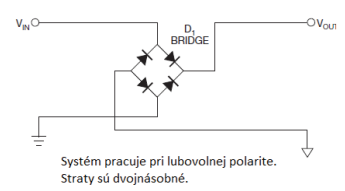
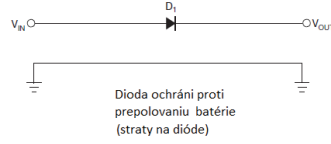
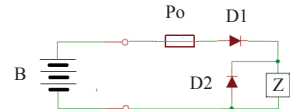


Príklad:

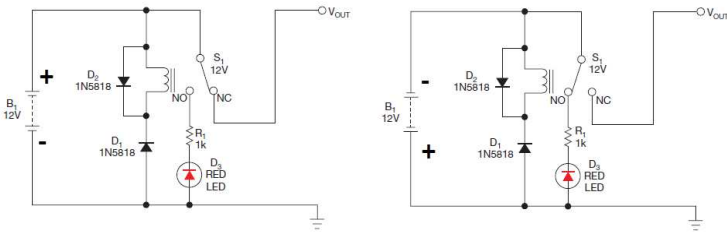
Ochrana pred prepólovaním zdroja:
Buď D1, alebo D2.

1. Batéria pripojená správne.
Nevýhoda: úbytok na D1
2. Batéria je pripojená nesprávne.
Diódou D2 tečie veľký prúd, ktorý prepáli poistku Po.



Príklad:

Ochrana pred prepólovaním zdroja bez úbytku napätia, bez strát:



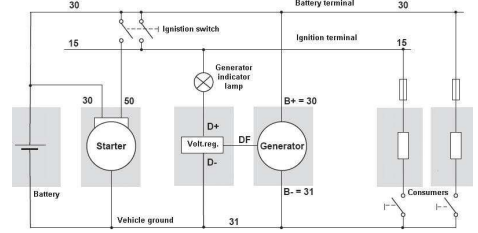
Navrhňte ochranu proti prepólovaniu batérie pomocou výkonného P MOS, resp. N MOS tranzistora.

Normované značenie svoriek:

- 1 cievka zapalovania, nízkonapäťový výstup
- 4 cievka zapalovania, vysokonapäťový výstup
- 30 nespínaný plus pól palubnej siete
- 31 nespínaný minus pól palubnej siete (minus akumulátora alebo kostra vozidla)
- 15 spínané plus palubnej siete
- ...
- 53 motor stieračov
- 54 brzdové svetlá
- 55 koncové svetlá do hmly

Farebné značenie vodičov:

- Čierna Zelená
- Modrá Hnedá
- Červená



- 85 – cievka spínania na kostru (koniec vinutia)
- 86 – cievka spínania na plus (začiatok vinutia)
- 87 – výstup z pracovného okruhu

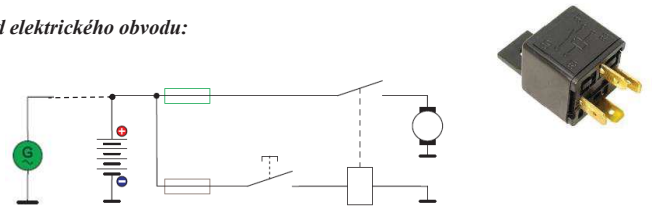
Rozdelenie elektrickej siete vo vozidle podľa účelu:

Elektrické obvody vo vozidle sa označujú číslami a písmenami veľkej abecedy. Rôzny výrobcovia, rôzne značenie (fa koncernu VW):

Svorka	význam
15	spínané plus za akumulátorom (výstup ze spínacej skřínky)
15a	spínané plus za spínací skřínkou (za zapalovačom)
30	výstup priamo od plusu akumulátora
30a	výstup priamo od plusu akumulátora (za poistkou)
30al	vypínané plus centrálneho fúzičného jednotku vozu pre vnútorné osvetlenie
31	minus akumulátora alebo kostra vozidla
50	výstup ze spínacej skřínky pre spouštěč
54	brzdové svetlá
55	výstup osi spínacieho svetiel pro poďkávacie a diaľkové svetlá
55a	stĺpcové svetlá
55L	diaľkové svetlo ľavé
55R	diaľkové svetlo pravé
56	poďkávacie svetlá
56LL	poďkávacie svetlo ľavé
56LR	poďkávacie svetlo pravé
58	obrysová svetlá, osvetlenie poznačiacich značiek
58L	osvetlenie spínacieho a parkovacieho príslušenstva (nastavení intenzity svetla)
58R	osvetlenie a parkovacie svetlo ľavé
58R	osvetlenie a parkovacie svetlo pravé
71	výstup pro zvukovú hlukochybu
75	výstup ze spínacej skřínky pro vypínaní spotřebičů k odpojení akumulátora při startování
75a	vypínané plus za reťaz k odpojeniu akumulátora při startování (za poistkou)
86a	vypínané plus spínacie skřínky při úplném vyložení klíčka ze spínacie skřínky
87	výstup z reťaz palivového bępađu, nebo z reťaz přímeho vstřikování varškového motoru
87a	výstup z reťaz palivového bępađu, nebo z reťaz přímeho vstřikování varškového motoru za poistkou

CAN - H (pohon)	dióda sběrnice mezi řídicími jednotkami trhačů (motor, autom. přev., ABS)
CAN - L (pohon)	diagnostická vedení pro datové sběrnice...
CAN - H (kontrol)	dióda sběrnice mezi řídicími jednotkami kontrolní elektroniky (řídicí jednotky dřeví, Chrástko, centrální řídicí jednotka vozu, diagnostická řízení pro datové sběrnice...)
CAN - L (kontrol)	dióda sběrnice mezi řídicími jednotkami a diagnostickým rozhraním pro datové sběrnice
CAN - H (CAN - L)	dióda sběrnice mezi diagnostickým rozhraním pro datové sběrnice a autokidem, zapalovačem...
CAN - H (infotainment)	dióda sběrnice mezi centrální řídicí jednotkou vozu, řídicí jednotkou motoru strážní...
CAN - L (infotainment)	diagnostická vedení mezi řídicími jednotkami
LIN - Bus	
Kvadrant	

Príklad elektrického obvodu:



Istenie spotrebičov a vedení:

Účel: Ochrana pred nadmerným prúdom (skrat na ľubovoľnom mieste vedenia).

