

- Prednášky:
  - Chamraz Štefan, (D-107, stefan.chamraz@stuba.sk)
  - miestnosť: C - 201
  - termín: štvrtok 7:00 - 10:00
- Cvičenia:
  - Balogh Richard, (D-109, richard.balogh@stuba.sk)
  - Chamraz Štefan, (D-107, stefan.chamraz@stuba.sk)
  - miestnosť: T-004:
    - štvrtok 10:00 - 12:00
    - štvrtok 12:00 - 14:00
    - štvrtok 14:00 - 16:00

**Podmienky na absolvovanie predmetu:**  
 Cvičenia: 50 bodov. Výsledky priebežného hodnotenia sú súčasťou záverečného hodnotenia.  
 Skúška: 50 bodov.

<http://ap.urpi.elif.stuba.sk/>

**Odporúčaná literatúra:**

Denton, T. *Automobile Electrical and Electronic Systems, Third edition.* Elsevier, 2004. 463 s. ISBN 0- 7506- 62190.

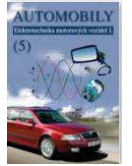
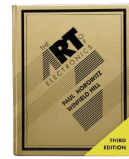
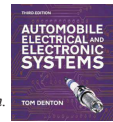
Vlk, F. *Elektronické systémy motorových vozidiel 1, 2.* Brno 2002, 298 s. ISBN 80-238-7282-6.

Horowitz, P., Hill, W.: *The Art of Electronics* Cambridge 2015, 1192 s. ISBN 978-0-521-80926-9.

Vlk, F. *Automobilová elektronika 3, Systémy řízení motoru a převodů.* Brno 2006, 355 s. ISBN 80-239-7063-1.

Jan, Z., Kubát, J., Žďánský, B.: *AUTOMOBILY (5), Elektrotechnika motorových vozidel 1.* AVID Brno, 234 s. ISBN: 978-80-87143-05-6

Bishop, R., H. : *The Mechatronics Handbook,* Austin, 1229 s. ISBN: 0-8493-0066-5



**Test 1.**

č.	obvod	otázka	varianty odpovedí
1		Napätí $U_x$ je Napätí $U_y$ je Proud $I_x$ je	a) 2V, b) 3V, c) 4V, d) -6V a) -2V, b) -3V, c) -4V, d) 6V a) $I_x = I_y$ , b) $I_x < I_y$ , c) $I_x = I_y$ , d) $I_x = -I_y$
2		Napätí baterie $U_B$ je Napätí $U_x$ je Výkon dodávaný baterii je	a) 1A, b) -1A, c) 2A, d) -2A a) 200mV, b) 300mV, c) 400mV, d) 0 mV a) 1V, b) 2V, c) 3V, d) 5V a) 1V, b) 2V, c) -1V, d) 0V a) 200mW, b) 300mW, c) 400mW, d) 0 mW
3		Proud $I_x$ je Proud $I_y$ je Napätí $U_x$ je	a) -8mA, b) 1mA, c) 2mA, d) 8mA a) -8mA, b) -1mA, c) 2mA, d) 8mA a) 2V, b) 8V, c) 16V, d) -2V
4		Poměr výkonů na $R_1$ a na $R_2$ je Po pripojení baterie se obvod dostane do ustáleného stavu řádově za několik V ustáleném stavu bude kapacitor nabit na napětí	a) 0,5, b) 2, c) 0,25, d) 4 a) sekund, b) milisekund, c) mikrosekund, d) nanosekund a) 0V, b) 5V, c) 10V, d) -10V

**Test 2.**

	Amplituda proudu kapacitorem v ustáleném stavu bude asi Obvod se chová jako filtr typu	a) 0A, b) 5mA, c) 10mA, d) 100mA a) dolní propust, b) horní propust c) pásmová propust, d) pásmová zadrž
	Mezní kmitočet filtru je zhruba	a) 100Hz, b) 300Hz, c) 1000Hz, d) 100kHz
	Napětí na R je zhruba Proud diodou je zhruba	a) 0V, b) 0,7V, c) 4,35V, d) 5V a) 0A, b) 10mA, c) 22mA, d) 25mA
	Při změně R na 150Ω se napětí na R	a) nezmění, b) klesne o několik procent, c) vzroste o několik procent, d) klesne o desítky procent

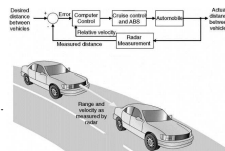
**Základné pojmy:**

**Kybernetika:** veda o riadení a regulovaní procesov, ktoré prebiehajú v systémoch každého druhu.

**Mechanizácia:** fyzicky namáhavá práca človeka je nahrádzaná rôznymi zariadeniami.

**Automatizácia:** kontrolná a riadiaca činnosť človeka je nahrádzaná prácou špeciálnych zariadení.

- Riadenie: proces pri ktorom sa zabezpečuje vopred predpísaný cieľ na základe informácií o samotnom objekte, ale aj o vplyvoch okolia na tento objekt.
- Regulácia: špeciálny prípad riadenia. Objekt regulácie udržujeme na vopred predpísanom stave. Najčastejšie je to konštantná hodnota.
- automatická,
- ručná.



