, voltmetrs uzrāda sprieguma parādīšanos vadītājā.



44. zīm.

Šo parādību sauc par **elektromagnētisko indukciju**. Elektrodzinējspēku (EDS), kas rodas vadītājā, sauc par indukcijas EDS. Indukcijas EDS rodas visos gadījumos, kad magnētiskā lauka spēka līnijas šķeļ vadītāju, neatkarīgi no tā, vai pārvietojas vadītājs vai magnēti, vai vadītājs atrodas mainīgā magnētiskā laukā. Indukcijas EDS lielums ir atkarīgs no magnētiskā lauka indukcijas, vadītāja **aktīvā garuma**, vadītāja pārvietošanās ātruma attiecībā pret magnētiskā lauka spēka līnijām un leņķi starp ātruma vektoru un magnētiskā lauka spēka līnijām. Matemātiski šo sakarību var izteikt šādi:





Par vadītāja aktīvo garumu sauc to vadītāja daļu, kas šķēļ magnētiskā lauka spēka līnijas, jo tikai šajā vadītāja daļā inducējas EDS.

$$E = Blv \sin \alpha, \quad (13-1)$$

- kur E – indukcijas EDS (V);
 B – magnētiskā lauka indukcija (T);
 l – vadītāja aktīvais garums (m);
 v – vadītāja pārvietošanās ātrums attiecībā pret magnētiskā lauka spēka līnijām (m/s);
 α – leņķis starp ātruma vektoru un magnētiskā lauka spēka līnijām.

Ja 44. zīmējuma shēmā voltmetra vietā ieslēdz kādu patērētāju, tad ķēdē plūst elektriskā strāva. Šo strāvu sauc par indukcijas strāvu un tās virzienu nosaka pēc labās rokas likuma.

Ja labo roku novieto tā, lai magnētiskā lauka spēka līnijas ieietu plaukstā, bet atliektais īkšķis norādītu vadītāja pārvietošanās virzienu, tad četri pirksti norādīs indukcijas EDS un strāvas virzienu.

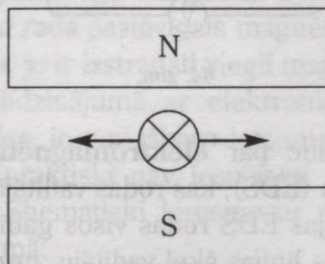
Pieņemsim, ka vadītājs pārvietojas magnētiskajā laukā un tajā inducējas EDS un plūst strāva. Taču uz vadītāju, kas atrodas magnētiskā laukā un pa kuru plūst strāva, darbojas spēks, kura virzienu var noteikt pēc kreisās rokas likuma (45. zīm.).

Redzams, ka spēks ir vērsts pretēji vadītāja kustības virzienam, tātad tas ir bremsējošs spēks. Pamatojoties uz šo novērojumu, Lencs formulēja likumu, ko vēlāk nosauca par **Lenca likumu**.

Indukcijas EDS virziens ir tāds, ka inducētā strāva pretojas cēlonim, kas izraisījis šo EDS un strāvu.



Īpašs elektromagnētiskās indukcijas izpausmes veids ir virpuļstrāvu rašanās viendabīga metāla gabalā, kurš šķēļ magnētiskā lauka spēka līnijas. Virpuļstrāvas izraisa metāla silšanu un rada jaudas zudumus.



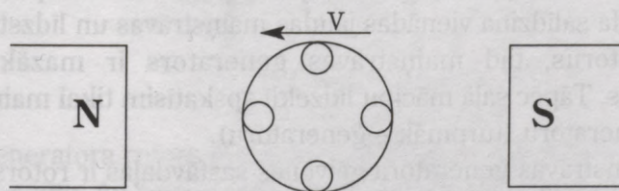
45. zīm.

Indukcijas EDS un strāvas cēlonis ir vadītāja pārvietošanās magnētiskajā laukā, šķēļot magnētiskā lauka spēka līnijas. Tātad inducētā strāva ar savu magnētisko lauku darbojas preti vadītāja kustībai, t.i., darbojas bremsējoši. Šis apstāklis ir ļoti

svarīgs, un tas ir jāņem vērā, apskatot ģenerators darbību (sk. nākamo nodaļu).

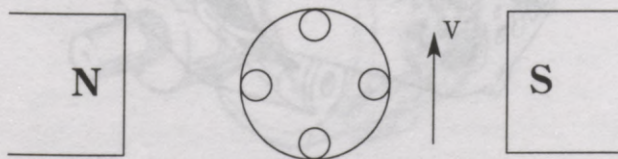
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kas ir elektromagnētiskā indukcija?
2. No kādiem lielumiem ir atkarīgs indukcijas EDS lielums?
3. Kāds ir labās rokas likums?
4. Aprēķiniet indukcijas EDS lielumu 50cm garā vadā, kas šķēļ magnētiskā lauka spēka līnijas ar ātrumu 5 km/h, ja magnētiskā lauka indukcija $B = 2\text{T}$ un leņķis α ir 90° ; 60° ; 45° ; 30° ; 0° .
5. Pēc labās rokas likuma nosakiet inducētās strāvas virzienu vadītājos (46. zīm.)!



46. zīm.

6. Cik garam jābūt vadam, lai, pārvietojoties ar ātrumu 4 m/s magnētiskajā laukā, kura indukcija ir 4 T, starp vada galiem potenciālu starpība būtu 12 V? Vads pārvietojas perpendikulāri magnētiskā lauka spēka līnijām.
7. Kādā leņķī pret magnētiskā lauka spēka līnijām jāpārvieto vads, lai tajā inducētos EDS 12V? Magnētiskā lauka indukcija ir 14 T, vada aktīvais garums – 50 cm, bet vada pārvietošanās ātrums – 10 m/s.
8. Ko nosaka Lenca likums?
9. 47. zīmējumā attēlots shematiskais ģenerators šķērsgriezums. Izmantojot Lenca likumu, iezīmējiet pretestības spēka virzienu katram vadītājam!



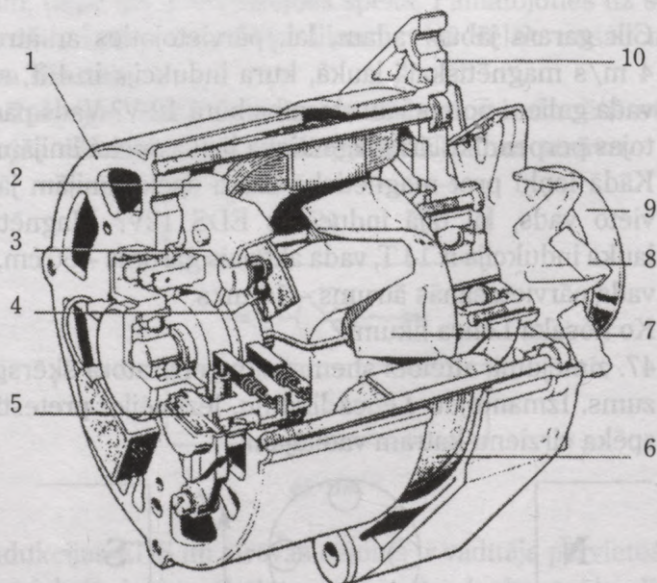
47. zīm.



14. Ģenerators

Automobilī ne mazāk svarīgs par starteri ir ģenerators. Ģeneratora galvenās funkcijas ir, automobiļa motoram darbojoties, apgādāt visus elektroenerģijas patērētājus ar elektroenerģiju un lādēt akumulatoru. Ir gan līdzstrāvas, gan maiņstrāvas ģeneratori. Taču kopš 70-to gadu beigām automobiļos izmanto tikai maiņstrāvas ģenerátorus, jo tiem ir vienkāršāka uzbūve, mazāks materiālu patēriņš un tie ir drošāki ekspluatācijā. Taču galvenais iemesls, kāpēc maiņstrāvas ģeneratori nomainījuši līdzstrāvas ģenerátorus, ir tas, ka modernos automobiļos ir ievērojami palielinājies elektroenerģijas patērētāju skaits. Ģeneratoram jāražo vairāk elektroenerģijas, t.i., tam jāklūst jaudīgākam. Līdzstrāvas ģeneratoram jaudas palielināšana ir saistīta ar materiālu patēriņa un izmēru palielināšanos. Ja salīdzina vienādas jaudas maiņstrāvas un līdzstrāvas ģenerátorus, tad maiņstrāvas ģenerators ir mazāks un vieglāks. Tāpēc šajā mācību līdzeklī apskatīsim tikai maiņstrāvas ģeneratoru (turpmāk – ģeneratoru).

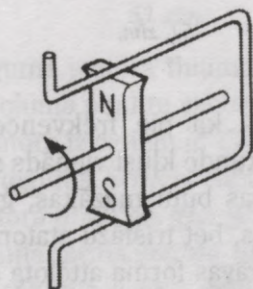
Maiņstrāvas ģenerators galvenās sastāvdaļas ir rotors, stators un kontaktgredzeni ar sukām (48. zīm.).



48. zīm.

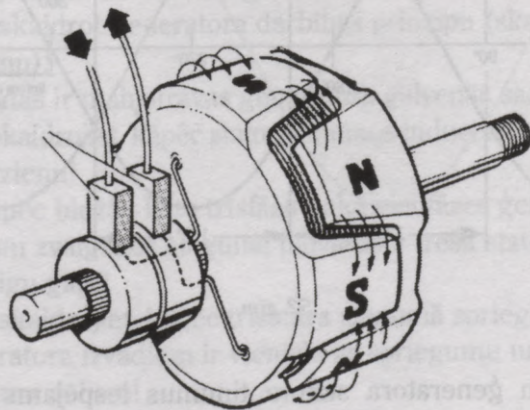
- | | |
|---|------------------|
| 1 - aizmugurējais vāks; | 6 - stators; |
| 2 - taisngrieža bloks; | 7 - rotors; |
| 3 - spēka diode; | 8 - ventilators; |
| 4 - ierosmes diode; | 9 - skriemelis; |
| 5 - sprieguma regulators,
suku turētājs, suku; | 10 - pamatne. |

Lai labāk izprastu ģenerators darbības principu, apskatīsim vienkāršākā ģenerators shematisku attēlu (49. zīm.).



49. zīm.

Ģenerators rotors ir rotējošs pastāvīgais magnēts vai elektromagnēts. Ap rotoru izvietoti statora tinumi. Rotoram (magnētam) rotējot, magnētiskā lauka spēka līnijas šķēļ statora tinumus un tajos inducējas EDS. Ja statora ķēde ir noslēgta, pa to sāk plūst strāva. Inducētās strāvas virzienu nosakām pēc labās rokas likuma. Redzam, ka inducētā strāva ir maiņstrāva, jo maina savu virzienu, rotoram pagriežoties par 180° . Ja rotors ir elektromagnēts, tad spriegums tam tiek pievadīts ar divu kontaktgredzenu un suku palīdzību (50. zīm.).

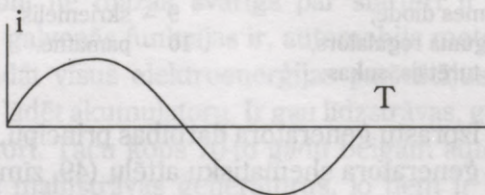


50. zīm.



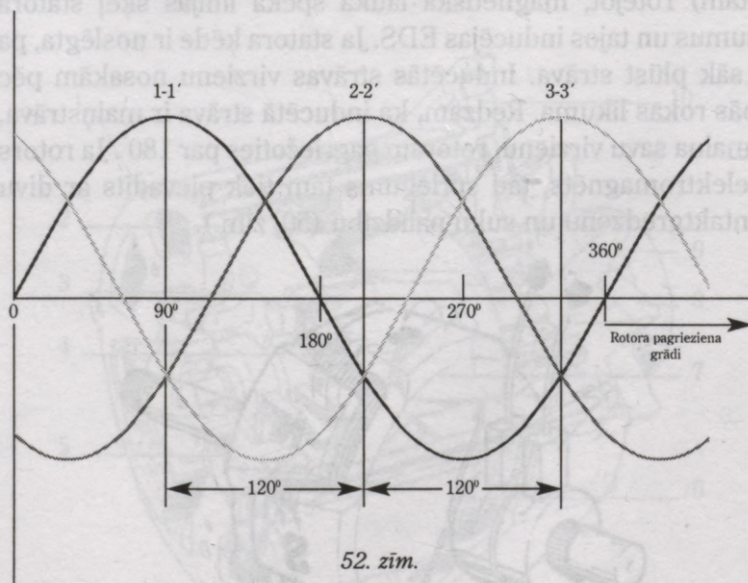
Autobūves firmas *CITROEN* un *BMW* ir sākušas izmantot dinatoru, kas vienlaikus pilda gan startera, gan ģenerators funkcijas. Dinators ir neliela elektriska mašīna, ko iebūvē vidū starp iekšdedzes vai dīzeļmotora asi un sajūga-ātrumkārbas mezglu. Dinators ieviešana ļauj samazināt degvielas patēriņu par 20%. Vienlaikus ar dinators ieviešanu izgudrotāji strādā pie paugstināta sprieguma (3642V) ieviešanas automobiļa elektrosistēmā. Tas ļautu samazināt vadu materiāla patēriņu.

Apskatītais ir vienfāzes ģenerators. Tā statora tinumos plūst sinusoidāla maiņstrāva (51. zīm.).



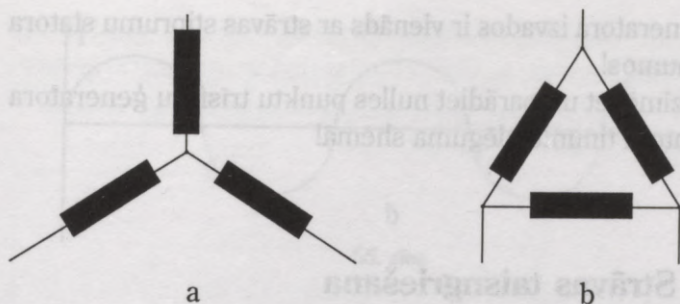
51. zīm.

Zīmējumā redzams, ka pie frekvences 50 Hz strāvas stiprums 100 reizes sekundē kļūst vienāds ar nulli. Lai strāvas un sprieguma svārstības būtu mazākas, ģeneratoros parasti izmanto nevis vienfāzes, bet trīsfāžu statora tinumus. Ar trīsfāžu tinumu iegūtās strāvas forma attēlota 52. zīmējumā. Šajā gadījumā strāvas stiprums ķēdē nevienā laika momentā nekļūst vienāds ar nulli. Trīsfāžu statora tinumi novietoti 120 grādu leņķī cits pret citu, tāpēc, rotoram griežoties, magnētiskā lauka spēka līnijas katrā laika momentā šķeļ kādu tinumu un inducē tajā EDS.



52. zīm.

Trīsfāžu ģenerators statora tinumus iespējams savienot zvaižnes (53. zīm. a) vai trīsstūra (53. zīm. b) slēgumā.



53. zīm.

Zvaigznes slēgumā statora tinumu beigu gali ir savienoti kopā un šo savienojuma punktu sauc par nulles punktu. Spriegums starp ģenerators izvadiem ir $\sqrt{3}$ reizes lielāks nekā viena statora tinuma spriegums. Strāvas stiprums zvaigznes slēgumā ir vienāds gan statora tinumos, gan ģenerators izvados.

Trīsstūra slēgumā pirmā statora tinuma beigu gals pievienots otrā tinuma sākuma galam, bet otrā tinuma beigu gals pievienots trešā tinuma sākuma galam utt. Spriegums starp ģenerators izvadiem ir vienāds ar spriegumu uz statora tinumiem. Strāvas stiprums ģenerators izvados trīsstūra slēgumā ir $\sqrt{3}$ reizes lielāks nekā strāvas stiprums statora tinumos.

Automobiļu ģenerators visbiežāk izmanto zvaigznes slēgumu. Trīsstūra slēgumu izmanto tikai lieljaudas ģenerators.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Nosauciet maiņstrāvas ģenerators priekšrocības salīdzinājumā ar līdzstrāvas ģenerators!
2. Paskaidrot ģenerators darbības principu (skat 47. zīmējumu)!
3. Kādas ir maiņstrāvas ģenerators galvenās sastāvdaļas?
4. Izskaidrojiet, kāpēc statora tinumos inducētā strāva maina virzienu!
5. Kāpēc biežāk lieto trīsfāžu nekā vienfāzes ģenerators?
6. Kam zvaigznes slēgumā pievienots trešā statora tinuma beigu gals?
7. Paskaidrojiet, kāpēc trīsstūra slēgumā spriegums uz ģenerators izvadiem ir vienāds ar spriegumu uz statora tinumu galiem!
8. Paskaidrojiet, kāpēc zvaigznes slēgumā strāvas stiprums

ģeneratora izvados ir vienāds ar strāvas stiprumu statora tinumos!

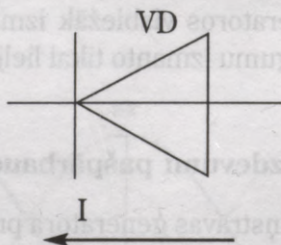
9. Uzzīmējiet un parādiet nulles punktu trīsfāžu ģeneratora statora tinumu slēguma shēmā!

15. Strāvas taisngriešana



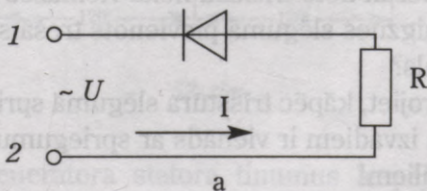
Iepriekšējā nodaļā noskaidrojām, ka automobiļos lieto maiņstrāvas ģeneratorus, jo tiem ir vienkāršāka uzbūve un ekspluatācija, tiem ir mazāks materiālu patēriņš un pie vienādiem izmēriem ar līdzstrāvas ģeneratoru, maiņstrāvas ģeneratoram ir lielāka jauda. Taču mēs visi zinām, ka automobiļa elektrosistēma darbojas ar līdzstrāvu. Tātad maiņstrāva, ko iegūstam no ģeneratora, jāpārveido līdzstrāvā. Šo procesu sauc par maiņstrāvas taisngriešanu, un ierīces, ar kurām to veic, sauc par **taisngriežiem**.

Taisngriežu galvenā sastāvdaļa ir pusvadītāju ierīce – diode. Diodes grafiskais un burtu apzīmējums elektriskajās shēmās redzams 54. zīmējumā.

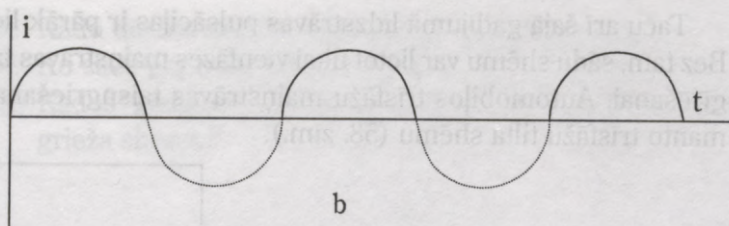


54. zīm.

Galvenā diodes īpašība, kuru izmanto taisngriežos, ir elektriskās strāvas vadīšana tikai vienā virzienā. Ja diodi ieslēdz shēmā, kā parādīts 55. zīm. a, tad strāva caur diodi un slodzi (R) plūdis tikai vienu pusperiodu (55. zīm. b).



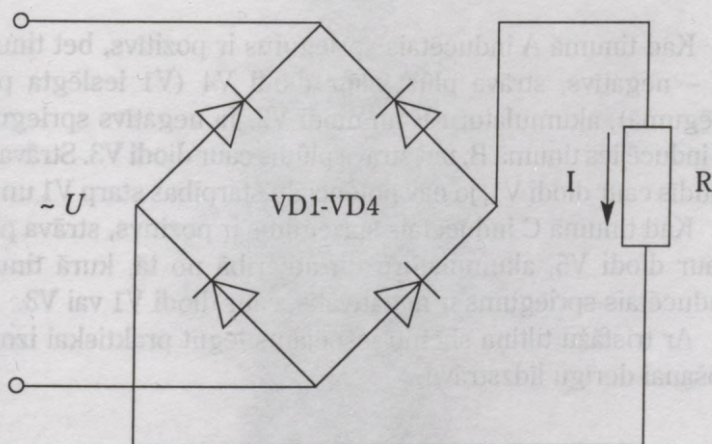
55. zīm.



55. zīm.

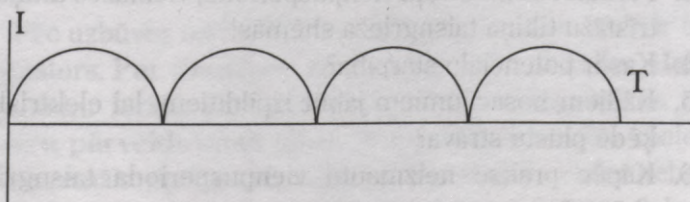
Strāva caur diodi VD un pretestību R plūdis tikai tad, kad maiņstrāvas avota spāile 2 būs pozitīva. Pusperiodā, kad pozitīva būs spāile 1, strāva ķēdē neplūdis. Tādā veidā esam ieguvuši pulsējošu līdzstrāvu. Par pulsējošu līdzstrāvu sauc tādu strāvu, kas maina lielumu, bet nemaina virzienu. Šāda pulsējoša līdzstrāva nav piemērota automobiļa elektropatērētājiem, tāpēc praksē šādas taisngrieža shēmas nelieto.

Vienfāzes maiņstrāvas taisngriešanai lieto divpusperioda tiltiņa jeb, vienkārši, tiltiņa shēmu (56. zīm.).



56. zīm.

Tagad strāva caur pretestību R plūst abus pusperiodus (57. zīm.).



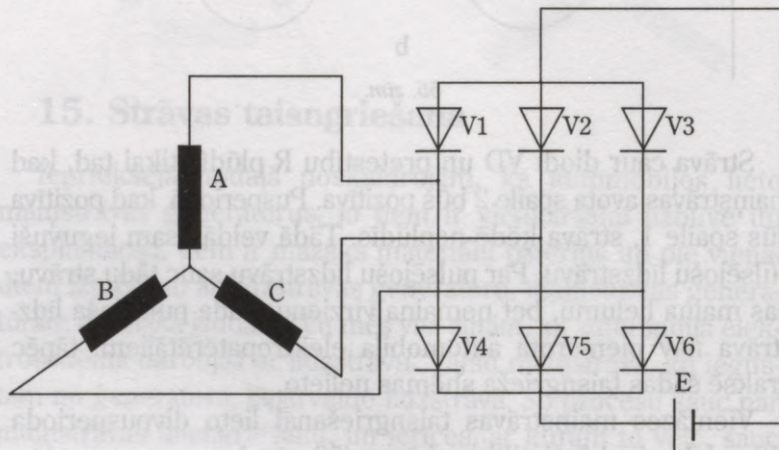
57. zīm.

Pulsējoša līdzstrāva var būt dažādas formas: zāgveida, trapecveida, taisnstūrveida u.c. Taču, lai kāda arī būtu strāvas forma, tā ir līdzstrāva, jo nemainās tās virziens.



Ideālu līdzstrāvu var iegūt tikai no akumulatoriem un galvaniskajiem elementiem. Visos pārējos gadījumos līdzstrāva ir pulsējoša. Tāpēc runājam par "praktiskai izmantošanai derīgu" līdzstrāvu. Dažādās elektroniskās ierīcēs pulsāciju samazināšanai izmanto filtrus – induktīvos vai kapacitatīvos. Filtrus slēdz taisngrieža izejā.

Taču arī šajā gadījumā līdzstrāvas pulsācijas ir pārāk lielas. Bez tam, šādu shēmu var lietot tikai vienfāzes maiņstrāvas taisngriešanai. Automobiļos trīsfāžu maiņstrāvas taisngriešanai izmanto trīsfāžu tilta shēmu (58. zīm.).



58. zīm.

Kad tinumā A inducētais spriegums ir pozitīvs, bet tinumā C – negatīvs, strāva plūst caur diodi V4 (V1 ieslēgta pretslēgumā), akumulatoru E un diodi V2. Ja negatīvs spriegums ir inducējies tinumā B, tad strāva plūdis caur diodi V3. Strāva neplūdis caur diodi V1, jo nav potenciālu starpības starp V1 un V4.

Kad tinumā C inducētais spriegums ir pozitīvs, strāva plūst caur diodi V5, akumulatoru un atkarībā no tā, kurā tinumā inducētais spriegums ir negatīvāks, caur diodi V1 vai V3.

Ar trīsfāžu tiltiņa shēmu iespējams iegūt praktiskai izmantošanai derīgu līdzstrāvu.

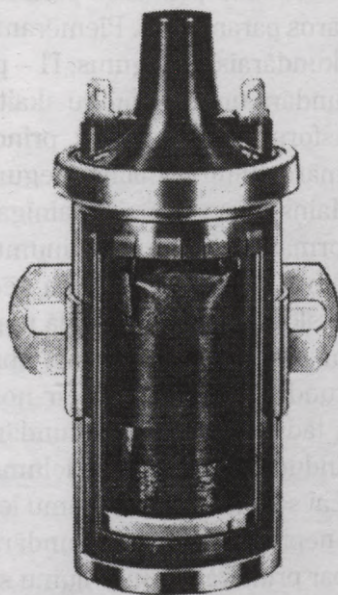
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Ko sauc par taisngriezi, kur un kāpēc to izmanto?
2. Kas ir diode? Kā diodi apzīmē elektriskajās shēmās?
3. Parādiet strāvas ceļu vienusperioda, vienfāzes tiltiņa un trīsfāžu tiltiņa taisngrieža shēmās!
4. Kas ir potenciālu starpība?
5. Kādiem nosacījumiem jābūt izpildītiem, lai elektriskajā ķēdē plūstu strāva?
6. Kāpēc praksē neizmanto vienusperioda taisngrieža shēmu?

7. Kādu diodes īpašību izmanto taisngriežos?
8. Ko sauc par pulsējošu līdzstrāvu?
9. Kādos gadījumos izmanto divpusperioda tiltiņa taisngrieža shēmu?

16. Transformators. Indukcijas spole

Aizdedzes sistēmas uzdevums automobili ir radīt dzirksteli starp aizdedzes sveces elektrodiem. Bez tam ir svarīgi nodrošināt dzirksteles stabilu degšanu dažādos automobiļa motora darba režīmos. Lai aizdedzes sistēma varētu sekmīgi pildīt šos uzdevumus, nepieciešams uz sveces elektrodiem radīt augstu spriegumu – apmēram 30 000 V. Šāda augsta sprieguma radīšanai kalpo indukcijas spole (59. zīm.).



59. zīm.

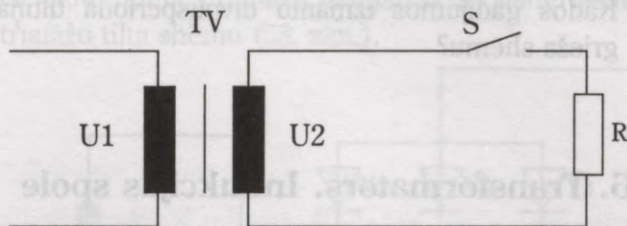
Pēc uzbūves un darbības principa indukcijas spole ir transformators. **Par transformatoru sauc tādu statisku elektrotehnisku ierīci, kas paredzēta vienu maiņstrāvas parametru pārveidošanai citos.** Automobiļa indukcijas spole pārveido zemāku spriegumu augstākā. Par statisku elektrotehnisku ierīci transformatoru sauc tāpēc, ka tajā nav kustīgu daļu.





Transformators ir viena no visplašāk izmantojamām elektrotehniskajām ierīcēm gan rūpniecībā, gan sadzīvē. Transformatorus izmanto gan elektrostaciju un rūpnīcu apgādei ar elektroenerģiju, gan tādu sadzīves elektroierīču kā magnetofonu, radiouztvērēju un datoru barošanai. Arī jebkurā automobiļu apkopes un remonta darbnīcā izmanto transformatoru remonta bedres un pārnēsamā apgaismojuma barošanai. Visus iepriekš minētos transformatorus izmanto, lai no augstāka sprieguma iegūtu zemāku spriegumu. Atšķirībā no tiem indukcijas spoli izmanto, lai no zemāka sprieguma iegūtu augstāku spriegumu.

Transformatora grafiskais apzīmējums elektriskajās shēmās attēlots 60. zīmējumā.



60. zīm.

Kā redzams no zīmējuma, transformatoram ir divi tinumi: primārais un sekundārais. Arī visi strāvas un sprieguma parametri dalāmi primārajos un sekundārajos. Lai atšķirtu šos parametrus un nebūtu jāraksta ar vārdiem, lieto ciparu indeksus – ar indeksu "1" apzīmē primāros parametrus, bet ar indeksu "2" – sekundāros parametrus. Piemēram: U_1 – primārais spriegums; U_2 – sekundārais spriegums; I_1 – primārās strāvas stiprums; w_2 – sekundārā tinuma vijumu skaits utt.

Apskatīsim transformatora darbības principu. Pieslēdzot transformatora primāro tinumu maiņspriegumam, pa to sāk plūst maiņstrāva. Maiņstrāvas radītais mainīgais magnētiskais lauks aptver transformatora sekundāro tinumu un inducē tajā EDS. Ja transformatora sekundārā tinuma ķēde nav noslēgta (60. zīm. slēdzis S atslēgts), tad strāva tajā neplūst. Uz sekundārā tinuma galiem parādās sekundārais spriegums U_2 . Ja transformatora sekundārā tinuma ķēde ir noslēgta (60. zīm. slēdzis S saslēgts), tad pa to plūdis sekundārā strāva I_2 . Sekundārajā tinumā inducētā sprieguma lielums ir atkarīgs no vijumu skaita tanī. Lai sekundāro spriegumu iegūtu lielāku par primāro ($U_2 > U_1$), nepieciešams, lai sekundārā tinuma vijumu skaits būtu lielāks par primārā tinuma vijumu skaitu ($w_2 > w_1$). Primārā sprieguma attiecību pret sekundāro spriegumu sauc par transformācijas koeficientu. Transformācijas koeficientu apzīmē ar mazo burtu "k".

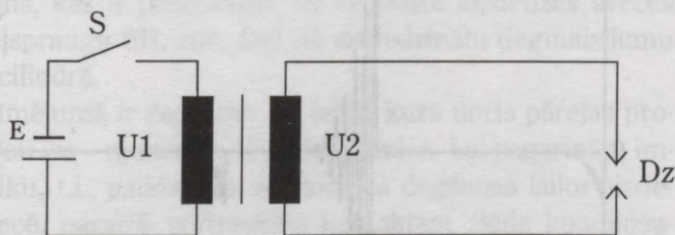
$$U_1/U_2 = k. \quad (16-1)$$

Transformācijas koeficientu var izteikt arī ar vijumu skaita attiecību un ar strāvas stiprumu attiecību:

$$k = w_1/w_2 = I_2/I_1. \quad (16-2)$$

Tā kā indukcijas spolē $U_2 > U_1$, tad transformācijas koeficients ir mazāks par vienu: $k < 1$.

Pārtraucējs. Kā jau iepriekšējās nodaļās noskaidrojām, automobiļa elektrosistēma darbojas ar līdzstrāvu. Kur lai ņem maiņstrāvas avotu, pie kura pieslēgt indukcijas spoles primāro tinumu? Atcerēsimies: lai rastos elektromagnētiskā indukcija, nepieciešams mainīgs magnētiskais lauks. Mainīgu magnētisko lauku rada mainīga elektriskā strāva. Protams, maiņstrāvu iegūt nevaram (atcerēsimies: taisngriezis parasti ir iebūvēts ģenerators korpusā, tāpēc no ģenerators iegūstam uzreiz jau iztaisnotu strāvu). Tas ir, nevar iegūt mainīga virziena strāvu. Taču mainīga lieluma strāvu var iegūt samērā vienkārši. 61. zīmējumā indukcijas spoles primārā tinuma ķēde pieslēgta akumulatoram un tajā ieslēgts slēdzis. Ja slēdzis ir saslēgts, pa primāro tinumu plūst līdzstrāva.



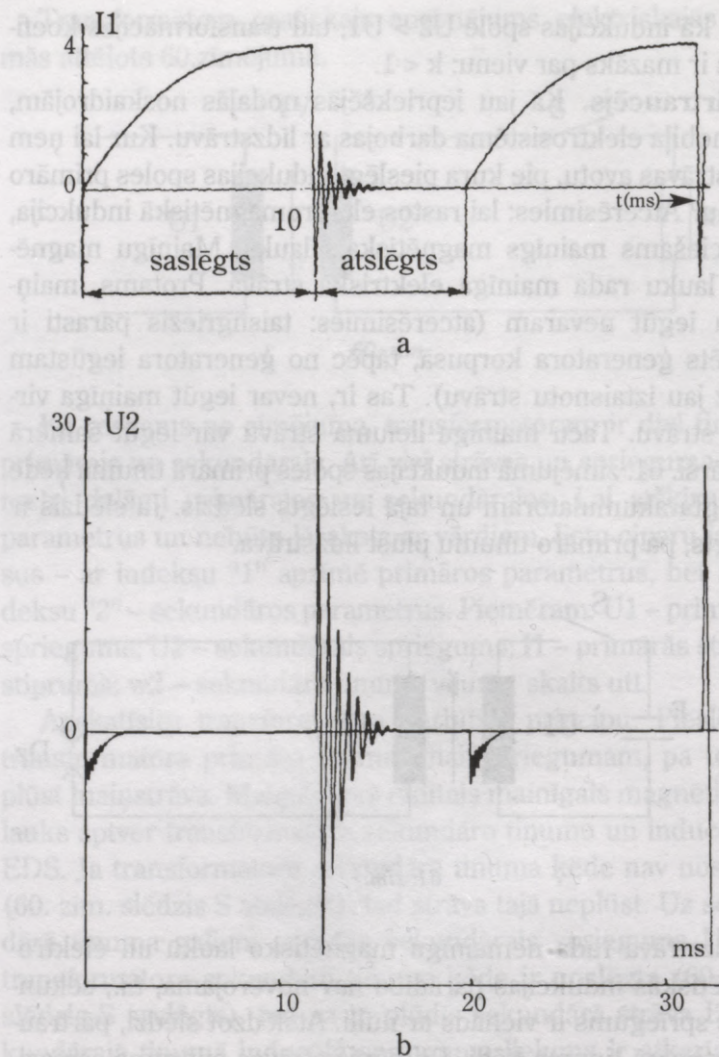
61. zīm.

Līdzstrāva rada nemainīgu magnētisko lauku un elektromagnētiskās indukcijas parādība nav novērojama, t.i., sekundārais spriegums ir vienāds ar nulli. Atslēdzot slēdzi, pārtraucam primārā tinuma ķēdi. Primārās strāvas stīprums samazinās līdz nullei, bet tas nenotiek momentāni. Indukcijas spoles primāro tinumu varam uzskatīt par induktivitāti. Ja atceramies no iepriekšējām nodaļām, tad Lenca likums saka, ka induktivitāte pretojas jebkurām strāvas izmaiņām elektriskajā ķēdē. Tas nozīmē, ka induktivitāte pretosies arī strāvas samazināšanai ķēdē. Tā rezultātā iegūsim īslaicīgus strāvas un sprieguma impulsus.

Strāvas un sprieguma impulsu forma un aptuvena skaitliskā vērtība attēlota 62. zīmējumā a un b. Turpat var redzēt, cik īsu laika sprīdi šāds impulss pastāv – tikai dažas milisekundes.



Parādību, kad, ķēdi atslēdzot vai saslēdzot, rodas īslaicīgs strāvas impulss, elektrotehnikā sauc par pārejas procesu. Arī sadzīvē var novērot šo procesu. Katrs no jums padomājiet atcerēsies, ka kvēlspuldzes visbiežāk pārdeg ieslēgšanas brīdī. Tieši tad notiek pārejas process, kas rada strāvas "lēcienu" kvēlspuldzē. Šo stāvokli vēl pasliktina tas, ka spuldzes kvēldiegs ir auksts. Padomājiet, kāpēc zema kvēldiega temperatūra veicina spuldzes izdegšanu ieslēgšanas brīdī?



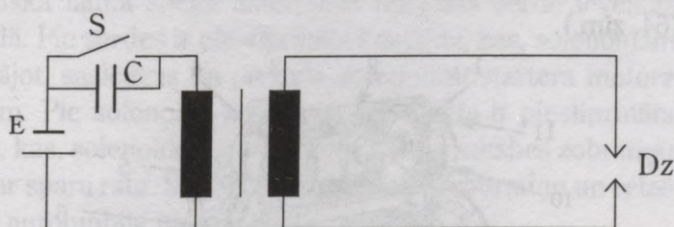
62. zīm.

Slēdža (S) funkciju automašīnas aizdedzes sistēmā pilda pārtraucējs – kontakts, kurš saslēdz un atslēdz indukcijas spoles primāro ķēdi. 62. zīm. a parādīts, kā mainās indukcijas spoles primārā tinuma strāva. Kamēr pārtraucēja kontakts ir saslēgts, strāvas stiprums primārajā tinumā pakāpeniski pieaug. Pakāpeniski tāpēc, ka spoles induktivitāte darbojas preti jebkurām izmaiņām elektriskajā ķēdē. Pārtraucēja kontaktam atslēdzoties, rodas strāvas impulss un pēc kāda brīža strāvas stiprums indukcijas spoles primārajā tinumā kļūst vienāds ar nulli.

Zīmējumā redzams, ka tad, kad pārtraucēja kontakts ir saslēgts, indukcijas spoles primārā tinuma strāva pieaug pakāpeniski, jo strāvas pieaugumu kavē tinuma induktivitāte. 62. zīmējumā b ir redzams, ka spriegums uz pārtraucēja kontaktu šīnī laikā ir nulle. Arī spriegums uz indukcijas spoles sekundārā tinuma galiem ir nulle. Pārtraucēja kontaktam atslēdzoties, rodas sprieguma impulss gan primārajā, gan sekundārajā tinumā. Zīmējumā redzams, ka neliels sekundārā sprieguma impulss rodas arī tad, kad pārtraucēja kontakts atkal saslēdzas. Tomēr šis spriegums ir par mazu, lai radītu dzirksteli starp aizdedzes sveces elektrodiem. Viss process ilgst tikai dažas milisekundes.

Primārā sprieguma impulss izraisa primārās strāvas impulsu, kas rada magnētiskā lauka impulsu. Magnētiskā lauka impulsa laikā indukcijas spoles sekundārajā tinumā inducējas augsts spriegums, kas ir pietiekams, lai caursistu aizdedzes sveces dzirksteļspraugu (61. zīm. Dz) un aizdedzinātu degmaisījumu motora cilindrā.

62. zīmējumā ir redzams, ka laiks, kurā noris pārejas process, ir ļoti īss – apmēram 15 milisekundes. Lai pagarinātu impulsa laiku, t.i., paildzinātu dzirksteles degšanas laiku aizdedzes svecē, paralēli pārtraucēja kontaktam slēdz kondensatoru (C) (63. zīm.).



63. zīm.

Kamēr pārtraucēja kontakts (S) saslēgts, kondensators uzlādējas. Kad pārtraucēja kontakts atslēdzas, kondensators izlādējas caur indukcijas spoles primāro tinumu un tādā veidā paildzina sprieguma impulsu indukcijas spoles sekundārajā tinumā, t.i., paildzina dzirksteles degšanas laiku. Bez tam kondensators samazina kontakta dzirksteļošānu un metāla iztvaikošanu no kontakta virsmas.

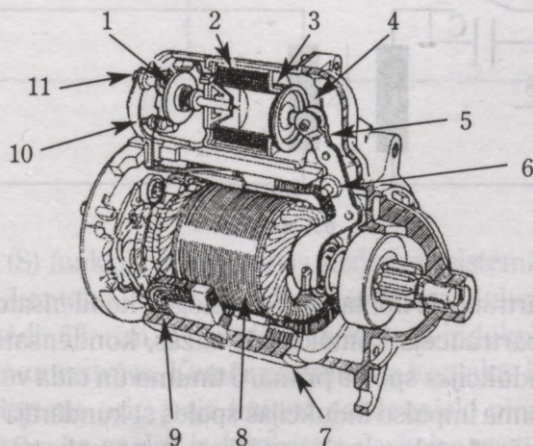
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kāda loma automobiļa aizdedzes sistēmā ir indukcijas spoļei?
2. Aprēķiniet indukcijas spoļes transformācijas koeficientu!
3. Kāpēc nepieciešams pārtraucējs?
4. Aprēķiniet indukcijas spoļes sekundārā tinuma vijumu skaitu w_2 , ja zināms, ka primārā tinuma vijumu skaits $w_1 = 20$!
5. Paskaidrojiet indukcijas spoļes darbības principu!
6. Kāpēc paralēli pārtraucēja kontaktam tiek slēgts kondensators?
7. Cik lielu spriegumu rādīs voltmetrs, kurš ieslēgts paralēli a) atvērtam; b) saslēgtam pārtraucēja kontaktam?
8. Kādas sekas būs pārtraucēja kontakta bojājumam?
9. Kurā indukcijas spoļes tinumā ir ieslēgts pārtraucēja kontakts?



17. Startera sistēma

Automobiļa startera sistēma sastāv no startera motora, akumulatora, aizdedzes atslēgas, solenoīda un sakabes zobrata (64. zīm.).



64. zīm.

1 - kontaktdisks; 2 - solenoīda spoļe; 3 - atgriezējspere;
4 - stiprinājums; 5 - svira; 6 - stiprinājuma skrūve; 7 - korpuss; 8 - enkura tinums; 9 - ierosmes tinums; 10, 11 - kontakti

Startera uzdevums ir iegriezt automobiļa motora spara ratu. Tā kā automobiļi atšķiras viens no otra ar motoru jaudu, tad arī startera motori ir jābūt dažādiem. Uz katra startera motora ir apzīmējumi, kas sniedz nepieciešamās ziņas par tā parametriem. Kā piemēru sniedzam firmas *BOSCH* lietotos apzīmējumus:

G F (R) 12V 0,6 kW

Šeit ir dots šo apzīmējumu atšifrējums:

G – korpusa diametrs;

F – arī B, D, E un G norāda konstrukcijas tipu;

(R) – griešanās virziens: R – pulksteņa rādītāja virzienā;

L – pretēji pulksteņa rādītāja virzienam;

12V – startera motora nominālais spriegums;

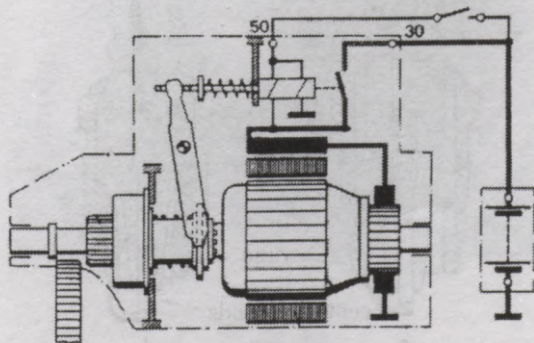
0,6 kW – startera motora nominālā jauda kilovatos (dažiem starteriem jauda ir uzrādīta zirgspēkos – PS).

Startera sistēmas shematiskais attēls ir redzams 65. zīmējumā.

Pagriežot aizdedzes atslēgu, saslēdzas tās kontakts S1 (65. zīm.), spriegums no akumulatora E tiek padots uz solenoīdu. Solenoīds ir elektromagnēts. Elektriskajai strāvai plūstot pa solenoīda tinumiem, ap tiem rodas magnētiskais lauks. Magnētiskā lauka spēka iedarbības rezultātā serde ievielkas solenoīdā. Pie serdes ir piestiprināts kontakts, kas, solenoīdam nostrādājot, saslēdzas un pievada spriegumu startera motora tinumiem. Pie solenoīda serdes bez kontakta ir piestiprināta arī svira, kas, solenoīdam nostrādājot, iebīda sakabes zobratīņu sazobē ar spara ratu. Starteris griež sakabes zobratīņu un reizē ar to arī automobiļa motora spara ratu.



Pirms 30 – 35 gadiem automobiļos, it sevišķi kravas automobiļos, solenoīda nebija. Startera motora ķēdes kontaktu saslēdza, nospiežot sviru. Pie sviras bija piestiprināts kontakts un sakabes zobratīņš.



65. zīm.

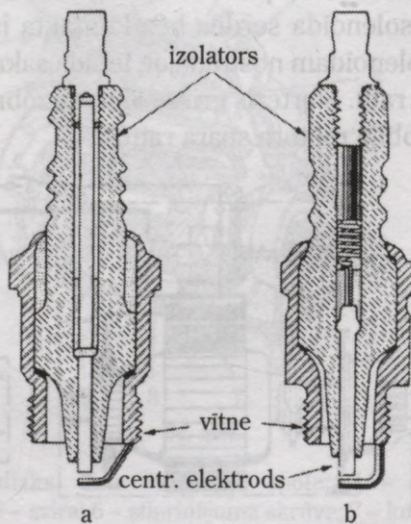
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Parādiet shēmā un nosauciet startera sistēmas sastāvdaļas: startera motora ierosmes tinumu, startera motora enkura tinumu, startera motora kolektoru ar sukām, akumulatoru, aizdedzes atslēgu, solenoidu, sakabes zobratīņu (65. zīm.).
2. Kāds ierosmes veids ir 65. zīmējumā parādītajam startera motoram?
3. Parādiet shēmā stipras strāvas ķēdi un vājas strāvas ķēdi (65. zīm.)!
4. Parādiet shēmā startera motora strāvas ķēdi no "+" līdz "-".
5. Paskaidrojiet startera sistēmas darbību!
6. Kāpēc aizdedzes atslēgas kontakts nav ieslēgts tieši startera motora elektriskajā ķēdē?



18. Aizdedzes sveces

Pēc uzbūves aizdedzes svece ir vienkārša ierīce, kas nodrošina degmaisījuma aizdedzināšanu cilindrā. Tā sastāv no elektrodiem, kas iestiprināti cilindriskā korpusā (66. zīm.). Korpusam ir vitne, ar kuras palīdzību aizdedzes svece tiek iestiprināta motora cilindra galvā. Izšķir diva veida aizdedzes sveces: bez pretestības un ar pretestību.



66. zīm.

Aizdedzes sveces iebūvētā pretestība ir apmēram 10 000 Ω , un tā ir paredzēta radio un televīzijas traucējumu novēršanai.

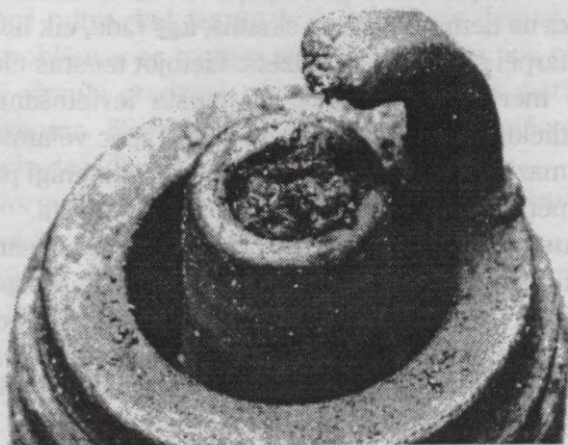
Katras aizdedzes sveces galvenās sastāvdaļas ir izolators, elektrodi un korpus.

Izolators. Tā galvenais uzdevums ir novērst augstsprieguma impulsa nokļūšanu uz automobiļa korpusa. Aizdedzes sveces izolators novada lieko siltumu no sveces korpusa. No izolatora lielā mērā ir atkarīga aizdedzes sveces siltumizturība. Viss iepriekš minētais nosaka nepieciešamās izolatora īpašības: mehānisko izturību, lielu izolācijas pretestību, labu termisko vadītspēju. Vislabāk šīm prasībām atbilst alumīnija oksīds Al_2O_3 . No šī materiāla tad arī tiek izgatavoti aizdedzes sveču izolatori.

Izolators nosaka tādu svarīgu aizdedzes sveces parametru kā siltumspēju. Siltumspēja ir skaitlis, kas kodētā veidā norāda aizdedzes sveces darba temperatūru. Jo lielāka ir siltumspēja, jo augstākai darba temperatūrai aizdedzes svece ir paredzēta. Piemēram, siltumspēja 52 norāda uz augstāku darba temperatūru nekā 42 vai 32. Siltumspēja ir norādīta uz aizdedzes sveces virsmas. Motoros ar augstu kompresiju izvēlas aizdedzes sveces ar zemu siltumspēju (aukstas sveces), bet motoros ar zemu kompresiju izvēlas aizdedzes sveces ar augstu siltumspēju (karstas sveces). Kas notiek, ja aizdedzes sveces darba temperatūra ir augstāka, nekā to pieļauj siltumspēja, redzams 67. zīmējumā.



Aizdedzes svece tika izgudrota 1860. gadā un principā tāda tā ir saglabājusies līdz mūsdienām. Mūsdienu automobiļu aizdedzes sveces ir ilgstošu pētījumu un tehnoloģijas attīstības rezultāts. Aizdedzes sveces darba apstākļi ir sevišķi: temperatūra var sasniegt 2500°C un spiediens 50 kg/cm². Tai ir jāiztur augsts spriegums, mehāniskas vibrācijas un jābūt izturīgai pret koroziju.