Zmenšenie nebezpečenstva požiaru

Istenie nie je normované:

Amerika: zopár poistiek
Európa: prakticky každý obvod je samostatne istený

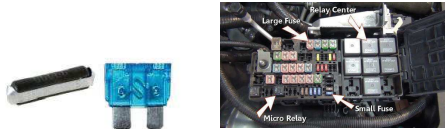
Používajú sa:

tavné poistky
(tepelné ističe)

Poistky:

Porcelánové:
Plastové: Označenie farbou

- 7,5 A hnedá
- 10 A červená
- 15 A modrá
- 20 A žltá
- 25 A biela
- 30 A zelená



Poistky reagujú na nadprúd:
2*I_N preruší poistku skorej ako za hodinu
3*I_N preruší poistku do niekoľkých sekúnd
Poistky chránia vodiče voči skratom.

Ističe:

Jadro tvorí bimetal.
Chránia jednotlivé prvky (napr. motorčeky), nie vodiče.

Odpájače baterky:

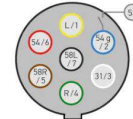
Namontované sú pri baterke. Odpájajú + pól.
Aktivované sú airbagom.
Dve prevedenia: – pyropatron,
– elektrický odpájač.

Konektory:

Nenormované:
Výrobené na objednávku výrobcu auta
Např. Pripojenie snímačov, spotrebičov,
riadiacich jednotiek, ...
Prepojovanie káblových zväzkov

Normované:

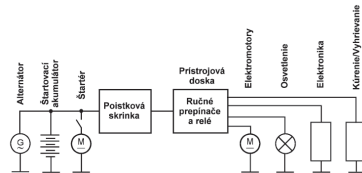
Autorádio.
Príviesné vozíky:
– 7 kolíkové
– 13 kolíkové
OBD konektor



Pin	Symbol	Svorka	Barva	Popis
1	L	54/76	žltá	ľavé smerové svetlo
2	(S2)(54g)	54/76	modrá	mihňové svetlo
3	31	31	biela	kostra vozu (- pól)
4	R	54/76	zelená	pravé smerové svetlo
5	5BR	54/76	hnedá	pravé obrysové svetlo
6	54	54	červená	brzdové svetlo
7	5BL	54/76	černá	ľavé obrysové svetlo
-	52	52	neodef.	výstup vypínače z mihňového na voze

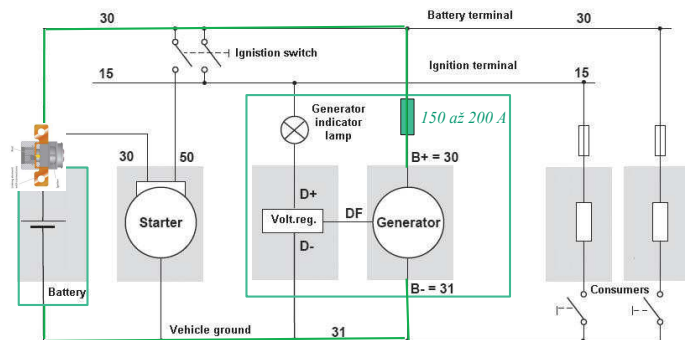
Klasický (starý) koncept rozvodu: – „jednovodičová“ elektrická sústava
– záporná kostra
– 12 V / 24 V napájacie napätie

- Súčasnoscť:
- 12V rozvodná sieť (24V nákladné vozidlá a autobusy).
 - Elektrická energia sa v prístrojovej doske rozdeľuje pre jednotlivé spotrebiče.
 - Ku každému spotrebiču vedie samostatné vedenie.
- Budúcnoscť:
- predpokladá sa použitie batérií s vyšším napätím (účinnoscť).
 - rôzne napájacie napätia (veľkoscť, ac, dc).
 - napätia budú individuálne prispôsobované jednotlivým spotrebičom.



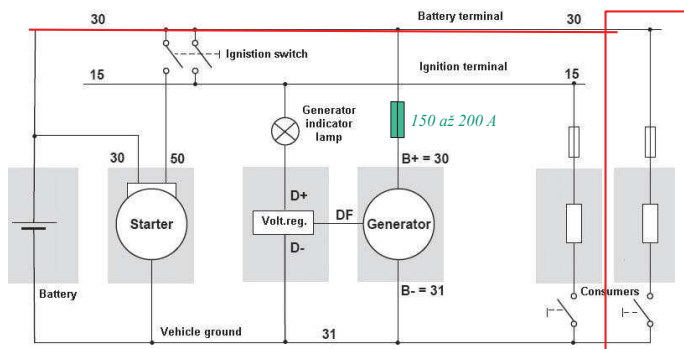
Bloková schéma vozidla

Obvod zdrojov



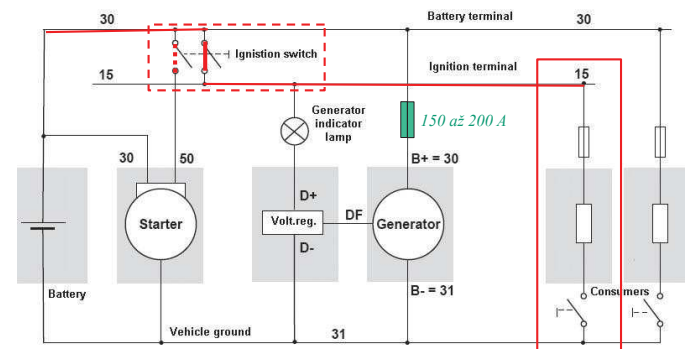
Bloková schéma vozidla

Obvody pohotovostných spotrebičov „30“:
- Vnútorne osvetlenie, montážna zásuvka, zásuvka pre prípojné vozidlo,
brzdové svetlá, klaksón, ...



