

TEÓRIA Elektronické súčiastky a ich rozdelenie

Základné rozdelenie súčiastok

Podľa toho, ako súčiastka mení signál, presnejšie či mení svoje vlastnosti v závislosti od priloženého napätia alebo prúdu. Taktiež je dôležité odlíšiť súčiastky mechanické, pomocné:

1. **Aktívne súčiastky** sú súčiastky, ktorých elektrické vlastnosti (napr. odpor, kapacita a pod.) sú premenné a možno ich ovládať zmenou napätia, prúdu a pod. - dióda, tranzistor, integrovaný obvod, ale aj elektrónka.
2. **Pasívne súčiastky** sú súčiastky, ktoré majú svoje vlastnosti konštantné a v širokých intervaloch napätia a prúdu nezávislé - rezistor, kondenzátor, potenciometer.
3. **Konštrukčné súčiastky** majú funkciu mechanickú alebo elektromechanickú - niektoré elektroakustické alebo elektromechanické meniče, mechanické konštrukcie, držiaky, skrinky, nosníky, elektrické priechodky, dosky plošných spojov a pod.

Podľa spôsobu montáže, teda v závislosti od puzdrenia môžeme deliť súčiastky na

1. **súčiastky s drôtovými vývodmi**, uvádzané i ako klasické,
2. **SMD súčiastky** (*Surface Mounted Device*) t.j. súčiastky pre povrchovú montáž.

SMD súčiastky

súčiastky, v ktorých sú klasické drôtové vývody nahradené pájacími plôškami a puzdro je zmenšené.

- + miniaturizácia zariadení
- + pre výrobu úspory materiálu a zníženie energetickej náročnosti
- + menej prácná výroba a osadzovanie dosiek SMD súčiastkami (odpadá vrtanie dosiek plošných spojov, tvarovanie vývodov súčiastok a ich skracovanie)
- + obojstranné osadzovanie dosiek
- + zníženie možnosti vzniku tzv. studených spojov v elektronických zariadeniach
- + zvýšenie odolnosti zariadení voči vibráciám a nárazom
 - nárast spoľahlivosti celého zariadenia.
- + minimalizovanie parazitnej indukčnosti prívodov
 - aplikácia v impulznej a vo vysokofrekvenčnej technike (napr. anténne zosilňovače, vstupné diely VHF, UHF zariadení). Tranzistorové anténne zosilňovače v SMD prevedení sú stabilnejšie a majú vyšší zisk.
- nadmerné namáhanie vodivých ciest na doske plošných spojov veľkými prúdmi, takže pre chladenie výkonových SMD súčiastok je nevyhnutné vytvárať veľké chladiace plochy v medi priamo na doske plošných spojov
- súčiastky SMD, najmä rezistory a kondenzátory sú krehkejšie a menej vydržia v ohybe
- ťažšie sa označujú
- vyžadujú si špeciálne vybavenie pre montáž, komplikované využitie pre rádioamatérov.

Rozdelenie pasívnych súčiastok a ich základné vlastnosti

Podľa volt-ampérovej charakteristiky

- **lineárne** (napr. vrstvomé rezistory, elektrolytické kondenzátory, cievky)
- **nelineárne** (napr. varistory, termistory, fotorezistory) súčiastky.

Podľa zmeny menovitej hodnoty

- **pevné**, ktorých hodnota odporu, kapacity alebo indukčnosti nie je regulovateľná počas prevádzky. Môžu byť dvoj a viac vývodové s pevnými odbočkami (odporové siete).
- **premenné**, ktorých hodnotu je možné plynulo meniť mechanickým spôsobom zmenou polohy bežca (potenciometre, ladiace kondenzátory).
- **nastaviteľné**, ktoré sú realizované s nastaviteľnou odbočkou, alebo nástrojom nastaviteľným bežcom (trimre, dolad'ovacie kondenzátory, rezistory s odbočkou...)