**Mechatronika:** Mechatronika je spojenie mechaniky, elektroniky a programovania, ktoré umožňujú vytvoriť jednoduché, ekonomickejšie, spoľahlivé a všestranné systémy. Odvodený výraz „mechatronika“ prvýkrát použil Tetsuro Mori, japonský inžinier zo spoločnosti Yaskawa v roku 1969

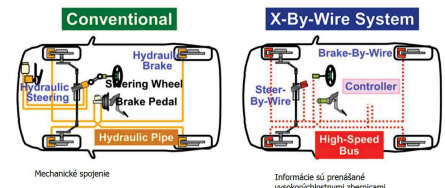


Nespomenuli sme: Adaptívny, smart, virtuálna realita ...

**Základné pojmy:**



**X-by-Wire**



... mikrovlnný radar, Lidar, vysokofrekvenčná technika vorené systémy, software, hardware kódovanie, diagnostika, pamäť zväd počítačová sieť, CAN, LIN, MOST elektromotor, batéria, generátor



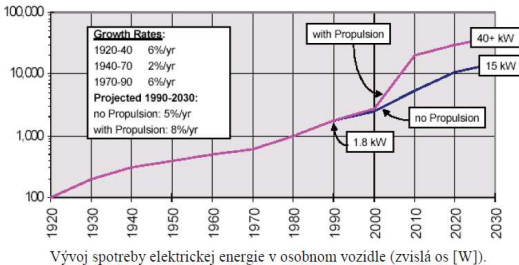
# Elektrické systémy vozidla

## História základných systémov:

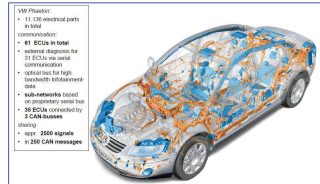
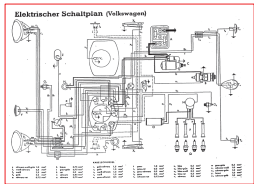
19./20.stor.	magnetoelektrické zapalovanie, fi.Robert Bosch
cca 1920	dynamo
1928	prvé autorádio - elektrónkové, fa Blaupunkt
cca 1960	alternátor s kremíkovými diódami regulátor mechanický, neskôr elektronický (s tranzistorom)
cca 1970	zapalovanie s tzv. odľahčenými kontaktmi, fa Bosch
cca 1970	nasadenie systému ABS fa Mercedes Benz
cca 1980	nasadenie elektromechanických vstrekovacích systémov „Motronic“, fa Bosch
cca 1990	zbernicové systémy mechatronika



Už v dnešnom automobile strednej triedy je viac elektroniky ako bolo v mesačnom module Apollo.



Vývoj spotreby elektrickej energie v osobnom vozidle (zvislá os [W]).



Koľko vodičov tvorí: CAN zbernicu? LIN zbernicu? MOST zbernicu?  
Koľko vodičov tvorí jednovodičovú napájajúcu sieť automobilu?

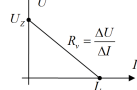
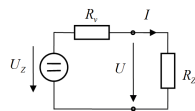
9

### Reálny zdroj napätia:

$U_z$  je vnútorné napätie zdroja (na svorkách nedostupné)  
 $R_v$  je vnútorný odpor  
 $U$  je svorkové napätie zdroja pri určitom prúde, prístupné na svorkách zdroja  
 $I_k$  je prúd nakrátko

Vnútorný odpor  $R_v$  nie je skutočná súčiastka, je to vlastnosť zdroja. Ak  $R_v$  je malé, hovoríme o tvrdom napätíovom zdroji a ak je  $R_v$  veľké, o mäkkom napätíovom zdroji.

Uved'te príklady tvrdého zdroja napätia.