Bloková schéma vozidla

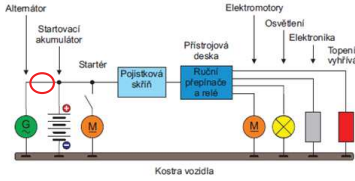
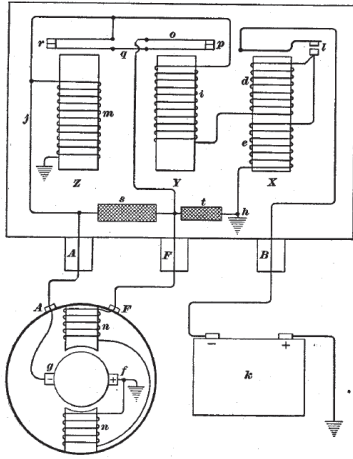
Obvody denných spotrebičov „15“:
- Zapalovanie, smerovky, stierače, ...



Riadenie dobíjania batérie

Tri úlohy realizované riadiacou jednotkou:

1. X relé: „spätná dióda“
Ak je napätie batérie väčšie ako dynam, odpojí sa dobíjanie
2. Y relé: prúdový regulátor. Obmedzuje veľkosť prúdu odoberaného z dynam
3. Z relé: regulátor napätia. Udržiava napätie na konštantnej úrovni.

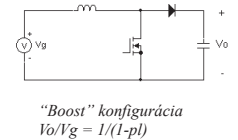
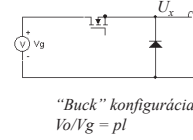
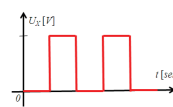
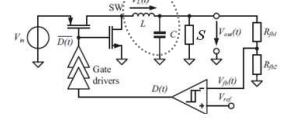
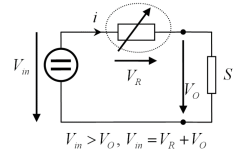


19

DC- DC menič Zjednodušený pohľad na syntézu

– Nevýhodou lineárnych stabilizátorov napätia, je ich nízka účinnosť.

- DC- DC meniče, spínané napájacie zdroje dosahujú vyššiu účinnosť.
- Spínaný zdroj je regulačný obvod na konštantnú hodnotu.
- Odber z meniča, záťaž, kolísanie napájacieho napätia, ... sú poruchové veličiny, ktorých vplyv treba minimalizovať.
- Zvlnenie regulovaného napätia patrí medzi kvalitatívne parametre spínaného zdroja.
- Spínané zdroje majú sú rôzneho prevedenia:
- Plnenie pl (D, DC) je bezrozmerné číslo z intervalu 0 až 1

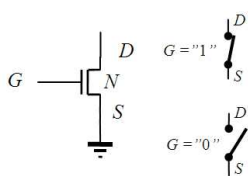
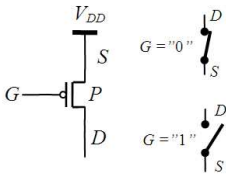


20

Kľudový prúd vozidla

Ak chceme hovoriť o kľudovom odbere, treba si uvedomiť, že

- až na malé výnimky je „kontakt - vypínač“ nahradený „tranzistorom“

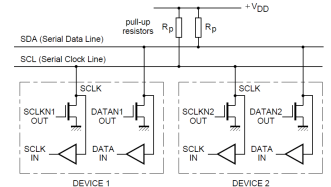
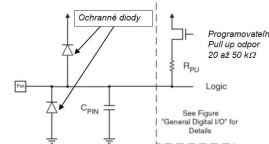
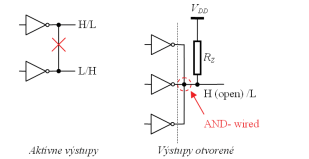
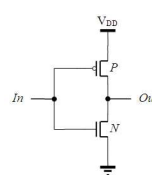


21

Kľudový prúd vozidla

Ak chceme hovoriť o kľudovom odbere, treba si uvedomiť, že

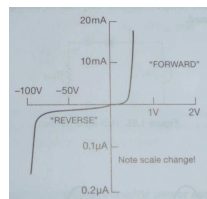
- Na zbernicu je pripojený pin procesora jedným zo spôsobov



Kľudový prúd vozidla

Ak chceme hovoriť o kľudovom odbere, treba si uvedomiť, že

- dióda vedie prúd v oboch smeroch

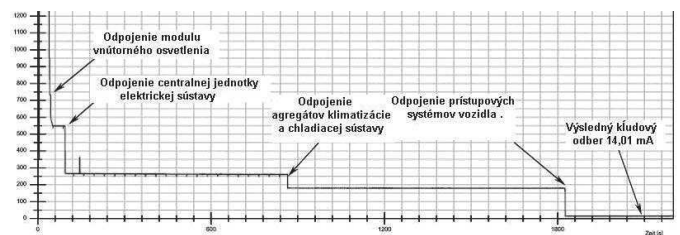


- riadenie je realizované mikrokontrolermi, niektoré odpojíme od napájania, iné utlmíme:
 - IDLE mode,
 - POWER-SAVE mode a
 - POWER-DOWN mode
- napájanie mikrokontrolerov je poväčšine „5V“ a menej, palubná sieť má 12V.
- pomocou odporových deličov treba prispôsobiť úroveň signálov.