67. zīm.



Aizdedzes sveču siltumspēja ir atkarīga no izolatora garuma un diametra. Karstām aizdedzes svecēm ir garš izolators, bet aukstām aizdedzes svecēm izolators ir īsāks. Jaunāko modeļu automobiļos parasti tiek izmantotas aukstās aizdedzes sveces.

Elektrodi. Lai aizdedzes svece labi pildītu savu uzdevumu, tās elektrodiem ir jābūt ar augstu termisko izturību, labu izturību pret ķīmisko koroziju un tām ir jānodrošina laba dzirksteļizlāde. Dažādas firmas elektrodu izgatavošanā izmanto dažādus materiālus. Šobrīd pastāv tendence izmantot tādus materiālus, kas ļauj palielināt atstarpi starp elektrodiem. Ir pierādīts, ka lielāka elektrodu atstarpe ļauj uzlabot gan motora iedarbināšanas parametrus, gan panākt efektīvu aizdedzi pie liesāka degmaisījuma. Par normālu elektrodu atstarpi uzskata no 0,6 mm līdz 1,5 mm lielu attālumu starp tiem. Mazāka atstarpe tiek izmantota vecāka izlaiduma automobiļos ar kontakta aizdedzi. Lielākā atstarpe tagad tiek izmantota jaunāko modeļu automobiļos ar elektronisko aizdedzi. Atstarpi starp elektrodiem mēra ar speciāliem taustiem. Jaunām aizdedzes svecēm, kuras vēl nav bijušas lietošanā, elektrodu atstarpes noteikšanai izmanto plakanos taustus. Lai noteiktu elektrodu atstarpi aizdedzes svecēm, kuras kādu laiku ir bijušas lietošanā, parasti izmanto apaļos taustus. Tas ir tāpēc, ka sveces masas elektrodā dzirksteles veidošanās vietā metāla erozijas dēļ ir izveidojusies iedobe. Šajā gadījumā plakanā tausta lietošana dotu kļūdainu rezultātu. Gan plakanie, gan apaļie tausti ir kalibrēti. Tas nozīmē, ka uz tiem ir iespiests skaitlis, kas rāda, cik lielai elektrodu atstarpei šis tausts paredzēts. Lietojot taustus elektrodu atstarpes mērīšanai, jāraugās, lai tausta ievietošanas laikā netiktu atliekts sveces masas elektrods. Tāpēc vēlams sākt ar nedaudz mazāka izmēra taustu un pēc tam, uzmanīgi palielinot tausta izmēru, nonākt pie atstarpei atbilstošā tausta.

Korpuss. Tas ir izgatavots no tērauda, kas bieži pārklāts ar niķeli, lai aizsargātu no korozijas. Apakšējā daļa korpusam ir cilindriska un uz tās ir uzgriezta vītne, lai aizdedzes sveci varētu ieskrūvēt motora cilindra galvā. Augšējai daļai ir sešstūra forma, lai ar speciālu sveču atslēgu aizdedzes sveci varētu ieskrūvēt vai izskrūvēt no motora cilindra galvas.

Aizdedzes sveču apkope. Aizdedzes sveču apkope jāveic apmēram pēc katriem 5000 km. Apkopē ietilpst gan sveču elektrodu atstarpes mērīšana, par ko jau teikts iepriekš, gan

elektrodu tīrīšana. Vislabāk, protams, aizdedzes sveču tīrīšanai izmantot speciālas, tieši šim nolūkam paredzētas ierīces. Parasti šajās ierīcēs izmanto abrazīvu materiālu (bieži izmanto smiltis), kuru ar saspiesta gaisa strūklu virza uz sveces elektrodu atstarpi un izolatoru. Taču, tā tīrot, var tikt izmainīta elektrodu atstarpe. Turklāt ir iespējama arī izolatora virsmas ieskrāpēšana, kas samazina tā elektrisko pretestību. Pēc apstrādes ar abrazīvu materiālu sveces jāizpūš ar saspiesta gaisa strūklu, lai notīrītu visas šī materiāla daļiņas. Šo procedūru vajadzētu veikt arī tad, ja sveču tīrīšanai tika izmantota birstīte. Uz sveces vai starp elektrodiem var palikt mazi birstītes sariņi, kas var sabojāt sveci vai pat nokļūt motora cilindrā. Pirms sveces ieskrūvēšanas cilindra galvā izolators jānomazgā ar metilspirtu, lai uz izolatora virsmas nepaliktu eļļa, tauki vai citas vielas, kas varētu samazināt tā elektrisko pretestību. Tā kā aizdedzes sveču tīrīšana ir saistīta ar zināmu risku sveci sabojāt, tad dažas aizdedzes sveču ražotājfirmas pat neiesaka sveces tīrīt, bet nomainīt ar jaunām. Arī daudzi automobiļu apkopes un remonta uzņēmumi netērē laiku sveču tīrīšanai, bet apdegušās vai netīrās sveces nomaina ar jaunām. Taču nevajadzētu steigties ar lietoto sveču izmešanu. Lietotas aizdedzes sveces izskats var daudz pastāstīt gan par pašu sveci, gan arī par motoru, aizdedzes sistēmu un degvielas padeves sistēmu. Piemēram, ja svece ir darbojusies normāli, tad tās izolatoram būtu jābūt brūnam. Savukārt, ja svece ir melna vai mitra, tad tas nozīmē, ka tā nav degusi vai arī ir kādas problēmas ar motora attiecīgo cilindru, kā, piemēram, nodiluši virzuļa gredzeni, zema kompresija vai pārāk treknis degmaisījums. 68. zīmējumā parādīts, kā izskatās aizdedzes sveces pie dažādiem motora bojājumiem.

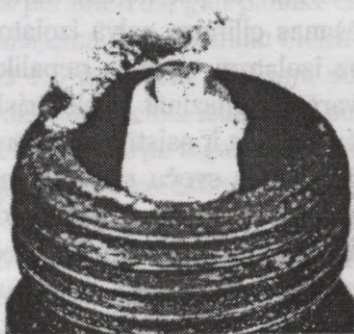
- A. Normāla degšana, motors un aizdedzes sistēma labā stāvoklī.
- B. Eļļaini elektrodi. Iespējams: nodiluši gredzeni, ieskrāpēts cilindrs, izdilušas vārstu vadiklas.
- C. Elektrodi pārklāti ar piededžiem, pelniem. Iespējams: slikta degvielas kvalitāte, cilindrā iekļuvusi eļļa.
- D. Elektrodi apogļojušies. Iespējams: pārāk zema sveces siltumspēja, vāja dzirkstele, pārāk treknis degmaisījums, aizdedzes svece nav paguvusi sasilt.



A



B



C



D



E



F

68. zīm.

- E. Sadedzis masas elektrods. Iespējams, ka pārāk agri aizdedze, degvielai zems oktānskaitlis, pārāk augsta sveces siltuma pakāpe.
- F. Normāla elektrodu erozija. Iespējams, ka veca svece ar lielu nobraukumu.

Sveču vadi. Sveču vadi savieno sadalitāju ar aizdedzes svecēm. Jaunāko modeļu automobiļos, kas aprīkoti ar elektronisko bezsadalitāja aizdedzi, sveču vadi tieši savieno indukcijas spoli ar aizdedzes svecēm. Tas nozīmē, ka sveču vadi pievada augstspriegumu aizdedzes svecēm un tiem ir jābūt drošiem pret augstsprieguma impulsa nokļūšanu uz automobiļa korpusu. Tāpēc sveču vadi ir ar masīvu un biezu izolāciju. Bojāta sveču vadu izolācija var būt par iemeslu "mirušam" cilindram – tādām cilindram, kurā nenotiek degmaisījuma sadedzināšana.

Vecu modeļu automobiļos izmanto monolītus sveču vadus. Vadītāja dzisla šajos vados ir izgatavota no savita vadītāja materiāla. Tagad šādus sveču vadus vairs neizmanto, jo tie rada radiotraucējumus.

Jaunāko modeļu automobiļos izmanto sveču vadus ar pretestību, kas novērš radiotraucējumus. Bez tam, ap vadītāja dzislu ir izveidots ekrāns – savīts "tikliņš", kas neļauj augstsprieguma impulsu radītajam magnētiskam laukam nokļūt ēterā, tādā veidā radot radio traucējumus. Šādiem sveču vadiem ir apmēram 10 000 W pretestība uz katriem 30 cm sveču vada.

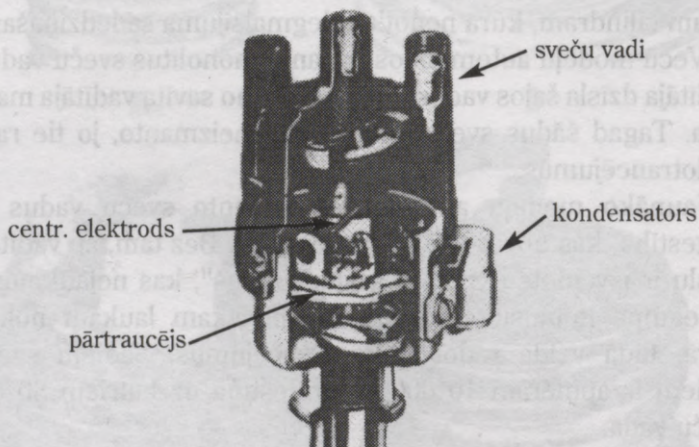
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kādas ir aizdedzes sveces galvenās sastāvdaļas?
2. Kas ir aizdedzes sveces siltumspēja?
3. Kāds ir aizdedzes svecē iebūvētās pretestības uzdevums?
4. Kādai ir jābūt aizdedzes sveces elektrodu atstarpei?
5. Kā jātīra aizdedzes sveces?
6. Kuram automobilim būs lielāka atstarpe starp aizdedzes sveču elektrodiem – ar elektronisko aizdedzi vai ar mehāniskā pārtraucēja aizdedzi?
7. Ar kādu instrumentu un kā veic aizdedzes sveces elektrodu atstarpes mērīšanu?
8. Cik liela elektriskā pretestība ir 25 cm garam sveču vadam?
9. Ko var "pastāstīt" aizdedzes sveces izskats pēc izskrūvēšanas no motora cilindra galvas?



19. Sadalitājs

Sadalītājs (69. zīm.) kopā ar indukcijas spoles sekundāro tinumu, aizdedzes svecēm un sveču vadiem veido aizdedzes sistēmas sekundāro jeb augstsprieguma daļu. Vēl aizdedzes sistēmas sekundārajai daļai pieskaitāms arī augstsprieguma vads, kas savieno indukcijas spoles sekundāro tinumu ar sadalitāja centrālo kontaktu.



69. zīm.

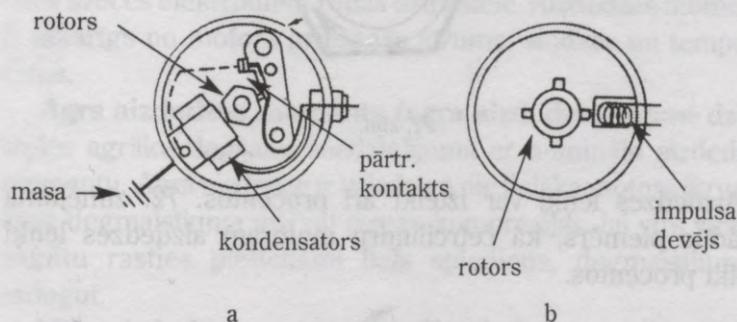
Kaut arī sadalitāja sastāvā ietilpst pārtraucējs, kas ir aizdedzes sistēmas primārās jeb zemsprieguma daļas sastāvdaļa, tad tomēr kopumā sadalitāju pieskaita pie sekundārās daļas.

Kā jau nosaukums rāda, sadalitājs sadala augstsprieguma impulsu aizdedzes svecēm cilindru darba secībā. Taču tas nav vienīgais sadalitāja uzdevums. Sadalitāja četras galvenās funkcijas ir:

- radīt pareizā secībā aizdedzes svecēs dzirksteli;
- pārtraukt un savienot indukcijas spoles primārā tinuma ķēdi;
- noteikt dzirksteles aizdegšanās momentu atbilstoši motora kloķvārpstas griešanās ātrumam;
- mainīt dzirksteles aizdegšanās momentu atbilstoši motora slodzei.

Pēc konstrukcijas sadalitāji iedalāmi divās lielās grupās – mehāniskie jeb kontakta sadalitāji un elektroniskie jeb bezkontakta sadalitāji. 70. zīmējumā ir redzamas atšķirības starp tiem.

Būtiskākā atšķirība ir tā, ka mehāniskajā jeb kontaktu sadalītājā (70. zīm. a) indukcijas spoles primārā ķēde tiek pārtraukta ar mehāniskā kontakta palīdzību. Elektroniskajā jeb bezkontakta sadalītājā (70. zīm. b) nav pārtraucēja kontakta. Līdzīgi kā mehāniskajam sadalītājam, arī bezkontakta sadalītājam ir rotors. Tikai bezkontakta sadalītāja rotoram kontakta darbināšanas izcilņu vietā ir "zobu" izcilņi līdzīgi kā ģeneratora rotoram. Zobu skaits ir vienāds ar motora cilindru skaitu. Kad rotora zobs pārvietojas gar devēja spoli (sk. 70. zīm. b), izmainās magnētiskais lauks ap spoli un inducējas sprieguma impulss. Šis impulss tiek novadīts uz elektronisko vadības bloku.



70. zīm.

Mehāniskajā jeb kontakta sadalītājā elektriskos signālus nodrošina pārtraucēja kontakts, periodiski saslēdzot un atslēdzot indukcijas spoles primārā tīnuma ķēdi. Pārtraucēja kontaktu darbina rotors ar izcilņiem. Izcilņu skaits ir vienāds ar motora cilindru skaitu. Rotoram rotējot, izcilnis atspiež kontaktu, indukcijas spoles primārā tīnuma ķēde pārtraucas un rodas sprieguma impulss indukcijas spoles sekundārajā tīnumā. Izcilnim paejot kontaktam garām, atspere to atgriež izejas stāvoklī. Kā jau tika minēts 16.nodaļā, paralēli pārtraucēja kontaktam ir ieslēgts kondensators, kas samazina kontakta dzirksteļošānu un pagarina sprieguma impulsa laiku.

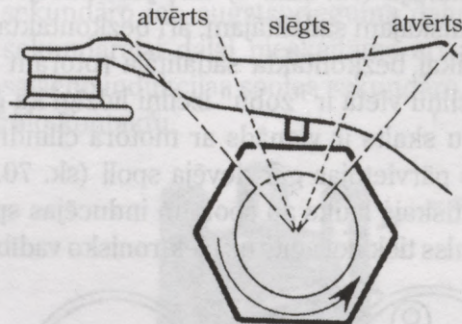
Aizdedzes leņķis. Aizdedzes leņķis ir laiks, kas izteikts sadalītāja rotora pagrieziena leņķī, kamēr pārtraucēja kontakts atrodas saslēgtā stāvoklī (71. zīm.).

Šis laiks ir nepieciešams, lai indukcijas spolē rastos pietiekami spēcīgs magnētiskais lauks. Ja aizdedzes leņķis ir pārāk mazs, tad indukcijas spoles sekundārajā tīnumā inducējas pārāk mazs spriegums un starp aizdedzes sveces elektrodiem rodas



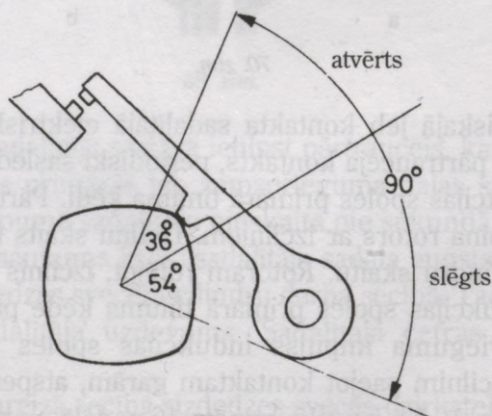
Tā kā sadalītājs ir aizdedzes sistēmas augstsprieguma daļas sastāvdaļa, tad jebkura parādība, kas izraisa izolācijas pasliktināšanos, var būt par cēloni aizdedzes sistēmas darbības traucējumiem: apgrūtināta motora iedarbināšana, motora šķaudīšana u.c. Ļoti bieži par iemeslu tam ir mitrums, kurš kondensāta veidā uzkrājas uz sadalītāja vāciņa iekšējās virsmas.

pārāk vāja dzirkstele. Ja aizdedzes leņķis ir pārāk liels, tad pārtraucēja kontakta atstarpe ir pārāk maza, kas var būt par cēloni kontakta dzirksteļošanai un apdegšanai.



71. zīm.

Aizdedzes leņķi var izteikt arī procentos. 72. zīmējumā parādīts piemērs, kā četrcilindru motoram aizdedzes leņķi izteikt procentos.



72. zīm.

Četrcilindru motora sadalītāja rotoram ir četri izcilņi. Tātad viens rotora apgrieziena sastāv no četriem sektoriem, katrs pa 90° . Zīmējumā parādītajā gadījumā kontakts ir saslēgts 54° (aizdedzes leņķis), bet atvērts 36° . Procentuāli tas ir:

$$54^\circ / 90^\circ \times 100\% = 60\%.$$

54° ir tipisks aizdedzes leņķis četrcilindru motoram. Ja aizdedzes leņķi izsaka procentos, tad tā lielums nav atkarīgs no

motora cilindru skaita. Ja, piemēram, aizdedzes leņķis ir 60%, tad viegli var aprēķināt aizdedzes leņķi grādos. Kā piemēru apskatīsim viencilindra motoru. Tā sadalītāja rotora periods ir $360^\circ / 1 = 360^\circ$. Tad aizdedzes leņķis grādos ir:

$$60 / 100 \times 360^\circ = 216^\circ.$$

Tādā pašā veidā var aprēķināt aizdedzes leņķi, piemēram, sešcilindru motoram.

Aizdedzes moments. Dažkārt aizdedzes momentu sauc arī par dzirksteles laiku. Aizdedzes moments rāda, cik agri vai vēlu attiecībā pret motora virzuļa stāvokli cilindrā starp aizdedzes sveces elektrodiem rodas dzirkstele. Aizdedzes moments ir atkarīgs no motora griešanās ātruma, slodzes un temperatūras.

Agrs aizdedzes moments (agra aizdedze) nozīmē dzirksteles agrāku degšanu salīdzinājumā ar nominālo aizdedzes momentu. Agra aizdedze ir vajadzīga pie lielāka motora ātruma, liesa degmaisījuma un/vai zemas kompresijas, lai virs virzuļa pagūtu rasties pietiekami liels spiediens, degmaisījumam sadegot.

Vēls aizdedzes moments (vēla aizdedze) nozīmē dzirksteles degšanu pēc nominālā aizdedzes momenta. Vēla aizdedze ir vajadzīga pie mazāka motora ātruma, pie lielas slodzes un pie treknāka degmaisījuma.

Pastāv trīs metodes, kā kontrolēt un regulēt aizdedzes momentu (šeit tās tikai uzskaitīsim).

- Centrālās regulators – aizdedzes moments tiek kontrolēts un regulēts atkarībā no motora ātruma.
- Vakuuma regulators – aizdedzes moments tiek kontrolēts un regulēts atkarībā no motora slodzes.
- Elektroniskā (kompjūtera) regulēšana – aizdedzes moments tiek kontrolēts un regulēts ar daudzu devēju palīdzību atbilstoši motora kloķvārpstas griešanās ātrumam, temperatūrai, vakuumam, u.c.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kādi ir galvenie sadalītāja uzdevumi?
2. Nosauciet galvenās mehāniskās jeb kontaktu sadalītāja sastāvdaļas!



Jāatceras, ka gan pie agras, gan vēlas aizdedzes dzirkstele rodas, pirms virzulis ir sasniedzis augšējo maiņas punktu. Apzīmējums «agra aizdedze» nozīmē, ka dzirkstele rodas, pirms virzulis ir sasniedzis nominālajam motora darba režīmam atbilstošu stāvokli. Apzīmējums «vēla aizdedze» nozīmē, ka dzirkstele rodas pēc tam, kad virzulis cilindrā ir pacēlies augstāk par nominālajam motora darba režīmam atbilstošu stāvokli.

3. Kādas ir galvenās elektroniskā jeb bezkontakta sadalītāja un mehāniskā jeb kontaktu sadalītāja uzbūves atšķirības?
4. Ko sauc par aizdedzes momentu?
5. Ko sauc par aizdedzes leņķi?
6. Kāpēc kontaktu sadalītājā ir pieslēgts kondensators? Kā tas ir pieslēgts?
7. Cik izcilņu ir sadalītāja pārtraucēja rotoram?
8. Ko nozīmē "agrs aizdedzes moments"? Pie kādiem motora darba apstākļiem tas ir vajadzīgs?
9. Ko nozīmē "vēls aizdedzes moments"? Pie kādiem motora darba apstākļiem tas ir vajadzīgs?
10. Kādas ir aizdedzes momenta kontroles un regulēšanas metodes?
11. Aprēķiniet aizdedzes leņķi grādos sešcilindru motoram, ja procentos tas ir 60%!

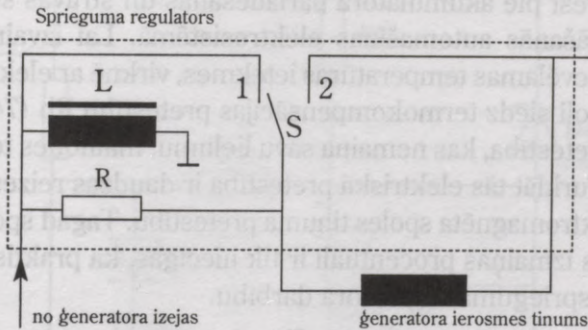


20. Sprieguma regulators

Atcerēsimies, ka, automobiļa motoram darbojoties, ģenerators ir galvenais sprieguma avots, kurš apgādā ar elektroenerģiju visus automobiļa elektropatērētājus un lādē akumulatoru. Ģenerators ražotā sprieguma lielums ir atkarīgs no ģenerators rotora griešanās ātruma (13-1. formula). Tas savukārt ir atkarīgs no motora kloķvārpstas griešanās ātruma. Un, visbeidzot, motora kloķvārpstas griešanās ātrums ir atkarīgs no motora darba režīma. Tāpēc varam teikt, ka spriegums uz ģenerators izvadiem ir tieši proporcionāls motora kloķvārpstas griešanās ātrumam. Protams, šāds mainīgs spriegums nav izmantojams automobiļa elektropatērētāju barošanai. Tāpēc spriegums uz ģenerators statora tinumiem tiek regulēts ar sprieguma regulatoru – ierīci, kas ierobežo ģenerators spriegumu līdz elektropatērētājiem nepieciešamajam lielumam (visbiežāk 14,2 V). Izšķir divu veidu maiņstrāvas ģenerators sprieguma regulatorus: kontakta un bezkontakta.

Kontakta sprieguma regulators. Ir divu veidu kontakta sprieguma regulatori – vienkontakta un divkontakta. Divkontakta sprieguma regulatora priekšrocības salīdzinājumā ar vien-

kontakta sprieguma regulatoru ir: mazāka regulējošās pretestības vērtība; mazāka caur regulatoru plūstošās strāvas izmaiņa, un līdz ar to ilgāks kontakta darbmūžs. Tāpēc sīkāk apskatīsim divkontakta sprieguma regulatora darbību (73. zīm.).



73. zīm.

Kamēr ģenerators rotas griešanās ātrums ir mazs, spriegums tā izejā arī ir mazs un strāva caur elektromagnētu L ir nepietiekama, lai tas ievilkto serdi. Kontakts (S) atrodas stāvoklī 1, un ģenerators ierosmes tīnums, kas novietots uz rotora, saņem pilnu spriegumu, un ierosmes strāva rada maksimālo ierosmes magnētisko lauku. Motora ātrumam pieaugot, pieaug spriegums ģenerators izejā. Strāva caur elektromagnētu pieaug, serde tiek ievilkta, un kontakts pāriet stāvoklī 2. Ģenerators ierosmes tīnums tiek saslēgts uz zemi. Ierosmes magnētiskais lauks strauji pavājinās, spriegums ģenerators izejā samazinās. Spriegumam samazinoties, samazinās strāva caur elektromagnētu, atspere atgriež serdi izejas stāvoklī, un kontakts pāriet stāvoklī 1. Ierosmes tīnums saņem pilnu spriegumu un rada maksimālo magnētisko lauku. Ja motora ātrums nav samazinājies, tad spriegums ģenerators izejā atkal kļūst liels, elektromagnēts ievilks serdi, ierosmes tīnums saslēgsies uz masu utt. Tādā veidā kontakts pārslēgsies no viena stāvokļa uz otru, kamēr saglabāsies liels motora un reizē arī ģenerators rotora ātrums. Šis pārslēgšanās ātrumu nosaka ierosmes magnētiskā lauka izmaiņas ātrums un kontakta atgriezējatsperes inerces. Pretestība (R) kalpo kā balasta pretestība strāvas stipruma ierobežošanai, kontakts atrodas stāvoklī 2.

Elektromagnēta spoles tīnums satur lielu skaitu vijumu no tieva vara vada. Paaugstinoties temperatūrai, spoles tīnuma

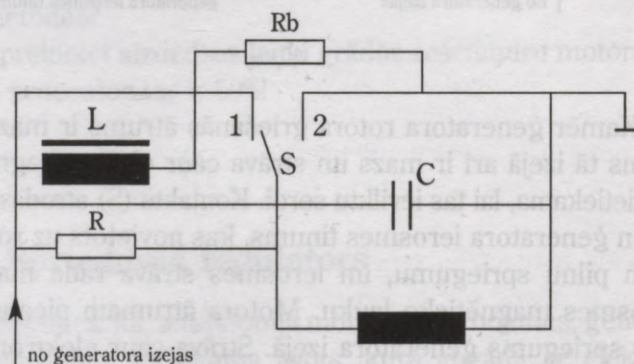


Automobiļa motoram strādājot tukšgaitā ar lieliem apgriezieniem, spriegums uz ģenerators izvadiem var sasniegt pat 140 voltus.



Ja spriegums uz ģeneratora izvadiem ir mazāks par spriegumu uz akumulatora baterijas izvadiem, tad akumulators izlādēšies. (Elektriskā strāva plūst no augstāka sprieguma uz zemāku.) Tas ir viens no iemesliem, kāpēc sprieguma regulators nav ieregulēts uz 12 V, bet uz 14,2 V.

pretestība palielinās par 0,4%. Tā rezultātā ir nepieciešama lielāka strāva, kas plūst caur elektromagnēta tinumu, lai ievilkto serde un pārslēgtos regulatora kontakts. Tas nozīmē, ka regulators nostrādās pie lielāka sprieguma, nekā tas ieregulēts. Tas var novest pie akumulatora pārlādēšanas un strāvas stipruma palielināšanās automašīnas elektrosistēmā. Lai izvairītos no šādas nevēlamas temperatūras ietekmes, virknē ar elektromagnēta spoli slēdz termokompensācijas pretestību R_b (74. zīm.). Tā ir pretestība, kas nemaina savu lielumu, mainoties temperatūrai. Turklāt tās elektriskā pretestība ir daudzas reizes lielāka par elektromagnēta spoles tinuma pretestību. Tagad spoles pretestības izmaiņas procentuāli ir tik niecīgas, ka praktiski neietekmē sprieguma regulatora darbību.

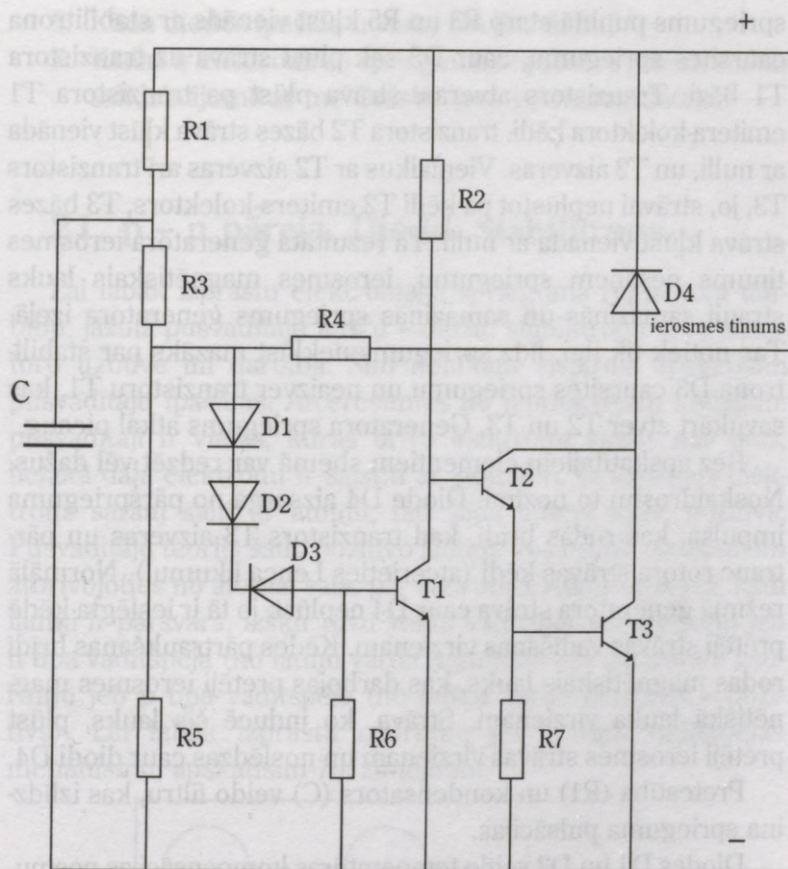


74. zīm.

Kondensatoru (C) slēdz paralēli ģenerators ierosmes tinumam, lai samazinātu kontakta dzirksteļošānu un izlīdzinātu strāvas svārstības.

Elektroniskais jeb bezkontakta sprieguma regulators. Kā jau iepriekš tika teikts, mehāniskā sprieguma regulatora kontakts pārslēdzas ar lielu frekvenci. Tas noved pie kontakta nolietojuma un reizē ar to sprieguma regulatora sabojāšanās. Elektroniskajam jeb bezkontakta sprieguma regulatoram, kā jau nosaukums rāda, nav kontakta, tātad nav arī iepriekš uzskaitīto trūkumu. Tas ir viens no iemesliem, kāpēc jaunākajos automobiļu modeļos lieto tikai bezkontakta sprieguma regulatorus.

75. zīmējumā attēlota bezkontakta sprieguma regulatora shēma.



75. zīm.

Sprieguma regulatora galveno jeb spēka daļu veido tranzistori T2 un T3. Faktiski, šie tranzistori sprieguma regulatorā pilda slēdža funkcijas un regulē ģenerators ierosmes tinuma strāvu. Tranzistors T1 ir vadības elements. Kamēr ģenerators izejas spriegums ir zemāks par ieregulēto, strāva caur stabilitronu D3 neplūst un T1 ir aizvērts, t.i., pa ķēdi emitters-kolektors strāva neplūst, jo T1 bāzes strāva ir vienāda ar nulli. Caur pretestību R2 plūst T2 bāzes strāva, un T2 ir atvērts. Tā kā T2 emitters ir tieši savienots ar tranzistora T3 bāzi, tad arī T3 ir atvērts. Ģenerators ierosmes tinums saņem pilnu spriegumu pa ķēdi «+» spaiļe – rotors – T3 kolektors – T3 emitters – «-» spaiļe. Kad ģenerators spriegums kļūst lielāks par 14,2 V, pieaug arī spriegums uz sprieguma dalītāja R1, R3, R5. Kad



Sobrīd mēs vēl nezinām, kas ir tranzistors un kas ir stabilitrons un kā tie strādā. Vispirms noskaidrosim, kāpēc tie ir vajadzīgi un kur tos izmanto automašīnā. Nākamajā nodaļā iepazīsimies tuvāk ar šo pusvadītāju ierīču uzbūvi un darbību.

spriegums punktā starp R3 un R5 kļūst vienāds ar stabilitrona caursites spriegumu, caur D3 sāk plūst strāva uz tranzistora T1 bāzi. Tranzistors atveras, strāva plūst pa tranzistora T1 emitera-kolektora ķēdi, tranzistora T2 bāzes strāva kļūst vienāda ar nulli, un T2 aizveras. Vienlaikus ar T2 aizveras arī tranzistors T3, jo, strāvai neplūstot pa ķēdi T2 emitters-kolektors, T3 bāzes strāva kļūst vienāda ar nulli. Tā rezultātā ģenerators ierosmes tinums nesaņem spriegumu, ierosmes magnētiskais lauks strauji samazinās un samazinās spriegums ģenerators izejā. Tas notiek tik ilgi, līdz spriegums nekļūst mazāks par stabilitrona D3 caursites spriegumu un neaizver tranzistoru T1, kas savukārt atver T2 un T3. Ģenerators spriegums atkal pieaug.

Bez apskatītajiem elementiem shēmā var redzēt vēl dažus. Noskaidrosim to nozīmi. Diode D4 aizsargā no pārsprieguma impulsa, kas rodas brīdī, kad tranzistors T3 aizveras un pārtrauc rotora strāvas ķēdi (atcerieties Lenca likumu!). Normālā režīmā ģenerators strāva caur D4 neplūst, jo tā ir ieslēgta ķēdē pretēji strāvas vadišanas virzienam. Ķēdes pārtraukšanas brīdī rodas magnētiskais lauks, kas darbojas pretēji ierosmes magnētiskā lauka virzienam. Strāva, ko inducē šis lauks, plūst pretēji ierosmes strāvas virzienam un noslēdzas caur diodi D4.

Pretestība (R1) un kondensators (C) veido filtru, kas izlīdzina sprieguma pulsācijas.

Diodes D1 un D2 veido temperatūras kompensācijas posmu. Sprieguma kritums uz šīm diodēm ir atkarīgs no apkārtējās vides temperatūras. Tādā veidā tiek saglabāts nemainīgs regulatora darba spriegums gan vasarā, gan ziemā.

Pretestība R4 veido atgriezenisko saiti. Pa šo saiti regulatora ieejai tiek pievadīts signāls par sprieguma izmaiņām uz tranzistora T3 kolektora. Tādā veidā rotora ierosmes strāvas ieslēgšanas-izslēgšanas process tiek padarīts ātrāks un precīzāks.

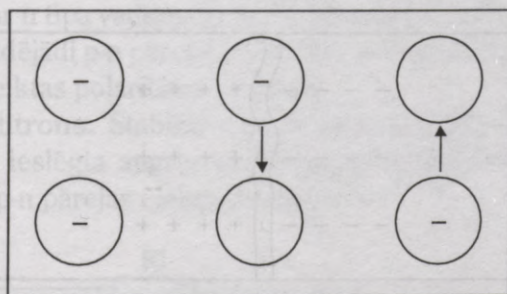
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kāds ir sprieguma regulatora uzdevums?
2. Paskaidrojiet mehāniskā sprieguma regulatora darbību!
3. Kāds vai kādi elementi elektroniskā sprieguma regulatora shēmā pilda slēdža funkciju? Parādiet shēmā!
4. Kāds ir Lenca likums?
5. Kāpēc ir vajadzīga temperatūras kompensācija?

6. Kāda diodes īpašība nosaka D4 lietošanu?
7. Kādas ir elektroniskā sprieguma regulatora priekšrocības salīdzinājumā ar mehānisko sprieguma regulatoru?

21. p – n pāreja. Diode. Stabilitrone

Lai labāk izprastu elektroniskā sprieguma regulatora darbību, jāzina pusvadītāju ierīču – diožu, stabilitronu un tranzistoru uzbūve un darbība. Šim nolūkam vispirms apskatīsim pusvadītāju īpašības. Atcerēsimies no iepriekšējām nodaļām: pusvadītāji ir vielas, kurās brīvo elektronu skaits nav liels, lielākā daļa elektronu ir saistīti ar atomiem. Ja saistītais elektrons sarauj saiti ar atomu, tad šāds atoms kļūst pozitīvs. Pusvadītāju teorijā šādu pozitīvo lādiņu, kas rodas, elektronam atbrīvojoties no atoma, sauc par caurumu. Atkarībā no tā, kādi lādiņi ir pārsvarā, izšķir divu veidu vadītspējas: elektronu jeb n tipa vadītspēja (no latīņu vārda *negativus* – negatīvs) un caurumu jeb p tipa vadītspēja (no latīņu vārda *positivus* – pozitīvs). Lai labāk izprastu caurumu jeb p tipa vadītspējas mehānismu, apskatīsim 76. zīmējumu.



76. zīm.

Ja elektrons ir atbrīvojies no saites un pāriet pie cita atoma, tad pārrauto saiti var viegli atjaunot, jebkuram blakussaites saistītam elektronam iesaistoties tajā, bet pie atoma, kuru ir pametis elektrons, parādās brīva vieta. Tādā veidā varam uzskatīt, ka brīvā vieta – caurums – ir pārvietojies. Tādējādi elektronu kustība vienā virzienā rada caurumu pārvietošanos pretējā virzienā. Ķīmiski tīrās pusvadītāju vielās ārējo faktoru iedarbē veidojas vienāds daudzums brīvo elektronu un caurumu, t.i., vienlaikus pastāv gan n tipa, gan arī p tipa vadītspēja.

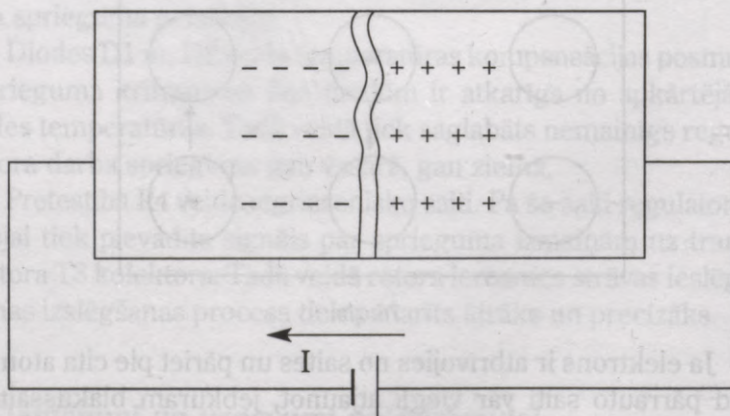


Lai labāk izprastu caurumu vadītspēju, iedomājieties, ka klasē pirmajā solā ir viena brīva vieta. Lai labāk dzirdētu skolotāja stāstījumu, Pēteris pārsēžas no pēdējā sola uz brīvo vietu pirmajā solā. Tagad brīva vieta ir pēdējā solā; tā ir "pārgājusi" no pirmā sola uz pēdējo. Līdzīgi notiek arī ar caurumiem.

Elektronikā un elektrotehnikā visplašāk lieto divas pusvadītāju vielas: germāniju un silīciju. Taču tīrā veidā pusvadītāji satur tik maz brīvo elektronu, ka tos var uzskatīt par dielektriķiem. Tāpēc tīriem pusvadītājiem pievieno piejaukumus, kas dod pusvadītājam brīvo elektronu papildinājumu. Tos piejaukumus, kuri rada elektronu papildinājumu, sauc par donoriem. Piejaukumus, kuri dod papildu caurumus, sauc par akceptoriem.

Jāpiebilst, ka materiālā ar n tipa vadītspēju vienmēr ir arī nedaudz caurumu, bet materiālā ar p tipa vadītspēju – nedaudz brīvo elektronu. Šis daļiņas sauc par lādiņu mazākumnesējiem. To klātbūtne pasliktina pusvadītāju ierīču darbību. Pieaugot temperatūrai, lādiņu mazākumnesēju skaits palielinās. Ievērojamas temperatūras paaugstināšanās rezultātā lādiņu mazākumnesēju skaits pieaug tik strauji, ka vadītspēja zaudē savu noteikto – elektronvadītspējas vai caurumvadītspējas – raksturu un pusvadītāju ierīce pārstāj darboties.

Visvienkāršākā pusvadītāju ierīce ir diode. Par diodi sauc pusvadītāju ierīci ar diviem izvadiem, kuras darbības pamatā izmantotas p-n pārejas īpašības. Lai noskaidrotu, kas ir p-n pāreja un kādas ir tās īpašības, izmantosim 77. zīmējumu.



77. zīm.

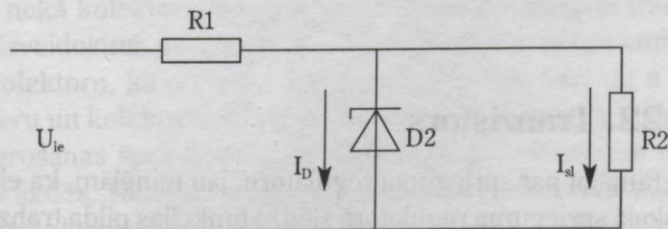
Lai iegūtu p-n pāreju, germānija kristālā ar n tipa vadītspēju izveidosim apgabalu, kuram būtu p tipa vadītspēja. To var panākt, iekausējot akceptora piejaukumu. Elektroni no n tipa

apgabala pievilkšanas spēku iedarbības rezultātā nonāk p tipa apgabālā, bet to vietā paliek apgabals ar pozitīvu lādiņu. Caurumi savukārt pārvietojas no p tipa apgabala uz n tipa apgabalu, un to vietā izveidojas apgabals ar lieku negatīvu lādiņu. Robežu starp šiem apgabaliem sauc par p-n pāreju jeb sprosts-lāni. P-n pāreja ir ļoti šaura – platums apmēram 10^5 cm.

Iegūto p-n pāreju pieslēgsim līdzstrāvas avotam tā, kā parādīts 77. zīmējumā. Elektriskā lauka spēku iedarbībā elektroni n tipa apgabālā pārvietojas no negatīvā uz pozitīvo elektrodu, t.i., sprosts-lāņa virzienā. Vienlaikus arī p tipa apgabālā caurumi pārvietojas no pozitīvā uz negatīvo elektrodu, tātad sprosts-lāņa virzienā. Rezultātā sprosts-lāņa biezums samazinās, tā vadīt-spēja pieaug un ķēdē sāk plūst strāva. Šādu sprieguma avota pieslēgšanu p-n pārejai sauc par tiešo slēgumu, bet strāvu, kas plūst caur pāreju, par tiešo jeb caurlaides strāvu.

Mainot strāvas avota polaritāti, elektroni pārvietojas uz pozitīvo elektrodu, bet caurumi – uz negatīvo. Rezultātā sprosts-lāņa biezums un pretestība pieaug un ķēdē plūst strāva, kas ir tūkstošiem reižu mazāka nekā tiešā strāva. Šādu p-n pārejas slēgumu sauc par apgriezto slēgumu, bet tajā plūstošo strāvu par sprosts-trāvu. Sproststrāvu rada lādiņu mazākumnesēji – caurumi kristālā ar n tipa vadītspēju un elektroni kristālā ar p tipa vadītspēju. Tādējādi p-n pārejai ir ventiļa īpašības, t.i., tā vada strāvu tikai noteiktas polaritātes slēgumā.

Stabilitrons. Stabilitrons jeb Zēnera diode faktiski ir diode, kas ieslēgta apgrieztā jeb pretslēgumā (78. zīm.). Tani izmanto p-n pārejas elektrisko caursiti.



78. zīm.

Normālais stabilitrona darba režīms ir sprostvirzienā. Ja caursites strāvu ierobežo tā, lai nepārsniegtu noteiktu pieļaujamo vērtību, piemēram, ar virknē slēgtu balasta pretestību,



Atcerēsimies, ka p-n pārejas īpašības stipri iespaido temperatūra. Temperatūrai paaugstinoties, pastiprinās atomu termiskā kustība un rodas brīvie elektroni, kas izraisa tiešās strāvas un sprosts-trāvas palielināšanos.



Tā kā stabilitrons strādā caursites režīmā, tad ir svarīgi izvairīties no lavīn-caursites (elektrons savā ceļā izsit no atoma elektronu, kas kļūst par brīvo elektronu un palielina caursites strāvu). Tāpēc stabilitronu izgatavo no materiāla, kurā ir liela piejaukumu koncentrācija. Šīnī gadījumā veidojas mazs sprosts-lāņa biežums un lādiņnesējiem ir mazāka varbūtība savā ceļā uztriekties citiem atomiem un izsist no tiem elektronus.

ta caursites stāvoklis var saglabāties praktiski neierobežoti ilgi un pēc strāvas izbeigšanās atjaunojas normālais p-n pārejas stāvoklis. Stabilitronus izmanto sprieguma stabilizēšanai. Kamēr spriegums uz stabilitrona D (78. zīm.) ir mazāks nekā stabilitrona caursites spriegums, strāva caur D neplūst (protams, caur slodzes pretestību R2 strāva plūst). Kad spriegums uz stabilitrona kļūst lielāks par caursites spriegumu, caur to sāk plūst strāva. Caursites strāvas ierobežošanai ķēdē ir ieslēgta balasta pretestība R1. Kad spriegums kļūst mazāks par stabilitrona caursites spriegumu, strāva caur to neplūst. Tiklīdz spriegums atkal pieaug, viss process atkārtojas no jauna. Tādā veidā tiek panākts, ka caur slodzes pretestību visu laiku plūst praktiski nemainīga strāva. Ja slodzes pretestība ir nemainīga, tad arī sprieguma kritums uz tās ir nemainīgs.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kādas vielas sauc par pusvadītājiem?
2. Paskaidrojiet jēdzienus "elektronu vadītspēja" un "caurumu vadītspēja"!
3. Kas ir p-n pāreja?
4. Paskaidrojiet diodes uzbūvi un darbību!
5. Kādās ierīcēs un kādu īpašību dēļ izmanto diodes?
6. Paskaidrojiet stabilitrona uzbūvi un darbību (izmantojot 78.zīmējumu)!
7. Nosauciet vienu automobiļa elektronisko ierīci, kurā ir stabilitrons!

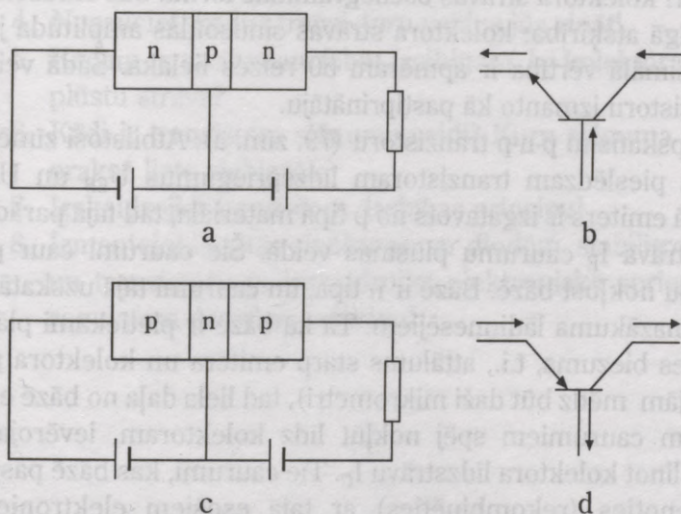


22. Tranzistors

Runājot par sprieguma regulatoru, jau minējām, ka elektroniskajā sprieguma regulatorā slēdža funkcijas pilda tranzistori. Tranzistori (*transfer* – pārnese, *resistor* – pretestība) ir pusvadītāju ierīces, kurām ir trīs izvadi un kuras lieto kā slēdžus un kā pastiprinātājus. Pazīstamas divas lielas tranzistoru grupas: bipolārie tranzistori un unipolārie jeb lauktranzistori. Termins «bipolārs» nozīmē, ka šajā tranzistorā izmanto abu zīmju lādiņnesējus – elektronus un caurumus. Lauktranzistoros

izmanto tikai vienas zīmes lādiņnesējus un darba strāvu regulē ar elektrisko lauku. Ar terminu "tranzistors" parasti saprot bipolaro tranzistoru. Šādā nozīmē to lietosim arī mēs.

Tranzistora shematiskais attēls un grafiskais apzīmējums elektriskajās shēmās parādīts 79. zīmējumā.



79. zīm.

Kā redzams 79. zīm. a un c, tranzistors sastāv no divām p-n pārejām. Vidējo tranzistora daļu sauc par bāzi, malējās daļas par emiteru un kolektoru. Pāreju starp emiteru un bāzi sauc par emitera pāreju, bet pāreju starp kolektoru un bāzi sauc par kolektora pāreju. Bāzi veido no pretēja tipa pusvadītāja materiāla nekā kolektoru un emiteru. Ir iespējami divējādi tranzistoru izveidojumi: p-n-p tranzistori ar n tipa bāzi un p tipa emiteru un kolektoru, kā arī n-p-n tranzistori ar p tipa bāzi un n tipa emiteru un kolektoru. Abi tranzistoru veidi savstarpēji atšķiras ar barošanas spriegumu polaritāti un strāvu virzieniem elektrodu ķēdēs. Tādēļ arī tranzistoru apzīmējumi shēmās ir dažādi: bultiņas, kas norāda strāvas virzienu emiteru ķēdēs, vērstas pretējos virzienos (79. zīm. b un d). Emitters emitē lādiņnesējus – caurumus vai elektronus – uz bāzes apgabalu, bet kolektors savukārt savāc lādiņnesējus no bāzes. Elektrodu parametriem pieņemts pievienot noteiktus indeksus: emiteram E, bāzei B, kolektoram C.