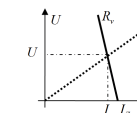
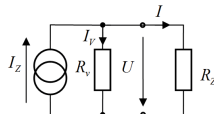


Zaťažovacia charakteristika lineárneho napätíového zdroja:

### Reálny zdroj prúdu:

$I_z$  je vnútorný prúd zdroja  
 $I$  je skutočný prúd zdroja  
 $R_v$  je vnútorný odpor  
 $U$  je napätie na svorkách zdroja

Vnútorný odpor  $R_v$  nie je skutočná súčiastka, je to vlastnosť zdroja. Ak  $R_v$  je malé, hovoríme o mäkkom prúdovom zdroji a ak je  $R_v$  veľké, o tvrdom prúdovom zdroji.



Zaťažovacia charakteristika lineárneho prúdového zdroja:

## Nevýhody elektroniky

### V porovnaní s mechanickými systémami :

- Vyššia citlivosť komponentov na narábanie a obsluhu
- ESD (elektrostatický prieraz)
- Pri nedodržaní procesov vyššie riziko vzniku chyby (napr. pri zmene software)
- Nutnosť investícií do diagnostickej a meracej techniky
- Zmeny nemožno sledovať „sedliackym rozumom“
- Náročnosť zaškolenia
- Predĺženie času výroby kvôli kalibrácii a skúškam

8

## Kapacita batérie:



1 coulomb = 1 C  $\approx 6.25 \times 10^{18}$  elektrónov

1 C je náboj, ktorý pretečie pri stálom prúde 1A vodičom za čas 1 sec. 1 C = 1 Asec.  
Dá sa to povedať aj ináč: Týmto nábojom nabijeme kondenzátor o kapacite 1F tak, že rozdiel potenciálov bude 1V. (1C = 1F \* 1V)

### Kapacita batery sa udáva v Ah .

- obyčajná automobilová baterka môže mať kapacitu napr. 70 Ah.
- to znamená, že dokáže dodávať do záťaže prúd 3,5A po dobu 20 hod.
- neplatí, že dokáže dodávať prúd 70A počas 1hod.
- rovnako neplatí, že dokáže dodávať prúd 1mA počas 70 000 hod (pribl. 8 rokov)
- údaj 70Ah nám okrem iného hovorí, že takúto baterku treba nabíjať prúdom 7A počas 10hod.

Archimedes  
 $\sim 6.10^{24}$ kg  
 $11y \approx 1.10^{16}m$

Problémom moderných áut je, okrem iného,:

- pokles kapacity batery; (závisí hlavne od teploty batery)
- SAMO vybíjanie batery (vlastnosť batery – chémia)
- kľudový odber (aj keď je všetko „odpojené“ zaznamenáme odber z batery)



10

## Elektrická sústava vo vozidle.

Elektrické siete vo vozidlách možno deliť podľa rôznych kritérií:

### • druhu prúdu

– **jednosmerná sústava** – najrozšírenejšia. Hlavný dôvod použitia:

Akumulátor:

- môže dodávať elektrickú energiu aj vtedy, ak je motor vypnutý.
- dodáva energiu pri štartovaní motora. Napája elektroniku vozidla.

Hlavným zdrojom energie počas chodu motora je generátor poháňaný motorom vozidla.

– **striedavá sústava** - čisto striedavá sústava sa používa len v prípadoch,

keď nie je potrebný akumulátor (menšie jednostopové vozidlá),

– **kombinácia jednosmernej a striedavej sústavy** – možnosť prenosu veľkých

výkonov v rozvode na vyššom napätí s následnou transformáciou. Technológia

používaná v leteckej, vo vozidlách sa zatiaľ nevyužíva.

### • počtu vodičov

– **jednovodičová sústava** - tvorí ju jeden izolovaný vodič, druhým vodičom

je kovová kostra vozidla. Je najrozšírenejšia. Používa sa vo všetkých

typoch vozidiel s kovovým podvozkom a karosériou.

– **dvojvodičová sústava** - tvoria ju dva izolované vodiče bez spojenia s

kostrou vozidla.

• **polarity pólu spojeného s kôstrou vozidla**

- záporný pól, (kladný pól.)

• **veľkosti napätia**

12

Charakteristické vlastnosti napáťových sústav vo vozidle:  
**6V a 24V sieť** (motocykle, staršie automobily, nákladne vozidlá).

**12V sieť** (osobné automobily). Istený je plusový pól.

- batéria, štartér, generátor pracujú s 12V napätím.
- kostru (- pol) tvorí karoséria automobilu.
- Ochrana voči skratovým prúdom je zabezpečená tavnými poistkami a automatmi.