23

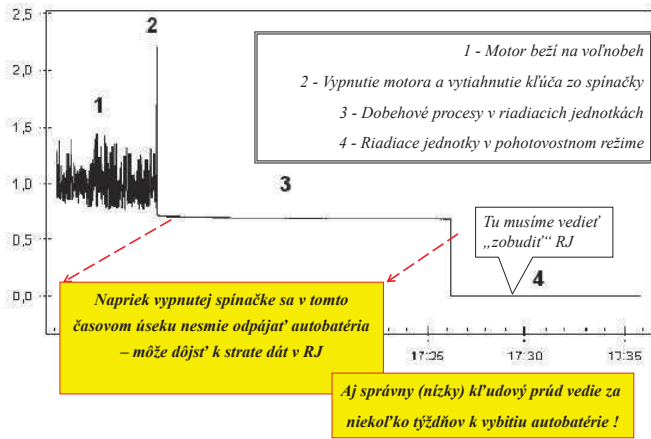
Kľudový prúd vozidla

je prúd, ktorý odoberá vozidlo ako celok zo zdroja (napr. batérie) v pohotovostnom režime (Standby).



24

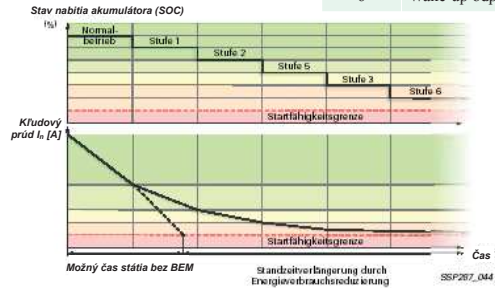
Kľudový prúd vozidla



25

Manažér kľudového prúdu:

Vypínací stupeň	Funkčná oblasť
1	Obmedzenia Komfortnej oblasti
2	Ďalšie obmedzenia v Komfortnej oblasti Obmedzenia v oblasti infotainment-u
3	Obmedzenie kľudového prúdu
4	Transportný režim
5	Vypínanie prídavného kúrenia
6	Wake-up odpovedajúcej RJ



26

Prvky elektrického obvodu:

Prvky elektrického obvodu sú do elektrického obvodu zapájané pomocou pólov, svoriek.

Podľa počtu pólov ich delíme na:

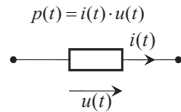
- dvojpól (popíšeme ho pomocou V-A charakteristiky $i = i(u)$, resp. $u = f(i)$)

- trojpól
- n-pól.

Prvky elektrického obvodu môžu byť $p(t) > 0$

- pasívne, nemôžu trvale dodávať energiu, resp.

- aktívne, môžu trvale dodávať energiu. $p(t) < 0$



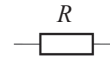
Ideálny dvojpól môžeme popísať pomocou jedného parametra:

- rezistor
- kapacitor
- induktor
- zdroj napätia
- zdroj prúdu

Základné dvojpóly:

Pasívne

Ideálny rezistor (odpor)



Ideálny induktor (cievka)



Ideálny kapacitor (kondenzátor)



Aktívne

Ideálny zdroj napätia



Ideálne dvojpóly sú zjednodušením skutočných elektronických prvkov. Reálne dvojpóly modelujeme pomocou ideálnych.

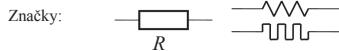
27

28

Ideálny rezistor:

Jednotka elektrického odporu: Ohm; $1 \Omega = V/A$

Jednotka je pomenovaná po nemeckom vedcovi Georg Simon Ohm, (1789-1854).



Ohmov zákon: $u_R(t) = R \cdot i_R(t)$ resp. $i_R(t) = R^{-1} \cdot u_R(t) = G \cdot u_R(t)$

G - elektrická vodivosť. $[S = \Omega^{-1}]$

Jednotka: Siemens

Jednotka je pomenovaná po nemeckom elektrotechnikovi: Werner von Siemens (1816 - 1892).

Elektrický odpor:

G.S. Ohm vykonal sériu pokusov (pri konštantnej teplote).

Meral závislosť „napätie je funkciou pretekajúceho prúdu“. $U = R \cdot I$

Konštanta úmernosti R je funkciou:

- materiálu
- ρ [Ωm], rezistivita, (merný odpor)
- geometrických rozmerov:
 - S [m^2], prierez
 - l [m], dĺžka

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

Rezistivita:

- striebro (20°C): $1,63 \cdot 10^{-8}$ [Ωm] \longleftrightarrow izolanty (20°C): $1 \cdot 10^{16}$ [Ωm]

Merný odpor sme udávali pri teplote $T = 20^\circ C \Rightarrow$, v praxi treba písať:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha \Delta t); [\Omega m; \Omega m, ? , ^\circ C]$$

Kde: ρ_0 [Ωm] je počiatočný merný odpor,

Δt [$^\circ C$] je rozdiel teplôt

α [$^\circ C^{-1}$] teplotný súčiniteľ elektrického odporu.

Prevrátená hodnota merného elektrického odporu je merná elektrická vodivosť.

látko	ρ [$10^{-8} \Omega m$]	Teplotný súčiniteľ α
meď	1,75	0,004
bronz	2,4	0,001
hlínik	3,3	0,0037
železo	13	0,0048
mosadz	7,5	0,0015
nikelín	40	< 0,0001
konštantán	50	< 0,0001
manganín	42	< 0,0001
striebro	1,60	0,0038
platina	9,4	0,0024

29

30

Príklad:

Úlohou je navrhnuť rezistor, tak, aby led diódou tiekol prúd $I_F = 5 \text{ mA}$, ktorému odpovedá $U_F = 2 \text{ V}$. Hodnotu R vypočítame podľa Ohmovho zákona.

$$R = \frac{U_Z - U_F}{I_F} = \frac{5 - 2}{0.005} = 600[\Omega]$$

Takáto hodnota odporu sa nevyrába. Ako postupovať?