Sadzīvē bieži var dzirdēt, ka tranzistoru sauc par triodi. It sevišķi vecāka gadagājuma cilvēki bieži lieto šādu nosaukumu. Iemesls ir tas, ka pusvadītāji mūsu dzīvē ienāca samērā nesen. Līdz tam tika izmantotas elektronu lampas, kuras atkarībā no izvadu skaita sauca par diodēm, triodēm, pentodēm utt.

Tranzistora darbības pamatā ir tas, ka emitera pārejas sprieguma U_{EB} izraisītā emitera strāva I_E ievērojami ietekmē kolektora strāvu I_C ; pieaugot U_{EB} , pieaug arī I_C . Ja, piemēram, bāzes strāva mainās pēc sinusa likuma (oscilogrammas forma ir sinusoīda), tad arī kolektora strāva mainīsies pēc sinusa likuma, t.i., arī kolektora strāvas oscilogrammas forma būs sinusoīda. Vienīgā atšķirība: kolektora strāvas sinusoidas amplitūda jeb maksimālā vērtība ir apmēram 50 reizes lielāka. Šādā veidā tranzistoru izmanto kā pastiprinātāju.

Apskatīsim p-n-p tranzistoru (79. zīm. a). Atbilstoši zīmējumam pieslēdzam tranzistoram līdzspriegumus U_{EB} un U_{EC} . Tā kā emitters ir izgatavots no p tipa materiāla, tad tajā parādās līdzstrāva I_E caurumu plūsmas veidā. Šie caurumi caur p-n pāreju nokļūst bāzē. Bāze ir n tipa, un caurumi tajā uzskatāmi par mazākuma lādiņnesējiem. Tā kā bāze ir pietiekami plāna (bāzes biezums, t.i., attālums starp emitera un kolektora p-n pārejām mēdz būt daži mikrometri), tad liela daļa no bāzē esošajiem caurumiem spēj nokļūt līdz kolektoram, ievērojami palielinot kolektora līdzstrāvu I_C . Tie caurumi, kas bāzē paspēj savienoties (rekombinēties) ar tajā esošiem elektroniem, veido bāzes strāvu I_B . Bāzes strāva ir vienāda ar emitera un kolektora strāvu starpību:

$$I_B = I_E - I_C. \quad (22-1)$$

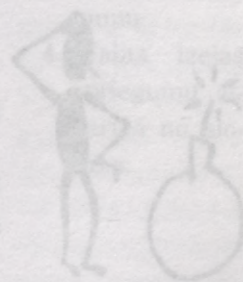
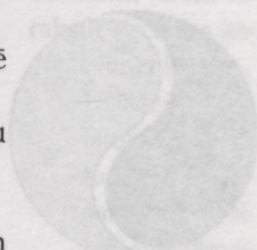
Līdzīgi procesi notiek arī n-p-n tranzistoros, tikai atšķirībā no p-n-p tranzistora caurumu vietā stājas elektroni un otrādi.

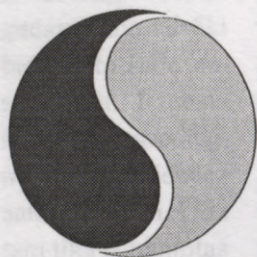
Ja tranzistoru darbina tā, lai bāzes strāva periodiski ieslēgtos un izslēgtos, tad vienlaikus ieslēgsies un izslēgsies arī kolektora strāva. Šādā veidā tranzistors darbojas kā slēdzis. Kā slēdzi tranzistoru izmanto elektroniskajos sprieguma regulatoros.

Tranzistoru slēgumu veidi. Atkarībā no tā, kurš tranzistora elektrods ir kopējs ieejas un izejas ķēdei, izšķir kopemitera, kopkolektora un kopbāzes slēgumus. Katram slēgumam var izmantot gan p-n-p, gan n-p-n tranzistorus. Mainās tikai līdzstrāvas avotu polaritāte un strāvas virziens. Praksē visbiežāk lieto kopemitera slēgumu.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kas ir tranzistors?
2. Kādas funkcijas tranzistors var pildīt?
3. Uzzīmēt tranzistora grafisko apzīmējumu elektriskajās shēmās!
4. Nosauciet, kādus tranzistoru veidus jūs zināt!
5. Kādam nosacījumam jābūt izpildītam, lai kolektora ķēdē plūstu strāva?
6. Kādi ir tranzistora slēguma veidi? Kuru slēguma veidu praksē lieto visbiežāk?
7. Izskaidrojiet tranzistora darbības principu!
8. Izmantojot iegūtās zināšanas par diodēm, stabilitroniem un tranzistoriem, izskaidrojiet elektroniskā sprieguma regulatora darbības principu!





TREŠĀ DAĻA

Pēc trešās daļas apgūšanas:

zināsiēt: pusvadītāju teorijas pamatus; lādēšanas sistēmas uzbūvi un galveno sastāvdaļu darbības principus; aizdedzes sistēmu dažādos veidus un to priekšrocības un trūkumus; devēju veidus, nozīmi un lietošanu; aizdedzes sistēmas svarīgāko parametru – aizdedzes laika un aizdedzes leņķa – ietekmi uz motora darbību.

prātīsiet: elektriskajās principiālajās shēmās atpazīt pusvadītāju ierīces (diodes, tranzistorus, tiristorus); atšķirt analogos un digitālos signālus; lasīt vienkāršākās elektriskās shēmas; veikt lādēšanas un aizdedzes sistēmas atsevišķo daļu vienkāršu pārbaudi, izmantojot testeru, voltmetru; noteikt automobiļa aizdedzes sistēmas veidu.

23. Lādēšanas sistēma

Akumulatora lādēšanas sistēmas galvenās sastāvdaļas ir ģenerators, taisngriezis un sprieguma regulators.

Ģenerators. Par ģeneratora uzbūvi un darbības principu runājam iepriekšējās nodaļās. Šeit īsumā atkārtosim ģeneratora galvenās funkcijas un apskatīsim tā ierosmes veidus.

Ģenerators galvenais uzdevums ir, motoram darbojoties, apgādāt ar elektroenerģiju visus automobiļa elektropatērētājus un lādēt akumulatoru.

Ar terminu «ierosme» elektrotehnikā saprot magnētiskā lauka radišanu elektriskajā mašīnā. Ja ap dzelzs vai tērauda stieni aptinam vadu un pieslēdzam to sprieguma avotam, tad



strāvas radītā magnētiskā lauka spēka līnijas saslēgsies caur stieni. Tas nozīmē – magnētiskā lauka spēka līnijas sāksies nosacītajā ziemeļpolā un beigsies dienvidpolā. Šī parādība tiek izmantota, lai radītu ģenerators darbībai – sprieguma inducēšanai statora tinumos – nepieciešamo magnētisko lauku. Protams, lai magnētiskie zudumi ģenerators rotorā būtu pēc iespējas mazāki, rotors tiek izveidots nevis stieņa, bet izliektu segmentu veidā. Ar terminu "ierosmes veids" saprot veidu, kādā tiek nodrošināta strāvas plūšana caur ierosmes tinumu. Turklāt atcerēsimies, ka automobiļos ir pieejams tikai līdzstrāvas avots – akumulators. Tātad ģenerators ierosmes tinuma barošanai varam izmantot līdzstrāvu, ko iegūstam no akumulatora.

Ģeneratoros izmanto šādus ierosmes veidus:

- akumulatora ierosme,
- pašierosme.

Akumulatora ierosme. Ģenerators rotora jeb ierosmes tinums saņem spriegumu no akumulatora. Tas tiek pievadīts ar kontaktgredzenu un suku palīdzību. Lai akumulators neizlādētos, kad automobiļa motors un tātad arī ģenerators apstājas, ierosmes tinums no sprieguma ir jāatslēdz. Šo uzdevumu veic ģenerators rotora relejs (80. zīm.).

Relejam spriegumu pievada, saslēdzot aizdedzes atslēgas kontaktus. Saslēdzoties aizdedzes atslēgas kontaktam, strāva sāk plūst caur releja spoli un rada ap to magnētisko lauku. Magnētiskā lauka spēka iedarbības rezultātā pievelkas releja serde un saslēdzas pie serdes piestiprinātais kontakts. Caur saslēgto kontaktu ģenerators rotora tinumam tiek pievadīts pilns akumulatora spriegums un pa rotora tinumu sāk plūst ierosmes strāva. Ierosmes strāva rada nepieciešamo magnētisko lauku trīsfāžu maiņsprieguma inducēšanai ģenerators statora tinumos.

Kontaktspailei AL (80. zīm.) tiek pievienota avārijas gaismas signalizācija. Tā nostrādā tajā gadījumā, kad aizdedzes slēdzis ir ieslēgts, bet automobiļa motors nedarbojas. Gaismas signāls (signālspuldzīte) iedegas uz automobiļa vadības paneļa.

Spuldzīte nodziest, kad ģenerators sāk lādēt akumulatoru. Viena šādas signalizācijas ierīces vienkāršota shēma parādīta 81. zīmējumā.

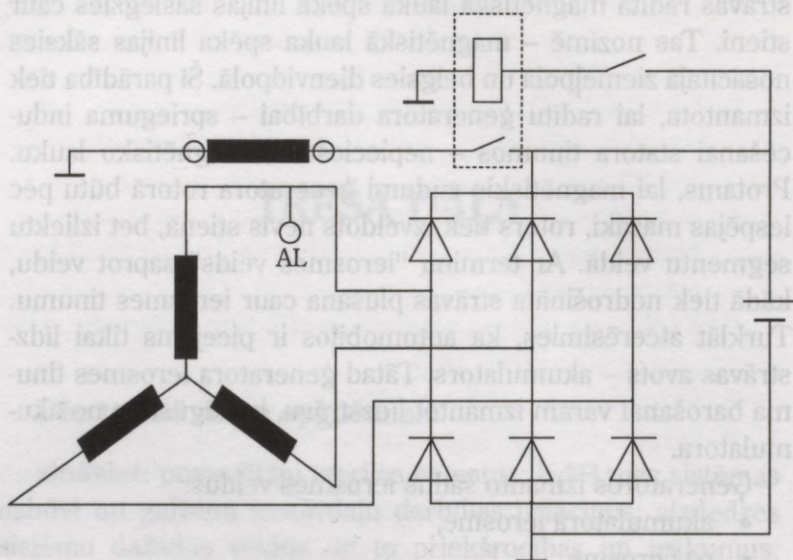


Apvienojot atsevišķu lādēšanas sistēmas sastāvdaļu uzdevumus, varam uzrakstīt sistēmas kopīgās funkcijas.

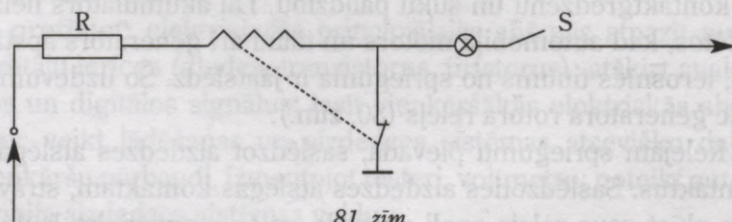
1. Uzlādē akumulatoru pēc motora iedarbināšanas, ja ir bijušas ieslēgtas elektriskās ierīces pēc motora izslēgšanas.
2. Apgādā ar elektroenerģiju visus automobiļa elektropatērētājus, motoram darbojoties.
3. Nodrošina izejā spriegumu, kas ir nedaudz lielāks par akumulatora spriegumu.
4. Maina izejas spriegumu atkarībā no slodzes.



Automobiļos bez signālpuldzītes kā lādēšanas indikators vēl tiek izmantots voltmetrs vai ampērmetrs. Tos izmanto tajos gadījumos, kad nepieciešama precīza lādēšanas sistēmas darbības kontrole. Ampērmetram nulles iedaļa ir skalas vidū. Ja bultiņa novirzās pa labi, tad tas nozīmē, ka akumulators tiek lādēts. Ja bultiņa novirzās pa kreisi, tad tas nozīmē, ka lādēšanas sistēma nestrādā. Ampērmetra bultiņas novirzīšanās pa kreisi liecina par izlādes, nevis uzlādes strāvu.



80. zīm.

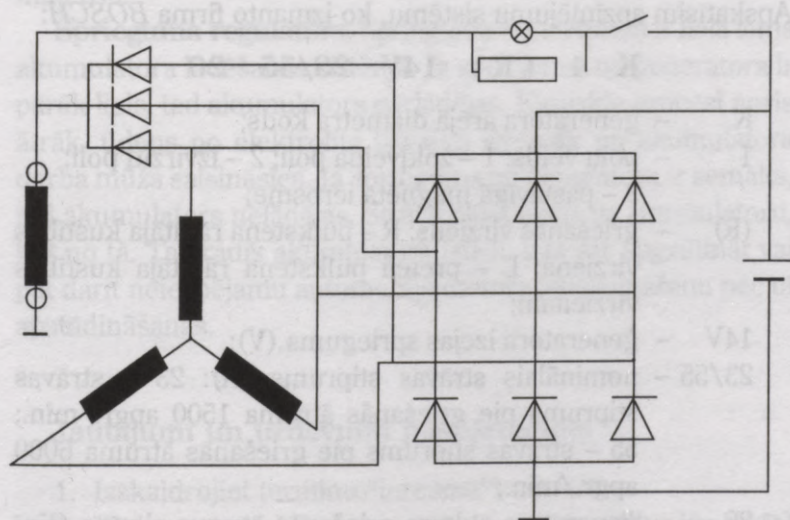


81. zīm.

Virknē ar pretestību (R) ieslēgta tieva stieplīte, kuras viens gals piestiprināts pie kontakta (S). Ja motors un tātad arī ģenerators nedarbojas, stieplītes nosprīgojuma dēļ kontakts ir saslēgts un deg signālpuldzīte, kas signalizē par to, ka ģenerators nelādē akumulatoru. Kad ģenerators sāk darboties, t.i., tā izejā parādās spriegums, strāva sāk plūst caur stieplīti un sasilda to. Stieplīte kļūst garāka, tās nosprīgojums atslābst un atbrīvo kontaktu. Kontakts atslēdzas, un signālpuldzīte nodziest. Pēc kontakta atslēgšanās stieplīte neatdziest, jo caur to plūst akumulatora lādēšanas strāva.

Ģeneratorus ar akumulatoru ierosmi jaunāko modeļu automobiļos nelieto. Šeit mēs to apskatījam tāpēc, ka lietošanā vēl ir daudz automobiļu, kuros šādu ģenerators ierosmes veidu vēl izmanto.

Pašierosme. Kā jau norāda pats nosaukums, ierosmes magnētiskā lauka radišanai nepieciešamo strāvu ģenerators ražo pats. Šī ierosmes veida darbības principa pamatā ir ģenerators rotora polos paliekošais magnētisms. Jau iepriekš, runājot par magnētisma parādībām, minējām, ka vielas, ko sauc par feromagnētiķiem, magnetizējas ārējā magnētiskā lauka iedarbībā. Pēc ārējā lauka iedarbības izbeigšanās šie materiāli kādu laiku saglabā magnētismu, t.i., paši kļūst par magnētiem. No šāda feromagnētiska materiāla ir izgatavoti ģenerators ierosmes tinuma jeb rotora poli. Ģenerators pašierosmes principiālā elektriskā shēma ir parādīta 82. zīmējumā.



82. zīm.

Kā jau iepriekš teikts, ierosmes tinuma polos ir paliekošais magnētiskais lauks. Taču tas ir pārāk vājš, lai inducētu ģenerators statora tinumos akumulators lādēšanai nepieciešamo strāvu. Tāpēc, pagriežot aizdedzes atslēgu, rotora tinums tiek pieslēgts akumulators spriegumam. Virknē ar ierosmes tinumu ir ieslēgta signālspludzīte, kas signalizē par to, ka ģenerators ierosmes tinums saņem spriegumu no akumulators, nevis pats no sava statora tinuma. Lai ģenerators varētu ierosināt arī tad, kad signālspludzīte ir izdegusi, tai paralēli ir ieslēgta pretestība. Ģenerators darbojoties, spriegums no tā statora caur diodēm



Dažiem jaunāko modeļu automobiļiem ir elektriski apsildāmi vējstikli. Tādā gadījumā ģenerators izejas spriegums ir 110 V maiņspriegums. Šāds spriegums ir bīstams cilvēkam. Remontējot vai apkopjot šādu modeļu automobiļus, ir jāveic visi drošības pasākumi, lai negūtu elektrotraumu.

nokļūst uz ierosmes tinuma galiem un signālspuldzīte nodziest. Ģenerators ražotais spriegums ir apmēram tāds pats kā akumulatora spriegums. Tāpēc uz signālspuldzītes nav sprieguma krituma un strāva caur to neplūst. Tādā veidā ģenerators darbojoties pats apgādā ar spriegumu savu ierosmes tinumu. Jāpiebilst, ka ģeneratoros, kuros izmanto pašierosmi, nav sešas diodes kā akumulatora ierosmes ģeneratoros, bet deviņas. Trīs diodes ir ieslēgtas ķēdē, kas savieno ģenerators statoru ar ierosmes tinumu. Tās iztainsno trīsfāžu maiņspriegumu, ko ražo ģenerators.

Lai, pārbaudot vai remontējot ģeneratoru, varētu zināt tā nominālos parametrus, uz ģenerators korpusa ir iespiesti apzīmējumi, kas kodētā veidā norāda visus svarīgākos parametrus. Apskatīsim apzīmējumu sistēmu, ko izmanto firma *BOSCH*:

K 1 (R) 14V 23/55 20

- K – ģenerators ārējā diametra kods;
- 1 – polu veids: 1 – žokļveida poli; 2 – izvirzīti poli; 3 – pastāvīgā magnēta ierosme;
- (R) – griešanās virziens: R – pulksteņa rādītāja kustības virzienā; L – pretēji pulksteņa rādītāja kustības virzienam;
- 14V – ģenerators izejas spriegums (V);
- 23/55 – nominālais strāvas stiprums (A): 23 – strāvas stiprums pie griešanās ātruma 1500 apgr./min.; 55 – strāvas stiprums pie griešanās ātruma 6000 apgr./min.;
- 20 – ģenerators enkura griešanās ātrums simtos (šīnī gadījumā 20 simti = 2000 apgr./min.), pie strāvas stipruma 2/3 no nominālā.

Taisngriezis. Iepriekšējās nodaļās jau runājām par taisngriežu lietošanu, veidu un darbību. Šīnī nodaļā esam apskatījuši divu veidu taisngriežu – trīsfāžu tiltiņa un trīsfāžu vienusperioda – praktisko lietošanu. Trīsfāžu tiltiņa taisngriezis ir izmantots gan akumulatora ierosmes, gan pašierosmes shēmās akumulatora lādēšanas strāvas taisngriešanai. Trīsfāžu vienusperioda taisngriezis ir izmantots pašierosmes shēmā rotora tinuma jeb ierosmes strāvas taisngriešanai. Šo taisngriežu iztainsnotā strāva atšķiras ar strāvas pulsācijām.

Trīsfāžu vienpusperioda taisngrieža iztaisnotās strāvas pulsācijas ir lielākas nekā trīsfāžu tiltiņa iztaisnotās strāvas pulsācijas. Šīni gadījumā taisngrieža veida izvēli nosaka taisngrieztās strāvas patērētājs. Akumulatora lādēšanai nepieciešama līdzstrāva ar iespējami mazākām pulsācijām. Ja akumulatora lādēšanas strāvas pulsācijas ir lielas, ķīmiskie procesi, kas norit akumulatorā, tam lādējoties, nenoris un akumulators neuzlādējas. Ierosmes magnētiskā lauka radīšanai nepieciešamajai strāvai tik augstas prasības nav. Sprieguma inducēšanai ģenerators statora tinumos ierosmes strāvas pulsācijas netraucē. Bez tam trīsfāžu vienpusperioda taisngriezis ir lētāks nekā trīsfāžu tiltiņa taisngriezis, jo tajā sešu diožu vietā ir izmantotas tikai trīs.

Sprieguma regulators. Sprieguma regulatoram ir liela loma akumulatora lādēšanas sistēmā. Ja spriegums no ģenerators ir pārāk liels, tad akumulators pārlādējas. Ķīmiskie procesi noris ātrāk, ūdens no elektrolīta iztvaiko straujāk un akumulatora darba mūžs saīsināsies. Ja spriegums uz ģenerators ir zemāks, tad akumulators nelādējas. Strāva plūst nevis uz akumulatoru, bet no tā. Tas radīs akumulatora izlādi, kas var apgrūtināt vai pat darīt neiespējamu automobiļa motora iedarbināšanu pēc tā apstādināšanas.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Izskaidrojiet terminu "ierosme"!
2. Kādus automobiļa ģenerators ierosmes veidus jūs zināt?
3. Kuru no ierosmes veidiem izmanto jaunāko modeļu automobiļos?
4. Kādā veidā ģenerators ierosmes tinums saņem spriegumu akumulators ierosmē?
5. Kāpēc pašierosmes ģenerators paralēli signālspludzītei ir ieslēgta pretestība?
6. Kāpēc ģenerators ar akumulators ierosmi lādēšanas signālierīces shēmā virknē ar stieplīti ir ieslēgta pretestība?
7. Kā sauc pašierosmes principiālajā elektriskajā shēmā redzamos taisngriežus? Kādam nolūkam katrs paredzēts? Ar ko atšķiras šo taisngriežu iztaisnotās strāvas?
8. Kā sauc 80. zīmējumā redzamā ģenerators statora tinumu slēguma shēmu?

9. Parādiet strāvas ceļu 82. zīmējumā attēlotajos taisngriežos!
10. Izskaidrojiet 81. zīmējumā attēlotās signālierīces darbības principu!
11. Kādam nolūkam kalpo un kā darbojas ģenerators rotora relejs akumulatora ierosmes shēmā?
12. Kas notiks, ja akumulatora ierosmes shēmā ilgstoši degs signālspludzīte, kas liecina par to, ka ģenerators nelādē akumulatoru?
13. Akumulatora lādēšanas shēmā (82. zīm.) iezīmējiet voltmetru, kas rāda lādēšanas spriegumu, un ampērmetru, kas rāda lādēšanas strāvu!

24. Aizdedzes sistēma

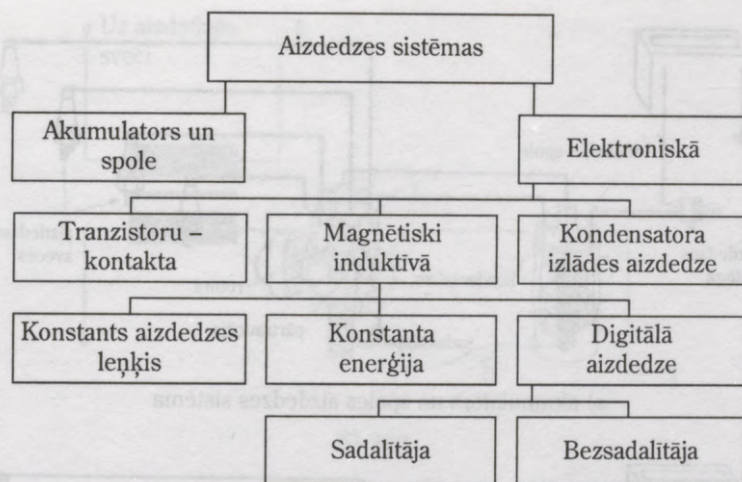


Aizdedzes sistēma sastāv no divām daļām: primārās jeb zemsprieguma un sekundārās jeb augstsprieguma daļas. Primārās daļas galvenās sastāvdaļas ir akumulators, pārtraucēja kontakts un indukcijas spoles primārais tinums. Aizdedzes sistēmas primārajā ķēdē virknē ar indukcijas spoles primāro tinumu slēdz arī balasta pretestību, kas ierobežo strāvas stiprumu tajā.

Sekundārās jeb augstsprieguma daļas galvenās sastāvdaļas ir indukcijas spoles sekundārais tinums, sadalitājs, sveču vadi un aizdedzes sveces.

Pašreiz lietošanā esošajos automobiļos izmanto dažādas aizdedzes sistēmas. 83. zīmējumā attēlotā shēma parāda šo sistēmu dažādību.

Akumulatora-spoles aizdedzes sistēmu apskatījām, kad runājām par indukcijas spoli. Šo aizdedzes sistēmu lieto vecākos automobiļu modeļos. Akumulatora-spoles aizdedzes sistēmas galvenās sastāvdaļas un to savstarpējā saistība un mijiedarbība ir attēlota 84. zīmējumā a. 84. zīmējumā b ir parādītas elektroniskās sadalitāja aizdedzes sistēmas galvenās sastāvdaļas un to mijiedarbība. Atšķirība no akumulatora-spoles aizdedzes sistēmas ir tā, ka pārtraucēja kontakta vietā sadalitājā ir impulsa devējs. Indukcijas spoles primārā tinuma ķēdi pārtrauc nevis mehānisks pārtraucējs, bet pusvadītāju ierīce.



83. zīm.

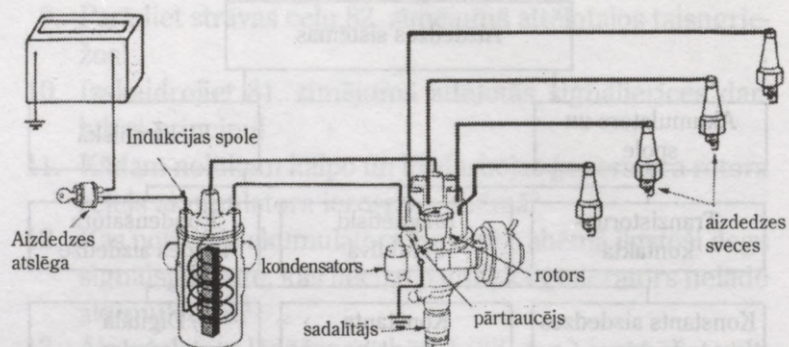
84. zīmējumā c ir parādīta elektroniskā bezsadalitāja aizdedzes sistēma. Šādā aizdedzes sistēmā nav sadalitāja, bet ir vairākas indukcijas spoles.

Elektroniskais vadības bloks (EVB) vajadzīgajā brīdī pārtrauc indukcijas spoles primārā tinuma ķēdi, un spoļu sekundārajā tinumā inducējas augstsprieguma impulss, kas rada dzirksteli starp aizdedzes sveču elektrodiem.

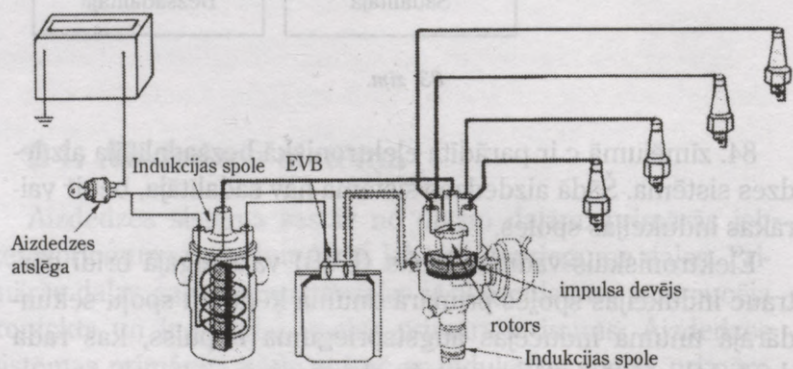
Tālāk šī nodaļā mēs sīkāk apskatīsim elektroniskās aizdedzes sistēmas.

Tranzistoru-kontakta aizdedze. Ar šīs sistēmas izveidošanu tika veikts pirmais mēģinājums uzlabot esošo akumulatora-spoles aizdedzes sistēmu. Lai pārtrauktu indukcijas spoles primārā tinuma ķēdi un tādā veidā radītu sprieguma impulsu indukcijas spoles sekundārajā ķēdē, ir izmantots tranzistors (85. zīm.).

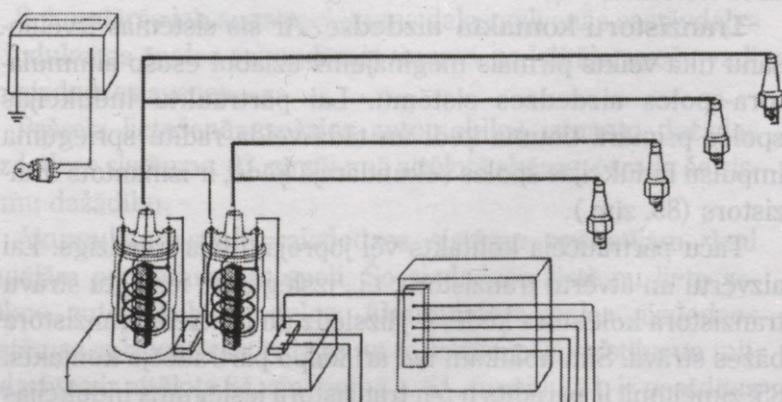
Taču pārtraucēja kontakts vēl joprojām bija vajadzīgs. Lai aizvērtu un atvērtu tranzistoru, t.i., izslēgtu un ieslēgtu strāvu tranzistora kolektora ķēdē, ir jāizslēdz un jāieslēdz tranzistora bāzes strāva. Šim nolūkam tad arī kalpo pārtraucēja kontakts. 85. zīmējumā ir parādīts n-p-n tranzistora ieslēgums indukcijas spoles primārā tinuma ķēdē. Slodzes strāva caur kolektoru uz emiteru plūst tikai tikmēr, kamēr emitters ir negatīvs attiecībā pret bāzi. Kamēr slēdzis (S) ir saslēgts, tranzistora bāze ir pozitīva attiecībā pret emiteru un strāva no kolektora plūst uz emiteru.



a) akumulatora un spoles aizdedzes sistēma



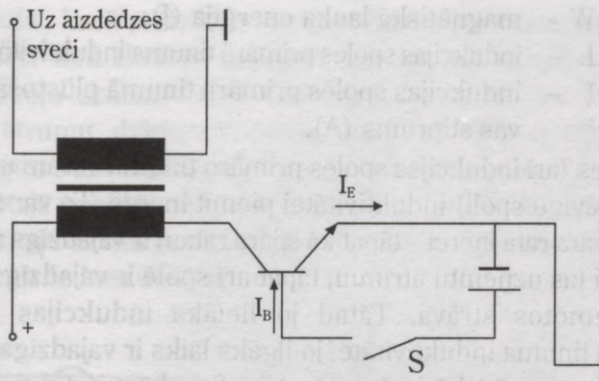
b) elektroniskā sadalitāja aizdedzes sistēma



c) elektroniskā bezsadalītāja aizdedzes sistēma



Līdz ar tranzistora lietošanu aizdedzes sistēmā radās iespēja paaugstināt strāvas stiprumu indukcijas spoles primāra tinuma ķēdē no 3 līdz 8 A. Samazinājās arī primārā tinuma vijumu skaits un sekundārā tinuma vijumu skaits attiecība (transformācijas koeficients) no 1:66 līdz 1:250 un pat 1:400.



85. zīm.

Tikko slēdzis (S) atslēdzas, bāzes – emitera p-n pāreja aizveras un strāva caur emiteru neplūst. Slēdža (S) funkciju šajā shēmā pilda pārtraucēja kontakts. Mēģināsim noskaidrot – kas tad šādā veidā tika uzlabots? Pārtraucēja kontakta vietā tagad ir gan pārtraucēja kontakts, gan vēl papildus arī tranzistors. Atcerēsimies tranzistora strāvu īpašību – tranzistora bāzes strāva ir daudzreiz mazāka nekā kolektora un emitera strāva. Tā, piemēram, 85. zīmējumā redzamajā shēmā emitera strāva $I_E = 8,16$ A, bet bāzes strāva $I_B = 0,16$ A. Tas nozīmē, ka ar tranzistoru varam vadīt 8 A stipru strāvu, saslēdzot un atslēdzot tikai 0,16 A stipru strāvu. Tādā veidā esam panākuši, ka strāvas stiprums caur pārtraucēja kontaktu ir samazinājies 50 reizi. Samazinājusies pārtraucēja kontakta dzirksteļošana, un pagarinājies tā darbmužs. Tā kā pie šādas mazas strāvas dzirksteļošana ir neievērojama, tad atkrīt nepieciešamība paralēli pārtraucēja kontaktam slēgt kondensatoru.

Taču, neskatoties uz visām iepriekš minētajām priekšrocībām, 85. zīmējumā attēlotā shēma nav praktiski izmantojama dažu iemeslu dēļ. Pirmkārt, automobili ir tikai viens līdzsprieguma avots un nebūtu izdevīgi ievietot otru tikai aizdedzes sistēmas dēļ. Otrkārt, lietojot tranzistoru, rodas cita problēma. Ir ļoti svarīgi, lai indukcijas spoles primārā tinuma magnētiskā lauka enerģija pēc dzirksteļizlādes aizdedzes svecē nākamai izlādei atjaunotos pēc iespējas ātrāk. Magnētiskā lauka enerģiju ar strāvas stiprumu un indukcijas spoles primārā tinuma induktivitāti saista sakarība:

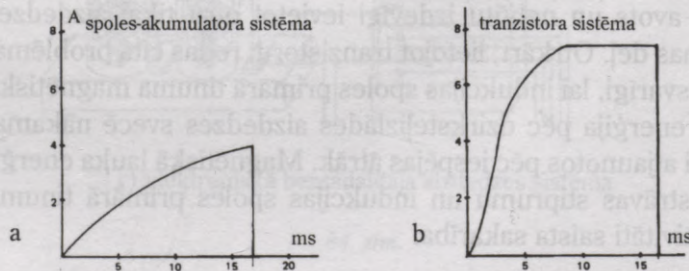
$$W = \frac{1}{2} L I^2, \quad (24-1)$$

- kur W – magnētiskā lauka enerģija (J);
 L – indukcijas spoles primārā tinuma induktivitāte (H);
 I – indukcijas spoles primārā tinumā plūstošās strāvas stiprums (A).

Spoles (arī indukcijas spoles primāro tinumu varam uzskatīt kā patstāvīgu spoli) induktivitātei piemīt inerce. To var salīdzināt ar spara rata inerci – tāpat kā spara ratam ir vajadzīgs zināms laiks, lai tas uzņemtu ātrumu, tāpat arī spolē ir vajadzīgs laiks, lai atjaunotos strāva. Tātad jo lielāka indukcijas spoles primārā tinuma induktivitāte, jo ilgāks laiks ir vajadzīgs, lai atjaunotos magnētiskā lauka enerģija. Savukārt induktivitāte ir atkarīga no tinuma vijumu skaita – jo vairāk spolei vijumu, jo lielāka induktivitāte. Līdz ar to, ka, lietojot tranzistorus, izdevās samazināt strāvas stiprumu caur pārtraucēja kontaktu, radās iespēja samazināt arī indukcijas spoles primārā tinuma vijumu skaitu, vienlaikus palielinot strāvas stiprumu ķēdē. Samazinoties vijumu skaitam, samazinājās arī pretestība un līdz ar to arī aktīvās jaudas zudumi indukcijas spoles primārajā ķēdē. Līdz ar vijumu skaita samazināšanos, samazinājās indukcijas spoles primārā tinuma induktivitāte un laiks, kāds nepieciešams, lai tinumā atjaunotos magnētiskā lauka enerģija. 86. zīmējumā ir parādīts, kā pieaug strāvas stiprums primārajā tinumā akumulatora-spoles aizdedzes sistēmā (86. zīm. a) un tranzistoru-kontaktu aizdedzes sistēmā (86. zīm. b).

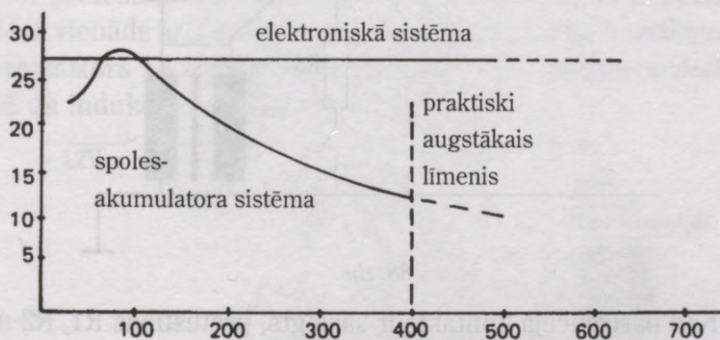
Tātad, izmantojot tranzistoru, strāvas stiprums daudz ātrāk sasniedz savu maksimumu, nekā izmantojot tikai pārtraucēju.

Strauji mainoties strāvas stiprumam indukcijas spoles primārajā tinumā, tajā inducējas pārejas spriegums. Šis spriegums ir jo lielāks, jo lielāka ir tinuma induktivitāte un tas var kļūt bīstams citiem elektriskās ķēdes elementiem. Tas ir vēl viens iemesls, kāpēc jācenšas samazināt indukcijas spoles primārā tinuma induktivitāte.



86. zīm.

Laiks, kurā primārajā tīnumā atjaunojas strāva, kamēr pārtraucēja kontakts ir saslēgts, nosaka maksimāli iespējamo dzirksteļu skaitu. Tāpēc bieži vien, automobilim braucot ar lielu ātrumu, dzirkstele rodas brīdī, kad strāvas stiprums un spriegums nav sasnieguši savu maksimālo vērtību. 87. zīmējumā attēlotajā grafikā redzama aizdedzes sprieguma atkarība no dzirksteļu skaita gan akumulatora-spoles, gan tranzistoru-kontakta aizdedzes sistēmā.



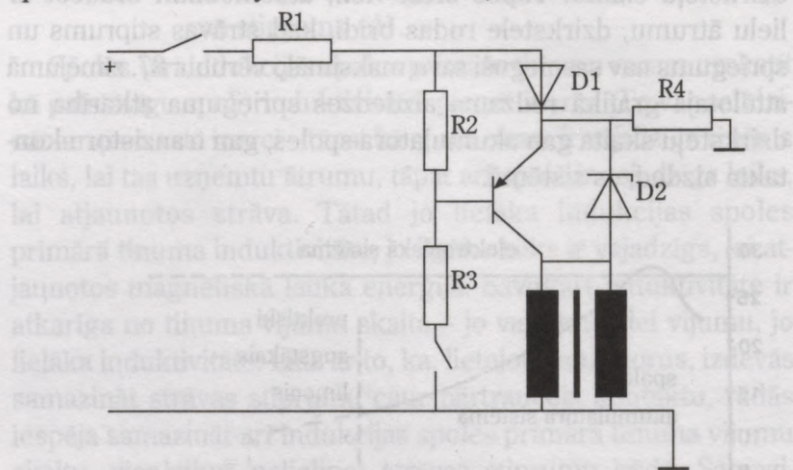
87. zīm.

Izmantojot tranzistoru indukcijas spoles primārā tīnuma ķēdes pārtraukšanai, panāk, ka spriegums uz aizdedzes sveces praktiski nav atkarīgs no dzirksteļu skaita, t.i., no automobiļa braukšanas ātruma. Akumulatora-spoles aizdedzes sistēmā pie praktiski maksimālā dzirksteļu skaita spriegums uz aizdedzes sveces samazinās 1,5 reizes.

Pastāvot tik zēmam spriegumam, cilindra darbība ir nestabila. Bez tam zēmais spriegums nenodrošina pilnīgu degmaisījuma sadegšanu. Aizdedzes sveces ar zēmu spriegumu sliktāk strādā, un tās ir biežāk jātira. Tas nozīmē, ka efektīvāka un ekonomiskāka darbība ir motoram ar elektronisko aizdedzes sistēmu.

Atgriezīsimies pie 85. zīmējumā attēlotās elektriskās shēmas. Lai šo shēmu varētu lietot praksē, t.i., tranzistora bāzes ķēdes barošanai varētu izmantot to pašu akumulatoru, paralēli indukcijas spoles primārā tīnuma ķēdei jāieslēdz divas pretestības R2 un R3 (88. zīm.). Šīs pretestības ir izvēlētas ar tādu aprēķinu, lai spriegums punktā starp pretestībām būtu atbilstošs tranzistora bāzes spriegumam. Paralēli tranzistoram ir ieslēgts stabilitrone, kas aizsargā tranzistoru no pārejas sprieguma. Kad

spriegums kļūst lielāks par stabilitrona caursites spriegumu, tas sāk vadīt strāvu, līdz pārejas spriegums zūd. Indukcijas spoles transformācijas koeficients ir 0,0025.



88. zīm.

Kad pārtraucēja kontakts ir saslēgts, pretestības R1, R2 un R3 veido sprieguma dalītāju. Uz tranzistora bāzes ir atbilstošs spriegums, plūst bāzes strāva, un tranzistors atveras. Strāva no akumulatora pozitīvās spaiļes caur indukcijas spoles primāro tinumu plūst uz akumulatora negatīvo spaili pa ķēdīti: "+" spaiļe – aizdedzes slēdzis – pretestība R1 – diode D1 – tranzistora emitters – tranzistora kolektors – primārais tinums – "-" spaiļe.

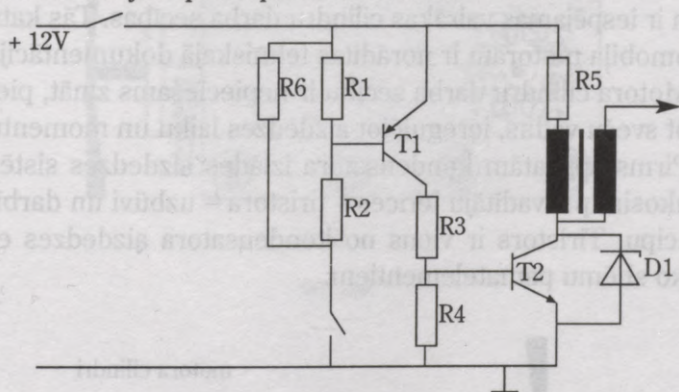
Kad pārtraucēja kontakts ir atvērts, strāva caur pretestībām R2 un R3 neplūst un tranzistors ir aizvērts, neliela strāva turpina plūst pa ķēdīti: "+" spaiļe – pretestība R1 – diode D1 – pretestība R4 – "-" spaiļe. Rezultātā tranzistora emitters kļūst negatīvs attiecībā pret bāzi. Šādā veidā tiek nodrošināta strauja indukcijas spoles primārā tinuma strāvas pārtraukšana, lai sekundārajā tinumā inducētos aizdedzes dzirkstelei nepieciešamais spriegums.

Lai paātrinātu ieslēgšanas-atslēgšanas procesu, lieto divu tranzistoru shēmu (89. zīm.). Šāda shēma nodrošina aizdedzes sistēmas drošu darbību arī zemā apkārtējās vides temperatūrā.

Tranzistors T1 tiek vadīts ar pārtraucēja kontaktu, līdzīgi kā 88. zīmējumā attēlotajā shēmā. T1 savukārt vada spēka tranzistoru T2, kura kolektora ķēdē ieslēgts indukcijas spoles primā-

rais tinums. Tranzistors T1 ir p-n-p tipa, bet tranzistors T2 – n-p-n tipa. Atcerēsimies, ka p-n-p tipa tranzistors ir atvērts, kad emitters ir pozitīvs attiecībā pret bāzi, bet n-p-n tipa tranzistors ir atvērts, kad emitters ir negatīvs attiecībā pret bāzi.

Kad pārtraucēja kontakts ir saslēgts, strāva plūst caur pretestībām R1 un R2, kuras veido sprieguma dalītāju. Sprieguma kritums uz pretestības R2 ir vienāds ar T1 atvēršanai nepieciešamo bāzes spriegumu. Tranzistors T1 atveras, un strāva plūst caur pretestībām R3 un R4. Sprieguma kritums uz pretestības R4 ir vienāds ar T2 atvēršanai nepieciešamo bāzes spriegumu. Tranzistors T2 atveras, un strāva plūst caur balasta pretestību R5 un indukcijas spoles primāro tinumu.



89. zīm.

Kad pārtraucēja kontakts atveras, sprieguma kritums uz pretestības R2 kļūst vienāds ar nulli un tranzistors T1 aizveras. Līdzko T1 aizveras, sprieguma kritums uz pretestības R4 kļūst vienāds ar nulli un tranzistors T2 aizveras. Strāva caur indukcijas spoles primāro tinumu pārstāj plūst. Sekundārajā tinumā inducējas spriegums, kuru sadalītājs novada uz attiecīgā cilindra aizdedzes sveci. Aizdedzes brīdī primārajā tinumā inducējas liels – dažus simtus voltu – pārejas spriegums. Tas ir bīstams tranzistoram T2, jo var to caursist. Lai aizsargātu tranzistoru no pārejas sprieguma, paralēli tam ir ieslēgts stabilitrons D1. Kad spriegums kļūst lielāks par stabilitrona caursites spriegumu, caur to sāk plūst strāva. Tā plūst, līdz spriegums kļūst zemāks par stabilitrona D1 caursites spriegumu.

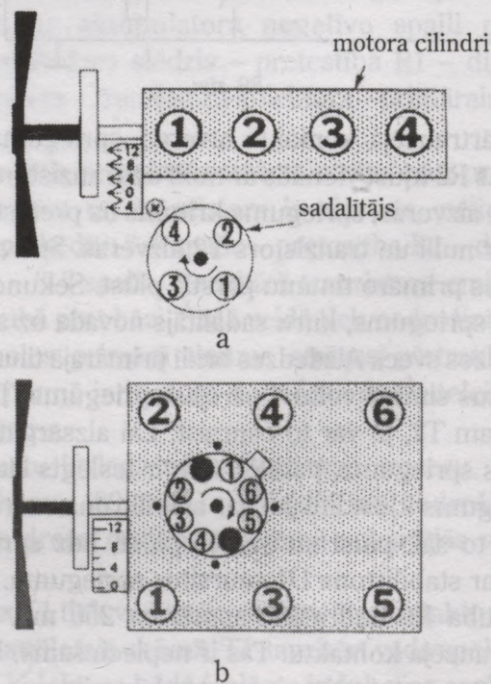
Pretestība R6 nodrošina apmēram 250 mA stipru strāvu caur pārtraucēja kontaktu. Tas ir nepieciešams, lai uz kontakta nenosētos netīrumi un nerastos korozija.

Cilindru darba secība. Jau iepriekš, runājot par aizdedzes svečēm un aizdedzes sistēmas uzdevumiem, pieminējām cilindru darba secību. Tāpat, runājot par sadalitāja funkcijām, minējām, ka viens no galveniem sadalitāja uzdevumiem ir nodrošināt motora cilindrus ar dzirksteli to darba secībā.

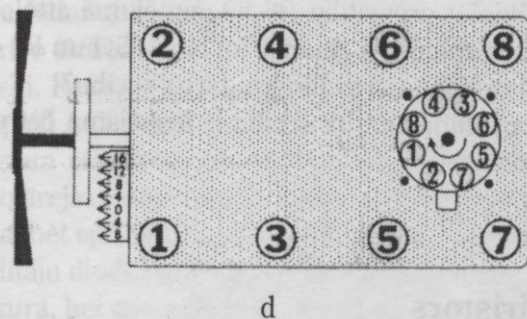
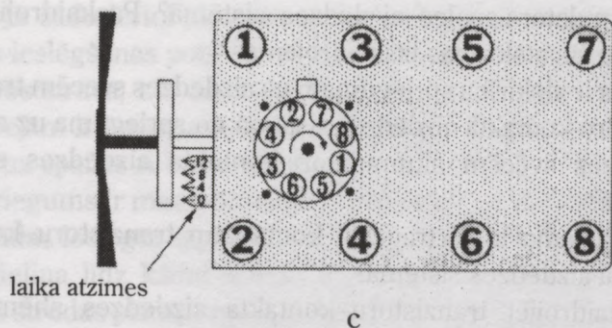
Cilindru darba secība nozīmē, kādā kārtībā uz aizdedzes svečēm tiek padots augstsprieguma impulss atkarībā no degmaisījuma sadegšanas cilindros. Četru cilindru motoram var būt viena no šādām divām cilindru darba secībām: 1-3-4-2 vai 1-2-4-3. Motora cilindrus skaita, sākot no motora priekšas kreisās puses (90. zīm. a, b, c un d). Tādā veidā iespējams noteikt cilindru darba secību. Sešu un astoņu cilindru motoriem ir iespējamās vairākas cilindru darba secības. Tās katram automobiļa motoram ir norādītas tehniskajā dokumentācijā.

Motora cilindru darba secību ir nepieciešams zināt, pievienojot sveču vadus, ieregulējot aizdedzes laiku un momentu.

Pirms apskatām kondensatora izlādes aizdedzes sistēmu, aplūkosim pusvadītāju ierīces – tīristora – uzbūvi un darbības principu. Tīristors ir viens no kondensatora aizdedzes elektrisko shēmu pamatelementiem.