Výhoda 12V siete: bezpečné napätie.

Nevýhoda 12V siete: zvýšené nároky na rozvodnú sieť – veľké prierezy vodičov a plôch všetkých kontaktov vzhľadom na prietok veľkého el. prúdu.

**Ideálna palubná sieť** pozostáva:

- z vodičov s nulovým odporom,
- batérie s nekonečnou kapacitou a nulovým vnútorným odporom,
- generátora s veľkým výkonom nezávislým na otáčkach motora.

Takáto sieť neexistuje (cena, hmotnosť, veľkosť).

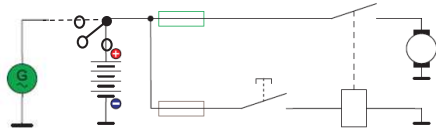
Palubná sieť je kompromisom požiadaviek a možností.

Výhody vyššieho menovitého napätia:

- menšie prúdy pri rovnakom výkone ako pri sústave s nižším napätím a menšie prierezy vodičov,
- menšie straty na vodičoch a menšie nároky na zdroj pri rovnakom prenesenom výkone ( $P_{\text{strat}} \sim I^2$ )
- menší pomerný vplyv prechodových odporov. Pomer úbytku na kontaktoch k celkovému napätiu je pri vyššom napätí siete menší.

13

### Zdroje a rozvod elektrickej energie v automobile.



Základné elektrické vybavenie osobných vozidiel na začiatku 20-tych rokov 20. storočia:

- elektrické zapalovanie,
- osvetlenie,
- štartér a
- akumulátor.

Prvá polovica 20.str.: kabeláž auta tvorilo cca 40m vodičov,  
 3 rôzne prierezy a 5 farieb

„Dnes“: 1až 2 km, (4km)  
 viac ako 10 prierezov  
 takmer 50 rôznych farieb

Narastanie dĺžky sa spomaľuje (zastavuje) vďaka zbernicovému usporiadaniu.

15

### Porovnanie 12V a 24V palubnej siete:

**12V sieť**

- Uvažujme výkon **P**
  - Prúd **I**
  - Prierez vodičov **S**

**24V sieť**

- Uvažujme výkon **P**
  - Prúd **I/2**
  - Prierez vodičov **S/4**

Prečo I/2?:  $P_{12} = U_{12} * I_{12}$  a  $P_{24} = U_{24} * I_{24} = 2U_{12} * I_{24}$ ,  $P_{24} \equiv P_{12} \Rightarrow I_{24} = \frac{I_{12}}{2}$

Prečo S/4?: straty na vodiči:  $P_{12\text{vod}} = \Delta U * I_{12} = R_{12} * I_{12}^2$   
 $P_{24\text{vod}} = \Delta U * I_{24} = R_{24} * I_{24}^2 = R_{24} * \frac{I_{12}^2}{4}$

Porovnáme:  $P_{\equiv 24} = P_{12} \Rightarrow R_{24} = \frac{\rho l}{S_{24}} \equiv 4 * R_1 = 4 \frac{\rho l}{S_{12}} \Rightarrow S_{24} = \frac{S_{12}}{4}$

17

### Palubná sieť:

**48V sieť:**

Dnešné autá majú (až 60 RJ), => prejsť na vyššie pracovné napätie palubnej siete.

Súčasná autá používajú:

- výkonné alternátory (vodou chladené)
- batérie schopné dodávať vysoké prúdy.
- kabeláž dnešného auta je modifikovaná tak, aby bola schopná prenosu vysokých prúdov.

Súčasná je na hraniciach možností:

Buď sa zvýši prierez vodičov alebo sa zvýši napájacie napätie.

Dôvody za:

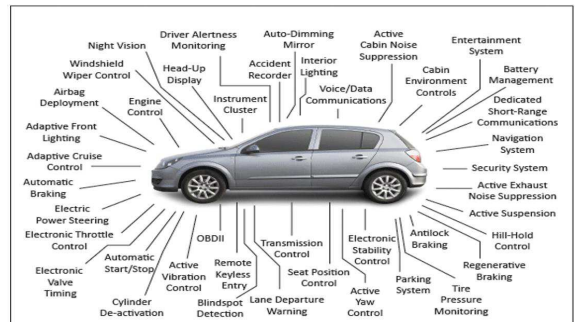
- Potreba dostatočného výkonu pre jednotlivé el. spotrebiče (X-by-Wire).
- Zredukovanie rozmerov a váhy kabeláže a niektorých elektrických komponentoch (hlavne elektromotorov) vo vozidle.
- Vyššia účinnosť (nižšia spotreba paliva) 42V alternátora.
- Dnešné alternátory dosahujú účinnosť 65%, no nové systémy môžu dosiahnuť až 90%.
- Pri nižších prúdoch sa znižuje úbytok napätia aj na neželaných odporoch (napr. zlý kontakt, korózia, ...).
- Odstavenie motora pri zastavení vozidla a jeho opätovné naštartovanie v zlomku sekundy po stlačení plynového pedálu.
- Dobíjanie batérie počas brzdenia, tzv. rekuperácia.