Podľa základnej vlastnosti

- **rezistor** -súčiastka, ktorá kladie prechodu prúdu odpor $R = \rho \frac{l}{S}$, kde ρ -merný odpor, l -dĺžka vodiča, S -plocha prierezu, $R = U/I$ - rezistor prevádza prúd na napätie a naopak
- **kondenzátor** -súčiastka, ktorá má schopnosť akumulácie elektrického náboja $Q = CU$, kde C je kapacita. Jednotkou kapacity je F (farad). **Kapacita** jednoduchého doskového kondenzátora, ktorý pozostáva z dvoch elektród oddelených dielektrikom, je určená rozmermi kondenzátora a použitým materiálom dielektrika $C = \varepsilon \frac{S}{d} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d}$, kde $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$ je absolútna permitivita, ε_r je relatívna permitivita dielektrika, ε_0 je permitivita vákua, S je účinná plocha elektród a d je hrúbka dielektrika.
- **cievka** - súčiastka, ktorej základnou a požadovanou vlastnosťou je indukčnosť L . V podstate ju môžeme považovať za magnetický zásobník energie. **Vlastná indukčnosť cievky** L je schopnosť, pri ktorej sa časovou zmenou elektrického prúdu prechádzajúceho cievkou indukuje na jej svorkách napätie $L = \frac{N^2}{R_m} = N^2 \mu \frac{S}{l}$, kde N je počet závitov, R_m je magnetický odpor, $\mu = \mu_r \mu_0$ je absolútna permeabilita magnetického obvodu, μ_0 je magnetická permeabilita vákua, μ_r je relatívna permeabilita, l je dĺžka cievky a S je prierez jadra cievky. Jednotkou indukčnosti je H (henry).

Rezistory

Podľa použitia delíme rezistory na

1. **Rezistory na všeobecné použitie.** Používajú sa ako zaťažovacie rezistory malého výkonu, deliče napätia, filtračné členy v napájacích obvodoch, tlmiace rezistory a pod. Tieto rezistory sú 1Ω až $100k\Omega$, so zaťažovacím výkonom $0,25W$ až $2W$ a pracovným napätím do $750V$.
2. **Stabilné rezistory** sa používajú v meracích zariadeniach, v počítačoch, v releových systémoch atď. Vyrábané sú v rozsahu od 1Ω do $1M\Omega$.
3. **Miniaturne rezistory** sú určené pre polovodičovú techniku. Majú malé rozmery a menší rozsah vyrábaných hodnôt ($1,8\Omega$ až $3,3M\Omega$), nízke pracovné zaťaženie ($0,05$ až $0,125W$) a nízke pracovné napätie (do $250V$).
4. **Vysokoohmové rezistory** s hodnotami vyššími ako $22M\Omega$ až do hodnôt $10^{14}\Omega$, ktoré sa používajú v meracej technike s pracovným napätím max. $600V$.
5. **Vysokonapäťové rezistory** pre napätie 5 až 15 kV s menovitými hodnotami do $10^{10}\Omega$ a s menovitým zaťažením 1 až $2W$.
6. **Rezistory s potlačenou indukčnosťou** pre rádiolokačné a rádiokomunikačné zariadenia, ktoré pracujú na frekvenciách vyšších ako 10 MHz (zníženie indukčnosti môžeme dosiahnuť v prípade presných drôtových rezistorov napr. bifilárnym vinutím drôtu).
7. **Teplotne závislé rezistory – termistory** sú nelineárne rezistory s vysokou závislosťou od teploty. Používajú sa ako teplotné senzory. Ak zahrievaním odpor rezistora plynule klesá, hovoríme o NTC termistore, ktorý sa používa na riadenie teploty. Ak po zahriatí na špecifickú hodnotu teploty, hodnota odporu rezistora náhle vzrastie, hovoríme o PTC termistore a ak náhle klesne, tak o CTR termistore.
8. **Fotorezistory** využívajú závislosť hodnoty odporu od intenzity svetla. Ak je ich aktívna vrstva je zhotovená z CdS (Cadmium Sulfid), tak v tme majú vysoký odpor ($\sim 2M\Omega$), ktorý osvetlením klesá (pri maximálnej intenzite svetla $\sim 200\Omega$). Používajú sa ako svetelné senzory napr. na palubnej doske áut.
9. **Sieťové rezistory (rezistorové polia)** je vlastne súbor rezistorov s rovnako veľkou hodnotou odporu R v jednom púzde. Môžu mať spoločný jeden vývod a jeden samostatný (pre každý ďalší vývod sa hodnota odporu rezistora zväčší o hodnotu R), alebo každý rezistor má dva samostatné vývody. Tieto

rezistory majú široké uplatnenie vo výpočtovej technike, pri regulácii prúdov v obvodoch so svetlo emitujúcimi diódami LED a pod.