90. zīm.



90. zīm.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kāda ir 88. zīmējumā attēlotās indukcijas spoles primārā un sekundārā tinuma attiecība?
2. No kādām divām daļām sastāv jebkura aizdedzes sistēma?
3. Kādas ir šo daļu galvenās sastāvdaļas?
4. Kādus aizdedzes sistēmas veidus varat nosaukt?
5. Kādas ir tranzistoru-kontaktu aizdedzes priekšrocības salīdzinājumā ar akumulatora-spoles aizdedzes sistēmu?
6. Kāpēc tranzistoru-kontaktu aizdedzes elektriskajā shēmā paralēli tranzistoram ir slēgts stabilitrons?
7. Kāda nozīme ir pretestībai R5 89. zīmējumā attēlotajā shēmā?
8. Ar ko atšķiras 89. zīmējumā attēlotie tranzistori?
9. Ar ko atšķiras indukcijas spole, ko lieto tranzistoru-kontaktu aizdedzes sistēmā, no indukcijas spoles, ko lieto

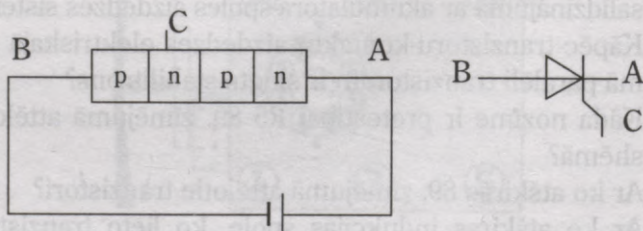
akumulatora-spoles aizdedzes sistēmā? Paskaidrojiet, ar ko šīs atšķirības izskaidrojamas?

10. Kāda ir atšķirība spriegumam uz aizdedzes svecēm tranzistoru-kontakta aizdedzes sistēmā no sprieguma uz aizdedzes svecēm akumulatora-kontakta aizdedzes sistēmā?
11. Kāda loma ir pārtraucēja kontaktam tranzistoru-kontakta aizdedzes sistēmā?
12. Izskaidrojiet tranzistoru-kontakta aizdedzes shēmas darbību gan ar vienu, gan ar diviem tranzistoriem!
13. Aprēķiniet pretestību R6 89. zīmējumā attēlotajā elektriskajā shēmā, ja zināms, ka $R1 = 25\Omega$ un $R2 = 5\Omega$!
14. Kā nosaka motora cilindru darba secību?
15. Kāda cilindru darba secība ir iespējama četru cilindru motorā?



25. Tiristors

Kā zināms, parastās pusvadītāju ierīces – diodes – ventiļa īpašību dēļ (elektriskās strāvas vadīšana tikai vienā virzienā) izmanto maiņstrāvas taisngriešanai. Diode sāk vadīt strāvu, tiklīdz tai pieslēdz tiešo spriegumu, turklāt strāva caur diodi plūst neatkarīgi no pieliktā sprieguma lieluma. Ja strāvas avota polaritāte ir pretēja, parastā diode aizveras un caur to plūst niecīga sproststrāva. Tiristors ir pusvadītāju ierīce, kuras uzbūve un darbības princips ir citāds nekā diodei. Tiristoram ir trīs p-n pārejas. Tā struktūra var būt vai nu p-n-p-n, vai n-p-n-p. Tiristora trešais izvads ir pievienots vienam no vidējiem apgabaliem un paredzēts ierīcē notiekošo procesu mainīšanai – stūrēšanai (91. zīm.).



91. zīm.



Ja šādu ierīci pieslēdz elektroenerģijas avotam, tad jebkuras ieslēgšanas polaritātes gadījumā caur to plūst tikai neliela sproststrāva, t.i., tiristors ir aizvērts, jo vismaz viena no p-n pārejām ir ieslēgta apgrieztā slēgumā. Pieslēgsim tiristoru tā, lai uz spaiļes A būtu mīnuss, bet uz spaiļes B – pluss. Kamēr spriegums ir mazs, tiristors paliek aizvērts, jo vidējā p-n pāreja izrādās ieslēgta apgrieztā slēgumā. Ja spriegumu pakāpeniski palielina līdz kādai noteiktai vērtībai, elektroni un caurumi, kas atrodas plānajā sprostslānī, sarauj saites, kas saistīja tos pie atoma. Izveidojies brīvo lādiņu pāris – elektrons un caurums – sprieguma iedarbībā sarauj vēl divas saites. Rezultātā rodas jau divi brīvo lādiņu pāri, tad 4, 8 utt. Šādu parādību sauc par lavīncursīti. Rezultātā tiristors sāk brīvi vadīt strāvu no spaiļes B uz spaiļi A. Tiristora stāvoklis pirms caursītes atbilst slēdža izslēgtam stāvoklim: spriegums liels, bet strāva niecīga. Pēc sprospārejas caursīšanas tiristors atbilst ieslēgtam slēdzim: strāva liela, bet spriegums mazs. Kā redzams, tiristors atšķiras no pusvadītāju diodes galvenokārt ar to, ka tas sāk vadīt strāvu nevis jebkura, bet gan noteikta, pietiekami liela sprieguma gadījumā. Tomēr darbināt tiristoru, strauji paaugstinot spriegumu, ne vienmēr ir izdevīgi. Tāpēc tiristoram bez izvadiem A (anods) un B (katods) ir vēl viens papildu izvads C (vadības elektrods), kurš pieslēgts vidējam n tipa apgabalam. Lai tiristors sāktu strādāt, vairs nav jāpaaugstina spriegums uz izvadiem A un B, bet pietiek starp izvadiem B un C pieslēgt nelielu vadības spriegumu. Apgabals n pa vadības elektrodu saņem papildu lādiņus, un sprosslāņa caursītei pietiek ar mazāku spriegumu starp anodu un katodu. Jo lielāks vadības spriegums, jo mazāks var būt izvadiem A un B pievadītais spriegums, lai tiristors sāktu vadīt strāvu. Tādējādi, mainot vadības sprieguma lielumu, var regulēt ierīces ieslēgšanās momentu. Pēc tam, kad ir notikusi lavīncursīte, t.i., tiristora ieslēgšanās, p-n pārejas pretestība vairs nav atkarīga no anodam un katodam pieliktā sprieguma. Tā nav atkarīga arī no strāvas stipruma vadības elektrodā. Lai tiristors pārstātu vadīt strāvu, spriegumam starp anodu un katodu ir jākļūst gandrīz vienādam ar nulli. Šis tiristora īpašības izmanto, to lietojot kondensatora izlādes aizdedzes shēmās.

Tiristors ir ātrs un efektīvs slēdzis. Pievadot strāvas impulsu vadības elektrodam, tiristors ieslēdzas dažās mikrosekundēs. Lai ieslēgtu un izslēgtu 10A stipru strāvu, ir nepieciešama 60 mA stipra vadības elektroda strāva. Sprieguma kritums uz vaļēja tiristora ir pastāvīgs lielums un nepārsniedz 1V.



Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Izskaidrojiet jēdzienu "lavīncursorsite"!
2. No cik apgabaliem sastāv tiristorš?
3. Kāda loma tiristorā ir vadības elektrodām?
4. Ar ko var salīdzināt tiristoru ieslēgtā un izslēgtā stāvoklī? Paskaidrojiet!
5. Kādā veidā tiristoru var ieslēgt un izslēgt?

26. Kondensatora izlādes aizdedzes sistēma

Kondensatora izlādes aizdedzes sistēma ir viens no elektroniskās aizdedzes veidiem. Citu veidu aizdedzes sistēmās elektriskās izlādes (dzirksteles) enerģija tiek iegūta no indukcijas spoles magnētiskā lauka enerģijas. Kondensatora izlādes aizdedzes sistēmā elektriskā enerģija tiek uzkrāta kondensatorā un pēc tam ar indukcijas spoles palīdzību pārvērsta dzirksteles enerģijā. Indukcijas spole atšķiras no citu veidu aizdedzes sistēmu indukcijas spolēm. Šajā gadījumā tā darbojas kā impulsa transformators. Taču arī šajā gadījumā tai ir divi tinumi.

Tā kā dzirksteles enerģija ir atkarīga no kondensatorā uzkrātās enerģijas daudzuma, tad ir svarīgi, lai enerģija, ko kondensators uzkrāj uzlādes procesā, būtu pietiekama normālai aizdedzes sveces darbībai. Kondensatora uzkrātā enerģija ir atkarīga no kondensatora kapacitātes un no kondensatora uzlādes sprieguma. Šos lielumus saista šāda sakarība:

$$W = \frac{1}{2} C U^2, \quad (26-1)$$

kur W – kondensatorā uzkrātā enerģija (J);

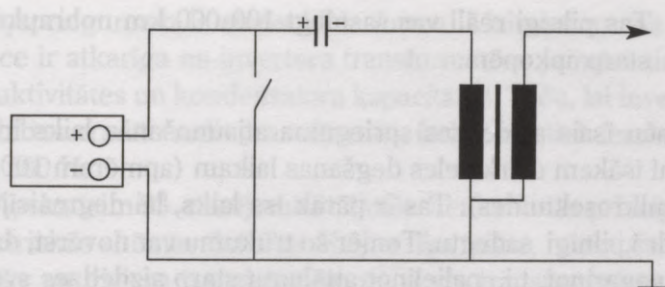
C – kondensatora kapacitāte (F);

U – kondensatora uzlādes spriegums (V).

No formulas (26-1) redzams, ka kondensatora uzkrātās enerģijas daudzums lielā mērā ir atkarīgs no uzlādes sprieguma lieluma. Kondensatora izlādes aizdedzes sistēmas darbības princips redzams 92. zīmējumā attēlotajā elektriskajā shēmā.

Kad slēdzis (S) ir atvērts, ar speciālu lādēšanas ierīci kondensatoru uzlādē līdz 350 V spriegumam. Kad slēdzi saslēdz,





92. zīm.

kondensators izlādējas caur indukcijas spoles primāro tīnumu. Izlāde norit strauji, jo tīnuma pretestība ir maza. Indukcijas spoles sekundārajā tīnūmā inducējas apmēram 40 000 V liels spriegums, kas rada dzirksteļizlādi aizdedzes svecē. Tā kā kondensatora izlādes laiks ir ļoti mazs, tad starp aizdedzes sveces elektrodiem tiek radīta īsa, bet ļoti spēcīga dzirkstele.

Parasti shēmās tiek izmantoti elektroniskie slēdži – tiristori. Tiristors atveras (slēdzis saslēdzas), kad pa vadības elektrodu tiek padots signāls. Tiristors aizveras (slēdzis atslēdzas), kad spriegums uz tā anoda un katoda kļūst gandrīz vienāds ar nulli. Lai tiristoru atvērtu, nepieciešama maza vadības elektroda strāva. Tiristora atvēršanās un aizvēršanās laiks ir ļoti mazs, tāpēc ir ļoti izdevīgi izmantot tiristoru kā elektronisku slēdzi.

Aplūkojot 92. zīm. shēmu, var rasties jautājums, kāpēc tiristors nesaslēdz lādēšanas ierīces izeju īsi. Praktiski tā arī notiek, bet lādēšanas ierīces iekšējā pretestība ir tik liela, ka padara nenozīmīgu caur to plūstošo kondensatora izlādes strāvu salīdzinājumā ar kondensatora izlādes strāvu caur indukcijas spoles primāro tīnumu.

Kondensatora izlādes aizdedzes sistēmā dzirkstelei nepieciešamais augstspriegums atjaunojas apmēram 10 reižu ātrāk nekā akumulatora-spoles aizdedzes sistēmā. Tam ir šādas priekšrocības:

- nenozīmīga kļūst augstsprieguma noplūde bojātas izolācijas gadījumā. Strāva nepagūst noplūst caur bojāto izolāciju, kas praktiski pirms dzirksteles rašanās veido paralēlu zaru;
- straujā impulsa dēļ dzirkstele ir tik spēcīga, ka caursit apdegumu vai netīrumu kārtiņu, kas ekspluatācijas laikā ir izveidojusies uz aizdedzes sveces elektrodiem. Tāpēc aizdedzes sveču darba mūžs ir kļuvis ievērojami ilgāks.



Tā kā kondensatora uzlādes laiks ir ļoti mazs (apmēram 250 mikrosekundes), tad nav nepieciešama aizdedzes leņķa kontrole. Aizdedzes leņķis tagad nav atkarīgs no kloķvārpstas griešanās ātruma.



TF ka kondensā
toš valdības jautā
ir ļoti mazs (apmē
tam 230 mikro-
lūmenā), tad nav ne
picēti, izsīdē
dzēs kontro-

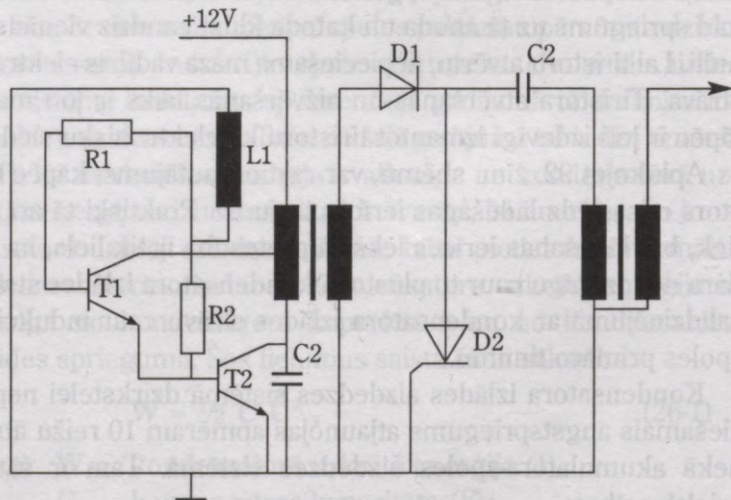


Kondensatora izlādes aizdedzes sistēmā nevar izmantot akumulatora spoles aizdedzes sistēmas indukcijas spoli. Kondensatora izlādes aizdedzes indukcijas spoles primārajam tinumam ir maza induktivitāte, lai samazinātu kondensatora izlādes laiku.

Tas pilnīgi reāli var sasniegt 100 000 km nobraukumu starp apkopēm.

Taču īsais aizdedzes sprieguma atjaunošanās laiks ir par cēloni isākam dzirksteles degšanas laikam (apmēram 100 līdz 300 mikrosekundes). Tas ir pārāk īss laiks, lai degmaisījums cilindrā pilnīgi sadegtu. Tomēr šo trūkumu var novērst, dzirksteli pagarinot, t.i., palielinot attālumu starp aizdedzes sveces elektrodiem.

Atgriezīsimies pie 92. zīmējuma. Lai realizētu šādu shēmu, ir nepieciešama lādēšanas ierīce, kuras izejā spriegums būtu 350 V, t.i., spriegums, kas nepieciešams kondensatora lādēšanai. Teorētiski nepieciešams jauns sprieguma avots. Taču problēma tika atrisināta, izmantojot tranzistoru invertoru. Invertors – elektroniska ierīce līdzstrāvas pārveidošanai maiņstrāvā. Kondensatora izlādes aizdedzes vienkāršota principiālā elektriskā shēma ar tranzistoru invertoru attēlota 93. zīmējumā.



93. zīm.

Invertors no akumulatora saņem 12 V līdzsprieguma un to pārveido maiņspriegumā. Ar transformatoru maiņspriegums tiek paaugstināts līdz lielumam, kas nepieciešams dzirksteles radīšanai. Pēc tam augstspriegumu ar diodi iztaisno, un tiek uzlādēts kondensators. Pateicoties atgriezeniskajai saitei, ko veido transformatora tinums L1, invertora pārveidotajam

maiņspriegumam ir sinusoidāla forma. Maiņsprieguma frekvence ir atkarīga no invertora transformatora primārā tinuma induktivitātes un kondensatora kapacitātes. Taču, lai invertora darbība neradītu radio traucējumus, frekvence tiek ierobežota līdz 500 Hz.

Apskatīsim 93. zīmējumā attēlotās vienkāršotās principiālās elektriskās shēmas darbību. Kā jau tika teikts, invertors, kurš sastāv no diviem tranzistoriem un maza transformatora, pārveido no akumulatora saņemto līdzspriegumu maiņspriegumā. Pateicoties atgriezeniskajai saitei, ko veido transformatora tinums L1, invertora izejas spriegumam ir sinusoidāla forma. Maiņspriegums no invertora izejas tiek pievadīts diodei D1, kas maiņspriegumu iztaisno. Kamēr tiristors D2 ir aizvērts, strāva caur to neplūst un uzlādējas kondensators C2. Kad tiristora vadības elektrodam tiek pievadīts vadības signāls, tiristors atveras un caur to un indukcijas spoles primāro tinumu sāk plūst kondensatora izlādes strāva. Kondensatora izlādes laiks ir ļoti īss; tiristoram atkal aizveroties, indukcijas spoles sekundārajā tinumā inducējas sprieguma impulss, kas izraisa dzirksteļizlādi aizdedzes svečē. Tiristors ir aizvēries, un cikls sākas no jauna.



Kondensatora izlādes aizdedzes sistēma vēl ir samērā jauna, tāpēc vēl nav plaši ieviesusies. Pašlaik šo aizdedzes sistēmu izmanto *Porsche* un dažu speciālu automobiļu modeļos.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. No kādiem parametriem ir atkarīga uzkrātā enerģija, kondensatoram uzlādējoties?
2. Kādas ir priekšrocības, ja dzirksteles izlādei nepieciešamais spriegums atjaunojas īsā laikā?
3. Kas ir invertors?
4. Ar ko atšķiras kondensatora izlādes aizdedzes sistēmas indukcijas spole no akumulatora-spoles aizdedzes sistēmas indukcijas spoles?
5. Parādiet 93. zīmējumā attēlotajā shēmā, no kuru elementu parametriem ir atkarīga invertora pārveidotā maiņsprieguma frekvence!
6. Paskaidrojiet 93. zīmējumā attēlotās shēmas darbību!
7. Kāda tipa tranzistori (p-n-p vai n-p-n) izmantoti 93. zīmējumā attēlotajā invertorā?

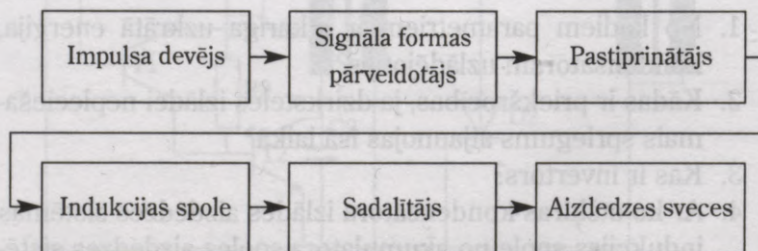


27. Daži devēji, ko izmanto bezpārtraucēja elektroniskajās aizdedzes sistēmās

Vispirms noskaidrosim jēdzienu "devējs". Par devēju sauc ierīci, kas mehānisko, magnētisko, optisko, termisko, ķīmisko utt. signālu pārveido elektriskajā signālā. Pārtraucēja kontaktu arī var saukt par devēju, jo tas mehāniskos signālus – kontakta saslēgšanos un atslēgšanos – pārveido elektriskajos signālos – indukcijas spoles sekundārā tinuma augstsprieguma impulsos. Taču mehāniskā pārtraucēja vietā automobiļu aizdedzes sistēmās arvien biežāk izmanto elektroniskos signālu ģeneratorus, t.i., ierīces, kuras pārveido visbiežāk optiskos vai magnētiskos signālus elektriskajos signālos – impulsos. Elektroniskajam impulsu ģeneratoram ir virkne priekšrocību salīdzinājumā ar mehānisko pārtraucēju:

1. novērsta kontakta atstarpes izregulēšanās, tā rezultātā aizdedzes moments vienmēr paliek nemainīgs;
2. novērsta dzirksteles enerģijas samazināšanās, palielina motora kloķvārpstas griešanās ātrumu;
3. aizdedzes moments tiek saglabāts atbilstoši automobiļa motora slodzei un kloķvārpstas griešanās ātrumam.

94. zīmējumā attēlotajā blokshēmā parādīts elektroniskās bezpārtraucēja aizdedzes sistēmas darbības princips.

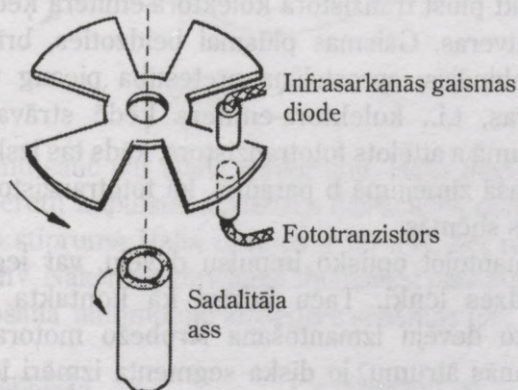


94. zīm.

Impulsa devējs optisko vai magnētisko signālu pārveido elektriskajā signālā. Elektriskais signāls savukārt tiek pārveidots atbilstošā formā (sinusoīda, taisnstūrveida, zāģveida u.tml.). Pēc tam signāls nonāk pastiprinātājā, kas to pastiprina un novada uz indukcijas spoles primāro tinumu. Ar magnētisko lauku signāls tiek pārvadīts uz indukcijas spoles sekundāro tinumu, no kurienes sadalitājs signālu sadala uz aizdedzes svecēm.

Optiskais impulsu devējs. Disks, kurš sastāv no segmentiem, ir montēts uz sadalitāja ass un rotējot periodiski pārtrauc infrasarkanās gaismas staru, ko izstaro infrasarkanās gaismas diode un uztver fototranzistors (95. zīm.).

Laikposmā, kamēr stars krīt uz fototranzistoru, strāva plūst caur indukcijas spoles primāro tinumu. Kad diska segments pārtrauc staru, fototranzistors nosūta impulsu, kas aizver spēka tranzistoru un pārtrauc strāvu primārajā tinumā. Brīdī, kad strāva indukcijas spoles primārajā tinumā pārstāj plūst, sekundārajā tinumā inducējas augstsprieguma impulss, kas rada dzirksteļizlādi starp aizdedzes sveces elektrodiem.



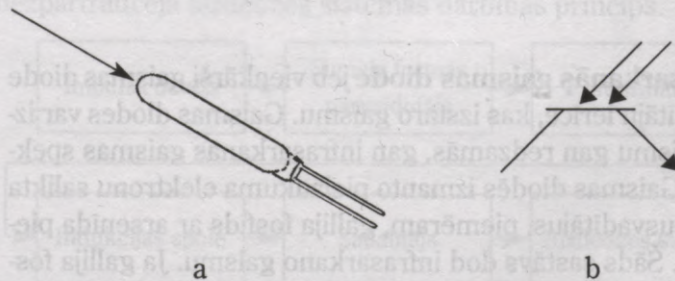
95. zīm.

Infrasarkanās gaismas diode jeb vienkārši gaismas diode ir pusvadītāju ierīce, kas izstaro gaismu. Gaismas diodes var izstarot gaismu gan redzamās, gan infrasarkanās gaismas spektra daļā. Gaismas diodēs izmanto piejaukuma elektronu salikta sastāva pusvadītājus, piemēram, gallija fosfīds ar arsenīda piejaukumu. Šāds sastāvs dod infrasarkanā gaismu. Ja gallija fosfīdam piejaukts cinks un skābeklis, iegūsim dzeltenu vai sarkanu gaismu. Gaismas diodi slēdz vadītspējas virzienā. Diodei darbojoties, notiek lādiņu – caurumu un elektronu – apvienošanās jeb rekombinācija. Rekombinācijas procesā izdalās enerģija gaismas starojuma veidā. Gaismas diodes ir stabilas darbā, salīdzinājumā ar citiem gaismas avotiem patērē maz enerģijas. Gaismas diodes ir ļoti ātrdarbīgas un tām ir ilgs darba mūžs. Šo īpašību dēļ gaismas diodes izmanto par optiskiem indikatoriem un optiskiem devējiem.



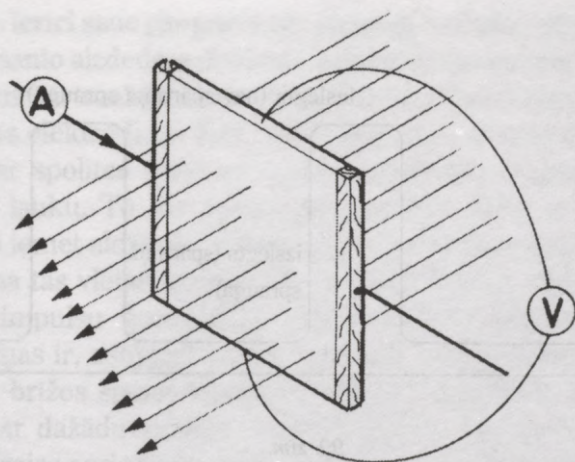
Fototranzistors. Parādību, ko izmanto fototranzistora (96. zīm.) darbības principa pamatā, sauc par fotoefektu. Fotoefekta būtība ir tāda, ka gaismas plūsma, kritot uz (šajā gadījumā – pusvadītāja) virsmu, aktivizē saistītos elektronus. Tie saņem papildu enerģiju, kas ir pietiekama, lai tie kļūtu par brīvajiem lādiņnesējiem. Fototranzistora bāzes lādiņu skaits ir atkarīgs no krītošās gaismas plūsmas. Gaismas plūsma, kas pēc savas būtības ir elektromagnētiskais starojums, kritot uz tranzistora bāzes apgabalu, aktivizē tur esošos saistītos lādiņnesējus. Tie iegūst papildu enerģiju, lai sarautu saites ar atomu. Tādā veidā samazinās p-n pārejas pretestība un strāva var sākt plūst tranzistora kolektora-emitera ķēdē, t.i., tranzistors atveras. Gaismas plūsmai beidzoties, brīvie lādiņi ātri rekombinējas, sprosts slāņa pretestība pieaug un tranzistors aizveras, t.i., kolektora-emitera ķēdē strāva neplūst. 96. zīmējumā a attēlots fototranzistors, kāds tas izskatās dabā, bet tajā pašā zīmējumā b parādīts, kā fototranzistoru attēlo elektriskās shēmās.

Izmantojot optisko impulsu devēju, var iegūt nemainīgu aizdedzes leņķi. Taču līdzīgi kā kontakta pārtraucējam, optisko devēju izmantošana ierobežo motora kloķvārpstas griešanās ātrumu, jo diska segmenta izmēri ierobežo aizdedzes leņķa samazināšanu.



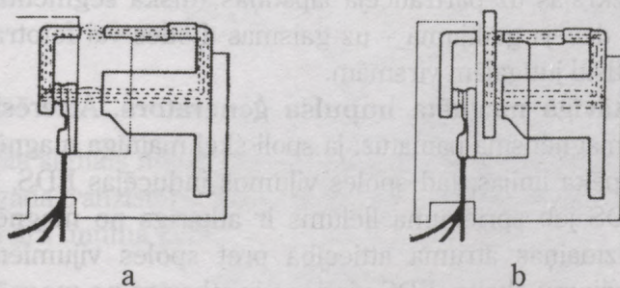
96. zīm.

Halla efekta impulsa devēji (turpmāk – Halla devēji). Ierīce sastāv no mazas silikona plāksnītes, pa kuras pretējām malām plūst maza elektriskā strāva. Kad Halla devēju ievieto magnētiskā laukā tā, lai magnētiskā lauka spēka līnijas šķērsotu devēja plakni, tad starp plāksnītes pretējām malām parādās spriegums (97. zīm.).



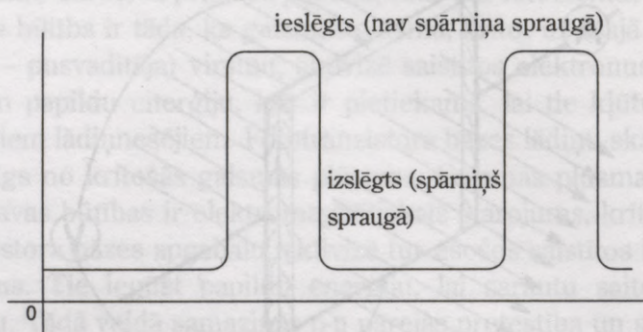
97. zīm.

Šo spriegumu sauc par Halla spriegumu. Halla devējus izmanto, lai ģenerētu impulsus aizdedzes dzirksteles radišanai. Parasti strāvas stiprums Halla devējos ir 30 mA, bet radītais spriegums – 2 mV. Nākamajā zīmējumā shematiski parādīta Halla devēja izmantošana automobiļu aizdedzes sistēmās (98. zīm.).



98. zīm.

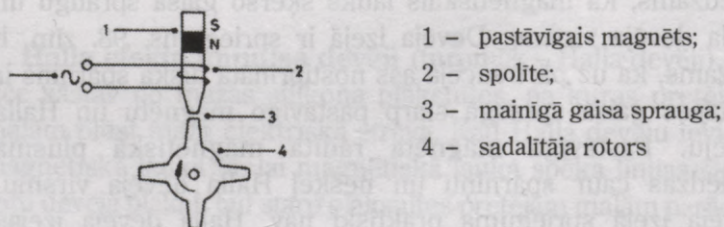
Magnētisko lauku rada neliels pastāvīgais magnēts. 98. zīm. a redzams, ka magnētiskais lauks šķērso gaisa spraugu un Halla devēja virsmu. Devēja izejā ir spriegums. 98. zīm. b redzams, ka uz pārtraucēja ass nostiprinātā diska spārniņš ir nostājies gaisa spraugā starp pastāvīgo magnētu un Halla devēju. Pastāvīgā magnēta radītā magnētiskā plūsma noslēdzas caur spārniņu un nešķeļ Halla devēja virsmu. Devēja izejā sprieguma praktiski nav. Halla devēja izejas spriegumam ir taisnstūrveida forma (99. zīm.).



99. zīm.

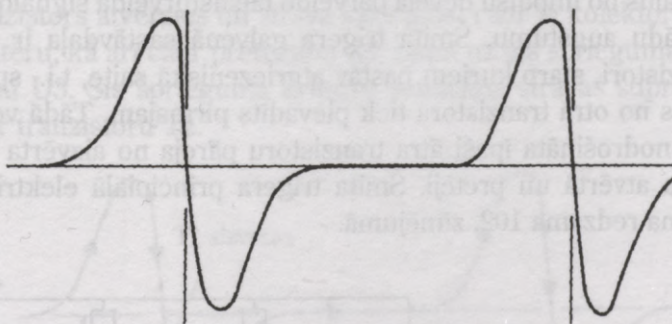
Kad Halla devēja izejā ir spriegums, t.i., pārtraucēja diska spārniņš nav starp pastāvīgo magnētu un Halla devēju, tiek pārtraukta indukcijas spoles primārā tinuma strāva un starp aizdedzes sveces elektrodiem rodas dzirkstele. Tātad: **dzirkstele rodas brīdī, kad spārniņš iziet no spraugas.** Halla devēja priekšrocība salīdzinājumā ar optisko impulsa devēju ir tā, ka tā darbību neietekmē netīrumi, kas ekspluatācijas laikā uzkrājas uz pārtraucēja lāpstiņas (diska segmenta) vai optiskā devēja gadījumā – uz gaismas diodes vai fototranzistora optiski jutīgajām virsmām.

Pastāvīgā magnēta impulsa ģenerators. Atcerēsimies elektromagnētisma pamatus: ja spoli šķeļ mainīga magnētiskā lauka spēka līnijas, tad spoles vijumos inducējas EDS. Inducētā EDS jeb sprieguma lielums ir atkarīgs no magnētiskā lauka izmaiņas ātruma attiecībā pret spoles vijumiem un spoles vijumu skaita. EDS virziens ir atkarīgs no magnētiskā lauka izmaiņu virziena – magnētiskā lauka indukcija ap spoles vijumiem pieaug vai samazinās. Šī parādība ir izmantota 100. zīmējumā redzamajā ierīcē.



100. zīm.

Šo ierīci sauc par pastāvīga magnēta impulsa ģeneratoru, un to izmanto aizdedzes sistēmās indukcijas spoles primārā tinuma strāvas pārtraukšanai un dzirksteles radīšanai starp aizdedzes sveces elektrodiem. Kad "zobratiņš" rotē, tā zobiņš periodiski iet gar spolītes serdi un izmaina pastāvīgā magnēta magnētisko lauku. To var salīdzināt ar efektu, kāds ir, ja mierīgā ezerā iemet akmeni. Visspēcīgākā ūdens viļņošanās būs novērojama tās vietas tuvumā, kur iekrita akmens. Līdzīgi tas notiek impulsa ģeneratorā: visspēcīgākās magnētiskā lauka izmaiņas ir, zobiņam pieejot pie serdes un attālinoties no tās. Šajos brīžos spoles vijumos inducējas vislielākais spriegums, tikai ar dažādu virzienu. Spolē inducētā jeb impulsa ģeneratora izejas sprieguma forma attēlota 101. zīmējumā.



101. zīm.

Šis signāls nonāk pārveidotājā, pēc tam pastiprinātājā, kur tas vada tranzistoru, kurš saslēdz un pārtrauc indukcijas spoles primārā tinuma ķēdi.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kādu ierīci sauc par devēju?
2. Kādas priekšrocības ir elektroniskajiem devējiem (impulsa ģeneratoriem) salīdzinājumā ar mehānisko pārtraucēju?
3. Kādu ierīci sauc par gaismas diodi? Ar ko tā atšķiras no parastās pusvadītāju diodes?
4. Kas ir fototranzistors?
5. Paskaidrojiet 98. zīmējumā redzamās ierīces darbības principu!



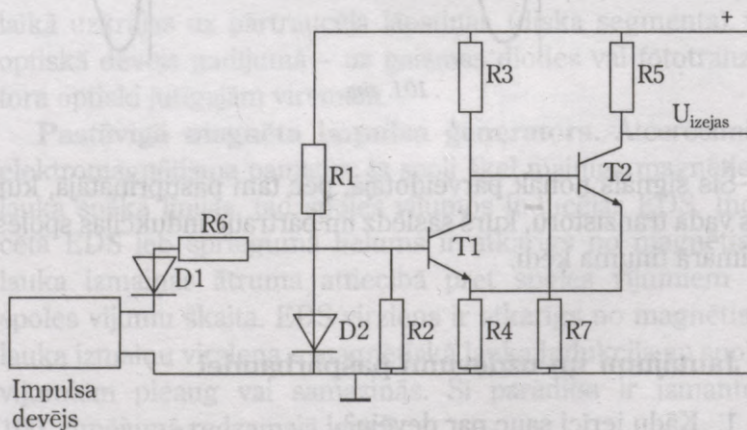
Praktiskās Šmita trigeru shēmās temperatūras stabilizācijai virknē ar pretestību R1 ir ieslēgtas diodes. Vienkāršības dēļ 102. zīmējuma shēmā tās nav attēlotas.

6. Kāda ir Halla devēja priekšrocība salīdzinājumā ar optisko devēju?

7. Parādiet 101. zīmējumā attēlotajā grafikā, kurā brīdī zobiņš pieiet pie spoles serdes un kura brīdī attālinās no tās!

28. Šmita trigeris

Lai signāli no impulsu ģeneratora būtu izmantojami spēka tranzistoru vadīšanai, tie ir jāpārveido tādā formā, kas ļautu tos izmantot kā vadības signālus. Šim nolūkam automobiļos visplašāk izmanto ierīci, ko sauc par Šmita trigeri. Šmita trigeris signālus no impulsu devēja pārveido taisnstūrveida signālos ar vienādu augstumu. Šmita trigeru galvenā sastāvdaļa ir divi tranzistori, starp kuriem pastāv atgriezeniskā saite, t.i., spriegums no otrā tranzistora tiek pievadīts pirmajam. Tādā veidā tiek nodrošināta īpaši ātra tranzistoru pāreja no aizvērtā stāvokļa atvērtā un pretēji. Šmita trigeru principiālā elektriskā shēma redzama 102. zīmējumā.

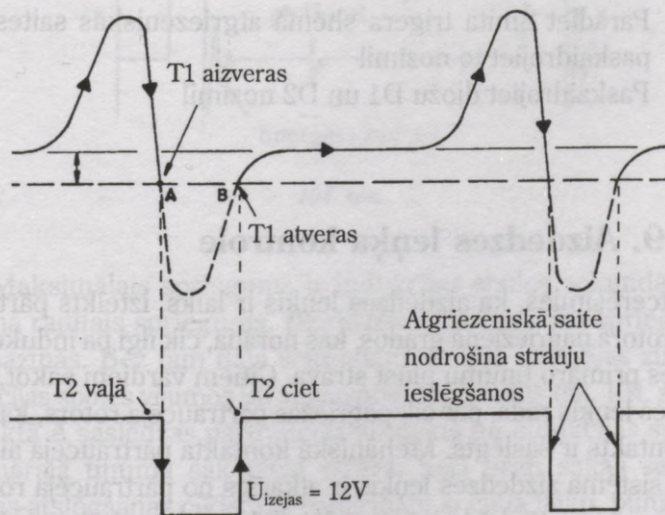


102. zīm.

Ja signāls no impulsu devēja nav, tranzistors T1 ir atvērts, jo caur pretestību R1 plūst bāzes strāva. Ja tranzistors T1 ir atvērts, tad tā kolektora spriegums aizver tranzistoru T2. Tā kā strāva caur tranzistora T2 kolektoru neplūst, tad nav sprieguma krituma uz pretestības R5 un trigeru izejā ir apmēram tas pats

barošanas spriegums, t.i., 12 voltu. Vienmēr, kad tranzistora T1 bāzes spriegums kļūst negatīvs par $-0,7V$, strāva caur tranzistora kolektoru pārstāj plūst. Tas notiek, kad impulsa spriegums sasniedz punktu A (103. zīm.).

Šajā punktā tranzistors T1 aizveras un atveras tranzistors T2. Caur pretestību R5 tagad plūst strāva un uz tās izveidojas sprieguma kritums U_5 . Trigera izejas spriegums $U_{iz} = 12V - U_5$, t.i., par sprieguma kritumu U_5 mazāks nekā barošanas spriegums (12V). Tā kā strāva tagad plūst tranzistora T2 kolektora-emitera ķēdē, tad sprieguma kritums izveidojas arī uz pretestības R4. Tas savukārt veicina tranzistora T1 strauju aizvēršanos (atgriezeniskā saite). Kad signāls no impulsa devēja paaugstinās spriegumu uz tranzistora T1 bāzes līdz $-0,7V$, tranzistors atvēršies un strāva sāks plūst caur tā kolektoru un emiteru, kā arī caur pretestību R3, radot uz tās sprieguma kritumu U_3 . Šis sprieguma kritums samazina strāvas stiprumu caur tranzistoru T2.



103. zīm.

Tam samazinoties, samazinās sprieguma kritums uz pretestības R4, kas paātrina tranzistora T1 atvēršanos un tranzistora T2 aizvēršanos. Šmita trigera izejas spriegums atkal kļūst praktiski vienāds ar barošanas spriegumu $-12V$. Tā kā spriegumam uz tranzistora T1 bāzes jābūt negatīvam, svarīgi neļaut

pozitivam spriegumam no impulsa devēja nokļūt uz tās. Šo uzdevumu veic diode D1. Savukārt caur diodi D2 noplūst augsts negatīvs spriegums, kas pie liela automobiļa ātruma var inducēties impulsu devēja spoles vijumos. (Šis spriegums var sasniegt pat 100 voltus!) Tādā veidā Šmita triggeris pārveido no impulsa devēja saņemtos sprieguma impulsus taisnstūrveida formā ar augstumu, vienādu ar saņemto impulsu negatīvo vērtību.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

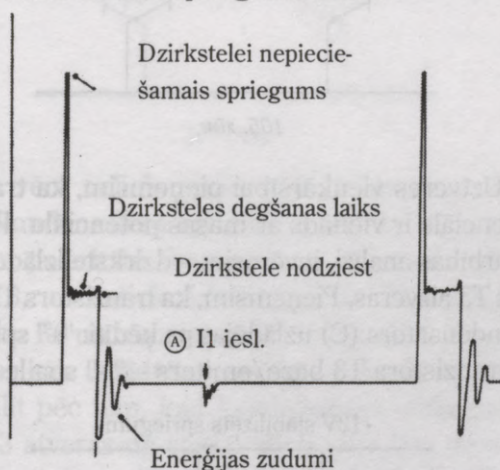
1. Kāda tipa tranzistori – p-n-p vai n-p-n – izmantoti 102. zīmējumā attēlotajā Šmita triggera shēmā?
2. Pastāstiet, no kā ir atkarīgs impulsa devēja spolītē inducētā sprieguma lielums?
3. Paskaidrojiet, kāpēc automobiļa aizdedzes shēmās tiek izmantots Šmita triggeris?
4. Parādiet Šmita triggera shēmā atgriezeniskās saites un paskaidrojiet to nozīmi!
5. Paskaidrojiet diožu D1 un D2 nozīmi!

29. Aizdedzes leņķa kontrole

Atcerēsimies, ka aizdedzes leņķis ir laiks, izteikts pārtraucēja rotora pagriezienu grādos, kas norāda, cik ilgi pa indukcijas spoles primāro tinumu plūst strāva. Citiem vārdiem sakot, aizdedzes leņķis rāda, par cik pagriežas pārtraucēja rotors, kamēr tā kontakts ir saslēgts. Mehāniskā kontakta pārtraucēja aizdedzes sistēmā aizdedzes leņķis ir atkarīgs no pārtraucēja rotora formas un no tā, kāds ir ieregulētais kontaktu attālums. Ievērojiet: aizdedzes sistēmā ar mehānisko pārtraucēja kontaktu aizdedzes leņķis nav atkarīgs no automobiļa motora ātruma. Taču jo lielāks motora ātrums, jo ātrāk griežas pārtraucēja rotors un jo mazāks laiks vajadzīgs rotoram viena pilna apgrieziena veikšanai. Tādā gadījumā mēs varam runāt par pārtraucēja kontakta saslēgšanās-atslēgšanās cikla laika samazināšanos, pieaugot motora ātrumam. Reizē ar visa cikla laika samazināšanos samazinās arī laiks, kurā pārtraucēja kontakts



ir saslēgts. Citiem vārdiem, samazinājies ir laiks, kas ir atvēlēts indukcijas spoles primārā tinuma strāvai, lai sasniegtu nepieciešamo vērtību. Iepriekšējās nodaļās jau noskaidrojām, ka, palielinoties motora ātrumam, indukcijas spoles primārā tinuma strāva nepagūst atjaunot savu iepriekšējo vērtību. Līdz ar to arī sekundārā tinuma augstsprieguma impulss nesasniedz to nepieciešamo enerģiju, kāda ir nepieciešama stabilas dzirksteles radīšanai. 104. zīmējumā ir parādīta indukcijas spoles sekundārā tinuma sprieguma forma.

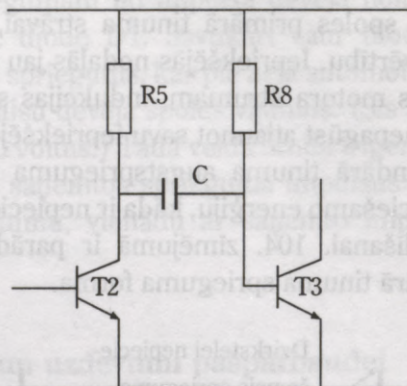


104. zīm.

Maksimālais spriegums ir indukcijas spoles sekundārā tinuma radītais spriegums. Dzirksteles izlādes laikā spriegums samazinās. Bez tam daļa sekundārā tinuma enerģijas zūd indukcijas spoles vijumos un augstsprieguma vados (sk. 104. zīm.). Punktā A saslēdzas pārtraucēja kontakts un indukcijas spoles primārajā tinumā sāk plūst strāva. Šajā brīdī sākas saslēgšanas-atslēgšanas cikls. Lai pagarinātu šī cikla laiku, punktu A vajadzētu "pabīdīt" pa kreisi, tuvinot to punktam, kurā beidzas dzirkstele. Šo uzdevumu veic 105. zīmējumā attēlotā elektriskā shēma.

Šmita trigeris ir papildināts ar vēl vienu tranzistoru. Tagad trigeris izeja ir no tranzistora T3 kolektora. T3 ir kapacitatīvi saistīts ar tranzistoru T2. Shēmas mērķis ir pagarināt laiku, kurā tranzistors T3 ir atvērts, lai tādā veidā dotu vairāk laika indukcijas spolei atjaunot dzirksteles izlādei nepieciešamo

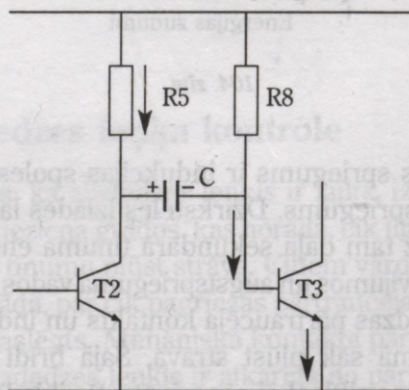
+12V stabilizēts spriegums



105. zīm.

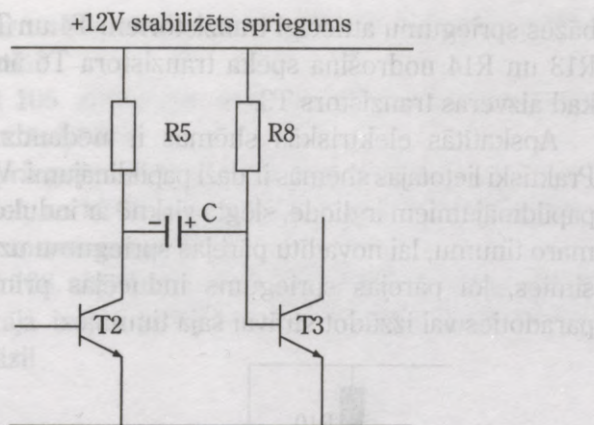
enerģiju. Uztveres vienkāršībai pieņemsim, ka tranzistora T2 bāzes potenciāls ir vienāds ar masas potenciālu. Pirms sākam shēmas darbības analīzi, ievērosim – dzirksteļizlāde notiek, kad tranzistors T3 aizveras. Pieņemsim, ka tranzistors T2 ir tikko aizvēries. Kondensators (C) uzlādējas pa ķēdīti: "+" spaiļe – pretestība R5 – tranzistora T3 bāze/emiteris – "-" spaiļe (106. zīm.).

+12V stabilizēts spriegums



106. zīm.

Ievērojiet kondensatora polaritāti! Tā kā plūst bāzes-emitera strāva, tranzistors T3 ir atvērts un pa indukcijas spoles primāro tinumu plūst strāva. Pieņemsim, ka tranzistors T2 atveras un notiek dzirksteļizlāde. (Atcerēsimies, ka T2 atvēršanos un aizvēršanos nosaka impulsa devēja impulss Šmita trigerā ieejā.) Kondensators (C) sāk izlādēties caur tranzistora T2 kolektoru un emiteru uz masu (107. zīm.).



107. zīm.

Ja neņem vērā nelielo sprieguma kritumu uz tranzistoru T2, tad viss kondensatora spriegums krīt uz T3 bāzi-emiteru. Kondensatora polaritāte (ievērojiet, tā ir mainījusies!) aizver tranzistoru T3, un notiek dzirksteļizlāde. Kad kondensators caur pretestību R8 un tranzistoru T2 ir izlādējies, tā spriegums ir nulle un tas sāk uzlādēties pretējā virzienā, t.i., ar mainītu polaritāti. Tūlīt pēc tam, kad kondensators sācis pārlādēties, tranzistors T3 atveras un strāva atkal sāk plūst pa indukcijas spoles primāro tinumu. Pēc kāda brīža tranzistors T2 aizveras. Cikls ir noslēdzies. Kondensators atkal uzlādējas līdz barošanas spriegumam un tranzistors T3 ir atvērts, līdz kamēr T2 atkal atvērsies. Jāievēro, ka tranzistors T3 atveras tad, kad kondensatora plate, kas ir savienota ar tranzistora bāzi, kļūst pozitīva. Pie lieliem motora ātrumiem kondensators nepagūst pilnīgi uzlādēties. Tomēr tas, tāpat kā pie maziem motora ātrumiem, izlādējas līdz nullei, tikai īsākā laikā. Tas nozīmē, ka tranzistors T3 atvērsies ātrāk.