Vyberieme najbližší vyšší vyrábaný.

Príkon rezistora je 0.015 W

Rezistory sa vyrábajú v radoch.

E6, E12, E24, E48, E96, E192

Číslo predstavuje počet hodnôt v ráde.

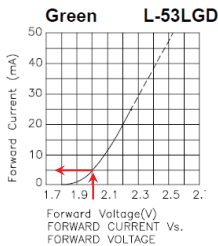
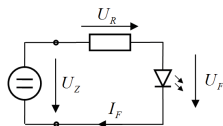
Tomu odpovedá presnosť:

$\pm 20\%$ $\pm 10\%$ $\pm 5\%$ $\pm 2.5\%$ $\pm 1\%$ $\pm 0.5\%$

Rezistory sú vyrábané vo veľkom rozsahu hodnôt.

Každá dekáda musí byť rovnomerne pokrytá so zaručenou presnosťou.

Rady do technickej praxe zaviedol francúzsky technik Charles Renard.



Rady rezistorov:

E6 (20%) : 10 15 22 33 47 68	E192 (0.5%) : 100 101 102 104 105 106 107 109 110 111 113 114 115 117 118 120 121 123 124 126 127 129 130 132 133 135 137 138 140 142 143 145 147 149 150 152 154 156 158 160 162 164 165 167 169 172 174 176 178 180 182 184 187 189 191 193 196 198 200 203 205 208 210 213 215 218 221 223 226 229 232 234 237 240 243 246 249 252 255 258 261 264 267 271 274 277 280 284 287 291 294 298 301 305 309 312 316 320 324 328 332 336 340 344 348 352 357 361 365 370 374 379 383 388 392 397 402 407 412 417 422 427 432 437 442 448 453 459 464 470 475 481 487 493 499 505 511 517 523 530 536 542 549 556 562 569 576 583 590 597 604 612 619 626 634 642 649 657 665 673 681 690 698 706 715 723 732 741 750 759 768 777 787 796 806 816 825 835 845 856 866 876 887 898 909 919 931 942 953 965 976 988
E12 (10%) : 10 12 15 18 22 27 33 39 47 56 68 82	
E24 (5%) : 10 11 12 13 15 16 18 20 22 24 27 30 33 36 39 43 47 51 56 62 68 75 82 91	
E48 (2.5%) : 100 105 110 115 121 127 133 140 147 154 162 169 178 187 196 205 215 226 237 249 261 274 287 301 316 332 348 365 383 402 422 442 464 487 511 536 562 590 619 649 681 715 750 787 825 866 909 953	
E96 (1%) : 100 102 105 107 110 113 115 118 121 124 127 130 133 137 140 143 147 150 154 158 162 165 169 174 178 182 187 191 196 200 205 210 215 221 226 232 237 243 249 255 261 267 274 280 287 294 301 309 316 324 332 340 348 357 365 374 383 392 402 412 422 432 442 453 464 475 487 499 511 523 536 549 562 576 590 604 619 634 649 665 681 698 715 732 750 768 787 806 825 845 866 887 909 931 953 976	

Podľa tolerancie menovitého odporu sú rezistory zaradené do skupín, ktoré sa označujú písmenami alebo farebným kódom.

Rady rezistorov:

Menovitý odpor rezistora

Menovitý odpor je predpokladaný odpor súčiastky udávaný v OHMOCH.

Menovitý odpor je na súčiastke vyznačený kódom vytvoreným skupinou číslic a písmen

alebo farebnými pásičkami.

Bežne používané symboly:

- R Ohm - K kilo (10^3)

- M mega (10^6) - G giga (10^9)

Písmeno je umiestnené na mieste desatinnej čiarky.

Príklady: $2.2\Omega = 2R2$, $390\Omega = 390R$,

$100k\Omega = 100K$.

Farba	1. pásič	2. pásič	3. pásič - násobiteľ	4. pásič - tolerancia
Čierna	0	0	$\times 10^0$	
Hnedá	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
Červená	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Oranžová	3	3	$\times 10^3$	
Žltá	4	4	$\times 10^4$	
Zelená	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
Modrá	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$
Fialová	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$
Sivá	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$
Bielá	9	9	$\times 10^9$	
Zlatá			$\times 0.1$	$\pm 5\%$
Stieborná			$\times 0.01$	$\pm 10\%$

Farebné značenie

- 4-pásičkové (5-pásičkové presné rezistory)

Farebné značenie: 4 (5) pásičkov,

Prvé 2 (3) pásičky určujú

prvé 2 (3) číslice danej hodnoty,

3 (4) pásič určuje násobiteľ a

posledný 4 (5) toleranciu od menovitej hodnoty.

Prvý pásič je bližšie pri okraji rezistora.

Ak je tolerancia $\pm 20\%$ chýba štvrtý pásič.

Rezistory z obrázku:

Červená - Červená - Oranžová - Zlatá

[2] [2] [$\times 10^3$] [$\pm 5\%$] = $22 \text{ k}\Omega \pm 5\%$

Žltá - Fialová - Hnedá - Zlatá

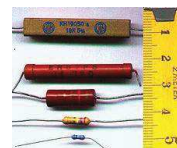
[4] [7] [$\times 10^1$] [$\pm 5\%$] = $470 \Omega \pm 5\%$



Menovité zaťaženie rezistorov:

Menovité zaťaženie je výkon, ktorý sa môže pri určitých podmienkach premeniť v rezistore na teplo, pričom teplota jeho povrchu nesmie prekročiť dovolenú veľkosť (teploty sú dané normami).