Problémy 48V siete: žiarovky, iskrenie, ...

14

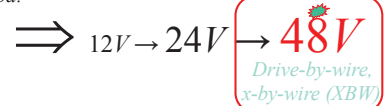
### Zdroje a rozvod elektrickej energie v automobile.

Po r. 1948 začalo prevládať 12V napájanie. Súčasná luxusná vozidlá majú cca 90 radiacích jednotiek a spotrebu okolo 2 kW. V roku 2030 sa predpokladá spotreba na úrovni 30-40 kW. Takýto výkon by 12V sieť preniesla len ak by sa zvýšil prierez vodičov. => Treba zvýšiť napätie palubnej siete na hodnotu ...



Ak chceme všetko toto zvládnuť, treba:

- minimalizovať spotrebu
- minimalizovať straty
- minimalizovať hmotnosť



16

### Elektrická sieť automobilu tvoria:

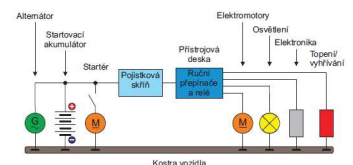
1. zdroje elektrickej energie
  - akumulátor (nezávislé na prevádzke vozidla)
  - alternátor, dynamo (závislé na prevádzke vozidla)
2. spotrebiče
  - štartér, osvetlenie, ...
3. elektrická inštalácia
  - káble

- poistky, svorky, zásuvky
- spínacia skrinka a spínače, ...

4. Informačné a diagnostické zariadenia

5. Elektronicky riadené systémy

- systémy zvyšujúce bezpečnosť (ABS, ESP, ...)
- systémy zvyšujúce hospodárnosť jazdy (riadenie motora)
- komfortné systémy (klimatizácia, ...)



18

**Káblové zväzky** osobných automobilov s 12V rozvodom:

- lankové vodiče s prierezom od 0,35 mm<sup>2</sup> do 35 mm<sup>2</sup>.
- CYA (C - medené vlákna; Y – PVC izolácia; A – kruhový prierez);
- izolácia vodičov tvrdý, ale ohybný plast v rôznych farbách.
- farba vodiča je daná normou.
- vodiče spojené omotané páskou tvoria zväzky.
- vodiče sa upevňujú plastovými príchytkami.

**Štartér, alternátor a akumulátor:** spletený medený vodič

**Dimenzovanie vodičov** (oteplenie jadra vodiča, dovolený úbytok napätia):

Štartér: povolená hustota prúdu v rozsahu 20-30 A.mm<sup>-2</sup>

(krátkodobá zaťaženie)

Ostatné obvody:

povolená hustota prúdu v rozsahu 5-10A.mm<sup>-2</sup>.

19

**Dobíjanie batérie:** 12 V akumulátor

Dobíjacie napätie: cca 14,2 – 14,4V.

Dobíjaci prúd: 1/5 a ž 1/10 menovitej kapacity akumulátora.

Správne dobíjanie eliminuje vytváranie plynov. Pri bezúdržbových batériách nepríde k strate vody, ktorá sa nedá doplniť a tým k poškodeniu článkov.

**Samovybíjanie olovených akumulátorov:**

pri izbovej teplote 0,1 – 0,2 % ich kapacity za deň.

Olovené akumulátory nesmú ostať úplne vybité, resp. pod danou úrovňou napätia.

Takýto stav má za následok nevratné a trvalé znehodnotenie celého článku (poškodenie elektród).

**Parametre batérie:**

**Kapacita batérie**

– sa udáva v Ah (Ampér hodinách)

– vyjadruje hodnotu prúdu, ktorý môže byť odoberaný po dobu 20 hodín pri vonkajšej teplote 25°C a pri plne nabitej batérii, pričom konečné napätie batérie nesmie klesnúť pod 10,5V. Příklad: 44Ah / 20h = 2,2A

**Rezervná kapacita (RC).** RC sa vyjadruje v minútach a je to čas, po ktorý môže batéria vydržať zaťaženie 25 A predtým, ako napätie poklesne pod 1,75 V na každý článok. Test sa má vykonať pri 27°C.