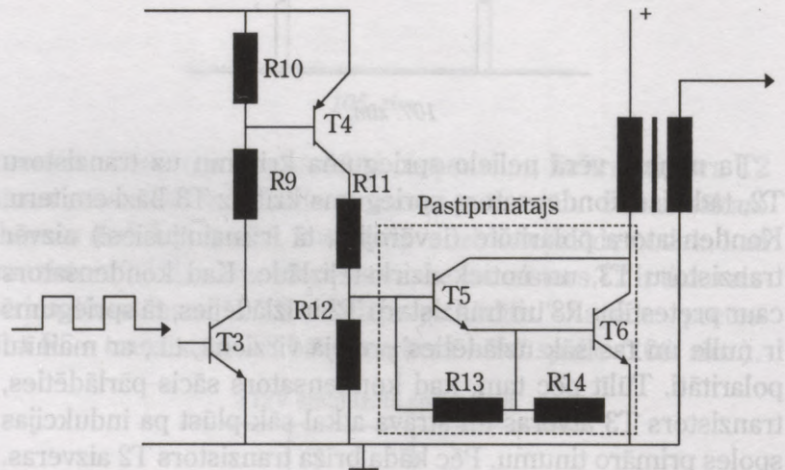
Šādā veidā tiek nodrošināts pastāvīgs dzirksteles degšanas ilgums pat daudzcilindru motoros pie lieliem ātrumiem. Ar 105. zīmējumā attēloto aizdedzes leņķa kontroles shēmu tiek panākts, ka dzirksteles degšanas ilgums nevienā gadījumā nav mazāks par 500 mikrosekundēm.

Apskatisim, kas notiek ar impulsu aiz tranzistora T3. Tranzistors T3 atver un aizver vadības tranzistoru T4 (108. zīm.).

Tranzistors T4 vada pastiprinātāju, kas izveidots no diviem tranzistoriem T5 un T6. Pretestības R9 un R10, kā arī R11 un R12 veido sprieguma dalītājus, kuri nodrošina nepieciešamo

bāzes spriegumu attiecīgi tranzistoriem T4 un T5. Pretestības R13 un R14 nodrošina spēka tranzistora T6 ātru atvēršanos, kad aizveras tranzistors T3.

Apskatītās elektriskās shēmas ir nedaudz vienkāršotas. Praktiski lietotajās shēmās ir daži papildinājumi. Viens no tādiem papildinājumiem ir diode, slēgta virknē ar indukcijas spoles primāro tinumu, lai novadītu pārejas spriegumu uz masu. Atcerēsimies, ka pārejas spriegums inducējas primārajā tinumā, parādoties vai izzūdот strāvai šajā tinumā.



108. zīm.

Šis spriegums var sasniegt tik lielu vērtību, ka var kļūt bīstams citiem zemsprieguma daļas elementiem. Turklāt parasti shēmā tiek ieslēgts kondensators radiotraucējumu novēršanai. Dažās shēmās tiek izveidota atgriezeniskās saites ķēde, ieslēdzot pretestību starp pastiprinātāja izejas kolektoru un tā paša pastiprinātāja ieejas bāzi. Šāda atgriezeniskā saite paātrina pastiprinātāja tranzistoru atvēršanās – aizvēršanās ātrumu.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Ar ko atšķiras tranzistoru pāris T5 un T6, kas attēlots 108. zīmējumā, no tranzistoru pāra 102. zīmējumā?
2. Kas ir aizdedzes leņķis?
3. No kā ir atkarīgs aizdedzes leņķis aizdedzes sistēmā ar mehānisko pārtraucēja kontaktu?
4. Kāpēc ir svarīgi kontrolēt aizdedzes leņķi?

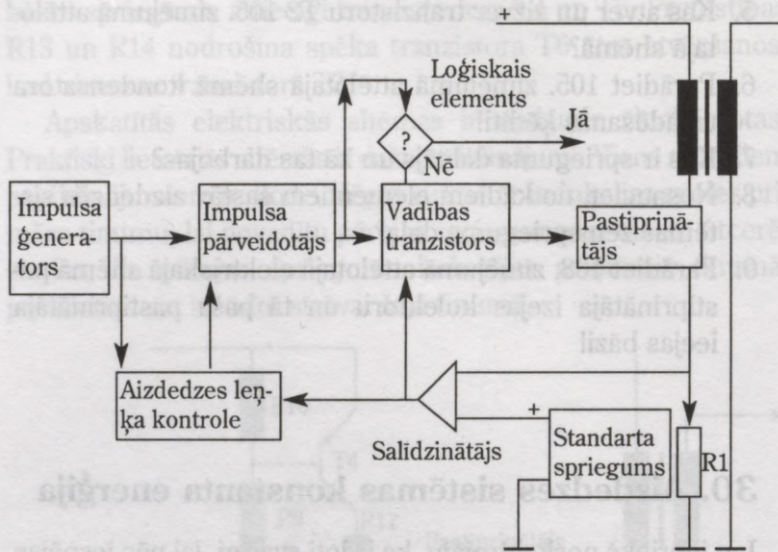
5. Kas atver un aizver tranzistoru T2 105. zīmējumā attēlotajā shēmā?
6. Parādiet 105. zīmējumā attēlotajā shēmā kondensatora uzlādēšanās ķēdīti!
7. Kas ir sprieguma dalītājs un kā tas darbojas?
8. Nosauciet, no kādiem elementiem sastāv aizdedzes sistēmas zemsprieguma daļa?
9. Parādiet 108. zīmējumā attēlotajā elektriskajā shēmā pastiprinātāja izejas kolektoru un tā paša pastiprinātāja ieejas bāzi!

30. Aizdedzes sistēmas konstanta enerģija

Jau iepriekš noskaidrojām, ka ir ļoti svarīgi, lai pēc iespējas īsākā laikā indukcijas spoles primārajā tinumā atjaunotos enerģija, kura ir patērēta dzirksteles izlādē. Enerģijas saglabāšana un tās ātra atjaunošana ir galvenā tēma, pie kuras šobrīd strādā automobiļu ražotāji un projektētāji. Viens no risinājumiem ir sprieguma atgriezenisko saišu izveidošana, lai kontrolētu pastiprinātāja darbību. Šī pasākuma mērķis ir nodrošināt nepieciešamās strāvas plūšanu pa indukcijas spoles primāro tinumu neatkarīgi no motora darba apstākļiem. Pašlaik tiek strādāts pie ierīces, kas atslēgs indukcijas spoles primārā tinuma strāvu, ja aizdedze ir ieslēgta, bet motors nestrādā. Blokslēma, kas attēlota 109. zīmējumā, parāda pamatprincipus, kuri ir konstantas enerģijas aizdedzes sistēmas pamatā.

Elements, kas "signalizē" par strāvas stiprumu indukcijas spoles primārajā tinumā, ir zemomīga pretestība R1, kura ir ieslēgta starp primāro tinumu un masu. Sprieguma kritums uz šīs pretestības ir tieši proporcionāls strāvas stiprumam ķēdē. Tas tiek salīdzināts ar optimālai primārā tinuma strāvai atbilstošu sprieguma kritumu. Ja faktiskais sprieguma kritums ir mazāks par optimālo, tad starpība tiek pievadīta pastiprinātāja vadības tranzistoram (108. zīm. T4) ar "+" zīmi, kas liek pastiprināt strāvu indukcijas spoles primārā tinumā. Ja faktiskais sprieguma kritums uz pretestības R1 ir lielāks par optimālo, tad starpība uz vadības tranzistoru tiek pievadīta ar "-" zīmi, kas liek pastiprinātājam samazināt primārā tinuma strāvu.





109. zīm.

Ar rombu 109. zīmējumā attēlota ierīce indukcijas spoles primārā tinuma strāvas atslēgšanai, kad automobiļa motors nedarbojas. Ja impulsi no impulsa pārveidotāja tiek saņemti, tad ierīces izejā signāla nav. Ja turpretim impulsi netiek saņemti, kas liecina par to, ka automobiļa motors nedarbojas, tad ierīces izejā parādās signāls, kas atslēdz pastiprinātāju un strāva caur indukcijas spoles primāro tinumu neplūst.

Šobrīd tiek veikti izmēģinājumi, ierīkojot konstantas enerģijas aizdedzes sistēmas esošajos automobiļu modeļos. Izmēģinājumu rezultāti liecina, ka šādā veidā nemainīgu dzirksteles enerģiju neatkarīgi no automobiļa braukšanas ātruma iespējams nodrošināt plašā barošanas sprieguma diapazonā. Bez tam atslēgšanas ierīce samazina elektroenerģijas patēriņu, motoram nedarbojoties.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kurš likums nosaka strāvas stipruma un sprieguma krituma proporcionalitāti?
2. Kuru elementu 109. zīmējumā attēlotajā blokshēmā var uzskatīt par signāla devēju?
3. Paskaidrojiet, kas ir atgriezeniskā saite un kāpēc to lieto?

4. Kāda elektroniska ierīce tiek izmantota par impulsu pārveidotāju?

31. Digitālā aizdedzes sistēma

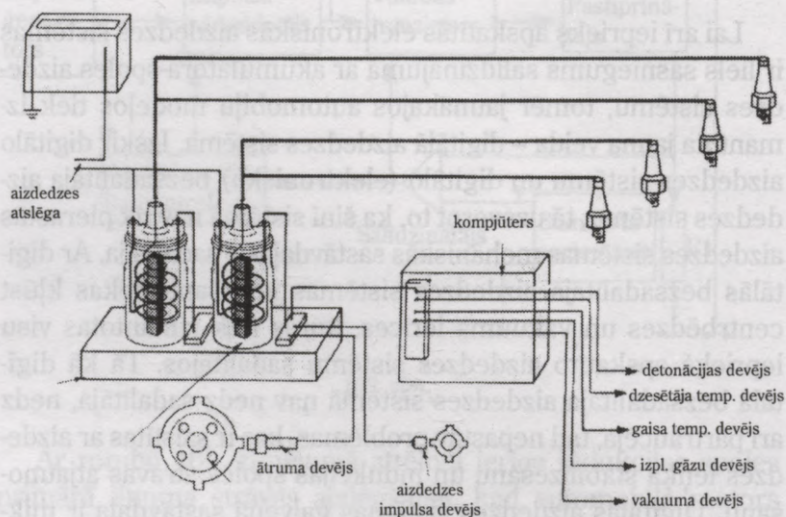
Lai arī iepriekš apskatītās elektroniskās aizdedzes sistēmas ir liels sasniegums salīdzinājumā ar akumulatora-spoles aizdedzes sistēmu, tomēr jaunākajos automobiļu modeļos tiek izmantota jauna veida – digitālā aizdedzes sistēma. Izšķir digitālo aizdedzes sistēmu un digitālo (elektronisko) bezsadalitāja aizdedzes sistēmu, tā uzsverot to, ka šī sistēmā nav tik pierastās aizdedzes sistēmas mehāniskās sastāvdaļas – sadalitāja. Ar digitālās bezsadalitāja aizdedzes sistēmas ieviešanu liekas kļūst centrālās un vakuuma ierīces, kuras tiek izmantotas visu iepriekš apskatīto aizdedzes sistēmu sadalitājos. Tā kā digitālā bezsadalitāja aizdedzes sistēmā nav nedz sadalitāja, nedz arī pārtraucēja, tad nepastāv problēmas, kas ir saistītas ar aizdedzes leņķa stabilizēšanu un indukcijas spoles strāvas atjaunošanu. Digitālās aizdedzes sistēmas galvenā sastāvdaļa ir mikroprocesors (turpmāk – procesors), kas uztver signālus par automobiļa mezglu un ierīču darbības režīmiem un parametriem no dažādiem devējiem (110. zīm.). Šie signāli nepārtraukti mainās, jo nepārtraukti mainās braukšanas ātrums, motora slodze, temperatūra utt.

Procesors šos signālus salīdzina ar ieprogrammētajām vērtībām un atkarībā no salīdzināšanas rezultāta sūta elektriskus signālus izpildmehānismiem. Plašākā nozīmē ar izpildmehānismiem jāsaprot visas ierīces, kuras saņem vadības signālus no procesora (iespējams, ka dažām ierīcēm procesora signāli ir tikai koriģējoši; galvenos vadības signālus izpildmehānisms saņem no citas ierīces), un atkarībā no saņemtā signāla izmaina regulējamo parametru. Šādā nozīmē par izpildmehānismu var saukt arī indukcijas spoli. Elektriskajai strāvai plūstot pa indukcijas spoles primāro tinumu, veidojas magnētiskais lauks. Brīdī, kad tiek pārtraukta primārā tinuma ķēde, magnētiskā lauka enerģija pārveidojas elektriskajā enerģijā. Tā augstsprieguma impulsa veidā tiek novadīta uz indukcijas spoles sekundāro tinumu un no turienes tālāk uz aizdedzes sveču elektrodiem. Dzirkstele rodas vienlaikus divos cilin-



Sakarā ar elektronikas un mikroelektronikas ierīču izgatavošanas tehnoloģijas attīstību visā pasaulē samazinās šo izstrādājumu cenas. Arī tas ir viens no digitālās aizdedzes sistēmas ieviešanas sekmējošiem faktoriem.

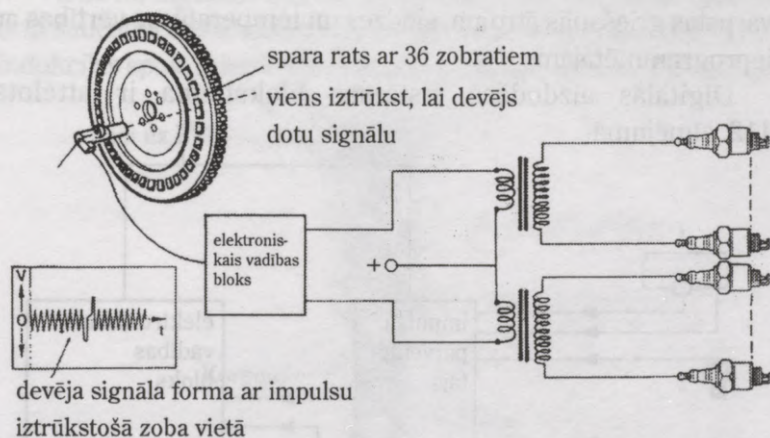
dros. Taču tikai vienā cilindrā notiek degmaisījuma aizdedzināšana. Otrajā cilindrā šajā brīdī ir izplūdes takts un dzirkstele neizraisa nekādas sekas. Tas, ka dzirkstele rodas vienlaikus divos motora cilindros, ir par cēloni tam, ka indukcijas spoļu skaits ir divas reizes mazāks par aizdedzes sveču jeb cilindru skaitu.



110. zim.

Tieši ar digitālās aizdedzes sistēmas ieviešanu radās iespēja izveidot indukcijas spoli, kas izslēgs nepieciešamību pēc sadalitāja. Ja atceramies, tad sadalitāja galvenais uzdevums bija (digitālajā bezsadalitāja aizdedzes sistēmā – pagātnes forma!) sadalīt augstsprieguma signālu pa aizdedzes svecēm cilindru darba secībā. Digitālajā bezsadalitāja aizdedzes sistēmā mehānisko ierīci – sadalitāju – aizstāj indukcijas spole ar četriem augstsprieguma izvadiem (četrcilindru motoram). Shematiskais šāds indukcijas spoles attēlojums redzams 111. zīmējumā.

Katru reizi, kad indukcijas spoles primārais tīnums saņem signālu par dzirksteles veidošanu, rodas divas dzirksteles uz katru indukcijas spoles sekundāro tīnumu. Viena dzirksteļizlāde rodas cilindrā, kurā notiek degmaisījuma saspiešana, bet otra – cilindrā, kurā notiek sadegušā degmaisījuma izplūde. Pirmā dzirksteļizlāde rada degmaisījuma uzliesmojumu, bet otra nerada nekādu efektu, jo notiek izplūdes gāzēs. Aizdedzes



111. zīm.

sveces ir ieslēgtas virknē, pa divām uz katru indukcijas spoles sekundāro tinumu. Tas izvirza papildu prasības indukcijas spoles sekundārā tinuma spriegumam. Tam ir jābūt pietiekamam, lai spētu izraisīt elektronu plūsmu caur divām aizdedzes sveču elektrodu atstarpēm. Tāpēc, piemēram, automobilim *FORD* sekundārais spriegums ir vismaz 37kV, kas ir pilnīgi pietiekami, lai caursistu divas virknē ieslēgtas elektrodu atstarpes. Taču nedrīkst aizmirst – lai samazinātu aizdedzes sveču elektrodu eroziju, sveces būtu jāieslēdz tā, ka elektronu plūsma plūst no centrālā elektroda uz masas elektrodu. Viena no virknē slēgtām aizdedzes svecēm ir ieslēgta "pretējā" virzienā, t.i., elektroni plūst no masas elektroda uz centrālo. Tas ierobežo aizdedzes sveču kalpošanas laiku līdz 20 000 km nobraukumam. Lai nodrošinātu motora cilindrus ar dzirksteli vajadzīgajā laikā un secībā, procesors apstrādā datus par motora kloķvārpstas griešanās ātrumu, temperatūru, kloķvārpstas stāvokli un ieplūdes spiedienu. Pēc šo datu apstrādes rezultātiem kompjūters dod signālus indukcijas spoles primārā tinuma strāvas pārtraukšanai, lai dzirkstele veidotos vienlaikus divos cilindros. Ja procesors iziet no ierindas, tad aizdedzes sistēma automātiski pārslēdzas uz aizdedzes laiku 10° pirms augšējā maiņas punkta (TDC), kas dod iespēju motoram darboties līdz bojājuma novēršanai.

Pie augstas temperatūras un lielas automobiļa slodzes, lai novērstu detonāciju, procesors aizkavē dzirksteles rašanās



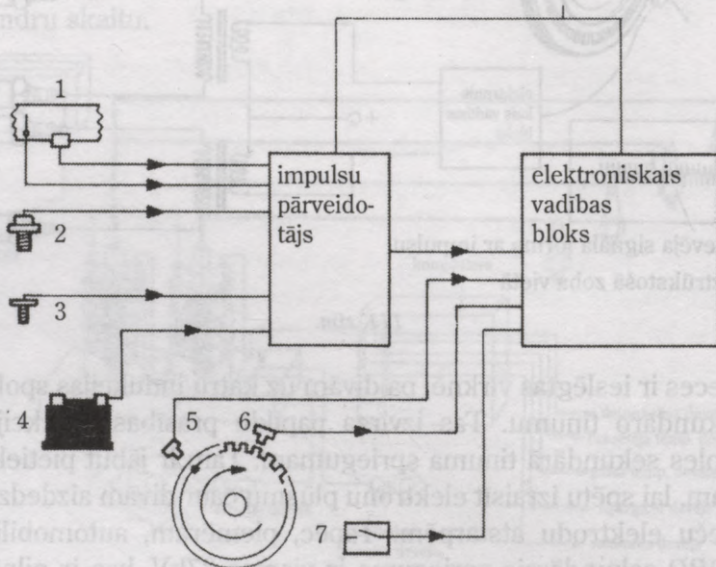
Visas digitālās aizdedzes sistēmas priekšrocības ir pat grūti nosaukt: pilnībā izslēgta mehānisku ierīču izmantošana, tātad nav nodilumu, atspere izstiepumu u.tml; tiek saglabāta konstanta dzirksteļizlādes enerģija neatkarīgi no motora ātruma un slodzes; degvielas un elektroenerģijas ekonomija u.c. Tāpēc ne bez pamata tiek uzskatīts, ka visas šīs priekšrocības ar uzviju kompensē aizdedzes sistēmas sarežģītību, kas prasa augsti kvalificētu apkalpojošo un remonta personālu.



Lai nodrošinātu indukcijas spoles sekundāro tinumu ar pietiekami augstu spriegumu, indukcijas spole atšķiras no citu aizdedzes sistēmu indukcijas spolēm ne tikai ar augstsprieguma izvadu skaitu. Digitālās aizdedzes sistēmas indukcijas spoles primārā tinuma pretestība ir tikai $0,5 \pm 0,005$ omi, bet sekundārā tinuma pretestība – 11 līdz 16 kiloomi.

laiku. Aizkaves laiku nosaka, salīdzinot faktiskās motora kloķvārpstas griešanās ātruma, slodzes un temperatūras vērtības ar ieprogrammētajām.

Digitālās aizdedzes sistēmas blokshēma ir attēlota 112. zīmējumā.

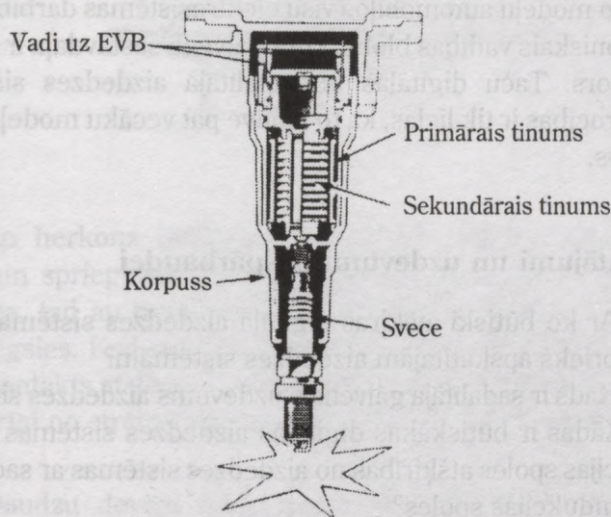


112. zīm.

- 1 – temperatūras devējs;
- 2 – detonācijas devējs;
- 3 – motora dzesēšanas šķidruma temperatūras devējs;
- 4 – akumulatora baterija;
- 5 – spara rata pozīcijas devējs;
- 6 – spara rata griešanās ātruma devējs;
- 7 – iesmidzināšanas vārsta devējs

Procesors jeb elektroniskā vadības vienība (*Electronic control unit*) spēj apstrādāt signālus tikai digitālajā formā (par to, kas ir digitālie signāli, runāsim turpmākajās nodaļās). Savukārt liela daļa devēju dod analogos signālus (arī par analogajiem signāliem runāsim turpmāk), tāpēc ir nepieciešams analogos signālus pārveidot digitālā formā. Šo uzdevumu veic signālu pārveidotājs (sk. 112. zīm.). Vienu šādu signālu pārveidotāju – Šmita trigeri – mēs jau aplūkojām iepriekšējās nodaļās.

Viens no digitālās bezsadalitāja aizdedzes sistēmas veidiem ir tā saucamā **tiešā aizdedze**. Tiešās aizdedzes īpatnība ir tā, ka indukcijas spole ir iebūvēta tieši virs aizdedzes sveces (113. zīm.).



113. zīm.

Tiešajā aizdedzes sistēmā nav sveču vadu, kas savieno indukcijas spoli ar aizdedzes sveci. Pārējie komponenti (procesors, devēji u.c.) ir tādi paši kā "netiešajā" aizdedzes sistēmā. Vēl viena atšķirība no "netiešās" aizdedzes sistēmas ir tā, ka dzirkstele rodas tikai vienā motora cilindrā. Tas ir viegli izskaidrojams, jo katrai svecei un tātad katram motora cilindram ir sava indukcijas spole, kas rada augstsprieguma impulsu katram cilindram atsevišķi.

Tagad varam formulēt digitālās bezsadalitāja aizdedzes sistēmas priekšrocības:

- 1) nav mehānisko bojājumu, kas saistīti ar sadalitāju – rotora nodilums, apdegums u.tml.;
- 2) procesors kontrolē un regulē aizdedzes laiku un leņķi. Tātad nav bojājumu, kas saistīti ar centrālās un/vai vakuuma ierīces mehānisko nodilumu, izstiepumu u.tml.;
- 3) drošāks ekspluatācijā, jo ievērojami mazāk kustošu daļu, kas var mehāniski sabojāties;
- 4) prasa mazāku apkopi.

Jaunāko modeļu automobiļos procesors vada ne tikai aizdedzes sistēmu, bet arī iesmidzināšanas sistēmu, transmisijas, vadītāja un pasažieru drošības ierīču darbību u.c. Būtībā jaunāko modeļu automobiļos visu elektrosistēmas darbību vada elektroniskais vadības bloks, kura galvenā sastāvdaļa ir mikroprocesors. Taču digitālās bezsadalitāja aizdedzes sistēmas priekšrocības ir tik lielas, ka to iebūvē pat vecāku modeļu automobiļos.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Ar ko būtiski atšķiras digitālā aizdedzes sistēma no iepriekš apskatītajām aizdedzes sistēmām?
2. Kāds ir sadalitāja galvenais uzdevums aizdedzes sistēmā?
3. Kādas ir būtiskākās digitālās aizdedzes sistēmas indukcijas spoles atšķirības no aizdedzes sistēmas ar sadalitāju indukcijas spoles?
4. Paskaidrojiet, kāpēc divu virknē ieslēgtu aizdedzes sveču dzirksteļu radišanai nepieciešams lielāks sekundārais spriegums nekā vienas aizdedzes sveces dzirkstelei?
5. Kuros motora cilindros vienlaikus notiek dzirksteļizlāde?
6. Pēc kādiem motora parametriem procesors regulē aizdedzes aizkavēšanos?

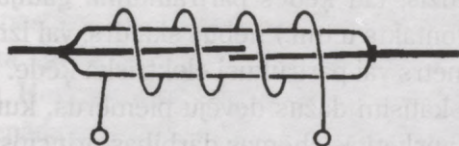


32. Daži devēji automobiļu parametru noteikšanai un kontrolei

Iepriekšējās nodaļās jau esam iepazinušies ar devējiem, kurus izmanto aizdedzes sistēmā. Tie ir: optiskais devējs, Halla impulsu devējs, pastāvīgā magnēta impulsu devējs. Šinī nodaļā apskatīsim vēl dažu devēju uzbūvi, darbību un izmantošanu.

Hermētiskais kontakts jeb herkons. Herkons ir kontakts, kurš izgatavots no feromagnētiska materiāla un ievietots hermētiski noslēgtā stikla kolbiņā. Tajā ir iepildīta inerta gāze, kas pasargā kontaktu no dzirksteļošanas. Kontakta saskarvietas ir pārklātas ar kādu cēlmetālu, piemēram, zeltu vai platīnu. Herkons nostrādā magnētiskā lauka iedarbībā. Tas var būt pastāvīgā magnēta magnētiskais lauks vai arī elektriskās strā-

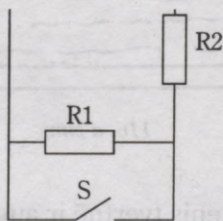
vas magnētiskais lauks. Automobiļos herkonus darbina elektriskās strāvas radītais magnētiskais lauks (114. zīm.).



114. zīm.

Ap herkona kolbiņu ir uztiāti daži vijumi, kas pieslēgti kādam sprieguma avotam. Ja pa vijumiem plūdis elektriskā strāva, tad ap tiem radīsies magnētiskais lauks un kontakts saslēgsies. Kad strāva pārstāj plūst, magnētiskais lauks izzūd un kontakts atslēdzas. Herkona kolbiņas un kontakta izmēri ir atkarīgi no strāvas stipruma, kādam herkons ir paredzēts.

Daudzu devēju darbības principa pamatā ir elektriskās ķēdes saslēgšana un atslēgšana (115. zīm.).



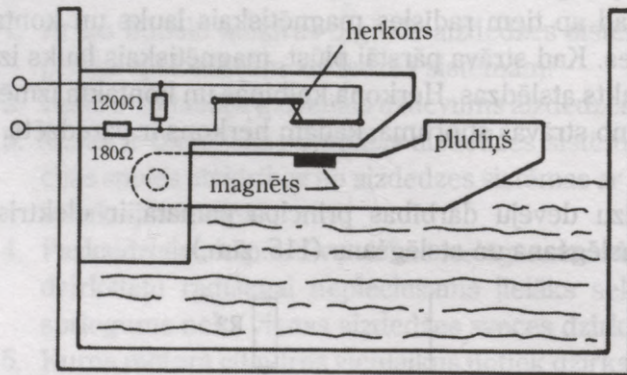
115. zīm.

Ja slēdzis (S) ir saslēgts, tad pretestība R1 tiek šuntēta. Tas nozīmē, ka strāva plūst nevis caur pretestību R1, bet caur slēdzi S, jo savienojšo vadu un slēdža pārejas pretestība ir nenozīmīga salīdzinājumā ar pretestības R1 lielumu. Tātad ja slēdzis S ir saslēgts, tad ķēdes kopējā pretestība R ir vienāda ar pretestību R2 ($R=R_2$). Kad slēdzis S ir atslēgts, tad strāva plūst gan caur pretestību R2, gan arī caur pretestību R1. Tagad ķēdes kopējā pretestība R ir vienāda ar pretestību R1 un R2 summu ($R=R_1+R_2$). Ja atceramies Oma likumu, tad kļūst skaidrs, ka strāvas stiprums ķēdē ir mazāks gadījumā, kad slēdzis S ir atslēgts. Šādā veidā devējs simulē elektriskās ķēdes pārtraukumu un uz signālierīci tiek padots signāls, kas atšķiras no nominālā režīma ar strāvas stiprumu.

Kāpēc izvēlēta šāda shēma, nevis vienkārši slēdzis, kas pārtrauc un savieno elektrisko ķēdi? Atbilde ir šāda: ja tiks izmantots tikai slēdzis, tad ķēdes pārtraukuma gadījumā (nolūzis vads, zudis kontakts u.tml.) nebūs skaidrs, vai izmainījies mērāmais parametrs vai pārtrūkusi elektriskā ķēde.

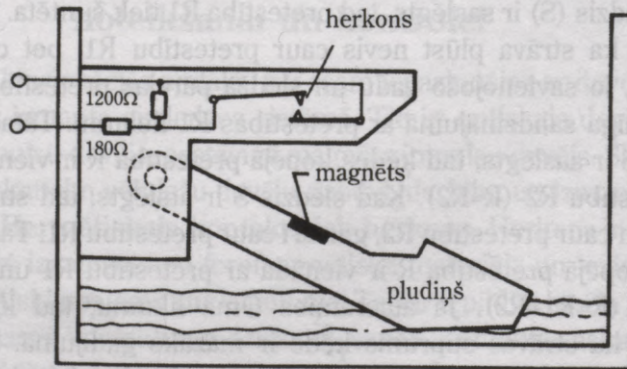
Tagad apskatīsim dažus devēju piemērus, kuros ir izmantots iepriekš apskatītās shēmas darbības princips.

Šķidruma līmeņa devējs. Šāda veida šķidruma līmeņa devējs ir vislētākais no visiem līmeņa devējiem. Devējs sastāv no pludiņa, pie kura ir piestiprināts pastāvīgais magnēts.



116. a zīm.

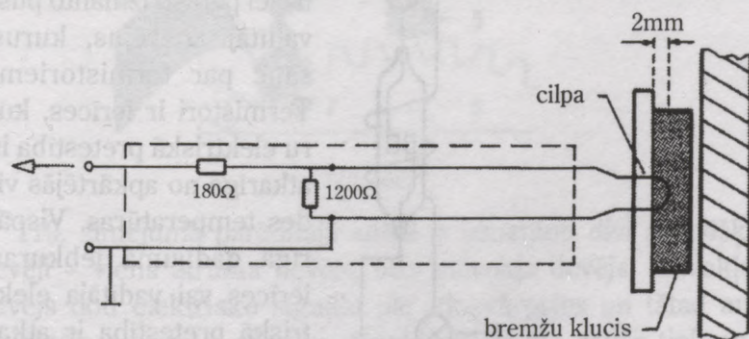
Kad šķidruma līmenis tvertnē ir augsts (116. zīm. a), pastāvīgais magnēts atrodas tuvu hermētiskajam kontaktam un magnētiskā lauka iedarbībā tas saslēdzas.



116. b zīm.

Saslēgtais herkona kontakts šuntē 1200Ω pretestību. Tādā veidā devēja ķēdes kopējā pretestība ir tikai 180Ω un strāvas stiprums ķēdē ir maksimālais. Kad šķidrums līmenis tvertnē kļūst zems, pastāvīgais magnēts attālinās no herkona un magnētiskā lauka spēks ir nepietiekams, lai saslēgtu tā kontaktu (116. zīm. b). Herkons atslēdzas un devēja ķēdes kopējā pretestība kļūst vienāda ar abu pretestību summu: $R=180\Omega + 1200\Omega = 1380\Omega$. Ķēdes kopējās pretestības palielināšanās rezultāts ir strāvas stipruma samazināšanās devēja ķēdē. Elektriskais signāls no līmeņa devēja tiek pievadīts kontroles ierīcei, kas ieslēdz gaismas signalizāciju.

Bremžu klūča nodiluma signāls. Lai signalizētu par to, ka bremžu klūcis ir nodilis, automobiļos izveido dažādas signālu devēju shēmas. Viena no iespējamām ir iepriekš apskatītā pretestības šuntēšanas shēma (117. zīm.).

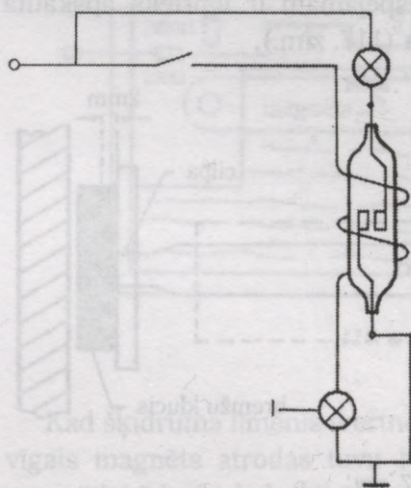


117. zīm.

Vadītāja cilpa ir iegremdēta bremžu klūcī. Kamēr bremžu klūcis ir pietiekami biezs, cilpa šuntē 1200Ω pretestību un devēja ķēdes pretestība ir 180Ω . Kad klūcis nodilst un kļūst 2mm biezs, cilpa tiek pārrauta un 1200Ω pretestība izrādās ieslēgta virknē ar 180Ω pretestību. Devēja ķēdes pretestība tagad ir $1200\Omega + 180\Omega = 1380\Omega$ liela. Kontroles ierīce dod signālu autovadītājam par bremžu klūča nodilumu.

Lampu kontroles devējs. Viena no lampu kontroles devēja shēmām ir shēma, kurā ir izmantots herkons (118. zīm.). Jau iepriekš runājām par to, ka herkona kontakts nostrādā magnētiskā lauka ietekmē. Turklāt nav svarīgi, kas ir magnētiskā lauka cēlonis – pastāvīgais magnēts vai elektriskā strāva.

118. zīmējumā redzamajā shēmā magnētiskā lauka cēlonis ir elektriskā strāva, kas plūst pa vijumiem, kuri aptīti ap herkona stikla kolbiņu. Strāva pa vijumiem plūdis tad, kad ieslēgts apgaismojuma spuldzes slēdzis un spuldzes kvēldiegs ir vesels. Elektriskās strāvas radītais magnētiskais lauks saslēdz herkona kontaktu un iedegas signālspuldze uz automobiļa signālpaneļa, kas liecina par to, ka apgaismojuma spuldze ir vesela un deg. Gadījumā, ja tā nedeg, strāva pa herkonu aptverošajiem vijumiem neplūst, herkona kontakts nesa-slēdzas, un signālspuldze uz vadības paneļa neiedegas. Tādā veidā automobiļa vadītājs zina, ka apgaismojuma ķēdē ir bojājums – pārdedzis lampas kvēldiegs, zudis kontakts patronā, pārtrūcis vads u.tml.



118. zīm.

Termistoru elektriskā pretestība ir atkarīga no apkārtējās vides temperatūras. Vispārīgā gadījumā jebkuras ierīces vai vadītāja elektriskā pretestība ir atkarīga no temperatūras, bet termistoru elektriskā pretestība, temperatūrai pieaugot, samazinās, t.i., termistoru pretestības temperatūras koeficients ir negatīvs. Termistorus izmanto temperatūru diapazonā no -20°C līdz $+130^{\circ}\text{C}$.

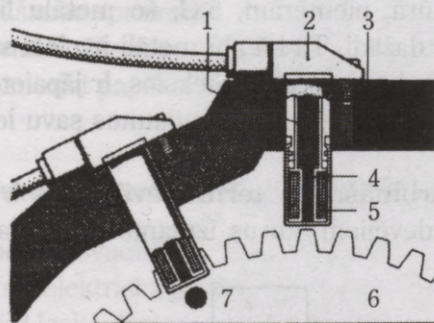
Pjezokristāls. Par spiediena devēju bieži izmanto pjezokristālu. Spriegums uz pjezokristāla malām ir proporcionāls spiedienam uz tā virsmas. Šādus devējus izmanto gan lai kontrolētu motora slodzi, gan detonāciju katrā atsevišķā motora cilindrā.

Ātruma devējs. Par ātruma devēju izmanto kādu no impulsa ģeneratoriem, par kuriem runājām šīs nodaļas sākumā. Uz motora kloķvārpstas ir uzmontēts zobrats (119. zīm.). Tā

Termistors. Temperatūras mērīšanai un kontrolei parasti izmanto pusvadītāju devējus, kurus sauc par termistoriem. Termistori ir ierīces, kuru elektriskā pretestība ir atkarīga no apkārtējās vides temperatūras. Vispārīgā gadījumā jebkuras ierīces vai vadītāja elektriskā pretestība ir atkarīga no temperatūras, bet termistoru elektriskā pretestība, temperatūrai pieaugot, samazinās, t.i., termistoru pretestības temperatūras koeficients ir negatīvs. Termistorus izmanto temperatūru diapazonā no -20°C līdz $+130^{\circ}\text{C}$.

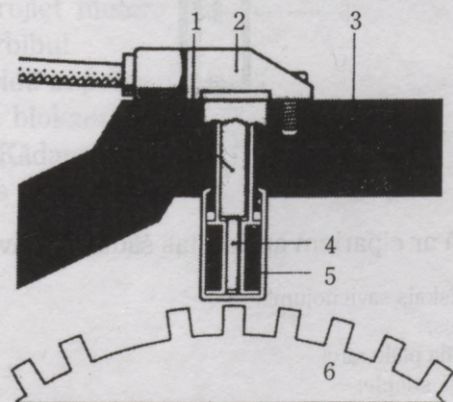
zobiem ejot gar impulsa ģeneratoru, rodas sprieguma impulss. Kloķvārpstas griešanās ātrums ir proporcionāls sprieguma impulsu skaitam laika vienībā. Ar cipariem apzīmētas šādas sastāvdaļas:

- 1 – pastāvīgais magnēts;
- 2 – korpuss;
- 3 – motora bloks;
- 4 – dzelzs serde;
- 5 – vijumi;
- 6 – zobrats;
- 7 – stāvokļa devēja atzīme.



119. zīm.

119. zīmējumā parādītajā attēlā ir izmantoti divi atsevišķi devēji – viens ātruma devējs, otrs stāvokļa devējs. Stāvokļa devējs dod elektrisko signālu par kloķvārpstas un tātad arī sadalitāja rotora un virzuļu stāvokli. Bieži šie devēji tiek apvienoti vienā devējā, kas reizē signalizē gan par kloķvārpstas stāvokli, gan par kloķvārpstas griešanās ātrumu (120. zīm.).

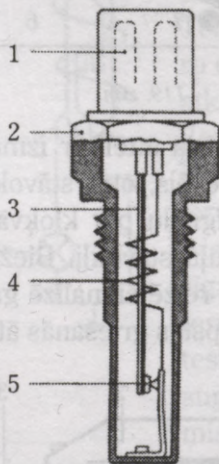


120. zīm.

Šajā zīmējumā parādīts devējs, kas apvieno gan stāvokļa, gan ātruma devēju. Ar cipariem apzīmētas tās pašas sastāvdaļas, kas 119. zīmējumā. Zobrata zobam ejot gar spoles serdi, mainās magnētiskais lauks un spoles vijumos parādās sprieguma impulss. Impulsu skaits laika vienībā ir tieši proporcionāls kloķvārpstas griešanās ātrumam. Savukārt iztrūkstošais zobs zobratā dod signālu par kloķvārpstas stāvokli.

Bimetāla plāksnīte. Tā sastāv no kopā sastiprinātām divu (prievārds *bi* nozīmē – divi) metālu plāksnītēm. Šie metāli ir ar dažādiem termiskās izplešanās koeficientiem, tāpēc, sasilstot vienādā temperatūrā, piemēram, 5°C , šo metālu lineārie izmēri palielināsies dažādi. Tā kā abi metāli ir cieši sastiprināti kopā, tad plāksnīte, ko tie veido, izlieksies. Ir jāpaiet zināmam laikam, kamēr plāksnīte atdzisis un atjaunos savu iepriekšējo stāvokli.

Aukstas iedarbināšanas termodevējs. Šis ir viens no tiem daudzajiem devējiem, kuros izmanto bimetāla plāksnīti (121. zīm.).



121. zīm.

Zīmējumā ar cipariem apzīmētas šādas sastāvdaļas:

- 1 – elektriskais savienojums;
- 2 – korpuss;
- 3 – bimetāla plāksnīte;
- 4 – sildītāja stieple;
- 5 – kontakts.

Motora aukstas iedarbināšanas termodevējā ir iemontēts sildītājs, kas uzsilda bimetāla stieplīti. Kamēr stieplīte nav uzsilusi, kontakts ir saslēgts un motorā tiek iesmidzināts papildu degvielas daudzums. Kad bimetāla stieplīte ir uzsilusi (apmēram pēc 8 sekundēm, ja sākotnējā temperatūra ir -20°C), tā atvieno kontaktu un papildu degvielas iesmidzināšana beidzas. Šāda aukstas iedarbināšanas termodevēja izmantošana novērš pārāk bagāta degmaisījuma radišanu un pārsūci. Vecākajos automobiļu modeļos papildu degvielas iesmidzināšanai aukstas iedarbināšanas apstākļos izmantoja papildu iesmidzināšanas sprauslas. Jaunākajos modeļos papildu degvielas iesmidzināšanu panāk, palielinot iesmidzināšanas laiku, bet neizmantojot papildu sprauslas.



Motora aukstai iedarbināšanai nepieciešams treknināt degmaisījumu. Karburatoru barošanas sistēmās to var panākt, aizverot gaisa vārstu vai atverot papildu degvielas vārstu gan ar roku (pievelkot tā saucamo «čoku»), gan automātiski. Barošanas sistēmās ar degvielas iesmidzināšanu degmaisījuma treknināšanas vadību veic aukstas iedarbināšanas termodevējs.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kāpēc pusvadītāja – materiāla, no kā izgatavots termistors – elektriskā pretestība, pieaugot temperatūrai, samazinās? Izskaidrot no pusvadītāju atoma uzbūves viedokļa!
2. Miniet vienu impulsa ģeneratora piemēru!
3. Kāda pjezokristāla īpatnība ir tā lietošanas pamatā?
4. Kāda ārēja parametra iedarbības rezultātā nostrādā herkons?
5. Izskaidrojiet bimetāla plāksnītes darbību!
6. Paskaidrojiet, kāpēc elektriskā strāva neplūst caur 1200Ω pretestību, kad šķidrums līmenis ir augsts (116. zīm. a)!
7. Izskaidrojiet šķidrums līmeņa devēja darbību!
8. Izskaidrojiet motora aukstas iedarbināšanas termodevēja darbību!
9. Kādā veidā impulsu devējs dod signālu elektroniskajam vadības blokam par motora kloķvārpstas griešanās ātrumu? Kādam lielumam ir proporcionāls motora kloķvārpstas griešanās ātrums?





CETURTĀ DAĻA

Pēc ceturtās daļas apgūšanas jūs:

zināsiet: mērišanas un signālierīču uzbūvi, darbības principu un lietošanu; apgaismes sistēmas ierīču uzbūvi un darbības principu; virziena rādītāja darbības režīmus un shēmās izmantotās ierīces; stikla tīrītāja motora darba režīmus; elektrisko shēmu īpatnības; shēmās izmantotās pusvadītāju ierīces – lauktranzistora – darbības principu un apzīmējumu elektriskajās shēmās; degvielas padeves sistēmas elektriskās daļas galveno elementu uzbūvi, darbības principus un lietošanu; lambdas zondes uzbūvi, darbības principu un lietošanu; skaņas signālu ierīču uzbūvi un darbības principu;

pratīsiet: izmantot mērinstrumentus automobiļa sistēmu diagnostikā un bojājumu vietas noteikšanā; lasīt principiālās elektriskās shēmas; lietot automobiļa sistēmu remontam paredzētos instrumentus; pārbaudīt vienkāršas pusvadītāju ierīces.



33. Mērinstrumenti un signālierīces

Automobiļa vadītājam nepieciešamo informāciju sniedz mērinstrumenti un signālierīces, kas ir novietotas uz vadības paneļa. Tiesa, sakarā ar elektrisko un šķidro kristālu displeju ieviešanu vadības panelis jaunākajos automobiļu modeļos ir ieguvis jaunu izskatu. Taču, neskatoties uz to, ka pēc izskata jauno modeļu automobiļu vadības paneļi stipri atšķiras no veco modeļu automobiļiem, informācija, kas ir nepieciešama vadītājam, palikusi praktiski nemainīga:

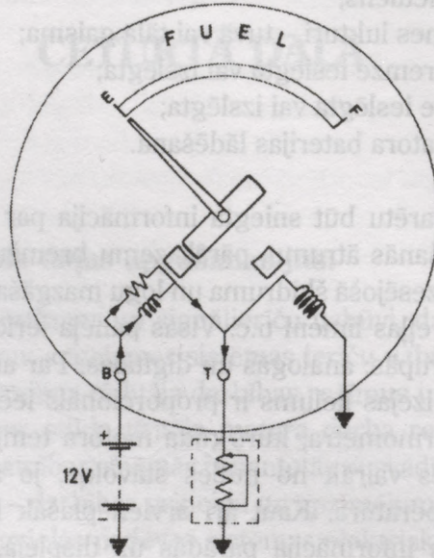
- 1) automobiļa pārvietošanās ātrums un nobrauktais attā-
lums;
- 2) degvielas līmenis tvertnē (vismaz zemākais);
- 3) motora temperatūra;
- 4) eļļas spiediens;
- 5) apgaismes lukturi – tuvā vai tālā gaisma;
- 6) rokas bremze ieslēgta vai izslēgta;
- 7) aizdedze ieslēgta vai izslēgta;
- 8) akumulatora baterijas lādēšana.

Papildus varētu būt sniegta informācija par motora kloķ-
vārpstas griešanās ātrumu, pārāk zemu bremžu šķidruma lī-
meni, zemu dzesējošā šķidruma un logu mazgāšanas šķidruma
līmeni, zemu eļļas līmeni u.c. Visas paneļa ierīces var iedalīt
divās lielās grupās: analogās un digitālās. Par analogām sauc
ierīces, kuru izejas lielums ir proporcionāls ieejas lielumam.
Piemēram, termometra, kurš rāda motora temperatūru, bul-
tiņa atvirzīsies vairāk no nulles stāvokļa, jo augstāka būs
mērāmā temperatūra. Kaut arī arvien plašāk lieto digitālās
ierīces, kurās informācija parādās uz displeja, pat jaunāko
automobiļu modeļos vēl diezgan plaši lieto analogās ierīces.
Visas analogās ierīces atkarībā no to darbības principa var
iedalīt trīs grupās:

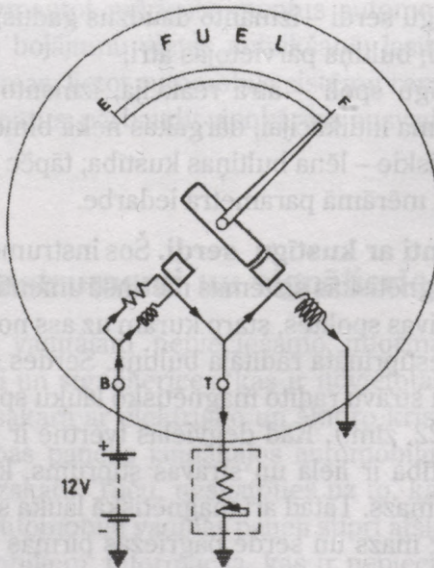
- ar kustīgu serdi – izmanto daudzus gadus; tagad mazāk
populāri; bultiņa pārvietojas ātri;
- ar kustīgu spoli – ātra reakcija, izmanto akumulatora
sprieguma indikācijai; dārgākas nekā bimetāla ierīces;
- bimetāliskie – lēna bultiņas kustība; tāpēc nepieciešama
ilgstoša mērāmā parametra iedarbe.

Instrumenti ar kustīgu serdi. Šos instrumentus sauc arī
par elektromagnētiskās sistēmas mērinstrumentiem. Galvenās
sastāvdaļas: divas spoliņas, starp kurām uz ass novietota serde.
Pie serdes piestiprināta rādītāja bultiņa. Serdes stāvokli nosa-
ka abu spoliņu strāvu radīto magnētisko lauku spēku rezultējo-
šais spēks (122. zīm.). Kad degvielas tvertne ir tukša, līmeņa
devēja pretestība ir liela un strāvas stiprums, kas plūst caur
otro spoliņi, ir mazs. Tātad arī magnētiskā lauka spēks, ko rada
otrā spoliņa, ir mazs un serde pagriežas pirmās spoliņas mag-
nētiskā lauka spēka virzienā. Rādītājs rāda, ka degvielas
tvertne ir tukša (122. zīm. a). Kad degvielas tvertne ir pilna,

līmeņa devēja pretestība ir maza un strāvas stiprums, kas plūst caur otro spolīti, ir liels. Tātad arī magnētiskā lauka spēks ir liels un magnētisko lauku rezultējošā spēka iedarbības rezultātā serde pagriežas pret otro spolīti (122. zīm. b).