1/4W, 1/2 W, 1 W, 2 W ,3W atď.



Elektrický odpor: otázky

1. Výsledný odpor dvoch sériovo zapojených odporov: R_1, R_2
2. Výsledný odpor dvoch paralelne zapojených odporov: R_1, R_2
3. Načo je vhodný materiál „konštantán“ a načo „platina“?

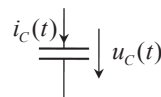
Ideálny kondenzátor:

Charakteristickým parametrom je kapacita C (kladná konštanta):

Jednotka kapacity je Farad, F

Jednotka je pomenovaná po po anglickom fyzikovi: Michael Faraday (1791 – 1867)

Medzi elektródami ideálneho kondenzátora sa nachádza ideálny izolant, elektróny neprechádzajú kondenzátorom. Prúd kondenzátorom nie je vodivostného typu. Prúd je vyvolaný časovou zmenou napätia na kondenzátore – na elektródach.



Časová oblasť

$$i_C(t) = C \frac{du_C(t)}{dt}; [A; F, V s^{-1}]$$

resp.:

$$u_C(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i_C(\tau) d\tau = u_C(0) + \frac{1}{C} \int_0^t i_C(\tau) d\tau$$

Operátorova oblasť

$$I_C(s) = sC(U_C(s) - U_C(0))$$

$$U_C(s) = \frac{1}{sC} I_C(s) + U_C(0)$$

Reálny, technický kondenzátor:

Kapacita kondenzátora je daná geometrickými rozmermi elektród a vlastnosťami dielektrika oddeľujúceho elektródy.

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \frac{S}{d}; [F; \text{?}, -, m^2, m]$$

$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ meritivita dielektrika

Aký rozmer má ϵ_0 ?

Jednotkou kapacity v sústave SI je Farad:

$$C; [F; m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2] = [F; \Omega s]$$

Reálny kondenzátor sa dá vyjadriť modelom:

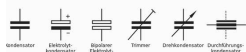
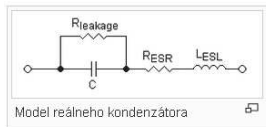
C – vlastná kapacita,

$R_{leakage}$ – izolačný odpor dielektrika,

R_{ESR} – sériový odpor

(ESR = Equivalent Series Resistance) a

L_{ESL} – indukčnosť prívodov.



Typy kondenzátorov :

Tantalové:

Modifikácia elektrolytických kondenzátorov, dielektrikom je vrstva oxidu tantalu na tantalovej elektróde.

Vlastnosti:

- pomerne vysoké kapacity
- absolútna potreba jednosmernej polarizácie, neznášajú ani najmenšie prepólovanie a ani prepätia (explodujú)
- výrazne menšie (až zanedbateľne malé) zvodové prúdy
- vyššia cena než majú elektrolytické



Typické rozsahy hodnôt kapacity 1 μF – 4700 μF

napätia 5,5 V – 400 V

priemer 5 mm – 12,5 mm

výška 10 mm – 25 mm

Typické aplikácie

filtrovanie jednosmerného napájacieho napätia v miestach, kde je potrebný malý zvod (napr. batériou napájané prístroje)

Typy kondenzátorov:

Elektrolytické:

Konštrukcia: Elektródy majú veľký povrch. Katóda je vytvorená vodivým elektrolytom. Anódu tvorí hliníková fólia, na ktorej je vrstva Al_2O_3 – oxid hlinitý. Zrolované elektródy sú vložené do valcového hliníkového puzdra s dvomi vývodmi.

Vlastnosti:

- pomerne vysoké kapacity aj 70 F (ale iba pre nízke napätia – obyčajne 2,2 V)
- potreba jednosmernej polarizácie
- nízka cena
- nevýhoda: pomerne vysoké zvodové prúdy; Môžu vysychať.
- pomerne veľké parazitné javy (sériový odpor a indukčnosť). Tieto vlastnosti sa dajú znížiť zvláštnou konštrukciou (vyššia cena). Tento typ sa označuje „low ESR“ a používajú sa v spínaných zdrojoch.
- nesprávne zapojenie polarity poškodí súčiastku

Typické rozsahy hodnôt:

- kapacity 1 nF – 100 000 μF ,
- napätia 6 V – 600 V (špeciálne aj viac) (s rastúcim napätím rastie rozmer)
- teplotné rozsahy bežne od -40 °C do 85 °C, drahšie do 105 °C

Typické aplikácie

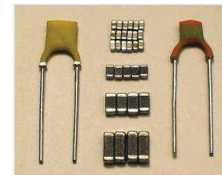
- filtrovanie jednosmerného napájacieho napätia
- oddelenie jednosmernej zložky v NF obvodoch
- malé kapacity sa využívajú na odstránenie vysokých frekvencií



Typy kondenzátorov:

Keramické:

Dielektrikum tvorí keramika.



Typy kondenzátorov:

Fóliové:

Dielektrikum je tvorené papierom, plastom, metalizovaného papiera, metalizovanej plastovej fólie



Kondenzátor: otázky

1. Výsledná impedancia dvoch sériovo zapojených kondenzátorov: C_1, C_2
2. Výsledný impedancia dvoch paralelne zapojených kondenzátorov: C_1, C_2
3. Prečo sa vyrába toľko rôznych druhov kondenzátorov?