10. **Napät'ovo závislé rezistory - varistory** sú používané ako prvky na ochranu obvodov pred prepätím.
11. **Tenzometre** sú rezistory, ktorých odpor závisí od tlaku, ťahu, krutu. Používajú sa hlavne v automatizačnej technike.

Rozdelenie rezistorov podľa tvaru funkčného materiálu

1. **drôtové**, v ktorých aktívnu časť rezistora tvorí odporový drôt (nichrom, konstantan a pod.) navinutý na nosné keramické teliesko. Používajú sa pre väčšie výkonové zaťaženia, ako presné rezistory, ako ochrana pred impulzom na vstupe elektronických zariadení a pod.
2. **vrstvé**, v ktorých aktívnu časť rezistora tvorí odporová vrstva (lakové, uhlíkové, borouhlíkové, metalizované, metaloxidové) nanosená na nosné teliesko vyrobené prevažne zo špeciálneho elektrotechnického porcelánu. Majú najväčšie zastúpenie medzi rezistormi. (všeobecné, vysokohmové, vysokonapät'ové, stabilné...)
3. **objemové** rezistory, u ktorých celý objem odporového telieska tvorí odporovú dráhu.

Základom drôtových a vrstvových rezistorov je keramická trubička alebo valček. Drôtové majú na povrchu navinutý drôt, chránený vrstvou laku alebo smaltu. Vrstvové rezistory majú nanosenú tenkú vrstvu odporového materiálu, do ktorého sa frézuje drážka, čím sa dolad'uje veľkosť odporu.

Premenné a nastaviteľné rezistory

podľa konštrukčného hľadiska:

- a) **spojite nastaviteľné** (trimre-dolad'ovacie rezistory, potenciometre)

Potenciometre delíme podľa

dovoleného zaťaženia:

vrstvé, drôtové (viac zaťažiteľné)

priebehu odporovej dráhy:

lineárne (označenie N), používané na zmeny farby tónu (výšky – hĺbky), vo vstupných a výstupných deličoch napätia meracích prístrojov, **logaritmické** (označenie G), ktoré sú nevyhnutné v regulátoroch hlasitosti vo všetkých elektroakustických zariadeniach, keďže zohľadňujú vnem ľudského ucha, **exponenciálne** (označenie E) využívané na kompenzáciu veľmi nelineárneho rastu napätia v obvode; (odporová dráha môže mať vyvedenú odbočku).

konštrukcie: jednoduché, dvojité, tandemové (dva potenciometre na jednej hriadieli)

- b) **nastaviteľné v stupňoch** (odporové dekády).

Základné vlastnosti a parametre rezistorov:

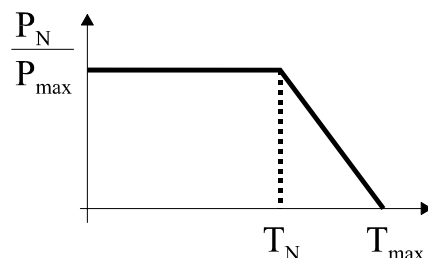
- a) **Menovitá hodnota** je definovaná radmi men. hodnôt E6, E12, E24, E48, E96, E192 (odpovedajúce tolerancie 20%, 10%, 5%, 2%, 1%, 0,5%).