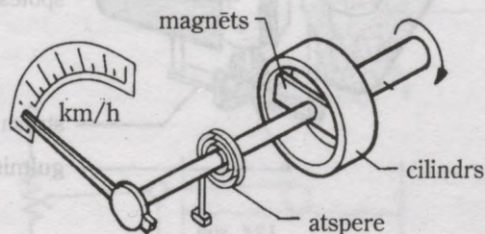
122. a zīm.



122. b zīm.

Rādītājs rāda, ka degvielas tvertne ir pilna. Šādas sistēmas priekšrocība ir lētums un diezgan ātrā reakcija uz mērāmā parametra izmaiņām. Trūkumi ir rādītāja reagēšana uz degvielas viļņošanas un grūtības ar līmeņa noteikšanu, kad tvertne ir jau gandrīz tukša.

Savā ziņā arī spidometru varam pieskaitīt pie elektromagnētiskajiem mērinstrumentiem. Spidometra shematiskais attēls parādīts 123. zīmējumā.



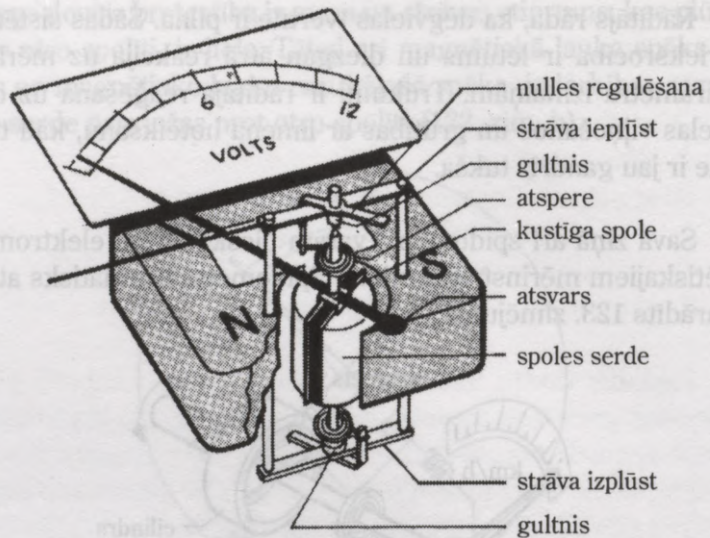
123. zīm.

Spidometrs sastāv no viegla alumīnija cilindra, kurš rotē pastāvīgā magnēta magnētiskā laukā. Magnētiskā lauka spēka līnijas šķēļ cilindru un inducē tajā virpuļstrāvas. Virpuļstrāvu radītais magnētiskais lauks mijiedarbojas ar pastāvīgā magnēta magnētisko lauku. Šis mijiedarbības rezultātā rodas spēks, kas ir par cēloni tam, ka pastāvīgais magnēts pagriežas. Reizē ar pastāvīgo magnētu pagriežas arī ass, uz kuras magnēts ir piestiprināts. Pie ass ir piestiprināts rādītājs, kas pagriežas par leņķi, proporcionālu spēka lielumam. Spēks savukārt ir proporcionāls cilindra inducētās strāvas stiprumam. Inducētās strāvas stiprums ir proporcionāls cilindra griešanās ātrumam. Tāpēc varam teikt, ka rādītāja pagriešanās leņķis ir proporcionāls cilindra griešanās ātrumam.

Instrumenti ar kustīgu spoli. Šos instrumentus sauc arī par magnetoelektriskās sistēmas mērinstrumentiem. Tie ir paredzēti mērīšanai līdzstrāvas ķēdēs. Taču, aprikojot mērinstrumentus ar taisngriezi, tos var izmantot arī mērīšanai maiņstrāvas ķēdēs. Galvenās sastāvdaļas (124. zīm.): pastāvīgais magnēts, starp kura poliem nostiprināta no magnētiski mīksta tērauda izgatavota cilindriskā serde.



Pirmais automobiļa mērinstruments bija tieši spidometrs. Tas tika ieviests 1899. gadā. Spidometra darbības principa pamatā bija centrālās spēka izmantošana: jo ātrāk rotē disks, jo tālāk uz diska malu atvirzās svira, pie kuras piestiprināts rādītājs.



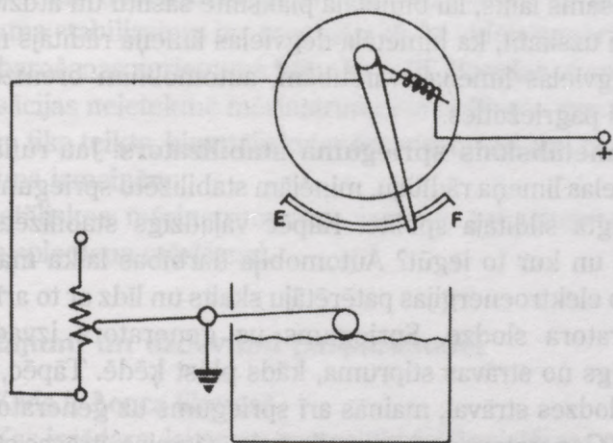
124. zīm.

Gredzenveida gaisa spraugā, kas izveidojas starp magnēta poliēm un serdi, rodas homogēns magnētiskais lauks. Spraugā novietots viegls alumīnija rāmītis, kuram ir uztīts izolēta vada tinums. Rāmītim piestiprinātas divas pusasis, kas var griezties gultņos. Rāmīša tinumam strāvu pievada ar divām spirālatsperēm, kas vienlaikus rada arī pret darbības momentu. Ieslēdzot aparātu, rāmīša vijumos plūst strāva, kas, mijiedarbojoties ar pastāvīgā magnēta radīto magnētisko lauku, pagriež rāmīti un rādītāju. Kustīgās sistēmas pagriezienu leņķis ir proporcionāls strāvas stiprumam rāmīti: jo stiprāka strāva plūst rāmīti, jo lielāks ir kustīgās sistēmas pagriezienu leņķis. Jebkurā elektriskajā mēraparātā ir slāpētājsistēma, kuras uzdevums ir samazināt kustīgās sistēmas un rādītāja svārstības aparāta darbības laikā. Instrumentos ar kustīgu spoli jeb magnetoelektriskās sistēmas instrumentos slāpētāja lomu pilda kustīgās sistēmas rāmītis, kas, pārvietojoties magnēta spraugā, šķēļ magnētiskā lauka spēka līnijas. Rāmīti inducējas strāva, kuras radītais magnētiskais lauks kavē rāmīša svārstības. Īpaši svarīgas ir automobiļos, tāpēc mērinstrumenti, kas ir paredzēti automobiļu parametru mērīšanai, tiek izgatavoti mazāk jutīgi nekā mērinstrumenti, kas paredzēti mērīšanai stacionārās iekārtās. Protams, ka līdz ar to samazinās šo mērinstrumentu precizitāte. Taču autovadītājam svarīgāki ir kvalitatīvie rādītāji

(par maz vai par daudz) nekā kvantitatīvie rādītāji (cik?). Tāpēc šāda precizitātes samazināšana automobiļu mērinstrumentiem ir pilnīgi pieļaujama.

Bimetāliskie instrumenti. Šī veida instrumentus automobiļos izmanto diezgan plaši. Apskatīsim dažus no tiem.

Degvielas līmeņa indikators (125. zīm.).

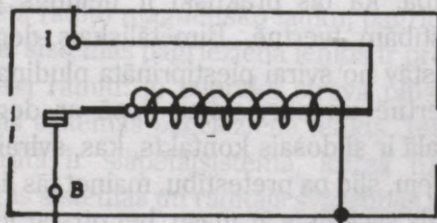


125. zīm.

Bimetāliskajam degvielas līmeņa indikatoram salīdzinājumā ar elektromagnētisko degvielas līmeņa indikatoru ir tā priekšrocība, ka tas praktiski ir nejutīgs pret degvielas līmeņa svārstībām tvertnē. Bimetāliskais degvielas līmeņa indikators sastāv no svirai piestiprināta pludiņa, kas ievietots degvielas tvertnē un pārvietojas kopā ar degvielas līmeni. Sviras otrā galā ir slidošais kontakts, kas, svirai pārvietojoties uz augšu vai leju, slid pa pretestību, mainot tās lielumu. Pretestības viens gals savienots ar masu, bet otrs ar vadu pievienots spolītei, kura uztīta uz U-veida bimetāla plāksnītes viena gala. Otrs spolītes gals pievienots stabilizētam +10 voltu spriegumam. Pie bimetāla plāksnītes ir piestiprināts rādītājs, kas rāda degvielas līmeni tvertnē. Kad degvielas līmenis ir augsts (tvertne pilna), slidošais kontakts pārvietojas uz leju un pretestība ir maza. Strāva, kas plūst ķēdē "+"spāile – spolīte – pretestība – "-"spāile, ir liela un uzsilda spolītes vijumus. Reizē ar spolītes vijumiem sasilst arī bimetāla plāksnīte. Tā izliecas, un rādītājs pārvietojas stāvoklī, kas norāda, ka tvertne ir pilna.

Samazinoties degvielas līmenim tvertnē, slidošais kontakts pārvietojas uz augšu. Pretestība palielinās, un strāvas stiprums spolītes vijumos samazinās. Samazinoties strāvas stiprumam, samazinās spolītes vijumos izdalītais siltuma daudzums, un samazinās bimetāla plāksnītes izliekums. Rādītājs pārvietojas uz to skalas daļu, kas norāda uz nepilnu tvertni. Tā kā ir nepieciešams laiks, lai bimetāla plāksnīte sasiltu un atdzistu, tad varam uzskatīt, ka bimetāla degvielas līmeņa rādītājs nereaģē uz degvielas līmeņa svārstībām, automobilim bremzējot vai strauji pagriežoties.

Bimetāliskais sprieguma stabilizators. Jau runājot par degvielas līmeņa rādītāju, minējām stabilizētu spriegumu, kam pieslēgta sildītāja spolīte. Kāpēc vajadzīgs stabilizēts spriegums un kur to iegūt? Automašīna darbības laikā mainās ieslēgto elektroenerģijas patērētāju skaits un līdz ar to arī kopējā ģenerators slodze. Spriegums uz ģenerators izvadiem ir atkarīgs no strāvas stipruma, kāds plūst ķēdē. Tāpēc, mainoties slodzes strāvai, mainās arī spriegums uz ģenerators izvadiem. Ģenerators sprieguma izmaiņas izraisa strāvas stipruma izmaiņas bimetāla sildītāja spolītes vijumos. Reizē ar strāvas stipruma izmaiņām mainās arī spolītes vijumos izdalītā siltuma daudzums. Tas var radīt diezgan ievērojamas mērinstrumenta rādījumu kļūdas. Bimetāliskā sprieguma stabilizatora shematiskais attēls parādīts 126. zīmējumā.



126. zīm.

Pēc uzbūves sprieguma stabilizators ir līdzīgs mērinstrumentam. Galvenā sastāvdaļa līdzīgi kā mērinstrumentam ir bimetāla plāksnīte, uz kuras uztīta sildītāja spolīte. Spolītes viens gals savienots ar masu, bet otrs ar akumulatoru baterijas pozitīvo spaili. Tādā veidā spolīte ir pieslēgta pilnam akumulatoru baterijas spriegumam un pa tās vijumiem plūst maksimālā strāva. Bimetāla plāksnīte sasilst un izliecas, atvienojot

kontakta, kas pārtrauc mērinstrumenta barošanas ķēdi. Reizē ar mērinstrumentu kontakts no sprieguma atslēdz arī spolītes vijumus. Pēc kontakta atslēgšanās strāva pa spolītes vijumiem neplūst un bimetāla plāksnīte atdziest. Atdziestot tā atjauno savu iepriekšējo formu, un kontakts atkal saslēdzas. Atslēgšanas-saslēgšanas cikls sākas no jauna. Tādā veidā mērinstrumentam tiek nodrošināts pulsējošs barošanas spriegums. Sprieguma stabilizators ir noregulēts tā, lai vidējais mērinstrumenta barošanas spriegums būtu 10 volti. Barošanas sprieguma pulsācijas neietekmē mērinstrumenta rādījumu precizitāti, jo, kā jau tika teikts, bimetāliskie mērinstrumenti lēni reaģē uz sprieguma izmaiņām.

Bimetāliskos mērinstrumentus izmanto arī temperatūras un eļļas spiediena mērīšanai.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kāds ir Lenca likums?
2. Kas ir jādara, lai ar magnetoelektriskās sistēmas mērinstrumentu varētu veikt mērīšanu maiņstrāvas ķēdēs?
3. Kāda informācija par automobiļa un motora darbību autovadītājam ir svarīga braukšanas laikā?
4. Kādas ierīces sauc par analogām?
5. Kādās trīs grupās pēc to darbības principa iedala analogos mērinstrumentus?
6. Izskaidrot elektromagnētiskās sistēmas mērinstrumenta darbības principu!
7. Kas ir bimetāls?
8. Kāda ir bimetāliskā degvielas līmeņa rādītāja priekšrocība salīdzinājumā ar elektromagnētisko līmeņa rādītāju?
9. Kā izmainās kopējā slodzes jauda, strāva un pretestība, ja papildus esošajiem elektropatērētājiem ieslēdz gabarītu ugunis?
10. Izskaidrot spidometra darbības principu!

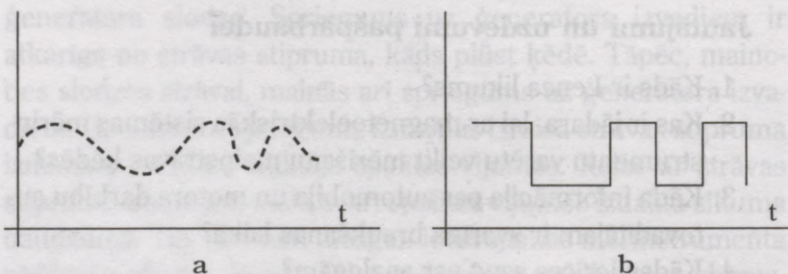
34. Digitālie mērinstrumenti

Iepriekšējā nodaļā jau noskaidrojām, ka pēdējā laikā automobiļos arvien plašāk lieto digitālos mērinstrumentus. Tagad



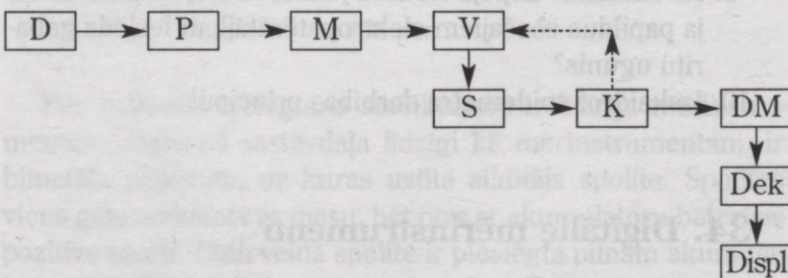
noskaidrosim, kas ir digitālie signāli un ar ko tie atšķiras no analogajiem signāliem. Tāpat apskatīsim dažu digitālo mērinstrumentu uzbūvi un darbības principu.

Digitālajiem jeb ciparu signāliem atšķirībā no analogajiem ir tikai divas vērtības – zemākā jeb nosacītā "nulle" un augstākā jeb nosacītais "viens". Tas nozīmē, ka, ja mērāmā vai kontrolējamā parametra vērtība samazinās līdz kādam noteiktam lielumam, tad devēja izejā signāls ir nulle – "0". Kad parametra vērtība palielinās līdz noteiktam lielumam, tad devēja izejā signāls ir viens – "1". Jāpiezīmē, ka devēja izejā signāls var būt "1" arī pie mazas kontrolējamā parametra vērtības. Tādā gadījumā "0" devēja izejā būs pie lielas parametra vērtības. Digitālajam signālam ir taisnstūra forma. Salīdzinājumam 127. zīm. a attēlots analogais signāls, bet 127. zīm. b – digitālais signāls.



127. zīm.

Tātad digitālajam signālam ir tikai divas vērtības – nulle un viens. Kā gan šādus signālus var izmantot mērinstrumentos? Apskatīsim, kā darbojas digitālais spidometrs. Digitālā spidometra blokskārtē attēlota 128. zīmējumā.

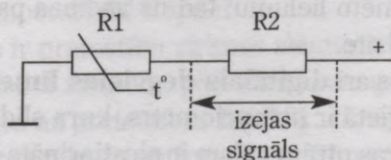


128. zīm.

No impulsu devēja (D) (tas var būt gan Halla impulsu devējs, gan optiskais devējs, gan pastāvīgā magnēta impulsu devējs) signāls nonāk pārveidotājā (P) (Šmita triggeris). Pārveidotājs no devēja saņemtos signālus pārveido taisnstūra formā. Pēc pārveidotāja signāli nonāk ierīcē (M), kas nodrošina to pieeju mikroprocesoram. Šāda ierīce ir katrā ar procesoru savienota devēja ķēdē. Citādi katram devējam vajadzētu atsevišķu procesoru.

Tālāk signāli nonāk ierīcē (V), kas uztver signālus noteiktā laika periodā. Pēc tam skaitītājs (S) saskaita, cik signālu ir saņemts šīnī laika periodā un mikroprocesors (K) caur ierīci DM, kas ir elektroniski saistīta ar ierīci (M), sūta signālus uz displeju (Displ). Automobiļa ātrums ir proporcionāls saņemto signālu skaitam laika vienībā. Pēc katras laika vienības skaitītājs atgriežas nulles stāvoklī, lai saņemtu nākamo signālu devu. Digitālos signālus ir viegli pārveidot ciparos no 0 līdz 9. Šo uzdevumu veic dekoders (Dek). Atkarībā no saņemtajiem signāliem displejā (Displ) iedegas kāds no septiņiem segmentiem, izveidojot skaitli, kas rāda automobiļa braukšanas ātrumu.

Digitālais dzesētāja temperatūras mērītājs. Kā zināms, par temperatūras devēju var izmantot gan bimetāla plāksnīti, gan termistoru. Digitālajos temperatūras mērinstrumentos labāk izmantot termistorus. Parasti izmanto termistorus ar negatīvu temperatūras koeficientu, t.i., paaugstinoties temperatūrai, termistora elektriskā pretestība samazinās. Šādu devēju signāli ir analogi signāli, bet tie ir piemērotāki pārveidošanai digitālajos signālos. Virknē ar termistoru ir ieslēgta pastāvīga pretestība (129. zīm.).



129. zīm.

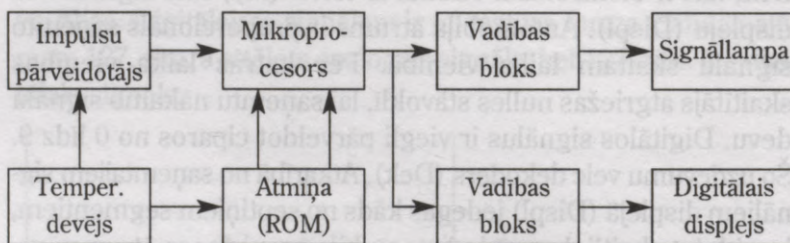
Temperatūrai paaugstinoties, termistora R1 elektriskā pretestība samazinās. Tas nozīmē, ka samazinās virknes slēguma R1, R2 kopējā pretestība un palielinās strāvas stiprums



Faktiski tahometram – ierīcei motora kloķvārpstas griešanās ātruma mērīšanai – darbības princips ir tāds pats kā spidometram. Tikai tahometra displejs rādīs nevis kilometrus stundā, bet apgriezienus minūtē.

ķēdē. Tā kā pretestība R2 ir praktiski nemainīga, tad sprieguma kritums uz tās palielinās. Tas nozīmē, ka, temperatūrai paaugstinoties, temperatūras devēja izejas signāls paaugstinās. Temperatūrai pazeminoties, termistora R1 pretestība palielinās. Palielinoties termistora R1 pretestībai, palielinās virknes slēguma kopējā pretestība un samazinās strāvas stiprums ķēdē. Samazinoties strāvas stiprumam, samazinās arī sprieguma kritums uz termistora R2. Tas nozīmē, ka, temperatūrai pazeminoties, temperatūras devēja izejas signāls arī samazinās.

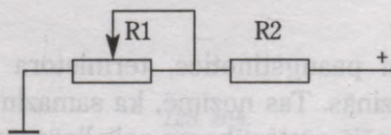
Digitālā temperatūras mērinstrumenta vienkāršota blokshēma attēlota 130. zīmējumā.



130. zīm.

Temperatūras devējs ir ievietots kapsulā, kas ir ieskrūvēta motora blokā netālu no termostata. Līdzīgi kā spidometra shēmā arī temperatūras devēja signāls vispirms nonāk signālu pārveidotājā, kur analogais signāls tiek pārveidots digitālajā. Pēc tam signāls nonāk mikroprocesorā, kurš to salīdzina ar atmiņā ieprogrammēto lielumu un nolasa signālam atbilstošo temperatūru. Ja faktiskā temperatūra pārsniedz maksimāli ieprogrammēto lielumu, tad uz vadības paneļa iedegas brīdinājuma spuldzīte.

Līdzīgi darbojas arī **digitālais degvielas līmeņa mērītājs**. Tikai termistora vietā ir potenciometrs, kura slīdkontakts pievienots svirai. Sviras otram galam ir piestiprināts pludiņš, kurš atrodas degvielas tvertnē. Degvielas līmeņa devēja principiālā elektriskā shēma attēlota 131. zīmējumā.



131. zīm.

Samazinoties degvielas līmenim tvertnē, pludiņš reizē ar to slid uz leju un pārvieto arī sviru. Svirai pārvietojoties, potenciometra R1 slidkontakts pārvietojas pa labi, tā palielinot potenciometra pretestību. Palielinoties potenciometra pretestībai, palielinās visas ķēdes kopējā pretestība un samazinās strāvas stiprums caur pretestību R2. Samazinoties strāvas stiprumam, samazinās arī sprieguma kritums uz R2, un tas nozīmē, ka pazeminās arī līmeņa devēja izejas signāls. Līmeņa devēja izejas signāls ir analogais signāls, tāpēc tas tiek pārveidots digitālajā signālā. Procesors salīdzina ienākošos signālus ar ieprogrammētajiem un, kad ienākošais signāls kļuvis mazāks par minimāli pieļaujamo, ieslēdz brīdinājuma gaismas signālu. Lai izvairītos no mērījuma kļūdām, kas var rasties degvielas viļņošanās dēļ, procesors rēķina signālu vidējo vērtību kādā noteiktā laika periodā. Šī ienākošo signālu vidējā vērtība tiek salīdzināta ar procesora atmiņā reģistrētām vērtībām.



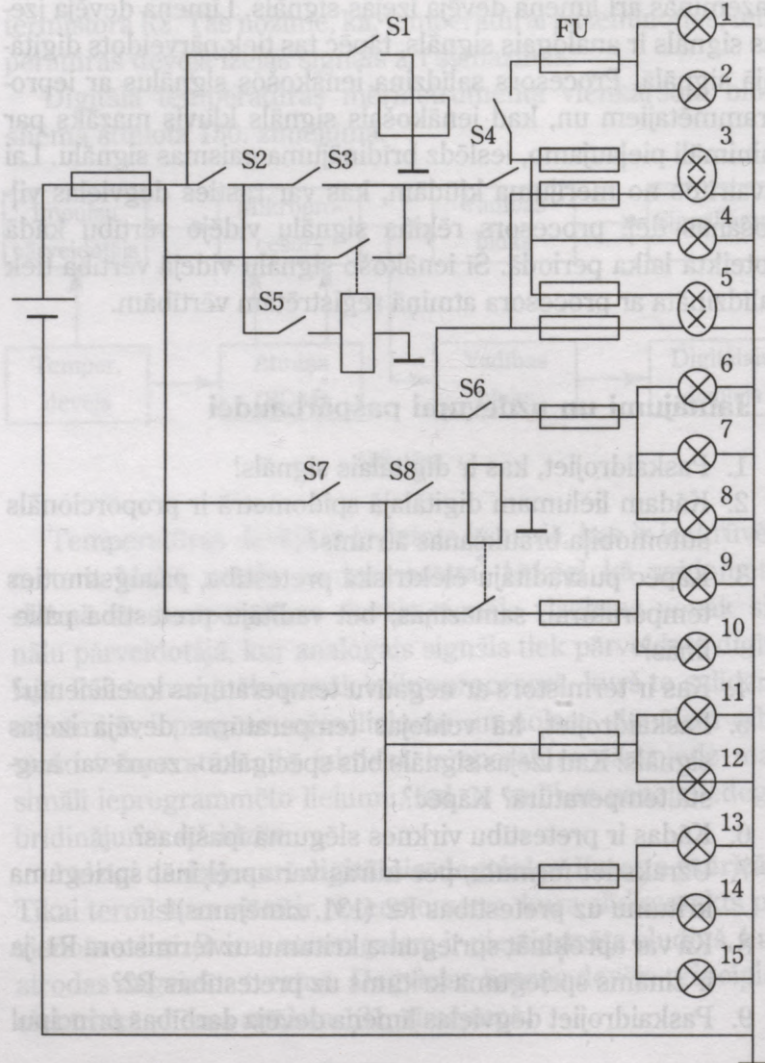
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Paskaidrojiet, kas ir digitālais signāls!
2. Kādam lielumam digitālajā spidometrā ir proporcionāls automobiļa braukšanas ātrums?
3. Kāpēc pusvadītāju elektriskā pretestība, paaugstinoties temperatūrai, samazinās, bet vadītāju pretestība palielinās?
4. Kas ir termistors ar negatīvu temperatūras koeficientu?
5. Paskaidrojiet, kā veidojas temperatūras devēja izejas signāls! Kad izejas signāls būs spēcīgāks – zemā vai augstā temperatūrā? Kāpēc?
6. Kādas ir pretestību virknes slēguma īpašības?
7. Uzrakstiet formulu, pēc kuras var aprēķināt sprieguma kritumu uz pretestības R2 (131. zīmējums)!
8. Kā var aprēķināt sprieguma kritumu uz termistora R1, ja ir zināms sprieguma kritums uz pretestības R2?
9. Paskaidrojiet degvielas līmeņa devēja darbības principu!



35. Apgaismes sistēma

Automobiļa apgaismes sistēma ietver tālās gaismas, tuvās gaismas, gabarītu ugunis, atpakaļgaitas gaismas signālu, automobiļa numura apgaismojumu, miglas lukturus un automobiļa salona apgaismojumu. Vienkāršota automobiļa apgaismojuma sistēmas elektriskā shēma redzama 132. zīmējumā.



132. zīm.

- FU - drošinātājs;
- S1 - papildu spuldžu slēdzis;
- S2 - aizdedzes atslēga;

- S3 - galveno lukturu mirgošanas slēdzis;
- S4 - tuvo-tālo uguņu pārslēgs;
- S5 - galveno lukturu slēdzis;
- S6 - miglas lukturu slēdzis;
- S7 - sānu un gabarītu uguņu slēdzis;
- S8 - priekšējo miglas lukturu slēdzis;
 - 1 - papildu kreisais;
 - 2 - papildu labais;
 - 3 - galvenais lukturis: augšējais kontakts tālās gaismas, apakšējais kontakts tuvās gaismas;
 - 4 - signālspuldze par galveno lukturu ieslēgšanu;
 - 5 - tas pats, kas 3;
 - 6 - miglas lukturis kreisais;
 - 7 - miglas lukturis labais;
 - 8 - signālspuldze par miglas lukturu ieslēgšanu;
 - 9 - priekšējais miglas lukturis;
 - 10 - tas pats, kas 9;
 - 11 - kreisās puses spuldze;
 - 12 - tas pats, kas 11;
 - 13 - labās puses spuldze;
 - 14 - tas pats, kas 13;
 - 15 - numura apgaismojums

Elektriskā ķēde satur tādus elementus kā apgaismojuma spuldzes, slēdzus, drošinātājus un relejus. Vēl joprojām automobiļu apgaismes sistēmā visbiežāk lieto spuldzes ar volframa kvēldiegu. Caur spuldzes kvēldiegu plūstošā strāva uzkaršē to līdz apmēram 2300°C . Līdz šādai augstai temperatūrai uzkaršēts kvēldiegs izstaro spilgtu gaismu. Lai sakarsētais volframs nestātos ķīmiskā reakcijā ar gaisa skābekli, gaiss no balona ir izsūkņēts un tā vietā spuldzes balons ir pildīts ar inertiem gāzi, visbiežāk – argonu. Lai notiktu mazāka siltuma apmaiņa starp sakarsēto kvēldiegu un gāzi, kā arī, lai samazinātu volframa emisiju (iztvaikošanu), kvēldiegs ir izveidots spirāles veidā. Priekšējo galveno lukturu spuldzēm ir divi kvēldiegi – viens tālajām gaismām, otrs tuvajām gaismām. Kvēldiegi parasti izvieto divējādi: pirmajā gadījumā tuvās gaismas kvēldiegs ir novietots blakus tālās gaismas kvēldiegam, parasti virs tā; otrajā gadījumā tuvās gaismas kvēldiegs ir pārklāts ar smalku ekrānu, kas atstaro gaismu un novirza to uz reflektora vienu malu, tā, lai atstarojoties no tā, gaismas stars tiktu virzīts uz leju. Volframa kvēldiega kvēlspuldžu ekspluatācijas laiks ir atkarīgs no diviem faktoriem: barošanas sprieguma un vibrācijas. Tā, piemēram, barošanas spriegumam paaugstinoties tikai par 5%, spuldzes mūžs samazinās par 50%. Tāpēc, kā jau



iepriekš tika teikts, svarīgi ir noregulēt sprieguma regulatora izejas spriegumu vajadzīgajā lielumā. Apgaismes spuldzes ir stingri iestiprinātas patronās. Mainot spuldzes, ir ļoti svarīgi precīzi un stingri tās nostiprināt. Ja spuldze patronā nav cieši nostiprināta, tad, automobilim braucot, vibrācijas dēļ spuldze var zaudēt kontaktu ar spriegumu pievadošiem vadiem un nodzist. Tumšajā diennakts laikā tas var izraisīt avārijas situāciju. Viens patronas izvads ir savienots ar masu, bet otrs pieslēgts elektriskai ķēdei.

Pēdējā laikā arvien plašāku lietojumu gūst halogēnās apgaismojuma spuldzes. Tām salīdzinājumā ar parastajām kvēlspuldzēm ir lielāka gaismas atdeve un ilgāks kalpošanas laiks. Īsumā apskatīsim, kāpēc halogēnām spuldzēm ir šādas priekšrocības. Visbiežāk kā halogēnu izmanto jodu. Pievienojot inertajai gāzei joda tvaikus, samazinās volframa iztvaikošana no sakarsušā kvēldiega. Joda molekulas piesaista volframa atomus, kuri ir pametuši kvēldiega virsmu. Saistītie volframa atomi nespēj aizkļūt tālu no kvēldiega un, kvēldiegam atdziestot, atgriežas atpakaļ uz tā virsmas. Svarīgi atzīmēt, ka šis process norit tikai pie noteiktas gāzu temperatūras spuldzes balonā. Samazinot volframa iztvaikošanu, radās iespēja palielināt kvēldiega temperatūru. Tā rezultātā samazinājās spuldzes balona izmēri. Bez tam, līdz ar kvarca izmantošanu stikla vietā, radās iespēja palielināt gāzes spiedienu spuldzes balonā. Tas vēl vairāk samazināja volframa iztvaikošanu un pagarināja spuldžu darbību.

Tāču jāmin arī svarīgākie halogēno spuldžu trūkumi.

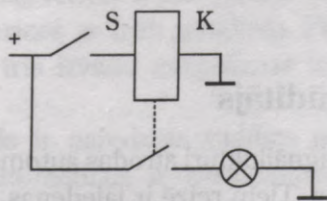
1. Halogēno spuldžu darbību lielā mērā ir atkarīgs no kvēldiega temperatūras. Tāpēc, pazeminoties barošanas spriegumam, strauji samazinās ne tikai lampas gaismas atdeve, bet arī tās kalpošanas laiks. Tas vēlreiz norāda uz to, cik svarīgi ir, lai sprieguma regulators būtu pareizi noregulēts.
2. Halogēno spuldžu balonus nedrīkst aizskart ar rokām. Sāļi no cilvēka ādas nokļūst uz kvarca balona virsmas un, tai sakarstot, izraisa balona plīšanu. Tāpēc pirms luktura aizvēršanas un novietošanas vietā nepieciešams kvarca spuldzes balonu, kamēr tas vēl nav sakarsis, uzmanīgi notīrīt ar metilspirtu un pirms ieslēgšanas ļaut tam nožūt.

Uz vadības paneļa ir kontrolspuldze, kas signalizē par priekšējo lukturu ieslēgšanu.

Slēdži ir novietoti vai nu uz vadības paneļa, vai citā, vadītājam viegli aizsniežamā vietā. Ar slēdžu palīdzību tiek ieslēgtas un atslēgtas spuldzes, kā arī pārslēgtas tuvās un tālās gaismas.

Drošinātāji aizsargā elektrisko ķēdi no īsslēguma strāvas. Īsslēguma strāva salīdzinājumā ar nominālo strāvu (nominālā strāva – strāvas stiprums, kādam ierīce ir aprēķināta) ir vairākas reizes lielāka. Palielinoties strāvas stiprumam ķēdē, palielinās arī izdalītā siltuma daudzums. Tas var sasniegt ievērojamu vērtību pie lielas – tādas kā īsslēguma – strāvas. Izdalītā siltuma daudzums var kļūt lielāks par vadu izolācijas maksimāli pieļaujamo. Tādā gadījumā vadu izolācija tiek bojāta un šie vadi ir steidzami jānomaina. Apgaismes elektrisko ķēžu aizsardzībai no īsslēguma strāvas automobiļos izmanto bimetāliskos drošinātājus. Mēs jau zinām, ka bimetāla plāksnīte sasilstot izliecas. Ja šādu bimetāla plāksnīti, kura sāk izliekties pie strāvas, kas ir lielāka par aprēķināto, ieslēdz virknē ar spuldzi, tad īsslēguma gadījumā plāksnīte izliecas un pārtrauc strāvas ķēdi. Pēc ķēdes pārtraukšanas plāksnīte atdziest un pēc brīža atkal saslēdz ķēdi. Ja īsslēgums vēl ir (var gadīties, ka īsslēgums ir bijis tikai automobiļa sānsveres dēļ, tai izbraucot lielu bedri, kad neizolēta vada posms ir pieskāries automobiļa korpusam), tad pēc īsa brīža bimetāla plāksnīte atkal izliecas un atslēdz ķēdi. Tas nozīmē, ka apgaismes spuldzes pastāvīgi nodzisis, iedegsies un atkal nodzisis.

Relejus apgaismes elektriskajās ķēdēs izmanto, lai samērā lielā strāva, ko patērē automobiļa spuldzes, neplūstu caur slēdža kontaktu, bet caur releja kontaktu. Relejs ir elektromagnētiska ierīce, kuru izmanto, lai elektrisko signālu pārnestu no vienas elektriskās ķēdes uz otru. Apgaismes sistēmas shēmā tas notiek tā, ka ar slēdži tiek ieslēgts relejs, t.i., releja spolei tiek pieslēgts spriegums (133. zīm.).



133. zīm.



Kāpēc automobiļu apgaismes sistēmas aizsardzībai no īsslēguma neizmanto kustošos drošinātājus? Tas ir tāpēc, ka drošinātāja ieliktnā pārdegšanas gadījumā gaismas nodzistu un tas varētu būt par cēloni automobiļa avārijai.



Saslēdzot slēdzi (S), releja spole (K) saņem spriegumu un pa tās vijumiem sāk plūst strāva. Strāvas radītā magnētiskā lauka iedarbības rezultātā spoles serde ievielkas spolē. Serdei ir piestiprināts kontakts, kas atrodas spuldzes ķēdē. Kontaktam saslēdzoties, spuldze saņem spriegumu, caur tās kvēldiegu sāk plūst strāva un tā iedegas. Tādā veidā ir panākts, ka caur slēdzi (S) plūst nevis spuldzes strāva, bet tikai releja spoles strāva, kas ir daudzkārt mazāka. Šāda shēma nodrošina ilgāku slēdža darbmužu, kas kompensē papildu izmaksas, kuras rada releja uzstādīšana.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

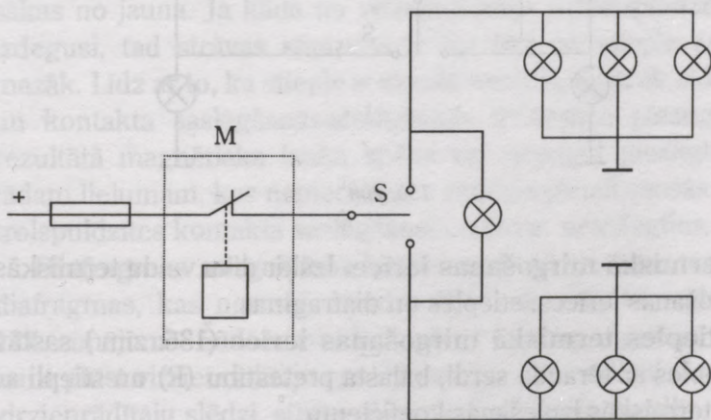
1. Kāds likums saista strāvas stiprumu un izdalītā siltuma daudzumu?
2. Izmantojot formulu $P = UI$, aprēķiniet spuldzes nominālo strāvas stiprumu, ja tās jauda $P=20W$!
3. Paskaidrojiet 133. zīmējumā attēlotās elektriskās shēmas darbību!
4. Paskaidrojiet un parādiet 132. zīmējumā attēlotajā shēmā, kā ieslēgt tuvās ugunis; tālās ugunis; miglas lukturus!
5. Kāda ir kvēlspuldžu uzbūve?
6. Kādi faktori ietekmē kvēlspuldžu darbmužu?
7. Kādas ir halogēno spuldžu priekšrocības salīdzinājumā ar kvēlspuldzēm?
8. Kādi ir halogēno spuldžu trūkumi salīdzinājumā ar kvēlspuldzēm?
9. Paskaidrot drošinātāja lomu apgaismes sistēmas elektriskajā shēmā!
10. Kāda ir releja loma apgaismes sistēmas elektriskajā shēmā?
11. Paskaidrojiet releja uzbūvi un darbības principu!



36. Virzienrādītājs

Virzienrādītāju signāllukturi atrodas automobiļa priekšpusē, aizmugurē un sānos. Tiem reizē ir jāiedegas un jānodziest no 60 līdz 100 reizēm minūtē. Virzienrādītāju signāllukturu gais-

mas izkļiedētāji ir dzeltenā krāsā. Uz vadības paneļa automobiļa salonā atrodas kontrolspuldzīte, kas signalizē par to, ka virzienrādītāji ir ieslēgti. Automobiļa priekšējo un aizmugures virzienrādītāju lukturos izmanto 15 līdz 36 W spuldzes, bet sānos novietotajos lukturos – apmēram 6 W spuldzes. Piepiedu apstāšanās gadījumā ir paredzēta iespēja ieslēgt visus virzienrādītājus. Visu virzienrādītāju – gan kreisajā, gan labajā pusē – mirgošana norāda citiem autovadītājiem, ka šim automobilim ir kādas problēmas; piemēram, sabojājušās bremzes vai sajūgs, vai vienkārši beigusies degviela. Virzienrādītāju elektriskā principiālā shēma attēlota 134. zīmējumā.



134. zīm.

Arī šo elektrisko ķēdi līdzīgi kā apgaismes sistēmas elektrisko ķēdi no išslēguma aizsargā ar drošinātāju. Ieslēdzot slēdzi (S) stāvoklī "pa kreisi" vai "pa labi", vadītājs pieslēdz spriegumam attiecīgos trīs virzienrādītājus.

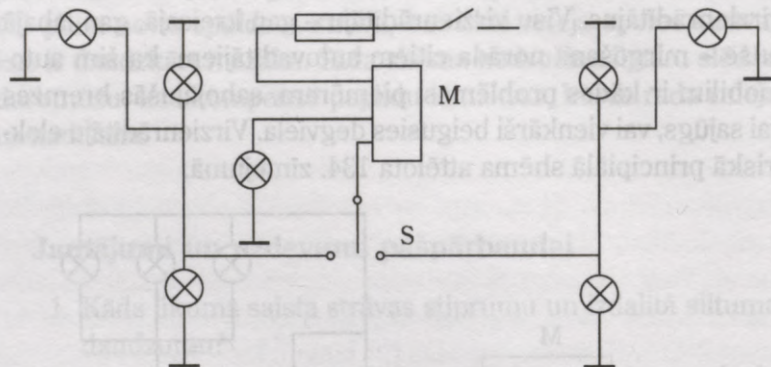
Sarežģītākais virzienrādītāju elektriskās shēmas elements ir mirgošanas ierīce, t.i., ierīce, kura tiem periodiski pieslēdz un atslēdz spriegumu. 134. zīmējumā attēlotajā elektriskajā shēmā mirgošanas ierīcei ir divi izvadi. Vecāku modeļu automobiļos ir arī ierīces ar trim izvadiem. Principiālā elektriskā shēma ar šādu trīs izvadu mirgošanas ierīci ir attēlota 135. zīmējumā.

Trešais izvads ir paredzēts vadības paneļa signāllampas pieslēgšanai. Automobiļos ir sastopamas trīs veidu mirgošanas ierīces: elektroniskās; termiskās; kapacitatīvās. Elek-



Ierīci, kas virzienrādītāju signāllukturiem pievada sprieguma impulsus, praksē bieži sauc nevis par mirgošanas ierīci, bet par releju. Patiesībā šim ierīcēm ar releju ir maz kopīga. Atcerēsimies, ka relejs ir elektromagnētiska ierīce, kas sastāv no spoles ar serdi un kontaktiem. Vienīgi elektronisko mirgošanas ierīču izejā ir relejs. Kāpēc tas tā ir, runāts šajā nodaļā.

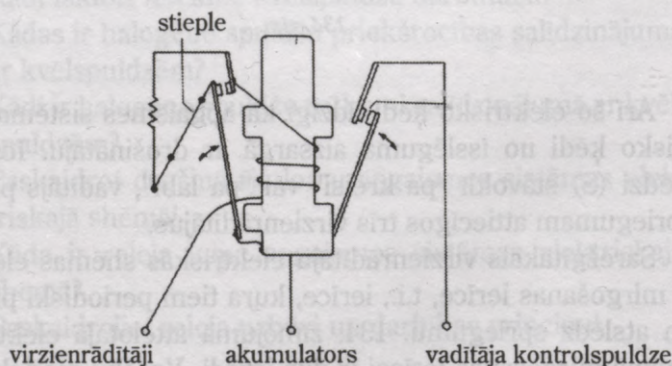
troniskās ierīces tagad tiek lietotas visos jaunāko modeļu automobiļos, taču joprojām vēl ir daudz automobiļu, kuros ir termiskās mirgošanas ierīces. Kapacitatīvās mirgošanas ierīces praktiski ir sastopamas vairs tikai atsevišķu modeļu automobiļos, tāpēc šīs ierīces neaplūkosim.



135. zīm.

Termiskā mirgošanas ierīce. Izšķir divu veidu termiskās mirgošanas ierīces: stieples un diafragmas.

Stieples termiskā mirgošanas ierīce (136. zīm.) sastāv no spoles ar tērauda serdi, balasta pretestību (R) un stiepli ar lielu termiskās izplešanās koeficientu.

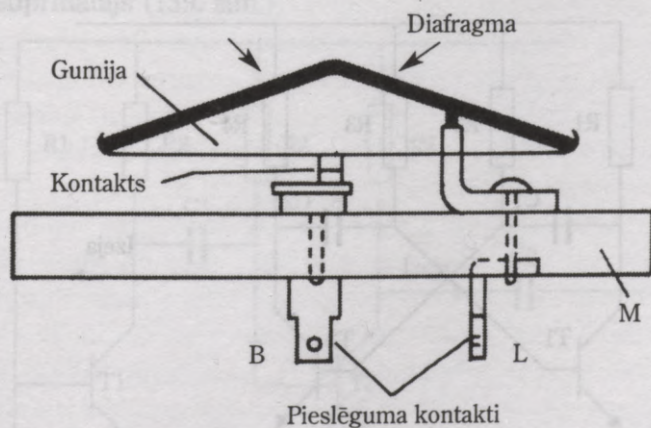


136. zīm.

Kad vadītājs ieslēdz virzienrādītāju, strāva sāk plūst caur spoli, stiepli un balasta pretestību (R) uz signāllukturiem. Balasta pretestība izraudzīta ar tādu aprēķinu, lai sprieguma kritums uz tās būtu tik liels, ka spuldzes nedeg. Strāvai plūstot

caur stiepli, tā sasilst un pagarinās. Atsperes spēks saslēdz kontaktu, kas šuntē balsta pretestību un stiepli. Tagad strāva plūst tieši caur spoli uz signālluktu spuldzēm un tās iedegas. Palielinoties strāvas stiprumam caur spoli, palielinās magnētiskā lauka spēks un tā iedarbībā saslēdzas kontakts, kas ieslēdz kontrolspuldzīti uz vadības paneļa. Tagad strāva caur stiepli neplūst un tā atdziest. Atdziestot stieple kļūst īsāka un atslēdz kontaktu. Strāvas stiprums caur spoli samazinās, samazinās magnētiskā lauka spēks un atslēdzas kontakts, kurš atslēdz kontrolspuldzīti. Tā kā strāva atkal plūst caur pretestību, tad virzienrādītāja signālsplūdzes nodziest. Cikls sākas no jauna. Ja kāda no virzienrādītāja signālsplūdzēm ir izdegusi, tad strāvas stiprums ir mazāks un stieple sasilst mazāk. Līdz ar to, ka stieple ir mazāk sasīlusi, tā ātrāk atdziest un kontakta saslēgšanās-atslēgšanās frekvence pieaug. Tā rezultātā magnētiskā lauka spēks var nepagūt pieaugt līdz tādām lielumiem, kas nepieciešams vadības panelī esošās kontrolspuldzītes kontakta saslēgšanai un tā var neiedegties.

Diafragmas mirgošanas ierīce sastāv no elastīgas tērauda diafragmas, kas normāli atrodas tādā stāvoklī, kā redzams 137. zīmējumā. Šādā stāvoklī to notur stiegrota gumija, caur kuru plūst virzienrādītāju spuldzu strāva. Kad vadītājs ieslēdz virzienrādītāju slēdzi, strāva plūst caur stiegroto gumiju.



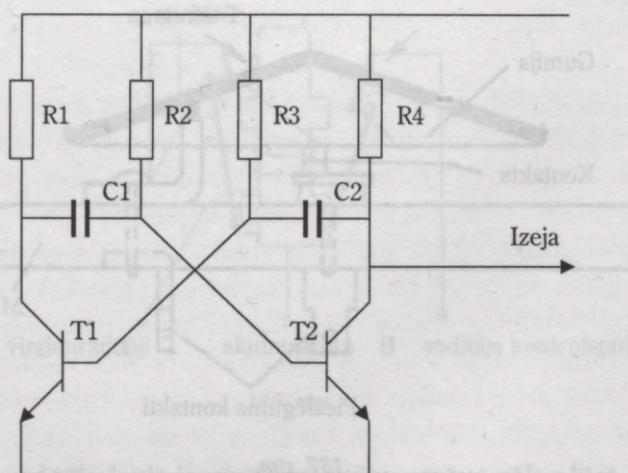
137. zīm.

Gumija sasilst un izplešas, atbrīvojot diafragmu. Diafragma iztaisnojas ar dzirdamu klikšķi. Diafragmai iztaisnojoties, atslēdzas kontakts, kas pārtrauc virzienrādītāju signālluktu

elektrisko ķēdi, un spuldzes nodziest. Tajā pašā laikā strāva pārstāj plūst caur gumiju un tā atdziest. Atdziestot gumija saraujas un saliec diafragmu izejas stāvoklī atkal ar dzirdamu klikšķi. Strāva atkal sāk plūst caur gumiju un virzienrādītāju spuldzes iedegas no jauna. Šādai mirgošanas ierīcei ir tikai divi izvadi. Ja kāda spuldze izdeg, tad strāvas stiprums ir pārāk mazs, lai sasildītu gumiju tiktāl, ka tā izstiepijas un atbrīvo diafragmu. Tāpēc, ja kāda spuldze ir izdegusi, tad pārējās deg, bet nemirgo. Tas pats notiek arī ar kontrolspuldzīti vadības panelī.

Elektroniskā mirgošanas ierīce. Kā elektronisko mirgošanas ierīci izmanto multivibratoru – elektronisku ierīci, kuras izejā ir taisnstūrveida sprieguma impulsi. Multivibrators elektriskā shēma attēlota 138. zīmējumā.