21

**Parametre batérie:**

**Max. štartovací prúd**

– hodnota max. odoberateľného prúdu pri teplote -18°C a pri plne nabitej batérii.

**EN:** batéria sa zaťaží nominálnym prúdom počas 10 sek. Pri tomto zaťažení nesmie napätie klesnúť pod 7,5 V. Batéria zostane v pokoji na 10 sek, potom sa zaťaží znova na 60% pôvodného zaťaženia na 73 sek; napätie batérie by nemalo klesnúť pod 6V.

**IEC:** batéria sa zaťaží nominálnym prúdom počas 60 sek. Pri tomto zaťažení minimálne koncové napätie má byť rovné 8,4 V.

**DIN:** batéria sa zaťaží špecifikovaným (nominálnym) CCA prúdom. Po 30 sek by mala mať batéria napätie aspoň 9,0 V a po 150 sek aspoň 6V.

**SAE:** batéria sa zaťaží nominálnym CCA prúdom; po 30 sek by mala mať batéria aspoň 7,2 V koncového napätia.

Vplyv záporných teplôt: Štartovacia kapacita akumulátora pri nízkych teplotách klesá. Je to spôsobené nárastom vnútorného odporu a spomaľovaním chemických reakcií. Spolu s poklesom kapacity batérie stúpajú pri nízkych teplotách požiadavky na motor, keďže olej motora je pri nízkych teplotách hustejší.

Plne nabitá batéria má pri: +25°C 100 % štartovacej kapacity  
0°C 65 % štartovacej kapacity  
– 18°C 40 % štartovacej kapacity

$$C = \frac{5(F - 32)}{9}$$

23

**Zdroje energie:**

Batéria – definuje veľkosť napätia, s ktorým auto pracuje.

V súčasnosti je najpoužívanejšou takzvaná štartovacia batéria

(olovený akumulátor). Spoločným znakom je malý vnútorný odpor (hovoríme o tvrdom zdroji), keďže i pri veľkom prúdom odbere je pokles napätia relatívne malý.

Z hľadiska konštrukcie rozoznávame tzv.:

- údržbové a
- bezúdržbové batérie (plniace otvory sú úplne zatvorené).

Majú odvetrávací otvor.

Pozor !!!! Pri nabíjaní sa vytvára vysoko výbušný vodík!

**Akumulátor:** Spojenie niekoľkých článkov do série (sériovo zapojených)

Napätie článku naprázdno je 2,05V.

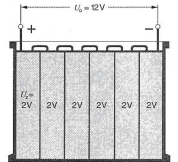
Napr. 12V batéria je tvorená 6 článkami zapojenými do série.

Články sú tvorené elektródami z olova.

Elektrolyt je 37% roztok kyseliny sírovej H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Hustota kyseliny (pozor žieravina!) sa mení:

- pri plnom dobití je to cca. 1,28g/cm<sup>3</sup>.
- vstave vybitia je to cca. 1,10g/cm<sup>3</sup>.



20

**Parametre batérie:**

**Max. štartovací prúd**

– hodnota max. odoberateľného prúdu pri teplote -18°C a pri plne nabitej batérii.

**EN:** batéria sa zaťaží nominálnym prúdom počas 10 sek. Pri tomto zaťažení nesmie napätie klesnúť pod 7,5 V. Batéria zostane v pokoji na 10 sek, potom sa zaťaží znova na 60% pôvodného zaťaženia na 73 sek; napätie batérie by nemalo klesnúť pod 6V.

**IEC:** batéria sa zaťaží nominálnym prúdom počas 60 sek. Pri tomto zaťažení minimálne koncové napätie má byť rovné 8,4 V.

**DIN:** batéria sa zaťaží špecifikovaným (nominálnym) CCA prúdom. Po 30 sek by mala mať batéria napätie aspoň 9,0 V a po 150 sek aspoň 6V.

**SAE:** batéria sa zaťaží nominálnym CCA prúdom; po 30 sek by mala mať batéria aspoň 7,2 V koncového napätia.

Vplyv záporných teplôt: Štartovacia kapacita akumulátora pri nízkych teplotách klesá. Je to spôsobené nárastom vnútorného odporu a spomaľovaním chemických reakcií. Spolu s poklesom kapacity batérie stúpajú pri nízkych teplotách požiadavky na motor, keďže olej motora je pri nízkych teplotách hustejší.