- b) **Menovité zaťaženie rezistora** P_z je maximálny výkon, ktorým môže byť rezistor trvale zaťažený. - je dané stratovým výkonom, ktorý sa mení na teplo a to musí byť z rezistora odvedené do okolia (je

potrebná väčšia plocha na prestup tepla) $P_z = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$, kde U je napätie pripojené na rezistor a I prúd pretekajúci cez rezistor.

vrstvé: 1 – 2W (všeobecné použitie),
špeciálne i 30W a pod., drôtové: do 300W

Krivka menovitého zaťaženia v závislosti od teploty



c) **Elektrická pevnosť** je daná vlastnosťami izolačnej povrchovej vrstvy rezistora, ktorá musí vydržať najmenej dvojnásobok maximálneho prípustného napätia, ktoré sa stanovuje pre každý rezistor zvlášť. Uhlíkové 150 – 800V, metalizované 50 – 1500V, drôtové 50 – 2800V

d) **Stabilita rezistora** je ovplyvnená najmä teplotou, prevádzkovým napätím a starnutím rezistora.

Zmena hodnoty odporu rezistora s napätím

$$K_n = \frac{R_2 - R_1}{R_1(U_1 - U_2)} 100$$

Zmena hodnoty odporu rezistora s teplotou

$$R = R_0 [1 + TKR(T - T_0)], \text{ kde } TKR$$

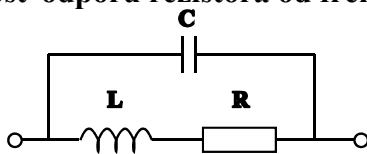
je teplotný koeficient odporu

$$TKR = \frac{1}{R_0} \frac{\Delta R}{\Delta T}$$

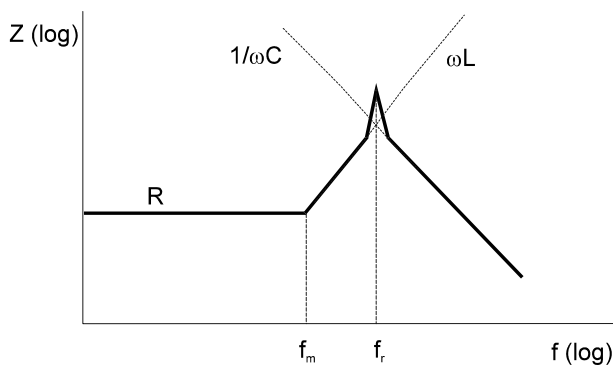
[K⁻¹] *Typické hodnoty TKR*

Uhlíkové 10⁻³ ÷ 10⁻¹ K⁻¹, Metalizované 10⁻⁵ ÷ 10⁻³ K⁻¹, Drôtové 10⁻⁴ ÷ 10⁻³ K⁻¹.

e) **Závislosť odporu rezistora od frekvencie:**



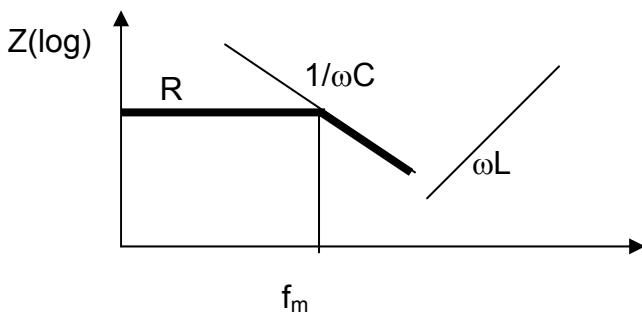
Náhradná schéma rezistora pre striedavé signály



Medzná frekvencia **f_m** drôtového rezistora

$$f_m = \frac{R}{2\pi L}$$

Závislosť impedancie drôtového rezistora, resp. vrstvomého rezistora s nízkou ohmickou hodnotou od frekvencie



Medzná frekvencia vrstvomého rezistora

$$f_m = \frac{1}{2\pi RC}$$

Závislosť impedancie vrstvomého rezistora s vysokou ohmickou hodnotou od frekvencie

f) **Šum rezistora** je spôsobený dvoma mechanizmami: Tepelným pohybom nosičov prúdu je spôsobený **tepelný šum**, ktorý sa prejavuje vo všetkých reálnych rezistoroch. Kvantitatívne vieme v tomto prípade vyjadriť šumové vlastnosti rezistora v $\mu V/V$ ako pomer ich **šumového napätia** U_T k privádzanému vonkajšiemu napätiu U .

$$U_T = 2\sqrt{kTR\Delta f}$$

kde k je Boltzmanova konštanta a Δf je šírka frekvenčného pásma.