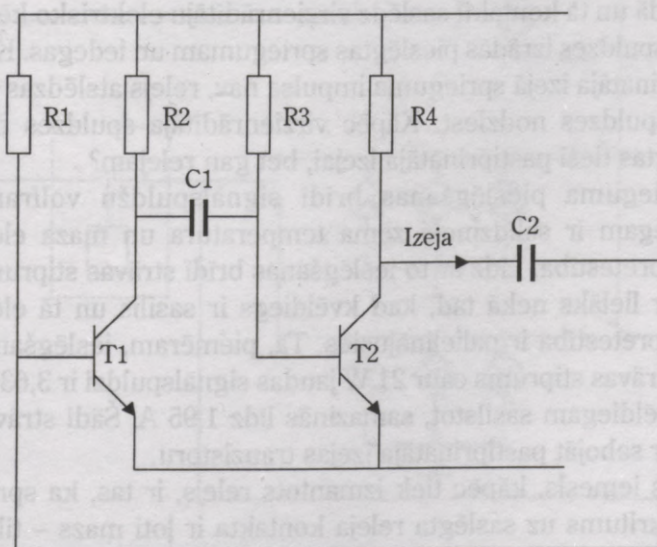
Multivibratoru veido divi tranzistori, starp kuriem ir izveidotas kolektora – bāzes saites. Saites elementi ir kondensatori C1 un C2, kā arī pretestības R2 un R3. Pieņemsim, ka tranzistors T1 ir slēgts, bet tranzistors T2 – atvērts. Tādā gadījumā gandrīz viss barošanas spriegums krīt uz ārējās pretestības R4 un multivibrators izejas spriegums U_{iz} ir vienāds ar nulli. Tā kā tranzistors T1 ir slēgts, tad tā kolektora strāva ir vienāda ar nulli. Kondensators (C1) ir uzlādēts un uz tā platēm ir pilns barošanas spriegums.



138. zīm.

Tranzistors T1 var būt slēgts tikai tad, ja uz tā bāzes ir pozitīvs spriegums. Taču ilgstoši tas nevar pastāvēt, jo caur pretestību R2 uzlādējas kondensators C2 un spriegums uz tranzistora T1 bāzes pakāpeniski kļūst negatīvāks, līdz tranzistors T1 atveras. Caur pretestību R1 sāk plūst strāva, un spriegums uz tranzistora T1 kolektora kļūst pozitīvāks, tuvojoties nullei. Pēkšņā T1 kolektora sprieguma izmaiņa rada tādu pašu tranzistora T2 bāzes sprieguma izmaiņu – tas kļūst pozitīvāks un tranzistors T2 aizveras. Šajā momentā kondensators C1 sāk izlādēties. Izlādēšanās strāva rada pozitīvu sprieguma kritumu uz pretestības R2. Šis pozitīvais spriegums notur tranzistoru T2 slēgtā stāvoklī. Tranzistoram T2 veroties ciet, tā kolektora spriegums cenšas sasniegt barošanas sprieguma vērtību. Laiku, kurā tas notiek, nosaka kondensatora C2 uzlādēšanās laiks. Praktiski to var neievērot un ar pieņemamu pieļāvumu varam teikt, ka spriegumam ir taisnstūra forma. Šinī laikā notiek arī kondensatora C1 izlādēšanās. Kādā laika momentā spriegums uz tranzistora T2 bāzes ir samazinājies tiklīdz, ka tranzistors atveras. Tanī pašā laikā spriegums uz tranzistora T1 bāzes kļūst pozitīvs un tranzistors aizveras. Tagad process atkārtojas, tikai ar to starpību, ka tagad tranzistors T1 ir atvērts, bet tranzistors T2 – aizvērts.

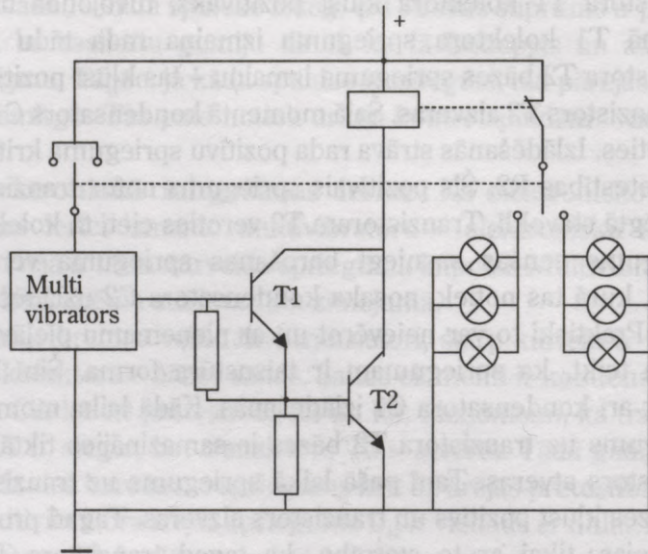
Diezgan bieži multivibrators ir izveidots kā divpakāpju pastiprinātājs (139. zīm.).



139. zīm.

Taisnstūrveida signāls no otrās pakāpes izejas caur atgriezenisko saiti tiek pievadīts pirmās pakāpes ieejai. Šī shēma principā ir ekvivalenta 138. zīmējumā attēlotajai shēmai.

Pēc multivibratora signāls tiek pievadīts pastiprinātājam, kura slodze ir releja spoles tinums (140. zīm.).



140. zīm.

Kad pastiprinātāja izejā parādās sprieguma impulss, relejs nostrādā un tā kontakti saslēdz virzienrādītāju elektrisko ķēdi. Signālspludzes izrādās pieslēgtas spriegumam un iedegas. Kad pastiprinātāja izejā sprieguma impulsa nav, relejs atslēdzas un signālspludzes nodziest. Kāpēc virzienrādītāja spuldzes nav pieslēgtas tieši pastiprinātāja izejai, bet gan relejam?

Sprieguma pieslēgšanas brīdī signālspludžu volframa kvēldiegam ir salīdzinoši zema temperatūra un maza elektriskā pretestība. Līdz ar to ieslēgšanas brīdī strāvas stiprums ķēdē ir lielāks nekā tad, kad kvēldiegs ir sasilis un tā elektriskā pretestība ir palielinājusies. Tā, piemēram, ieslēgšanas brīdī strāvas stiprums caur 21 W jaudas signālspludzi ir 3,63 A, bet, kvēldiegam sasilstot, samazinās līdz 1,95 A. Šādi strāvas piķi var sabojāt pastiprinātāja izejas tranzistoru.

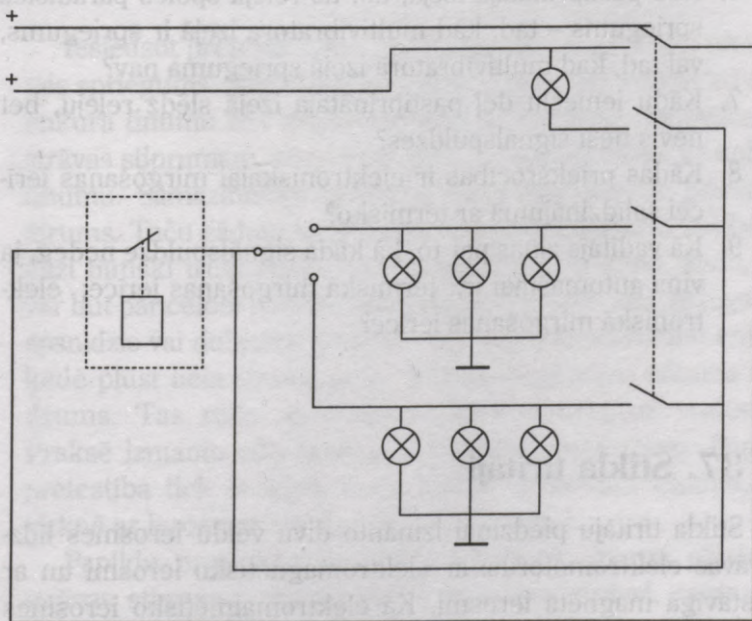
Otrs iemesls, kāpēc tiek izmantots relejs, ir tas, ka sprieguma kritums uz saslēgta releja kontakta ir ļoti mazs – tikai apmēram 0,1 V. Sprieguma kritums uz atvērta tranzistora

kolektora – emitera ķēdes ir apmēram 1V. Tas rada lielākus elektriskās jaudas zudumus tranzistorā nekā relejā.

Elektroniskajām mirgošanas ierīcēm salīdzinājumā ar termiskajām ir dažas priekšrocības. Kā pirmo var minēt virzienrādītāju spuldžu konstanto mirgošanas frekvenci, kura nav atkarīga no signālspuldžu jaudas. Bez tam, izņemot releju, elektroniskajā mirgošanas ierīcē nav nekādu mehānisku daļu, kas varētu nodilt vai izregulēties. Ja kāda spuldze ir bojāta, tad par to liecina vadības paneļa kontrolspuldzītes mirgošana ar dubultu frekvenci.

Reālā elektroniskās mirgošanas ierīces elektriskā shēma ir sarežģītāka nekā vienkārši multivibratora un pastiprinātāja shēma. Tajā ir sprieguma regulators, kas nodrošina konstantu mirgošanu, ja barošanas spriegums ir robežās no 9 līdz 15 voltiem. Ierīces shēmā ir kondensatori, kuri absorbē releja spoles pašindukcijas sprieguma maksimumus un kalpo arī kā radio-traucējumu slāpētāji. Lai novērstu pretējas polaritātes sprieguma nokļūšanu uz multivibratoru un pastiprinātāju, shēmā ir ieslēgta diode.

Piespiedu apstāšanās gadījumā ir jāmirgo visām virzienrādītāju signālspuldzēm. 141. zīmējumā attēlotajā elektriskajā shēmā ir parādīts četrpolu slēdzis, ar kura palīdzību šāds



141. zīm.

režims tiek īstenots. Ja slēdzis atrodas zīmējumā attēlotajā stāvoklī, tad signālspludzes rāda pagriezieni. Ja slēdzis tiek pārvietots uz leju, tad shēma darbojas piespiedu apstāšanās signalizācijas režīmā. Par to vadītājam signalizē kontrolspuldzīte uz automobiļa vadības paneļa.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kā – virknē vai paralēli – ķēdē ar mirgojošajām virzienrādītāju spuldzēm ieslēgta kontrolspuldzīte uz vadības paneļa?
2. Izmantojot elektriskās jaudas formulu $P = U I$, aprēķiniet drošinātāja FU nominālo strāvu (134. zīm.)! Vadības paneļa kontrolspuldzītes un mirgošanas ierīces patērēto elektrisko jaudu neņemiet vērā!
3. Nosauciet mirgošanas ierīču veidus un raksturojiet to lietošanas jomu!
4. Izmantojot 136. zīmējumu, paskaidrojiet termiskās mirgošanas ierīces darbības principu!
5. Izmantojot 138. zīmējumu, paskaidrojiet multivibratora darbības principu!
6. Kad pastiprinātāja izejā, t.i., uz releja spoles parādīsies spriegums – tad, kad multivibratora izejā ir spriegums, vai tad, kad multivibratora izejā sprieguma nav?
7. Kādu iemeslu dēļ pastiprinātāja izejā slēdz releju, bet nevis tieši signālspludzes?
8. Kādas priekšrocības ir elektroniskajai mirgošanas ierīcei salīdzinājumā ar termisko?
9. Kā vadītājs zinās par to, ka kāda signālspludze nedeg, ja viņa automašīnai ir: termiskā mirgošanas ierīce; elektroniskā mirgošanas ierīce?



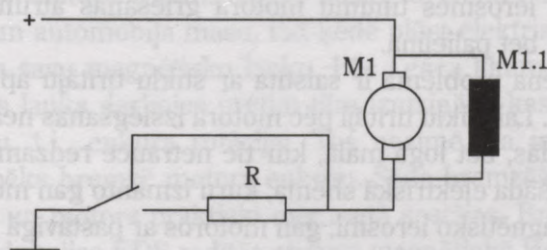
37. Stikla tīrītāji

Stikla tīrītāju piedziņai izmanto divu veidu ierosmes līdzstrāvas elektromotorus: ar elektromagnētisko ierosmi un ar pastāvīgā magnēta ierosmi. Kā elektromagnētisko ierosmes veidu izmanto paralēlo ierosmi, t.i., ierosmes tinums slēgts

paralēli enkura tinumam. Pēdējā laikā aizvien plašāk lieto motorus ar pastāvīgā magnēta ierosmi. Tas ir noticis, pateicoties jaunu magnētisku materiālu ražošanas tehnoloģijas apgūšanai.

Parasti stikla tīrītāju motoram ir iespējami divi ātrumi. Motoram ar pastāvīgā magnēta ierosmi lielāka griešanās ātruma iegūšanai tiek izmantotas trīs sukas. Papildu suka ir šaurāka par pārējām divām. Spriegums uz papildu suku tiek pievadīts tikai tad, kad nepieciešams, lai stikla tīrītājs darbotos ātrāk.

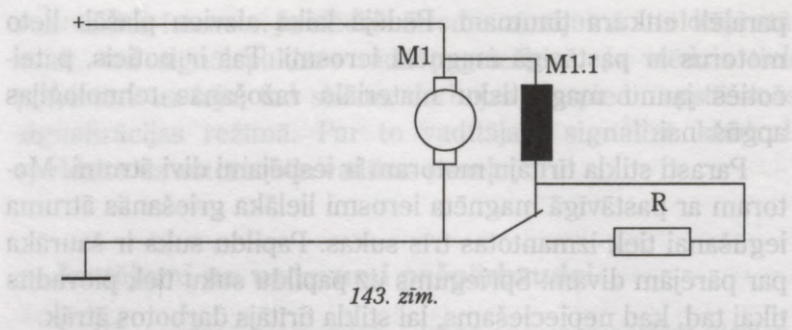
Lai izmainītu elektromagnētiskās paralēlās ierosmes motora griešanās ātrumu, ir iespējami divi veidi. Pirmkārt, virknē ar enkura tinumu ieslēdz pretestību R (142. zīm.).



142. zīm.

Ieslēdzot pretestību R, samazinās enkura tinumam pievadi-
tais spriegums. Samazinoties spriegumam, samazinās arī caur
enkura tinumu M1 plūstošās strāvas stiprums. Samazinoties
strāvas stiprumam, samazinās spēks, kas iedarbojas uz enkura
tinumu. Samazinoties spēkam, samazinās motora griešanās
ātrums. Taču šādam motora ātruma samazināšanas veidam ir
daži būtiski trūkumi. Pirmkārt, samazinās motora jauda, kas
var būt par cēloni tam, ka stiklu tīrītājs nedarbosies, ja logs būs
apsnidzis vai dubļains. Otrkārt, caur papildu pretestību enkura
ķēdē plūst liela strāva, tāpēc izdalās ievērojams siltuma dau-
dzums. Tas rada ievērojamus elektroenerģijas zudumus.
Praksē izmanto citu ātruma maiņišanas paņēmieni. Papildu
pretestība tiek ieslēgta nevis virknē ar enkura tinumu, bet
virknē ar ierosmes tinumu M1.1 (143. zīm.).

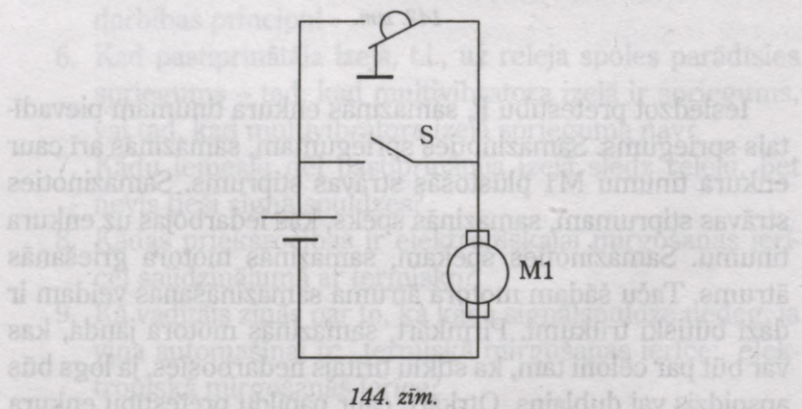
Papildu pretestība samazina ierosmes tinumā plūstošās
strāvas stiprumu. Samazinoties ierosmes strāvai, samazinās
šīs strāvas radītais magnētiskais lauks. Magnētiskā lauka



143. zīm.

pavājināšanās rada enkura griešanās ātruma pieaugumu. Tātad atšķirībā no iepriekšējā paņēmiena – papildu pretestība virknē ar enkura tinumu – ar papildu pretestības ieslēgšanu virknē ar ierosmes tinumu motora griešanās ātrumu nevis samazina, bet palielina.

Vēl viena problēma ir saistīta ar stiklu tīrītāju apstāšanos loga malā. Lai stiklu tīrītāji pēc motora izslēgšanas neapstātos, kur pagadās, bet loga malā, kur tie netraucē redzamību, tika izveidota šāda elektriskā shēma, kuru izmanto gan motoros ar elektromagnētisko ierosmi, gan motoros ar pastāvīgā magnēta ierosmi (144. zīm.).



144. zīm.

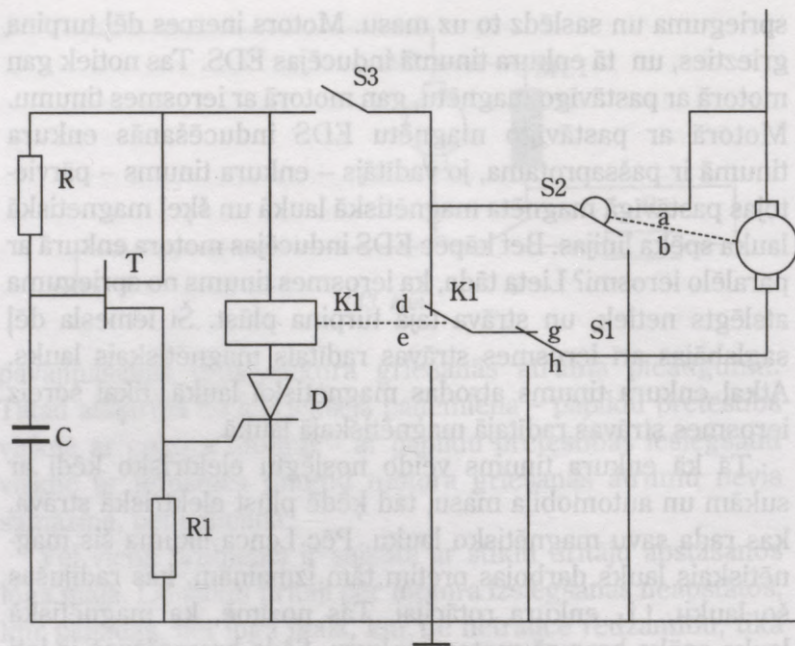
Shēmā redzams, ka paralēli slēdzim (S), ar kuru vadītājs ieslēdz stiklu tīrītāju motoru, shēmā ir ieslēgts vēl viens slēdzis. Šo slēdzi darbina ekscentrs, kas novietots uz motora ass. Ja vadītāja slēdzis ir ieslēgts, tad paralēlajam slēdzim nav nekādas nozīmes, jo elektriskā ķēde saslēdzas caur vadītāja slēdzi. Kad vadītājs izslēdz stiklu tīrītāju motoru, ķēde ir noslēgta caur ekscentra slēdzi tikmēr, kamēr ekscentrs neatspiež slēdža kontaktu. Kontakts atvieno stiklu tīrītāju motoru no

sprieguma un saslēdz to uz masu. Motors inerces dēļ turpina griezties, un tā enkura tinumā inducējas EDS. Tas notiek gan motorā ar pastāvīgo magnētu, gan motorā ar ierosmes tinumu. Motorā ar pastāvīgo magnētu EDS inducēšanās enkura tinumā ir pašsaprotama, jo vadītājs – enkura tinums – pārvietojas pastāvīgā magnēta magnētiskā laukā un šķeļ magnetiskā lauka spēka līnijas. Bet kāpēc EDS inducējas motora enkurā ar paralēlo ierosmi? Lieta tāda, ka ierosmes tinums no sprieguma atslēgts netiek, un strāva tajā turpina plūst. Šī iemesla dēļ saglabājas arī ierosmes strāvas radītais magnētiskais lauks. Atkal enkura tinums atrodas magnētiskā laukā, tikai šoreiz ierosmes strāvas radītajā magnētiskajā laukā.

Tā kā enkura tinums veido noslēgtu elektrisko ķēdi ar sukām un automobiļa masu, tad ķēdē plūst elektriskā strāva, kas rada savu magnētisko lauku. Pēc Lenca likuma šis magnētiskais lauks darbojas pretim tām izmaiņām, kas radījušas šo lauku, t.i., enkura rotācijai. Tas nozīmē, ka magnētiskā lauka spēks bremsē motora enkuru. Šāda bremsēšana ir ļoti efektīva un motors praktiski momentā apstājas. Bremsēšanu ar pašindukcijas EDS radītās strāvas magnētiskā lauka spēku elektrotehnikā sauc par rekuperatīvo bremsēšanu. Tāda bremsēšana ir nepieciešama tāpēc, ka motora enkura inerces dēļ ekscentrs paiet gar kontaktu un tas atkal saslēdzas.

Samērā bieži rodas nepieciešamība pēc stiklu tīrītāju darbības ar pārtraukumiem. Šāda nepieciešamība var rasties tad, kad no debesīm krit tikai atsevišķas lāses vai pretim braucošie automobiļi iemet priekšējā stiklā šļakatas. Tīrītāju periodiska ieslēgšana un izslēgšana ar roku ir apgrūtinoša, turklāt tā novērš vadītāja uzmanību no situācijas uz ceļa. Praksē lieto 145. zīmējumā attēloto elektrisko shēmu.

Stikla tīrītāju motora ieslēgšanās biežumu nosaka kondensatora (C) uzlādēšanās laiks. Ieslēdzot pārtrauktās darbības slēdzi S3, kondensators sāk uzlādēties. Spriegumam uz kondensatora platēm pieaugot līdz kādam lielumam U, lauktranzistors (T) atveras un caur pretestību R1 sāk plūst strāva. Sprieguma kritums uz R1 atver tīrīstori D1, un nostrādā relejs K1. Tas pārslēdz savus kontaktus K1.1 no stāvokļa d stāvoklī e. Motora enkura tinums tagad ir pieslēgts pilnam barošanas spriegumam un stikla tīrītāji sāk strādāt. Tā kā lauktranzistors T tagad vada strāvu, tad kondensators caur to izlādējas.



145. zim.

Spriegums uz lauktranzistora aizvara G samazinās, un lauktranzistors aizveras. Kad strāva caur pretestību R1 neplūst, tiristors D1 aizveras un relejs K1 atslēdzas. Releja kontakts K1.1 pārslēdzas no stāvokļa e stāvokli d. Stikla tīrītāju motors nesaņem spriegumu un apstājas. Normālā režīmā stikla tīrītāji darbojas, ja slēdzis S1 ir ieslēgts stāvokli h. Lai izslēgtu stikla tīrītājus, slēdzis S1 ir jāpārslēdz stāvokli g. Stikla tīrītāju motors turpina griezties, līdz slēdža S2 ekscentrs pārslēgs S2 stāvokli a. Tagad motora enkurs izrādās saslēgts īsi un notiek rekuperatīvā bremzēšana.

Cits veids, kā realizēt stikla tīrītāju darbību ar pārtraukumiem, ir vadības shēmā izmantot multivibratoru. Multivibrators shēmā mainot kondensatora kapacitāti un izlādes pretestības lielumu, var panākt vēlamo stikla tīrītāju motora ieslēgšanās-izslēgšanās biežumu.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

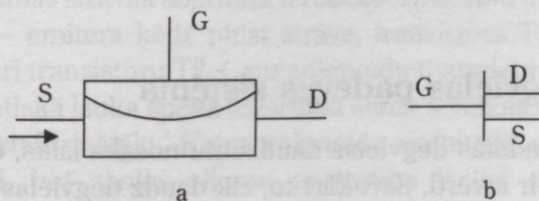
1. Kādus elektromotorus izmanto stikla tīrītāju piedziņai?
2. Ko sauc par paralēlo ierosmi? Kādas ir paralēlās ieros-

mes priekšrocības un trūkumi salīdzinājumā ar citiem ierosmes veidiem?

3. Kādi ir paralēlās ierosmes līdzstrāvas motora ātruma mainīšanas veidi, un kuru no tiem izmanto stikla tīrītāju motoros? Paskaidrojiet, kāpēc? Uzzīmējiet šīs ierosmes elektrisko shēmu!
4. Paskaidrojiet 144. zīmējumā attēlotās shēmas darbību!
5. Kas ir rekuperatīvā bremsēšana, un kāpēc to izmanto stikla tīrītāju shēmās?
6. Kāds ir Lenca likums?
7. Paskaidrojiet 145. zīmējumā attēlotajā elektriskajā shēmā stikla tīrītāju motora darbību nepārtrauktā režīmā!
8. Paskaidrojiet 145. zīmējumā attēlotajā elektriskajā shēmā stikla tīrītāju motora darbību pārtrauktā režīmā!
9. Paskaidrojiet 145. zīmējumā attēlotajā elektriskajā shēmā, kā tiek nodrošināta stikla tīrītāju suku apstāšanās loga malā?
10. Kuras ir kondensatoru izlādes pretestības 138. zīmējumā attēlotajā multivibratora shēmā?

38. Lauktranzistors

Lauktranzistoru izmanto stikla tīrītāju elektriskajā shēmā, lai būtu iespējams to darbināt ar pārtraukumiem (145. zīm.). Lauktranzistora shematiskais attēls un grafiskais apzīmējums elektriskajās shēmās redzams 146. zīm. a un b.



146. zīm.

Atšķirībā no tranzistoriem, kurus apskatījām iepriekšējās nodaļās, lauktranzistors atveras un aizveras nevis bāzes strā-



vas, bet gan sprieguma ietekmē. Arī p-n pāreja lauktranzistoram ir tikai viena. Kā redzams shēmā, arī izvadu apzīmējums ir atšķirīgs. Elektrodu, kas novietots centrālajā daļā pie p-n pārejas, sauc par aizvaru un apzīmē ar burtu G (angļu val. "gate"). To elektrodu, no kura plūst strāva, sauc par izteci un apzīmē ar burtu S (angļu val. "source"). Elektrodu, uz kuru strāva plūst, sauc par noteci un apzīmē ar burtu D (angļu val. "drain"). Lauktranzistora sprostsļāņa biezums ir atkarīgs no aizvaram pievadītā sprieguma lieluma. Ja aizvaram G ir pieslēgts negatīvs spriegums, kā parādīts 146. zīmējumā a, tad izveidojies sprostsļānis praktiski neļauj strāvai plūst no izteces S uz noteci D, jo sprostsļāni gandrīz nemaz nav pārvietoties spējīgu lādiņu. Atlikušo kristāla daļu sauc par kanālu. Palielinot aizvaram pievadīto spriegumu (spriegumam kļūstot pozitīvākam), sprostsļāņa biezums samazinās un caur lauktranzistoru sāk plūst strāva. Tādā veidā ar pievadītā sprieguma lielumu ir iespējams mainīt kanāla platumu un reizē ar to arī lauktranzistora pretestību. Lauktranzistora p-n pārejas pretestība ir tik liela, ka praktiski pārejai pieliktais spriegums neietekmē caur to plūstošās strāvas stiprumu.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Cik p-n pāreju ir lauktranzistorā?
2. Kā sauc lauktranzistora izvadus (elektrodus)?
3. Kāda elektriska lieluma ietekmē lauktranzistors aizveras un atveras?
4. Kur izmanto lauktranzistorus?

39. Degvielas padeves sistēma

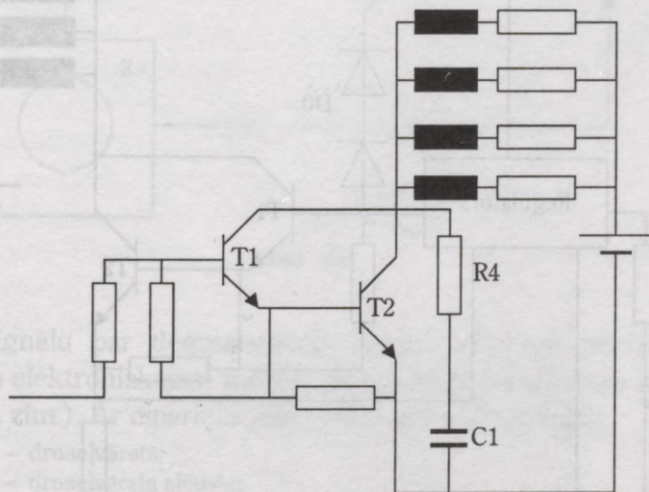
Motorā padotās degvielas daudzumu nosaka laiks, cik ilgi smidzinātāji ir atvērti. Savukārt to, cik daudz degvielas nepieciešams iesmidzināt motora cilindrā, nosaka motora darbības parametri. Ziņas par šo parametru stāvokli iegūstam no devējiem. Svarīgākie devēji degvielas padeves sistēmā ir:

- ieplūstošā gaisa daudzuma devējs;
- motora kloķvārpstas griešanās ātruma devējs;



- motora temperatūras devējs;
- ieplūstošā gaisa temperatūras devējs;
- akumulatora sprieguma devējs.

Svarīgi ir, lai smidzinātāju vārsti atvērtos vienlaikus un atvēršanās laiks būtu pēc iespējas mazāks. Apskatīsim vienu iespēju, kā nodrošināt smidzinātāju vārstu vienlaikus atvēršanos (147. zīm.).



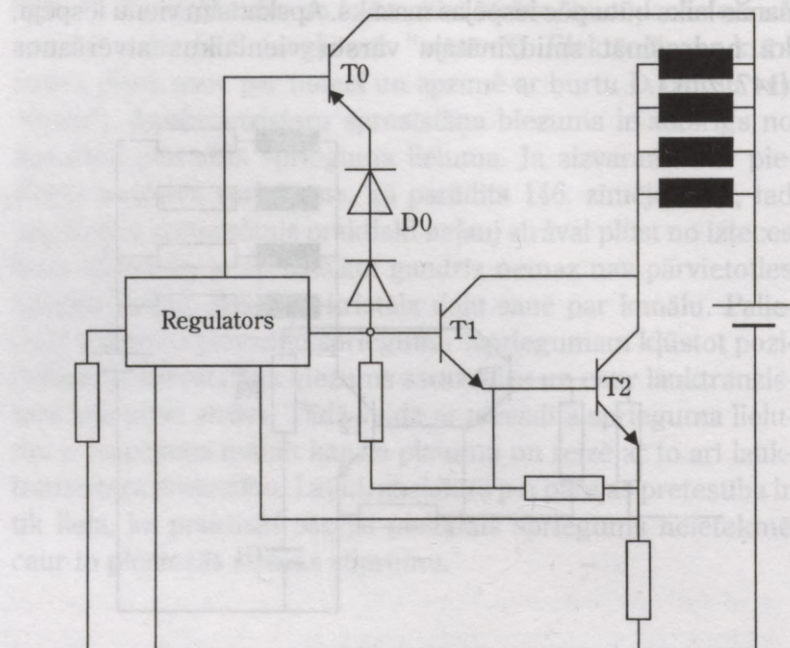
147. zīm.

Attēlotajā shēmā galveno funkciju pilda mums jau labi zināmais tranzistoru pastiprinātājs. Pastiprinātāja izejā virknē ar sprieguma avotu paralēli ir saslēgti smidzinātāju solenoīdi. (Atcerēsimies, kas ir solenoīds – tā ir cilindriskā spole ar tērauda serdi). Virknē ar solenoīdiem ir ieslēgtas balasta pretestības strāvas stipruma ierobežošanai. Kad tranzistora T1 bāzes – emitera ķēdē plūst strāva, tranzistors T1 atveras un atver arī tranzistoru T2. Caur solenoīdu tinumiem plūst strāva, magnētiskā lauka spēka iedarbībā serde ievielkas solenoīdā un atver smidzinātāju. Katra solenoīda nominālā strāva ir 1,7 ampēri, bet spoles vijumu pretestība ir 2,4 omi. Balasta pretestības lielums tiek aprēķināts tā, lai solenoīda vijumos plūstu nominālā strāva pie 14 voltu barošanas sprieguma. Ķēde R4, C1 aizsargā pastiprinātāja tranzistorus no pašindukcijas sprieguma pīķiem. Parasti pastiprinātājs ir izveidots kā neliela mikrosHEMA ar attiecīgajiem pieslēgkontaktiem.



Tā kā visi smidzinātāju vārsti atveras vienlaikus, tad dažos cilindros ieplūdes vārsti ir aizvērti. Šajos cilindros degmaisījums "gaida", kamēr atvērsies ieplūdes vārsti.

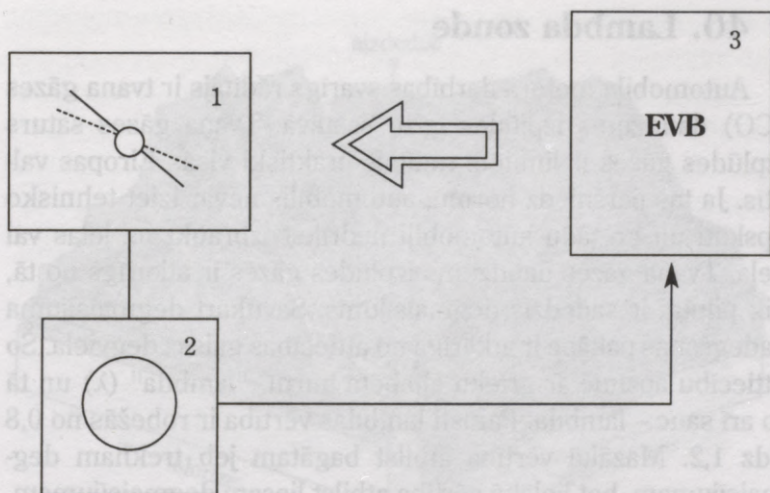
Apskatītās shēmas trūkums ir tas, ka balasta pretestībās tiek zaudēts daudz elektroenerģijas. Lai novērstu šos zudumus, strāvas ierobežošanai izmanto elektronisku strāvas ierobežotājierīci (148. zīm.).



148. zīm.

Strāvas ierobežotājierīce principā darbojas līdzīgi kā ģenerators sprieguma regulators. Šī ierīce samazina strāvas stiprumu solenoīdā līdz lielumam, kāds nepieciešams serdes noturēšanai (apmēram 0,5 ampēri vienam solenoīdam). Tas ļauj samazināt kopējo strāvu un nepieciešamības gadījumā viena strāvas ierobežošanas ierīce var darbināt 12 smidzinātājus. Iesmidzināšanas perioda beigās strāvas stiprums samazinās līdz 0,25A un smidzinātāji aizveras. Tranzistors T0 un diode D0 veido noplūdes strāvas ķēdi, kad tranzistors T2 aizveras. Liela elektroniskās strāvas regulēšanas ierīces priekšrocība ir tā, ka smidzinātāji sekmīgi darbojas ar barošanas spriegumu no 6 līdz 16 voltiem.

Palielinoties motora slodzei, ir nepieciešams bagātināt degmaisījumu.



149. zīm.

Signālu par degmaisījuma sastāva izmaiņas nepieciešamību elektroniskajam vadības blokam dod droseļvārsta slēdzis (149. zīm.). Ar cipariem apzīmētas šādas sastāvdaļas:

- 1 – droseļvārsts;
- 2 – droseļvārsta slēdzis;
- 3 – elektroniskais vadības bloks.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Nosauciet svarīgākos devējus degvielas padeves sistēmā!
2. Aprēķiniet 147. zīmējumā attēlotajā elektriskajā shēmā redzamo balasta pretestību lielumus (nepieciešamie lielumi doti tekstā)!
3. Aprēķiniet 147. zīmējuma shēmā pastiprinātāja slodzes pretestību un strāvas stiprumu!
4. Paskaidrojiet ģenerators sprieguma regulatora darbības principu (75. zīm.)!
5. Kādas priekšrocības ir 148. zīmējumā attēlotajai shēmai salīdzinājumā ar 147. zīmējumā attēloto shēmu?
6. Aprēķiniet 148. zīmējumā attēlotā pastiprinātāja slodzes strāvu solenoīdu noturēšanas režīmā!



40. Lambda zonde

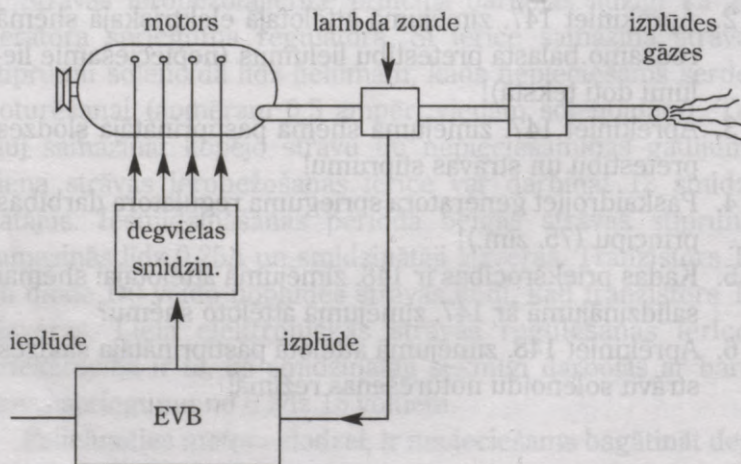
Automobiļa motora darbības svarīgs rādītājs ir tvana gāzes (CO) daudzums izplūdes gāzu sastāvā. Tvana gāzes saturs izplūdes gāzēs ir limitēts rādītājs praktiski visās Eiropas valstīs. Ja tas pārsniedz normu, automobilis nevar iziet tehnisko apskati un ar šādu automobili nedrīkst izbraukt uz ielas vai ceļa. Tvana gāzes daudzums izplūdes gāzēs ir atkarīgs no tā, cik pilnīgi ir sadedzis degmaisījums. Savukārt degmaisījuma sadegšanas pakāpe ir atkarīga no attiecības gaiss : degviela. Šo attiecību apzīmē ar grieķu alfabēta burtu "lambda" (λ) un tā to arī sauc – lambda. Parasti lambda vērtība ir robežās no 0,8 līdz 1,2. Mazākā vērtība atbilst bagātam jeb treknam degmaisījumam, bet lielākā vērtība atbilst liesam degmaisījumam.

Devēju, kas dod elektrisko signālu atbilstošu attiecībai gaiss : degviela, sauc par lambda zondi. Tā izpūtējā ir novietota tā, lai izplūdes gāzes izplūstot aptvertu lambda zondi. Faktiski lambda zonde tieši mēra nevis attiecību gaiss : degviela, bet gan nesadegušā skābekļa daudzumu izplūdes gāzu sastāvā. Elektriskais signāls no lambda zondes nokļūst elektroniskajā vadības blokā, tādā veidā nodrošinot atgriezenisko saiti starp gāzu ieplūdi un izplūdes gāzēm. Šāda atgriezeniskā saite ir nepieciešama, lai visā motora darbības laikā nodrošinātu slodzei un kloķvārpstas griešanās ātrumam atbilstošu degmaisījuma sastāvu. Šis atgriezeniskās saites shematiskais attēls ir redzams 150. zīmējumā.

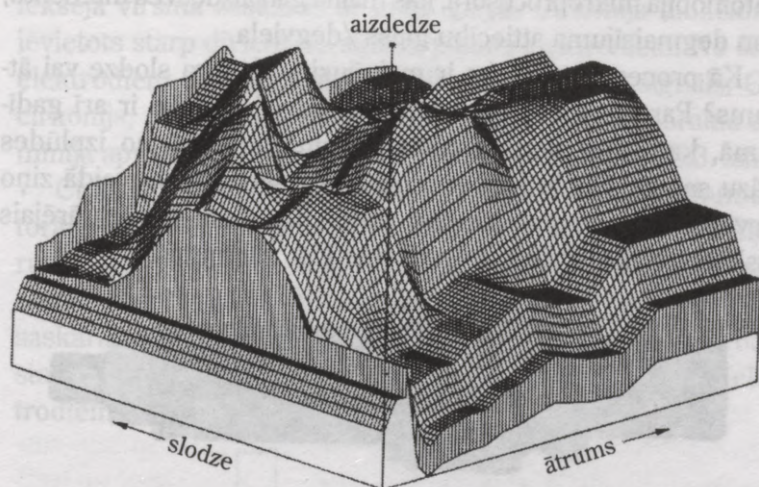


Faktiski gaisa masas attiecība pret degvielas masu, ja $\lambda = 1$, ir 14,7 : 1. Tas nozīmē – uz 1 kg degvielas tiek patērēts 14,7 kg gaisa. Gaisa masa, kas tiek patērēta uz vienu degvielas kg pie dažādām λ vērtībām ir šāda :

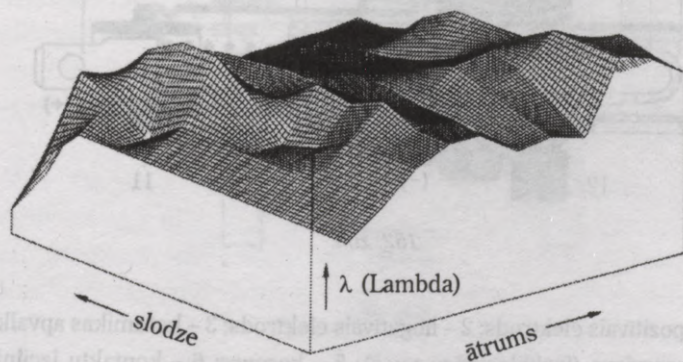
- 0,8 – 11,76;
- 0,9 – 13,23;
- 1,0 – 14,7;
- 1,1 – 16,17;
- 1,2 – 17,64.



150. zīm.



151. a zīm.



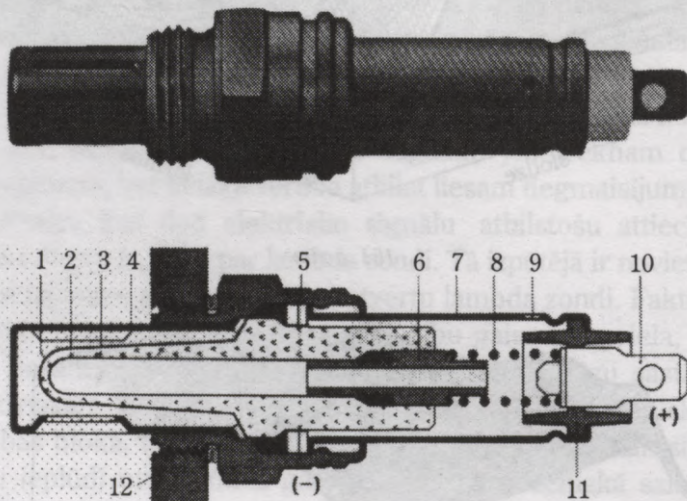
151. b zīm.

Elektroniskajā vadības blokā signāls no lambda zondes tiek salīdzināts ar signāla vērtību, kādai tai būtu jābūt atbilstoši motora slodzei un kloķvārpstas griešanās ātrumam. Šie lielumi ir ieprogrammēti automobiļa mikroprocesorā atbilstoši kartei, kas parāda sakarību starp motora slodzi, ātrumu un aizdedzes laiku (151. zīm. a) no vienas puses, un motora slodzi, ātrumu un lambda (151. zīm. b) no otras puses.

Zīmējumā redzams, ka, automobiļa motoram darbojoties, katrai slodzes un ātruma vērtībai ir atbilstoša aizdedzes momenta un lambda vērtība. Šīs vērtības ir ieprogrammētas

automobiļa mikroprocesorā, kas maina gan aizdedzes momentu, gan degmaisījuma attiecību gaiss / degviela.

Kā procesors zina, ka ir mainījusies motora slodze vai ātrums? Par to procesoram "paziņo" devēji. Līdzīgi ir arī gadījumā, kad koeficients lambda jāmaina atkarībā no izplūdes gāzu satura. Par to procesoram elektrisko signālu veidā ziņo devējs, ko sauc par lambda zondi. Lambda zondes ārējais izskats un šķērsgriezums redzams 152. zīmējumā.



152. zīm.

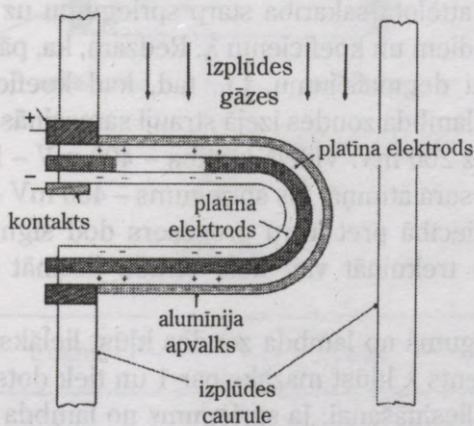
1 – pozitīvais elektrods; 2 – negatīvais elektrods; 3 – keramikas apvalks; 4 – aizsargrieva (izplūdes gāzu pusē); 5 – korpuss; 6 – kontaktu izcilnis; 7 – aizsarguzmava (gaisa pusē); 8 – kontakta atspere; 9 – ventilācijas atvere; 10 – elektriskais savienojums; 11 – izolators; 12 – izplūdes caurules (izpūtēja) sieniņa

Lambda zonde ir ierīce, kas pēc izskata nedaudz atgādina aizdedzes sveci un tā ir ieskrūvēta automobiļa izplūdes caurulē. Lambda zondes darbības princips līdzinās akumulatoru baterijas darbības principam. Ja izplūdes gāzu sastāvā skābekļa ir maz, tad tas nozīmē, ka degmaisījums ir trekns ($\lambda < 1,0$). Ja izplūdes gāzu sastāvā skābekļa ir daudz, tad tas nozīmē, ka degmaisījums ir liess ($\lambda > 1,0$).

Lambda sensoram ir keramikas (cirkonija dioksīds ZrO_2) apvalks. Tā ārējā virsma saskaras ar izplūdes gāzēm, bet

iekšējā virsma saskaras ar ārējo gaisu. Cirkonija dioksīds ir ievietots starp diviem porainiem platīna elektrodiem. No šiem elektrodiem tiek saņemts lambda zondes izejas signāls. Gan cirkonijs, gan platīna elektrodi ir ievietoti viegla, poraina alumīnija apvalkā, caur kuru var izkļūt izplūdes gāzes (153. zīm.).

Cirkonija dioksīds šajā gadījumā veic to pašu, ko akumulatorā elektrolīts. Tikai lambda zondē šis elektrolīts nav šķidrums, bet gan cieta viela. Cirkonija dioksīda iekšējā virsma saskaras ar āra gaisu, kura saturā ir 21% skābekļa. Ārējā virsma saskaras ar izplūdes gāzēm. Elektriskais spriegums rodas starp iekšējo un ārējo virsmu un uzkrājas uz platīna elektrodiem.



153. zīm.

Lai izprastu, kā spriegums rodas un kāda ir sakarība starp skābekļa daudzumu izplūdes gāzēs un spriegumu uz lambda zondes elektrodiem, apskatīsim 154. zīmējumu.

Lambda zondes labā puse atrodas saskarsmē ar gaisa skābekli, kurš caur poraino alumīnija korpusu nokļūst līdz cirkonija dioksīdam. Šeit skābeklis piesaista cirkonija dioksīda brīvos elektronus un pārvēršas negatīvos jonus. Lambda zondes kreisā puse atrodas saskarsmē ar automobiļa motora izplūdes gāzēm. Ja degmaisījums ir liess, tad izplūdes gāzu sastāvā būs pietiekami liels skābekļa daudzums. Arī šis skābeklis pārvēršas negatīvos jonus. Starp lambda zondes labo un kreiso pusi pastāv lādēto daļiņu līdzsvars un spriegums zondes izejā ir tuvs nullei.

Ja degmaisījums kļūst trekns, tad skābekļa daudzums lambda zondes kreisajā pusē samazinās. Samazinās negatīvo jonu skaits un izjūk līdzsvars starp lambda zondes labo un kreiso pusi. Negatīvie joni pārvietojas no labās puses uz kreiso. Tādā veidā lambda zondes kreisās puses elektrods kļūst negatīvs salīdzinājumā ar labās puses elektrodu. Spriegums lambda zondes izejā palielinās un kļūst vienāds ar maksimālo vērtību.