Plne nabitá batéria má pri: +25°C 100 % štartovacej kapacity  
0°C 65 % štartovacej kapacity  
– 18°C 40 % štartovacej kapacity

22

UK  
EU  
...



**Alternátor**

– dodáva energiu pre všetky spotrebiče,

– dodáva energiu pre opätovné dobitie batérie, ktorá stratila kapacitu stáť v aute a odberom RJ v kludovom stave.

– odoberá časť vyrobeného výkonu spaľovacieho motora a premieňa mechanickú energiu na elektrickú.

– Je poháňaný spaľovacím motorom auta – zväčša cez remeňový prevod.

– Jeho výkon je závislý na otáčkach motora. Pri malých otáčkach (voľnobeh) klesá jeho výkon.

– produkuje striedavý elektrický prúd. Autobatéria, štartér a zvyšok siete potrebujú na prevádzku jednosmerný prúd – preto je prúd generátora usmerňovaný polovodičovými diódami (usmerňovač). Usmerňovač je integrovaný zväčša na samotnom telese generátora.

– dobíja akumulátor automobilu prúdom závislým na stave jeho nabitia a tiež napája elektrické spotrebiče aktivované obsluhou a riadiacou elektronikou.

V prípade enormných požiadaviek na odoberaný prúd (vyhrievanie čelného, zadného skla alebo sedadiel) elektronika akumulátora komunikáciou s elektronikou motora zvýši voľnobežné otáčky.

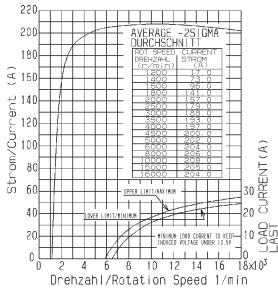
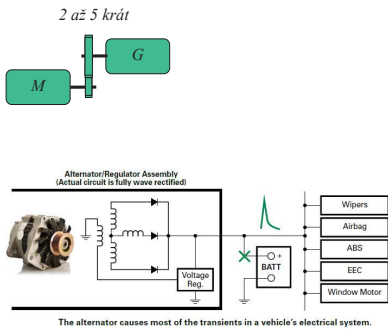
– dnes sa používajú vodou chladené.



24

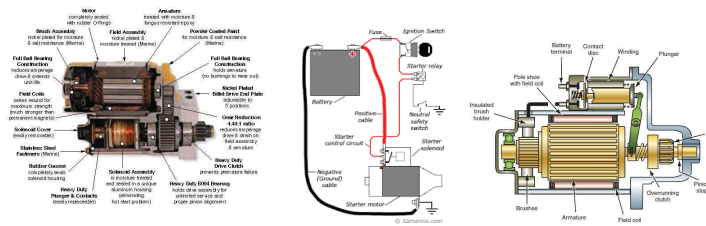
## Alternátor

- Normálne dobijacie napätie pre 12V systém by malo byť rovné 14,0-14,4 V pri +25°C merané na kontaktoch batérie, pri voľnobehu na 2000 ot/min a so zapnutými svetlami vozidla
- dobijacie napätie má narásť o 0,3V na každých 10°C poklesu teploty. Keď teplota stúpa, zmena má byť opačná.
- pôsobenie väčšej záťaže: ventilátor, elektrický ohrev okenného skla alebo vyhrievaním sedadiel, by nemalo spôsobiť pokles napätia väčší ako 0,3 V.



## Štartér

- slúži na spúšťanie spaľovacích motorov, pretože je potrebné prekonať zotrvačnosť a kompresný odpor motora.
- sa skladá z motora spúšťača (elektromotor), zasúvacieho relé (relé, zasúvací elektromagnet) a záberovej prevodovky (pastorok, valčeková voľnobežka).
- je najväčším odberateľom elektrického prúdu, je priamo spojený s akumulátorom (+ pól) a nie je istený žiadnou poisťkou. Preto musí byť tento silový prúdový okruh dostatočne chránený pred skratom s kostrou automobilu.



## Vodiče

- dimenzujeme tak, aby:
  - sa neprehrievali
  - sa neprekročil dovolený úbytok napätia
  - dovolená prúdová hustota bola:
    - „štartér“ 20 - 30 A/mm<sup>2</sup>
    - ostatné obvody 5 - 10 A/mm<sup>2</sup>
- Ako by ste vy zdôvodnili túto tabuľku?