Typické hodnoty: uhlíkové 0,5 $\mu V/V$
metalizované 0,02 $\mu V/V$

Náhodnými zmenami vodivosti medzi jednotlivými zrnami odporovej dráhy je spôsobený **prúdový šum**, ktorý sa vyskytuje vo vrstvomých a objemových rezistoroch. Prúdový šum sa prejavuje prevažne v oblasti nízkych frekvencií, pričom rezistory pre nižšie elektrické zaťaženie majú väčší prúdový šum, ako rezistory väčšie.

g) **tvar, rozmery, mechanická pevnosť, hmotnosť**

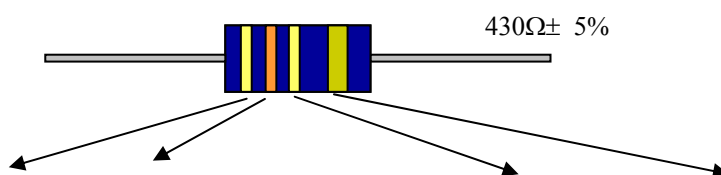
Označovanie rezistorov

Kódové označenie dovolenej odchýlky	Dovolená odchýlka
N	± 30%
M	± 20%
K	± 10%
J	± 5%
G	± 2%

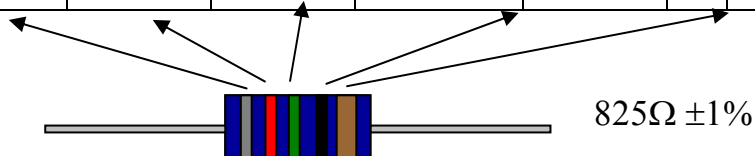
Rady menovitých hodnôt:

E6	20%	E12	10%	E24	5%
1		1	1,2	1	1,1 1,2 1,3
1,5		1,5	1,8	1,5	1,6 1,8 2,0
2,2		2,2	2,7	2,2	2,4 2,7 3,8
3,3		3,3	3,9	3,3	3,6 3,9 4,3
4,7		4,7	5,6	4,7	5,1 5,6 6,2
6,8		6,8	8,2	6,8	7,5 8,2 9,1

Farebný kód:



Farba	1. číslica	2. číslica	3. číslica	Násobiteľ	Tolerancia		TK _R [K ⁻¹]
Žiadna	-	-	-	-	20%		
Strieborná	-	-	-	10 ⁻²	10%	K	
Zlatá	-	-	-	10 ⁻¹	5%	J	
Čierna	-	0	0	1	-		200·10 ⁻⁶
Hnedá	1	1	1	10	1%	F	100·10 ⁻⁶
Červená	2	2	2	10 ²	2%	G	50·10 ⁻⁶
Oranžová	3	3	3	10 ³	-		25·10 ⁻⁶
Žltá	4	4	4	10 ⁴	-		15·10 ⁻⁶
Zelená	5	5	5	10 ⁵	0,5%	D	
Modrá	6	6	6	10 ⁶	0,25%	C	
Fialová	7	7	7	10 ⁷	0,1%	B	
Sivá	8	8	8	10 ⁸	-	A	
Biela	9	9	9	10 ⁹	-		



Kondenzátory

Používajú sa ako väzobné členy, v ladených obvodoch, vo vysokofrekvenčných i nízkofrekvenčných filtroch ako aj k vyhladeniu usmerneného prúdu v zdrojoch, k odrušovaniu elektrických zariadení a pod.