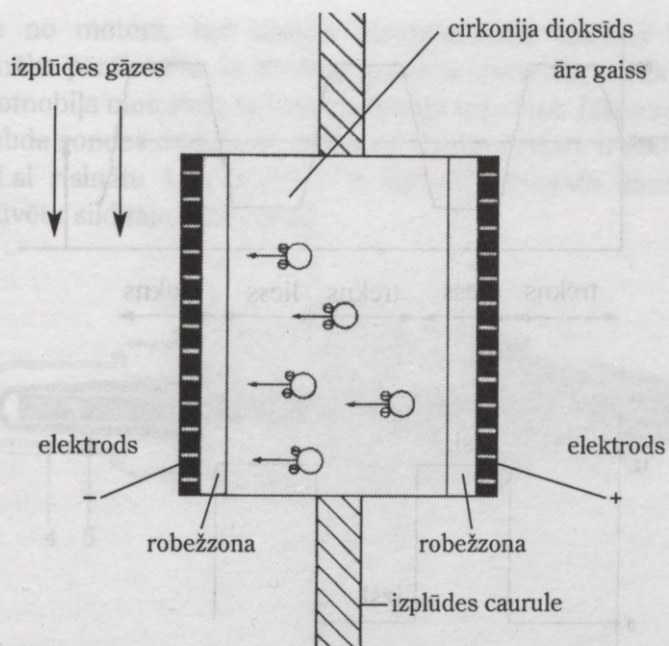
Kad automobiļa motors darbojas ar treknu degmaisījumu, spriegums lambda zondes izejā ir apmēram 900 milivoltu (mV). Kad motors darbojas ar liesu degmaisījumu, spriegums uz lambda zondes elektrodiem ir 50 milivoltu (mV). 155. zīmējumā ir attēlota sakarība starp spriegumu uz lambda zondes elektrodiem un koeficientu λ . Redzam, ka, pārejot no trekna uz liesu degmaisījumu, t.i., tad, kad koeficients $\lambda = 1$, spriegums lambda zondes izejā strauji samazinās no apmēram 600 mV līdz 200 mV. Vidējā vērtība – 400 mV – ir ieprogrammēta procesora atmiņā. Šis spriegums – 400 mV – ir tā signāla vērtība, attiecībā pret kuru procesors dod signālu izpildmehānismiem treknināt vai, tieši otrādi, liesināt motora degmaisījumu.

Ja spriegums no lambda zondes kļūst lielāks par 400 mV, tad koeficients λ kļūst mazāks par 1 un tiek dots signāls degmaisījuma liesināšanai. Ja spriegums no lambda zondes kļūst mazāks par 400 mV, tad koeficients λ kļūst lielāks par 1 un tiek dots signāls degmaisījuma treknināšanai.

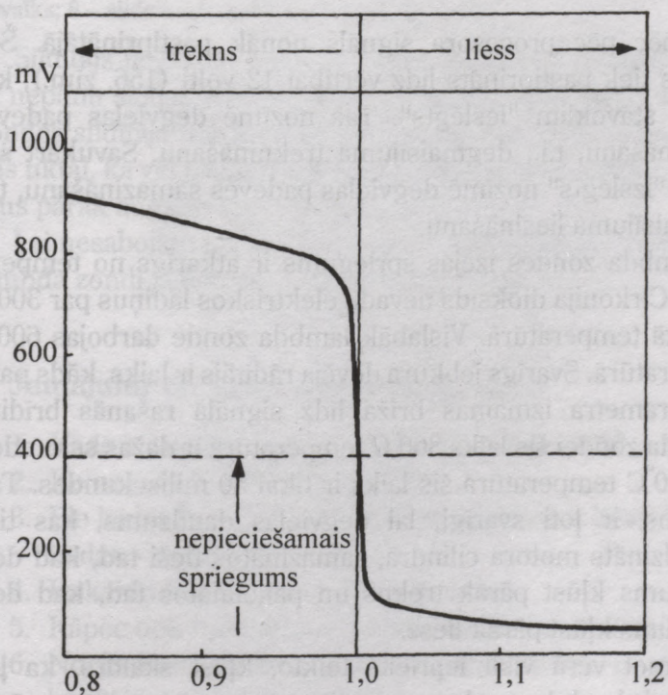
Faktiski motora darbības laikā spriegums uz lambda zondes elektrodiem visu laiku svārstās starp maksimālo (apmēram 800 mV) un minimālo (apmēram 100 mV) vērtību. Tādā veidā signāls, ko saņem automobiļa vadības procesors no lambda zondes, atgādina signālus no slēdža: ieslēgts-izslēgts. Šāds signāls ir pēc formas tuvs taisnstūrveida signālam, ko "saprot" procesors, tomēr nav taisnstūrveida (156. zīm.).

Lai automobiļa procesors spētu uztvert un salīdzināt ieprogrammēto signālu ar saņemto no lambda zondes, šie signāli ir jāpārveido taisnstūrveida formā. Bieži šo uzdevumu automobiļos veic mums jau zināmā pusvadītāju ierīce – Šmita trigeris.

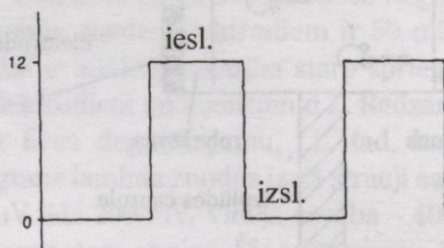
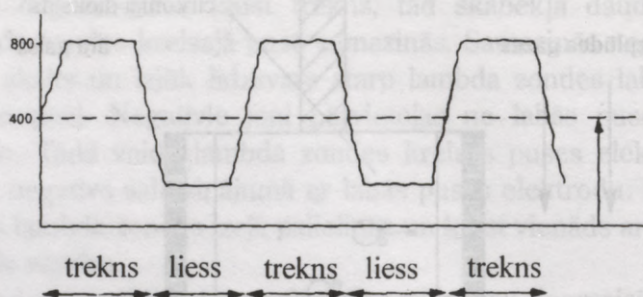
Spriegums, ko procesors saņem no lambda zondes, ir pārāk mazs, lai to tiešā veidā varētu izmantot izpildmehānismu darbināšanai.



154. zīm.



155. zīm.



156. zīm.

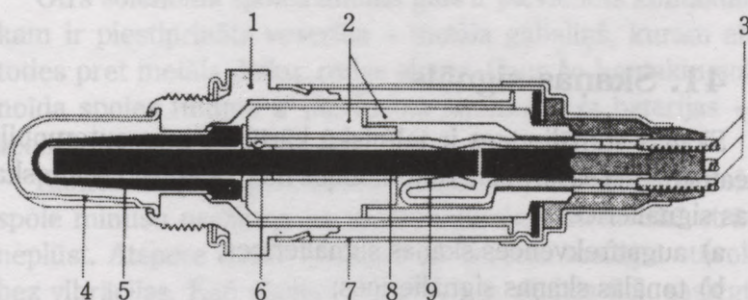
Tāpēc pēc procesora signāls nonāk pastiprinātājā. Šeit signāls tiek pastiprināts līdz vērtībai 12 volti (156. zīm.), kas atbilst stāvoklim "ieslēgts". Tas nozīmē degvielas padeves palielināšanu, t.i., degmaisījuma treknināšanu. Savukārt stāvoklis "izslēgts" nozīmē degvielas padeves samazināšanu, t.i., degmaisījuma liesināšanu.

Lambda zondes izejas spriegums ir atkarīgs no temperatūras. Cirkonija dioksīds nevada elektriskos lādiņus par 300°C zemākā temperatūrā. Vislabāk lambda zonde darbojas 600°C temperatūrā. Svarīgs jebkura devēja rādītājs ir laiks, kāds paiet no parametra izmaiņas brīža līdz signāla rašanās brīdim. Lambda zondei šis laiks 300°C temperatūrā ir dažas sekundes, bet 600°C temperatūrā šis laiks ir tikai 50 milisekundes. Tas, protams, ir ļoti svarīgi, lai degvielas daudzums, kas tiek iesmidzināts motora cilindrā, samazinātos tieši tad, kad degmaisījums kļūst pārāk trekns un palielinātos tad, kad degmaisījums kļūst pārāk liess.

Nemot vērā visu iepriekš teikto, kļūst skaidrs, ka ļoti svarīgs ir lambda zondes novietojums – ja tā ir novietota pārāk

tālu no motora, tad signāls elektroniskajā vadības blokā pienāks pārāk vēlu; ja lambda zonde ir novietota pārāk tuvu automobiļa motoram, tad tās darbmūžs ir ļoti īss. Jāatceras, ka lambda zondes maksimāli pieļaujamā temperatūra ir 850°C.

Lai risinātu šo problēmu, ir izveidota lambda zonde ar iebūvētu sildītāju (157. zīm.).



157. zīm.

1 – korpus; 2 – keramikas aizsargcaurule; 3 – savienojošais kabelis; 4 – aizsargcaurule ar rievām; 5 – devēja aktīvā daļa; 6 – kontakti; 7 – aizsargapvalks; 8 – sildelements; 9 – sildelementa ligzda

Sildītājs ieslēdzas tikai tad, kad automobiļa motors strādā ar nepilnu slodzi. Kad motors darbojas ar lielu slodzi, lambda zondes sildītājs tiek atslēgts, jo motora temperatūra paaugstinās tiktāl, ka vēl papildu sildīšana varētu izraisīt zondes bojājumus pārāk augstas temperatūras dēļ.

Lai nesabojātu platīna elektrodus, automobiļos ar uzstādītu lambda zondi jālieto tikai degviela bez svina.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kāds ir lambda zondes uzdevums automobiļi?
2. Ko norāda koeficients lambda?
3. Pie kādas lambda vērtības degmaisījums ir liess, bet pie kādas – treknš?
4. Izskaidrojiet lambda zondes darbību!
5. Kāpēc tiek izgatavotas lambda zondes ar sildītāju?
6. No kādiem motora darbības parametriem ir atkarīgs koeficients lambda?

7. Kas jāievēro, izvēloties lambda zondes uzstādišanas vietu?
8. Ko sauc par atgriezenisko saiti?
9. Kādu spriegumu saņem automobiļa procesors no lambda zondes, ja degmaisījums ir liess, un kādu, ja degmaisījums ir treknš?

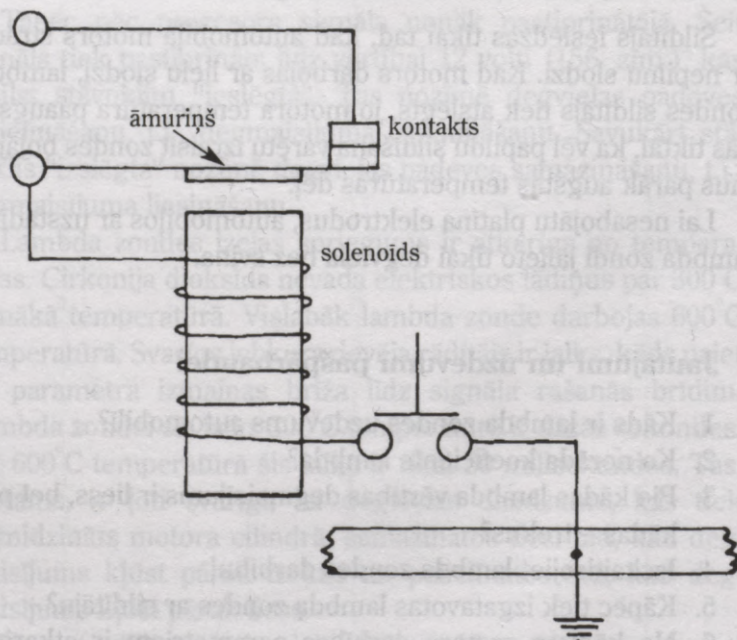


41. Skaņas signāls

Skaņas signālierīces ir tehniskā kārtībā esoša automobiļa neatņemama sastāvdaļa. Automobiļos mēdz būt triju veidu skaņas signālierīces:

- a) augstfrekvences skaņas signālierīces;
- b) tonālās skaņas signālierīces;
- c) saspiesta gaisa skaņas signālierīces.

Gan augstfrekvences skaņas, gan tonālās skaņas signālierīču darbības pamatā ir tas pats princips, kas elektriskajam zvanam. Elektriskā zvana un tātad arī automobiļa skaņas signālierīces darbības principa shematiskais attēls redzams 158. zīmējumā.



158. zīm.

Galvenā skaņas signālierices sastāvdaļa ir solenoīds (atcerieties: solenoīds – tā ir cilindriskā spole). Solenoīda spoles tinuma viens gals ir pievienots skaņas signālierices slēdzim, kas parasti atrodas automobiļa stūres centrā. Caur šo slēdzi solenoīda spoles tinums ir pievienots automobiļa korpusam, tātad mīnusam.

Otrs solenoīda spoles tinuma gals ir pievienots kontaktam, kam ir piestiprināts veserītis – metāla gabaliņš, kuram atsitoties pret metāla disku, rodas skaņa. Caur šo kontaktu solenoīda spoles tinums ir pievienots akumulatora baterijas «+» spaiļei.

Kamēr skaņas signālierices slēdzis nav saslēgts, solenoīda spole mīnusu nesaņem un pa tās tinumiem elektriskā strāva neplūst. Atspere notur kontaktu ar veserīti saslēgtā stāvoklī bez vibrācijas. Kad skaņas signālierices slēdzis tiek saslēgts, caur solenoīda spoles tinumiem sāk plūst elektriskā strāva. Tās radītā magnētiskā lauka spēks pievelk veserīti. Veserītim pievelkoties, kontakts atslēdzas un solenoīda spoles tinums nesaņem plusu. Tādā veidā elektriskā ķēde tiek pārrauta un elektriskā strāva caur solenoīda spoles tinumiem neplūst, izzūd magnētiskais lauks un atsperes spēks atgriež kontaktu izejas stāvoklī. Solenoīda spoles tinums atkal saņem plusu, sāk plūst elektriskā strāva, veserītis pievelkas un rada skaņu. Veserītim pievelkoties, kontakts atslēdzas un process sākas no jauna.

Augstfrekvences skaņas signālierīce. Tā principā nav mainījusies kopš 1920.gada. Pašā sākumā signāla frekvence bija 300 herci (Hz). Tas radīja dažas neērtības, jo tik zemas frekvences skaņas signālu bieži noslāpēja citas skaņas. Tāpēc nākamā skaņas signāla frekvence jau bija 2000 Hz. Šāda frekvence ir arī mūsdienu automobiļu skaņas signāliem.

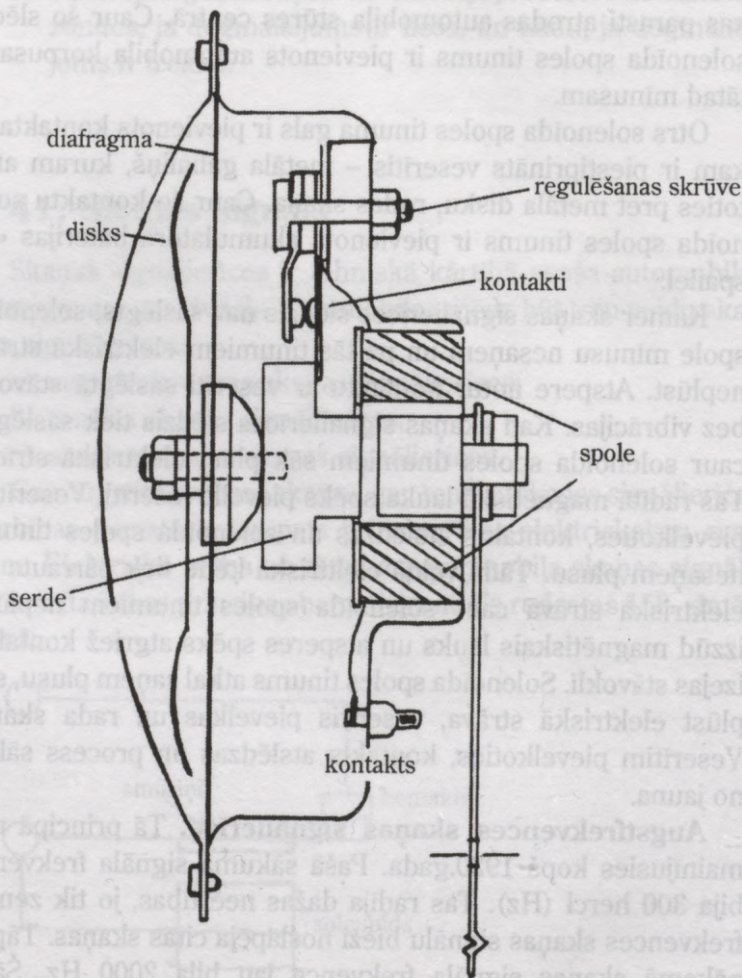
Skaņas signālierices darbības princips ir tāds, kā mēs to iepriekš jau apskatījām. Augstfrekvences skaņas signāla ierīces attēls redzams 159. zīmējumā.

Zīmējumā var saskatīt tās pašas sastāvdaļas kā 158. zīmējumā. Spolei saņemot spriegumu, serde un disks ievielkas, ieliecas diafragma un atvienojas kontakts. Elektriskās strāvas ķēde pārtrūkst, un serde atiet iepriekšējā stāvoklī. Reizē ar spoles serdi iepriekšējo stāvokli ieņem arī disks un diafragma. Diafragma, vibrējot reizē ar disku, rada skaņu. Vibrācijas

notiks tik ilgi, cik ilgi būs nospiests skaņas signālierīces slēdzis. Ar regulēšanas skrūvi var ieregulēt, lai skaņas signāls būtu tīrs un neizkropļots.



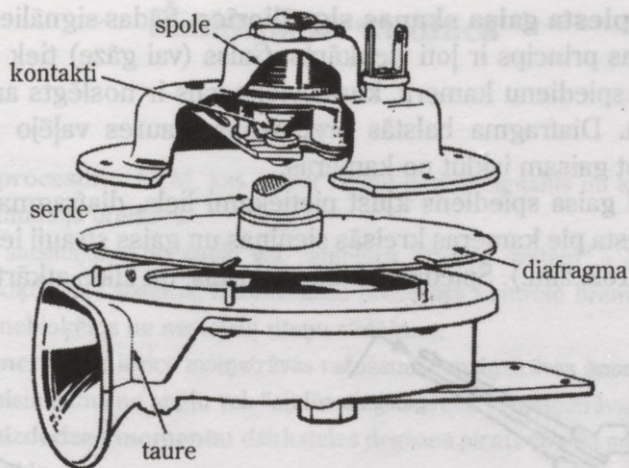
Augstfrekvences skaņas signālierīču konstrukcija nodrošina iespēju tās salēgt paralēli. Tādā veidā ir iespējams sasniegt augstāku skaņas līmeni un panākt ausij tīkāmāku skaņas toni.



159. zīm.

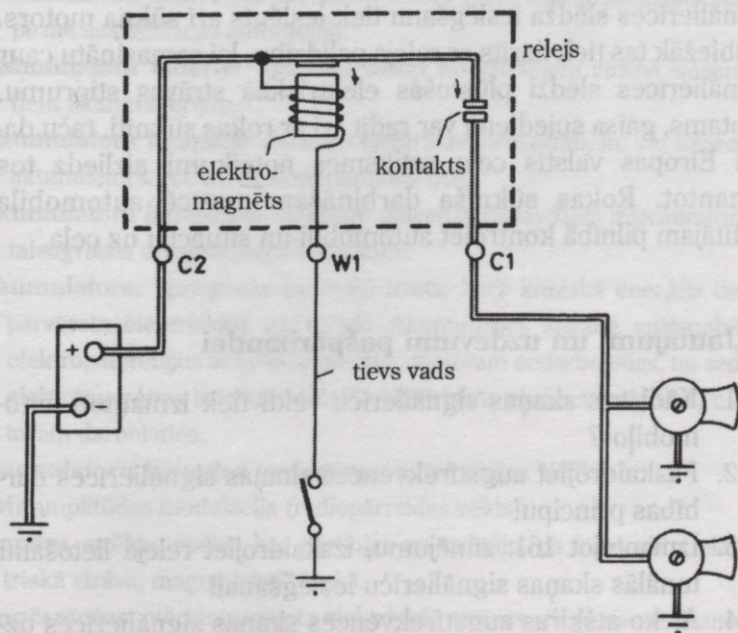
Tonālā skaņas signālierīce. Darbības princips un uzbūve principiāli neatšķiras no augstfrekvences skaņas signāla ierīces darbības principa un uzbūves. Vienīgā atšķirība ir tā, ka tonālās skaņas signāla ierīcei ir izveidota spirālveida taure (160. zīm.).

Tādā veidā ir iespējams panākt īpaši patīkamu signāla toni. Signālierīces taures garums nosaka skaņas toņa augstumu. Parasti tonālās skaņas signālierīces slēdz divas paralēli.



160. zīm.

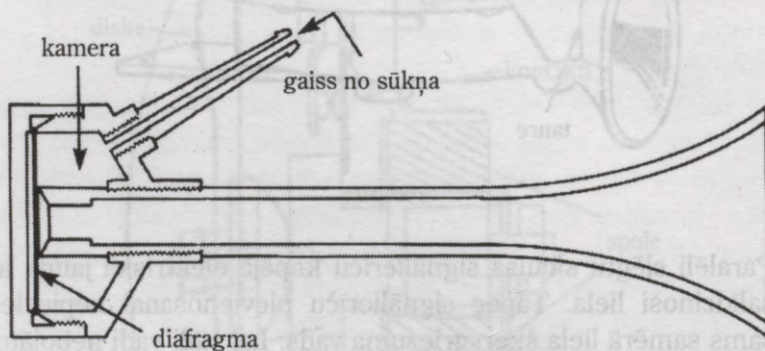
Paralēli slēgtu skaņas signālierīču kopējā elektriskā jauda ir salīdzinoši liela. Tāpēc signālierīču pievienošanai nepieciešams samērā liela šķērsriezuma vads. Lai šādi vadi nebojātu automobiļa salona interjeru, bieži tiek izmantots relejs. Elektriskā shēma, kur skaņas signālierīču pieslēgšanai ir izmantots relejs, attēlota 161. zīmējumā.



161. zīm.

Saspiesta gaisa skaņas signālierīce. Šādas signālierīces darbības princips ir ļoti vienkāršs. Gaiss (vai gāze) tiek iepildīts ar spiedienu kamerā, kuras viens gals ir noslēgts ar diafragmu. Diafragma balstās pret skaņas taures vaļējo galu, neļaujot gaisam izklūst no kameras.

Kad gaisa spiediens kļūst pietiekami liels, diafragma tiek piespiesta pie kameras kreisās sienas un gaiss strauji ieplūst taurē (162. zīm.). Spiediens kamerā krītas, un cikls atkārtojas.



162. zīm.

Ja gaisa spiedienu kamerā rada sūknis, tad reizē ar skaņas signālierīces slēdža ieslēgšanu tiek ieslēgts arī sūkņa motors. Visbiežāk tas tiek darīts ar releja palīdzību, lai samazinātu caur signālierīces slēdzi plūstošās elektriskās strāvas stiprumu. Protams, gaisa spiedienu var radīt arī ar rokas sūknīti, taču dažās Eiropas valstīs ceļu satiksmes noteikumi aizliedz tos izmantot. Rokas sūknīša darbināšana traucē automobiļa vadītājam pilnībā kontrolēt automobili un situāciju uz ceļa.

Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei

1. Kādi trīs skaņas signālierīču veidi tiek izmantoti automobiļos?
2. Paskaidrojiet augstfrekvences skaņas signālierīces darbības principu!
3. Izmantojot 161. zīmējumu, izskaidrojiet releja lietošanu tonālās skaņas signālierīču ieslēgšanai!
4. Ar ko atšķiras augstfrekvences skaņas signālierīces uzbūve no tonālās skaņas signālierīces uzbūves?

Skaidrojošā vārdnīca

A

- ABS procesors:** ECM, kas uztver riteņu devēju signālus un kontrolē automobiļa bremzes.
- ABS:** saīsinājums no angļu val. "anti-lock braking system" – bremžu atbloķēšanas sistēma. Automašīnas procesors kontrolē bremzes, lai tās nebloķētos un nepieļauj riteņu slīdēšanu.
- AC ģenerators:** ierīce maiņstrāvas ražošanai – maiņstrāvas ģenerators.
- AC:** saīsinājums no angļu val. "alternating current" – maiņstrāva.
- Agrs aizdedzes moments:** dzirksteles degšana pirms virzuļa nominālā stāvokļa.
- Aizdedzes moments:** rāda, cik agri vai vēlu rodas dzirkstele attiecībā pret virzuļa pozīciju.
- Aizdedzes leņķis:** laiks, kas izteikts sadalitāja rotora pagriezienu leņķī, kamēr pārtraucēja kontakts atrodas saslēgtā stāvoklī.
- Aktīvais devējs:** devējs, kurš ģenerē sprieguma signālu atkarībā no kontrolējamā lieluma izmaiņas.
- Aktuators:** ierīce, kas pārveido devēja vai iekārtas signālu procesoram uztveramā signālā.
- Akumulatora aktivizēšana:** akumulatora papildīšana un uzlādēšana pirms uzstādīšanas automobiļi.
- Akumulatora baterija:** (parasti) sastāv no vairākiem virknē savienotiem akumulatoriem.
- Akumulatora ietilpība:** raksturo elektrības daudzumu, ko var uzņemt akumulators. A.i. mēra ampērstundās (Ah).
- Akumulatora lādēšanas sistēma:** galvenās sastāvdaļas ir ģenerators, taisngriezis un sprieguma regulators.
- Akumulators:** sprieguma (strāvas) avots, kurā ķīmiskā enerģija tiek pārvērsta elektriskajā un otrādi. Akumulators apgādā automobiļa elektropatērētājus ar elektroenerģiju, motoram nedarbojoties, un sedz elektroenerģijas iztrūkumu lielas elektriskās slodzes gadījumā, motoram darbojoties.
- Akumulatoru baterijas spriegums:** automobiļos 12,6V.
- AM:** amplitūdas modulācija (radiopārraides veids).
- Ampēra spēks:** spēks, kas darbojas uz vadītāju, pa kuru plūst elektriskā strāva, magnētiskajā laukā.
- Ampērmets:** mērinstruments elektriskās strāvas stipruma mērīšanai. Ampērmets ķēdē tiek ieslēgts virknē ar patērētāju.

Ampērs: elektriskās strāvas stipruma mērvienība.

Amplitūda: Par maiņstrāvas (maiņsprieguma) amplitūdu (A) sauc strāvas (sprieguma) maksimālo vērtību.

Analogais signāls: signāls, kas mainās proporcionāli lieluma izmaiņām.

Atgriezeniskā saite: (elektriska) ķēde, kas savieno kādas ierices izeju ar ieeju. A.s. izmanto, lai kontrolētu regulējamā parametra izmaiņu.

Aukstas palaišanas strāva: strāvas stiprums, ko akumulators spēj dot 30 sekundes -20°C temperatūrā. A.p.s. kādreiz sauc arī par aukstas iedarbināšanas parametru.

Automātiskā temperatūras kontroles sistēma: automātiska sistēma, kas izmanto temperatūras devējus automašīnas iekšienē un tās ārpusē, lai nodrošinātu automašīnas pasažieru komfortu.

Automehāniķa palīgs: cilvēks, kurš kvalificēta speciālista vadībā spēj veikt automobiļa diagnostiku, regulēšanu, remontu un tehnisko apkopi.

Automehāniķis: kvalificēts speciālists, kurš pārzina automobiļa mezglu un sistēmu uzbūvi un darbību; ir spējīgs patstāvīgi veikt automobiļa mezglu un sistēmu diagnostiku, regulēšanu, remontu un tehnisko apkopi; var vadīt nelielu darbinieku grupu.

B

Balasta pretestība: pretestība, ko izmanto strāvas stipruma izmaiņu samazināšanai elektriskajā ķēdē, mainoties spriegumam.

Barošanas avots: sprieguma avots; automašīnās b.a. ir akumulators un generators.

BDC: no angļu valodas "bottom dead center" – apakšējais maiņas punkts.

Bimetāls: cieši sastiprinātas divu materiālu plāksnītes. Katrai plāksnītei ir atšķirīgs termiskās izplešanās koeficients.

Blokshēma: shēma, kas satur taisnstūrus un līnijas, lai ar to palīdzību parādītu, kā savstarpēji ir saistīti devēji, aktuatori un procesors.

Bremžu devēji: pievada procesoram signālus par automobiļa bremžu darbību.

C

Caurums: elektrona atstātā brīvā vieta atomā. Pusvadītāju teorijā caurumu uzskata par pozitīvu lādiņu.

D

DC: saīsinājums no angļu val. "direct current" – līdzstrāva.

Devējs: ierīce, kura pārveido mehānisko, magnētisko, optisko, termisko, ķīmisko utt. signālu elektriskajā signālā.

Dielektriķis: materiāls, kurā nav brīvu lādiņu nesēju un kurš tāpēc nevada elektrisko strāvu.

Digitāls: tāds (signāls), kuram ir tikai divas vērtības – maksimālā (nosacītais "1") un minimālā (nosacītā "0").

Diode: pusvadītāju ierīce ar diviem izvadiem, kuras darbības pamatā izmantotas p-n pārejas īpašības. Elektriskā strāva caur D. plūst tikai vienā virzienā.

Domens: elementārmagnētiņš, kas orientējas attiecībā pret ārējo magnētisko lauku.

Drošinātājs: ierīce aizsardzībai no isslēguma un/vai ilgstošas pārslozdes strāvām.

E

ECU: arī ECM un ECA – dažādi automobiļa procesora apzīmējumi.

EDS: elektrodzinējspēks – spēks, kura iedarbībā elektriskie lādiņi pārvietojas vadītājā.

Efektīvā vērtība: par maiņstrāvas efektīvo vērtību sauc tādu līdzstrāvas vērtību, kura, plūstot pa vadītāju, laika vienībā izdala tādu pašu siltuma daudzumu kā maiņstrāva.

Elektriskā strāva: lādētu daļiņu orientēta plūsma. El.str. vadītājos ir elektronu plūsma; el.str. šķidrumos ir jonu plūsma.

Elektriskais lauks: elektrisko spēku darbības telpa.

Elektromagnētiskā indukcija: parādība, kad, vadītājam šķeļot magnētiskā lauka spēka līnijas, tanī inducējas elektrodzinējspēks (EDS).

Elektrons: mazākais negatīvais elektriskais lādiņš.

F

Farads: elektriskās kapacitātes mērvienība.

FM: frekvenču modulācija (radio raidīšanas veids).

Fotoefekts: parādība, kad gaismas plūsma atbrīvo saistītos atoma elektronus. F. izmanto fototranzistoros.

Frekvence: par maiņstrāvas (maiņsprieguma) frekvenci (f) sauc svārstību skaitu vienā laika vienībā.

G

Generators: galvenais uzdevums ir, motoram darbojoties, apgādāt ar

elektroenerģiju visus automobiļa elektropatērētājus un lādēt akumulatoru.

H

Halla devējs: silikona plāksnīte, kuru ievietojo magnētiskajā laukā, uz tās pretējām malām rodas spriegums.

Halla efekts: indukcijas parādība, kas tiek izmantota rotācijas ātruma devējos.

Herkons: kontakts, kas izgatavots no feromagnētiska materiāla un ievietots hermētiski noslēgtā kolbā. H. nostrādā magnētiskā lauka iedarbībā.

I

Ierosme: veids, kā elektriskajās mašīnās – motoros vai ģeneratoros – tiek radīts magnētiskais lauks.

Indukcijas spole: pārveido zemu spriegumu augstspriegumā dzirksteles radīšanai.

Invertors: elektroniska ierīce līdzstrāvas pārveidošanai maiņstrāvā.

Īsslēgums: strāvas vada savienojums ar masu caur mazu pretestību bez elektroenerģijas patērētāja.

Izolators: viela (materiāls), kas nesatur brīvos elektronus. Sk. arī Dielektriķis.

K

Kapacitāte: lielums, kas rāda, cik lielu elektrisko lādiņu var uzņemt kondensators.

Kolektors: ierīce, kas nodrošina slidošu kontaktu starp līdzstrāvas elektromotora tinumiem un ārējo ķēdi.

Kondensators: ierīce, kas sastāv no lādētām vadītāja materiāla plāksnēm, starp kurām ievietots dielektriķis. K. izmanto elektriskās enerģijas uzkrāšanai.

Kreisās rokas likums: nosaka Ampēra spēka virzienu – ja kreiso roku novietojam tā, lai magnētiskā lauka spēka līnijas ieietu plaukstā un četri pirksti norādītu strāvas virzienu vadītājā, tad atliktais īkšķis norādīs spēka virzienu.

L

Labās rokas likums: nosaka indukcijas EDS un inducētās strāvas virzienu – ja labo roku novieto tā, lai magnētiskā lauka spēka līnijas ieiētu plaukstā, bet atliektais ikšķis norādītu vadītāja pārvietošanās virzienu, tad četri pirksti norādīs indukcijas EDS un strāvas virzienu.

Lauktranzistors: pusvadītāju ierīce, kuras p-n pārejas pretestība ir atkarīga no elektriskā lauka.

Lenca likums: indukcijas EDS virziens ir tāds, ka inducētā strāva pretojas cēlonim, kas izraisījis šo EDS un strāvu.

Līdzstrāva: strāva, kas laikā nemaina savu virzienu.

M

Magnētiskā lauka spēka līnijas: līnijas, pa kurām darbojas magnētiskie spēki.

Mainstrāva: strāva, kas laikā maina gan savu lielumu, gan virzienu.

Mirgošanas ierīce: periodiski ieslēdz un atslēdz virziena radītāja signālpuldes.

"Miris" cilindrs: cilindrs, kurā nenotiek degmaisījuma sadedzināšana.

Molekula: vielas vismazākā daļiņa, kas saglabā visas vielas ķīmiskās īpašības.

Multimētrs: mērinstruments, ar kuru var mērīt strāvas stiprumu, spriegumu un pretestību.

Multivibrators: elektroniska ierīce, kuras izejā ir taisnstūrveida formas sprieguma impulsi; M. ir virziena rādītāju elektroniskās mirgošanas ierīces shēmas pamatā.

N

Nominālā strāva: strāvas stiprums, kādam ierīce ir aprēķināta.

NTP: termopretestība, kuras lielums samazinās, temperatūrai pieaugot.

O

Oma likums: strāvas stiprums vadītājā ir tieši proporcionāls spriegumam uz vadītāja galiem un apgriezti proporcionāls vadītāja pretestībai.

P

Pašdiagnostika: procesora sistēmas spēja pārbaudīt elektriskās ķēdes un signalizēt par bojājumiem, un norādīt šī bojājuma raksturu un vietu.

- Pastiprināšana:** process, kurā tiek palielināts spēks vai apjoms.
- Pastiprinātājs:** elektroniska ierīce, kas ar mazas elektriskās strāvas palīdzību regulē un kontrolē lielu elektrisko strāvu.
- Patrona:** speciāla ierīce, ar kuras palīdzību spuldze tiek savienota ar elektrisko ķēdi.
- Periods:** par maiņstrāvas (maiņsprieguma) periodu (T) sauc laiku, kurā tiek izdarīta viena pilna svārstība.
- Pjzokristāls:** elektriskais spriegums uz P. malām ir proporcionāls spiedienam uz tā virsmas.
- Pretslīdēšanas sistēma:** ABS cits nosaukums.
- Primārā ķēde:** aizdedzes sistēmas zema sprieguma ķēde.
- Principālā elektriskā shēma:** elektrisko un elektronisko elementu grafiskie un burtu apzīmējumi parāda ierīču un sistēmu darbības principus. Princ.el.sh. neparāda faktisko šo elementu izvietojumu telpā.
- Procesors:** elektroniska ierīce, ko izmanto modernu automobiļu ierīču un sistēmu kontrolei.
- Protons:** mazākais pozitīvais elektriskais lādiņš.
- PTP:** termopretestība, kuras lielums palielinās, temperatūrai pieaugot.
- Pusvadītājs:** viela (materiāls), kas satur maz brīvo elektronu.

R

- Rekuperatīvā bremsēšana:** bremsējošo momentu rada pašindukcijas EDS radītās strāvas magnētiskais lauks. R.b. izmanto stikla tūritāju motora apstādināšanai.
- Relejs:** elektromagnētiska ierīce elektrisko signālu pārvešanai no vienas elektriskās ķēdes uz otru.
- Rezerves ietilpības parametrs:** laiks, kādā pilnīgi uzlādēts akumulators izlādējas līdz spriegumam 10,2V jeb 1,7V sekcijai pie slodzes strāvas 25A un 27°C temperatūrā.

S

- Sadalītājs:** sadala augstsprieguma impulsu aizdedzes svecēm cilindru darba secībā.
- Servomotors:** mazs līdzstrāvas elektromotors, kuru var pagriezt par precīzu pagrieziena leņķi.
- Siltumspēja:** skaitlis, kas kodētā veidā norāda aizdedzes sveces darba temperatūru.
- Šmita trigeris:** elektroniska ierīce, kuru izmanto signālu formas pārveidošanai.
- Solenoīds:** spole ar tērauda serdi.

Sprieguma regulators: ierīce, kas ierobežo ģeneratora spriegumu līdz elektropatērētājiem nepieciešamajam lielumam (visbiežāk 14,2 V).

Stabilitrons: pusvadītāju ierīce sprieguma ierobežošanai. S. dažkārt sauc arī par Zēnera diodi.

Stetoskops: klausāmierīce, kuru automehāniķi lieto, lai precīzi noteiktu motora trokšņa raksturu un vietu.

Supravadītspēja: parādība, kad zemā temperatūrā (tuvu absolūtajai nullei) vadītāju elektriskā pretestība izzūd.

T

Taisngriezis: sastāv no vairākām diodēm; izmanto maiņstrāvas pārveidošanai līdzstrāvā.

Tausts: mērinstruments aizdedzes sveces elektrodu atstarpes kontrolei.

TDC: no angļu val. "top dead center" – augšējais maiņas punkts.

Termistors: ierīce, kuras elektriskā pretestība ievērojami atkarīga no temperatūras.

Termokompensācijas pretestība: pretestība, kas nemaina savu lielumu atkarībā no temperatūras izmaiņām.

Termopretestības: pretestības, kuru lielums ievērojami mainās atkarībā no temperatūras.

Tiešā aizdedze: raksturīga ar to, ka indukcijas spole novietota tieši virs aizdedzes sveces. T.a. izmanto elektroniskajās bezsadalitāja aizdedzes sistēmās.

Tiristors: pusvadītāju ierīce, kuru izmanto kā bezkontakta slēdzi.

Tranzistors: pusvadītāju ierīce, ko izmanto sprieguma regulatorā kā bezkontakta slēdzi. Bieži tranz. izmanto kā pastiprinātāju.

V

Vadītājs: viela (materiāls), kas satur lielu skaitu brīvo elektronu.

Vadītspēja: elektriskai pretestībai apgriezts lielums.

Vēla aizdedze: dzirksteles degšana pēc virzuļa nominālā stāvokļa.

Virpuļstrāvas: strāvas, kas inducējas monolītā metālā, kurš ievietots mainīgā magnētiskā laukā.

Voltmets: mērinstruments elektriskā sprieguma mērīšanai. Voltmets ķēdē tiek ieslēgts paralēli patērētājam.

Volts: elektriskā sprieguma mērvienība.

Z

Zēnera diode: skat. Stabilitrons.

Izmantotā literatūra

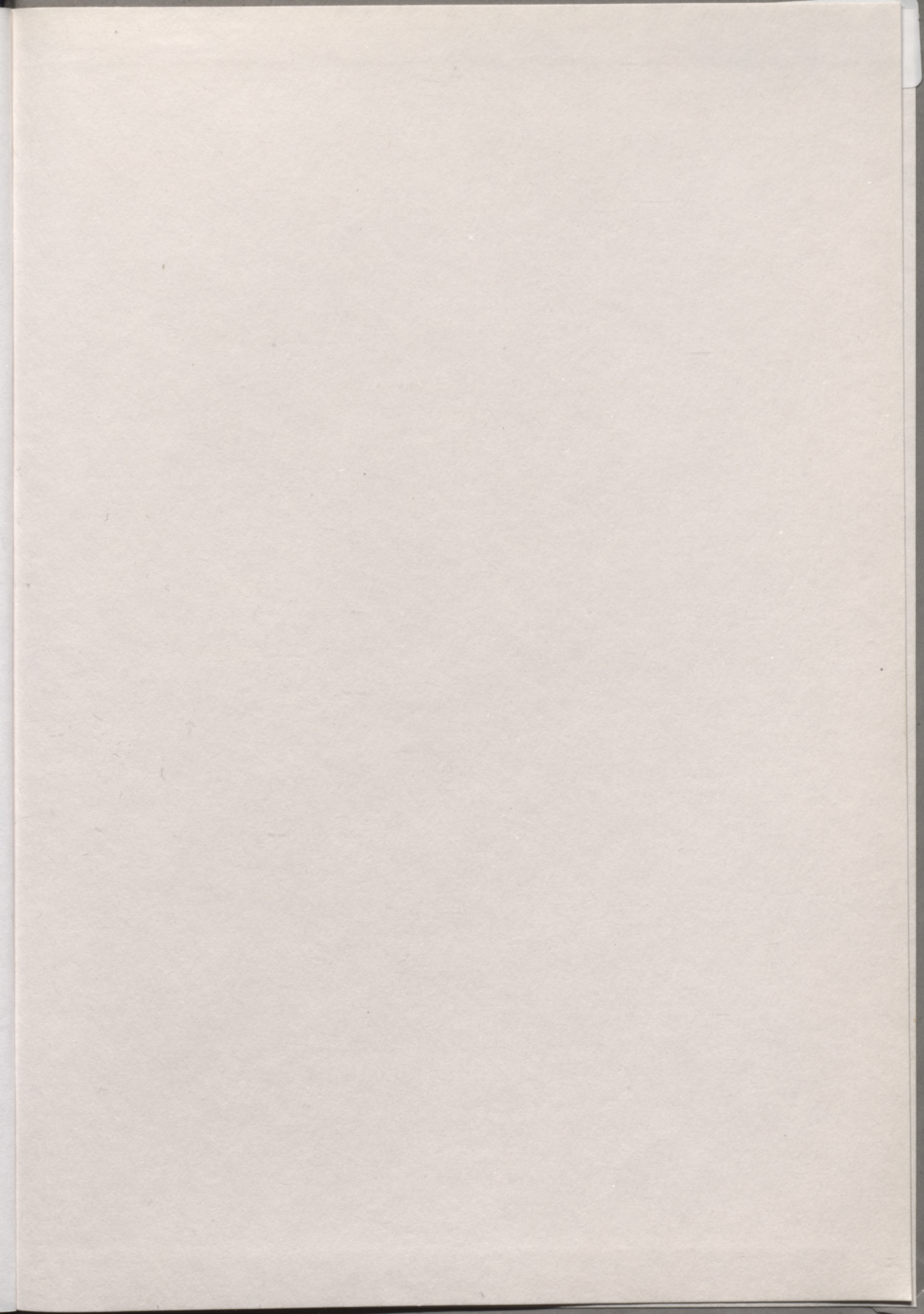
1. **Stiprās strāvas rūpniecības elektronika.** Autoru grupa. 1978.
2. *N. Gusevs, B. Meļcers.* **Elektrotehnika un rūpniecības elektronikas pamati.** 1981.
3. *K. Tomariņš, E. Zablovskis.* **Radioelektronika.** 1985.
4. *Tony Tranter.* **Automobile electrical & electronic systems.** 1993.
5. *James E. Duffy.* **Modern Automotive Technology.** 1994.
6. *H. J. van Dooren, A. L. A. Honkoop, B. F. de Jong.* **Auto-elektricitēit.** 1994.
7. *Ю. Л. Тимофеев, Н. М. Ильин.* **Электрооборудование автомобилей.** 1987.
8. *М. И. Голдин.* **Электрооборудование автомобилей.** 1983.

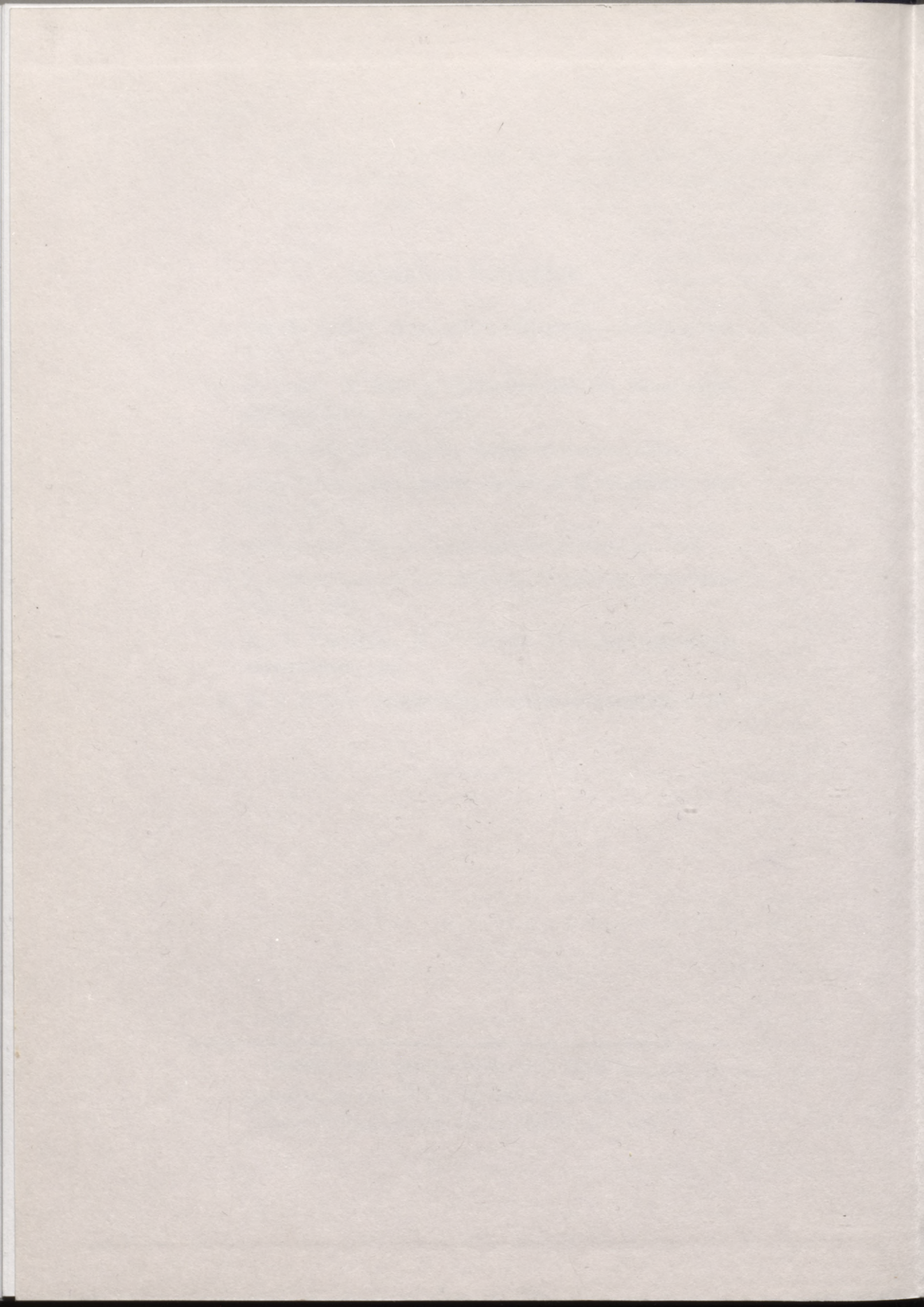
Izdevējs – apgāds «Jumava», Dzirnavu ielā 73, Rīgā LV 1011.

Reģ. apl. nr. 2 – 1012.

Iespiests a/s «Preses nams» tipogrāfijā, Balasta dambī 3, Rīgā LV 1081.

Iesiets SIA «Tipogrāfija Rota», Mūkusalas ielā 63, Rīgā LV 1004.





2,65

**OBLIGĀTAIS
EKSEMPLĀRS**

LATVIJAS NACIONĀLĀ BIBLIOTEKA

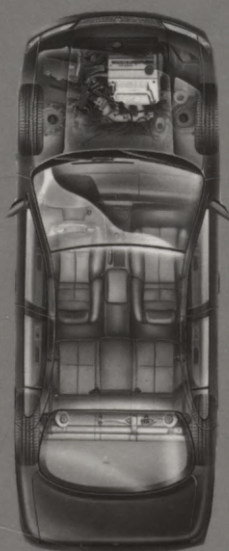


0300036526

2000-5
60

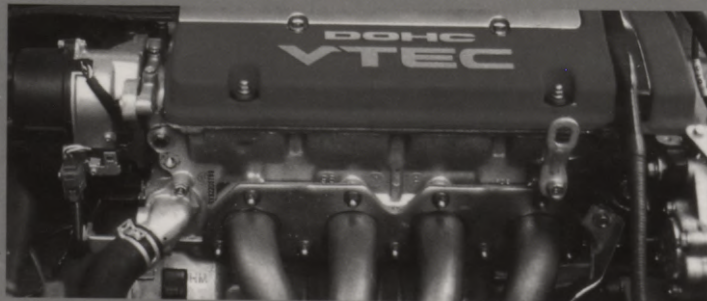
ULDIS GRONTE

Elektronika



Grāmatā ietverti vispārīgo elektronikas pamatjēdzienu skaidrojumi, definīcijas un formulas. Teorijas apguvi atvieglo konkrētie piemēri par automobiļu elektrosistēmas ierīču darbību, ekspluatāciju un remontu.

Elektronika ir mācību līdzeklis profesionālo mācību iestāžu, tehnikumu un speciālo kursu audzēkņiem, kas izvēlējušies apgūt automehāniķa arodu, kā arī visiem, kurus interesē elektronika un elektrotehnika.



ISBN 9984-05-281-8



9 789984 052816

JUMAVA