CL23B(P=5,0)

Outline Drawing

CL23B(P=5,0) F

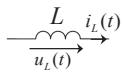
Dimension (mm)	min	max
Capacitor Thickness (A)	0,2	0,4
Lead Wire Dia. (B) (0,125)	0,2	0,4
Dimension (Lead Wire) (C) (1)	1,5	1,8

Pattern

Capacity	10VDC	16VDC	25VDC	50VDC	100VDC	250VDC
0,01	10	10	10	10	10	10
0,022	10	10	10	10	10	10
0,047	10	10	10	10	10	10
0,1	10	10	10	10	10	10
0,22	10	10	10	10	10	10
0,47	10	10	10	10	10	10
1	10	10	10	10	10	10
2,2	10	10	10	10	10	10
4,7	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10
22	10	10	10	10	10	10
47	10	10	10	10	10	10
100	10	10	10	10	10	10
220	10	10	10	10	10	10
470	10	10	10	10	10	10
1000	10	10	10	10	10	10
2200	10	10	10	10	10	10
4700	10	10	10	10	10	10
10000	10	10	10	10	10	10
22000	10	10	10	10	10	10
47000	10	10	10	10	10	10
100000	10	10	10	10	10	10
220000	10	10	10	10	10	10
470000	10	10	10	10	10	10
1000000	10	10	10	10	10	10
2200000	10	10	10	10	10	10
4700000	10	10	10	10	10	10
10000000	10	10	10	10	10	10
22000000	10	10	10	10	10	10
47000000	10	10	10	10	10	10
100000000	10	10	10	10	10	10
220000000	10	10	10	10	10	10
470000000	10	10	10	10	10	10
1000000000	10	10	10	10	10	10
2200000000	10	10	10	10	10	10
4700000000	10	10	10	10	10	10
10000000000	10	10	10	10	10	10
22000000000	10	10	10	10	10	10
47000000000	10	10	10	10	10	10
100000000000	10	10	10	10	10	10
220000000000	10	10	10	10	10	10
470000000000	10	10	10	10	10	10
1000000000000	10	10	10	10	10	10
2200000000000	10	10	10	10	10	10
4700000000000	10	10	10	10	10	10
10000000000000	10	10	10	10	10	10
22000000000000	10	10	10	10	10	10
47000000000000	10	10	10	10	10	10
100000000000000	10	10	10	10	10	10
220000000000000	10	10	10	10	10	10
470000000000000	10	10	10	10	10	10
1000000000000000	10	10	10	10	10	10
2200000000000000	10	10	10	10	10	10
4700000000000000	10	10	10	10	10	10
10000000000000000	10	10	10	10	10	10
22000000000000000	10	10	10	10	10	10
47000000000000000	10	10	10	10	10	10
100000000000000000	10	10	10	10	10	10
220000000000000000	10	10	10	10	10	10
470000000000000000	10	10	10	10	10	10
1000000000000000000	10	10	10	10	10	10
2200000000000000000	10	10	10	10	10	10
4700000000000000000	10	10	10	10	10	10
10000000000000000000	10	10	10	10	10	10
22000000000000000000	10	10	10	10	10	10
47000000000000000000	10	10	10	10	10	10
100000000000000000000	10	10	10	10	10	10
220000000000000000000	10	10	10	10	10	10
470000000000000000000	10	10	10	10	10	10
1000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
2200000000000000000000	10	10	10	10	10	10
4700000000000000000000	10	10	10	10	10	10
10000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
22000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
47000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
100000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
220000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
470000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
1000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
2200000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
4700000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
10000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
22000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
47000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
100000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
220000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
470000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
1000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
2200000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
4700000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
10000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
22000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
47000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
100000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
220000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
470000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
1000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
2200000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
4700000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
10000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
22000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
47000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
100000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
220000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
470000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
1000000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
2200000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
4700000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
10000000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
22000000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
47000000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10
100000000000000000000000000000000000	10	10	10	10	10	10

Ideálny induktor (cievka):

Charakteristickým parametrom je indukčnosť L (kladná konštanta):
 Jednotka indukčnosti je 1 Henry, [H]
 Jednotka je pomenovaná po americkom fyzikovi: Joseph Henry (1797 – 1878)



Časová oblasť

$$u_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}; [V; H, A s^{-1}]$$

V ustálenom stave je úbytok na cievke nulový.

Operátorová oblasť

$$U_L(s) = L \cdot s \cdot I_L(s)$$

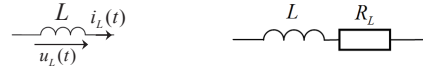
Reálny, technický induktor (cievka):

Indukčnosť cievky, podobne ako kapacita kondenzátora je daná geometriou cievky (vodič navinutý na jadro) a vlastnosťami materiálu, z ktorého je jadro vyrobené.

$$L = \frac{N^2 \mu S}{l}; [H; -, H, m^2, m]$$

Kde:
 N je počet závitov
 S je prierez cievky
 l je dĺžka cievky
 $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$ permeabilita materiálu jadra cievky

Vodič, z ktorého je cievka vinutá, má odpor. => náhradná schéma obsahuje aj vnútorný odpor cievky.



Materiál cievky delíme do troch skupín:
 - diamagnetické, $\mu_r < 1$. (Vodík, meď, striebro, zlato...)
 - paramagnetické, $\mu_r > 1$. (Vzduch, kyslík, hliník, ...)
 - feromagnetické, $\mu_r \gg 1$. (Železo, oceľ $\mu_r = 2500$...)
 Tieto materiály majú aj zvláštnosti: nelinearita, hysterézia, ...

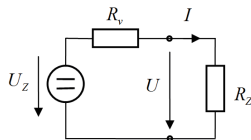


Ideálny zdroj napätia (nie je to lineárny prvok):

Napätie ideálneho zdroja $u_s(t)$ je nezávislé od prúdu $i_s(t)$, ktorý ním preteká.
 Veľkým písmom označujeme zdroj konštantného napätia (napr. U_z).
 Niekedy môže napätie ideálneho zdroja závisieť od inej veličiny. V takom prípade hovoríme o riadenom zdroji.