Rozdelenie kondenzátorov podľa štruktúry

1. MIM kondenzátory (kov-izolant-kov)

- **Kondenzátory so vzduchovým dielektrikom** sú vyrobené zvyčajne z hliníkových elektród, medzi ktorými je vzduchová vrstva ako dielektrikum. Z konštrukčného hľadiska ide o jednoduché, alebo viacnásobné ladiace (otočné) kondenzátory s premennou kapacitou, prípadne o dolad'ovacie, tzv. kapacitné trimre.
- **Kondenzátory so skleneným dielektrikom.** Vyrábajú sa väčšinou ako trubičkové dolad'ovacie kondenzátory (trimre) malých kapacít, najmä pre ladiace obvody veľmi krátkych vln.
- **Kondenzátory s papierovým dielektrikom** sú vhodné pre všeobecné použitie v obvodoch s jednosmerným napätím alebo striedavým napätím nízkej frekvencie. Vyrábajú sa v hodnotách rádu nanofaradov až desiatok mikrofardov. Majú pomerne veľký stratový činiteľ a preto sa nehodia do vysokofrekvenčných obvodov. Do tejto skupiny patria i kondenzátory, ktorých dielektrikum tvorí metalizovaný papier (MP). Majú menšie rozmery, sú klimaticky odolné a majú schopnosť regenerácie.
- **Kondenzátory sľudové a keramické** sú veľmi stabilné a vyznačujú sa malým stratovým činiteľom. Možno ich použiť do vysokofrekvenčných obvodov a tie najkvalitnejšie aj pre veľmi vysoké frekvencie (malý rozmer, nízka presnosť a teplotná stabilita, vhodné len do nf aplikácii, jednotky μF , do 30kV).
- **Kondenzátory s dielektrikom z plastických fólií** sa vyrábajú ako zvitkové kondenzátory s dielektrikom z polyesteru, polystyrénu, polyetyléntereftalátu a pod. Sú veľmi presné a stabilné, takže sú vhodné i do vysokofrekvenčných obvodov.

2. MIE kondenzátory (kov-izolant-elektrolyt)

- **hliníkové** s tekutým elektrolytom
- **hliníkové i tantalové** kondenzátory s tuhým elektrolytom (elektrolyt je nahradený polovodičovou vrstvou zvyčajne z oxidu manganičitého, ktorý pokrýva oxidovú vrstvu vlastného dielektrika na kladnej elektróde)

Tantalové kondenzátory majú v porovnaní s hliníkovými menšie rozmery, menšie straty pri vyšších frekvenciách, lepšiu teplotnú i časovú stabilitu kapacity, ale na druhej strane nižšie pracovné napätie a sú drahšie.

Elektrolytické kondenzátory predstavujú úplne odlišnú skupinu kondenzátorov od doposiaľ popisovaných typov. Sú polarizované (majú kladnú a zápornú elektródu), majú veľký stratový uhol a vyrábajú sa v hodnotách rádu mikrofardov až faradov. Najčastejšie sa používajú pre bežné aplikácie hliníkové a pre náročnejšie aplikácie tantalové elektrolytické kondenzátory.

!!! **Katódová elektróda** netvorí kovová fólia (polep), ale vodivý **elektrolyt** - funkciou elektrolytu je zabezpečenie kontaktu s dielektrikom zo strany katódy a regenerácia oxidovej vrstvy. Elektrolyt býva vo forme pasty, tekutiny alebo i suchý. **Dielektrikum** tvorí **oxidová vrstva**, ktorá sa vytvorí anodickou oxidáciou anódovej elektródy pôsobením elektrického prúdu., ak je elektróda obklopená vhodným elektrolytom. Oxidová vrstva je veľmi tenká a má veľmi vysokú relatívnu permitivitu. **Anódová elektróda** je z hliníkovej alebo tantalovej fólie. Jej povrch je pred oxidáciou leptaný zvláštnym spôsobom, ktorým sa dosahuje niekoľkonásobné zväčšenie povrchu.