Prierez Cu mm <sup>2</sup>	Maximálny prúd pri trvalom zaťažení A	Použitie
1	11	pre všetky spotrebiče okrem spúšťačov
1,5	14	
2,5	20	
4	25	
6	31	
10	43	
16	70	pre spúšťače
25	100	
35	130	
50	160	
70	200	
95	245	
120	290	

## Elektrický odpor:

Závislosť „napätie je funkciou pretekajúceho prúdu“.

Konštanta úmernosti R je funkciou:  $U = R \cdot I$  – materiálu

$$R = \rho \frac{l}{S}; [\Omega, \Omega m, m, m^2]$$

- $\rho$  [Ωm], rezistivita, (merný odpor)
- geometrických rozmerov:
  - S [m<sup>2</sup>], prierez
  - l [m], dĺžka

látko	$\rho$ [10 <sup>-8</sup> Ω.m]	Tepl.odp.súčiniteľ $\alpha$
meď	1,75	0,004
bronz	2,4	0,001
hliník	3,3	0,0037
železo	13	0,0048
mosadz	7,5	0,0015

## Dovolený úbytok napätia na vodiči

$$\Delta U = R_p I$$

## Straty vo vodiči pri prechode prúdu

$$P = R_p I^2$$

## Dimenzovanie vodičov vo vozidle:

- Rozvod elektrickej energie vo vozidle: medené lankové vodiče (PVC izolácia).
- Výhodné mechanické vlastnosti PVC izolácie pri nízkej cene - odolnosť voči vplyvom prostredia a dobré protipožiarne vlastnosti (pri zohriatí preťaženého vodiča izolácia skôr odtečie a začne dymiť než vzbĺkne. To vodiča upozorní na nebezpečenstvo.)
- Menovité prierezy vodičov sú v rozsahu 0,5÷120 mm<sup>2</sup>. Dovoľené prúdy sú uvedené v Tab.
- Krátke vedenia sa dimenzujú podľa najväčšieho dovoleného prúdového zaťaženia.
- Dlhé vedenia sa dimenzujú podľa najväčšieho dovoleného úbytku napätia medzi akumulátorom a spotrebičom.
- Dovoľená prúdová hustota vo vodičoch pre trvalé zaťaženie sa pohybuje v rozsahu 2÷10 A/mm<sup>2</sup> (menšie hodnoty platia pre väčšie prierezy a pri zhoršenom odvoze tepla z kábla uprostred väzku vodičov), pre krátkodobé zaťaženie 20÷30 A/mm<sup>2</sup>
- Dovoľený úbytok napätia medzi akumulátorom a spotrebičom (dôležitý napr. pre vonkajšie osvetlenie vozidla) je stanovený normou, pohybuje sa medzi 8÷15%. (STN 30 4002 pripúšťa max. 12% menovitého napätia.)
- Pri spínacích a spojovacích zariadeniach (spínače, svorkovnice a konektory) nesmie byť úbytok na svorkách zariadenia pri maximálnom prúde (125% IN) väčší ako 0,2V.
- V zariadeniach združujúcich viac činností a ktoré majú preto viac spínacích miest zaradených za sebou, nesmie celkový úbytok napätia prekročiť 10% UN pri 125% IN

## Uloženie a mechanické upevnenie vedenia vo vozidle:

Elektrické vedenie vo vozidle musí byť umiestnené a vedené tak, aby:

- nedochádzalo k poškodeniu izolácie mechanicky alebo tepelne,
- vedenie sa pri prevádzke nesmie vo vozidle pohybovať,
- vedenie nesmie byť vedené cez ostré hrany a blízko pohyblivých alebo

## Elektronické systémy zabezpečujúce kvalitu, komfort a bezpečnosť

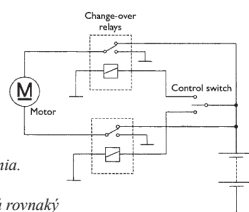
Pr.:

Elektrický pohyb zrkadiel, sedadiel, okien a systém centrálného zatvárania dverí je realizovaný na podobnom princípe.

Všetky tieto systémy využívajú jednosmerné motory s permanentným magnetom.

Elektroniku tvorí systém zabezpečujúci zmenu smeru otáčania.

Vid'. bloková schéma.



Prepnutie „Control switch“ do hornej/dolnej polohy realizuje pripojenie motora k napájaniu. Mení sa pritom polarita napájania.

Ak je „Control switch“ v strednej polohe, oba póly motora majú rovnaký potenciál. Toto spôsobuje okamžité zabrzdzenie motora pri odpojení od napájania.

Ak treba, tento základ je doplnený o koncové spínače, obvody pamätania si poslednej polohy, obmedzovače sily, ...