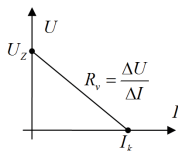
Reálny zdroj napätia:

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 napäťovom zdroji a ak je R_v veľké, o mäkkom napäťovom zdroji.

Zaťažovacia charakteristika lineárneho napäťového zdroja:



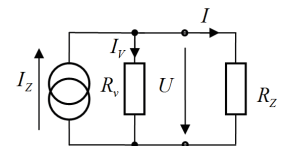
Uveďte príklady tvrdého zdroja napätia.

Ideálny zdroj prúdu (nie je to lineárny prvok):

Prúd ideálneho zdroja $i_s(t)$ je nezávislý od napätia $u_s(t)$ na tomto zdroji.
 Veľkým písmom označujeme zdroj konštantného prúdu (napr. I_z).
 Niekedy môže napätie ideálneho zdroja závisieť od inej veličiny. V takom prípade hovoríme o riadenom zdroji.

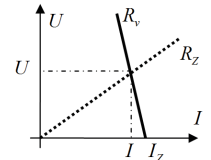
Reálny zdroj prúdu:

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

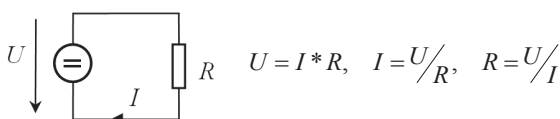
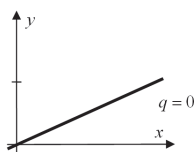
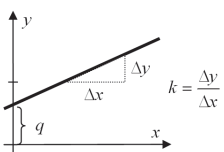


Vnútorný odpor R_v nie je skutočná súčiastka, je to vlastnosť zdroja.
 Ak R_v je malé, hovoríme o mäkkom prúdovom zdroji a ak je R_v veľké, o tvrdom prúdovom zdroji.

Zaťažovacia charakteristika lineárneho prúdového zdroja:



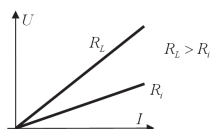
Ohmov zákon – Rovnica priamky: $y = kx + q$



Grafické riešenie sériového a paralelného zapojenia dvoch rezistorov R_1 a R_2 .

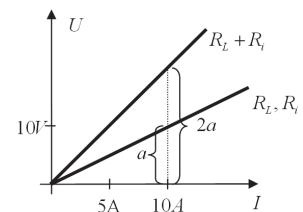
$R_1 = R_i$ - vnútorný odpor zdroja

$R_2 = R_L$ - ohmická záťaž



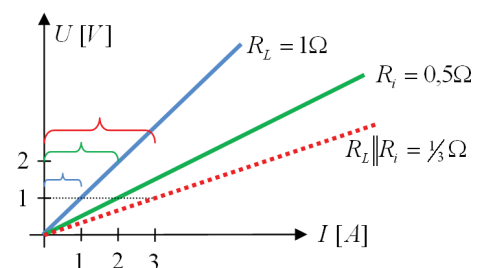
Sériové zapojenie:

Pr.: Nech $R_1 = R_L = 1\Omega$

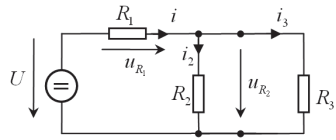
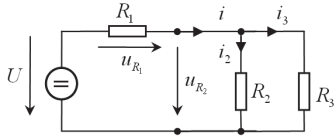


Paralelné zapojenie:

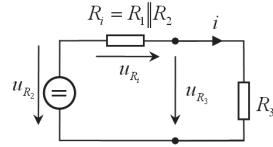
Pr.: Nech
 $R_1 = 0,5\Omega$
 $R_L = 1\Omega$



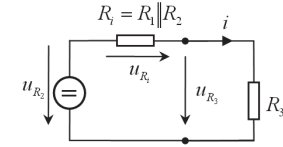
Sério-paralelné zapojenie:



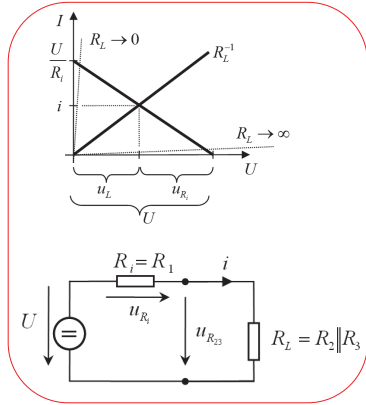
⇒



⇒



49



Sério-paralelné zapojenie:

$$U = U_{R_1} + U_{R_2}$$

Pr.: Nech

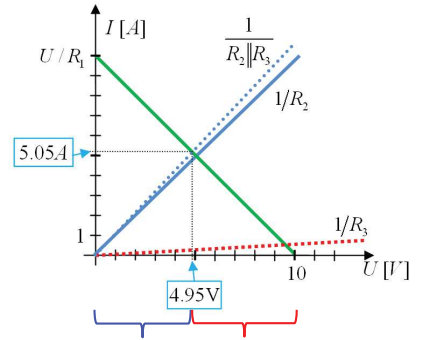
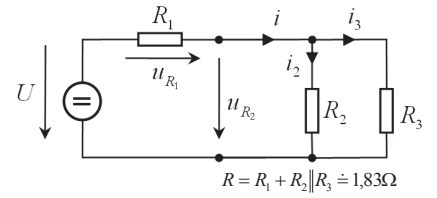
$$R_1 = R_2 = 1\Omega$$

$$R_3 = 49,5\Omega$$

$$U = U_0 = 10V$$

$$i = \frac{U}{R_1 + R_2 \parallel R_3} = 5,05A$$

$$U_{R_2} = 4,95V$$



50