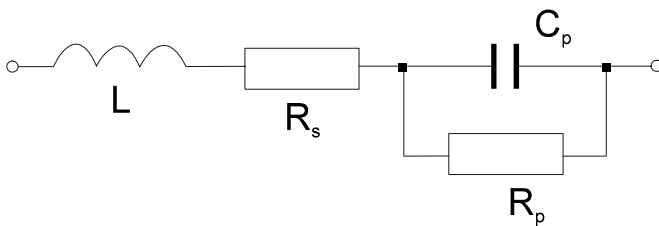
Elektrolytické kondenzátory dosahujú aj pri malých rozmeroch veľké kapacity, rádovo stovky až tisíceky mikrofardov, možno ich použiť len v obvodoch s jednosmerným napätím, napr. v sieťových zdrojoch. Jednosmerné napätie však môže mať určitú striedavú zložku, ako zvlnenie usmerneného prúdu. Tieto kondenzátory musia byť správne pripojené vzhľadom na ich **polarizáciu**, inak hrozí nebezpečie deštrukcie kondenzátora.

Základné vlastnosti a parametre kondenzátorov

a) Menovitá kapacita	podobne ako pri rezistoroch rady menovitých hodnôt E6, E12
	keramické s nízkym ϵ pF÷1nF
	keramické s vysokým ϵ 1nF÷100nF
	s plastickým dielektrikom 10pF÷10 μ F
	elektrolytické do mF

b) Prevádzkové napätie	MIE	MIM	10÷1000V
		1÷100V	

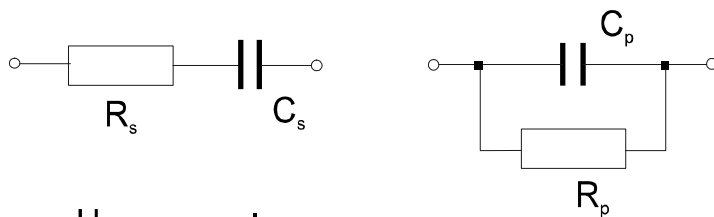
c) Závislosť hodnoty kapacity kondenzátora od frekvencie:



Náhradná schéma kondenzátora pre striedavé signály. L je indukčnosť prívodov a elektród, R_s je odpor prívodov a elektród, v elektrolytickom kondenzátore tiež odpor dielektrika R_p zahŕňa straty v dielektriku a izolačný odpor.

d) Stratový činiteľ kondenzátora

Stratový činiteľ $\text{tg}\delta$ je mierou výkonových strát reálneho kondenzátora (odporom dielektrika a odporom prívodov, polárizáciou dielektrika, hysteréziou dielektrika, vyžarovaním), zodpovedá tangensu uhla medzi fázorom napätia (prúdu) reálneho a ideálneho kondenzátora.



Sériová a paralelná náhradná schéma kondenzátora a fázorový diagram pre sériovú náhradnú schému:

$$\text{tg}\delta = \frac{1}{\omega R_p C_p} = \omega R_s C_s$$

tg δ :

keramické s nízkym ϵ	< 10^{-3}
keramické s vysokým ϵ	$\approx 25 \times 10^{-3}$
styroflexové	< 10^{-3}
ostatné s plastickou fóliou	10×10^{-3}
elektrolytické	100×10^{-3}

Súčasne $\text{tg}\delta = G/\omega C_x$. Pre výpočet kvality Q platí $Q = 1/\text{tg}\delta$.

e) Teplotný koeficient kapacity (TKC) je definovaný podobne ako pre rezistory

$$\text{TKC} = \frac{1}{C_0} \frac{\Delta C}{\Delta T} \quad [\text{K}^{-1}]$$

[K⁻¹]

keramické	$(+100 \div -1500) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
s plastickou fóliou	$(-50 \div -300) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Cievky

Cievka je pasívna súčiastka, ktorej základnou a požadovanou vlastnosťou je **indukčnosť** L . V podstate ju môžeme považovať za magnetický zásobník energie. Používa sa ako súčasť ladiacich obvodov a filtrov, transformátorov elektrickej energie, na oddelenie striedavej zložky prúdu, v obvodoch číslicovej techniky a pod. Na rozdiel od rezistorov a kondenzátorov, cievky (výnimku tvoria odrušovacie a

vysokofrekvenčné oddeľovacie tlmivky) nie sú štandardizované a výrobcovia elektronických súčiastok ich nevyrábajú vo veľkom. Štandardizované a hromadne vyrábané sú len komponenty vhodné pre konštrukciu bežných cievok, napr. jadrá, armatúry, koštričky a kryty.

Rozdelenie cievok

Z konštrukčného hľadiska sú cievky tvorené drôtom, lankom, rúrkou, ktoré sú tvarované tak, aby vzájomná indukčnosť jednotlivých úsekov bola čo najväčšia. Vo väčšine prípadov sa vinutia cievok zhotovujú z izolovaných vodičov (meď, hliník). Medzi vrstvy vinutí sa vkladá prídavná izolácia z izolačného papiera.

Podľa použitia :

1. **Cievky pre ladiace obvody a filtre**, na ktoré sú kladené požiadavky teplotnej a dlhodobej stability.
2. **Tlmivky sieťové** nf alebo vf, ktoré majú brániť prechodu striedavej zložke prúdu (s frekvenciou f), alebo prúdovým impulzom vznikajúcim v obvode kladením induktívneho odporu X_L . Vzhľadom na to, že induktívny odpor X_L je tým väčší, čím väčšia je frekvencia striedavého prúdu ($X_L = 2\pi fL$), tak pre vysoké frekvencie vyhovujú tlmivky s nízkou indukčnosťou a pre nízke naopak s vysokou indukčnosťou.

Podľa veľkosti magnetickej permeability jadra:

1. **vzduchové**, ktoré majú vysoký ohmický odpor drôtu, prípadne veľkú hmotnosť vzhľadom k veľkému počtu závitov potrebných k dosiahnutiu danej indukčnosti. Na druhej strane nehrozí presýtenie pri veľkom magnetickom toku a následný prudký pokles permeability.
2. **s magnetickým jadrom** umožňujúce dosiahnuť veľké hodnoty indukčnosti (napr. kruhové feritové jadro) s malým počtom závitov. Aby sa predišlo presýteniu jadro by malo mať vzduchovú medzeru.

Podľa pracovnej frekvencie:

1. **Nízkofrekvenčné**, medzi ktoré patria tlmivky, nf a sieťové transformátory.
2. **Vysokofrekvenčné** aplikované v obvodoch pre dlhé, stredné, krátke a veľmi krátke vlny.

Podľa druhu vinutia: cievky s **vrstvovým vinutím**, ktoré sú vinuté závit vedľa závit v jednej alebo vo viacerých vrstvách, cievky s „**bezkapacitným**“ **vinutím**, cievky **krížovo vinuté** a cievky **vinuté v sekciách**.

Základné vlastnosti a parametre cievok

a) **Vlastná indukčnosť cievky**
$$L = \frac{N^2}{R_m} = N^2 \mu \frac{S}{l}$$

b) **Vzájomná indukčnosť** je indukčnosť medzi dvoma cievkami ak prechádza celý magnetický tok oboma cievkami:
$$M_{MAX} = \sqrt{L_1 L_2}$$

c) **Činiteľ kvality Q** cievok je daný elektrickými stratami. Jedná sa o straty na ohmickom odpore cievky, straty vírivými prúdmi cievky, straty hysterézne v jadre, straty dielektrické a straty vyžarovaním. Ak na definovanie akýchkoľvek strát v cievke zavedieme ekvivalentný **stratový odpor** R_{ZS} , potom činiteľ

kvality Q je určený vzťahom
$$Q = \frac{1}{tg \delta} = \frac{\omega L}{R_{ZS}}$$
, kde $tg \delta$ je stratový činiteľ cievky. Cievky s činiteľom

kvality $Q < 50$ sú nevyhovujúce, cievky s $Q = 50 \div 150$ sú bežne kvalitné a cievky s $Q > 150$ sú vysokokvalitné. Normálne cievky môžu dosiahnuť činiteľ kvality $Q = 300$. Kvalita cievky závisí od veľkosti frekvencie: najskôr rastie, dosahuje maximum pri optimálnej frekvencii a potom opäť klesá (pri nízkych frekvenciách prevládajú straty na odpore vinutia, pri vysokých straty v jadre a vyžarovaním).